

7 Madencilik sorunlarına pratik çözümler

G.L.İ. Ömerler Mekanize Ayakta Tur Zamanına Göre Ayna Kazı Yöntemlerinin İncelenmesi

M Yavuz

Osmangazi Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü Eskişehir Türkiye

S G Erçelebi

ITU Maden Mühendisliği Bölümü İstanbul Türkiye

R Çelik

G L I Ömerler Mekanize Ayak Tunçbilek-Kütahya Türkiye

ÖZET Bu çalışmada, çift tamburlu kesici-yükleyici kullanılan tam mekanize komur ocaklarında kazı işlemlerinde uygulanan en yaygın iki yöntem olan ayak başı ve yarım ayak yöntemleri kısaca açıklanmıştır. Kazı makinesinin bir have komur kesmesi için gerekli olan tur zamanının hesaplanmasında dikkate alınan temel hareketler tanımlanmış ve her iki yöntem için eşitlik haline dönüştürülmüştür. Tam mekanize kazı yapılan G L I Ömerler Mekanize Ayaktan alınan verilerin değerlendirilmesiyle ayakta tur zamanı hesaplanmıştır. Aynı ayak için hangi yöntemin kullanılacağına karar vermek için bir öneri getirilmiştir.

ABSTRACT In this study, face end and half face methods those are widely used in the fully mechanized longwall mining, where double drum shearers are used, are explained briefly. Basic movements that are considered for calculation of the cycle time required for cutting one web of coal are described and formulated for each method. The cycle times are calculated by evaluating the data taken from G L I Ömerler fully mechanized mine. A proposal is put forward for deciding which method should be used for the coal face.

1 GİRİŞ

Kesici-yükleyiciler, zincirli oluk üzerinde hareket eden ve genellikle bir seferde 60-90 cm kalınlığındaki bir komur dilimini kesen kazı makineleridir. Ayakta kullanılabilmesi için ayna» direklerden arındırılmış olmalıdır, bunun için ayakta yürüyen tahkimat ünitelerinin kullanılması gereklidir (Stefanko 1983). Kesici-yükleyiciler, başlıca iki ana gruba ayrılırlar. Bunlar, tek tamburlu kesici-yükleyiciler ve çift tamburlu kesici-yükleyicilerdir. Çift tamburlu kesici-yükleyici kullanılan tam mekanize bir komur ocağında yeni kazı havasını oluşturmak için kullanılan en yaygın iki yöntem ayak başı ve yarım ayak yöntemleridir. Bu iki yöntemin dışında veya paralelinde her ocak kendisine özgü daha verimli bir kazı yöntemini uygulayabilir. Esas olan elbette varolan en iyi kazı yöntemini seçmek, daha fazla üretim yapmaktır. Seçilen kazı yönteminde dikkat edilmesi gereken en önemli konulardan birisi en kısa tur zamanında üretim işlemini gerçekleştirmektir.

2 KAZI YÖNTEMLERİ

Kesici-yükleyici makineler ile komur kesiminde esas olarak iki ana yöntem söz konusudur. Bunlar, tek

yonlu kesim ve çift yonlu kesimdir. Komur kesiminin sadece tek bir hareket yönünde yapıldığı yöntemler tek yonlu kesim olarak adlandırılırlar. Komur kesiminin her iki yönde de yapıldığı yöntemler ise çift yonlu kesim olarak tanımlanmaktadır (Peng & Chiang 1984). Çift yonlu kesimde, kazı makinesinin yeni bir kazı havasına geçebilmesi ve kazı işlemini gerçekleştirebilmesi için kullanılan ve en çok bilinen manevra hareketleri yarım ayak ve ayak başı yöntemleridir. Yeni kazı havasının oluşturulması için burada sözü edilen yöntemlerin kullanılabilmesi gibi burada sözü edilmeyen başka yöntemler de kullanılabilir veya geliştirilebilir.

3 TUR ZAMANI

Kesici-yükleyici makinenin bel'ı bir kazı derinliğindeki komuru bütün ayak boyunca kesme suresi veya bir haveik komuru kazmak için harcadığı süre tur zamanı denir. Tur zamanı ne kadar kısa olursa, bir vardiyada üretilecek komur miktarının o kadar artış göstereceği açıktır.

3 1 Kesici-Yükleyici Makinenin Temel Hareketlen

Bir kesici-yükleyici makinenin ayakta üretim yaparken uyguladığı temel hareketler olarak, komur kesme, taban temizleme, yeni bir kazı yüzeyi oluşturmak için komure batma, kazıya devam etmek için manevra yapma ve kazı durumunu almak için tamburların pozisyonlarını değiştirme işlemini sıralayabiliriz

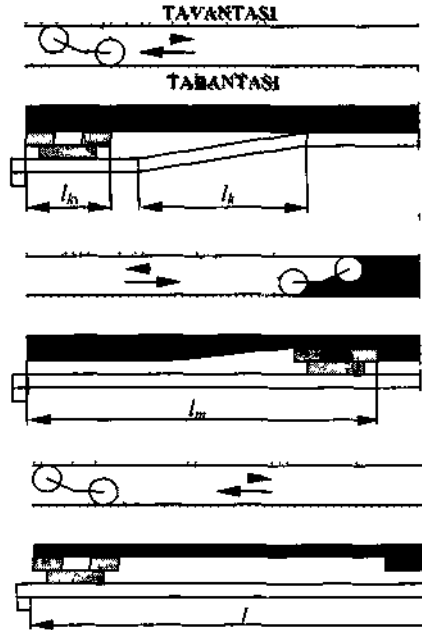
3 2 Tur Zamanının Hesaplanması

Tur zamanını hesaplarken kesici-yükleyici makinenin ayağın kuyruk yolundan kesim işlemine başladığı kabul edilmiştir Tur zamanının hesaplanması için gerekli parametreler şunlardır

- d = Kesici-yükleyici makinenin tambur çapı (m)
- l^* = Ayakta oluşan kıvrımın uzunluğu (m)
- l_k = Kesici-yükleyici makinenin uzunluğu (m)
- l_m = Ayak başı yönteminde manevra uzunluğu (m)
- l = Ayak uzunluğu (m)
- u = Kesici-yükleyici makinenin tamburlarının pozisyon değiştirme süresi (sn)
- V_t = Kesici-yükleyici makinenin temizleme hızı (m/dk)
- V_k = Kesici-yükleyici makinenin kesme hızı (m/dk)

a Ayak başı yöntemi için tur zamanının hesaplanması

Ayak başı yönteminde kesici-yükleyici makinenin temel hareketlen Şekil 1'de gösterilmiştir



Şekil 1 Ayak başı yöntemi

Ayak başı yöntemi için tur zamanı hesaplama adımları (Yavuz & Erçelebi, 2001)

$$T_{a1} = \text{Tambur pozisyon değişimi} = u \quad (1)$$

$$T_{a2} = \text{Tamburlar arasındaki komurun kesilmesi} =$$

$$\frac{l_k - 2d}{V_k} \times 60 \quad (2)$$

$$T_{a3} = \text{Manevra hareketi} = \frac{l_m - l_k + 2d}{V_t} \times 60 \quad (3)$$

$$T_{a4} = \text{Have açma hareketi} = \frac{l_k + l_k}{V_k} \times 60 \quad (4)$$

$$T_{a5} = \text{Tambur pozisyon değişimi} = u \quad (5)$$

$$T_{a6} = \text{Yeni have kazısı} = \frac{l_k + l_m + l_k}{V_k} \times 60 \quad (6)$$

$$T_{a7} = \text{Tambur pozisyon değişimi} = u \quad (7)$$

$$T_{a8} = \text{Tambur arasındaki komurun kesilmesi} =$$

$$\frac{l_k - 2d}{V_k} \times 60 \quad (8)$$

$$T_{a9} = \text{Boşta hareket} = \frac{l_m + l_k + 2d}{V_t} \times 60 \quad (9)$$

$$T_{a10} = \text{Ayak boyunca kazı} = \frac{l - 2l_k - l_m - l_k}{V_t} \times 60 \quad (10)$$

$$\text{Tur Zamanı } (T_a) = \sum_{i=1}^{10} t_i \quad (11)$$

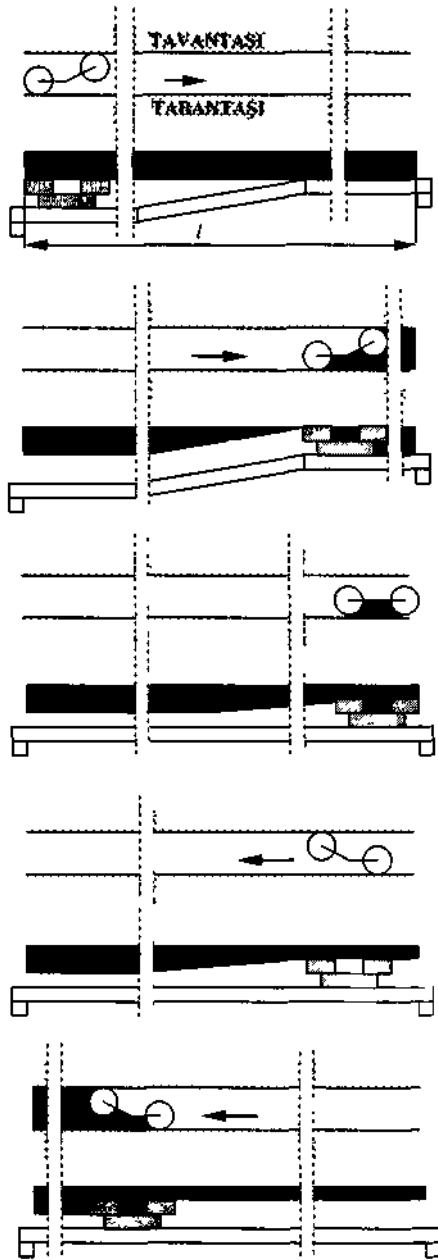
$$\text{Yani, } T_a = 3u + \frac{l + 2l_k + l_k - 4d}{V_k} \times 60 +$$

$$\frac{2l_m + l_k - l_k + 4d}{V_t} \times 60 \quad (12)$$

olarak bulunur

b Yarım ayak yöntemi için tur zamanının hesaplanması

Yarım ayak yönteminde kesici-yükleyici makinenin temel hareketlen Şekil 2'de gösterilmiştir



Şekil 2 Yarım ayak yöntemi

Yarım ayak yöntemi için tur zamanı hesaplama adımları (Yavuz & Erçelebi, 2001)

$$T_{1,} = \text{Have açma hareketi} = \frac{l_k/2 + l/2}{V_k} \times 60 \quad (13)$$

$$T_{2,} = \text{Tambur pozisyon değişimi} = u \quad (14)$$

$$T_{3,} = \text{Tamburlar arasındaki komurun kesilmesi} = \frac{l_k - 2d}{V_k} \times 60 \quad (15)$$

$$T_{4,} = \text{Taban temizleme hareketi} =$$

$$\frac{l/2 - l_k/2 - l_k + 2d}{V_t} \times 60 \quad (16)$$

$$T_{5,} = \text{Yarım ayak kazısı} = \frac{l/2 + l_k/2}{V_k} \times 60 \quad (17)$$

$$T_{6,} = \text{Tambur pozisyonu değişimi} = u \quad (18)$$

$$T_{7,} = \text{Tamburlar arasındaki komurun kesilmesi} = \frac{l_k - 2d}{V_k} \times 60 \quad (19)$$

$$T_{8,} = \text{Taban temizleme hareketi} =$$

$$\frac{l/2 - l_k/2 - l_k + 2d}{V_t} \times 60 \quad (20)$$

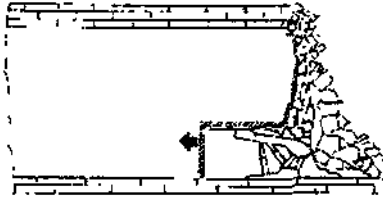
$$\text{Tur Zamanı } (T_t) = \sum_{i=1}^n T_i \quad (21)$$

$$\text{Yani, } T_t = 2u + \frac{l + l_k + 2l_k - 4d}{V_k} \times 60 + \frac{l - l_k - 2l_k + 4d}{V_t} \times 60 \quad (22)$$

olarak bulunur

4 G.L.İ. ÖMERLER MEKANİZE AYAK İÇİN TUR ZAMANININ HESAPLANMASI

G.L.İ. Ömerler yeraltı ocağı 1985 yılında üretime açılmıştır. Çalışılan damar 8-10 m kalınlığında olup, kıltaşı formasyonları ile çevrilidir. Önceleri klasik yöntemlerle üretim yapılan Ömerler yeraltı ocağında pilot mekanizasyon uygulaması için ilk etapta 6 pano programlanmış ve sahanın yapısına göre tam mekanize ayaklar projelendirilmiştir. Projelendirilen panolardan 2 panonun üretimi tamamlanmış 3. mekanize panoda (M3 panosu) ise üretim devam etmekte olup diğer panolar için (M4 panosu) hazırlıklar devam etmektedir. Pano içi yolları (sabit ve kuyruk yolları) GI 140 tip profil tahkimatı ile 13,8 m² faydalı kesitte hazırlanmaktadır. Galeri taban genişliği 4,6 m olup yükseklik 3,5 m'dir. Panolarda ayak uzunluğu 90 m ve pano boyları 450-600 m olarak tasarlanmıştır. Mekanize ayak kalkan tahkimatları ve kesici yükleyici makine ile donatılmıştır. Üretilen kömür çift zincirli ayak içi ve toplayıcı konveyörlerle bantlı konveyöre aktarılmaktadır. Ayak için gerekli olan her türlü malzeme kulikar ve monoray'la taşınmaktadır. Ayakta kullanılan yürüyen tahkimatlar kalkan tipi olup üretim yöntemine uygun olarak ayak arkasındaki kömürün alınması için göçük sarmasında pencere bulunmaktadır. Kesici-yükleyici makine ise Eickhoff EDW-150-2L'dir. Ocakta üretim işleri üç vardiyada tamamlanmakta olup vardiyalar kesim, arka kömürü ve bakım vardiyaları olarak planlanmıştır. G.L.İ.'de uygulanan üretim yöntemi Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. G.L.İ.'de uygulanan üretim yöntemi

Yurdumuzda yakın bir geçmişe kadar sadece eski adıyla T.K.İ. O.A.L. şimdiki adıyla Park Teknik'te uygulanmakta olan tam mekanize kömür kazısı, yine T.K.İ. bünyesindeki E.L.İ. ve G.L.İ. yeraltı panolarında da uygulanmaya başlamıştır. Mekanize kazı yapılan birkaç yeraltı ocağımızdan olan G.L.İ. Ömerler Ocağında uygulanan kazı yöntemi olarak projelendirilmiş olsa da uygulamada ayak başı yöntemi benimsenmiştir.

Bu yöntemde, kesici-yükleyici makine ayığın kuyruk yolu tarafından taban temizleyerek motor başına doğru harekete eder. Bu sırada makinenin arkasındaki yürüyen tahkimatlar aynaya doğru ötelenir. Makine motor başına geldiğinde arkasında kalan bölümde yürüyen tahkimatlar aynaya ötelenmiş durumdadır. Tamburlarının pozisyonlarını değiştiren makine yeni bir kazı havesi oluşturmak için kuyruk yolu doğrultusunda hareket ederek kıvrım başlangıcından itibaren aynaya girer. Makine aynaya girerken ayığın motor başı tarafında bulunan yürüyen tahkimat üniteleri de aynaya ötelenir. Kesici-yükleyici makine motor başı tarafında kalan kömürü kesmek için sabit yolu yönünde hareket eder ve tamburların pozisyonlarını değiştirir. Motor başı tarafında kalan kömürün kesilmesinden sonra tekrar tamburlarının pozisyonlarını değiştiren kesici-yükleyici makine kuyruk yolu yönünde hareket ederek daha önce kaldığı yerden kömüreatar ve ayak boyunca kömür keserek kuyruk yoluna doğru hareket eder. Makine kömür keserken arkasında kalan yürüyen tahkimatlar aynaya doğru ötelenir. Kuyruk yoluna ulaşan kesici-yükleyici makine tamburlarının pozisyonlarını değiştirdikten sonra bütün ayak boyunca taban temizleme işlemi yaparak tekrar sabit yoluna (motor başına) ulaşır.

4.1 G.L.İ. Ömerler mekanize ayakta alınan verilerle tur zamanının belirlenmesi

Bölgeden alınan veriler aşağıda verilmiştir:

Tambur çapı (d) = 1,8 m
Kazı derinliği (kd) = 0,6 m
Kazı yüksekliği (h) = 3,2 m
Kıvrım uzunluğu (4) = 10 m
Kesici uzunluğu (l^*) = 5,4 m
Manevra uzunluğu (l_m) = 20 m
Ayak uzunluğu (l) = 90 m
Tamburların yer değiştirme zamanı (u) = 60 sn
Kesicinin temizleme hızı (V_m) = 12 m/dk
Kesicinin kesme hızı (P^*) = 2,7 m/dk
Vardiya süresi ($?$) = 8 saat
Kömürün yoğunluğu (γ) = 1,44 ton/m³

Bölgede yarım ayak ve ayak başı yöntemleri için tur zamanlarının hesaplanması aşağıda verilmiştir.

a) Ayak başı yöntemine göre ocaktaki tur zamanının hesaplanması:

Eşitlik 12'deki formüle göre yukarıdaki verilerin yerlerine konmasıyla tur zamanı:

2741 sn (45,68 dk) olarak bulunmuştur.

b) Yarım ayak yöntemine göre ocaktaki tur zamanının hesaplanması:

Eşitlik 22'deki formüle göre yukarıdaki verilerin yerlerine konmasıyla tur zamanı:

2804 sn (46,73 dk) olarak bulunmuştur.

5 TUR ZAMANLARINI DİKKATE ALARAK KAZI YÖNTEMİNİN SEÇİMİ

G.L.İ. Ömerler mekanize ayakta alınan verilerin değerlendirilmesiyle ayak başı, yarım ayak yöntemleriyle elde edilen tur zamanları dikkate alınarak bir vardiyada üretilecek kömür miktarları aşağıdaki bağıntılar kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\dot{U} = n_k \times \dot{U}_i \quad (23)$$

$$n_k = \frac{t_n}{T} \quad (24)$$

$$t_n = (t_v - t_k) \times ko \quad (25)$$

$$\dot{U}_i = k_d \times h \times l \times \gamma \quad (26)$$

\dot{U} = Toplam üretim

\dot{U}_i = Tur zamanında (bir kesimde) yapılan üretim

n_k - Kesim sayısı

t_n = Net vardiya zamanı

T = Tur zamanı

k = Zaman kayıpları

ko = Kullanım oranı (verim)

Ocakta çalışmaların %60'lık bir verimle yapıldığı kabul edilerek hesaplamalar yapılmıştır. Net vardiya zamanı hesaplamaları için 30 dakika ocağa giriş, 30 dakika yemek arası ve 30 dakika ocaktan çıkış zamanı olmak üzere 90 dakika zaman kaybı dikkate alınmış ve vardiya zamanından kalan değer kullanım oranı ile çarpılmıştır. Bu zaman kayıplarının dışında, ekipman onarım ve bakımlarından kaynaklanan aksamalarla diğer nedenlerden dolayı oluşan gecikmeler dikkate alınmamıştır. Her bir yöntem için vardiyada kaç kesim yapılacağı bulunmuştur. Ayak başı ve yarım ayak yöntemlerinde bir vardiyada üretilecek kömür miktarları aşağıda verilen şekilde hesaplanmıştır:

a) Ayak başı yöntemi için 1275 ton

b) Yarım ayak yöntemi için 1246 ton

G.L.İ. Ömerler mekanize ayak için yapılan değerlendirmelerin sonucunda, uygulanan ayak başı yöntemi ile daha verimli bir çalışma sistemi sağlandığı ve planlama aşamasında düşünülen yarım ayak yönteminin terk edilmesinin yararlı olduğu görülmüştür.

Bununla birlikte, uygulamada G.L.İ. Ömerler Mekanize ayakta kazı vardiyasında sadece iki kesim

yapılmaktadır. Daha önce kazı vardiyasında üç kesim yapılan ocakta, arka kömürünün çekildiği vardiyada ayak arkasından yeterli miktarda kömür üretilememesinden dolayı, ocak çalışanları elde ettikleri deneyimler doğrultusunda kazı vardiyasında iki kesim yaparak kazı ve arka kömürü vardiyalarında toplamda daha yüksek üretim potansiyeli elde etmişlerdir.

6 SONUÇLAR

Tam mekanize kömür kazısı yapılan ocaklarda, verimli bir şekilde üretim yapmanın temel unsurlarından birisinin en kısa tur zamanında kazı işlemini tamamlayan yöntemin seçilmesinin olduğu açıktır. Esas olan elbette varolan en iyi yöntemi seçmek, daha fazla üretim yapmaktır. Tam mekanize kömür kazısı yapılan ocaklarda üretim miktarına etki eden önemli parametrelerden birisi tur zamanıdır ve kazı yönteminin seçilmesinde temel ölçüt olarak kabul edilebilir. En kısa tur zamanında ayak boyunca bir have kesim yapan kazı yöntemi mekanize kazıda en iyi yöntem olarak kabul edilebilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada yardımlarını gördüğümüz G.L.İ. Ömerler Mekanize Ayak çalışanlarının şahsında G.L.İ.'ye teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Cominec, 1976 Conceptual design of an automated longwall mining system, *Final Report*, submitted to USBM, Volume I, pp 50-86
- Garp Linyitleri işletmesi, 1996 GLI Ömerler modernizasyon ve mekanizasyon projesi, *Teknik Rapor* (Yayımlanmamış).
- Goktan, R, M., 1999 Kazı makineleri ve mekanizasyon *Osmangazi Üniversitesi*, Ders notları.
- Mısra, A , 1996 Longwall production and face cost evaluation with particular reference to the australian coal mining industry, *Mine Technology*, Vol 78, pp 47-53
- Peng, S S & Chiang, H S 1984 *Longwall mining I-II*, John Wiley & Sons, Interscience Publication, pp 368-375
- Stefanko, R, 1983 *Coal mining technology*. Society Of Mining Engineers, New York A.I.E.M Publications, pp 146-152
- Yavuz, M. & Erçelebi, S , G , Tam mekanize kömür kazısında tur zamanı hesaplamaları, *Osmangazi Üniversitesi Muh Mim Fak Dergisi* (Basımda)

TTK'da Çalışan Bir Ayakta Hidrolik Direk ve Ağaç Tahkimat Maliyetlerinin Karşılaştırılması

O. Yaralı

Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Zonguldak, Türkiye

B.Soydaş

Maden Mühendisi, Zonguldak, Türkiye

ÖZET : Bu bildiri öncelikle, TTK'da hidrolik direk ve ağaç tahkimat uygulamalarında kullanılan maliyet hesabı hakkında bilgi verilmiştir. Daha sonra, TTK Asma İşletmesi'nde çalışan bir ayakta her iki tahkimat sisteminin uygulama maliyetleri karşılaştırılmıştır.

ABSTRACT : In this paper, firstly, information was given on the cost of hydraulic prop and wooden support applications at TTK. After that, the application costs of these support systems were compared in a longwall face in operation at Asma district of TTK.

1 GİRİŞ

Zonguldak Taşkömür Havzası, demir-çelik endüstrisinin temel gereksinimlerinden biri olan koklaşabilir taş kömürünün üretildiği tek havza olması itibarıyla Türkiye'nin en önemli madencilik merkezidir. Havzadaki mevcut jeolojik koşullar üretim mekanizasyonunu zorlaştırmakta, emek yoğun teknolojiyi zorunlu kılmakta ve bu da doğal olarak verimliliği olumsuz bir şekilde etkilemektedir. Ayrıca, üretimin giderek derinleşen kotlarda sürdürülmesi, madencilik çalışmalarını güçleştirmektedir.

Havza'daki kömür üretimi, büyük bir çoğunluğu ahşap tahkimat ile desteklenen ayaklardan yapılmaktadır. Yeraltı kazalarının büyük bir bölümünün göçükler sonucu oluşması, diğer bir çok nedenin yanında birinci derecede mevcut tahkimat teknolojisinin ve uygulamalarının yetersizliğinden kaynaklanmaktadır. Maden direği olarak kullanılan ağaç malzeme sarfiyatının yüksek olması ise taş kömürü maliyetini arttırmaktadır.

Havzada rehabilitasyon projeleri kapsamında uygulamaya sokulan hidrolik direk ve eklemli çelik sarma ayak içi tahkimat sistemi ile ağaç tahkimat uygulamalarına oranla olumlu sonuçlar elde edilmektedir.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) Üzülmüş Müessesesi Asma İşletmesindeki hidrolik direkli bir ayağın klasik ağaç tahkimatli bir ayağa göre maliyetlerinin karşılaştırılmasıdır. Bu amaçla, hidrolik direk

çalışan bir ayaktaki işçilik ve malzeme maliyetleri hesaplanarak önce toplam maliyet bulunmuştur. Daha sonra ayakta kazılan kömürün ayak dibindeki ton başı maliyeti hesaplanmıştır. Aynı hesaplamalar, ayağın hidrolik direk tahkimat sistemi yerine ağaç tahkimatli sistemle çalışması durumunda da yapılmıştır.

2 UYGULAMA AYAĞININ TANITIMI

Hidrolik direk veya ağaç tahkimat ile ayağın tahkim edilmesi durumunda tahkimat maliyetlerinin ne şekilde değiştiğini görebilmek amacıyla, TTK Üzülmüş Müessesesi Asma İşletmesi -100/-135 Hacimemiş ayağı seçilmiştir. Uygulama ayağı ile ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir.

Hacimemiş Ayağı (1.Ocak) TTK Üzülmüş Müessesesi, sınırları içerisinde üretim yapılan ayaklardan birini oluşturmaktadır. İlerletimli-göçertmeli uzun ayak yöntemiyle çalışan ayak -100 ile -135 kotları arasında bulunmaktadır. Ayak uzunluğu 200 m olup zaman zaman panonun şartlarına göre değişmektedir. Damar kalınlığı ayak içinde 1,5 ile 2 m arasında değişkenlik göstermektedir. Ayakta damar kalınlığı değişken olduğu için A3, A4 ve A7 tipi hidrolik direkler kullanılmaktadır (Çizelge 1). Eğim ortalama olarak 15°'dir. -135 kotunda bir klavuz ayak sürülmüştür. Kömür martopikör ile kazılmaktadır. Ayak içerisinde 3 adet çift zincirli konveyör ve ayak dip klavuzda ise 5 adet çift zincirli konveyör

bulunmaktadır. Ayak dibine nakledilen kömür buradan tonluk vagonlara doldurulmaktadır. Ayak günde 1 have (1,20 m) ilerlemektedir. Ayak başının pompa dairesinden uzaklığı 400 m dir. Ayakta hidrolik direkleri kırtarmak için iki adet basınçlı hava ile çalışan seyyar vinç bulunmaktadır (Arslan, 2000).

Çizelge 1. Asma İşletmesi'nde kullanılan hidrolik direklerin ağırlık ve uzunlukları (Hema 1991).

Hidrolik Direk Tipi	A3	A4	A7
Ağırlık (kg)	57	68	96
Uzunluk (mm)	1400	1800	2500
İlave Parça	900	1100	1600
İlave Parça	400	400	20
Uzunluğu (mm)	500	500	200

Ayağın tümü hidrolik direk-eklemlerle çelik sarma tahkimat sistemi ile tahkim edilmektedir. Ayak başı ve girişinde bırakılan domuz damlarıyla taban yollarının duraylılığı sağlanmaktadır. Hema firması tarafından üretilen ve nominal taşıma yükü 392,4 kN (40 ton) olan açık sistem hidrolik direkler kullanılmaktadır. Ayakta hidrolik direklerin doldurulması için biri sürekli olarak kullanılmak ve diğeri yedek olmak üzere iki hidrolik doldurma tabancası bulunmaktadır. Eklemler çelik sarmalar 1,25 m boyunda, 48 kg ağırlığındadır. Arına dik konumda ve aynı hizada dizilen sarma sıraları arasındaki mesafe 0,8 m'dir.

3 UYGULANAN MALİYET SİSTEMİ HAKKINDA BİLGİ

TTK 'nın gerek yatırım ve gerekse işletme faaliyetleri arasında önemli bir yer tutan yeraltı kömür işletmeciliğinde yıllık üretim maliyetlerinin hesaplanmasında (Onur 1992), maliyete giren masraf unsurları; malzeme giderleri, işçilik giderleri

ve amortisman giderleri başlıkları altında incelenmiştir. Maliyet hesaplamaları yapılırken, ayak içindeki kazı malzemeleri, patlayıcı madde kullanımları, akaryakıt, havalandırma, makinelerin enerji gereksinimleri ile kullanılan ahşap kama giderleri her iki sistemde de aynı olacağı için dikkate alınmamıştır.

İki sistemin işçilik ve malzeme maliyetleri karşılaştırılırken; Asma İşletmesi -100/-135 Hacımemiş ayağı baz alınmıştır. Ayrıca, hidrolik direk tahkim edilen ayağın giderler kısmında, amortisman payı %20 olarak kabul edilerek maliyet hesaplamalarına katılmıştır. Ayağın klasik ahşap tahkimatla çalıştırılması durumunda maliyetlerin karşılaştırılmasının temini için -100/-135 Hacımemiş ayağının ahşap tahkimat olma durumu düşünülerek hesaplama yapılmıştır. Ayak her iki sistemde de günde bir have ilerleyecek şekilde tasarlanmıştır. Uygulama ayağının hidrolik direk ve ahşap tahkimatlı olarak çalıştırılma durumu Çizelge 2 de verilmiştir.

Yeraltı işçilerinin ortalama işçilik ücretleri 1998 yılında yapılan ve 2000 yılı Temmuz ayı sonuna sonuna kadar yürürlükte olan Toplu İş Sözleşmesi hükümlerine göre 17.700.000 TL/yeve. olarak belirlenmiştir (TTK 2000). Hesaplamalarda kömürün yerindeki yoğunluğu, tüvenan kömür için 1,5 ton/m³ olarak kabul edilmiştir. Maliyet hesaplamalarında kolaylık olması bakımından, -100/-135 Hacımemiş ayağının hidrolik direk ve çelik sarmalı tahkimat sisteminin ihtiyaç malzemeleri ve bunların birim fiyatları Çizelge 3'de verilmiştir.

3.1 Ahşap tahkimatlı ayakla ilgili bilgiler

Uygulanan maliyet sisteminde ahşap tahkimatla tahkim edilmiş ayakla ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir.

- Arın ilerleme hızı : 1 have/gün(120cm)
- Domuzdamı kaybı : %5

Çizelge 2. Hidrolik direk ve ahşap tahkimata göre ayağın durumu (Soydaş 2000).

-100/-135 Hacımemiş Ayak	Ayak Boyu (m)	Damar Kalınlığı (m)	Rezerv (ton)	Üretim (ton/gün)	Ömür (gün)	Günlük İlerleme (m)
Hidrolik Direk Tahkimatlı	200	1,60	77.000	576	134	1,20
Klasik Ahşap Tahkimat	200	1,60	77.000	576	134	,20

Çizelge 3.-100/-135 Hacimemiş ayak hidrolik direk ve çelik sarma tahkimatlı malzeme ihtiyaçları (TTK 2000).

Malzeme Cinsi	Birim	Miktar	Birim Fiyat (Döviz)	Birim Fiyat (TL)	Toplam Fiyat (TL)
Hidrolik Direk	Ad.	750	376,50 \$	288.503.770	216.377.827.500
Çelik Sarma	Ad.	750	155,50\$	105.467.470	79.100.602.500
Güç Ünitesi	Ad.	2	80,55 \$	52.120.379	104.240.758
Caraskal	Ad.	2	5258,92 DM	1.619.747.360	3.239.494.720
Tabanca Besleme Hortumu	m	205	35,00 DM	10.780.000	1.131.900.000
Yüksek Basınç Vanası	Ad.	10	50,00 DM	15.400.000	154.000.000

12.09.2000 tarihi döviz kuruna göre 1 ABD \$ = 668.000 TL. ve 1 DM = 294.500 TL 'dir.

- Ayakçı ahşap kaybı :%100
- Günlük üretim : 576 ton
- Domuzdamı kullanım : 536 m³
- Sarma (4m, 020 cm) : 1072 m³
- Sarma çatalı (020 cm) : 101,43 m³
- Ahşap birim maliyeti : 38.000.000 TL/m³
- Ayakta vardiyalara göre işçi tertibi Çizelge4'de verilmiştir.

- kullanılacak ve işçilik maliyetine ilave edilmiştir.
- Güç ünitesi ve caraskal demirbaş malzemeler niteliğinde olduğundan %20'lik amortisman payı maliyetlere ilave edilmiştir.
- Tabanca besleme hortumu ve yüksek basınç vanası sarf malzeme niteliğinde olduğundan bir yıllık kullanım süreleri olduğu kabul edilmiştir.
- Güç ünitesi 45 kWh'lik elektrik harcamaktadır. ve günlük çalışma ortalama 5 saat olarak gerçekleşmektedir.
- Elektrik birim fiyatı 40.000 TL/kWh'dir.
- Panoda malzeme kullanım süresi = 144 gün (-0,395 yıl)
- Toplam amortisman = (Hidrolik direk ve çelik sarma maliyeti + Güç ünitesi ve caraskal maliyeti)*%20 + Tabanca ve yüksek basınç vanası maliyeti
- Ayakta vardiyalara göre işçi tertibi Çizelge5'de verilmiştir.

3.2 Hidrolik direkli ayakla ilgili bilgiler

Uygulanan maliyet sisteminde hidrolik direk tahkim edilmiş ayakla ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir.

- ◆ Arın ilerleme hızı : 1 have/gün (120 cm)
- ◆ Hidrolik direk kaybı :%2
- ◆ Çelik sarma kaybı :%2
- ◆ Çelik sarmalar arası :80cm
- ◆ Günlük üretim : 576 ton
- ◆ Ayağın terk edilme aşamasında yaklaşık 100 yevmiye makina ve teçhizat taşınmasında

Çizelge 4. Ahşap tahkimatlı ayaktaki işçilikler ve vardiyalara göre işçilik dağılımı lan (Arslan 2000).

İşçilikler	I. Vardiya	II. Vardiya	III. Vardiya	TOPLAM
Nezaretçi	2	2	2	6
Kazı	34	32	-	66
Tahkimat	-	26	24	50
Ajüstör	-	2	2	4
Bakımcı	1	1	10	12
Yol verici	1	1	-	2
Toplam	38	64	38	140

Çizelge 5. Hidrolik direk tahkimatlı ayaktaki işçilikler ve vardiya lara göre dağılımı (Arslan 2000)

İşçilikler	I. Vardiya	II Vardiya	III Vardiya	TOPLAM
Nezaretçi	2	2	1	5
Ayakçı	26	24	-	50
Ajüstör itici	2	2	1	5
Güç Operatörü	1	1	1	3
Sayıcı	-	-	1	1
Bakımcı	1	1	2	4
Elektrikçi	1	1	1	3
Toplam	33	31	7	71

4 MALİYETLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Hidrolik direk-çelik sarmalı klasik ahşap tahkimatla tahkim edilen ayağın işletme giderleri yönünden maliyetlerini karşılaştırmak mümkün olabilmektedir. Her iki tahkimat sisteminde de işçilik ve malzeme maliyetlerinin karşılaştırılmasında Çizelge 6'da yer verilmiştir. Ahşap tahkimatla tahkim edilen ayakta malzeme harcamalarını ahşap malzeme tüketimi oluştururken hidrolik direkli sistemde malzeme harcamalarını amortismanlar oluşturmaktadır. Çizelge 6'da hidrolik direkli ayaktaki elektrik tüketimi ve ayağın terk edilmesi sırasında tahkim edilen ahşap tahkimat maliyetleri "diğer giderler" başlığı altında verilmiştir.

Yapılan çalışmaya göre malzeme maliyetleri açısından hidrolik direkli tahkimatta % 75'lik bir kazanç vardır.

İşçilik masraflarında Çizelge 6'dan da görüldüğü üzere % 47,6'lık bir kazanç ortaya çıkmaktadır. Böyle bir ayakta, ağaç tahkimatla ayağın tahkim edilmesi durumunda ton başına işçilik maliyeti %71

iken, hidrolik direkte bu rakam %37 civarlarında olmaktadır.

Yatırımlar açısından bakıldığında ise ağaç tahkimat için toplam masraf 468.130.760.000 TL iken hidrolik direkte toplam masraf 206.985.510.000 TL olmaktadır. Bu da hidrolik tahkimatın lehine %55,8'lik bir kazanç demektir. Kazmacı randımanında, hidrolik direkli ayakta %32,2'lik bir fazlalık söz konusu iken, tüvenan randımanında ahşap tahkimatlı ayağa göre %97,1'lik kazanç vardır.

İşçi sayısı, ayak hidrolik direk çalıştığı taktirde 71 iken, ahşap tahkimatla çalıştığı taktirde 140 işçi olmaktadır. Bu da hidrolik direkli bir ayakta daha az sayıda işçile, üretim artışının göstergesi olmaktadır. Hidrolik direkli ayakta üretilen kömürün ton'u 2.688.123 TL mal olurken, bu değer ağaç tahkimatlı ayakta 5.604.531 TL olmaktadır. Bu da, ayağın hidrolik tahkimatla tahkim edilmesi durumunda üretim birim maliyeti açısından ton başına %52,1'lik kazanç demektir.

Çizelge 6. Maliyetlerin karşılaştırılması

Masraf Cinsi	Ahşap Tahkimatlı Ayak	Hidrolik Direkli " Ayak	Fark	%
Malzeme (TL)	136 078.760.000	-	-	-
İşçilik (TL)	332.052.000.000	173 937.900 000	158.114.100 000	47,6
Amortisman (TL)	-	30.024.450.170	-	-
Diğer Giderler (TL)	-	3.023.160.000	-	-
TOPLAM (TL)	468.130.760.000	206.985.510.000	261.145.250.000	55,8
üretim (Ton)	77.000	77 000	-	-
Kazı Randımanı (kg/yeve)	8727	11.520	2.793	32,2
Ocak içi Tüvenan Randımanı (kg/yeve)	4114	8.110	3 996	97,1
üretim Birim Maliyet (TL/Ton)	5.604.531	2 688 123	2.916.407	52,1

5 SONUÇLAR

Hidrolik direk ve çelik sarma tahkimat sistemiyle çalışan ayağın klasik ahşap tahkimat sistemi ile çalışması durumundaki işçilik ve malzeme maliyetlerindeki değişim, yapılan bu çalışmada ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu çalışma sonucunda elde edilen bilgiler aşağıda verilmiştir.

- Hidrolik direk tahkim edilmiş bir ayak, ahşap tahkimatla tahkim edildiği taktirde gerekli işçilikler gerek maliyetler, gerek üretim hızı ve gerekse güvenlik açısından son derece olumlu sonuçlar vermektedir. Ancak hidrolik direkli ayakta çalışacak nezaretçi ve işçilerin kalifiye ve hidrolik direk konusunda iyi bir eğitimden geçirilmiş ve eğitimlerinin periyodik olarak tekrarlanması gerekmektedir (Ertürk 1991). Tavan-taban, damar koşullarının uygun olması, bütün ayaklarda hidrolik direk uygulanması, üretimi büyük ölçüde artıracığı

gibi maliyetlerde fevkalade büyük bir azalma meydana getirecek ve iş güvenliği de sağlanacaktır.

- Hidrolik direk kullanımı sırasında hidrolik direk ve çelik sarmının uzun süre birçok kez kullanılarak kendini amorti etmesi mümkündür. Diğer taraftan ahşap tahkimatta ise aynı ahşap direğin ikinci defa kullanılması çok düşük bir ihtimaldir. Zira basınç altında kalan ahşap malzeme yorulmaktadır. Aynı direğin sağlam görünse bile güvenlik açısından ikinci kez kullanılması sakıncalı olmaktadır (Ertürk 1991). Yapılan çalışmaya göre malzeme maliyetleri
- açısından hidrolik direk tahkimatta % 75'lik bir kazanç vardır.
- Hidrolik direk tahkimatlı ayakta 2 m'ye kadar olan damar kalınlıklarında ve uygun eğimli damarlarda domuzdamarlarına kesinlikle ihtiyaç olmaması gerek malzeme ve gerekse işçilik açısından avantaj sağlamaktadır. Hidrolik direkli

tahkimatta domuzdamı kullanımına ihtiyaç olmaması, domuzdamı kurma ve sökme işçiliklerinden tasarruf sağlanmaktadır. İşçilik masraflarında görüldüğü üzere % 47,6'lık bir kazanç ortaya çıkmaktadır Böyle bir ayakta, ağaç tahkimatla ayağın tahkim edilmesi durumunda ton başına işçilik maliyeti %71 iken, hidrolik direkte bu rakam %37 civarlarında olmaktadır.

- Domuzdamcılar, ayak ajüstörleri, hidrolik direk değiştiren ve ayak arkasının tavanını düşüren işçiler kazıya yardım sınıfına girmektedir. Kazıya yardım sınıfının işçilerinin sayısı ahşap tahkimatlı ayaklarda kazımacı sayısından fazlayken hidrolik direkli ayaklarda % 40'ı kadardır (Soydaş, 2000).
- Yatırımlar açısından bakıldığında ise ağaç tahkimat için toplam masraf 468.130.760.000 TL iken hidrolik direkte toplam masraf 206.985.510.000 TL olmaktadır. Bu da hidrolik tahkimatın lehine %55,8'lik bir kazanç demektir Kazımacı randımanında hidrolik direkli ayakta %32,2'lik bir fazlalık söz konusu iken, tüvenan randımanında ahşap tahkimatlı ayağa göre %97,1'lik kazanç vardır.
- işçi sayısı, ayak hidrolik direklerle çalıştığı taktirde 71 iken, ahşap tahkimatla çalıştığı taktirde 140 işçi olmaktadır. Bu da hidrolik direkli bir ayakta daha az sayıda işçiyle, üretim artışının göstergesi olmaktadır. Hidrolik direkli ayaktan üretilen kömürün ton'u 2.688.123 TL mal olurken, bu değer ağaç tahkimatlı ayakta 5.604.531 TL

olmaktadır. Bu da, ayağın hidrolik tahkimatla tahkim edilmesi durumunda üretim birim maliyeti açısından ton başına %52,1'lik kazanç demektir.

Sonuç olarak, hidrolik direk tahkim edilmiş bir ayağın, sanal olarak ahşap tahkimat uygulandığından yola çıkılarak yapılan bu çalışmada, çalışma koşullarının hidrolik tahkimata uygun olduğu her ayakta ahşap tahkimattan hidrolik direk tahkimata geçilmesi ekonomik ve emniyet açısından fayda sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Arslan, I 2000 Kişisel görüşme Zonguldak TTK Üzülmüş Müessesesi Asma işletmesi
- Ertürk, B 1991 Hidrolik direk ve çelik sarmalı ayak tahkimatı ve TTK'daki uygulamaları, Zonguldak Bitirme ödevi, s 46
- Hema 1991 Hidrolik maden direkleri istanbul Ticari Broşür, Hema AŞ.
- Onur, Ç 1992 *Maden fizibilite ve planlama deri notları* Zonguldak ZKU Muh Fak Maden Muh Bol s 98
- Soydaş, B 2000 TTK'da uygulanan hidrolik direkli bir ayağın ahşap tahkimatlı ayakla ekonomik olarak karşılaştırılması Zonguldak *Diploma Çalışması* ZKU Muh Fak Maden Muh Bolumu s 98
- TTK 2000 KRTIM *Etüt Proje Müdürlüğü kayıtları* Zonguldak

Açık Ocaklarda Kırıcı Tesis Kullanımı ve Ege Linyitleri İşletmesi'nde Uygulanabilirliği

Y. S. İnci

TKİ-ELİ Soma İşletmesi, Manisa, Turkey

G. Konak, Ç. Pamukçu & C. O. Aksoy

Department of Mining Engineering, Dokuz Eylül University, İzmir, Turkey

ÖZET: Açık ocaklar derinleştikçe harman mesafeleri uzamaktadır. Harman mesafesinin uzunluğu ise örtünün nakliye maliyetini, sonuçta da açık ocak çalışma sınırını belirleyen önemli bir parametre olmaktadır. Ekonomik olarak örtü malzemesinin nakledilmesi, son yıllarda dünya madenciliğinde klasik kamyon nakliyatı yerine, hızla yaygınlaşan ocak içi kırıcı+bant konveyör sistemleri sayesinde başarılmıştır. Böylece, ekonomik açık ocak sınırı değerleri de değişmeye başlamıştır. Bu tebliğde, ocak içi kırıcı+konveyör sisteminin genel özelliklerinden, dünyadaki uygulama örneklerinden ve bu sistemin Ege Linyitleri İşletmesi açık ocaklarında uygulanabilirliğinden bahsedilmektedir.

ABSTRACT: As a result of depending of open pits, dumping distances are increasing. Dumping distance defines the hauling cost and in the end, 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 paper, a general knowledge about crusher + conveyor systems, application examples, and applicability of this system at ELİ (Aegean Lignite Establishments) open pits are considered.

1 GİRİŞ

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 sınırı 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.

Bu çalışmada, açık ocaklarda kamyon taşımacılığına alternatif olarak kullanılan, ocak içi kırıcı+bantlı konveyör (OKB) sisteminin dünyadaki uygulama örnekleri incelenmiş ve bu sistemin Türkiye'de uygulanabilirliği araştırılmıştır. Bu kapsamda, yılda yaklaşık 80 milyon m³ dekapajın yapıldığı Türkiye Kömür İşletmelerine bağlı ELİ Soma İşletmeleri örnek seçilmiş ve bu sistemin uygulanabilirliği, maliyet analizleri yapılmak suretiyle teknik ve ekonomik yönden araştırılmış ve elde edilen sonuçlar irdelenmiştir.

2 GENEL BİLGİLER

Türkiye linyit üretiminin % 85'i Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu'nca (TKİ) yapılmaktadır. Üretimin % 75'i termik santrallerde tüketilmektedir. Linyitin elektrik üretimindeki payı % 31'dir. Bu oranın korunması, enerji üretiminin yerli kaynaklarla sağlanması açısından önemlidir.

Açık ocakların derinleşmesine bağlı olarak harman mesafeleri uzamakta ve üretim maliyetleri artmaktadır. Termik santrallerin bugünkü linyit

ihtiyaçları göz önüne alındığında, mevcut üretim-nakliye yöntemleri (ekskavatör + kamyon) ile açık ocaklar termik santralleri 10-12 yıl besleyebilecek düzeydedir. Üretimin devamını sağlamak için, ya yeni yeraltı ocak hazırlıklarına başlanmalı veya rezerv, maliyet unsurları gözden geçirilerek, açık ocak olarak alınabilecek rezervlerin artırılması yoluna gidilmelidir.

Dünya madenciliğinde uygulama alanı gittikçe yaygınlaşan, ocak içi kırıcı + bant konveyör sistemlerinin kullanılması ile açık ocak birim üretim maliyetleri düşürülebilmektedir. Ülkemizdeki açık işletmelerde de bu yöntem ve/veya kombinasyonlarının uygulanabilirliği araştırılarak nihai açık işletme sınırları gözden geçirilmelidir.

3 AÇIK OCAKLARDA OKB SİSTEMİNİN KULLANIMI

Açık ocak derinliklerinin artması ile üretim yen ve dokum sahası arasındaki mesafeler sürekli olarak artmaktadır. Bu nedenle ortaya çıkan maliyet artışını yenebilmek için, açık ocaklarda kullanılan geleneksel kamyon taşımacılığına alternatif olarak, ocak içi kırıcı + bant sistemleri kullanılmaya başlanmıştır. Sistem, kırıcı tesis, bantlar ve harman yaylalarından oluşmaktadır. Kırıcı tesisler sabit ve tam hareketli olarak kullanılabilir gibi yarı hareketli tipleri de yaygın olarak kullanılmaktadır (Şekil 1).

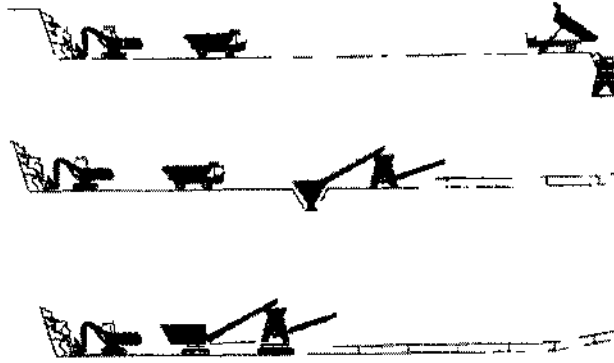
Ocak içi kırma sisteminde malzeme, bantla taşınabilir boyuta (-400 mm) indirgenebilmesi için, önce kırıcıya beslenmektedir. Yarı hareketli kırıcılar 2-5 yılda bir yer değiştirecek şekilde yerleştirilmekte ve yer değiştirme süresi, 1-5 km mesafedeki yeni bir yer için 6-7 gündür. Kırıcıların taşınması, hareketli paletli taşıyıcılar vasıtasıyla yapılır. Açık ocaklarda

üretim kapasitesine bağlı olarak ocak içi kırıcı kapasiteleri belirlenmekte ve 7 000-10 000 t/saat kapasiteye kadar ulaşılmaktadır. Sistem, kırıcı öncesinde kapalı devre bir elek, kırıcıya beslenen malzeme içinde bulunan aşırı iri parçaların kırılabilmesi için kırıcı tesis üzerinde bir hidrolik çekimli kırıcı ve konveyörlerin üzerinde bulunan manyetik ayırıcılardan oluşmaktadır.

3.1 Ocak İçi Kırıcı+Bant Sisteminin Avantajları

Ocak içi kırma+bant sisteminin, geleneksel kamyon+yükleyici sistemine göre avantajları şunlardır,

- Kesintisiz bir çalışma sağlar
- Kamyon sayısının azalması nedeni ile akaryakıt tüketimi azalır. Lastik bantlı konveyörlerin ve kırıcı ünitesinin kullanımı nedeni ile elektrik enerjisi sarfiyatı artar. Ancak bu enerji, üretilen komurun yakılması ile, aynı yerel kaynaklardan elde edildiği için, petrole ödenen dövizden de tasarruf edilmiş olacaktır.
- Kamyonlar taşınan olu ağırlık nedeni ile düşük enerji verimliliğine sahiptir. Bantlı konveyörlerle yapılan taşımacılıkta ise harcanan enerjinin çoğu yukarı taşınması için harcanmaktadır.
- Kamyonların maksimum çalışma eğimi % 10'dur. Normalde çalışılan eğim ise % 5-7'dir. Bu eğim bantlı konveyörlerde % 30'dur (özel profillerle bu eğimi artırmak olasıdır). Böylece konveyörler nakliyat mesafesini kısaltarak sistemin verimliliğini artırır.
- OKB yönteminin kullanımı ile derin ocaklarda bulunan rezervlerin verimli olarak işletilmesi mümkündür. Ayrıca, alışlagelmiş yöntemlerle işletilmesi ekonomik olmayan rezervlerin işletilebilmesi mümkün olmaktadır.



Şekil 1 Açık ocak malzeme akışında alternatif çözümler (Strzodka vd 1993)

-OKB teçhizatı göreceli olarak daha kolay temin edilebilmektedir.

-Kamyonla yapılan taşımacılığa göre, malzemeyi taşıma maliyeti % 30-60 arasında azalmaktadır.

-Tamir, bakım ve işçilik giderleri azalan araç ve kısalan taşıma mesafesi nedeni ile düşmektedir.

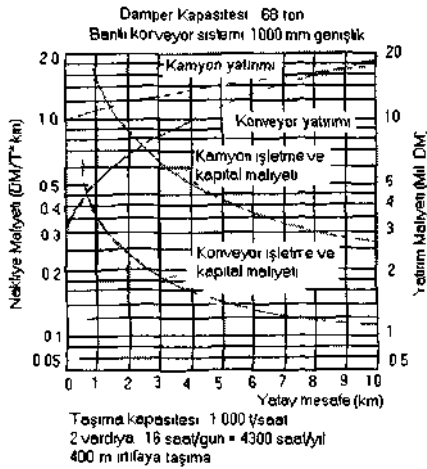
-En son harman alanı, bantlarla daha dik meyile taşımacılık yapılacağından dolayı, daha az olacaktır. Yani OKB teknolojisi çevrecidir.

3.2 OKB Sisteminin Ekonomisine Dünya Uygulamaları Açısından Bakış

Şekil 2, 1000 t/saat kapasite ile çalışan bir ocağa ait sonuçları göstermektedir. Bu örnekte, 4300 çalışma saati ile yıllık taşıma miktarı 4,3 Milyon ton'dur. Şekillerde 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 kamyonun daha yüksektir. 400 m irtifaya yapılan taşımada ise, kamyon taşımacılığı yatırım maliyeti 9,5 km mesafeden sonra konveyör taşımacılığından düşük olmaktadır.

Şekil 3'de verilen örnekteki maliyet karşılaştırması, Meksika' da çalışan toplam kapasitesi 15 milyon ton olan bir demir cevheri açık ocağında, kamyon taşımacılığı ve ocak içi kırma sistemi arasında yapılmıştır(Strzodka vd.1993). Bu çalışma, ocak içi kırma sistemi kullanılması durumunda, tasarruf potansiyelinin %20-70 oranlarında olabileceğini rapor etmektedir.



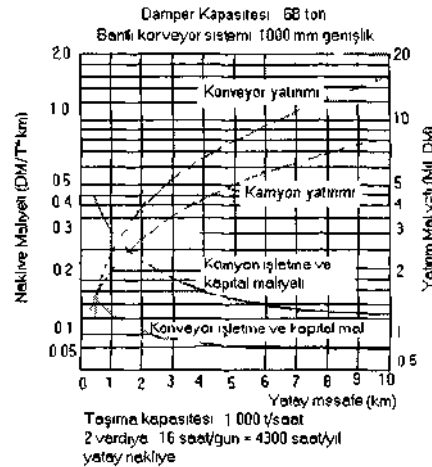
Hindistan-Ramagundam OC II ocağı için ise, kamyon ve konveyörlerin 1.000 m'lk bir yatay taşıma mesafesi ile bu mesafenin 100 m irtifa ile kat edilmesi sırasında sarf edilen enerjiyi kıyaslayan bir çalışma yapılmıştır. Yapılan bu çalışma göstermektedir ki; bant nakliyatı için harcanan enerji maliyeti, kamyon nakliyatından 4-5 kat daha azdır (Sakhardande 1997)

Şili' de, Chuquicamata bakır açık ocağında, 1987 yılında anahtar teslimi ihale edilip 1991 yılında çalışmaya başlayan, kırıcı/konveyör/yayıcı sisteminde de, 9600ton/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 (Farias vd 1993).

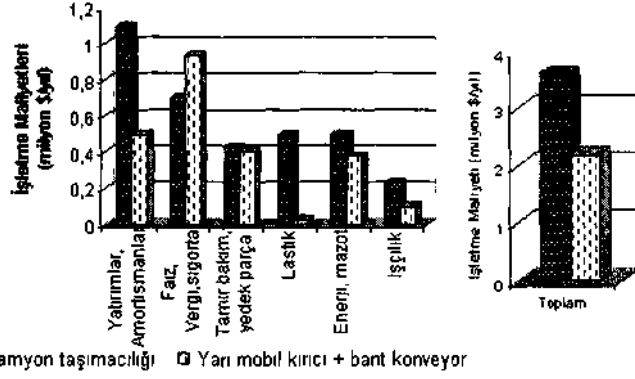
3.3 Ocak İçi Kırma+Bant Sistemi Uygulamasına Ait Uygulama Örnekleri

Değişik ülkelerde kullanılan OKB 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(Farias vd. 1993). Ocak, 4,5 km uzunluğunda, 3 km genişliğinde ve 600 m derinliğindedir. Sistemin kapasitesi 9.600 t/saat'dir. Örtü malzemesi önce bir döner kırıcıya beslenmekte, burada -4-00 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



Şekil 2 1000 t/saat kapasite ile çalışan bir tesism ekotomik olarak karşılaştırılması (Strzodka v d 1993)



Şekil 3. Meksika' da çalışan bir demir cevheri açık ocağındaki maliyet kıyaslaması (Strzodka vd 1993)

OKB 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 m³

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, işletilebilir rezerv 37,2 milyon ton, örtü miktarı 197 milyon m³'tür. Yıllık üretim programı 2,0 milyon ton kömürdür. Kırıcı kapasitesi 3.500 ton/saat'tir. Ocak derinliği 220 m'dir. Sahada 6 adet çalışabilir damar olup, selektif madencilik yapılmaktadır. Kırıcılar ve bantları zaman zaman örtü, zaman 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 (Sakhardande, 1997).

Dünyadan diğer uygulama alanlarından bazıları;
 Ülke Kapasite Kullanım yeri

* Kanada	6.600 t/saat	Demir cevheri
*ABD	6.750 t/saat	Bakır cevheri
*ABD	4.500 t/saat	Altın cevheri

*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

4 OCAK İÇİ KIRMA+BANT SİSTEMİNİN ELİ'NDE UYGULANABİLİRLİĞİ

Ocak içi kırıcı + bant konveyör sistemi değişik cevher ve örtü kazıları için yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle orta mesafeli (5-6 km) taşıma ve büyük kapasiteli kazı işlerinde ekonomik olmaktadır. Bu kapsamda, belirtilen sistemin ekonomikliğinin araştırılması amacı ile Ege Linyitleri İşletmesi Güney Işıklar Panosu örnek olarak incelenmiş ve ocak içi kırıcı + bant konveyör sistemi ile ekskavatör + kamyon sistemi teknik ve ekonomik yönden ele alınarak incelenmiştir.

ELİ'nde yıllara göre gerçekleşen açık ocak üretimi, dekapaj miktarı, dekapaj/kömür oranı, dekapaj açık ocak tüvenan üretim maliyetleri Çizelge 1'de verilmiştir. Varolan koşullara göre, ELI rezervinin % 35,8'inin (224 Milyon ton) açık ocak yöntemleri ile üretilmesi düşünülmektedir. Ancak, klasik kamyon+yükleyici, sistemi yerine ocak içi kırıcı+bant sisteminin uygulanması ile, açık ocak üretim maliyetini düşürmek ve bu nedenle de açık ocak sınırlarını daha derin kotlara kaydırmak mümkün olacaktır.

Eynez bölgesi için yapılan bir çalışmada ekskavatör + kamyon yöntemi ile ekonomik örtü kazı oranı 13 m³/ton olarak belirlenmiştir (Ünal vd 1999). Nakliyatın kamyon yerine bantla yapılması durumunda 13 m³/ton olarak belirlenen sınır örtü-kazı oranı değerinin daha da yükseltilmesi ve buna bağlı olarak açık işletme sınırlarının genişletilmesi mümkün olacaktır. Benzer şekilde Güney Işıklar sahası için yapılan bir çalışmada ocak içi kırıcı +

bant konveyör sisteminin iç rantabilitesi, ekskavatör + kamyon sistemine göre % 134 daha yüksek hesaplanmıştır (Bahar vd. 1997).

4.1 Güney Işıklar Panosu İçin Önerilen Model Uygulama Planı

Yapılan bu çalışma ile Güney Işıklar Panosu'nun tamamının açık işletme yöntemi ile işletilmesi planlanmıştır. + 600 ile + 40 kotları arasında yaklaşık 33 milyon ton olarak bilinen (ELİ verileri) kömür rezervinin üretilmesine karşılık yapılacak dekapaj miktarı 487 milyon m³ olarak belirlenmiştir. Hesaplanan bu değerlere göre örtü kazı oranı 14.8 m³/ton olarak gerçekleşecektir.

Dekapajın kamyonla nakli ve buna alternatif olarak yarı mobil kırıcı + bant konveyörle

nakledilmesi durumunda oluşan birim giderler ayrı ayrı hesaplanmıştır. Maliyet hesaplamalarında delme-patlatma ve yükleme gibi her iki sistem için de eşit olan giderler göz önüne alınmamıştır. Yalnızca nakliye maliyetleri karşılaştırılmıştır. Çizelge 2'de çalışmanın yapıldığı ocakla ilgili parametreler ve hesaplanan makina-ekipman ve nakliye yolu ile ilgili değerler verilmektedir.

Ocak planlanmasında ekskavatör + kamyon yöntemine alternatif olarak ocak içerisinde her 3 basamağa 1 adet yarı mobil kırıcı hizmet verecek şekilde tasarım yapılmıştır. Yarı mobil kırıcılara malzeme nakli kamyonlarla sağlanacaktır. Yarı mobil kırıcılar 2-3 yılda bir yer değiştirecek şekilde planlanmıştır.

Çizelge 1. ELI de son 6 yılda gerçekleşen üretim, dekapaj ve maliyet verilen.

Yıllar	Dekapaj (m ³)	Açık Ocak Tüvenan Üretimi (ton)	Dekapaj Oranı (m ³ /ton)	Dekapaj Maliyeti (\$/m ³)	Açık Ocak TÜv Üretim Maliyeti (\$/ton)
1995	63 174 107	9 489 978	6,66	1,12	8,46
1996	60 446 999	10471 138	5,77	1,08	7,60
1997	61 223 407	11341898	5,39	1,28	8,01
1998	68 341 108	12 506 360	5,46	1,10	7,25
1999	78 241 528	12 766 108	6,13	1,25	9,08
2000	81 571 106	12 352 053	6,62	-	-

Çizelge 2. işletme plimi ile ilgili hesaplanan parametreler.

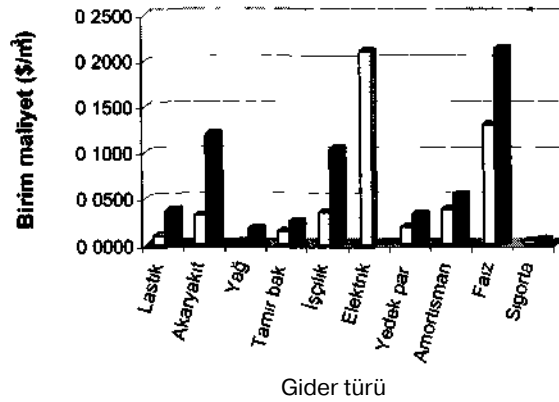
Parametreler	Ekskavatör + Kamyon	Yarı Mobil Kırıcı + Bant Konveyör
Yıllık Örtü Kazı Miktarı (ton)	30 000 000	30 000 000
Örtü Kazı Oranı (m ³ /ton)	14,8	14,8
Basamak yüksekliği (m)	15	15
Yıllık üretim (ton)	825 000	825 000
Örtünün Birim Hacim Ağ. (ton/m ³)	2,4	2,4
Ort. Dekapaj Taşıma Mesafesi (m)	6 400	5 800
Kamyon Sayısı - 60 ton luk	55	16
Yarı Mobil Kırıcı (2000 t/h kapasite / adet)	-	3
Bant Konveyör Eğimi (%)	-	% 1,5
Bant Konveyör Hızı (m/s)	-	3
Bant Genişliği (mm)	-	1 800
Motor Gücü (kW)	-	5 000

Çizelge 2'de verilen teknik değerler kullanılarak her iki nakliye yöntemi için gerçekleştirilen ekonomik analizler ve elde edilen sonuçlar Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelge 3'den de görüldüğü üzere her iki yönteminde ilk yatırım maliyeti birbirine oldukça yakın değerlerdedir. Buna karşılık işletme maliyetleri karşılaştırıldığında yarı mobil kırıcı + bant konveyör sisteminin ekskavatör + kamyon

sisteminden % 23 daha ekonomik olduğu görülmektedir. Ayrıca, işletme ve kapital giderleriyle ilgili birim maliyetler Şekil 4'de verilmiştir. Özellikle işçilik, akaryakıt, lastik ve yedek parça gibi temel işletme giderlerinde ise bu oran daha da yükselmektedir. Öte yandan, yarı mobil kırıcı + bant konveyör sisteminde elektrik giderleri % 40 gibi önemli bir yer tutmaktadır.

Çizelge 3 Mobil Kırıcı+ Bant Konveyör ile Elçskavort-Kamyon Yöntemlerinin Ekonomiklik Açısını an Karşılaştırılması

Gider Türü	Yarı Mobil Kırıcı + Bant Konveyör Sistemi	Ekskavatör+K. myon Sistemi
ilk Yatırım Giderleri (\$)	7 609 200	8 06 i 667
İşletme ile ilgili Giderler		
Lastik Giderleri (\$ /yıl)	128 000	46' 333
Akaryakıt Giderleri (\$ /yıl)	407 608	1 49- 827
Yağ Giderleri (\$ /yıl)	43 512	226 021
Tamir-Bakım Giderleri (\$ /yıl)	170 853	322 667
işçilik Giderleri \$ /yıl)	438 000	1 292)00
Elektrik Giderleri (\$ /yıl)	2 621 252	
Yedek Parça Giderleri (\$ /yıl)	230 280	419 67
Kapital Giderleri		
Amortisman Giderleri \$ /yıl)	478 569	685 b .7
Faiz Giderleri (\$ /yıl)	1 623 600	2 662 0 0
Genel imal ve idare Giderleri		
Sigorta Giderleri (\$ /yıl)	57 067	80 6(7
Toplam Giderler (\$ /yıl)	6 198 741	7 652 64 >
Birim Maliyet (\$/m³)	0,496	0,61



OY Mobil Kırıcı + bant • Ekskavatör + kamyon

Şekil 4 Mobil kırıcı + bant konveyör ile ekskavatör + kamyon yöntemlerinin birim işletme giderlerinin karşılaştırılması

Ocak içi kırıcı + bant konveyör sisteminde kullanılan kırıcı ve bant konveyörlerin ekonomik ömürlerinin (20-25 yıl) kamyonlardan daha uzun olması nedeniyle yenileme yatırımı ve kapital giderlerinin; projenin toplam süresi göz önüne alındığında % 60'a varan oranda daha düşük olduğu görülmektedir.

5 SONUÇLAR

Açık ocakların derinleşmesi ile artan maliyetler ile baş edebilmek için, açık ocaklarda uygulanmakta

olan, klasik kamyon+yükleyici uygulama ı yerine, dünya madenciliğinde, ocak içi kırıcı+bantla nakliyat sistemleri yoğun şekilde kullanılır hale gelmiştir. Dünyada yaşanan benzeri gelişmeler ELI için de geçerlidir.

OKB sisteminin malzeme özellikleri ve topoğrafik yapı da göz önüne alındığında I LI'nde teknik olarak rahatlıkla uygulanabilir hale görülmektedir. Güney Işıklar sahasına yönelik olarak yapılan ekonomik analizde OKB sisteminin kullanılması durumunda birim işletme maliyetinin 0,496 \$/m³, aynı projede kamyon kullanılması durumunda ise birim nakliye maliyeti 0,612 \$/m³'e

ulaşmaktadır. Bu ekonomik değerlendirmeden de görüleceği üzere % 23 oranında daha düşük nakliye maliyeti sağlayan OKB sistemi kullanılmak suretiyle açık ocak ekonomik örtü-kazı oranını yükseltmek ve açık ocak sınırlarını genişletmek mümkün olacaktır. Bu sayede, ülkemizin doğal kaynakları daha ekonomik ve akılcı olarak işletilebilecektir.

KAYNAKLAR

- Bahar, D, Özçelik, Y & Kulaksız, S 1997 ELI Soma Güney Işıklar Açık Ocak İşletmesinde Örtü Kütlesi Taşımacılığında Alternatif Sistemlerin incelenmesi *Türkiye 15 Madencilik Kongresi*
- Enerji Şurası, 1998 Kömür ve Diğer Fosil Kaynaklarının (Petrol ve doğal gaz hariç) Geliştirilmesi *Üretimi ve İthalatı Komisyonu Raporu*
- Fanas, J H, Einkel, O, Richter, B & Pelzer, W 1993 New Conveying System J-1 Norte for Chilean Copper Ore Opencast Mine *Bulk Solids Handling Volume 13, Number 4*
- Sakhardande, Y 1997 Inpit Crushing System at Ramagundam OC II *Braunkohl Surface Mining Nr 6*
- Strzodka, K, Kraus, P & Sagner, R, 1993 Mining in Open Pits, *Bulk Solid Handling Volume 13, No 2*
- Ünal, E , Çakmakçı, G , Ozturk, H & Mengenli, E 1999 TKI-ELI Soma-Eynez Açık Ocak Projesinin Yapılabilirliğinin Değerlendirilmesi (yayınlanmamış)

