

TKİ-ELİ EYNEZ PANOSU DEKAPAJ NAKLİYATI
İÇİN ALTERNATİF YÖNTEM: BANT NAKLİYATI

Mehmet Sedat AGDAĞ

Yüksek Lisans Tezi

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

Şubat - 2010

TKİ-ELİ EYNEZ PANOSU DEKAPAJ NAKLİYATI İÇİN ALTERNATİF YÖNTEM:
BANT NAKLİYATI

Mehmet Sedat AGDAĞ

Dumlupınar Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Maden Mühendisliği Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman: Doç. Dr. Önder UYSAL

Şubat - 2010

KABUL ve ONAY SAYFASI

Mehmet Sedat AGDAĞ'ın YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı “TKİ-ELİ Eynez Panosu Dekapaj Nakliyatı İçin Alternatif Yöntem: Bant Nakliyatı” başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

...../...../.....

Üye : Prof. Dr. Kaan ERARSLAN

Üye : Doç. Dr. Önder UYSAL

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mustafa ÖNDER

Fen Bilimleri Enstitüsün Yönetim Kurulu'nun/...../..... gün ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Atalay KÜÇÜKBURSA

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TKİ-ELİ EYNEZ PANOSU DEKAPAJ NAKLİYATI İÇİN ALTERNATİF YÖNTEM: BANT NAKLİYATI

Mehmet Sedat AGDAĞ

Maden Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi, 2010

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Önder Uysal

ÖZET

Açık ocaklar derinleştikçe dekapaj mesafeleri uzamaktadır. Dekapaj mesafesinin uzunluğu ise dekapaj nakliye maliyetini arttırmakta, sonuçta da açık ocak çalışma sınırını belirleyen önemli bir parametre olmaktadır. Ekonomik nedenlerle, son yıllarda dünya madenciliğinde klasik kamyon nakliyatı yerine, ocak içi kırıcı-bant konveyör sistemleri hızla yaygınlaşmaktadır. Bu sayede, ekonomik açık ocak sınırı değerleri de değişmeye başlamıştır. Bu tez çalışmasında, ocak içi kırıcı-konveyör sisteminin genel özelliklerinden, dünyadaki uygulama örneklerinden ve bu sistemin Ege Linyitleri işletmesi-Eynez açık ocaklarında uygulanabilirliği araştırılmıştır. Çalışmalar sonucunda kamyon nakliyatının işletme gideri yıllık 34.635.927 \$, birim işletme gideri ise 2,306 \$/m³ olarak bulunmuştur. Kamyon-kırıcı-bant konveyör sisteminde ise işletme gideri yıllık 28.693.497\$, birim işletme gideri ise 1,912 \$/m³ olarak bulunmuş; bant alternatifinin daha ekonomik olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bantlı Taşıyıcı, Eynez, Linyit Kömürü, Ocak İçi Kırıcı Tesis.

**FOR OVERBURDEN TRANSPORT A METHOD AT TKI - ELI EYNEZ SECTION:
BAND TRANSPORT**

Mehmet Sedat AGDAĞ

Mining Engineering, M.S. Thesis, 2010

Thesis Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Önder Uysal

SUMMARY

As a result of depending of open pits, dumping distances increase. Dumping distance defines the hauling cost. Hauling cost is factor on determination of the maximum working depth of the pit. To lower hauling cost, mobil crusher-conveyor systems have been used instead of conventional systems, excavator-truck haulage, recently. By this way, the economic open pit depths are changed. In this thesis, a general knowledge about crusher-belt conveyor systems, application examples, and applicability of this system at ELI (Aegean Lignite Establishments)-Eynez open pits are considered. The result of this study, the operation cost and unit cost of truck haulage have been determined as 34.635.927 \$/year and 2,306 \$/m³ respectively. On the other and, the operation cost and unit cost of truck-crusher-belt conveyor have been concluded as 28.693.497 \$/year and 1,912 \$/m³ respectively.

Keywords: Belt Conveyor, Eynez, Lignite Coal, In Pit Crushing Plant.

TEŞEKKÜR

Öncelikle “TKİ-ELİ Eynez Panosu Dekapaj Nakliyatı İçin Alternatif Yöntem: Bant Nakliyatı” başlığı adı altında hazırladığım bu yüksek lisans tezini hazırlamama olanak sağlayan bölüm başkanımız Sayın Prof. Dr. Cem Őensöđüt’e ve bu tez çalıŐmasının başlangıcından itibaren tüm aşamalarında değerli ilgi ve yardımlarını esirgemeyen hocam Sayın Doç. Dr. Önder Uysal’a, Ege Linyitleri İŞletmeleri Açık Ocak İstihsal ve Makine İŞletme Şube Müdürlüklerinde bana yardımcı olan mesai arkadaşlarıma, son olarak da eğitim ve öğretim hayatımda beni her konuda destekleyen ve bugünlere getiren aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	iv
SUMMARY	v
TEŞEKKÜR.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. EGE LİNYİTLERİ İŞLETMELERİ	3
2.1. Giriş.....	3
2.1.1. Havzanın tarihçesi	3
2.1.2. TKİ kurumunu yapısı	4
2.1.3. ELİ Müessese Müdürlüğü'nün tarihçesi	4
2.1.4. Coğrafik konum.....	5
2.1.5. Havzanın jeolojisi.....	5
2.1.6. Rezerv durumu	7
2.1.7. Kömür üretimi	7
2.1.8. Bakım ve onarım çalışmaları-atölyeler	9
2.2. İşletmenin Ekonomiye Katkıları.....	9
2.2.1. Yöredeki madencilik faaliyetlerinin çevresel etkileri ve alınan önlemler	9
2.2.2. Atık yağlar, metal ve plastik atıklar	10
2.3. Açık Ocaklarda Üretim Yöntemleri	11
2.3.1. Ekskavatör-Kamyon Yöntemi	13
2.3.2. Ekskavatör-kamyon yönteminin avantaj ve dezavantajları	14
3. MOBİL VE YARI MOBİL KIRICI-BANT NAKLİYAT SİSTEMİ	16
3.1. Ekskavatör-Mobil Kırıcı- Bant Konveyör Nakliye Sistemi	16
3.2. Ekskavatör-Yarı Mobil Kırıcı-Bant Konveyör Nakliye Sistemi	18
3.3. Halatlı Ekskavatör	20
3.4. Kırıcılar.....	22
3.5. Bant Konveyör Sistemi.....	27
3.5.1. Bant konveyör seçimini etkileyen faktörler.....	31
3.5.2. Bant hızı ve genişlik ilişkisi	34

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
3.5.3. Bant konveyör seçimi.....	34
4. DÜNYADA BANT NAKLİYATI UYGULAMALARI	38
4.1. Dünyada Bant Nakliyatı Üzerine Yapılan Ekonomik Karşılaştırmalar.....	38
4.2. Grasberg Madeni (Endonezya, Papua)	40
4.2.1. İşletme ve tesis bilgileri.....	40
4.2.2. Yarı mobil kırıcı tesisinin ve yarı mobil yayıcının yer değiştirilmesi	43
4.3. Anshan Demir Cevheri Madeni (Çin)	49
4.3.1. İşletme ve tesis bilgileri.....	49
4.3.2. Yarı mobil kırıcı tesisinin yer değiştirilme işlemi	50
4.4. Hofuf Çimento Tesisi (Suudi Arabistan).....	52
4.4.1. İşletme ve tesis bilgileri.....	52
4.5. HVC (B.C. Kanada -1987)	55
4.5.1. İşletme ve tesis bilgileri.....	55
4.6. Mae Moh Madeni (Tayland).....	57
4.6.1 İşletme ve tesis bilgileri.....	57
5. BANT KONVEYÖRLERE EKONOMİK VE TEKNİK KIYASLAMALAR.....	62
5.1. Ekonomik Kıyaslamalar	62
5.1.1. İlk yatırım giderleri	62
5.1.2. Malzeme tüketimi ve bakım-onarım giderleri	63
5.1.3. İşçilik giderleri	64
5.1.4. Enerji giderleri.....	65
5.2. Teknik Kıyaslamalar	65
5.2.1. Bantların eklenme kolaylığı	65
5.2.2. Gürültü ve toz oluşumu	65
5.2.3. Bantların tekneleşebilme yetenekleri	66
5.2.4. Bant uzamaları ve gerdirme.....	66
5.3. Sonuç	66
6. EYNEZ AÇIK OCAK PANOSU İÇİN BANT NAKLİYESİ DEĞERLENDİRMESİ....	68
6.1. Eynez Panosu +200 Açık Ocak Projesi	68
6.1.1. Proje hakkında genel bilgiler.....	68
6.1.2. Projenin teknik özellikleri	70
6.1.3. Panoda uygulanan açık ocak işletme yöntemi.....	71
6.1.4. Projenin ekonomik yönden değerlendirilmesi.....	74

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
6.2. Malzeme Özellikleri ve Döküm Sahaları	76
6.3. Kırıcı-Bant Nakliye Sistemlerinin Panoya Uygulanması	78
6.4. Eynez Panosunda Yapılan Kamyon Yöntemi ve Yarı Mobil Kırıcı-Bant Konveyör Yöntemi Karşılaştırması.....	82
6.4.1. Giriş.....	82
6.4.2. Kamyon nakliyat sistemi	82
6.4.3. Kamyon-kırıcı-bant konveyör nakliye sistemi	83
6.4.4. Sonuç.....	85
7. SONUÇLAR	86
KAYNAKLAR DİZİNİ	88

EKLER

Ek. 1. Eynez İşletme Sahası Planı

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Soma formasyonu (Güney Kısrakdere).....	6
2.2. Yıllar arasında üretim değerleri.	8
2.3. Yıllara göre dekapaj değerleri.	8
2.4. Toza karşı işletme yollarının sulanması.	11
2.5. Dekapaj aynasına bir bakış.....	12
2.6. Delik delme işlemi.	12
2.7. Üretimden bir görünüm.	13
2.8. Ekskavatör-kamyon yöntemi.	14
3.1. Ekskavatör-mobil kırıcı-bant konveyör sistemi.	16
3.2. Mobil kırıcı ile bant konveyör arasında bant arabasının çalışması.	17
3.3. Paletler üzerinde hareket eden bir yarı mobil kırıcı sistemi.	18
3.4. İki kamyon boşaltma silosuna sahip yarı mobil kırma tesisi.....	19
3.5. Kamyonlar ile beslenen yarı mobil kırıcı tesisi.	19
3.6. 15,3 m ³ (20 yd ³) Kepçe kapasitesine sahip halatlı ekskavatör.	21
3.7. Bir çeneli kırıcının görünümü.	26
3.8. Bir konik kırıcının iç görünümü.	26
3.9. Bir sabit bant konveyöre ait şasi sisteminin baş tarafının görünümü.	27
3.10. Paletli ön besleyici ve tahrik ünitesi.....	28
3.11. Bantlı besleyici.....	29
3.12. Titreşimli besleyici.....	29
3.13. Bir sabit bant konveyörün görünümü.	35
3.14. Bir sabit bant konveyör.	35
3.15. Yerleşim birimleri içinden geçen bir sabit bant konveyör.	36
3.16. Yerleşime hazır hareket edebilen taşınabilir bant konveyörler.	36
4.1. Grasberg madeni.	40
4.2. 8 No.lu Yarı mobil kırıcı tesisi.....	41
4.3. 5 No.lu Yarı mobil kırıcı tesisi.....	41
4.4. 6 No.lu Yarı mobil kırıcı tesis.....	42
4.5. Yarı mobil yayıcı.	42
4.6. Grasberg ocak çukuru.	43

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.7. 5 ve 8 No.lu Yarı mobil kırıcı tesislerin yer değiştirme planı.	44
4.8. Paletli taşıyıcı (1250 t kapasite).	44
4.9. 8 No.lu kırıcının paletli taşıyıcı tarafından kaldırılması.	45
4.10. 5 No.lu kırıcının eski çukurundan ayrılması.	46
4.11. 5 No.lu kırıcı yeni yerine taşınırken.	46
4.12. 8 No.lu kırıcının yeni yerine konması.	47
4.13. Yarı mobil yayıcı çalışırken.	48
4.14. Yayıcı taşınmak üzere sökülürken.	48
4.15. Yarı mobil kırıcı tesisi.	49
4.16. Konveyör besleyicinin nakledilmesi.	50
4.17. Besleyicinin taşınması.	51
4.18. Taşıma işleminin bitmiş hali.	52
4.19. Mobil kırıcı tesisi (Gizan).	54
4.20. Mobil kırıcı tesisi (Bishah).	55
4.21. Mobil kırıcı tesisi (Ain Dar).	55
4.22. Yarı mobil kırıcı tesisi.	56
4.23. Yarı mobil kırıcı tesisi (Chiengmai).	57
4.24. Yarı mobil kırıcı tesisi (Chiengmai)	58
4.25. Tesisin teknik planı.	59
4.26. Paletli taşıyıcı.	59
4.27. Yarı mobil kırıcı (Sahakol Engineers).	60
4.28. Tesisin teknik planı.	61
6.1. Panoda uygulanacak ekskavatör- mobil kırıcı-bant yöntemi.	78

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Mobil kırıcı hareket mekanizmalarının karşılaştırılması.	24
3.2. Bant ve kamyon nakliyatının çevreye olan etki oranları.....	31
3.3. Standart çalışmaya göre önerilen bant hızları.	33
6.1. Birimlerin ortalama kalınlıklar ve dekapaj miktarları.....	69
6.2. Dolu gidiş süresi.....	73
6.3. Boş dönüş süresi.....	73
6.4. Amortisman masrafları.....	74
6.5. Gidiş yönü harman yolları ve eğimleri.....	77
6.6. İncelenen nakliye sistemleri için oluşan işletme ve ilk yatırım giderleri.	84
6.7. İncelenen nakliye sistemleri için oluşan birim işletme maliyetleri.	84
6.8. Teknik veriler.....	85

1. GİRİŞ

Fosil enerji kaynaklarından olan kömür; Dünya üzerinde yaygın olarak bulunması, üretilmesi ve görünür kömür rezervlerinin şu anki üretim seviyeleri baz alındığında diğer fosil yakıtlara göre ömürlerinin fazla oluşu, fiyat istikrarı, taşıma kolaylığı, depolama imkanlarının rahatlığı, kullanımının kolaylığı yönünden emniyetli ve güvenilir olması, kullanıcıya arzının ucuzluğu ve sürekliliği, gibi özellikleri ile vazgeçilmez bir enerji kaynağıdır. Kömürün bu konumu, geçmişte olduğu gibi gelecekte de sürdürülebilir kalkınma ve enerjide güvenilirlik açısından önemli bir role sahip olmaya devam edecektir.

Ülkemizde fosil kaynaklar içinde en büyük rezerve sahip olan kaynak kömürdür. Kömür rezervimiz içindeki en büyük pay 12,3 milyar ton ile linyite aittir. Linyit rezervlerimizin ağırlıklı olarak düşük ısı değerinde olması, bu kaynaklarımızın daha çok termik santrallerde elektrik üretim amaçlı tüketilmesine olanak sağlamaktadır. 2007 yılında üretilen satılabilir linyitin %85'i termik santrallerde tüketilmiştir [1].

Ülkemizde linyit sektöründe faaliyet gösteren kuruluşların başında Kamu Kuruluşları olan Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu ve Elektrik Üretim A.Ş.'i gelmektedir. Üretimin yaklaşık %90'lık kısmı bu kuruluşlar tarafından gerçekleştirilmekte ve üretilen kömürler ağırlıklı olarak termik santrallerde elektrik üretimi amaçlı tüketilmektedir. Kamu Kuruluşlarının yanı sıra teshin ve sanayi amaçlı linyit üretimi gerçekleştiren veya kamu kuruluşlarına bağlı olarak faaliyette bulunan birçok özel sektör kuruluşu da sektörde yer almaktadır.

Teknolojide yaşanan hızlı gelişmeler madencilik sektöründe de yeni uygulamaları beraberinde getirmektedir. Özellikle iş makinelerindeki kapasite artışları ve teknik gelişmeler açık işletme çalışma sınırının daha derinlere inmesine olanak sağlamaktadır. Dolayısıyla daha büyük örtü kazı oranları ile çalışmak ekonomik olabilmektedir. Kazı ve yükleme makinelerinin yanı sıra nakliye sistemlerinde yaşanan gelişmeler dekapaj malzemesinin derin ocak çukurlarından uzun mesafelere taşınmasını teknik ve ekonomik yönden olanaklı hale getirebilmektedir. Örtünün nakledilmesinin ucuza mal edilmesi, son yıllarda dünya madenciliğinde hızla yaygınlaşan, klasik kamyon nakli yerine kullanılmaya başlayan, ocak içi kırıcı-bant konveyör sistemleri sayesinde başarılmaktadır. Böylece, ekonomik açık ocak sınır örtü-kazı oranı değerleri de değişmeye başlamıştır. Dünya madenciliğinde kullanımı gittikçe yaygınlaşan, ocak içi kırıcı-bant konveyör sistemlerinin kullanılması ile açık ocak üretim maliyetlerini düşürmek ve işletilebilir rezervlerin yeniden gözden geçirilerek açık işletme yöntemi ile üretilebilecek rezerv miktarlarının artırılması mümkündür [2].

Bu çalışmada, açık ocaklarda kamyon taşımacılığına alternatif olarak kullanılan, ocak içi kırıcı-bant konveyör sisteminin dünyadaki uygulama örnekleri incelenmiş ve bu sistemin Türkiye’de uygulanabilirliği araştırılmıştır. Bu kapsamda, yılda yaklaşık 25 milyon m³ dekapajın yapıldığı Türkiye Kömür İşletmelerine bağlı Ege Linyitleri İşletmeleri (ELİ) Soma Açık Ocak Eynez Panosu örnek seçilmiş ve bu sistemin uygulanabilirliği, maliyet analizleri yapılmak suretiyle teknik ve ekonomik yönden araştırılmış ve elde edilen sonuçlar irdelenmiştir.

2. EGE LİNYİTLERİ İŞLETMELERİ

2.1 Giriş

Dünya enerji ihtiyacının önemli bir bölümü kömürden karşılanmaktadır. Dünyada kömür rezervlerinin diğer enerji kaynaklarına oranla yaygın, doğalgaz ve petrole göre tükenme ömrünün uzun, ucuz ve güvenilir; temiz kömür teknolojileri ile çevresel etkilerinin azaltılabilir olması, kömürü enerji temininde öncelikli hammadde haline getirmektedir.

Dünyada yaklaşık yarısı linyit ve alt bitümlü kömürlerden oluşan ve yarısından fazlası üç ülkede (%25'i ABD, %16'sı Rusya, %12'si Çin'de) olmak üzere, 992 milyar ton, kömür rezervi bulunmaktadır. Yıllık 5 milyar ton civarında olan üretimin yarısından fazlası termik santrallerde tüketilirken; toplam enerji gereksiniminin de yaklaşık dörtte biri kömürden karşılanmaktadır [3].

Türkiye'de, işletme hakkının önemli bir kısmı devlet sektöründe bulunan ve yaklaşık %70'inin alt ısı değeri 2.000 kcal/kg'dan düşük olan, yüksek oranda kül, kükürt ve su içeren; Dünya linyit rezervinin %2'si oranında, 8,3 milyar ton linyit rezervi bulunmaktadır. Türkiye'nin linyit üretimi 65 milyon ton/yıl dolayında olup, bunun 40 milyon ton/yılı TKİ tarafından üretilmekte ve büyük kısmı, termik santrallerde tüketilmektedir. ELİ, TKİ üretiminin yaklaşık %25'ini tek başına karşılamaktadır. Ege Linyitleri İşletmesi (ELİ) Müessesesi Müdürlüğü, Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ) Kurumu Genel Müdürlüğü'ne bağlı olarak, Manisa ilinin Soma ilçesinde faaliyet göstermektedir. Soma, Manisa İl merkezine 90 km, Balıkesir İl merkezine 80 km, İzmir'e ise 140 km. uzaklıktadır. Üretilen linyit kömürü, yaklaşık 50 ilimizin teshin kömür ihtiyacını karşılamaktadır. Ayrıca Kurum, Soma Termik Santralı (SEAŞ), TCDD, Demir-Çelik, Şeker, Çimento, Tuğla ve Seramik fabrikalarına kömür göndermektedir. Soma'da üretilen, teshin kömürlerine TSE tarafından 1994 yılında 1. Sınıf linyit kömürü kalite belgesi verilmiştir.

2.1.1 Havzanın tarihçesi

Soma Bölgesindeki linyit ilk kez 1913 yılında bulunmuştur. Aynı yıl, Akhisarlı Ragıp ve Çimeris beyler tarafından üretime başlanmıştır. 1914-1918 yılları arasında meydana gelen Birinci Dünya Savaşı sırasında, özellikle, ordunun yakacak ihtiyacı için üretim yapılmıştır. 1918-1922 Tarihleri arasında, mütareke hükümleri gereği, Fransızlar havzada kömür üretimi yapmıştır. 1922-1939 Yıllarında sırasıyla İktisat Vekâleti, Faik Sabri, Nuri Aziz, Yunus Nadi tarafından kömür üretilmiştir.

1939-1957 Döneminde ocaklar, Etibank tarafından işletilmiştir.1957 Tarihinden itibaren Soma Havzası, Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu tarafından işletilmektedir. Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu Genel Müdürlüğü (TKİ), 01.09.1957 tarih ve 6974 sayılı yasayla kurulmuştur.

Eynez sektörü, ilk defa 1946 yılında Şevket Çamlıca tarafından işletmeye başlanılmıştır. Sektör 1947 yılından sonra, Nadir Hakkı Önen tarafından işletilmiştir. Daha sonra ocaklar, 17.05.1978 tarihinde, TKİ Kurumuna devredilmiştir. 1985 Yılında, 45.039.984 tonluk rezervi olan, 1.500.000 ton/yıl üretim kapasiteli Deniz-I sektörü üretime başlamıştır.

2.1.2 TKİ kurumunu yapısı

6974 sayılı yasa ile 22.05.1957 yılında kurulan ve 08.06.1984 tarih, 233 sayılı KHK ile faaliyetleri yeniden düzenlenen Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu (TKİ) bir İktisadi Devlet Teşekkülü olup, çalışmalarını 27.11.1984 tarih, 18588 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan "Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu Ana Statüsü" hükümlerine göre sürdürülmektedir. Sermayesi 180 Milyon TL dir.

Amacı: Kurumun Ana Statüsü'nün 4. maddesine göre; Devletin genel enerji ve yakıt politikasına uygun olarak linyit, turp bitümlü şist, asfaltit gibi enerji hammaddelerini değerlendirmek, ülkenin ihtiyaçlarını karşılamak, yurt ekonomisine azami katkıda bulunmak, plan ve programlar tanzim etmek, takip etmek, uygulama stratejilerini tespit etmek ve gerçekleşmesini sağlamaktır.

Ana Hedefleri:

- Üretimi artırmak,
- Kömür kalitesini iyileştirme çalışmaları yapmak,
- Kömür üretim maliyetlerini en aza indirmektir.

Teşekkülün organları Yönetim Kurulu ve Genel Müdürlüktür. Ülkenin değişik yerlerinde kömür üretimi ve pazarlamasını yapan TKİ'ye bağlı 4 adet Müessese Müdürlüğü ve bu Müesseselere bağlı olarak çalışan 4 adet İşletme Müdürlüğü bulunmaktadır.

2.1.3 ELİ Müessese Müdürlüğü'nün tarihçesi

Ege Linyitleri İşletmesi Müessesesi Müdürlüğü (ELİ) hukuki olarak 8 Temmuz 1978 tarihinde ELİ Müessesesi Müdürlüğü olarak kurulmuştur. Ancak Soma havzasında Müessesemize ait maden kömür sahalarının işletilmeye başlaması 1913 yıllarına kadar

uzanmaktadır.

Kömür Soma'da 1913 yılında Darkale'li Osman Ağa tarafından bulunmuştur. Aynı yıl Akhisarlı Ragıp ve Çimeris Beyler tarafından işletmeye açılan kömür ocakları 1914-1918 yılları arasında ordunun ihtiyaçlarını karşılamıştır. Mondros Mütarekesi'nden sonra Fransızlar tarafından 1918-1922 yılları arasında işletilen ocaklar 1922 yılından 1939 yılına kadar Fail Sabri, Nuri Aziz ve Yunus Nadi tarafından işletilmiştir.

1939 yılında Etibank'a devredilerek işletilen ocaklar 1957 yılında TKİ'ye devredilmiş ve 1978 yılına kadar GLİ tarafından işletilmiştir. 27.07.1978 yılında ELİ kurulmuş bu tarihten itibaren ocaklar ELİ tarafından işletilmiştir. 01.09.1995 yılında ELİ Müessesesi Müdürlüğü, Bölge Müdürlüğü'ne, 30.04.2002 yılında Bölge Müdürlüğü İşletme Müdürlüğüne, 01.04.2004 yılında ise tekrar Müessese Müdürlüğüne dönüştürülmüştür.

2.1.4 Coğrafik konum

Soma Kuzey Ege Bölgesinde, Akhisar-Bergama karayolu, Ankara-İzmir demiryolu üzerindedir. İlçe, deniz seviyesinden ortalama +160 m. yükseklikteki Bakırçay vadisinde kurulmuştur. Havzada karakteristik İç Ege iklimi görülmektedir. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve yağışlıdır. Sıcaklık, yazları +25 ila +35 C°, kışları -3 ila +10 C° arasında değişmektedir [3].

İlkbahar ve sonbahar bol yağışlıdır. Kış aylarında zaman zaman kar yağışı görülür. Bölgenin en önemli yükseklikleri, kuzeydeki Göktepe (736 m.). Adaçam tepe (334 m.). Ada tepe'dir (317 m.) . Güneyde ise, Dede tepe (1211 m.). Sarıkaya tepe (951 m.), Asar tepe (946 m.), Kocadağ (556 m.), Asarcık kaya tepe (531 m.) ve Karapınar tepe (310 m.) bulunmaktadır.

Bitki örtüsü, Akdeniz iklimine uygundur. Yüksek yerler genellikle çam ormanları ile kaplıdır. Alçak yerler ve düzlüklerde ekili ve dikili tarım alanları yer almaktadır.

2.1.5 Havzanın jeolojisi

Soma Havzasının temel kayaçları, paleozoik yaşlı grovak ve mezozoik yaşlı kristalize kireç taşlarından meydana gelmiştir. Temelin üzerine uyumsuz olarak gelen neogen çökelleri; miyosen yaşlı taban serisi (M₁). marn serisi (M₂). kireçtaşı serisi (M₃) ile pliyosen yaşlı kumtaşı, alacalı kil (P₁) ve marn-tüf (P₂) serisidir.

Kömür horizonu ise, üç tabaka halinde oluşmuştur. Bunlar; ana tabaka (KM₁₋₂), orta tabaka (KM₃) ve üst tabaka (KP₁) olarak adlandırılırlar.

Ana tabaka; M_1 , M_2 formasyonları arasında yer alır. Havzanın en önemli kömür tabakasıdır. Ortalama 20 m. kalınlığa sahiptir. Siyah parlak renkli, konkoidal kırınımlı ve sert bir yapıya sahiptir (Şekil 2.1).

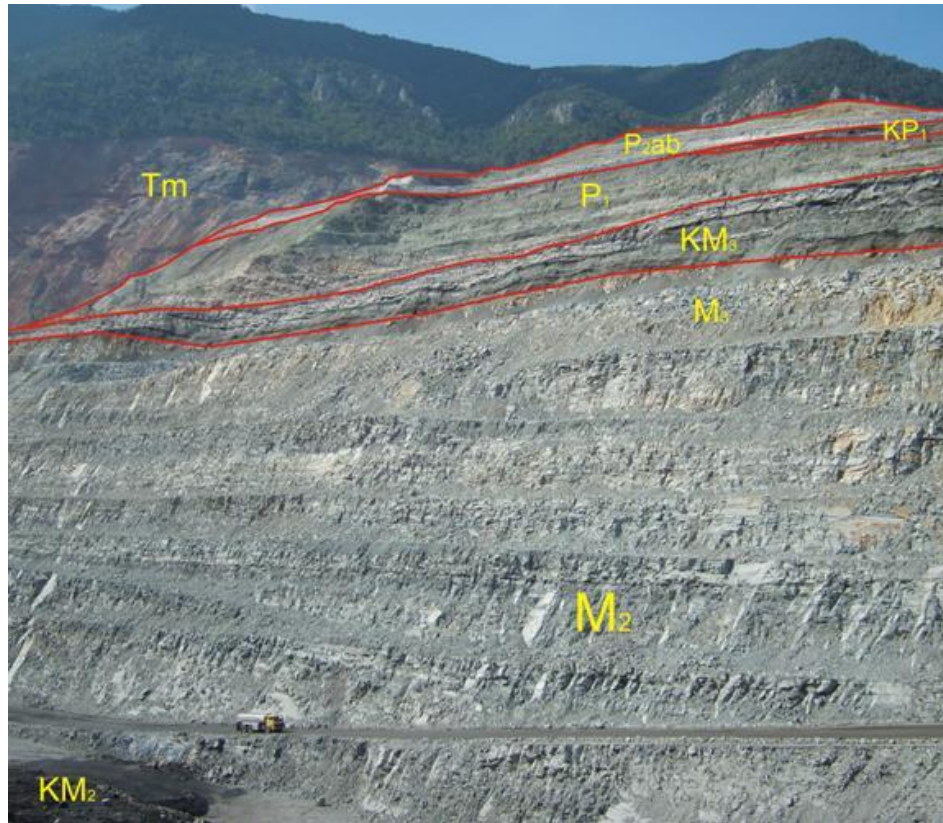
Kömürün analiz değerleri:

- %12-14 su (nem)
- %26-28 kül
- %0,8 - 0,9 S

(Alt Isıl Değer) AID: 3500-4500 Kcal / kg.'dır.

Orta tabaka; M_3 formasyonunun üst seviyelerinde oluşmuştur. Bol ara kesmeli ve devamlılığı olmadığından ekonomik değildir. Açık ocaklarda kısmen üretilmektedir.

Üst tabaka; pliyosenin P_1 - P_2 formasyonları arasında yer almaktadır. Bol killi ve kalorisi düşüktür. Denište termik santral için üretilmektedir.



Şekil 2.1 Soma formasyonu (Güney Kısırakdere).

Kömürün analiz değerleri:

- %20-25 su (nem)
- 45-50 kül

AID: 1500-2500 Kcal / Kg'dır.

Temel kayaçlar belirgin jeolojik süreksizlikler içermektedirler. Özellikle kireçtaşı ve marn formasyonlarında, çatlak aralıklarının yer yer 1-5 mm. arasında kalsit dolgu ile kaplı olduğu görülmektedir. Bundan başka yer yer erime boşlukları bulunmaktadır. Havzada neogen sonrası volkanik faaliyetler olduğu görülmektedir. Kırıklı zonlarda dayklar şeklinde ortaya çıkmaktadırlar. Sahada miyosen öncesinden başlayıp, pliyosene kadar faaliyetlerini sürdüren tektonik hareketler gözlenmektedir. Genellikle normal atımlı gravite fayları bulunmaktadır.

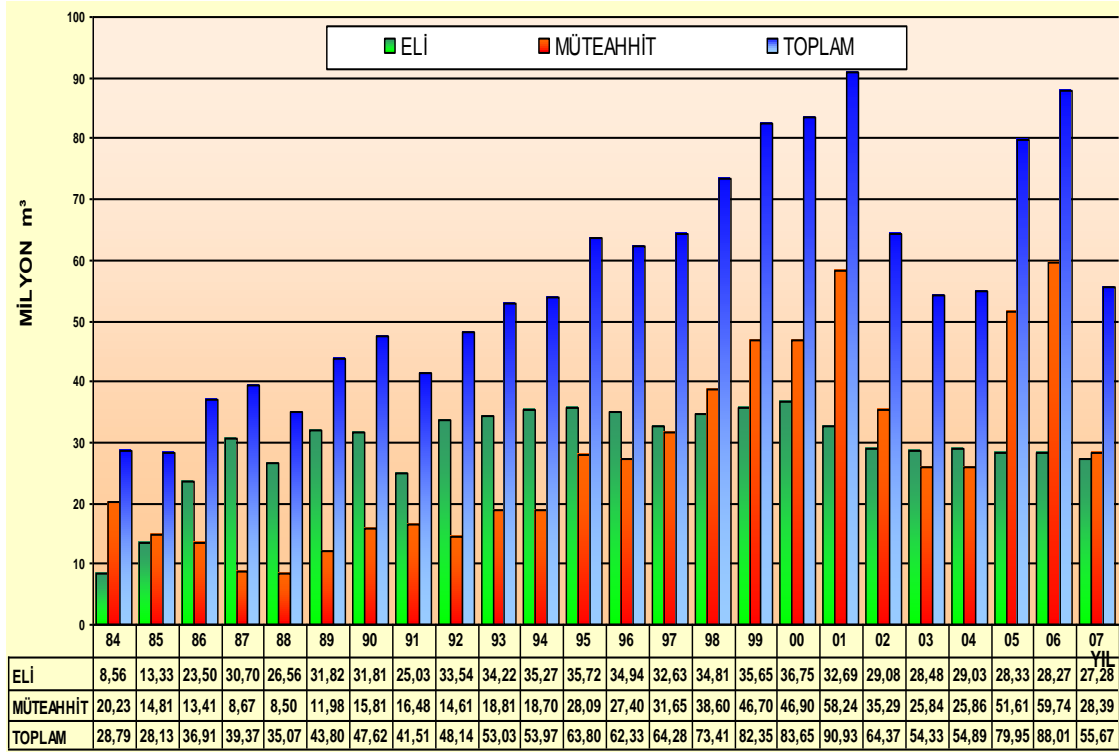
2.1.6 Rezerv durumu

Soma ELİ Müessesesi Müdürlüğü'ne ait ruhsat sahalarında, yapılan arama ve araştırma çalışmalarında tespit edilmiş olan (mümkün+muhtemel+görünür+hazır) rezerv toplamı 01 Ocak 2009 tarihi itibarıyla 651.253.000 tondur.

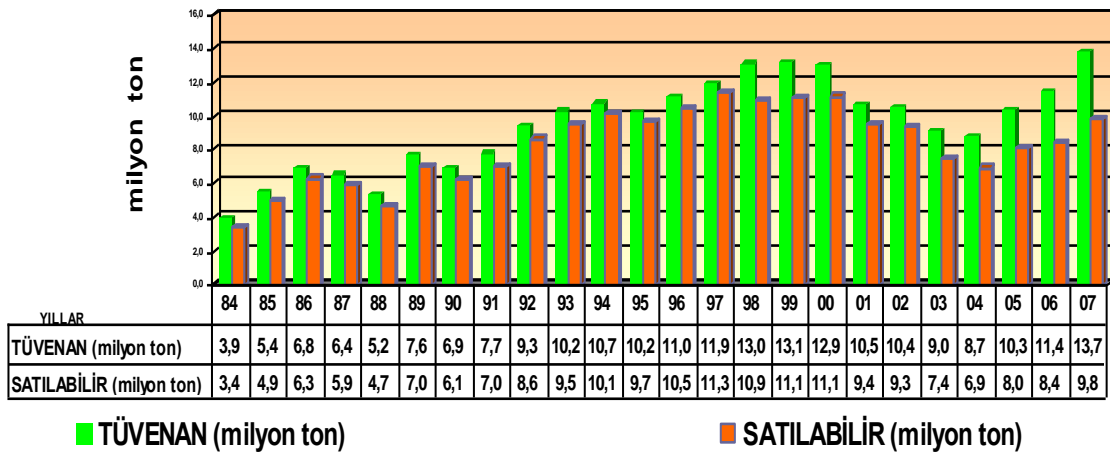
2.1.7 Kömür üretimi

Müessesede kömür istihali açık işletmelerden yapılmaktadır. Yeraltı ocakları özel sektöre işletilmektedir. En son, Eynez Yeraltı işletmesi hizmet alımı yoluyla Haziran 2006 tarihi itibarıyla özel sektöre devredilmiştir. Üretilen linyit kömürünün bir kısmı sanayiye ve termik santrale sunulmakta; bir kısmı da yıkama-eleme işlemlerinden sonra teshin kömürü olarak piyasaya pazarlanmaktadır. Ayrıca, 2003 yılı itibarıyla; Bakanlar Kurulu kararına istinaden, bedeli SYDV Fonundan karşılanmak üzere, valilikler aracılığıyla ihtiyaç sahiplerine bedelsiz kömür verilmeye başlanmıştır.

1984-2007 yılları arası yapılan dekapaj miktarları ve üretilen kömür değerleri Şekil 2.2 ve Şekil 2.3'de verilmiştir.



Şekil 2.2 Yıllar arasında üretim değerleri.



Şekil 2.3 Yıllara göre dekapaj değerleri.

2.1.8 Bakım ve onarım çalışmaları-atölyeler

Makine İşletme Şube Müdürlüğü'ne bağlı revizyon, imalat ve bakım atölyeleri, Soma-Bergama karayolunun 10. kilometresinde kurulmuştur. Tesisler, Cenkyeri kasabası yakınında, alanı 317.500 m² olan arazide bulunmaktadır.

Tesislerin yapımına 1985 yılında başlanmış ve 1987 yılında bitirilmiştir. Atölyeler toplam kapalı alanı 11.430 m² olan iki binada toplanmıştır. Binalardan birinde alanı 8.230 m² olan revizyon ve ağır bakım atölyeleri; diğerinde ise alanı 3.200 m² olan imalat atölyesi bulunmaktadır. Revizyon atölyeleri bünyesinde; ağır revizyon, hafif vasıta onarımı, motor yenileme, elektrik, yardımcı hizmet atölyeleri vardır. 2006 yılında da ayrıca, toplam kapalı alanı 700 m² olan Motor ve Şanzıman Test Atölyesi hizmete alınmıştır.

Bu atölyelerin haricinde; Makine İşletme Şube Müdürlüğü bünyesinde, iş makinelerinin periyodik bakım ve onarımları için, Işıklar ve Deniz Açık Ocaklarında faaliyet gösteren tamir - bakım atölyeleri de bulunmaktadır.

2.2 İşletmenin Ekonomiye Katkıları

İşletme, Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu Genel Müdürlüğü'nün genel politikası çerçevesinde ülkenin yakıt ve enerji gereksinimini en verimli bir şekilde karşılamaya çalışmak ve mevcut linyit rezervlerini ülke yararına değerlendirmek için çalışmalarını sürdürmektedir.

Madencilik, genelde yerleşim yerlerinden uzakta kırsal alanlarda doğa şartları ile mücadele edilerek yapılan bir işlemdir. Bu çalışma sonucunda yeraltındaki ekonomik varlık ortaya çıkartılarak parasal değere dönüştürülür ve ülke hizmetine sunulur. Yıllık ciro 2007 yılında 600.792.258,45 TL olarak gerçekleşmiştir. 2006 yılında ödenen kurumlar vergisi miktarı 2.500.580,10 TL'dir. Bilânço hesaplarına göre 2007 yılında devlet hakkı olarak 3.326.735,86 YTL, belediye payı olarak da 238.704,09 TL ödenmiştir.

2.2.1 Yöredeki madencilik faaliyetlerinin çevresel etkileri ve alınan önlemler

Madencilik faaliyetlerinin, üretim sürecinde buldukları yöreye ekonomik katkılarda buldukları gibi, çevreye olumsuz etkileri de olmaktadır. Bu olumsuzluklar; açık ocaklarda toz, gürültü, titreşim, patlama, su kaynaklarının yer değiştirmesi ve kaybolması gibi etkilerdir. Yeraltı ocaklarında ise tasman oluşması ve yeraltı suyunun ocak dışına direne edilmesidir. Kömür hazırlama ve yıkama faaliyetlerinden kaynaklanan olumsuzluklar ise, katı ve sıvı atıkların ekolojik dengeyi bozmaya yönelik etkileridir.

Bu etkilerle mücadele için açık ocaklarda; işletme yollarının sulanması, titreşim etkisinin en aza indirilmesi amacıyla nonel elektriksiz ateşleme sistemlerinin kullanılması ve ocak dışı yolların asfaltlanması çalışmaları yapılmaktadır. Yeraltı işletmeleri yerleşim yerlerinin dışında olduğundan ve ramble uygulandığından tasman çok önemli bir etki oluşturmamaktadır. Ocak suyunun ise; drene edilirken, yeraltı suyuna karışmamasına dikkat edilmektedir. Lavuardan çıkan katı atıklar termik santrale satılmakta; sıvı atık, şlam havuzlarında dinlendirildikten sonra, şlamı alınarak piyasaya satılmaktadır. Lavuarda kullanılan su ise, tekrar devreye verilmektedir.

Kömürün yakıt olarak kullanılması ile havaya SO_x ve NO_x gazları ve diğer parçacıkların karışması sonucu asit yağmurları oluşmaktadır. Kömür yıkama işlemleri ile bu etkiler en aza indirilmekte ve gelişen yakma teknolojilerinin de yardımıyla ekolojik denge korunmaktadır.

Ayrıca, açık işletmecilik ile kaçınılmaz olarak ormanlar tahrip edilmektedir. Bu olumsuzluk ise; mümkün olduğunca, iç döküm yapılarak ve terk edilen sahalar yeniden ağaçlandırılarak giderilmeye çalışılmaktadır.

ELİ Müessese müdürlüğü tarafından kömür yıkama (lavuar), kömür briketleme ve torbalama tesisleri ÇED (Çevresel Etki Değerlendirmesi) yönetmeliği doğrultusunda proje tanıtım dosyalarının hazırlanması ve bu doğrultuda tesislerin kurulması olumlu bir adımdır. Buna ek olarak ELİ tarafından Çevre ve Orman Bakanlığı genelgesi doğrultusunda tüvanan kömürlerin yıkanarak zenginleştirilmesi ve parça kömürün torbalanarak piyasaya arz edilmesi sağlanmaktadır

2.2.2 Atık yağlar, metal ve plastik atıklar

ELİ Müessesesi iş yerlerinde kullanılan iş makinelerinden ve ağır iş kamyonlarından hidrolik, diferansiyel, şanzıman, motor atık yağları çıkmaktadır. Bursa TÜBİTAK Test ve Analiz Laboratuvarında, Atık yağların kontrolü yönetmeliği gereğince analizleri yaptırılan yağların kategorileri; şanzıman atık yağları, hidrolik atık yağları, diferansiyel atık yağları 2. kategori ve motor atık yağları 3. kategori olarak belirlenmiştir.

İşyerlerinde oluşan atık yağlar bu sonuçlara göre toplanmakta ve depolanmaktadır. Depolarda toplanan 2. ve 3. kategori atık yağlar lisanslı taşıyıcı firmalar ile nihai bertaraf noktasına taşınmaktadır. 2. kategori olanlar çimento, kireç, tuğla fabrikalarına verilmekte, 3. kategori olanlar ise İzmit İZAYDAŞ Tehlikeli Atık Bertaraf tesisine verilmektedir.

Bakır, demir, alüminyum gibi atık metaller, plastikler, kullanılmış lastikler, kullanılmış aküler toplanarak Makine Kimya Endüstrisi Kurumuna verilmektedir.

ELİ Müessesesi Müdürlüğü açık ocak işletmelerinde yollar düzenli olarak sulanarak tozlanma önlenmektedir. Şekil 2.4’de gösterilmiştir.



Şekil 2.4 Toza karşı işletme yollarının sulanması.

2.3 Açık Ocularda Üretim Yöntemleri

Açık ocak kömür madenciliğinde başlıca üç yöntem uygulanır:

- Tabaka meyli boyunca, mostradan başlayarak derine doğru inmek
- Tabaka meyli boyunca yukarı doğru çalışmak
- Tabaka doğrultusu boyunca ilerlemek (kutu-kazı yöntemi)

Soma havzasında, mostradan başlayarak derine doğru yapılan kazı yöntemi uygulanmaktadır. İşletmelerde en fazla esnekliği olan, ekskavatör-kamyon kombinasyonu tercih edilmiştir. Bu yöntem, tabaka eğiminin 20 derecenin üzerinde olması, topoğrafyanın engebeli oluşu, örtünün sert ve tabakalaşma gösteren formasyonlardan oluşması, gibi nedenlerden dolayı seçilmiştir.

Delme-patlatma yöntemi ile gevşetilen örtü toprağı, ekskavatörlerle kazılıp kamyonlara yüklenmekte ve döküm harmanına götürülüp dökülmektedir. Ekskavatör-kamyon yöntemi bazı yöntemlere göre, genelde daha pahalı olmakla beraber, topoğrafyaya uyum sağlayabilmesi, sert ve iri parçalı malzemenin kazısında kullanılabilmesi, panolar arası yer değiştirmenin kolay

olması, gibi üstünlükleri nedeniyle, Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ)'nin bütün işletmelerinde başarıyla uygulanmaktadır.

İşletmedeki örtü malzemesi genel olarak, orta sert ve sert marndır. Dekapaj çalışmalarında, ayna 228,6 mm. (9 inç) delicilerle (Şekil 2.6) 6-8 m. aralıklarla 17 m. derinliğinde delinmektedir. Deliklere AN-FO karışımı ve “emülite” konularak patlatılmaktadır. Patlatılarak gevşetilen malzeme 13-15,3 m³ (17-20 yd³) kepçe kapasiteli ekskavatörlerle 78,5-154,2 ton (85-170 s.ton)'luk kamyonlara yüklenip, döküm yerine götürülür ve dökülür (Şekil 2.5).



Şekil 2.5 Dekapaj aynasına bir bakış.



Şekil 2.6 Delik delme işlemi.

Kömür, yükleyiciler ile aynadan kopartılmayacak kadar sert olduğu yerlerde, patlatılarak gevşetilir. Kepçelerle kamyonlara yüklenir ve silolara taşınır. Bu silolar; elek, lavuar veya termik santral nakil bandı silolarıdır. Bazen piyasa kamyonlarına da aynadan kömür yüklemesi yapılmaktadır (Şekil 2.7).



Şekil 2.7 Üretimden bir görüntüm.

Yardımcı iş makinesi olarak, dozer, greyder, yol silindiri, delik delme makinesi, sulama arabası, yağlama arabası, mazot arabası, vinç, kanal açma makinesi, su tulumbası, personel nakil araçları mevcuttur.

2.3.1 Ekskavatör-Kamyon Yöntemi

Eynez Açık Ocağı'nda uygulanmakta olan ekskavatör-kamyon yöntemi; enerji temini, makine parkı, ortalama 30°-35°'lik genel eğim açısı (şev açısı) ve 15 m basamak yüksekliği kriterlerine göre belirlenmiştir. Panoda örtü malzemesinin delme-patlatma sonucu iri parçalar halinde halatlı ekskavatörler ile doğrudan kamyonlara yüklenebilmesi, engebeli arazi şartlarına uyum sağlayarak panolar arasında kolayca yer değiştirebilmesi gibi üstünlüklerinden dolayı ekskavatör-kamyon yöntemi seçilmiştir. Havzada halen üretim yapılmakta olan sahaların birbirlerine uzak olması, aynı pano içinde de faylanmalara bağlı olarak oluşan bloklaşmalar üretim ve taşıma sistemlerine alternatifler düşünülmesine engel olmuştur. Bu nedenle, ekskavatör-kamyon yöntemi küçük kapasitelerden başlayıp, sürekli artış göstererek geçmişten günümüze kadar Şekil 2.8'de görüldüğü gibi uygulanmaktadır[4].

Bu yöntemde ocak içi ve dışındaki taşımada kamyon kullanılmaktadır. Kamyonlar çift taraflı geri manevralı yükleme yöntemine uygun şekilde çalıştırılmaktadır. Özellikle örtü hacmi az olan üst basamaklarda kamyon kullanımı, esneklik avantajından yararlanılmasını sağlamaktadır.



Şekil 2.8 Ekskavatör-kamyon yöntemi.

2.3.2 Ekskavatör-kamyon yönteminin avantaj ve dezavantajları

Eynez Açık Ocağı'nda uygulanan ekskavatör-kamyon yönteminin seçilmesindeki en büyük etken, derinleşen ocak ve engebeli arazi şartlarına kolay uyum sağlayarak örtü malzemesinin naklini sağlayabilecek üstünlüklere sahip olmasıdır. Panoda, üretime geçiş süresinin kısa tutulması ve alternatif bir nakliye sistemi olan ocak içi bant konveyörün çok sık yer değiştirmesiyle zaman kaybı olacağından uygun görülmemesi, kamyon nakliyatının devam ettirilmesindeki sebeplerdir. Bununla birlikte kamyon nakliyatının klasikleşmiş avantajları;

- Yükleme yerinin değişmesine çok kolay uyum sağlaması,
- Yükleme ve boşaltma işlerinde çok büyük hareketlilik yeteneği,
- Kazı arınından seçici üretim yapma imkanı,
- Taşınan malzemenin şekil ve büyüklüğüne daha az bağımlılık,
- Patlatmadan sonra yüklemeye başlama süresinin kısa oluşu,
- Nakliye sırasında hız değişimlerinin daha kolay sağlanması,

- Yüklü durumda %15, uzun mesafeli çıkışlarda en çok %8-10, yüksüz durumda %20 eğim engellerini aşması,
- Yeterli sayıda kamyon bulunması halinde arızalanmalara karşı daha az duyarlılık göstermesi gibi operasyonel üstünlüklere sahip oluşudur.

Tüm bu üstünlüklere rağmen ocağın derinleşmesiyle uzayan taşıma uzaklıklarına bağlı olarak artış gösteren işletme giderleri, kamyon nakliyatında en büyük dezavantajı oluşturmaktadır. Kamyon nakliyatının derinleşen ve genişleyen ocakta dezavantajlı duruma düşmesinin en önemli sebepleri;

- Sürekli artış gösteren akaryakıt giderleri,
- Yoğun iş gücü gerektirmesi,
- Bol yağış alan mevsimlerde ağır zemin koşulları nedeniyle üretimin tamamıyla durması,
- Nakliyat lastik tekerlekli kamyonlar ile yapıldığı için bozuk zemin şartlarının lastik aşınmalarına sebep olması ve bu nedenle iyi yol şartlarına gereksinim duyulması,
- Zor arazi şartlarında motor ömürlerinin kısa olması,
- Tamir için pahalı atölyelere gereksinim duyulmasıdır.

Kamyon miktarının çok fazla olması yalnızca işletme giderleri açısından değil aynı zamanda çevreye etki bakımından da büyük bir dezavantajdır. Çok sayıda hareket eden araç olduğu için aşırı tozlanma meydana gelmektedir. Aynı zamanda egzozdan çıkan kirli akaryakıt gazları çevreyi olumsuz etkilemektedir.

Eynez Açık Ocağı'nda uygulanmakta olan ekskavatör-kamyon yönteminin olumsuzluklarını ortadan kaldırmak ve örtü malzemesini derine inen ocak şartlarından daha az etkilenen ve işletme gideri oldukça düşük olan ekskavatör-mobil kırıcı-bant konveyör yöntemi ve kamyon ile konveyörün en iyi özelliklerinin birleştirildiği ekskavatör-kamyon-yarı mobil kırıcı-bant konveyör yöntemini uygulayarak ocak dışına taşımak gerektiği ortaya çıkmaktadır.

3. MOBİL VE YARI MOBİL KIRICI-BANT NAKLİYAT SİSTEMİ

3.1 Ekskavatör-Mobil Kırıcı- Bant Konveyör Nakliye Sistemi

Bu yöntemde patlatılarak gevşetilmiş örtü malzemesi ekskavatör ile ya doğrudan kazılarak ya da kamyon ile mobil kırıcıya verilmekte, burada bantlı konveyörün taşıyabileceği boyuta (kırıcıda maksimum 35cm) kadar ufalandıktan sonra bir bant arabası ya da kırıcıya ait boşaltma bandı ile mobil (yer değiştirebilir) ocak içi bandına verilmektedir. Daha sonra kırılmış malzeme mobil ocak içi bandından sabit ocak dışı bandına aktarılmaktadır. Aktarılan örtü malzemesi mobil aktarıcı ve dökücü yardımı ile ya kömürü alınmış ocak çukuruna iç döküm olarak ya da ocak dışına dış döküm olarak dökülmektedir. Şekil 3.1’de ekskavatör-mobil kırıcı-bant konveyör sistemi görülmektedir.

Yükleme, kırma ve nakliye operasyonlarından birinin gecikmesi diğer ikisini etkiler. Üretim kaybı, yedek malzeme bulunmadığı zaman karşılanamaz. Hem zaman hem de üretim kaybının ortadan kalkması için bu yedeklemeye gereksinim duyulur. Kırma tesisi ile maden ocağı arasında, kazı işleminin yapıldığı yüzeyin ortasında bulunan yığın halinde hazır bekletilen örtü kütlesi veya cevher, transit (geçici) olarak yüklenebilen malzemenin küçük bir miktarıdır. Maden ocakları, programlanması istenilen tonajda üretim için günde bir iki vardiya çalışırken, kayıp üretim fazla çalışma ile son bir çare olarak yeniden elde edilebilir. Bu durum ekstra masraftır ve alışlagelmiş tamir-bakım için mevcut zamanı azaltır. Yedekte bekletilen malzeme miktarı için bir sınırlama getirilmemiştir. Denemeler, kazı yüzeyi ortasında bulunan malzemenin, tesis kapasite miktarının %25’i ve tercihen %50’si civarında olması gerektiğini göstermiştir.



Şekil 3.1 Ekskavatör-mobil kırıcı-bant konveyör sistemi.

Üretici firmalar tarafından verilen kapasite tabloları, kırma bölümüne kolayca girecek, sürekli beslenen kayaç boyutunu gösterir. Verim artışı, kamyon ya da vagonların, kırıcıya ait besleme silolarına ya da doğrudan kırma haznesi bölümüne malzemeyi boşaltması sırasında, kamyon kümelenmelerinden kaynaklanan zaman kaybını azaltmak için kırıcı etrafında birden fazla boşaltma noktası oluşturularak elde edilir. Ocak içinde daha ince malzeme elde etmek için yapılan patlatma, kırıcı besleme açıklığı üzerinde köprüleşme oluşturan parçaların sebep olduğu gecikmeleri azaltır. Vinçlerin üstünde bulunan, hızları yüksek, kayaç kırıcıları, kırıcı besleme hazneleri üzerinde köprüleşme oluşturan parçaların yerinden oynatılmasını sağlar[5]. Malzemenin özelliklerinde meydana gelen ani değişiklikler, yöntemi önemli ölçüde etkilememektedir. Ekskavatör gevşek malzemede çalışırken, mobil kırıcı, malzemeyi bantlı konveyör üzerine besleyen bir kontrol ünitesi görevi yapmaktadır. Ekskavatör sert ve iri parçalı malzemede çalıştığında ise mobil kırıcı, efektif verimde önemli ölçüde kayba neden olmadan, malzemeyi bandın taşıyabileceği tane boyutuna kırmaktadır.



Şekil 3.2 Mobil kırıcı ile bant konveyör arasında bant arabasının çalışması.

Ekskavatör-mobil kırıcı-bantlı konveyör yönteminde, basamak yükseklikleri emniyet açısından 10-20 m arasında seçilmektedir. Şekil 3.2’de gösterildiği gibi ocak içi bant konveyöre kırılmış malzemeyi, kırıcı ve ekskavatörün hareketliliğine uyum sağlayıp rahat bir şekilde aktarmak, hem de basamak yüksekliklerini daha da artırabilmek (25-30 m) için, kırıcı ve ocak içi bant konveyör arasında bant arabaları kullanılmaktadır.

Büyük miktarda örtü kaldırılması gereken ocaklarda, her bir basamakta tek ekskavatörün çalışması yeterli olmamakta, o zaman aynı basamak bandına yükleme yapacak iki adet ekskavatör çalıştırılmaktadır. Blok genişliği, 700-900’lik çalışma açısında 15-20 m ile

sınırlandırılmalıdır. Basamak bandı kaydırılmadan 2 veya 3 blok genişliğinde kazı yapmak mümkündür. Ekskavatör-mobil kırıcı-bant konveyör yöntemi, ekskavatör-kamyon yöntemi ile karşılaştırıldığında kamyon bekleme ve manevra süresini ortadan kaldırdığı için, bir başka deyişle, kamyon filosunu tamamen atıl hale getirmesi sonucu ekskavatörün daha verimli çalışmasını sağlar. Kötü hava koşullarından da az etkilendiği için, tüm mevsimlerde standart üretim yapmak mümkündür.

3.2 Ekskavatör-Yarı Mobil Kırıcı-Bant Konveyör Nakliye Sistemi

Bu yöntemde patlatılarak gevşetilmiş örtü malzemesi ekskavatörlerle kamyonlara yüklenmekte, kamyonlarla da ocak çıkışında uygun bir yere yerleştirilmiş tek bir yarı mobil veya sabit kırıcıya beslenmekte, burada malzeme konveyörün taşıyabileceği boyuta kadar ufalandıktan sonra sabit konveyöre aktarılmaktadır. Aktarılan örtü malzemesi döküm sahasına taşınmaktadır.

Yarı mobil kırıcı ünitesi (Şekil 3.3-5), kendine ait hareket sistemi ve kısmen kamyon nakliyatını elimine etmesi dışında tam mobil kırıcı ünitesine prensip olarak benzemektedir. Ünite duba tipi platform üzerine oturur ve bir yerden diğerine paletli veya fork-lift tipi taşıyıcılarla taşınır. Bu tip hareket sistemi, yılda bir veya iki kez yer değiştirmeye gereksinim duyulduğu yerlerde kullanılır. Taşıyıcı paletler, maksimum 1000 ton veya daha fazla taşıma kapasitesine sahiptir ve yüklü durumda en fazla 750 m/saat'lik bir hızla ilerler. Yüksüz durumda ise hız iki katna çıkar.



Şekil 3.3 Paletler üzerinde hareket eden bir yarı mobil kırıcı sistemi.



Şekil 3.4 İki kamyon boşaltma silosuna sahip yarı mobil kırma tesisi.



Şekil 3.5 Kamyonlar ile beslenen yarı mobil kırıcı tesisi.

Sabit kırıcı ünitesi, adından da anlaşılacağı üzere, örneğin 5 yılda bir yer değiştirmeye gereksinim duyulan sabit bir ünedir.

Tüm kırıcı ünitelerinin en önemli parçası kırıcılarıdır. Çok çeşitli, farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip materyallerin varlığından dolayı, kırılacak materyalin sertliği, kırılabilirliği ve basınç dayanımı, nem içeriği, besleme boyutu, kırıcı kapasitesi, ürün boyutu, yoğunluğu ve bunun gibi aşındırıcılık özelliklerinin ortaya çıkarılmasıyla ilgili analizler yapılmalıdır. Kuvars silika içeriğine dayanan hesaplarla bulunan materyal aşındırıcılığı kırıcı seçiminde temel alınır. Burada çekiçli kırıcı gibi yüksek hıza sahip kırıcı mı yoksa merdaneli kırıcı gibi düşük hıza sahip kırıcı mı seçileceğine karar verilir. Materyalin nem içeriği tıkanmaya

eğilimi gösteren bir delildir. Materyalin sertliği ve kırılabilirliği konik, çeneli, çekiçli ya da darbeli kırıcı seçiminde etkilidir.

Kırıcı ünitesi, kırıcısının boyutlandırılması ve dizaynı için kırıcının besleme ve çıkış açıklığı, gerekli olan kırıcı kapasitesi önemlidir.

3.3 Halatlı Ekskavatör

Tüm açık ocaklarda istenilen, ton başına üretim maliyetinin en düşük seviyede kalmasıdır. Bu durum; oldukça sağlam, güvenilir, verimli ve büyük boyutlarda dizayn edilen halatlı ekskavatörler ile elde edilmektedir. Günümüzde, halatlı ekskavatörler, açık ocaklarda yaygın olarak kullanılan kamyon taşımacılığının değişmez nitelikteki tamamlayıcısıdır ve 300 tonluk maden kamyonlarını en düşük maliyette maksimum verimle yükler. En sert kayaların kazılması için tasarlanmışlardır ve yüksek verimler elde edilmiştir. Bu tip ekskavatörler son zamanlarda ocak içi kırma sistemini uygulayan açık ocaklarda büyük kapasiteli mobil kırıcıları beslemek amacıyla da kullanılmaktadır. Şekil 3.6, kömür örtü-kazısında çalışan 15,3 m³ (20 yd³) kepçe kapasitesine sahip halatlı ekskavatörü göstermektedir.

Halatlı ekskavatörler alt yapı ve üst yapı olmak üzere iki kısımdan oluşur. Alt yapı bir şasi, paletler, tahrik dişlileri ve üst yapıyı döndürme düzeneğinden meydana gelir. Şasi sağlam bir kaynaklı konstrüksiyon olup, üst yapı tarafından iletilen kuvvetlerin zemine aktarılmasını sağlar. Paletler birbirine pimlerle bağlı döküm malzemeden imal edilmiş palet pabuçlarından oluşur. Paletlerin üzerinde döndüğü cer dişlileri hem tahrik hem de palet gerginliğini sağlar. Döndürme düzeneği; alt yapı ile üst yapı arasındaki mekanik bağlantıyı oluşturur ve reaksiyon kuvvetleri ile devrilme momentleri alt yapıya iletilir. Üst yapı, alt yapı üzerinde 360° döndürülecek şekilde monte edilmiştir. Üst kısımda tahrik tertibatı, kumanda yeri ve yükleme kısmı (boom ve kepçe) yer almaktadır.

Günümüzde, görüş açıklığını daha iyi sağlamak ve etkin bir yükleme için boom profili ve kepçe kulpu en iyi şekilde tasarlanmıştır. Güçlü motor ve hareket gücünü ileten dişli takımı, kepeğe ait kazıcı dişlerde daha büyük koparma kuvveti meydana getirmektedir. Sert ve sıkışmış malzemeleri kazma sırasında, halatlı ekskavatörün üstün dizaynı sayesinde, boom ve kepçe, burulma ve bükülmelere karşı mükemmel bir dayanım gösterir. Halatlı ekskavatörün tahriki için gerekli enerji ya elektrik şebekesinden ya da dizel motora bağlı jeneratörden çekilen elektrik ile karşılanır. Dizel elektrik tahrik türü, elektrik kablosundan bağımsız olma ve doğru

akım motorlarının uygun çalışma özelliğinin avantajlarını birleştirmektedir. Dizel motor kullanımı ancak küçük işletmelerde ve 3,5 m³ kepçe hacmine kadar söz konusu olabilir.

Kepçe dizaynı, kepçe dolum faktörü açısından önemlidir. Bu faktör kepçe kapasitesini doğrudan etkiler. Deneyimler, trapez (ikizkenar yamuk) şeklinde tasarlanan kepçelerin dolum faktörü açısından mükemmel sonuç verdiğini göstermiştir [6].



Şekil 3.6 15,3 m³ (20 yd³) Kepçe kapasitesine sahip halatlı ekskavatör

Halatlı ekskavatörlerde, elektronik olarak yapılan kontroller sayesinde, tamir bakım için geçen süre, özellikle elektrikle ilgili sorunları azaltmıştır. Basitleştirilmiş elektrikli paneller, uyarı ışıkları ve titreşimler arızaları bulmayı daha da kolaylaştırır [6].

Bu tip ekskavatörlerin kazı ve yükleme sistemi, birbirini izleyen ve iç içe geçmiş aşamalardan oluşur. Bu aşamalar;

- Malzemenin kepçeye doldurulması
- Ekskavatör üst yapısının dönmesi

- Malzemenin boşaltılması
- Yeniden malzeme almak üzere geriye dönmesidir.

Kepçenin doldurulması sırasında, ekskavatör, aynanın önündedir ve kepçe malzemeye itme uygulanarak daldırılır. Bu arada güç iletimi tamamen halatlar vasıtasıyla sağlanır.

Malzemenin yüklenmesini sağlayan kepçe, özel aşınmaya dayanıklı çelikten imal edilmiştir. Dolu kepçe, boşaltma noktasının üzerindeyken altta bulunan sürgülü kilit sistemi yardımıyla açılarak malzemeyi boşaltır. Kepçe alt kapağının kapatılması, kepçenin indirilmesi sırasında kendi ağırlığı ile gerçekleşir.

3.4 Kırıcılar

Kırıcılar, ağır ve büyük boyutlu olduklarından 7,64 m³ (10 yd³) kepçe kapasiteli ekskavatörden daha ağır ve büyüktür) hareket yetenekleri sınırlı ve problemlidir. Yarı mobil ve sabit (istasyon) kırıcıları, çeneli kırıcı, konik kırıcı, impakt kırıcı, tek ve çift tamburlu çekiçli kırıcı, dişli merdaneli kırıcı ve panzerli kırıcılar oluşturmaktadır. Mobil kırıcılar ise genelde çeneli, konik, impakt (şoklu) ve merdaneli kırıcı tiplerinde görülmektedir.

Çeneli kırıcılar, malzemeyi ezerek kırdığından nemli malzemelerde çenelerde yapışma olasılığı fazla olmasına rağmen sert, aşındırıcı ve sağlam malzemeleri kırmak için uygundur. Geniş besleme açıklığı blok halindeki malzemeyi alır. Tahrik ünitesi ise çok yüksek dönme momentine sahiptir. Boşta çalışma (yüksüz) gücü motor güç oranının %40-50'sidir. Volanlar çeneleri kapatmak için yüksek güç sağlar ki bu güçler anlık olarak %150'lik güçlerdir.

Konik kırıcılar, sert, sağlam ve aşındırıcı malzemeleri kırmak için uygundur. Besleme açıklıkları çeneli kırıcı açıklığının iki katıdır. Büyük parçalı malzeme için idealdir. Tahrik ünitesinin başlangıç dönme momenti çeneli kırıcıdan daha düşüktür. Boşta çalışma gücü motor güç oranının %20-30'udur. Konik kırıcının kırma işlemi sırasında anlık maksimum yükü %150'ye ulaşmaktadır.

Şoklu kırıcı, orta sert ve yumuşak malzemedeki, genellikle de kalker ve marnın kırılmasında kullanılmaktadır. Malzeme %4-5 üzerinde değişen oranlarda serbest kuvars içeriyor ise, çekiçler üzerinde yüksek aşınma meydana gelir. Tahrik ünitesi, yüksek başlangıç dönme momentine sahiptir. Kırma esnasında anlık güçler motor güç oranının %90-100'üdür. Boşta çalışma gücü düşüktür.

Merdaneli kırıcı, ıslak, yapışkan ve orta büyüklükteki esnek ve yumuşak (marn) malzemeleri kırmada etkindir. Malzemeler %4-5 üzerinde serbest kuvars içerdiği zaman dişlerin aşınma oranı yüksektir. Tahrik ünitesi ise yüksek başlangıç dönme momentine sahiptir. Motor yükü, kırıcı içindeki yük ile hızlı bir şekilde düzensizce değişir ve başkalaşır. Volan çalışma esnasında anlık maksimum yükleri absorbe eder. Kırıcılar, elektrik, dizel veya dizel-elektrik güç kaynağı ile çalıştırılır. Motorlar orantılı kapasitede çalışırken maksimum randıman verir. Çalışma hissedilir bir şekilde normal oranın altında olduğu zaman, motor güç faktörü hızlı bir şekilde azalır. İyi bir sistem düzeni ve aşırı yüklemenin vereceği zararlardan kaçınmak için motor güç faktörü mümkün olduğunca yüksek tutulmalıdır.

Aşırı yük altında durmuş kırıcılar, çalışmaya tekrar başlatılmadan önce kırma bölümünü temizlemek için çok fazla iş gücü gerektirir. Motor bobinlerinin aşırı ısınması, mümkün olan bir motor arızasına sebep olduğundan, tedbirli bir şekilde kullanılmalıdır. Ani durdurucu düzen röleleri, motorun aşırı çalışma zamanına ve ani durmalara karşı koruma sağlamaktadır. Genellikle düzensiz biçimde değişen ve sürülen ağır yükün neden olduğu, motorları kademe kademe aşırı ısınmadan korumak, motor bobinlerinin içine yerleştirilmiş sıcaklığa duyarlı rölelerle sağlanabilir. Bu koruyucu röleler, operatöre kırıcının yükünü boşaltması için bir uyarı başlatmak amacı ile düzenlenebilmektedir. Akım dönüştürücüler, motor kafalarına bağlı uygun güç çeviricileri ile kırıcı öncesindeki çeşitli oranda besleyicilerin hızlarını düzenleyerek kırıcı üzerindeki aşırı yüklenmelerin otomatik olarak kontrol altına alınmasını mümkün kılar.

Yüksek başlangıç dönme momenti özelliği taşıyan motorlar, madenlerde ve taş ocaklarında kullanılan büyük çeneli ve konik kırıcıların salınım içerisinde hareket eden parçalarının devinim hareketinin üstesinden gelmesi için gereklidir. Woundrotor motorları ikincil başlangıç dirençleri ile hareketli parçaların tümünü hızlandırmak için gerekli olan uzun periyodun yani sıra gereksinim duyulan ısı gücüne sahiptir. Bu sebepten wound-rotor indüksiyon motorları, daha yüksek koparma torkları meydana getirdiği için squirrel-cage motorlarına göre daha fazla tercih edilir ve alternatif akım, işletme tarzına ait başlangıç güç gereksinimlerine göre sınırlandırılabilir. Yüksek başlangıç torku ile sonuçlanan ikincil güç kaybı, genellikle motor bobinlerinden çok, dış dirençlerde harcanır. Böylece başlangıç gücünde sık sık olan motor soğutma problemi basitleşir [5].

İşletme şekline bağlı olarak küçültülmüş kırıcıların olduğu yerde motor büyüklükleri 150-224 kW'dir. Squirrel cage tipi motorlar kontrolü daha iyi sağladıkları için daha sık kullanılmaktadır. Bununla birlikte motorun ısı oranı harekete geçme süresince emniyeti

sağlamak için aşılmaz. İşletme gereksinimlerinin 187-224 kW ya da daha büyük güçlere gereksinim duyulduğu yerlerde orta büyüklükteki voltaj düzenlemesi için güç kablosu, motor kontrol ekipmanı ve motorların voltajı artırılmıştır.

Tüm mobil kırma tesisleri, kendilerine ait taşıma sistemlerine sahiptir ve genellikle benzer kapasiteli sabit kırma tesislerinden daha kompakt yapıdadırlar. Mobil kırıcılar, bir yükleme ünitesi tarafından beslenir ve ünitenin çok sık olarak hareket ettiği yerlerde kullanılır. Kırma ünitesinin ana parçaları; besleme silosu, besleyici sistem, kırıcı, boşaltma sistemi, toz bastırma sistemi, elektrik modülü, ana dayanım çerçevesi ve konveyör sistemi ile kırıcı tesisini hizaya getirmeyi kolaylaştırmak ve hızlandırmak için kullanılan kayıcı (hareketli) banttır. Ünitenin tüm parçaları, nakliye sistemini sabitleştirmek için, ana dayanım çerçevesi tarafından desteklenen aynı yapısal çerçeve içine monte edilmiştir. Çizelge 3.1’de mobil kırıcılara ait hareket mekanizmaları hakkında bilgi verilmektedir [7].

Çizelge 3.1 Mobil kırıcı hareket mekanizmalarının karşılaştırılması.

Tipi	Yararları	Sakıncaları
Ayaklı yürüme mekanizmasına sahip sistem	Paletli ve lastik tekerlekli sisteme göre karşılaştırıldığında daha düşük yatırım maliyetine sahiptir. Kırma sırasında kırıcı, ana çelik yapının üstüne oturduğu için yürüme mekanizması yük altında değildir. Düşük zemin basıncını kullanır (80 kPa). 1500 ton’a kadar ağırlığı olan üniteler için uygundur.	Nispeten düşük hareket hızına sahiptir (2 m/dk). Bundan dolayı sık hareketlenmelerin gerektiği uygulamalar için uygun değildir. Zemin şartları stabil olmak zorundadır.
Raya monteli sistem	Kazı tek yönde ve %3’ten daha az eğimlerde, sadece özel durumlarda kullanılmaktadır.	Hareketlenme derecesi kısıtlanmıştır ve bundan dolayı sınırlı uygulamaya sahiptir.
Pnömatik lastik sistemi	Hareket hızı (30 m / dk) ayaklı yürüme mekanizmasından 15 kez daha hızlıdır. Bundan dolayı sık yer değiştirme uygulaması için uygundur. Kırma süresince yüksüz lastikler üzerinde kullanılır. Zemin basınçları genellikle 400 kPa civarındadır. Makine ağırlığı 4,6,8 hatta daha fazla lastik kullanımına dayalı 1500 ton’un üzerindeki ağırlık üniteleri için uygundur. %6-8 eğim tercih edilmesine rağmen %10’a kadar eğim engelini asabilir.	Yatırım maliyeti yürüme ayaklı mekanizmadan 20 kat fazladır. Lastik aşınması, sert ve aşındırıcı kayaçta fazladır.
Paletli sistem	Hareket hızı (10 m / dk) yürüme ayaklı mekanizmadan beş kez fazladır. Zemin basınçları genellikle 100-130 kPa arasındadır. Zemin önemsizdir. %10 eğim engelini aşar.	Yatırım maliyeti yürüme ayaklı mekanizmadan %25 daha fazladır. Tüm tesis paletler üzerine dayanır, bu da ağırlığa sebep olur.

Kırıcı tesisleri elde bulunan çok sayıdaki yürüme sistemlerinden birini kullanabilir. Bunlar paletli, hidrolik yürüme ayağı mekanizması, pnömatik lastikler ve ray üzerine monteli şase sistemleridir. Sistem kullanımı için kritik durum, kırıcıyı hareket ettirmek için izin verilebilir zemin basıncını, ekipman ağırlığını ve yüksekliğini, yer değiştirme sıklığını ve yönünü, kat edilecek uzaklıkları içerir.

Kırıcı seçimi:

Doğru tipte ve büyüklükte kırıcı seçimi, herhangi bir büyüklükteki kırma tesisi dizaynında ilk aşamadır. Kırıcı, tesis içinde, en büyük ve en pahalı ekipmandır. Doğru seçim yapılabilmesi için oluşan bir hatayı düzeltmek pahalı olduğu kadar zor bir iştir.

Kırıcı seçiminde pek çok faktör rol oynar. Bu faktörler arasında en önemlileri, kırılacak malzemenin fiziksel özellikleri, boşaltılan yükün ve nakliye ekipmanının büyüklüğü ve çeşidi, besleme oranı ve yöntemi, nihai ürünün boyutudur. Kırıcı ile beraber optimum dengeyi ve birlikteliği başarmak için nakliye ekipmanı ve yükleme seçiminde uyum gerekli olmaktadır.

Üretici firma kataloglarında kayaç tabakalarının farklı kalınlıkları için, konik ve çeneli kırıcıların nominal boyutları ile birlikte, kazıcı-yükleyicilerin boyutları çizelge halinde sunulmaktadır. Bu çizelgeler, yığın halinde yüklenen parçaların maksimum boyutunu bir ölçüm aleti gibi sınırlandırmak için, kullanılacak kazıcıyı kestirme esasına dayandırılır.

Patlatma ile iyi bir parçalanma esastır ve ekskavatör operatörleri yükleme başlangıcında, kırıcı açıklığı ile ilişkisi olan kayacın boyutunu önceden tahmin etmeyi çok çabuk öğrenirler [5].

Çeneli kırıcılar, büyük besleme açıklıklarından dolayı, bloklı malzemelerin olduğu yerlerde pek çok uygulamada esneklik sağlar. Boşaltma haznesinde birbirine yaklaşan parçalar besleme açıklığı üzerinde köprüleşme yaratabilir ve zaman kaybına sebep olur. Yüksek dayanımlı besleyiciler ya da besleyiciler gibi çalışan mekanik ızgaralar, düzenli bir besleme oranı için çeneli kırıcılar ile kullanılabilir. Fakat bu makineler kurulu donanımın maliyetine eklenir. Şekil 3.7 ve Şekil 3.8 sırasıyla çeneli ve konik kırıcıları göstermektedir.



Şekil 3.7 Bir çeneli kırıcının görünümü.



Şekil 3.8 Bir konik kırıcının iç görünümü.

Çeneli ve konik kırıcıların her ikisi de dayanıklı, sağlam makinelerdir ve genellikle sert ve aşındırıcı malzemeleri kırmak için seçilirler. Ne çeneli ne de konik kırıcı, yapışkan, süngerimsi ve yumuşak malzemeleri kırmak için uygun değildir. Çekiçli ve dişli şoklu kırıcılar, çeneli ya da konik kırıcıların ikisinden de ağırlık bakımından daha küçüktürler, kazılabilir yapışkan malzemelerle birlikte, kömür, tortul şist ve diğer yumuşak ve daha az aşındırıcı malzemeleri kırmak için kullanılır.

3.5 Bant Konveyör Sistemi

Endüstrinin taleplerine uygun, yüksek miktarlarda ve düşük maliyetlerde malzeme elde etmek için, bant konveyör teknolojisi çok önemli bir etkiye sahiptir. Bugün bant konveyörlerin genel görünümü geçmiş dönemlerde kullanılanlar ile hemen hemen aynıdır (Şekil 3.9). Ayrı parçalardan oluşan konveyörler, tasarım ve malzeme teknolojisi sayesinde sürekli olarak gelişme göstermiş ve bugünkü bant konveyör sistemlerinin güvenilirlikle kullanılmasını sağlamıştır. Bu teknolojik gelişmeler, bant konveyöre aktarılmış malzemeyi, sadece tesis içinde kısa mesafelerde değil, beraberinde belirli arazi şartlarında uzun mesafelere taşıma olanağını da sağlamıştır.



Şekil 3.9 Bir sabit bant konveyöre ait şasi sisteminin baş tarafının görünümü.

Bir bant konveyör sisteminin uygun boyutlarda tasarlanması için en önemli faktörlerden biri taşınması zorunlu olan malzeme miktarıdır. Bant konveyör parçalarının seçiminde tasarımcıya yardımcı olması için birçok katalog bulunur. Üretici firmalardan elde edilen bu kataloglardaki veriler, tasarımcıya tesis içindeki diğer mekanize sistemlerle beraber bant konveyörün de uygun şekilde çalışacağı bir tesis kurmasına olanak sağlar. Tedbirli tasarımcı; soğuk hava, alışılmış tamir-bakım ve tesisin düzenli çalışmasını etkileyebilen diğer yöresel faktörlerden dolayı azalan çalışma günlerini göz önüne alacaktır. Uygun kapasitede bant konveyör kurulacağı zaman taşınacak malzemenin de göz önüne alınması gerekir. Eğer malzeme, kırıcıyı besleyen silolara belirli bir boşaltma döngüsü içinde kamyonlar tarafından iletilirse, durma sürelerinde boşaltma noktalarında kamyon kümelenmesi ile sonuçlanan

durumların olacağı bilinmektedir. Kamyonların durması sonucu meydana gelen malzeme eksikliğini olduğu durumlarda, bu sorunun üstesinden gelmek için boşaltma silosunu yeterli hacimde inşa etmenin yanı sıra, hem silo hacmini genişletip hem de boşaltma silosundan malzemeyi kırıcıya aktaran konveyör sisteminin (kırıcı besleyicisi) kapasitesini artırıp ikisi arasında uyum sağlamak en ekonomik çözümü oluşturur [8].

Tüm konveyör sistemlerine, süreklilik sağlaması için bir besleme kontrolü gerekir. Malzemenin düzenli akışı konveyör sisteminin tasarım oranına uyar. Kazılan malzemenin özelliklerine uygun, belirgin niteliklere sahip çeşitli tipte birçok besleyici bulunmaktadır. Bunlar; bantlı, sabit oluklu, titreşimli ve paletli ön besleyici tiplerindedir.

Paletli ön besleyici, orta kapasiteye sahiptir ve iri malzemelerin beslenmesi için uygundur (Şekil 3.10). Bantlı besleyici, orta kapasiteye sahip ve genellikle küçük, aşındırıcı, kolay akıcılığı olan ve ufalanan malzemeler için kullanılır (Şekil 3.11). Sabit oluklu besleyici, orta kapasiteye sahiptir ve besleme oranının kapalı devre olduğu yerde değişmez nitelikte malzemeye gerek duyulmaz.



Şekil 3.10 Paletli ön besleyici ve tahrik ünitesi.



Şekil 3.11 Bantlı besleyici.



Şekil 3.12 Titreşimli besleyici.

Titreşimli besleyici, hem mekanik hem de elektrik enerjisi ile kullanılabilir, aynı zamanda sert ve aşındırıcı malzemeler için geçerlidir (Şekil 3.12). Günümüzde bant konveyör sistemini maden ocaklarında uygun koşullarda popüler hale getiren en önemli unsurlar, işletme giderlerinin düşüklüğü ve çevreye olan duyarlılığıdır.

Finlandiya’da, Tampere kasabesindeki Teknoloji Üniversitesi Mekanik Mühendisliği Bölümü’nde yapılan çalışmalar, ocak içi kırma sisteminin içinde kullanılan ve bu sistemin bir parçası olan bant konveyörlerden elde edilen kazancın önemini gözler önüne sermiştir.

Araştırmalar, yıllık üretimi 500.000 ton’un üzerinde olan büyük çaplı taş ve maden ocaklarında işletme giderlerinden sağlanan %47 oranındaki tasarrufun, kamyon nakliyatının tamamen ortadan kaldırılmasıyla elde edildiğini göstermiştir. Hesaplamalar, 1500 m.’lik nakliye mesafesiyle, 15 yıllık bir ekonomik ömrü kalmış ve yıllık üretimi 1,5 milyon ton olan bir açık ocak dikkate alınarak yapılmıştır. Çalışmalar, açık ocakta kamyonların elenmesinden sonra kırma sistemi ile beraber bant konveyör nakliyesinin avantajlarını tanımlar [9]. Bu avantajlar sırası ile;

- Yükleyici makineler daha küçük birimler olarak boyutlandırılabilir.
- İşçilik ve tamir-bakım maliyetleri, mobil ekipman içinde azaldığından düşüktür.
- Daha az yardımcı ekipmana gereksinim duyulur.
- Akaryakıt giderleri azalır.
- Bant konveyör sistemi daha uzun ekonomik ömre sahiptir.

Mali ve operasyonel yararlar, bir ocak içi kırma ve bant konveyör sistemi kullanımından elde edilen kar için tek başına yeterli bir avantaj değildir. Bant konveyör nakliyatının, çevreye etkisi bakımından kamyon nakliyatı ile karşılaştırıldığında önemli üstünlüklere sahip olduğu görülür.

Kamyon ile taşınan malzeme, özellikle yol kavşaklarında kamyon kasasından dökülmektedir. Tozlanma artışı özellikle asfalt olmayan yollarda ya da kırma taş tabanlı yollarda artış gösterir. Eğer taşınan malzeme ince taneli ve tozluysa, yükün boşaltıldığı yerlerde rüzgar ve havanın etkisi ile toz, atmosfere dağılacaktır. Tozun yayılma uzaklığı partiküllerin ağırlığına, boyutuna, hareketlilik derecesine, dayanımına ve rüzgar akımının hızına bağlıdır. Kamyon nakliyatı, yol boyunca mazot ve yağ sızıntısı oluşturduğu gibi, egzozdan çıkan zararlı gazlar, ortama verilmektedir. Kamyonlar elektrik veya dizel-elektrik tahrik sistemi ile çalıştıkları için en güvenilir nakliye araçlarıdır. Kamyon nakil yollarının yapımı ile doğal yollar

kapatılır, suyolları az da olsa değişime uğrar, yerleşim birimlerinde olduğu gibi, doğal çevre içinde gürültü ve titreşim, rahatsızlığa sebep olur.

Bant konveyör taşımacılığında ise kamyonların atıl hale geçmesi nedeniyle araç hareketlerindeki önemli düşüş, toz ve gürültü gibi çevresel problemlerin azalmasına yardımcı olmakta ve çevre güvenliği için dikkate değer bir yardım sağlamaktadır. Bant konveyör taşımacılığı sık sık mineral malzeme nakli dışında da kullanılmaktadır. Bu nakliye yönteminde, doğal yollar kesiktirilmekte, yani görünüm, nakliye sisteminin kurulması ile farklılık göstermektedir. Bant konveyör taşımacılığında gürültü ve titreşim önemsenmez, ayrıca bu taşıma sistemi; egzoz gazlarının oluşumu, yağ ve mazot sızıntısı gibi çevreyi olumsuz yönde etkileyen faktörlerin dışında kalır. Tozlu atmosfer, bant konveyör uygulamalarında özellikle boşaltma noktalarında sık görünen bir olaydır. Rüzgardan dolayı tozlanma artar. Bant konveyör üzerinde taşınan malzemenin atmosfer ile temasının kısmen veya tamamen önlenmesi, çevreye olan etkiyi azaltır. Bant konveyörler de bu durum mekanik bir korumalığın kurulmasıyla ya da silindirik ve sıkıştırma bantlı konveyörlerin kullanılması ile başarılmıştır. Aynı zamanda atmosferik kirlenme, yatay kavisli bant konveyörlerin kullanılmasıyla boşaltma noktalarının sayısı azaltılarak bir miktar önlenmiştir. Bu saptanan zarar değerleri Çizelge 3.2 içinde 0 ile 1 arasında sıralanarak gösterilmiştir [10].

Çizelge 3.2 Bant ve kamyon nakliyatının çevreye olan etki oranları.

Çevreye etkisi	Nakliye tipi	
	Kamyon nakliyatı	Bant nakliyatı
Doğal yolların kesişimi	0.25-0.30	0.45-0.55
Zemin aşınması	0.30-0.35	0.25-0.35
Gürültü ve titreşim	0.50-0.60	0.10-0.20
Tozlanma artışı	0.65-0.75	0.60-0.70
Yağ, mazot sızıntısı ve suyollarının Kirliliği	0.30-0.35	0.00-0.10
Malzeme dökülmesi	0.40-0.50	0.30-0.35
Egzoz gazları ile kirlenme	0.60- 0.75	0

3.5.1 Bant konveyör seçimini etkileyen faktörler

Bant konveyör hacimle ilişkili bir taşıma aracı olduğundan, taşınacak malzemenin yoğunluğu önemlidir. Yoğunluk, bant konveyörün taşıyacağı malzeme miktarını etkiler. Farkına varılma zorunluluğu olan gerçek, kabarma faktörüne bağlı hacimsel değişimden dolayı yerinde malzeme hacminin, kazılmış ve konveyöre boşaltılmış malzeme hacminden daha küçük olmasıdır.

İkinci önemli faktör taşınacak malzemenin maksimum parça boyutudur. Malzeme parça büyüklüğü, gereken miktarda malzemeyi nakletmek için, ihtiyaç duyulandan daha büyük genişlikte bir bandın seçilmesine sebep olabilir. Malzeme, konveyör üzerine bant hareketinin doğrultusunda, malzemenin akışını yönlendiren, silo ve oluklar vasıtasıyla yüklenir. Oluk yatağı, malzeme akışını daha kolay hale getirmek ve aşınmalardan en az etkilenmesini sağlamak için kanallı yapıda oluşturulur. Bir yükleme noktasında kanallar arasındaki mesafe, normal olarak bant genişliğinin $2/3$ 'üdür. Bu durum, malzemenin bant üzerinden yere dökülmeden, sadece banda akmasına olanak sağlar, aynı zamanda yanal bant hareketine izin verir. Zorlu yükleme koşulu kanallar arasında tıkanma ihtimalini artırır. Çünkü iki ya da daha fazla malzeme parçası kanallarda köprüleşme meydana getirip malzemenin akışını engelleyebilir. Bu olasılık, özellikle, malzemeyi banda aktarma sırasında tozun dağılmasını azaltmak için olukların üzeri kapatıldığı zaman çok önemlidir. Parçaların oluşturacağı köprü ihtimali, bu parçaların bulunduğu yerdeki sıklığa ve kanal açıklığı ile ilişki içinde olan parça boyutuna dayanır.

Bir kırıcıdan çıkan ürün nakledilirken, beklenen en uzun parça boyutu nominal kırıcı çıkış açıklığı ile karıştırılmamalıdır. Bir çeneli kırıcı, kırıcı çıkış açıklığından daha büyük iki boyutlu yassı parçaları geçirirken, bir konik kırıcı nominal çıkış açıklığından daha büyük tek boyutlu oval parçaları geçirebilir. Aşırı büyüklükteki maksimum parçalar, kırıcının fiziksel boyutlarına göre saptanır ve kırıcıyı geçebilir. Bununla birlikte malzemenin kırılma özellikleri alışılmışın çok dışında olmadığı sürece maksimum parça boyutu, kırıcı çıkış açıklığının iki ile üç katını geçmemelidir. Tüvenan malzemeye benzemeyen kırıcı ürünleri, maksimum boyuta yakın parçaların önemli miktarını içerebilir. Bu sebepten, kanallar arasından zorlanmadan geçmesi beklenen kabul edilebilir maksimum parça boyutu, kırıcı döngüsü ürünlerine göre tüvenan malzemeninkinden daha küçüktür. Eğer ince taneler malzemedan ayrılmışsa ya da malzeme bir eleme işleminden geçirilip boyutlandırılmışsa, maksimum boyutlu parça işleme tarzı sıklığı artar ve kural olarak kanal genişliği, üç boyutlu maksimum parçaların, köprü oluşturmaksızın düzenli geçişine izin verecek bir açıklığa dayandırılır.

Üçüncü bir etken olarak taşınacak malzeme içindeki parça boyut dağılımının uyumu dikkate alınmaktadır. Parça boyut dağılımının uyumu; bant genişliğini, bant hızını ve bant üzerine yüklenip taşınan malzeme yığın eğimini etkiler. Daha dik eğimde çalışan konveyöre uyum sağlayan malzemenin içinde ince tanelerin eksikliği, malzemenin konveyör üzerinden geriye kayarak dökülmesine sebep olur. Çünkü ince taneler, iri parçalara bant üzerinde tutunacağı bir yüzey oluşturur. Kaba ve sivri uçlu, kırıntılar halinde olmayan malzeme, konveyör ile taşınırken bant üzeri kaplamanın zarar görmesini önlemek için orta hızlarda taşınır.

Çizelge 3.3 içinde gösterilmiş olan genel kural, taşınacak malzeme içinde ince taneler azaldığında bant hızlarını düşürmektir [8].

Eğer taşınacak malzemede yüksek nem içerikli kil varsa bandın taşıma yüzeyine yapışma söz konusu olacaktır. Bu durum dönüş bandının temizliğini, dönüş makaralarının seçimini ve nakil oluşunun eğimini etkileyecektir. Böyle durumlarda geri dönüş bandını tambura sarılma noktasından hemen sonra 180° ters çevirmek uygun olabilir, böylece bandın kirliliği dönüş makaralarına temas etmez, bir başka ifade ile malzemeyi taşıyan bant yüzeyi dönüş makaralarına ulaşmadan altüst edilmektedir.

Son olarak da yüzey aşınması ve tozlanma ön plana çıkmaktadır. Etkenlerden biri yüzey aşınması ise, kolay ufalanan malzemeler düşük hızlarda taşınmalıdır.

Çizelge 3.3 Standart çalışmaya göre önerilen bant hızları.

Malzeme Özellikleri	Maksimum Hız (ft/dak)	Bant genişliğine(inç) göre tavsiye edilen hız (ft/dak)									
		14	18	24	30	36	42	48	54	60	64
İnce taneler -1 inç parçalar nadir görülen parça (bant genişliğinin %10 'u)	1000	400	500	600	700	800	900	1000	1000	1000	1000
	900	400	500	600	700	750	800	900	900	900	900
Karışık Maksimum boyutlu yuvarlak parçalar aşındırıcı keskin	800	300	400	550	650	650	700	800	800	800	800
	700	300	400	500	600	650	650	700	700	700	700
Maksimum boyutlu yuvarlak parçalar aşındırıcı, keskin olmayan aşındırıcı, keskin	650	300	400	450	500	550	600	650	650	650	650
	600	300	300	450	500	550	550	600	600	600	600
	550	250	300	350	400	450	500	550	550	550	550
Kırılmayı azaltmak ufalanabilir cevherler kömür kok	500	250	300	350	350	400	450	500	500	500	500
	400	250	250	300	300	350	400	400	400	400	400
	300	250	250	250	250	250	250	300	300	300	300
Tozlanmayı azaltmak ağır taneler hafif kuru taneler	300										
	250										

Çok düşük bir nem içeriğine sahip ince malzeme, daha yüksek hızlı konveyör nakilleri sırasında tozlanma eğiliminde olacaktır. Aynı zamanda bant konveyör nakillerindeki toz sorunu, yüksek hızlarda bu tip malzemenin nakli sırasında artacaktır.

Bu durumda tozun bastırılmasında, malzeme nakli sırasında bantlar arasındaki mesafeyi koruması için normal seviyeden aşağıda tutulan silo/oluk sistemi küçük bir yarar sağlamış olur.

3.5.2 Bant hızı ve genişlik ilişkisi

Bant konveyör sisteminin kapasitesi belirlendiği zaman, tanımlanan malzemenin özelliklerine uygun bir bant hızı ve genişliği seçilmektedir. Bant hızı, seçilmiş bant genişliğinin alacağı maksimum yük oranına uyması için yeterli olmak zorundadır, tersi durumda malzeme taşması ile sonuçlanır.

İşletmede sorunsuz bir çalışma ve tamir bakımın en aza inmesi için örneğin, malzeme dökülmesi, yüzey aşınması, bant konveyörün ivmelenmesi, nakil oluklarındaki aşınma ve konveyör kavşaklarında verimli olmayan malzeme transferi gibi sorunlar için en iyi kombinasyon, maksimum bant hızı ve minimum bant genişliğidir.

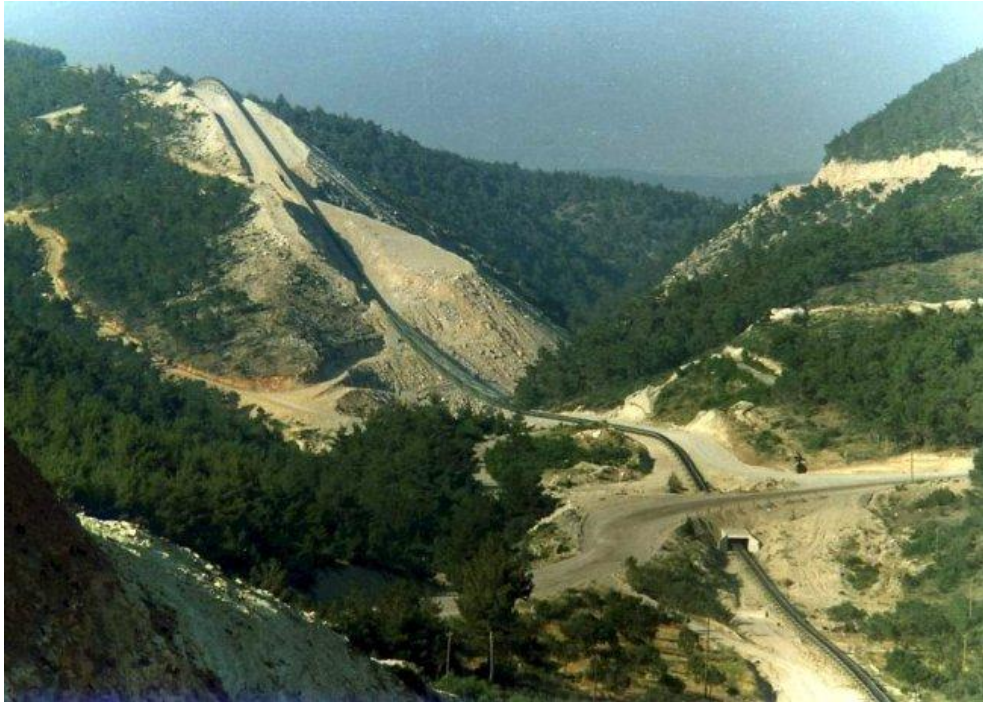
Deneyimler göstermiştir ki makaralar ile 35°'lik tekneleşme (oluklaşma) gösteren bant konveyörler, standart 20°'lik oluklaşma gösteren bant konveyörlerden aynı kapasitedeki yükü daha yavaş hızlarda taşıyacaktır [8]. Modern bant yapıları, bantın ömrüne herhangi bir zarar vermeksizin derin oluklaşma gösteren bant konveyörlerin kullanımını ve uygun bant esnekliğini buldurması ile de yüksek dayanım sağlar. Genel olarak, boyutu belli olmayan malzemenin maksimum kabul edilebilir parça boyutu bant tekneleşmesine uygun bir şekilde azaltılır.

3.5.3 Bant konveyör seçimi

Bu noktada önemli olan konu, günümüzde kullanılan iki ana tip bant konveyörü ayırt etmektir. Sabit bant konveyörler, ana cevher (kömür) hazırlama ve ön kırma tesisleri arasında kırılmış malzemeyi taşımak için kullanılmaktadır. Bunlar genellikle elektrik enerjisi ile çalışmakta ve üzerilerindeki malzemeyi büyük bir farklılık gösteren arazinin bir ucundan diğer ucuna taşıyabilme kapasitesinde olan, ağırlığı fazla olmayan yapılar üzerine kurulur. Bu konveyörlerin uzunluğu ile ilgili hiçbir sınırlama yoktur. Dünyada mevcut büyük açık işletmelerde uzunluğu 30 km'lik bölümleri içeren bant konveyör sistemleri mevcuttur [9]. Şekil 3.13, Şekil 3.14 ve Şekil 3.15'da çeşitli konumlarda çalışmakta olan sabit bant konveyörleri göstermektedir.



Şekil 3.13 Bir sabit bant konveyörün görünümü.



Şekil 3.14 Bir sabit bant konveyör.



Şekil 3.15 Yerleşim birimleri içinden geçen bir sabit bant konveyör.



Şekil 3.16 Yerleşime hazır hareket edebilen taşınabilir bant konveyörler.

Mobil bant konveyörler, sabit bant konveyörlerden çok daha kısa mesafelerde çalışır. Üç çeşit hareket mekanizmasına sahiptir. Bunlar paletli, tekerlekli ve yürüme ayaklıdır. Şekil 3.16'da lastik tekerlekli, hareket edebilen bant konveyörler görülmektedir. Mobil bant konveyörler, ana kırıcı tesisi ve sabit bant konveyör arasında uygun bir hat oluşturmak için dizayn edilmişlerdir. Mobil bant konveyörler aynı zamanda cevher hazırlama tesisinin yakınına yerleştirilmiş ön kırıcının olduğu yerde sabit bant konveyöre bir alternatif olarak kullanılmaktadır [9].

4. DÜNYADA BANT NAKLİYATI UYGULAMALARI

4.1 Dünyada Bant Nakliyatı Üzerine Yapılan Ekonomik Karşılaştırmalar

Strzodka ve arkadaşlarının 1993'te yaptığı çalışmaya göre; 1000 t/saat kapasite ile çalışan bir ocakta 4300 çalışma saati ile yıllık taşıma miktarı 4,3 milyon ton'dur. İşletmede 68 ton'luk kamyonlarla yapılan taşıma ile 1000 mm genişlikli bantlı konveyörlerle yapılan nakliyatın karşılaştırılması yapılmaktadır. Maliyet karşılaştırılması, yatay nakliyat ile 400 m irtifaya yapılan nakliyat arasında yapılmaktadır. Her durumda, konveyör taşımacılığına ait işletme maliyeti kamyon taşımacılığından düşüktür. Ancak, yatay taşımacılıkta, 0,5 km'den daha uzun mesafeler için, konveyör yatırım maliyeti kamyonlardan daha yüksektir. 400 m irtifaya yapılan taşımada ise, kamyon taşımacılığı yatırım maliyeti 9,5 km mesafeden sonra konveyör taşımacılığından düşük olmaktadır.

Meksika'da ise çalışan toplam kapasitesi 15 milyon ton olan bir demir cevheri açık ocağında, kamyon taşımacılığı ve ocak içi kırma sistemi arasında [11] kamyon ve konveyörlerin 1.000 m'lik bir yatay taşıma mesafesi ile bu mesafenin 100 m irtifa ile kat edilmesi sırasında sarf edilen enerjiyi kıyaslayan bir çalışma yapılmıştır. Yapılan bu çalışma göstermektedir ki; bant nakliyatı için harcanan enerji maliyeti, kamyon nakliyatından 4-5 kat daha azdır [12].

Şili'de, Chuquicamata bakır açık ocağında, 1987 yılında anahtar teslimi ihale edilip 1991 yılında çalışmaya başlayan, kırıcı-konveyör-yayıcı sisteminde de, 9600 ton/saat'lik kapasite ile çalışan, yıllık kapasitesi 41 milyon ton olan ocakta 1 kırıcı sistem, 6 konveyör, 1 yayıcı sistem bulunmaktadır ve bu sistemin yatırım maliyeti (1987) 85 milyon \$'dır [13].

Değişik ülkelerde kullanılan ocak içi kırıcı-bant sisteminin bazı önemli uygulamaları aşağıda verilmiştir. 1915 yılından bu yana çalışan Şili-Chuquicamata açık ocağında bakır cevherinin derinleşmesi ve buna bağlı olarak kamyonla nakliye mesafesinin artması sonucunda artan maliyetleri aşağı çekmek amacı ile, 1987 yılında ihale edilen kırıcı-konveyör-yayıcı projesi 1991 yılında çalışmaya başlamıştır [13]. Ocak, 4,5 km uzunluğunda, 3 km genişliğinde ve 600 m derinliğindedir. Sistemin kapasitesi 9.600 t/h'tir. Örtü malzemesi önce bir döner kırıcıya beslenmekte, burada 400 mm'ye kırılan malzeme lastik bantlı konveyörler ile harman sahasına taşınmaktadır. Malzeme ocak tabanından ocak şevlerinin en üst kotuna kadar birbirini takip eden 3 adet, %30 meyilli lastik bantlı konveyörlerle taşınmaktadır. Bant genişlikleri 1.800 mm, hızları 4,7 m/sn'dir.

Ocak içi kırıcı-bant sisteminin kullanıldığı Şili-Escondida bakır açık ocağına ait teknik

karakteristikler şu şekildedir;

Kırıcı:

-Tip	: Döner kırıcı (60"*89")
-Malzeme	: Bakır cevheri
-Kapasite	: 5.750 ton/saat
-Besleme boyutu	: 1.500 mm
-Kırıcı boyutu	: 0-200 mm
-Silo kapasitesi	: 900 m ³

Boşaltma Konveyörü:

-Bant genişliği	: 2.800 mm
-Bant hızı	: 2,4/0,5 m/sn
-Konveyör kapasitesi	: 13.000 ton/saat

Hindistan-Ramagundam OC II linyit açık ocağı, kırıcı-bant sisteminin kullanılması ile ekonomik olarak çalışabilir hale gelmiştir. İşletilebilir rezerv 37,2 milyon ton, örtü miktarı 197 milyon m³'tür. Yıllık üretim programı 2 milyon ton kömürdür. Kırıcı kapasitesi 3.500 ton/saat'tir. Ocak derinliği 220 m'dir. Sahada 6 adet çalışabilir damar olup, seçimli madencilik yapılmaktadır. Kırıcılar ve bantları istenildiği zaman örtü, istenildiği zaman kömür taşıyabilecek şekilde dizayn edilmiştir. Her bir kırıcı, 2'şer ekskavatör ve 3'er kamyonlu 3'er basamağa hizmet etmektedir. Yükleyiciler 10'ar m³, kamyonlar 77'şer tonluktur. Kırıcılar, 2-5 yılda bir yer değiştirecek şekilde yerleştirilmektedir. Basamak yüksekliği 10 m, genişlik ise 40 m olarak uygulanmaktadır [12].

Dünyadan diğer uygulama alanlarından bazıları;

<u>Ülke</u>	<u>Kapasite</u>	<u>Kullanım yeri</u>
Şili	5.000 t/saat	Bakır cevheri
Zaire	4.600 t/saat	Bakır cevheri
Yeni Gine	6.300 t/saat	Bakır cevheri
Çin	7.300 t/saat	Örtü Malzemesi
Kanada	6.600 t/saat	Demir cevheri
ABD	6.750 t/saat	Bakır cevheri
ABD	4.500 t/saat	Altın cevheri

4.2 Grasberg Madeni (Endonezya, Papua)

4.2.1 İşletme ve tesis bilgileri



Şekil 4.1 Grasberg madeni.

1994'den 1998'e kadar Thyssen Krupp Fördertechnik, Endonezya-Batı Papua'daki Grasberg bakır-altın madenine, maden filizi için iki yarı mobil kırıcı tesisi, aşırı yüklemeler için ise maden ocağı içinde bulunan komple bir kırıcı sistemi kurmuş ve ihtiyaçlarını karşılamıştır. Maden ocağı içinde bulunan bu kırıcı sistemi, yarı mobil bir kırıcı tesisini, birkaç tesis konveyörlerini ve dubalar üzerinde bulunan yarı mobil bir yayıcıyı (Şekil 4.5) içerir. Bu maden ocağı deniz seviyesinin 4000 m. üzerindedir (Şekil 4.1) ve Amerikan P.T. Freeport Endonezya firması tarafından işletilmektedir [14].



Şekil 4.2 8 No.lu Yarı mobil kırıcı tesisi.



Şekil 4.3. 5 No.lu Yarı mobil kırıcı tesisi.

Bakır madeni için ilk yarı mobil kırıcı tesisi (No.5) 1994'te hizmete girmiştir (Şekil 4.3) ve 60-89" tipli döner bir kırıcıyla teçhiz edilmiştir. 1997-1998'de iki ek yarı mobil kırıcı tesisi (No.6 ve No.8) (Şekil 4.2 ve Şekil 4.4) eklenmiştir ve 63-114" tipli döner kırıcılarla donatılmıştır. No.6 Kırıcı tesisi aynı zamanda bakır filizinin kırılması için kullanılırken, No.8 tesisi sürekli aşırı yükleme dağıtım sisteminin bir parçasıdır. Tüm yarı mobil kırıcı tesisleri doğrudan ağır kamyonlar tarafından beslenir ve bakır filizinin hammadde kapasitesi aşırı yükleme için 6500 ton/saat ile 8200 ton/saat civarındadır.



Şekil 4.4 6 No.lu Yarı mobil kırıcı tesis.



Şekil 4.5 Yarı mobil yayıcı.

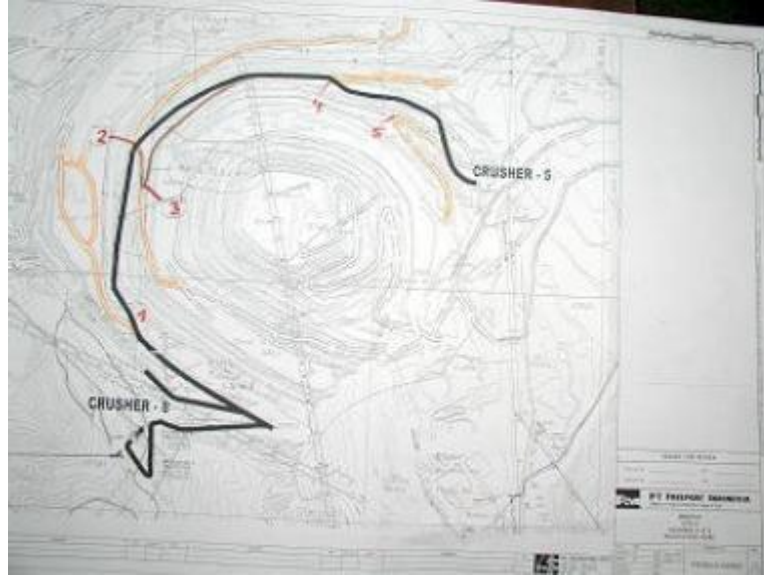
4.2.2 Yarı mobil kırıcı tesisinin ve yarı mobil yayıcının yer değiştirilmesi

2003'ün Başında maden bölgesinin ilerlemesi, ağırlıkları 1300 ton civarında olan iki kırıcı tesisinin (No.5 ve No.8), birkaç tesis konveyörlerinin ve 130 m.lik boomu olan yayıcının, maden içinde başka bir yere taşınmasını gerektirmiştir. Bu nedenle kırıcı tesisleri ve yayıcı, yerlerinin bir taşıyıcı paletli makine ile değiştirilmesi için yarı mobil üniteler olarak dizayn edilmiştir.



Şekil 4.6 Grasberg ocak çukuru.

Bu sıra dışı ve ilgi çekici proje, Thyssen Krupp Fördertechnik'in PTFI firmasıyla birlikte uzun aylar boyunca çalışmasıyla planlanmış ve sonuçlandırılmıştır. Her bir yer değiştirme safhasının detaylı tarifini (tesise has talimatlar, parametreler ve çizimler) içeren geniş kapsamlı bir yer değiştirme kitapçığı (kılavuzu) hazırlanmıştır. Bu işlemler, güvenli ve başarılı bir işin tüm teknik gereksinimlerinin göz önünde bulundurulduğunun teminatını vermek için gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.7 5 ve 8 No.lu Yarı mobil kırıcı tesislerin yer değiştirme planı.

Yer değiştirmeye başlamadan önce, bu işin çekirdek elemanı olan paletli taşıyıcının (Şekil 4.8) detaylı olarak kontrol edilmesi gerekmiştir. Makinenin 1250 ton taşıma kapasitesi vardır ve bu makine 1998’de ThyssenKrupp Fördertechnik tarafından maden ocağı (Şekil.4.6 ve Şekil.4.7) içinde bulunan komple kırıcı sisteminin bir parçası olarak teslim edilmiştir. Ocak 2003’de, şirketin birçok uzmanı bu içi yerinde denetlemiştir.



Şekil 4.8 Paletli taşıyıcı (1250 t kapasite).

Hazırlıkların başka bir aşaması da ocak etrafından yeni konuma kadar uygun genişliğe ve eğime sahip yeterli yük taşıyan yolların düzenlenmesidir. İki kırıcı tesisi için 5 km'den fazla olan toplam mesafe, % 15'e kadar yokuş aşağı eğimler içermiştir..

Mart 2003'de iki kırıcı tesisinin paletli taşıyıcı kullanılarak yer değiştirilmesi işlemine (Şekil.4.9 ve Şekil 4.10) ThyssenKrupp Fördertechnik uzmanlarının yönetiminde başlanmıştır. Bu işlem, birkaç hafta sonra herhangi bir zorlukla karşılaşılmadan başarıyla tamamlanmıştır. Daha önceden ocağın farklı bölümlerinde bulunan bu iki kırıcı tesisi, şu an tek bir çukurda bulunmaktadır.



Şekil 4.9 8 No.lu kırıcının paletli taşıyıcı tarafından kaldırılması.



Şekil 4.10 5 No.lu kırıcının eski çukurundan ayrılması.



Şekil 4.11 5 No.lu kırıcı yeni yerine taşınırken.

Konveyör bantların montajından, konumlandırılmasından ve elektrik devrelerinin bağlanmasından sonra kırıcı tesisleri yeni mekânında çalıştırılabilir.



Şekil 4.12 8 No.lu kırıcının yeni yerine konması.

Yayıcının yer değiştirilmesi, tüm projenin en zor kısımlarından birisidir (Şekil.4.10.. Şekil.4.11.. Şekil.4.12.). Ağır topoğrafik şartlar nedeniyle taşıyıcının, yeni konumuna giden yolu çok dardır ve bu yolda %25'e varan yokuş aşağı eğim bulunmaktadır. Bu nedenlerden dolayı toplam uzunluğu 180 m olan yarı-mobil yayıcı, yeni uygulama bölgesine giden yokuş aşağı dolambaçlı yollar boyunca paletli taşıyıcı ile taşınabilmesi için sökülerek daha küçük montaj ünitelerine ayrılmıştır.

Yayıcının sökülme işlemi (Şekil.4.13 ve Şekil.4.14), ThyssenKrupp Fördertechnik'in planları doğrultusunda gerçekleştirilmiş, aynı zamanda bu şirketin uzmanlarından oluşan bir takım tarafından denetlenmiştir.



Şekil 4.13 Yarı mobil yayıcı çalışırken.



Şekil 4.14 Yayıcı taşınmak üzere sökülürken.

Bu yer değiştirme projesi, büyük açık ocak madencilik ekipmanına, esasen ThyssenKrupp Fördertechnik'in geliştirdiği maden ocağı içinde bulunan kırıcı teknolojisine ait yarı mobil kavramının güvenilirliği ve uygulama verimliliği için etkileyici bir kanıt olmuştur.

4.3 Anshan Demir Cevheri Madeni (Çin)

4.3.1 İşletme ve tesis bilgileri

Anshan, Liaoning eyaletinin merkez bölgesinde bulunmaktadır. Anshan'ın kaynakları zengin ve verimlidir. Şehrin etrafında bulunan cevher madeni on milyonlarca ton demir cevheri içerir ki bu miktar, ülkenin toplam doğal kaynaklarının dörtte birini oluşturur.

Kırıcı tesisi (Şekil 4.15) 1997 yılında, aşırı yükleme için ikinci bir yarı mobil kırıcı tesisine paralel olarak yapılmıştır. Tesisler; kamyon, yarı mobil kırıcı tesisi, konveyör bant sistemi ve yayıcı kullanarak, saatte 7300 ton aşırı yüklemeyi ve 4900 ton cevheri, kırıp nakletmek için tasarlanmıştır. Yarı mobil kırıcı tesisleri, kamyon nakliyesini aradan çıkartarak çalışma maliyetini azaltmak için madenin aşağısındaki taş ocağı aynasının yakınına yerleştirilmiştir. Tesislerin yer değiştirilmesi için, bir T 850 tip paletli taşıyıcı, yarı mobil kırıcı sistemini tamamlamıştır [15].

Demir cevherinin kırılmasında kullanılan ve yer değiştirilen tesisin teknik özellikleri:

Tasarım Kapasitesi	:4900 ton/saat
Besleme Miktarı	:Max 1500-2000 mm
Ürün (Mahsul) Ebadı	:0-350mm
Toplam Ağırlık	:Yaklaşık 1750 ton
Toplam Güç Yükleme	:Yaklaşık 1800 Kw



Şekil 4.15 Yarı mobil kırıcı tesisi.

4.3.2 Yarı mobil kırıcı tesisinin yer değiştirilme işlemi

Komple yer değiştirme işlemi üç ana operasyona ayrılmıştır. Bunlar, konveyör boşaltma düzeninin nakledilmesi, kırıcı modülünün yer değiştirilmesi ve son olarak apron (kayışlı taşıyıcı) besleyicinin nakledilmesidir. Her bir bileşen T850 tip paletli taşıyıcı ile taşınmıştır.

Kırıcı modülünün ve apron besleyicinin nakliyesine başlanmadan önce, konveyör boşaltma düzeni demonte edilip ocak içindeki yeni Kırıcı konumuna T850 ile nakledilmiştir (şekil 4.16).



şekil 4.16 Konveyör besleyicinin nakledilmesi.

İlk gün, sabahleyin 15 cm.lik taze kar varken, modül silosu ve apron besleyicinin ele alınmasıyla yer değiştirme işlemine başlanmıştır. Bu Kırıcı bölümünün toplam ağırlığı yaklaşık 730 tondur. Olası en yüksek eğim %12 olduğu için hidrolik silindirler, 170-180 barlık ön silindirlere ve 130-140 barlık arka silindirlere ayrılmıştır (şekil 4.17).



Şekil 4.17 Besleyicinin taşınması.

Taze kar ve buzlu taban tahrik noktasını yükseltmiştir. Yeni yerleşim yerine(konuma) 130 m. kala, ilk modül gece için park edilmiştir.

İkinci gün, öğle vaktine dek süren, silonun ve apron besleyicinin yeni konuma taşınmasıyla başlamıştır. T850, ilk modülü yeni yerine yerleştirip geri geldikten sonra, toplam ağırlığı 760 ton olan ikinci modülün yeni kırıcı noktasına taşınma işlemine başlamıştır. Taşıyıcı, ikinci günün sonuna kadar yeni konuma giden yolun yarısını kat etmiştir.

Kalan mesafe, üçüncü günde kat edilmiştir. Güneşli ancak çok soğuk(-20 C°) bir günde yer değiştirme işlemi, bu ağır taşıyıcıya afallanmış bir şekilde bakan insanların eşliğinde devam etmiştir.

Üçüncü günün öğle vaktinde, bütün yer değiştirme işlemi tamamlanmıştır (Şekil 4.18). Birkaç kurulum işleminin tamamlanmasından sonra, demir cevheri için yarı mobil kırıcı ünitesi üretime tekrar başlamıştır.



Şekil 4.18 Taşıma işleminin bitmiş hali.

Nakledilen toplam ağırlık	: 1490 ton
Yer değiştirme süresi	: 3 gün
İklim koşulları	: -20 C°
En yüksek eğim	: %12
Taşıma mesafesi	: 1500 m
Ortalama hız	: 4 m/dk
En yüksek taban basıncı	: 140 kPa
(Yere uygulanan en yüksek basınç)	

4.4 Hofuf Çimento Tesisi (Suudi Arabistan)

4.4.1 İşletme ve tesis bilgileri

1975 Yılında Suudi Çimento Şirketi, 1000 ton/saatlik yeni bir kırıcı sisteminin, Riyad'ın 300 km doğusundaki Hofuf Çimento Tesisi'ne kurulmasına karar vermiştir. Saatte 1000 tonluk, 30 mm.'den küçük kireçtaşı, her birinin ağırlığı 130 kg olan 96 çekiç içeren, 2,0*2,5 m tipli çift-şaftlı çekiçli kırıcıyla üretilmektedir. Apron besleyiciyle beslenen bu kırıcı, alışılmışın dışında

bir şekilde faaliyet göstermektedir. Suudi Arabistan'daki ilk mobil kırıcıdır. Çapraz paletli makinelerin üzerine monte edilmiş olan bu kırıcı sürekli olarak maden ocağı aynasını takip etmektedir. Hammaddelerin yüklenmesi, lastikli yükleyicilerle idare edilmektedir.

Kırılan kireç taşları, uzun mesafeli bir konveyör bant sistemi aracılığıyla Hofuf Fabrikası'na nakledilmektedir. Bu arada otomatik tahrikli bir kırıcı tesisi, 10 km. uzaklıktaki yeni bir ocağa yerleştirilmiş, yeni bir apron besleyiciyle donatılmış ve 30 yıldır çalışmaktadır.

Riyad'daki Yemame Çimento Şirketi, aynı uygulamayı yapmıştır. 1977'de 800 ton/saat-40 mm. için tamamen mobil olan bir çift-şaftlı çekiçli kırıcıyı, 1985'de 800 ton/saat-30 mm. için diğer bir kırıcıyı paletli makineye yüklemişlerdir [16].

Bu arada, Ayn Dar'daki 1979-1980 Suudi Bahreyn Çimento Şirketi, kendilerine komşu olan Hofuf Tesisi'ndeki verimli çalışmayı görerek kullanım tecrübesi kazanmıştır. Onlar da, bir apron besleyiciyle beslenen hidrolik yürüyüş mekanizması üzerinde bulunan, 1372 mm. (54 inç) lik döner kırıcılarla donatılmış mobil bir kırıcı tesisi projesi gerçekleştirdiler.

Yukarıda yer verilen gelişmelere rağmen, 80'lerin başlarında mobil hikayesi sona ermiş gözüküyordu. Güney Eyaleti Çimento Fabrikası, Gizan tesisine çok yaklaştı. 1372 mm. (54 inç) lik iki sabit döner kırıcıyla beslenen, günde 2500 tonluk üretim yapan her iki tuğla ocağı da doğrudan fabrikaya yerleştirilmiştir. Ocak ile kırıcıları içeren fabrika arasındaki yaklaşık 8-9 km'lik mesafe, muazzam bakım, yakıt ve işçilik maliyeti gerektiren kamyonlarla kat edilmiştir.

Sadece 4 yıl sonra (1985) 1000 ton/saat-20 mm.lik üretim için, araziden geçen uzun mesafeli, konveyör bant sistemi ve çekiçli bir mobil kırıcı tesisi kurulmuştur (Şekil 4.19.).

Bu sistem, kendi türünün yeni bir tipidir. Lastikli yükleyicilerle ve haftalık faaliyetlerle beslemeye gerek kalmadan, farklı tipteki kireçtaşlarıyla ocağın durumuna bağlı olarak sadece kamyonlarla beslemek yeterli olmuştur.

Kırma işlemine sağladığı en iyi avantajlardan biri, önceden 8 km. olan nakliye uzunluğunun birkaç yüz metreye düşmesi olmuştur.

Kasım (Qassim) Çimento Şirketi, 1250 ton/saat-25 mm.lik, çekiçli bir mobil kırıcı tesisini kullanarak geçmişteki sisteme geri dönmüştür. Çok homojen olan kireçtaşı, yürüyüş mekanizması üzerinde bulunan otomatik tahrikli bir kırıcı tesisine lastikli yükleyiciler vasıtasıyla aktarılmaktadır. İlerleyen ocak aynasını devamlı takip eden kırıcı, fabrikaya, uzun mesafeli bir konveyör bant sistemi ile bağlanmıştır.

Aynı zamanda, Hofuf'taki Suudi Çimento Şirketi, yeni ocaklarına ikinci bir otomatik tahrikli mobil kırıcıyı -500 ton/saat-30 mm.lik kireçtaşı için çapraz paletli taşıyıcılara monte edilmiş çift şaftlı çekiçli bir kırıcı tesisini- kurmuştur. Kırılmış malzemeyi, çimento tesisine yaklaşık 10 km. uzunluğundaki uzun mesafeli konveyör bant sistemi taşımaktadır. Aşağı yukarı aynı zamanda, Doğu Eyaleti Çimento Fabrikası, Khurnasiyah tesislerine paralel, üç sabit 750-500 ton/saat-30 mm.lik çekiçli kırıcıları başarıyla görevlendirmiştir.

90'ların başında, Tebük Çimento ve Güney Eyaleti Çimento Fabrikası (Bishah fabrikası) iki kırıcı tesisleriyle, Suudi Arabistan'daki 1000 ton/saat-70 mm.lik ilk darbeli kırıcıların öncüleri olmuştur. Bunun dışında, Bishah tesisindeki tamamen mobil olan kırıcı, hidrolik sürüştü otomatik tahrikli lastikli sistem üzerine monte edilen ilk kırıcıdır (Şekil 4.20.). 2002'deki Hatta devam ederek ThyssenKrupp, Suudi Çimento Şirketi'nin Ayn Dar tesisi için ilave 1000 ton/saat-30 mm.lik mobil çift şaftlı çekiçli kırıcı temin etmiştir (Şekil 4.21).

ThyssenKrupp Fördertechnik, Kasım (Qassim) Çimento Fabrikası için 2004 yılında 900 ton/saatlik yeni bir mobil kireçtaşı kırıcı, Yemame Çimento Fabrikası için 2004 yılında 1500 ton/saatlik yeni bir mobil kırıcı ve 2005 yılında Riyad Çimento Fabrikası için yeni bir mobil kırıcı temin etmiştir. City Çimento Fabrikası için 1000 ton/saatlik yarı mobil tesis, Arap (Arabian) Çimento Fabrikası için 1600 ton/saat'lik sabit bir tesis ve Güney Eyaleti'nin yeni Tahama tesisi için 1400 ton/saatlik sabit bir tesis de bunların cabası olmuştur. Son olarak Hofuf Tesisi'ndeki Suudi Çimento Fabrikası'nın iki yeni 10000 ton/günlük tuğla ocağında çalıştırmak için 2200 ton/saat'lik sabit darbeli kırıcı tesisini temin etmiştir.



Şekil 4.19 Mobil kırıcı tesisi (Gizan).



Şekil 4.20 Mobil kırıcı tesisi (Bishah).



Şekil 4.21 Mobil kırıcı tesisi (Ain Dar).

4.5 HVC (B.C. Kanada -1987)

4.5.1 İşletme ve tesis bilgileri

- Dünya çapında birçok kez uygulanmış tasarım
- Tamamen kendine yeten bir stil
- Çelik dubalı ayaklar üzerine monte edilmiş serbest duruş [17].



Şekil 4.22 Yarı mobil kırıcı tesisi.

Kırıcı tesisi, iki ana yapıdan oluşur: 650 ton kapasiteli besleme hunisini ve 2.4 m. genişliğindeki apron besleyiciyi destekleyen besleme hunisi modülü ve döner kırıcı ile kontrol kulesini destekleyen kırıcı modülü. Her iki modül de, ocak içinde paletli taşıyıcılar ya da çok lastikli treylerler kullanılarak yer değiştirilmektedir.

Kontrol kulesi 5 kattan oluşmaktadır: Kırıcı kullanma bölümü, transformatör bölümü, kırıcı bakımı odası, E-evi (E - house) ve kontrol kabini (Şekil 4.22).

Kırıcı tesisi, yakınındaki şubeden alması gereken ana gücün dışında kendine yeten bir tesistir. Birkaç güç kablosunun bağlantılarının sökülmesi, maden içinde yer değiştirilebilmesini sağlayan bu işlem, çalışmanın durdurulup tekrar başlatılmasına kadar toplamda 96 saatten az sürmektedir. Geçitler ve platformlar, bakım yapılması gereken tüm bileşenlere ve lokal cihazlara yeterli erişimi sağlamaktadır. Kırıcı tesisinin tasarımı çok başarılı olmuştur ve Şili’de, Çin’de, ABD’de ve Rusya’da olmak üzere dünya çapında birçok kez uygulanmıştır. Bu tür bir kırıcı tesisi, yaklaşık 15 yıllık olmasına rağmen hala yeni tesislerin temelini oluşturan bir tasarımdır.

4.6 Mae Moh Madeni (Tayland)

4.6.1 İşletme ve tesis bilgileri

Mae Moh madeni, 135 km² den fazla kapladığı linyit yatakları ile Tayland'ın en büyük açık ocak linyit madenidir. Bu nedenle CMC şirketi; Dekapaj 4 genişletilmiş projesinin bir parçası olarak 4 yarı mobil kırıcı ünitesini Krupp Fördertechnik şirketinden satın aldı. 1996 yılında CMC Ltd. Şti. tarafından satın alınan her biri saatte 4500 ton kapasiteli 4 ünite 8 aylık bir hazırlık döneminden sonra Kasım 1998 tarihinde programa alındı. Şirket pasa (kayaç, taş v.s) kırmak amacıyla kırıcı ünitelerini günde 20 saatlik vardiyalarla çalıştırmaktadır. Normal çalışma koşulları altında, kırıcı üniteleri saatte 5000 tondan fazla malzemeyi kırma kapasitesine sahiptir. Kırıcı üniteleri (Şekil 4.23-27); her biri 2 kamyon rampası, elmas şeklindeki besleme açıklığı, besleme ünitesi, çift dönerli kırıcı (çap 2000 mm genişliği 2500 mm) ve boşaltma bantlarını içermektedir [18].

Bu kırıcılarla birlikte Mae Moh madeninde 7 yarı mobil kırıcı ünitesi faal olarak çalışmaktadır. 1984 yılına geri dönüldüğünde ilk olarak Förder Technick şirketi her biri Sahokal Engineers şirketine ait saatte 3600 ton kapasiteli kırıcılar Tayland Elektrik Üretim otoriteleri tarafından madende çalışmak üzere programa alınmışlardır.



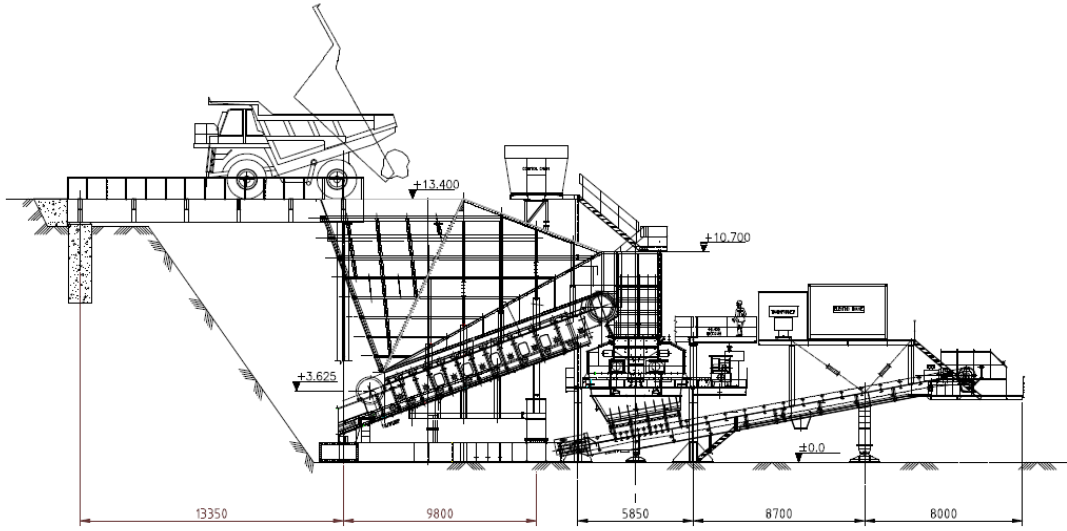
Şekil 4.23 Yarı mobil kırıcı tesisi (Chiengmai).



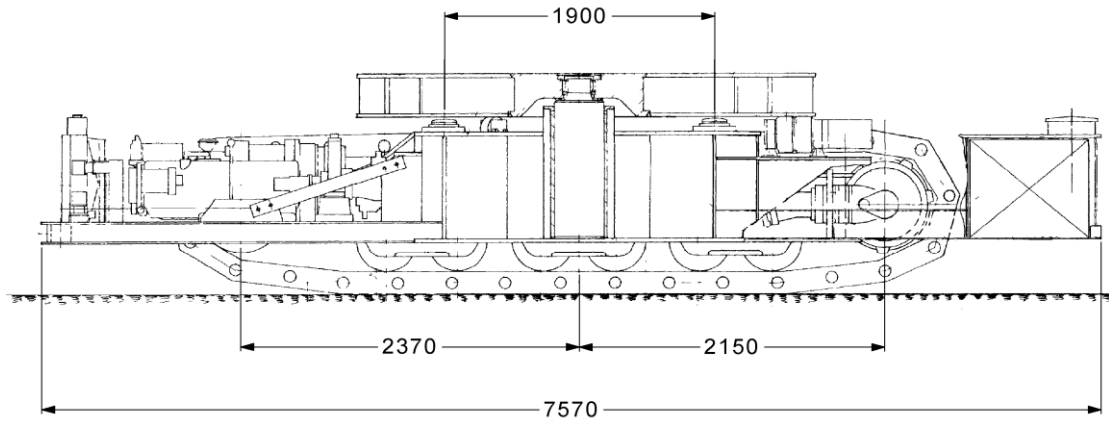
Şekil 4.24. Yarı mobil kırıcı tesisi (Chiengmai)

Teknik Bilgi (Şekil 4.25):

Kullanılan malzeme	: Dekapaj malzemesi (Taş, toprak, çakıl v.s)
Kapasite	: 4500 t/saat
Besleme boyutu	: 1500*1200*1200 mm Max.
Çıkan malzeme boyut	: 0-350 mm
Kırıcı boyutu	: 2000 mm çap, 2500 mm genişlik
Monte edilmiş motor gücü	
Besleme ünitesi	: 280 Kw
Kırıcı	: 2*450 Kw
Boşaltım Bandı	: 110 Kw
Toplam yerleşke güç	: 1400 Kw
Tesis ağırlığı	: 560 ton



Şekil 4.25 Tesisin teknik planı.



Şekil 4.26 Paletli taşıyıcı.

Teknik Bilgi (Şekil 4.26):

Yük miktarı : 200 ton

Max. Yük : 210 ton

Dönme (çalışma) hızı:

Devre 1 0-10 m/dak özel manevra yapması için

Devre 2 0-20 m/dak yüklü dönüş

Devre 3 0-30 m/dak yüksüz dönüş

Palet genişliği : 1600 mm

Ortalama taban basıncı : 177 kpa(yüklü 200 t)

Dizel motor : 140 Kw (2200 l/dak)

Ağırlığı : 61 ton



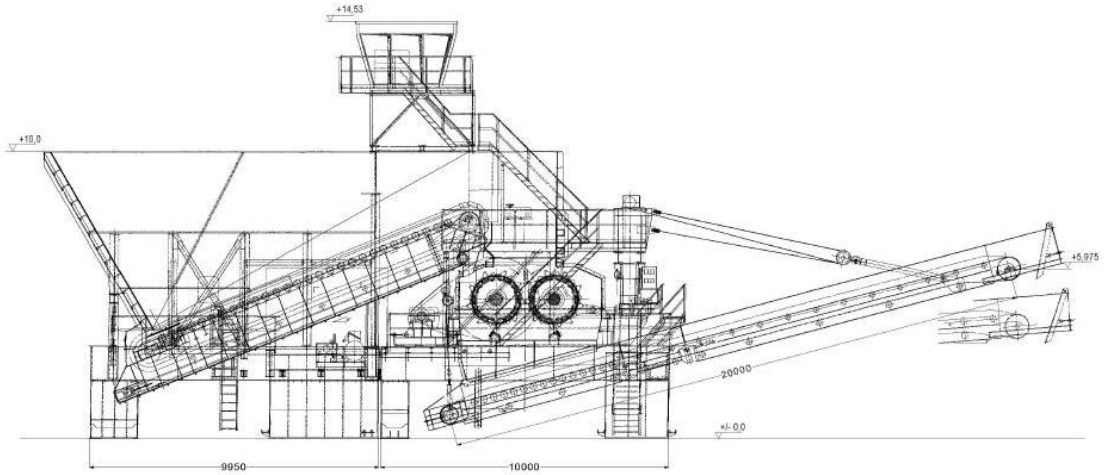
Şekil 4.27 Yarı mobil kırıcı (Sahakol Engineers).

Teknik Bilgi (Şekil.4.28):

Kullanılan malzeme	: Dekapaj malzemesi (Taş, toprak, çakıl v.s)
Kapasite	: 3600 t/saat
Besleme boyutu	: 1500*1000*1000 mm Max.
Çıkan malzeme boyut	: 0-400 mm
Kırıcı boyutu	: 2000 mm çap, 2200 mm genişlik

Monte edilmiş motor gücü:

Besleme ünitesi	: 220 Kw
Kırıcı	: 2*400 Kw
Boşaltım Bandı	: 90 Kw
Toplam yerleşke güç	: 1200 Kw
Tesis ağırlığı	: 430 ton



Şekil 4.28 Tesisin teknik planı.

5. BANT KONVEYÖRLERE EKONOMİK VE TEKNİK KIYASLAMALAR

5.1 Ekonomik Kıyaslamalar

Bantlı konveyörlerin ekonomikliği hakkında karar vermeden önce ilk yatırım ve işletme dönemi (amortisman ve faizler, işçilik, enerji, bakım-onarım ve malzeme) giderlerinin ayrıntılı olarak etüt edilmesi gerekir. Bununla birlikte, bu konuda yayınlanmış rapor ve yazılar sistem seçimini hızlandırabilir veya ekonomiklik hakkında ön bilgiler verebilir. Konveyör sisteminin yapısı, taşıyıcı bandın dayanımı ve kullanım ömrü, nakliye uzaklığı boyunca tesis edilen bantlı konveyör kademelerinin sayısı gerek ilk yatırım gerekse işletme dönemi giderleri açısından önemlidir. Alt bölümlerde yapılacak olan bantlı konveyör sistemlerinin ekonomik karşılaştırılması ilk yatırım, malzeme, işçilik ve enerji giderleri esasına göre yapılacaktır. Daha sonra, ekleme ve ayarlama kolaylığı, gürültü ve toz oluşumu, tekneleşebilme yetenekleri gibi bazı teknik karşılaştırmalar da yapılacaktır [19].

5.1.1 İlk yatırım giderleri

Bir bantlı konveyör tesisinin toplam ilk yatırım giderlerinin önemli bir kısmını taşıyıcı bant yatırımı oluşturur. Seçilen bandın yatırım giderleri, konveyör tesisinin toplam yatırımının %30-40'ı kadar olabilir. Tesis edilecek tek tahrikli kademe uzunluğu, bandın yapısına göre değişir. Klasik tekstil bantlar ile bir kademede 1 km'ye, sentetik dokulu bantlar ile 2 km'ye çelik kordlu bantlar ile 4 km'ye, halatlı bantlar ile 16 km'ye kadar tek kademede nakliye yapılabilir. Nakliye uzaklığının minimum kademede tesis edilmesi ise tahrik istasyonu, tambur düzenekleri ve gerdirme donanımlarının sayısını azaltacağından, büyük nakliye uzaklıklarında toplam ilk yatırım azalır.

İngiltere'de National Coal Board bünyesinde aynı kapasite ve nakliye uzaklıklarında eşit şartlarda yapılan bir ilk yatırım giderleri karşılaştırmasında çelik kordlu bant konveyörlerinin klasik-dokuma bantlılardan %20, çelik kordluların da halatlı bantlılardan yaklaşık %20 daha pahalı olduğu saptanmıştır. Türkiye'de üretimine başlanan yeni tür çelik örgülü kord bantların ise (sadece bandın), klasik-dokuma bantlardan %15-20 pahalı olduğu ileri sürülmektedir. Çelik kordlu, çelik örgü kordlu ve halatlı bantların klasik-dokuma bantlardan pahalı olmalarına karşılık dayanım ömürlerinin yaklaşık iki kat artmış olması (klasik bantların dayanım ömrü ortalama 4-5 yıl, diğerlerinin 10 yıl), bu fazla ilk yatırım giderlerini dengelemektedir. Hatta daha sonraki bölümlerde de anlatılacağı gibi, işletme dönemi giderlerini azalttıklarından uzun ömürlü nakliye sistemlerinde daha ekonomik olmalarını sağlamaktadır.

5.1.2 Malzeme tüketimi ve bakım-onarım giderleri

Konveyör bantlarının kullanılabilirliği (dayanım ömrünün uzun, bakım-onarım giderlerinin az olması) servis şartları ile ilişkili olmakla birlikte, esas olarak bant kalitesine ve konveyör sisteminin tahrik şekline bağlıdır. Bandın yıpranması ve hatalı kullanım nedeniyle eskimesi, konveyör tesisinin işletme ömrü süresince sürekli bakımını gerektirir. Belirli bir süre sonra da değiştirilmesi gerekir.

Tekstil veya sentetik dokulu klasik bant kullanılan konveyörlerde, eskiyen ve yıpranan bant ile makaraların değişimi, malzeme tüketimi giderleri açısından önemli bir değer tutar. Tekstil ve sentetik dokuma karkaslı bantların ortalama ömrü 4-5 yıl olduğundan, her yıl toplam bant uzunluğunun %10-12,5'ünün değiştirilmesi gerekir. Makaraların ömrü ise 10 yıl dolayında olduğundan, yılda %5'inin değiştirilmesi gerekir. Taşıyıcı makara aralıkları 1-3 m arasındadır. Çelik kordlu ve çelik örgü kordlu bantlarda tekstil veya sentetik dokuma karkas yerine, direnci daha fazla ve dış etmenlerden (çürüme, korozyon, darbe vs.) daha az etkilenen, boylamasına veya hem boylamasına hem enlemesine belirli aralıklarla dizilmiş çelik telli halatçıklar kullanıldığından, kullanım ömürleri yaklaşık iki kat artarak 10 yıl kadar olmuştur. Bu bantların yıllık değişim oranları ise %5'dir. Çelik kordlu ve çelik örgü kordlu bant konveyörlerinde kullanılan makaraların yapıları da klasik bantlılarınınkinin aynıdır. Fakat klasik bantlılarda üst-taşıyıcı makara aralıkları (sarkma olmaması için) 1-3 m arası değişirken, çelik kordlularda 2-6 m arası olmuştur. Bu nedenle, çelik kordlu bantların makara sayıları azaldığından, malzeme tüketimi ve bakım-onarım giderlerinden yaklaşık yarı yarıya tasarruf sağlanabilir.

Halatlı bant konveyörlerinde taşıyıcı bant tahrik aracına doğrudan bağlanmadığından, yani tahrik gerilmesi etkisi altında olmadığından, diğer konveyör bantlarına oranla daha az yıpranır. Bunun için, 7-10 cm aralıklarla enlemesine yerleştirilmiş yay çeliğinden tellerle takviye edilmiş dokuma karkaslı lastik bantlar kullanılır. Bu bantların ömrü de ortalama 10 yıldır ve yıllık değişim oranları %5'dir. Bandı taşıyarak hareket ettiren tahrik halatlarının ömrü ise ortalama 2 yıl olduğundan, yılda %25'inin değişmesi gerekir. Halatları taşıyan poliüretan astarlı makaraların rulman demir döküm göbek kısımlarının ömrü 10 yıl, değişim oranları %5; poliüretan astar kısımlarının ömrü 1,5 yıl, değişim oranları yılda %35'dir. Makara aralıkları ise 3 m ile 15 m arasındadır. Halat ömrünü uzatmak amacıyla kullanılan poliüretan astarlı makaraların değişim oranlarının artmış olmasına karşın, makara aralıklarının diğer klasik konveyör sistemlerine göre yaklaşık 3-5 kat arttırılabilmesi nedeniyle makara sayılarının 3-5

kat azalması, halatlı bant konveyörlerinin diğerlerine göre fazlalık halat ve makara astarı değişim giderlerini dengeleyebilmektedir.

5.1.3 İşçilik giderleri

Bantlı konveyör tesislerinin tümünde tahrik istasyonlarında ve transfer noktalarında en az birer işçi bulundurulur. Bakım-onarım için de, konveyör sistemine ve nakliye uzaklığına göre bakım ekipleri ve nezaretçiler olmalıdır. Bantlı konveyör tesislerinin işletme giderlerinin önemli bir kısmını (%25'den %50'ye değişebilen) işçilik giderleri oluşturduğundan, işçi gereksinimini azaltıcı düzenlemelere (transfer noktalarının ve tahrik İstasyonlarının azaltılmasına, otomatik kontrol sistemi kurulmasına) gidilmesine gerek vardır. Bantlı konveyörler uzun mesafelere taşımada ne kadar az kademeli kurulursa, fazlalık tahrik istasyonları ve transfer noktaları ortadan kalkacağından, o kadar az işçiye gereksinim olur. İlk yatırım giderleri bölümünde de anlatıldığı gibi, halatlı bant konveyörleriyle ekonomik olarak 16 km'ye, çelik kordlu bantlarla 4 km'ye, sentetik dokuma klasik bantlarla 2 km'ye, tekstil dokuma bantlarla 1 km'ye kadar tek kademede nakliyat yapılabilir. Anlaşılacağı gibi, işçi gereksinimi yönünden en ekonomik sistem halatlı bantlardır. En fazla işçi ise klasik tekstil dokuma bantları için gerekmektedir. Almanya'nın Rheinbraun madeninde yapılan bir etüde göre tekstil dokuma bantın metre karesi için yılda ortalama 2,57 saat, çelik kordlu bantlar için 0,54 saat bakım çalışması yapılmaktadır. İngiltere'nin NCB madenlerinde yapılan bir etüde göre ise 1000 yd (914,4 m) uzunlukta klasik bant konveyörlerinde haftada ortalama 10,8 vardiya, halatlı bantlılarda ise 1,2 vardiya olağan bakım yapılmaktadır. Bant bakım işçiliği açısından halatlı bantlılar klasik bantlılara göre en avantajlı sistem gibi görülmeyle birlikte, makara, halat ve diğer donanımlarının yoğun bakım (sık sık makara ve halat değiştirmeleri vs.) işçiliğine gereksinim göstermeleri nedeniyle bu avantaj ortadan kalkmaktadır. Çelik kordlu bantların da ani yüklenmelerde boylamasına büyük oranlarda yırtılması (Afşin-Elbistan ve Seyitömer Linyit İşletmelerinde bu tür olaylar meydana gelmiştir) program dışı ilave bakım işçilikleri gerektirdiğinden, klasik bantlılara göre bakım işçiliği avantajı düşündürücüdür. Fakat dikkatli yükleme ve kullanım şartlarında klasik bantlılara göre üstün oldukları muhakkaktır.

Ayrıca, son teknolojik çalışmalarla bant kaplamasının direnci artırılarak, darbe ve hasarlardan daha az etkilenmesi sağlanarak yırtılmalar önenebilmektedir. Çelik örgülü kord bantlar, boylamasına çelik tellere ilaveten enlemesine çelik tellerle de örüldüğü için, yırtılma problemleri yoktur ve bakım işçiliği açısından diğer konveyör bantlarından daha üstündürler.

5.1.4 Enerji giderleri

Enerji tüketimini esas olarak etkileyen nakliye kapasitesi, uzaklık, eğim ve hız gibi faktörle her üç sistem için de eşit kabul edilerek, karşılaştırma, hareketli parçaların ağırlığı ve sürtünme dirençlerine göre yapılacaktır. Halatlı bant konveyörlerinde, makaraların banda olan sürtünme etkisi ve bandın makara aralıklarında sarkarak makaralara çarpması ortadan kalktığından, tahrik halatlarını taşıyan makaraların aralıkları (3-15 m kadar) arttığından, klasik bantlı konveyörlere göre %30-40 oranında daha az enerji tüketilmektedir.

Çelik kordlu bantların ağırlığının ve makara sayılarının halatlı bantlara nazaran fazlalaşması nedeniyle hareketli parçaların ağırlığı ve sürtünme direnci artmakta, enerji gereksinimleri %20-25 oranında fazlalaşmaktadır. Çelik kordlu bantlarda yüksek gerilme kuvvetlerinin klasik bantlara nazaran, ince ve birim ağırlığı az olan çelik kordlarla taşınması nedeniyle, klasik bantlara göre enerji gereksinimleri daha az olmaktadır.

5.2 Teknik Kıyaslamalar

5.2.1 Bantların eklenme kolaylığı

Ek yerleri, bantların kopma gerilme direncini ve sağlamlığını azalttığı için önemlidir. Kötü bir ekleme ile istenmeyen bant kopma olayları meydana gelebilir ve nakliye gereksiz yere aksayabilir. Özellikle yüksek kapasite ve uzun kompleks tesislerde bandın hareketi ve gerdirilmesi için yüksek gerilme kuvveti gerekmektedir. Çok katlı klasik dokuma bantlarda ve çelik kordlu bantlarda yüksek gerilmeli (sıcak vulkanizasyonla yapılan)'%76-90 randımanlı bir ekleme 1 vardiyadan az olmayan bir sürede yapılabilmektedir. Çelik örgülü kord bantlarda, kord yapı tek katlı olduğundan ekleme esnasında klasik katlardaki gibi katları açığa çıkarma veya çelik kordlularda olduğu gibi tel halatların teker teker ayrılması problemleri olmadığından, ekleme kolay olmakta ve kısa sürede (1,5-2 saat) tamamlanabilmektedir.

Halatlı bant konveyörlerinde banda tahrik gerilmesi uygulanmadığından, düşük gerilmeli (mekanik veya soğuk vulkanizasyonlu) eklemeler yapılabilmekte ve bu işlemler uygun koşullarda 1 saat gibi kısa sürede tamamlanabilmektedir.

5.2.2 Gürültü ve toz oluşumu

Bantlı konveyörlerde gürültü kaynakları genellikle taşıyıcı ve dönüş makara gurupları ile tahrik ünitelerinin çıkardığı seslerdir. Makara ve tahrik ünitesi sayılarının az olması, gürültünün azalmasını sağlar. Bu esasa göre ise en iyi sistem halatlı bant, ikincisi çelik kordlu

bant konveyörlerdir. En fazla gürültüyü ise klasik bantlı konveyörler yapar. Bant titreşimleri, yükleme, boşaltma ve aktarmalar toz oluşumu kaynaklarıdır. Halatlı sistemde bant, makaralar üzerinden geçirilmediğinden titreşim az olur ve de toz oluşumu az olur. Ayrıca, uzun mesafelere tek kademede nakliye yapabildiklerinden transfer noktalarının azalması, toz oluşumunun azalmasında etkilidir. Toz oluşumu açısından ikinci avantajlı sistem çelik kord bantlılardır.

5.2.3 Bantların tekneleşebilme yetenekleri

Klasik dokuma, çelik kordlu ve çelik örgülü bantlar enlemesine esnek olduklarından iyi bir şekilde tekneleşerek (oluklaşarak), eğimli makaralar üzerine tamamen oturur ve büyük kapasiteli taşımalarda kullanılabilirler. Halatlı bantlarda ise, yapılarındaki enlemesine yerleştirilmiş takviye çelik çubuklar ve yanlardan halat ile tahrik nedeniyle diğer sistemlere göre iyi bir tekneleşme elde edilememektedir.

5.2.4 Bant uzamaları ve gerdirme

Bantlar yapılarına göre, belirli bir süre kullanıldıktan sonra az veya çok uzarlar ve makara aralıklarından sarkarlar. Gerdirme zayıfladığı için de bandın tahriki güçleşir. Bunu ortadan kaldırmak için, konveyör bantları belirli sürelerde uzama miktarına göre gerdirilirler. Çelik kord karkaslı bantların uzama oranının %1-2, klasik pamuk dokumaların %3-7 ve sentetiklerin %11-28 olduğu göz önüne alınırsa çelik kordlular en az uzama yapan bantlardır. Sentetik bantların ise tek başına kullanılmaları iyi sonuçlar vermez, tekstil bantlarla birlikte kullanılırlarsa uzama oranları düşer ve gerdirmeleri basitleşir. Halatlı bantların karkas kısımları yay çeliğinden çubuklar ve sentetik dokumadan meydana geldiğinden, boylamasına yüzde uzama oranının çelik kordlulardan biraz fazla, sentetik dokululardan biraz az olacağı söylenebilir. Fakat halatlı banda tahrik gerilmesi etkilediğinden uzama diğerlerine göre daha uzun sürede olur ve fazla bir önemi yoktur. Halatlı bantlarda önemli olan tahrik halatlarının gerdirilmesidir.

5.3 Sonuç

Uzun nakliyat mesafelerine büyük kapasitelerle cevher ve örtü kazısı naklinde kullanılan bantlı konveyör sistemlerinin ilk yatırım ve işletme dönemi giderlerini azaltmak için nakliye bandının uzun ömürlü olması, nakliye uzaklığının minimum kademedan oluşması, makara aralıklarının uygun boyutlarda arttırılması ve yükleme-boşaltma sistemlerinin otomatik kontrolü önemli yararlar sağlamaktadır. Daha önceki bölümlerde ekonomik ve teknik ölçütlere göre analiz edilerek karşılaştırılan bantlı konveyör sistemleri içerisinde halatlı bant

konveyörlerinin ilk yatırım giderlerinin klasik bantlılardan %20 daha fazla, tekneleşebilme yeteneklerinin daha az ve kısa mesafelerde (2 km.'ye kadar) ekonomik olmamalarına karşın, uzun nakliye mesafelerine büyük kapasite ile taşımada en avantajlı olduğu saptanmıştır. Halatlı bant konveyörlerinin enerji ve işçilik giderleri diğerlerine göre daha az, malzeme değişim ve bakım-onarım giderleri orta karar, bantların eklenmeleri ve gerdirmeleri kolay, gürültü ve toz oluşturma dereceleri düşüktür. Çelik kordlu ve çelik örgülü diğer konveyörlerinin ilk yatırım giderleri diğer konveyör sistemlerinden %20-40 fazla, enerji tüketimlerinin halatlı bantlardan %20-25 fazla, işçilik giderleri halatlı bantlılara göre artmış olmasına karşın uzun nakliye mesafelerine büyük kapasitelerle taşımada klasik bantlılardan daha üstündürler. Çelik kordlu bantlar daha dirençli ve uzun ömürlüdür, uzun mesafelere taşımada kademe uzunlukları arttırıldığından ve transfer noktaları azaldığından enerji ve işçilik giderleri klasik bantlılardan daha azdır. Malzeme tüketimi ve bakım-onarım giderleri klasik bantlılara göre yaklaşık yarı yarıya azdır. Eklenmeleri ve gerdirilmeleri kolay, tekneleşme yetenekleri iyidir. Orta boyutlu nakliye uzaklıklarında ve ağır çalışma ortamı (yeraltı madenciliği, açık işletme örtü kazısı termik santraller, ağır ve aşındırıcı malzeme nakli vs.) koşullarında ekonomik olarak güvenle kullanılabilirler. Klasik bantlı konveyörlerin diğerlerine göre en kullanışsız sistem olduğu açıktır. Fakat ilk yatırım giderlerinin düşük olması nedeniyle kısa mesafeli ve kısa ömürlü tesislerde malzeme naklinde kullanıldığında, diğerlerinden daha ekonomik olabilirler.

6. EYNEZ AÇIK OCAK PANOSU İÇİN BANT NAKLİYESİ DEĞERLENDİRMESİ

6.1 Eynez Panosu +200 Açık Ocak Projesi

6.1.1 Proje hakkında genel bilgiler

ELİ Müessese Müdürlüğü'nün üretim faaliyetlerinde bulunduğu Eynez mevkiindeki İR-4009 ruhsat sayılı saha 2172 sayılı Maden Kanunu gereğince kamulaştırılan bir sahadır. Bu sahada özel sektör yeraltı üretim yöntemi ile madencilik faaliyetinde bulunmuştur. Kamulaştırıldığında +460 kotuna kadar üretim yapılmış ve bu kottan sonra da Müessese Müdürlüğü'nce yeraltı üretim faaliyetlerine devam edilmiştir.

Kamulaştırma öncesi çalışılan +460 kotunun üzerindeki eski imalatta kömürün büyük kısmının alınamadığı düşüncesi ile gerekli etütler yapılmış ve bu kısımda açık işletme metodu ile kalan kömürün alınabileceği düşünülmüştür. Bu amaçla açık işletme projesi hazırlanmıştır. Proje başlangıcında 161.450.200 m³ dekapaja karşılık 23.745.536 ton kömürün üretileceği hesaplanmış ve Dekapaj Kömür oranı; 6,80 m³/ton olarak bulunmuştur [20].

Sahada 1984-1998 yılları arasında 54.371.632 m³ dekapaj yapılarak 9.615.630 ton kömür üretilmiştir. 1998 yılı başı itibari ile +460 kotunun üzerinde 107.078.568 m³ dekapaj kalmış; buna karşılık 13.832.188 ton da kömür kalmıştır.

Bu sahada 1998 yılı başı itibari ile +435 kotunun altında 245.127.000 ton görünür rezerv bulunmakta ve bu rezerv yeraltı üretim sistemi ile alınacak rezerv olarak gösterilmektedir. Yeraltı üretim sisteminde üretim maliyetinin yüksek olması, üretim sırasında kömür kaybının yüksek olması; istenilen kapasitede üretimin gerçekleştirilememesi, kalın olan (15-20 m.) bu damarın 3 m.lik diliminin göçertme usulü ile ayak arkasından alınması nedeni ile kömüre büyük oranda tavan taşına karışması gibi nedenlerle, yine kaliteli olan bu kömürün açık işletme sistemi ile üretildiği taktirde sinai ve teshine daha fazla kömürün verileceği, üretim kapasitesinin daha yüksek olacağı düşünülerek bu sahadaki açık işletmenin hangi kota kadar yapılabileceği araştırılmıştır.

Yapılan çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

a) Sahada +460 kotunun üzeri mevcut açık işletme olduğu için 1998 yılı başı değerleri alınmıştır.

b) +340, +435 kotlan arası ile +200, +435 kotlan arası ayrı ayrı projelendirilerek

dekapaj kömür miktarları kotlara göre kesitlerden hesaplanmıştır.

c) Ayrıca +435, +460 arası eski imalattan kömürün %30'unun kaldığı kabul edilmiş ve bu kısımda 971.100 ton kömürün kaldığı kabul edilmiştir.

Bu durumda; sahanın dekapaj ve kömür durumu aşağıda belirtilmiştir.

	<u>DEKAPAJ (m³)</u>	<u>KÖMÜR(t)</u>	<u>ORAN (m³)/ (t)</u>
+460'in Üstü Mevcut Proje (1) =	107.078.568	13.832.188	7,74
+340,+460 Arası (2)=	228.993.000	21.714.600	10,54
+340'ın Üstü Toplam (1+2) =	336.071.568	35.546.788	9,45
+200, +460 Arası Hüstaş			
Sınırına Topuk Bırakıldı (3)=	559.342.000	42.020.850	13,31
+200'ün Üstü toplam (1+2+3) =	666.420.568	55.853.038	11,93

Sahada 6.900.000 ton KM₃ mevcut rezerve ilave edilip bunun karşılığı kübaj dekapajdan tenzil edildiğinde;

+ 200'ün Üstü =	661.820.563	62.753.038	10,54
-----------------	-------------	------------	-------

d) Sahada 0,50 m. ve altı ara kesmelerin kömüre karışacağı kabul edilmiş; 0,50 m. den kalın ara kesmeler rezervden düşürülmüştür.

e) Sahada 6.900.000 ton KM₃ kömürü hesaplanmıştır.

f) Sahadaki formasyon P₂, P₁, M₃ ve M₂ birimlerinden oluşmaktadır. Bu birimlerin ortalama kalınlıklar ve dekapaj miktarları şöyledir.

Çizelge 6.1 Birimlerin ortalama kalınlıklar ve dekapaj miktarları.

Formasyonun Cinsi	Kalınlık (m)	Dekapaj (m ³)	Toplam Dekapaj (m ³)
P ₂	30	20.000.000	20.000.000
P ₁	90	130.000.000	150.000.000
M ₃	60	115.000.000	265.000.000
M ₂	100	396.820.568	661.820.568

g) Sahada damarın yatımı Kuzeydoğu Güneybatı istikametindedir. Damarın eğimi ortalama olarak şöyledir.

Mevcut Açık Ocak Projesi	: 20 Derece
+340,+460 Arası	: 17,5
+200,+340 Arası	: 14
+200'ün Üstü Ortalama	: 18,3

h) Sahadaki 6.900.000 ton KM_3 damarın ortalama kalınlığı 4,5 m. olup alt ısı değeri 1500 Kcal/kg. dir. Sahadaki M_2 ana damarın ortalama damar kalınlığı 16,5 m. olup ortalama alt ısı değeri 3150 Kcal/Kg. dir.

6.1.2 Projenin teknik özellikleri

- Açık işletme Yöntemi ile Alınacak Kömür Miktarı:

Yapılan çalışma sonucu +200 kotuna kadar olan kısmın açık ocak işletme yöntemi ile alınabileceği sonucuna varılmıştır. +200 kotunun üzerinde 55.853.038 ton KM_2 . 6.900.000 ton KM_3 olmak üzere 62.753.038 ton kömür bulunmaktadır.

- Dekapaj:

Saha +200 kotuna göre projelendirilmiş ve kesitlerden 661.820.568 m³ dekapaj hesaplanmıştır.

- Örtü Kömür Oranı:

$$661.820.568 \text{ m}^3 : 62.753.038 \text{ ton} = 10,54 \text{ m}^3/\text{ton}$$

- Sahanın Ömrü:

62.753.038 ton kömürün %10'unun üretim aşamasında kayıp olacağı öngörülmüş ve üretilecek rezervin 56.477.734 ton olduğu hesaplanmıştır. Yaklaşık 23 yıllık üretim planlaması ile 2.500.000 ton/yıl üretim öngörülmüştür.

- Yıllık Dekapaj:

Sahada 3 yıl evvel dekapaj çalışmalarına başlanacağı öngörülmüş ve dolayısıyla 26 yıl dekapaj yapılacağı kabul edilmiştir. Bu durumda yapılması gereken dekapaj;

$$661.820.568 \text{ m}^3 : 26 \text{ yıl} = 25.600.000 \text{ m}^3/\text{yıl} \text{ olacaktır.}$$

- Genel Şev Açısı:

Açık işletme projesinde P_2 ve P_1 formasyonunda şev açısı 33° , M_3 ve M_2 'de ise 36° alınmıştır. Taban killerinin heyelan yapmaması, iç döküm yapılması ve heyelanların önlenmesi için çalışmanın alt kotlardan başlaması ancak kuzey güney istikametinde tabaka meyiline paralel olarak yapılması gerekmektedir.

Eynez sahasında kömürün yatımı Güney doğu-Güney batı istikametindedir. Sahadaki mevcut açık işletme; Güney doğu-Güney batı istikametinde yapılmakta ve en üst kotlardan başlanmıştır. Sahanın +200 kotuna kadar açık işletme yapılması halinde hem iç döküm yapmak, hemde taban killerinin kaymasını önlemek bakımından; sahanın Kuzey-Güney istikametine tabaka yatımına paralel olarak çalışılması ve bununda an alt kottan başlanması uygun olacaktır. Bunun için ilk panonun kömürün mostra verdiği Karanlıkdere vadisinde yapılması düşünülmüştür. Bu panoda yapılacak dekapaj, bölüm yazıhanesinin batısındaki vadiye dökülecektir.

6.1.3 Panoda uygulanan açık ocak işletme yöntemi

E.L.İ Müessese Müdürlüğü'nün açık işletme faaliyetlerinde elde edilen deneyimler sonucu; bu sahada dekapajın Ekskavatör-Kamyon sistemi ile yapılmasının en uygun yöntem olduğu kanaatine varılmıştır. Örtü birimi patlatılarak gevşetildikten sonra ekskavatörlerle kamyonlara yüklenecektir. Proje kapasitesinin yüksek olması sebebiyle makine teçhizat kapasitesinin de yüksek seçilmesi uygun olacaktır. Bu durum fazla trafiği engellediği gibi personel sayısında da tasarruf sağlayacaktır. Müessese Müdürlüğüne 154,2 ton'luk (170 s.ton) kamyonların gelmeye başlanacağı göz önüne alınarak, kamyonlar 154,2 ton'luk (170 s.ton) olarak seçilmiştir. Kamyon kapasitesine göre $15,3 \text{ m}^3$ (20 yd^3)'lük ekskavatörün uygun olacağı hesaplanmıştır [20].

Ekskavatör Sayısı ($15,3 \text{ m}^3$):

Günlük çalışma Zamanı	: 13 saat/gün (2 vardiya)
Yıllık çalışma Zamanı	: 260 gün/yıl = 3380 saat/yıl
Kepçe Periyodu	: 28 saniye
Kepçe Dolma Faktörü	: 0,9
İşyeri Randımanı	: 50/60 (saatlik fiili çalışma süresi)
Toprak Kabarına Faktörü	: 1,45
Yapılacak Dekapaj Miktarı	: 15.000.000 m^3 /yıl

Ekskavatör Yıllık İş Miktarı:

$$3380 \text{ saat/yıl} * 3600 \text{ Sn} * 20 \text{ Yd}^3 * 0,764 * 0,9 * 50: 1,45 * 28 * 60 = 3.434.612 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

$$15.000.000 \text{ m}^3 : 3.434.612 \text{ m}^3 = 4,36 \sim 5 \text{ Adet}$$

Ekskavatör İş Kapasitesi:

$$20 * 0,764 * 3600 * 0,9 * 50: 1,45 * 28 * 60 = 1016,15 \text{ m}^3/\text{h.}$$

Damperli Kamyon:

Dekapajda 154,2 ton (170 s.ton) kapasiteli kamyon kullanılması uygun görülmüş; ortalama taşıma mesafesinin ise 3200 m. olduğu bulunmuştur.

$$\text{Ekskavatör İş Miktarı} : 1016,15 \text{ m}^3/\text{h} * 2,45 \text{ t/m}^3 = 2489,5 \text{ t/h.}$$

$$\text{Kamyon Tonajı} : 170 \text{ s.ton. } 0,907 \text{ m.ton/s.ton} = 154,1 \text{ t}$$

$$\text{Kepçe Periyodu} : 28 \text{ Sn.}$$

$$\text{Yerinde Örtü Yoğunluğu} : 2,45 \text{ t/m}^3$$

$$\text{İş Yeri Randımanı} : 50/60(\text{Saatlik Fiili Çalışma Suresi})$$

$$\text{Toprak Kabarma Faktörü} : 1,45 \text{ t/m}^3$$

$$\text{Kepçe Tonajı} : 20 * 0,764 * 0,9 * 2,45: 1,45 = 23.23 \text{ ton}$$

$$\text{Kamyonun Dolması için Kepçe Sayısı} : 154 \text{ ton}/35 \text{ ton} = 6,6 \sim 7 \text{ kepçe}$$

$$\text{Kamyonun Her Seferi için Gerekli Zaman(t)} : t_1+t_2+t_3+t_4$$

t_1 = Kamyon Dolma Zamanı

t_2 = Kamyon Ekskavatör Yanındaki Manevra Zamanı

t_3 = Dolu ve Boş Olarak Yolda Gecen Zaman

t_4 = Toprak Harmanda Manevra ve Boşaltma Zamanı

t_1 = Kepçe periyodu * Kamyon tonajı: Kepçe tonajı

$$t_1 = 28 \text{ Sn} * 154 \text{ ton}: 23.23 = 185 \text{ Sn}$$

t_2 = 60 Saniye seçilmiştir.

t_3 = Yolda geçen zaman: Dolu gidiş + Boş dönüş zamanı

$$t_3 = 397 + 627 = 1024 \text{ Sn. } t_4 = 90 \text{ Sn. alınmıştır.}$$

Çizelge 6.2 Dolu gidiş süresi.

Mesafe	Meyil (%)	Vites	Ortalama (km/h)	Zaman (sn)
50	1	1	7,12	25
50	1	2	10,73	17
1400	1	3	19,9	253
1000	3	3	19,9	181
600	2	3	19,9	109
50	2	2	10,73	17
50	2	1	7,12	25
TOPLAM				627

Çizelge 6.3 Boş dönüş süresi.

Mesafe	Meyil (%)	Vites	Ortalama (km/h)	Zaman (sn)
50	-2	1	7,12	25
50	-2	2	10,73	17
50	-2	3	14,14	13
50	-2	4	21,07	9
50	-2	5	37,66	5
450	-2	5	37,66	43
1000	-3	5	37,66	96
1250	-1	5	37,66	120
50	-1	5	37,66	5
50	-1	4	21,07	9
50	-1	3	14,14	13
50	-1	2	10,73	17
50	-1	1	7,12	25
TOPLAM				397

Kamyonun Tur Zamanı:

$$t_1+t_2+t_3+t_4 = 124+60+1024+90 = 1298 \text{ Sn.}$$

Kamyonun Saatlik Verimi:

$$3600 \cdot 170 \cdot 0,907 \cdot 50 / 1298 \cdot 60 = 340 \text{ ton/h}$$

1 Adet 15,3 m³ (20 Yd³)'lük ekskavatör için gerekli kamyon sayısı

$$\text{Ekskavatör iş Kapasitesi} / \text{Kamyon iş Kapasitesi} = 2489,56 \text{ t/h} / 340 \text{ t/h} = 6,99 \sim 7 \text{ Kamyon}$$

$$\text{Toplam Kamyon sayısı: } 5 \cdot 7 = 35 \text{ Kamyon}$$

Toplam Kamyon sayısı: 35 Adet

6.1.4 Projenin ekonomik yönden değerlendirilmesi

Çizelge 6.4 Amortisman masrafları.

Teçhizatın Miktarı ve Cinsi	Yatırım Tutarı (\$)	Amortisman Nispeti (%)	Tutarı (\$)
Elektrikli Ekskavatör (5)	29.425.000,00	10	2.942.500,00
Damperli Kamyon (35)	46.775.050,00	25	11.693.762,50
Delik Delme Makinası (7)	2.217.040,00	20	443.408,00
Buldozer (11)	2.824.800,00	20	564.960,00
Grayder (4)	800.000,00	20	160.000,00
Sulama Tankeri (4)	2.000.000,00	25	500.000,00
Yağlama Kamyonu ve Teçhizatı (3)	204.000,00	25	51.000,00
Mazot Tankeri (4)	272.000,00	25	68.000,00
Sabit Seyyar Tulumba (4)	44.000,00	10	4.400,00
Treyler ve Çekicisi (1)	113.000,00	25	28.250,00
T o p l a m	84.674.890,00		16.456.280,00 \$/yıl

- Malzeme ve Enerji Sarfıyatı:

- Elektrik Enerjisi:

5 Adet Ekskavatör : 0,30 Kwh/m³ * 15.000.000 m³/yıl * 0,067 \$/Kw = 301.500 \$/yıl

Akaryakıt Sarfıyatı : 0,40 Kgh/m³ * 15.000.000 m³/yıl * 0,50 \$/Kg. = 3.000.000 \$/yıl

- Yağ Sarfıyatı:

5 Adet Ekskavatör : 5 * 1,3 Kg./h * 3380 h/yıl = 21.970 Kg.

35 Adet Kamyon : 35 * 2,2 Kg./h * 3380 h/yıl = 260.260 Kg.

7 Adet Delik Delme Makinesi : 7 * 2,5 Kg./h * 3380 h/yıl = 59.150 Kg.

11 Adet Buldozer : 11 * 2 Kg./h * 2000 h/yıl = 44.000 Kg.

4 Adet Greyder : 4 * 1 Kg./h * 2000 h/yıl = 8.000 Kg.

4 Adet Sulama Tankeri : 4 * 0,5 Kg./h * 2000 h/yıl = 4.000 Kg.

Mazot ve Yağlama Kamyonu : 7 * 0,5 Kg./h * 1500 h/yıl = 5.250 Kg.

Diğer : = 2.000 Kg.

Toplam : = 404.630 Kg.

Yağ Sarfıyatı Tutarı : 404.630 Kg/Yıl * 1,8 \$ / Kg. = 728.334 \$/Yıl

○ Patlayıcı Madde Sarfiyatı:

T.A.N.	: 0,2 Kg./m ³ * 15.000.000 m ³ /Yıl * 0,34 \$/Kg.	= 1.020.000 \$/Yıl
Dinamit	: 0,001 Kg./m ³ * 15.000.000 m ³ /Yıl * 1,93 \$/Kg.	= 28.950 \$/Yıl
Kapsül	: 0,0004 Kg./m ³ * 15.000.000 m ³ /Yıl * 1,4 \$/Ad.	= 8.400 \$/Yıl
Ateşleme Fitolu	: 0,008 Kg./m ³ * 15.000.000 m ³ /Yıl * 0,05 \$/Kg.	= 6.000 \$/Yıl
Patlayıcı Sarfiyatı Toplamı		= 1.063.350 \$/Yıl

○ Oto Lastiği Sarfiyatı :

-35 Adet Kamyon :

$$35 * 3/4 \text{ Tk./Yıl} * 6 \text{ Ad./Tk} * 9975 \text{ \$/Ad} = 1.571.062,5 \$$$

-1 Adet Lastik Tekerlekli Buldozer:

$$1 * 3/4 \text{ Tk./Yıl} * 6 \text{ Ad./Tk} * 3300 \$ = 14.850 \$$$

-4 Adet Greyder:

$$4 * 3/4 \text{ Tk./Yıl} * 6 \text{ Ad./Tk} * 313,9\$ = 5.650\$$$

-11 Adet Su, Yağ ve Mazot Tankeri :

$$11 * 3/4 \text{ Tk./Yıl} * 6 \text{ Ad./Tk} * 224\$ = 11.088\$$$

-1 Adet Treyler ve Çekicisi :

$$1 * 3/4 \text{ Tk./Yıl} * 18 \text{ Ad./Tk} * 224\$ = 3.024\$$$

Lastik Sarfiyatı Toplamı

$$= 1.605.674,5 \text{ \$/Yıl}$$

○ Halat Sarfiyatı:

5 Adet Ekskavatör

$$\text{Hoist Halatı} : 5 \text{ Adet} * 128 \text{ m/Ad.} * 13 \text{ \$/m} * 3380 \text{ h/Yıl} / 700 \text{ h} = 40.174 \$$$

$$\text{Çekme Halatı} : 5 \text{ Adet} * 82 \text{ m/Ad.} * 0,17\$/\text{m} * 3380 \text{ h/Yıl} / 1100 \text{ h} = 214 \$$$

$$\text{Boom Halatı} : 5 \text{ Adet} * 84 \text{ m/Ad.} * 14 \text{ \$/m} * 3380 \text{ h/Yıl} / 3000 \text{ h} = 6.625 \$$$

Halat Sarfiyatı Toplamı

$$= 47.013 \text{ \$/Yıl}$$

• Tamir Bakım (Periyodik Bakım. Büyük Tamir. Yedek Parça Dahil):

Makine ve teçhizatın yıllık tamir - bakım ve yedek parça masrafı yatırım tutarının %10'u olarak alınmıştır. Bu durumda dekapajda kullanılan teçhizatın yatırım tutarı 84.674.890,00 \$ olup; bunun %10'u 8.467.489,00 \$/Yıl [21].

- Sigorta Masrafı:

Sigorta Masrafı yatırım tutarının %0,0005'i alınmıştır.

5 Adet Ekskavatör	= 29.425.000\$
35 Adet Kamyon	= 46.775.050 \$
11 Adet Buldozer	= 2.284.800\$
7 Adet Delik Delme Makinesi	= 2.217.040\$
4 Adet Greyder	= 800.000 \$
Toplam :	= 81.501.890 \$
55.726.000 * 0,0005	= 40.750 \$/Yıl

- İşçilik Masrafı:

300 Kişi * 13.453 \$/Yıl = 4.035.900 \$/Yıl

Toplam Masraflar

Amortisman	= 16.456.280 \$/Yıl
Malzeme ve Enerji	= 6.745.871 \$/Yıl
İşçilik	= 4.035.900 \$/Yıl
Tamir-Bakım	= 8.467.489 \$/Yıl
Sigorta	= 40.750 \$/Yıl
Toplam	= 35.746.290 \$/Yıl

- Dekapaj Maliyeti:

35.746.290 \$/15.000.000 m³ = 2.38 \$/m³

6.2 Malzeme Özellikleri ve Döküm Sahaları

Örtü malzemesini taşımada uygulanması düşünülen “kırıcı-bant konveyör” sistemlerinin ocağa uygunluğunun araştırılması, malzeme özelliklerinin belirlenmesi ve sistemin ocağa uygun olarak tasarlanması amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmıştır [4]

Bu çalışmalar kapsamında; laboratuarda yoğunluk ve nem tayini ile ilgili deneyler yapılmış, işletmeden sağlanan harita ve proje kesitlerinden döküm sahalarına taşınacak örtü malzeme miktarı bulunmuştur. Ayrıca sistem için yol güzergahları ile örtü döküm alanları (döküm harmanları) belirtilmiştir.

Malzemenin fiziksel özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan deneyler sonucunda (taze ve ayrılmış marn'ın) yerinde yoğunluğu $2,5 \text{ t/m}^3$, doğal nem içeriği ise %13 olarak bulunmuştur. Ortalama parça boyutunun belirlenmesi amacıyla, fotoğrafik analiz yöntemi kullanılmış ve sonuçta uygulanan gevşetme atımları ve delik geometrisine göre patlatma sonrası ortalama parça boyutu, 16 adet fotoğraf üzerinde yapılan değerlendirmeler sonucunda yaklaşık 30 cm olarak bulunmuştur [4].

Üretimin ilerideki aşamalarında, kaldırılacak örtü malzemesinin döküm olanakları sınırlıdır. Şu andaki örtü-kazı malzemesi ocağın kuzeybatısındaki harman sahasına dökülmektedir.

Kırılmış malzemenin saha içinden döküm alanlarına kadar katetmesi gereken yol güzergahları uzunluklarıyla Çizelge 6.5'de gösterilmiştir.

Seçilen bu yolların ortalama eğiminin hem kamyon hem de bant nakliyatı için uygun olduğu görülmektedir. Bir açık ocakta kamyon nakli için işletme gideri açısından 1,5 km'lik yol uzunluğu ekonomik olmasına rağmen, Çizelge 6.5'de görüldüğü gibi toplam yol uzunluklarının bu değer çok üzerinde olması bant konveyör nakliyatına olan gereksinimi göz önüne sermektedir.

Çizelge 6.5 Gidiş yönü harman yolları ve eğimleri

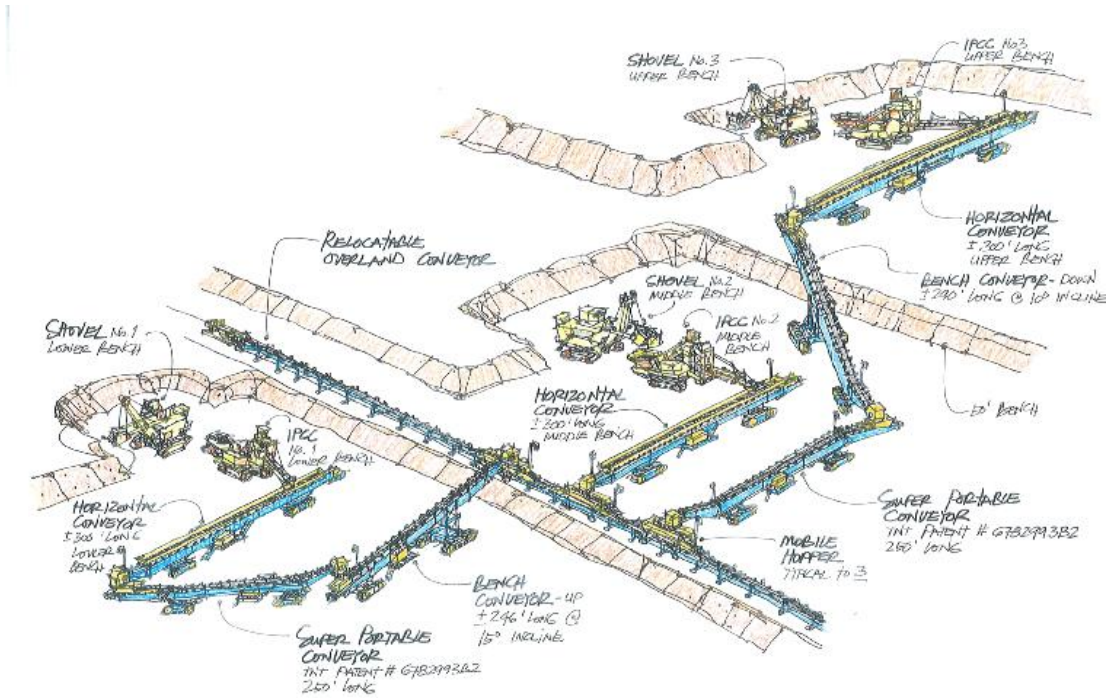
Güzergah No.	Taşıma Yolları Uzunluğu ve Eğim						Döküm Harmanları	Toplam Yol Uzunluğu (m)
	Saha İçi (m)	%	Bağlantı Yolu (m)	%	Harman İçi (m)	%		
I	566 446	-8.7 0	1408	+0.5	492	0	Eynez1	2912
II	626	-2 0	1408	+0.5	492	0	Eynez1	2526
III	168		1408	+0.5		+3	Eynez1	2068
IV	334	-0.9	554 1470	+3.6 -1.2	100	0	Kuşak	2458
V	356	+1.5	554 1470	+3.6 -1.2	100	0	Kuşak	2480

6.3 Kırıcı-Bant Nakliye Sistemlerinin Panoya Uygulanması

Uygulanması düşünülen kırıcı-bant sistemlerinde birbirleriyle uyumlu şekilde çalışacak doğru tipte ve büyüklükte ekipman seçimi büyük önem taşımaktadır. Eynez Açık Ocağı'nda kurulacak sistemlerin çalışma prensibi kısaca şöyle olacaktır:

Ekskavatör-Mobil Kırıcı-Bant sisteminde, ekskavatörle kazılarak mobil kırıcıya beslenen ve boyutu küçültülen malzeme, ocak içi mobil bantlara yüklenecektir. Ocak çıkışında, transfer istasyonlarında ocak dışı banda geçen malzeme, döküm sahasına kadar taşınacaktır. Sistemin genel durumu şekil 6.1'de gösterilmiştir. Bu sistemin sürekliliği ve sağlıklı çalışabilmesi için ekipman kapasitelerinin (ekskavatör kepçe kapasitesi, kırıcının kapasitesi, bandın taşıma kapasitesi) birbirleriyle uyumlu olması gerekmektedir.

En önemli ekipman seçimi mobil kırıcı üzerinde yoğunlaşmaktadır. Çünkü kırıcılar, sistemde en pahalı ve en çok sorun çıkartabilecek ekipmanlar olacaktır.



Şekil 6.1 Panoda uygulanacak ekskavatör- mobil kırıcı-bant yöntemi.

Eynez panosunda patlatma sonucu elde edilen örtü-kazı malzemesinin, kırıcıya ortalama 30 cm boyutunda sert ve bloklu malzeme (marn) olarak beslenmesi gerekeceğinden, ideal olarak konik ya da çeneli kırıcı önerilebilir. Çünkü konik ve çeneli kırıcılar, hem dayanıklı hem de

sağlam yapıda oldukları için sert ve aşındırıcı malzemeleri kırmak amacıyla seçilir. Aynı zamanda büyük besleme açıklıklarından dolayı, büyük bloklu malzemelerin beslenmesine uygundur. Bant ile nakliye söz konusu olduğundan, kırma bölümünün dairesel şekle sahip olması ve çeneli kırıcıya göre daha kübik boyutlu ürün elde edilmesi düşünüldüğünde, bir başka deyişle, köşeli ve aşındırıcı olmayan ürün meydana getirdiği için konik kırıcı bu noktada üstünlük kazanabilir [22].

Kırıcıya ait diğer bir önemli seçim, hareket etme sistemidir. Basamaklarda çalışan mobil kırıcılar, kazı yüzeyinden doğrudan yüklendiği için patlatma sırasında tehlikeli bölgenin dışına çekilmek zorundadır. Bölgenin jeolojik yapısının bozuk olması, dolaylı olarak engebeli arazi yapısı, paletli taşıma sistemini ön plana çıkaracaktır. Kırıcının zaman zaman düzensiz yükleme şartları ile karşı karşıya kalacağı bilinmelidir. Bu nedenle motor gücünün, aksamayan bir çalışma ve düzensiz yüklemenin kırıcıya vereceği zararı elimine etmesi için kapasitenin mümkün olduğunca üstünde seçilmesi gerekebilir. Çünkü yük altında durmuş bir kırıcıyı tekrar çalıştırmak, kırma bölümünü temizlemeyi gerektirmekte, bu durum, zaman kaybına sebep olmaktadır. Kırıcının besleme haznesinde, boşaltılan bloklu malzeme parçalarının çoğu zaman besleme açıklığı üzerinde tıkanmalara sebep olacağı unutulmamalıdır. Bu olumsuzluğu aşmak için bloklu malzeme boyutuna uygun, titreşimli mekanik ızgaralar ile kırıcı üzerinde bulunan ve köprüleşme oluşturup tıkanmalara neden olan parçaları yerinden oynatan ve kıran kayaç kırıcıları düşünülebilir.

Kırılmış malzemenin ocak içinde ve dışında bant konveyör ile taşınması planlandığından, taşıma yollarının stabilitesinin sağlanmış olması gerekir. Öncelikle ocak içi yolların duraylılığının sağlanması için, üretilecek kömürün %90'inin alınması öngörülmektedir. Böylece bırakılan yüksek dayanımlı kömürün taban kabarmalarını önleyerek, yolun stabilitesinin sürekliliğini sağlayacağı düşünülmüştür. Taşıma yolları için düşünülecek bir diğer önemli konu, bant nakliye sistemine uygun eğimlerin oluşturulmasıdır. Yol tasarımında eğim ocak içinde kamyon için %5, bant için %10 olarak alınabilir [4].

Mobil kırıcıdan çıkan malzemenin, kırıcıya ait olan hareketli nakil bandıyla ilk besleneceği yer ya mobil bant arabası ya da kaydırılabilir (itilebilir) bant konveyör sistemidir. Her bir mobil kırıcı tesisi ile ocak içi kaydırılabilir bant konveyör arasına mobil bant arabası konulması, seçilen basamak yüksekliğinden (15 m) daha yüksek bir basamak oluşturulması durumunda ve ekskavatör-mobil kırıcı hareketliliğine daha çabuk uyum sağlaması açısından düşünülebilir. Bununla birlikte araya bant arabası koymadan doğrudan ocak içi kaydırılabilir

banda kırılmış malzeme aktarılabilir. Kırıcıdan, ocak içi itilebilir banda malzeme aktarıırken kapasiteye uygun, yine ocak içi bandın üzerinde monteli olduğu ray sistemi üzerinde hareket eden bir bunker düşünülmelidir. Bunker sistemiyle bant üzerine düzenli bir besleme sağlanabilecektir.

Kırıcıyla birlikte uygun kapasitede çalışacak olan bir bant konveyör sisteminin kurulmasında, taşınacak örtü-kazı malzemesi olan sert marn ve yapışkan kilin de dikkate alınması gerekir. Bant konveyör hacimle ilgili bir nakliye aracı olduğu için dikkat edilmesi gereken nokta, örtü-kazı malzemesi olan marnın yerinde hacminin, kazılmış ve konveyöre boşaltılmış halinden daha küçük olduğudur. Bir başka ifade ile kazılmış malzemenin kabarma faktöründen dolayı birim hacim başına düşen kütle miktarının azalmasıdır. Bant üzerinde taşınan malzeme yoğunluğunun gerçek değerinden fazla tahmin edilmesi durumunda banda fazla malzeme yüklenmesine ve banttın dökülmelere neden olacağı unutulmamalıdır.

Taşınacak malzemenin fiziksel özelliklerinden olan nem içeriği ve boyutun değişmesi ile bantta ortaya çıkacak aşırı yüklenmelere karşı bir emniyet faktörü olarak, yükleme yüzdesinin tespit edilmesi gerekebilir. Hesaplanacak olan malzeme yığın kesit alanı, bu yüzdeler ile çarpılarak yükleme kontrolü sağlanabilir.

Bant konveyörle nakliyatta, taşınacak malzemenin parça boyutu ve boyut dağılımına bağlı bant hızının belirlenmesi diğer önemli konudur. Seçilecek olan bant genişliğinin, alacağı maksimum yük oranına uygun bant hızı seçilmelidir. Bant hızının yüksek seçilmesi aşırı makara ve rulman aşınmasına, yükleme noktasında bant aşınmalarına, fazla toz oluşumuna ve boşaltma silolarında aşınmalara sebep olacağı unutulmamalıdır. Bunun yanında bant oluklaşmasına sebep olan makara dizaynının iyi belirlenmesi gerekecektir. Çünkü bant oluklaşmasının artışı ile aynı kapasitedeki yükün daha düşük hızlarda taşınmasının dikkate alınması gerekebilir. Genel olarak bant hızının 6 m / sn.yi geçmemesi gerektiği gözden kaçırılmamalıdır.

Bant taşımacılığı ile ilgili dikkat gerektiren diğer bir konu da killi malzemenin bant taşıma yüzeyine yapışmasıdır. Eğer önlem alınmaz ise, malzemenin dönüş tamburu ve makaralar ile tahrik tamburuna yapışarak konveyörün çalışmasını aksatacağı bilinmelidir. Bandı temizlemek için sabit sıyrıcılar ya da uzun konveyörlerde uygulanan, bandın taşıyıcı yüzünü dönüş yolu başında 180° döndürerek yukarı bakar hale getirmek ve konveyör sonunda tekrar 180° döndürerek eski haline getirmek uygun olabilir. Böylece bandın tamburlara sarılan yüzüne birikmiş olabilecek malzemenin dökülmesi sağlanır.

Ocak içinde seçilecek konveyör sistemi, sadece itilebilir ocak içi bandı olarak düşünülmemelidir. Çünkü bu bant sisteminin basamaklarda yapılan patlatmalar sırasında güvenilir bir alana çekilmesinin sorun yaratacağı unutulmamalıdır. Bu nedenle kendilerine ait yürüme sistemlerine sahip (paletli, lastik tekerlekli ve yürüme ayaklı), kırıcı ile ocak çıkışında kurulan sabit bant konveyör arasında uygun bir hat oluşturan mobil bant konveyörler düşünülebilir. Böylece hem mobil kırıcı ile uyum içinde hareket ettirilebilme olanağı sağlanır hem de patlatma sırasında güvenli bölgeye mobil bant konveyörün çekilebilmesi mümkün olur.

Ocak çıkışında, ocak dışı sabit bant konveyöre düzenli bir besleme için silo ve oluk sistemi düşünülebilir. Oluklar malzeme akışının daha kolay hale gelmesi ve aşınmaların minimum seviyeye inmesi için kanallı bir yapıda oluşturulmalıdır.

Malzemeyi döküm sahasına taşıyacak olan sabit bant konveyör, ocak sahasının dışı düşünüldüğünde, oldukça engebeli bir arazi üzerinde çalışacağı bilinmelidir. Bu nedenle uzun bir hat boyunca oluşturulacak sabit bant konveyörün yükleme şartlarının değişimine ve engebeli arazi yapısına uygun bir şekilde dizayn edilmesi gerekeceği unutulmamalıdır.

Bu tasarım görüşü altında, yükleme şartları sırasında büyük değişimler beklendiği zaman, sabit bant konveyörlerin hem baş hem de kuyruk kısmına kurulan, geri kayan yüke göre oluşan güce uygun tahrik ünitelerinin, güç üretme şartlarını daha iyi sağlayacağı unutulmamalıdır. Böylece bant konveyör üzerinde geri kayan malzemenin potansiyel enerjisinin, sisteme ait taşıma mekanizmasının sürtünme gücünü aşması önlenmiş olacaktır. Bu şartlarda çalışan bant konveyörün yükleme şartları ne olursa olsun kontrol altında yükü taşıyabileceği bilinmelidir.

Eynez Açık Ocağı'na kurulması düşünülen mobil kırıcı-bant sisteminin, işletmede çalışan yönetici ve teknik kadroların elde bulunan kamyon filosunu atıl hale getireceği endişesini taşıması bu sisteme yaklaşımı güçleştirmektedir. İşletme çalışanları bu sistemin yerine ocağın uygun bir yerine kurulacak istasyon (sabit) ya da yarı mobil kırıcı tesisi ile hem kamyonların atıl hale getirilmesinin önüne geçileceğini, hem de birden fazla kırıcı ve bant ünitesiyle uğraşmanın zahmetli ve yoğun emek gerektiren bir iş olduğunu düşünmektedir.

Ancak unutulmamalıdır ki tek bir kırıcı istasyonuna yoğunlaşan çalışmalar tesisin arızalanması ile üretimde aksamalara sebep olacaktır. Ayrıca işletme çalışanlarının bir başka düşüncesi de ocak çukuruna kamyon nakliyatı için daha yakın olan eski döküm sahalarının kırıcı-bant sistemiyle boşaltılıp buralara örtü kütlelerinin tekrar kamyon nakliyle devamının

sağlanması yönündedir. Bununla birlikte eski örtü malzemesini taşıyacak olan bant konveyörün, işletme bünyesinde imal edilebileceği görüşü hakimdir.

Ekskavatör-Kamyon-Yarı Mobil Kırıcı (veya sabit kırıcı)-Bant Konveyör sisteminde ise, ekskavatörle kazılarak kamyonu yüklenen malzeme, ocak çıkışındaki kırıcıya beslenmekte ve boyutu küçültülen malzeme, harman sahasına kadar uzanan sabit bant konveyörle taşınmaktadır. Yani Şekil 6.1'deki mobil kırıcı ve mobil konveyör yerine klasik kamyon taşımacılığı vardır.

6.4 Eynez Panosunda Yapılan Kamyon Yöntemi ve Yarı Mobil Kırıcı-Bant Konveyör Yöntemi Karşılaştırması

6.4.1 Giriş

Bu çalışmada, Soma Eynez Bölgesi açık ocak panoda yıllık 15.000.000 m³ örtü kazısı için farklı nakliye alternatifleri geliştirilmiş ve bu alternatiflerde oluşacak işletme giderleri, birim taşıma maliyetleri ekonomiklik açısından değerlendirilmiştir [23].

Planlamaya ilişkin İşletme Verileri

Yıllık Örtü Kazı Miktarı (m ³)	: 15.000.000
Yıllık çalışma süresi (saat)	: 3.380
Kazı Kapasitesi (m ³ /h)	: 1.016
İşyeri ve Makine Verimi (%)	: 85
Ekskavatör Kapasitesi (t/h)	: 2.489,5
Gerekli Ekskavatör Sayısı	: 5
Kepçe Hacmi (m ³)	: 15,3
Kamyon Kasa Hacmi (m ³)	: 60

6.4.2 Kamyon nakliyat sistemi

Yaygın olarak açık işletmelerde kullanılan kamyon nakliyatı sağladığı avantajlar ile her durum için alternatif nakliye sistemlerindedir. Bu alternatif de, +650/+400 kotları arasında yapılan 15000000 m³'lük dekapajın 912 m³'lük bölümü ocak içi ve yaklaşık 2000 m. harman sahası yolu olmak üzere toplam 2912 m. mesafe boyunca nakledilerek +550 harman sahasına taşınması durumu değerlendirilmektedir. Sistem için hesaplanan kamyon sayıları Çizelge 6.8'de verilmiştir. İşletmede oluşacak ilk yatırım maliyeti, 84.674.890 \$, yıllık işletme giderleri ise toplam 34.635.927 \$ olarak hesaplanmıştır (Çizelge 6.6). Kamyon nakliyatı alternatifi

sisteminde oluşan birim işletme giderleri Çizelge 6.7’de verilmektedir. Çizelge 6.7’de görüldüğü gibi kamyon nakliyatı sisteminde toplam birim işletme gideri 2,306 \$/m³ olarak gerçekleşmiştir. Bu birim işletme giderinin %20,33’lük kısmını akaryakıt ve işçilik giderleri oluşturmaktadır.

6.4.3 Kamyon-kırıcı-bant konveyör nakliye sistemi

İncelenen bu alternatifte, +650/+400 kotları arasında gerçekleştirilecek 15000000 m³ dekapaj kazısının +600 kotundaki bunker ağzına kadar kamyonla beslenmesi düşünülmektedir. Ocak içi ağırlıklı yol mesafesi 350-750 m’dir. Malzeme kırıcıda istenilen boyuta indirildikten sonra 2000 m’lik bant konveyör ile nakledilerek +550 harman sahasına taşınacaktır. Sistem için belirtilen teknik ayrıntılar Çizelge 6.8.’de verilmiştir. Sistem ekonomik olarak kamyon nakliyatı giderleri, kırıcı tesisi giderleri, bant konveyör sistemi giderleri, aktarma ve yayma ünitesi sistemi giderleri olarak ayrı ayrı değerlendirilmiş ve işletme giderleri bu sistemlerin toplamı alınarak yıllık bazda hesaplanmıştır (Çizelge 6.6). Sistemin ilk yatırımı 95.866.290 \$ olarak hesaplanmış ayrıca işletme giderleri, lastik, akaryakıt, yağ, elektrik, tamir-bakım, yedek parça, İşçilik, amortisman ve sigorta giderleri olarak hesaplanmış ve detayları Çizelge 6.6.’da verilmiştir. Buna göre sistemin yıllık işletme gideri 28.693.497 \$/yıl olarak belirlenmiştir. Kamyon-kırıcı-bant konveyör sistemi birim işletme giderleri \$/m³ olarak Çizelge 6.7’de verilmektedir. Buna göre sistemin toplam birim işletme gideri 1,912 \$/m³ olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan işletme giderinin %4,44’lük kısmı akaryakıt, %3,24’lük kısmını elektrik giderleri oluşturmaktadır.

Çizelge 6.6 İncelenen nakliye sistemleri için oluşan işletme ve ilk yatırım giderleri.

Gider Türü	Kamyon Nakliye Sistemi	Kamyon-Kırıcı -Bant Konveyör Sistemi				
	Kamyon	Kamyon	Kırıcı	Bant Konveyör Sistemi	Aktarma Yayma Ünitesi	TOPLAM
Lastik (\$/yıl)	1.605.674	688.146	0	0	0	688.146
Akaryakıt (\$/yıl)	3.000.000	1.285.714	0	0	0	1.285.714
Yağ (\$/yıl)	728.334	312.143	97.200	77.760	38.880	525.983
Elektrik (\$/yıl)	301.500	301.500	259.200	235.612	135.432	931.744
Tamir - Bakım (\$/yıl)	3.112.368	2.469.511	750.000	846.000	450.000	4.515.511
Yedek Parça (\$/yıl)	5.355.121	3.325.118	975.000	1.099.800	585.000	5.984.918
İşçilik (\$/yıl)	4.035.900	1.729.671	528.000	316.800	104.960	2.679.431
Amortisman (\$/yıl)	16.456.280	7.243.286	1.500.000	2.115.000	1.125.000	11.983.286
Sigorta (\$/yıl)	40.750	17.464	30.000	42.300	9000	98.764
İşletme Gideri Toplam (\$/yıl)	34.635.927	17.372.553	4.139.400	4.733.272	2.448.272	28.693.497
İlk Yatırım (\$)	84.674.890	57.946.290	12.000.000	16.920.000	9.000.000	95.866.290
TOPLAM	119.310.817	75.318.843	16.139.400	21.653.272	11.448.272	124.559.787

Çizelge 6.7 İncelenen nakliye sistemleri için oluşan birim işletme maliyetleri.

Gider Türü	Kamyon Nakliye Sistemi	Kamyon-Kırıcı-Bant Konveyör Sistemi				
	Kamyon	Kamyon	Kırıcı	Bant Konveyör Sistemi	Aktarma Yayma Ünitesi	TOPLAM
Lastik (\$/m ³)	0,107	0,045	0,000	0,000	0,000	0,045
Akaryakıt (\$/m ³)	0,200	0,085	0,000	0,000	0,000	0,085
Yağ (\$/m ³)	0,048	0,020	0,006	0,005	0,002	0,035
Elektrik (\$/m ³)	0,020	0,020	0,017	0,015	0,009	0,062
Tamir - Bakım (\$/m ³)	0,207	0,164	0,050	0,056	0,030	0,301
Yedek Parça (\$/m ³)	0,357	0,221	0,065	0,073	0,039	0,398
İşçilik (\$/m ³)	0,269	0,115	0,035	0,021	0,006	0,178
Amortisman (\$/m ³)	1,097	0,482	0,100	0,141	0,075	0,798
Sigorta (\$/m ³)	0,002	0,001	0,002	0,002	0,001	0,006
İşletme Gideri Toplam (\$/m ³)	2,306	1,158	0,275	0,315	0,163	1,912

Çizelge 6.8 Teknik veriler.

Parametre	Kamyon Nakliyesi	Kamyon-Kırıcı-Bant Konveyör Sistemi
Gerekli Kamyon Sayısı	35	10
Taşıma Mesafesi (m)	2912	350
Kamyon Çevrim Süresi (sn)	1298	370
Kamyon Kapasitesi (t/h)	340	1190
Bant Konveyör Kapasitesi (t/h)		6621
Bant Hızı (m/sn)		4,7
Bant Boyu (m)		1650
Bant Eğimi (%)		-6
Bant Genişliği (mm)		1600
Tahrik Motoru Gücü		900
Kırıcı Kapasitesi (t/h)		2x2000
Kırıcı Kurulu Gücü (KWh)		2x400

6.4.4 Sonuç

Çalışma kapsamında Soma Eynez Bölgesinde dekapaj malzemesinin döküm sahasına taşınması için değişik nakliye alternatifleri ekonomik analizleriyle birlikte değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde verilmektedir.

- Çalışma kapsamında kamyon ile dekapaj malzemesinin nakliyesi işletme gideri ve birim işletme giderleri hesaplanmıştır. Buna göre işletme gideri yıllık 34.635.927 \$/yıl olarak hesaplanmış, birim işletme gideri 2,306 \$/m³ olarak belirlenmiştir.
- Kamyon-kırıcı-bant konveyör kombine sistemi ile dekapaj malzemesinin nakliyesi işletme gideri ve birim işletme gideri hesaplanmıştır. İşletme gideri yıllık 28.693.497 \$, birim işletme gideri 1,912 \$/m³ olarak hesaplanmıştır.
- En pahalı nakliye tamamen kamyon nakliyatına dayalı alternatifte 2,306 \$/ m³ olarak elde edilmiştir.

7. SONUÇLAR

Bu çalışmada ELİ'ye bağlı birimler tanıtılmış, açık ocak nakliye yöntemleri hakkında bilgiler verilmiştir. Aynı zamanda mevcut durumda ekskavatör-kamyon yönteminin mobil ve yarı mobil kırıcı-bant konveyör yöntemleri ile ekonomik ve teknik yönden karşılaştırılması yapılmıştır. Artan ocak derinlikleri ile birlikte maliyetlerinde artması son dönemde bant konveyör taşımacılığını tartışmasız ön plana çıkarmıştır. Bu çalışma bant konveyörlerin ELİ Eynez Açık Ocak Panosuna uygulanabilirliği hakkında sonuçlar vermesi açısından faydalı olacaktır.

- Kırıcı sistem-bant konveyör yöntemleri uygulamaları dünya üzerinde büyük çaplı üretim yapan ocaklarda yer bulmuş ve başarılı deneyimler kazanılmıştır.
- Eynez Açık Ocak Panosunda mevcut harman gidiş-geliş yolları bant konveyör sistemine uygun eğimler sağlamaktadır. Ek 1.'de bulunan saha planında detaylı şekilde gösterilmiştir.
- Mobil kırıcı-bant konveyör ya da kamyon-yarı mobil kırıcı-bant konveyör sistemleri ilk yatırım giderleri bakımından kamyon yöntemine göre yüksektir. Kamyon nakliyatının işletme gideri yıllık 34.635.927 \$, birim işletme gideri ise 2,306 \$ olarak bulunmuştur. Kamyon-kırıcı-bant konveyör sisteminde ise işletme gideri yıllık 28.693.497 \$, birim işletme gideri ise 1,912 \$ olarak bulunmuş; bant konveyör alternatifinin daha ekonomik olduğu tespit edilmiştir.

Bu sonuçlara göre;

ELİ Açık Ocakları 4 farklı panoda faaliyetlerini sürdürmektedir. Makine parkında bulunan tüm ekipmanlar bu panolarda ihtiyaç dahilinde değerlendirilmektedir. İşletmenin mevcut durumunda en büyük eksikliği taşıma gurubunun çok yaşlı olmasıdır. Bu durumda yaşanan arızaların çokluğu kapasiteyi düşürmektedir. Eynez panosunda bant nakliyatı olması durumunda parkta bulunan kamyonların büyük kısmı diğer panolarda değerlendirilebilir. Kısacası kamyonların atıl olması söz konusu değildir.

Eynez panosunda sürekli olarak harman sorunları yaşanmaktadır. Harmanda hareketli bantlar ile döküm yapılması durumunda heyelan ihtimali azalacak; olsa bile kayıplar fazla olmayacaktır.

Halen kullanılmakta olan 154,2 ton (170 s.ton) kapasiteli kamyonlar işletmenin dekapajının büyük kısmını yapmaktadır. ELİ sürekli olarak TKİ Genel Müdürlüğü'ne yeni

kamyon talebini iletmektedir. Yakın gelecekte bu kamyonların alınması muhtemeldir. Bir kamyonun yaklaşık değerinin 2.500.000 \$ olduğu göz önüne alınırsa bu yatırım değerlendirilirken kırıcı sistem-konveyör alternatifleri ele alınmalıdır.

ELİ Açık Ocak panolarının birbirine yakınlığı nedeniyle kırıcı ya da bant sisteminde yaşanacak herhangi uzun süreli arıza durumunda diğer panolardaki kamyonlar derhal sistemin yerini alabilir. Buda dekapaj faaliyetinin sürekliliğini sağlayacaktır.

Yukarıda sayılan değerlendirmeler ışığında, ülkenin en önemli açık ocak işletmelerinden olan Ege Linyitleri ocaklarında bant konveyör nakliyatı, üzerinde düşünülmesi gereken alternatif bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- [1] Linyit Sektör Raporu 2009, TKİ, www.tki.gov.tr.
- [2] Hustrulid, W.A.. and Kuchta, M., 1998, Open pit mine planning & Design, A. A. Balkema, Rotterdam, 636 pp.
- [3] Ege Linyitleri İşletmeleri Müessesesi Müdürlüğü Tanıtım Bilgileri, 2008, ELİ.
- [4] Bahar, D., Özçelik, Y., Kulaksız, S. (1997). ELİ Soma Güney Işıklar açık ocak işletmesinde örtü kütlesi taşımacılığında alternatif sistemlerin incelenmesi, Türkiye 15. Madencilik Kongresi, s. 101-108.
- [5] Johnson, R. E., 1972, Crushing and ore loading. surface mining. New York, p. 725-733.
- [6] Saunders, J., 1984, Goes for optimum combination to boost production: The surface miner. Chicago, s. 8-10.
- [7] Singhal, K. R., 1986, Surface mining feature, World Mining Equipment, s. 24-25.
- [8] Van Kleunen, P.J., 1972, Belt conveyors. Surface Mining. New York, s. 589-601.
- [9] Kempas, J., 1994, Mobile crushers-the way ahead for in-pit crushing, World Mining Equipment, p. 24-25.
- [10] Grujic, M., Nedeljkovic, R., 1997, Problems related to transportation of mineral materials through living enviroment, Mine Planning and Equipment Selection. Rotterdam, p. 419-421.
- [11] Strzodka, K, Kraus, P., Sagner, R., 1993, Mining in open pits, Bulk Sohdi Handling Volume 13, No2.
- [12] Sakhardande, Y., 1997, Inpit crushing system at ramagundam, OC II Braunkohl Surface Mining Nr 6
- [13] Farias, J H, Einkel, O, Richter, B., Pelzer, W., 1993, New conveying system J-I Norte for Chilean Copper ore opencast mine, Bulk Solids Handling Volume 13, Number 4.
- [14] Relocation of two semi-mobile crushing plants and a semi-mobile, Spreader At Grasberg Mine, Papua. Indonesia, ThyssenKrupp Foerdertechnik, www.krupp.ca.
- [15] Project fact sheet relocation of semi-mobile crushing plants for CSI/AISC Beijing Anshan Iron Ore Mine. China, ThyssenKrupp Foerdertechnik, www.krupp.ca.
- [16] Best in the Desert-ThyssenKrupp crushing plants in Saudi Arabia, ThyssenKrupp Foerdertechnik, www.krupp.ca.
- [17] HVC-Semi mobile crushing plant, Krupp Canada Inc., www.krupp.ca.
- [18] In-pit crushing project Mae Moh Mine, ThyssenKrupp Foerdertechnik, www.krupp.ca.
- [19] Konuk A.. 1982, Bantlı konveyör nakliyat sistemlerinin ekonomik ve teknik olarak karşılaştırılması, Madencilik, Mart-Haziran, Cilt: XXI, No: 1-2, 21-27 s.
- [20] Eynez Sahası +200 Projesi, 2000, ELİ Etüd Proje Şb. Müd., Soma.
- [21] ELİ Performans Kitapçığı, 2008, Makine İşletme Şb.. Yayınlanmamış, Soma

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- [22] Duyar, T., 2002, Açık işletme madenciliğinde nakliye sistemlerinin ekonomik analizi (Soma örneği), Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, 4-47 s.
- [23] Konak, G., Onur, A. H., Karakuş, D., Mallı, T., Kavak, M., İnci, Y. S., 2005, Soma-Eynez açık işletme dekapaj nakliyesi alternatiflerinin değerlendirilmesi, Türkiye 19. Uluslararası Madencilik Kongresi ve Fuarı, 99-105 s.
- [24] İnci, Y. S., G. Konak, Ç. Pamukçu, C. O. Aksoy, 2001, Açık ocaklarda kırıcı tesis kullanımı ve Ege Linyitleri İşletmesi'nde uygulanabilirliği, Türkiye 17 Uluslararası Madencilik Kongresi ve Sergisi, 189-195 s.

EKLER

Ek. 1. Eynez İşletme Sahası Planı