

# ÇAYIRHAN YERALTI İŞLETMESİNDE KILAVUZ AÇMA ÇALIŞMALARININ MEKANİZASYONU

## Mechanisation of Rise Headings at Çayırhan Underground Mine

E.Mustafa EYYUBOĞLU<sup>^</sup>  
Naci BÖLÜKBAŞI<sup>^</sup>

### ÖZET

Mekanize galeri açma yöntemi ile gerçekleştirilebilen yüksek ilerleme hızı bu yöntemin klasik delme-patlatma yöntemine karşı en önemli üstünlüğüdür. Açılacak galerinin toplam uzunluğunun fazla olması mekanize kazının uygulanabilmesindeki en önemli önşarttır.

Uzunayak oluşturmak için açılan kılavuz uzunluklarının genellikle kısa olması mekanizel yöntemlerin uygulanmasını sınırlamaktadır. Ancak madencilik teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak artan ayak uzunlukları kılavuzların mekanize açılması gerekliliğini de artırmaktadır.

Bu çalışmada, Çayırhan Yeraltı İşletmesinde ayak montaj kılavuzlarının mekanize olarak açılmasına yönelik yapılan çalışmalar, elde edilen sonuçlar ve bu sonuçların klasik yöntemle karşılaştırılması anlatılmaktadır. Sonuçlar, mekanize yöntemin klasik yöntemle göre önemli üstünlükler sağladığını göstermektedir.

**Anahtar Sözcükler:** Kılavuz Açma Makinaları, Ayak Montaj Kılavuzları

### ABSTRACT

High drivage speed that can be achieved with mechanised roadway drivage method is the main superiority of this method against the drill and blast method. The main precondition for the application of the mechanised drivage is that the total length of the gallery to be opened should be high.

The rather short length of rises opened to develop longwall panels limits the application of mechanised methods. On the other hand the increase in longwall face lengths as a result of developments in mining technology, increases the necessity in driving such rises with mechanised methods.

In this paper, operations related to the mechanised drivage of rises for the installation of longwall faces, obtained results and the comparison of these results with classical methods are given. Results show that the mechanised drivage method has certain advantages over the drill and blast method.

**Keywords:** Rise Heading Machines, Rise Headings

<sup>^</sup>Yrd.Doç.Dr., Çankaya Üniversitesi, Endüstri Müh. Bölümü, Ankara  
<sup>^</sup>Prof. Dr. ODTÜ, Maden Müh. Bölümü, Ankara

## 1. GİRİŞ

Galeri açma yönteminin seçiminde; jeolojik koşullar, galerinin servis ömrü, işyerinin zaman planı, kayaç tipi, galeri boyuttan, eğim, toplam açılacak uzunluk v.b gibi birçok faktör etken olmaktadır. Uygulanabilecek galeri açma yöntemleri üç ana grupta toplanabilir:

1. Delme-patlatma ve elle yükleme
2. Delme-patlatma ve makinayla yükleme
3. Tam mekanize kazı ve yükleme

Delme-patlatma ve elle yükleme yöntemi; kısa uzunluklarda ve her türlü kayaç şartlarında uygulanabilirliği ile düşük ilk yatırım maliyeti açısından önemli avantajlara sahiptir. Yöntemin en önemli dezavantajı ilerleme hızının düşük olmasıdır. Bu dezavantajın . ortadan kaldırılabilmesi makina kullanımının artırılması ya da bir başka deyişle ilk yatırım maliyetinin artırılması ile mümkün olmaktadır.

Genel olarak galeri açma çalışmalarında makinalaşmanın artırılmasının ön şartı galeri uzunluğunun yeterli olmasıdır. Kısa uzunluklarda makinanın ilk yatırım ve işletme maliyeti galeri birim maliyetini önemli oranda artırmaktadır (Heinz, 1986). Makina ile kazı sırasında oluşan yüksek toz mekanize kazının önemli dezavantajlarından biridir.

Makina kullanımına paralel olarak galeri ilerleme (açma) hızının da artması gereklidir. Aksi durumda makina kullanımı verimsizlikle sonuçlanacaktır. Özellikle makinanın kurulması ve sökülmesi çalışmalarındaki işçilik ve zaman kayıpları mekanize uygulamaların dezavantajlı noktalarıdır. Maliyet karşılaştırması için yapılan model bir hesaplamada 800 m uzunlukta bir galeri için delme-patlatma ile günlük 4 m ilerleme hızında 4 900 DM/m maliyet oluşmaktadır. Aynı maliyetin elde edilebilmesi için galeri açma makinası ile günlük 7 m ilerleme hızına ulaşılması gerekmektedir (Heinz, 1986).

Uzunayak üretim yönteminde ayak montaj kılavuzunun uzunluğu seçilen ayak uzunluğuna eşittir. Son yıllarda gelişen madencilik teknolojisine paralel olarak ayak uzunluklarında önemli artışlar gerçekleşmiştir. Almanya'da

DSK'ya ait yeraltı ocaklarında ortalama ayak uzunluğu 310 m iken, maksimum ayak uzunluğu 457 m'dir (Tonjes, 2000). ABD'de Consol Energy Şirketinin yeraltı ocaklarında ise ortalama ayak uzunluğu 330 m'dir (Baker ve Brune, 2000).

Ayak uzunluklarındaki artışlar kılavuzların mekanize açılması gerekliliğini artırmakta, 450-500 m'lik uzunluklar kılavuzların mekanizasyonunu zorunlu hale getirmektedir.

Ülkemizde ilk tam mekanize kazı uygulaması Çayırhan bölgesindeki yeraltı ocaklarında gerçekleştirilmiştir. Bölgede ara kesme kalınlığının 0,8 m'den fazla olduğu sahalarda, kömür; tavan ve taban ayaklardan ayrı ayrı üretilmektedir. Genel olarak, tüm galeri açma çalışmaları kollu tip galeri açma makinaları ile yürütülmektedir. Kömür' üretiminin tavan ve taban ayaklardan ayrı ayrı yapıldığı sahalarda, ayak montaj kılavuzlarının kısa yükseklikleri nedeniyle (1,5-2,4 m) galeri açma makinalarının kullanımı olanaklı olmamaktadır. Bu nedenle ocak genelinde kazı ve yükleme çalışmaları tam mekanize olarak yürütülürken, kılavuzlar klasik delme-patlatma yöntemi ile açılmaktadır.

Çayırhan bölgesinde kılavuzların mekanize açılması amacıyla yönelik çalışmalar 1989 yılında ocağın genel mekanizasyonu tamamlandıktan sonra başlamıştır. Toplam açılan yollar içerisinde %15 gibi yüksek bir orana sahip olan ayak montaj kılavuzlarının mekanize açılmasına yönelik ilk çalışmalara ait ayrıntılı bilgiler daha önce yayınlamıştır (Eyyuboğlu vd., 1994). İlk etapta yüklemenin makina ile yapılması amacıyla bir makina geliştirilmiş ve bu makina ile bir tavan kılavuz açılmıştır. Daha sonra bu yükleme makinası üzerine bir kazı makinası oturtularak kazı işlemi de makina ile gerçekleştirilmiştir. Elde edilen ilk sonuçlarda mekanize "yöntem klasik yönetime önemli üstünlükler sağlayamamıştır. Makinanın özellikle yürüyüş sisteminden kaynaklanan problemler nedeniyle işçilik ve zaman açısından beklenen verim elde edilememiştir.

Bu çalışmada, kılavuzların mekanize açılmasına yönelik olarak son yıllarda yapılan çalışmalar anlatılmış, uygulamalardan elde edilen sonuçlar

değerlendirilmiştir. Sonuçlar mekanize yöntemin klasik yöntemle göre önemli üstünlükler sağladığını göstermektedir.

## 2. MAKINADA YAPILAN DEĞİŞİKLİKLER

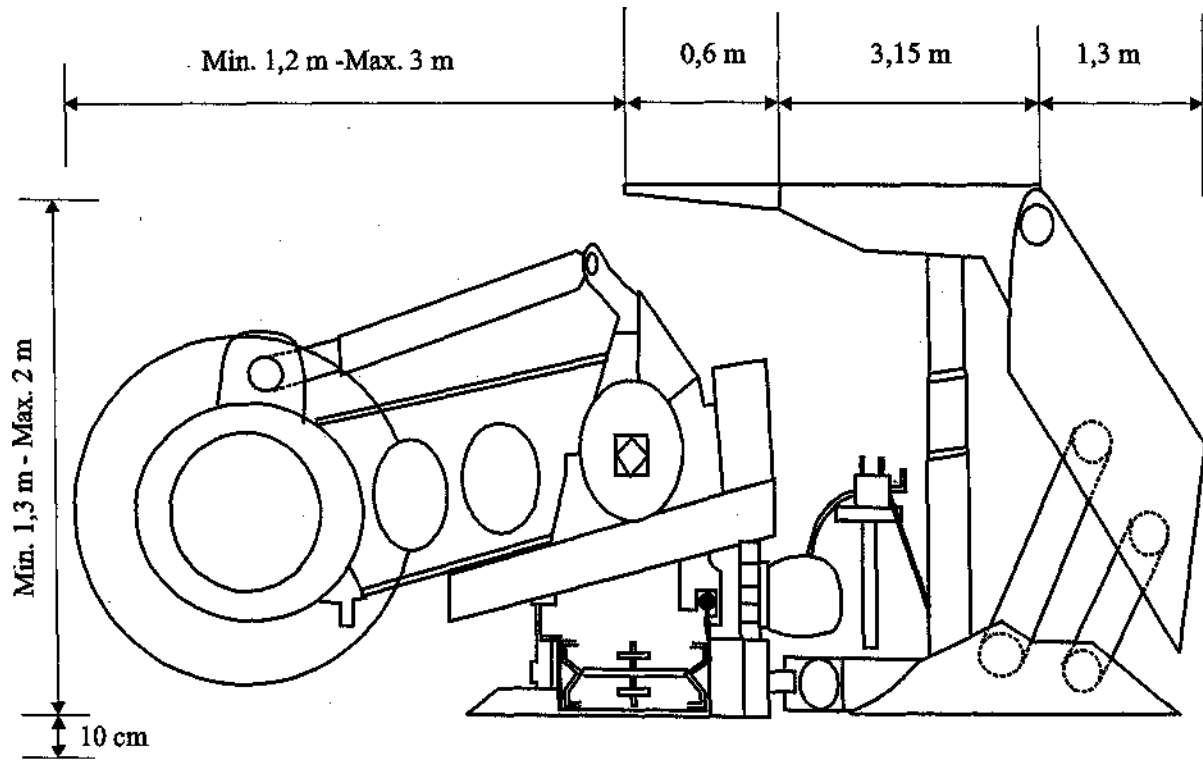
Makinanın yürüyüş sisteminden kaynaklanan problemlerin çözümü amacıyla, zincirli yürüyüş düzeneği iptal edilerek, yerine Eicotrack yürüyüş düzeneği monte edilmiştir. Ayaklarda kesici yükleyici makina olarak kullanılan Eickhoff EDW 200/230 tipi makinanın Eicotrack yürüyüş sistemi, hidrolik motor ve şanzıman grubu değiştirilerek, kılavuz açma makinasına monte edilmiştir. Staffa HMB045 tipi hidrolik motor-şanzıman grubu, bu grubun tahrik ettiği yürüyüş dişlisi ve yürüyüş kızakları kullanılmıştır. Hidrolik motorun „ hacimsel verdisi 740 cm<sup>3</sup>/devir, çıkış gücü 60 KW'dır. Yürüyüş

dişlisinin yarıçapı 22,5 cm'dir. Hidrolik motoru çalıştıran hidrolik sistemin maksimum basıncı 90 bar iken, çalışma basıncı 40-70 bar arasında değişmektedir.

Daha önceki çalışmalarda karşılaşılan bir diğer problem de makinanın kesme derinliğinin 25 cm ile sınırlı olması nedeniyle kazı hızının düşük olmasıdır. 80 cm olan kesici tambur çapları 96 cm'e büyütülerek makinanın net kesme derinliği 33 cm'ye çıkarılmıştır.

"L" tipi konveyörün dönüş noktasındaki bağlantıların daha önceden sık sık kırılması nedeniyle bu kısımdaki bağlantılar sağlamlaştırılmıştır. Ayrıca makinanın ön kısmındaki yürüyüş tekerleri sökülerek yerine yürüyüş kızakları monte edilmiştir.

Makinanın kesit görünüşü Şekil 1'de verilmektedir.



Şekil 1. Makinanın kesit görünüşü

### 3. MAKİNA İLE A 08 PANOSUNDA YAPILAN ÇALIŞMALAR

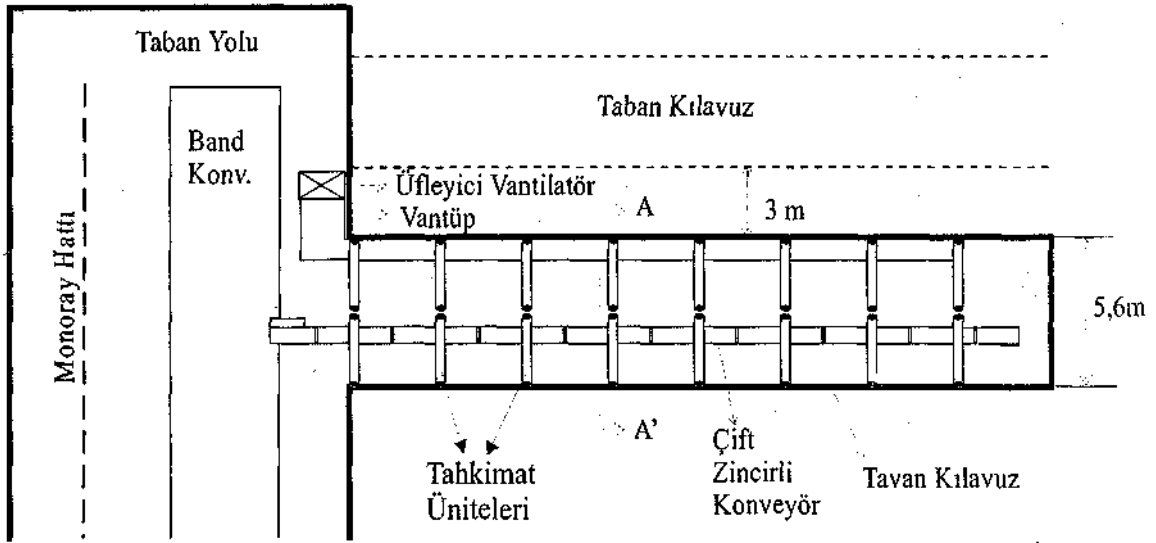
Yapılan değişikliklerden sonra, makinanın A 08 panosu tavan kılavuzunda denenmesine karar verilmiştir.

#### 3.1. A 0811 Tavan Kılavuzda Yapılan Çalışmalar ve Elde Edilen Sonuçlar

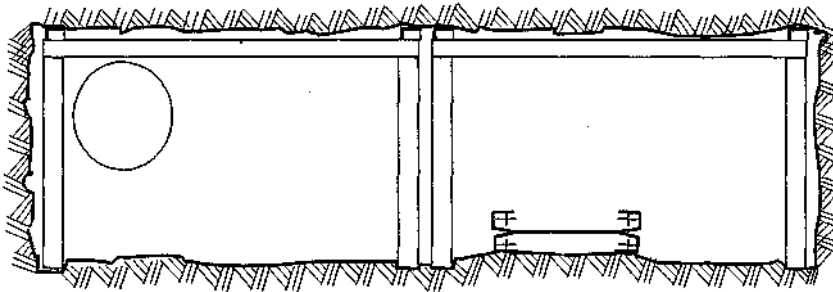
Makina montajının yapılabilmesi için kılavuzun

14 m'lik kısmının delme patlatma yöntemi ile açılması gerekmiştir. Delme-patlatma ile açılan kısımdaki ekipmanların yerleşimi ve uygulanan tahkimat Şekil 2'de verilmektedir.

Makina montajının gerçekleştirilmesinden sonra kılavuzun plan görünüşü ise Şekil 3'te verilmektedir.

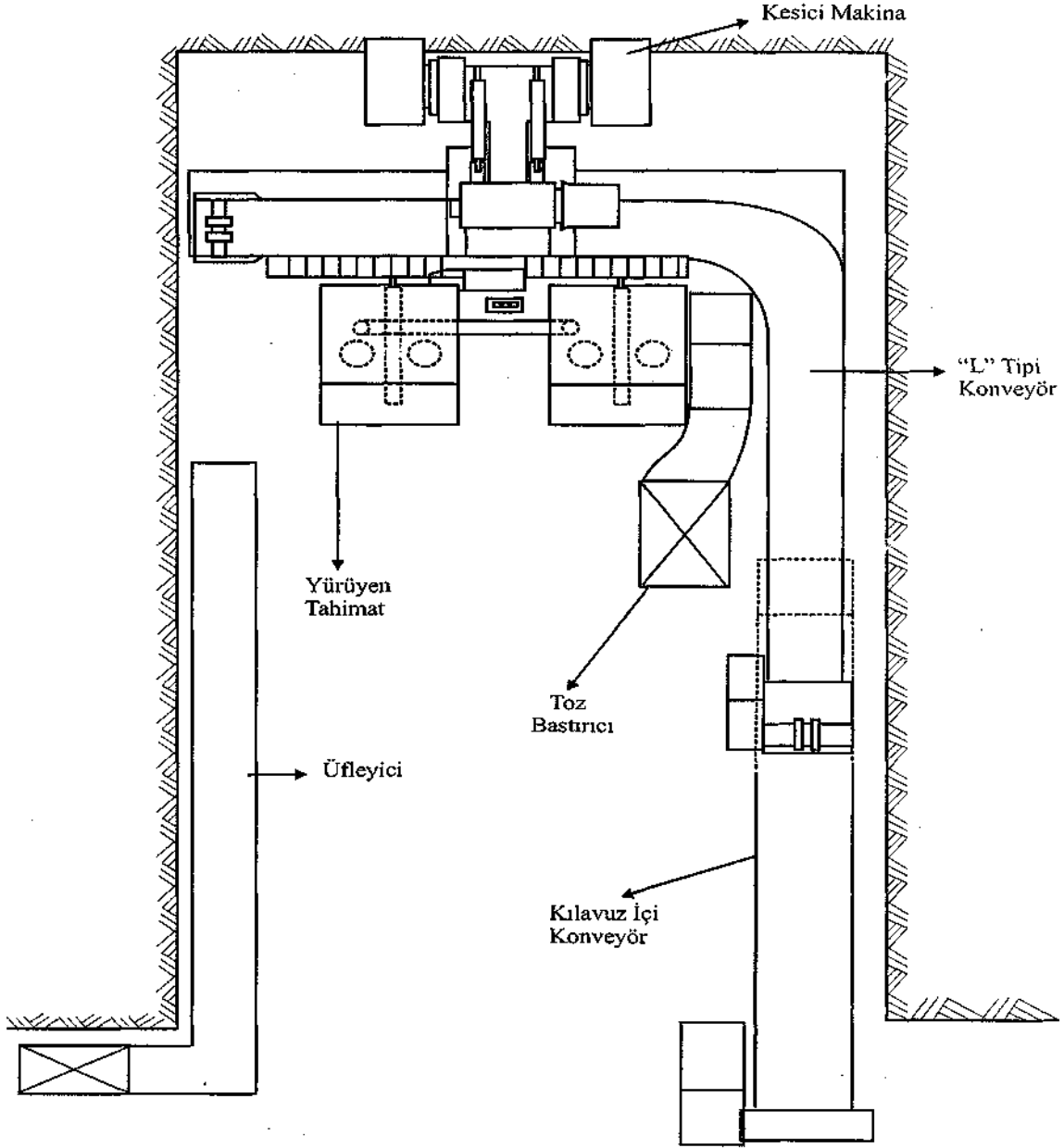


a) Plan Görünüş



b) Kesit Görünüş

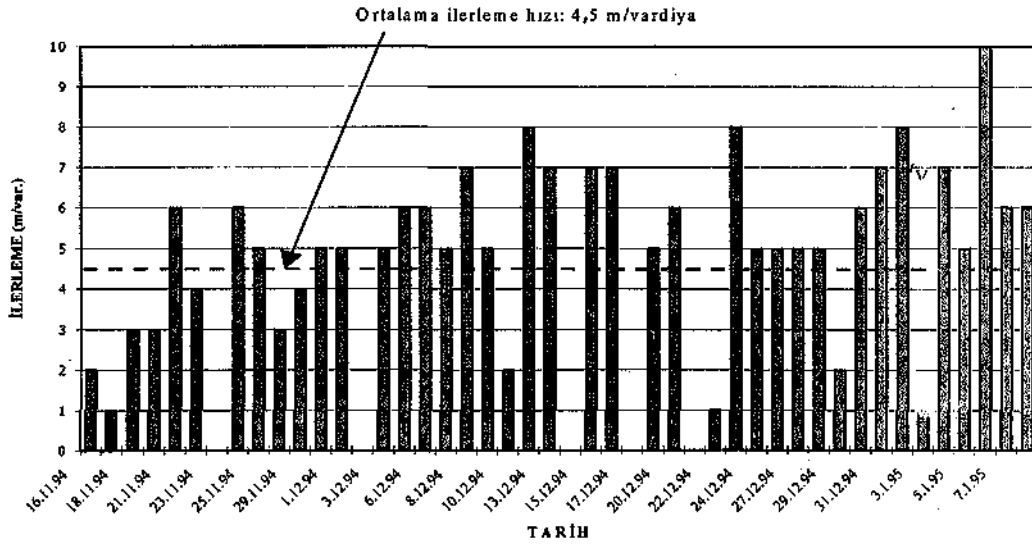
Şekil 2. Kılavuzun makina montajı öncesi plan ve kesit görünüşleri



Şekil 3. Makinanın kılavuzdaki plan görünüşü

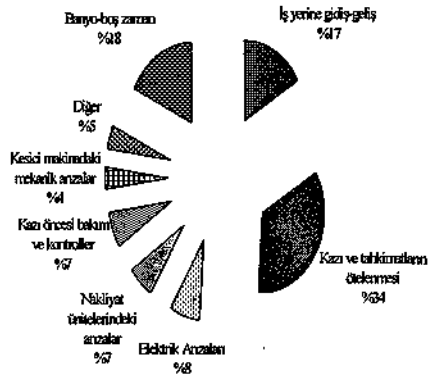
Tavan kılavuzun makina ile açılmasında çalışmalar 3 vardiya olarak düzenlenmiş ve toplam olarak 24 kişi çalıştırılmıştır. Çalışma, bir ilerleme, bir tahkimat ve bir bakım vardiyası olarak düzenlenmiştir. İlerleme vardiyasındaki tozlu ortamda mümkün olduğunca az sayıda personel bulundurmamak amacıyla, tahkimat işlemleri kazı vardiyasından sonraki vardiyada yapılmıştır.

Makina ile kılavuzun 209 m'lik kısmı açılmıştır. Elde edilen ilerleme değerleri Şekil 4'te verilmiştir. Makinanın tam kapasiteyle çalışması 'L' konveyörün nihai uzunluğuna erişmesinden sonra (21/11/1994 tarihinden sonra) gerçekleştirilmiştir. Bu tarihten sonra giderek artan ilerleme hızı 10 m/vardiya ile en yüksek değerine ulaşmış ve ortalama ilerleme hızı 4,45 m/vardiya olarak gerçekleşmiştir.



Şekil 4. Tavan kılavuzda makina ile elde edilen vardiya ilerleme değerleri

Makinanın 46 günlük çalışma süresi esnasında bir kronometre kullanılarak makinenin kazı yapmaksızın durduğu süreler ölçülmüştür. Bu ölçümlerin sonuçları Şekil 5'te verilmektedir.



Şekil 5. Tavan kılavuz makine duruş süreleri dağılımı

Şekil 5'ten görülebileceği gibi makinanın yürüyüş sisteminde ve diğer kısımlarında yapılan değişikliklerden olumlu sonuçlar elde edilmiş ve makinede mekanik arızalardan kaynaklanan duruşlar %4 olarak gerçekleşmiştir. Elektrik arızaları önemli oranda duruşa neden olmuştur. Konveyör ünitelerinde meydana gelen yüksek oranlı duruşların nedeni, kazılan

malzemeyi yerüstüne ulaştıran ünitelerin sayısındaki fazlalıktır. Kazılan malzeme dört konveyör ünitesinden geçerek yerüstüne ulaşmakta, yerüstündeki elek ve bant tesisiyle termik santrale iletilmektedir. Nakliyat sisteminde herhangi bir noktada duruş makinanın da durmasına neden olmuştur.

Süre ölçümlerinden elde edilen değerlere göre makinanın 1 metrelik ilerlemesi için 36,44 dakika kazı yapılması gereklidir. Bu süreye yürüyen tahkimat ünitelerinin ilerletilmesi de dahildir. Tahkimat ünitelerinin ilerletilmesi 1 metre için ortalama 10 dakika zaman almaktadır. Buna göre 1 metre ilerleme için 26,44 dakika kazı yapılması gereklidir ve makinanın net kazı hızı  $21,03 \text{ m}^3/\text{saat}$  olarak gerçekleşmiştir. Makina bir vardiyada ortalama  $42,47 \text{ m}^3/\text{vardiya}$  kazı hızı ( $4,45 \text{ m}/\text{vardiya}$ ) ile çalışmıştır.

Makina ile yapılan çalışmalarda keski sarfiyatı  $1,354 \text{ keski}/\text{m}$  ( $0,1448 \text{ keski}/\text{m}$ ) olarak gerçekleşmiştir.

### 3.1.1. A 0811 Tavan Kılavuzdaki Çalışmalarda Karşılaşılan Problemler

Bölgede delme patlatma ile açılan tüm kılavuzlar sadece kömür kazılarak açılmıştır. Ancak makina ile yapılan kazıda, tavan kömürünün hemen üzerindeki 20 cm kalınlığındaki yalancı tavanda

kaçınılmaz olarak kazılmıştır. Hava ile teması sonucu bozulan ve suyunu kaybeden yalancı tavan yürüyen tahkimat üniteleri çevresinde kalan boşluklardan geçerek problem oluşturmuştur. Bu nedenle klasik yöntemle 1,5 m yüksekliğinde açılması gereken kılavuz 1,7 m yüksekliğinde açılmıştır.

Tavan kılavuzun açılmasında gerek 20 cm kalınlığındaki yalancı tavanın kazılmasında ve gerekse tavan kömürü içerisindeki sert silex bantlarının kazılmasında önemli oranda toz sorunu ile karşılaşmıştır. Toz sorununun çözümü için aşağıdaki çalışmalar yapılmıştır (Eyyuboğlu, 1996):

Arındaki tozlu havayı emmek ve tozu bastırmak için kılavuz içerisine toz bastırma ünitesi yerleştirilmiştir. 1,3 m yüksekliğindeki ünitenin gerek montajında ve gerekse daha sonraki kullanımında yükseklik nedeniyle bazı problemlerle karşılaşmıştır.

Makina üzerindeki su spreyi sayısı çoğaltılarak kazı bölgesine püskürtülen su miktarı artırılmıştır.

Çalışan personele toz tutma kapasitesi yüksek toz maskeleri kullanılmıştır.

Kazı vardiyasında minimum sayıda personel çalıştırılmıştır. Bu amaçla, tahkimat işlemleri bir sonraki vardiyaya kaydırılmış, kazı vardiyasında sadece operatör, bakımçı ve arın ustası çalıştırılmıştır.

Kılavuz armından dönerek taban yoluna gelen tozlu hava, taban yolundaki düşük hava hızı nedeniyle burada toz problemi yaratmıştır. Bu problemin çözümü amacıyla kılavuz çıkışında ve taban yolu içerisinde SIS tipi su spreyları ile (fog sprays) su perdeleri oluşturulmuştur (Anon, 1992).

Yapılan bu çalışmalarla kişisel toz örnekleyicilerle yapılan toz ölçümleri makina operatörünün (en fazla toza maruz kalan personel) maruz kaldığı toz konsantrasyonu 20-30 mg/m<sup>3</sup>'ten, 10-15 mg/m<sup>3</sup>'e düşürülmüştür. Kılavuzu terk eden havada ise toz konsantrasyonu 5-6 mg/m<sup>3</sup>'e düşürülmüştür.

Çayırhan havzasında sadece tavan kömüründe

rastlanan sileks bantlarının makina ile kazılmasında önemli güçlüklerle karşılaşmıştır. Tek eksenli basma dayanımı 100 MPa'ın üzerinde olan sileks taşının kesilmesi keski sarfiyatını önemli ölçüde artırmış, kazı esnasında makinada büyük titreşimler yaratmıştır. Sileks'in yoğun olduğu 3 bölgede kazı arını patlayıcı madde ile gevşetmiştir. Kesici makinadaki arızaların önemli bir kısmı sileks bandının kesilmesinden kaynaklanmıştır. Ayrıca makinanın maruz kaldığı yüksek titreşimler nedeniyle, kazı öncesi bal' mlarda makinanın bir çok civatasının sıkılması gerekmiş, bu çalışma ek bir zaman kaybı yaratmıştır.

Makina ile açılan kılavuzda yalancı tavanın kazılması nedeniyle, oldukça sağlam olan ana tavan taşı altında çalışılmıştır. Toz bastırma ünitesi için gerekli çalışma yüksekliğini oluşturmak amacıyla, yürüyen tahkimat ünitelerinin arkasında yer yer tahkimatsız uzun boşluklar bırakılmış ve bu kısımda herhangi bir tehlike meydana gelmemiştir.

### **3.2. Tavan Kılavuzdan Elde Edilen Sonuçlara Göre Taban Kılavuzda Yapılan Düzenlemeler**

Makina ile tavan kılavuzda yapılan çalışmalardan olumlu sonuçlar alınması nedeniyle, makinanın ilk kez bir taban kılavuzun açılmasında (A 0812) kullanımına karar verilmiştir. Bu amaçla, makina tavan kılavuzdan sökülerek alt taban yoluna taşınmış, taban kılavuzun ilk giriş kısmının klasik yöntemle açılması sırasında makinada bakım ve onarım çalışmaları yapılmıştır.

Bölgede klasik yöntemlerle açılan tüm kılavuzlar kömür içerisinde ve kömür yüksekliğinde açılmıştır. Tavan kılavuz 1,5 m, taban kılavuz 1,7 m yüksekliğinde açılarak, ayak montajları tabana döşenen vinçli sistemlerle taşıma yaparak gerçekleştirilmiştir. Ancak, bu yöntemde karşılaşılan problemler nedeniyle, montaj yapılan ayağa malzeme nakliyatı tavana askılı monoraylar ile yapılmaya başlanmıştır. Monorayla yapılan ayak montajında, montaj çalışmalarının rahat yürütülebilmesi için kılavuz yüksekliğinin 1,9 m olması gereklidir. Bu yüksekliğe ulaşılması için klasik yöntemle kömür içerisinde 1,5-1,7 m yüksekliklerinde

açılan kılavuzlar, daha sonra, ek bir çalışma ile 1,9 m'ye yükseltilmiştir. Bu durum göz önüne alınarak, kılavuzda ikinci bir ek çalışmayı ortadan kaldırmak üzere taban kılavuzun 1,9 m yüksekliğinde açılmasına karar verilmiştir.

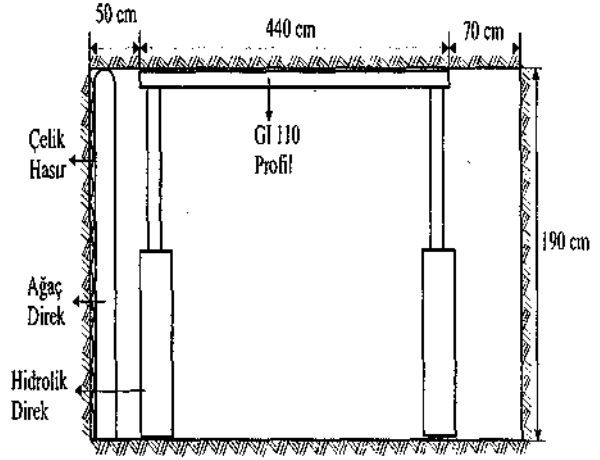
Delme-patlatma ile açılan galerilerde patlatma sonucu çevre kayaçların zarar görmesi nedeniyle, galeri çevresindeki kırıklı zon büyümekte ve tahkimata gelen yükler artmaktadır. Tavan kılavuzda yapılan çalışmalarda, delme-patlatma yapılmaması nedeniyle, tavan taşının oldukça sağlam kaldığı gözlenmiştir. Her ne kadar taban kılavuzun tavanını oluşturan ara kesmenin bu kadar sert olmadığı göz önüne alınsa da, makina ile kazı nedeniyle kırılmaların az olacağı düşünülerek tutularak tahkimat sisteminde değişiklik yapılmıştır. Bu amaçla iki yan yana tahkimat ünitesi yerine, 4,4 m genişliğinde tek bir tahkimat ünitesi uygulanmasına, yan direk olarak basit ve kolay kullanımı nedeniyle hidrolik direklerin kullanılmasına karar verilmiştir. Taban kılavuz için öngörülen ve uygulanan tahkimatın kesit görünüşü Şekil 6'da verilmektedir.

A 0812 kılavuzun yan tarafında daha önceden çalışılan panolar olması nedeniyle, sol yan duvardaki kömür kavlayarak kılavuz içine doğru akmış ve çalışmaları güçleştirmiştir. Akmayı engellemek amacıyla Şekil 6'da gösterildiği gibi sol yan duvarın hemen önüne ağaç direk konulmuş, arka kısmı çelik hasırla örülerek akma engellenmiştir.

### 3.3. A 0812 Taban Kılavuzda Yapılan Çalışmalar ve Elde Edilen Sonuçlar

Tavan kılavuzdan taban yoluna taşınan makinada, tavan kılavuzdaki çalışmalar esnasında kopan ve iyi bir şekilde yerine kaynatılamayan parçaların kaynağı tekrar yapılmıştır. Ayrıca makinanın ön yürüyüş kızaklarının hareket ettiği aşman kısım kaynakla doldurulmuştur. Tüm bu çalışmalar esnasında 51 yevmiye kullanılmıştır.

Taban kılavuzda makina montajı için açılan kısım (delme patlatma ile açılan) minimum uzunlukta tutulmuştur. Makina ile gerçekleşen yüksek ilerleme hızı ve düşük işçilikten yararlanmak amacıyla, makina mümkün olan en



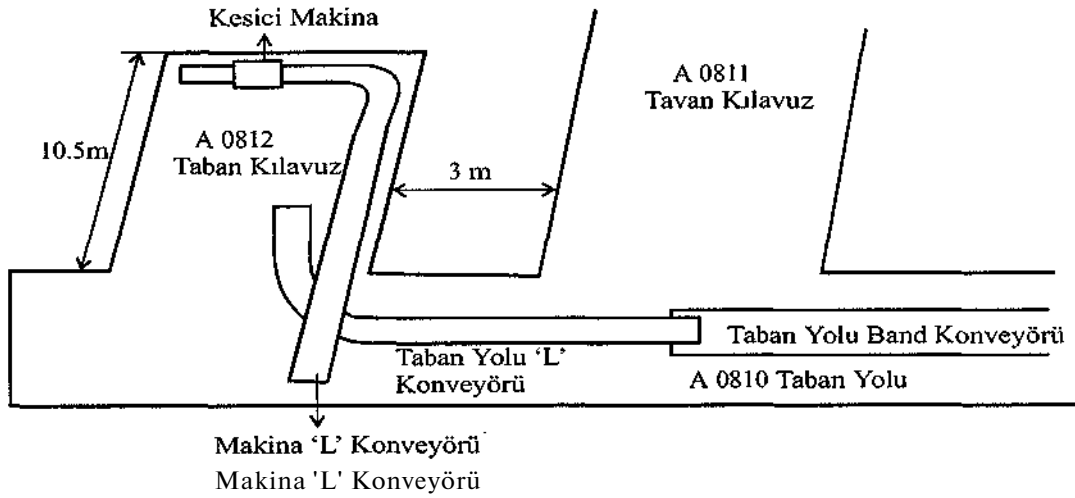
Şekil 6. Taban kılavuzunda uygulanan tahkimat

kısa uzunlukta monte edilmiştir. Ancak nakliyat ünitelerinin konumları nedeniyle, kılavuzun ilk kısımlarında önemli problemlerle karşılaşmıştır. Makina montajının yapıldığı ilk durumda kılavuzun plan görünüşü Şekil 7'de verilmektedir.

Şekil 7'den görülebileceği gibi makina, kılavuzun 10,5m uzunluğa ulaşmasıyla kurulmuştur. İlk aşamada makina ile kazılan malzeme makina konveyöründen taban yolu içine dökülmüş, buradan kürekle taban yolu "L" konveyörüne yüklenmiştir. Konveyör ünitelerinin üst üste çalıştırılması, konveyörlerde mekanik arızalara neden olmuştur. Makina konveyörünün tam uzunluğuna ulaşması ve kılavuz içerisine çift zincirdi konveyörün kurulmasıyla, nakliyat ünitelerinde karşılaşılan problemler ortadan kalkmıştır. Kılavuz içerisine çift zincirli konveyör montajı nedeniyle makina iki gün çalıştırılmamıştır. Makinanın tam kapasite faaliyete hazır olması için kılavuz uzunluğunun 29 m'ye ulaşması gerekmiş, bu mesafeye ulaşılıncaya kadar makina ilerleme hızı düşük olarak gerçekleşmiştir. Kılavuz uzunluğunun 29 metre olduğu durumda kılavuzun plan görünüşü Şekil 8'de verilmektedir.

Makinanın kısa mesafede kurulması makinanın genel performansı üzerinde her ne kadar olumsuz etki gösterse de, klasik yöntemle karşılaştırıldığında avantajları bulunmaktadır.





Şekil 7. Taban kılavuzda makinanın monte edildiği aşamada nakliyat ünitelerinin konumu

Taban kılavuzda çalışmalar iki vardiya (kazı+tahkimat ve bakım) olarak düzenlenmiştir. Tavan taşının yumuşak olması kazı ve tahkimat işlerinin aynı vardiyada yapılmasını zorunlu kılmıştır.

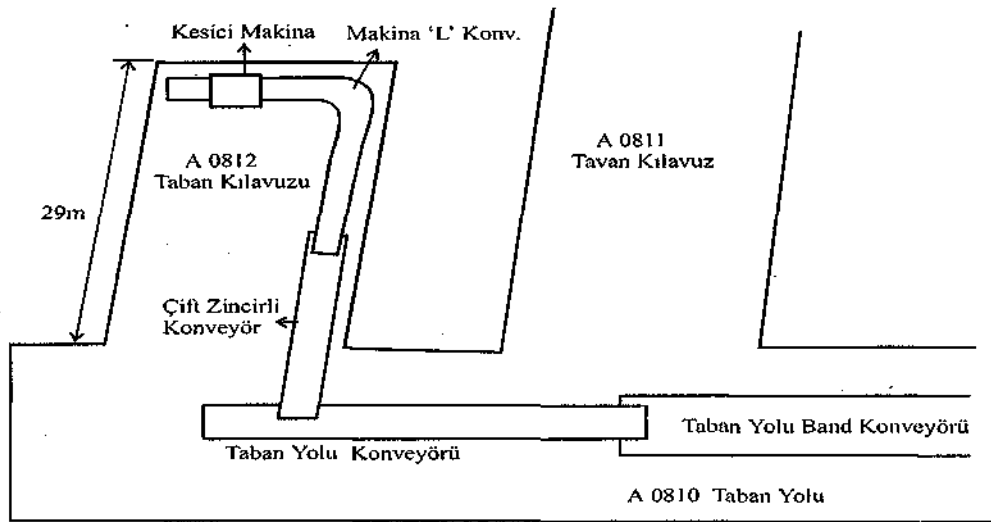
Makina ile taban kılavuzun 212,5 m'lik uzunluğu, 45 günde ve 4,72 m/vardiya ortalama ilerleme hızı ile açılmıştır. Makina montajından, kılavuzdaki kazı işleminin bitirilmesine kadar geçen süredeki ilerleme hızları Şekil 9'da verilmektedir. Çalışmalar esnasında en yüksek 10 m/vardiya ilerleme hızına erişilmiştir.

Taban kılavuzda makina ile çalışılan 45 gün süresince yapılan kronometraj sonuçları Şekil

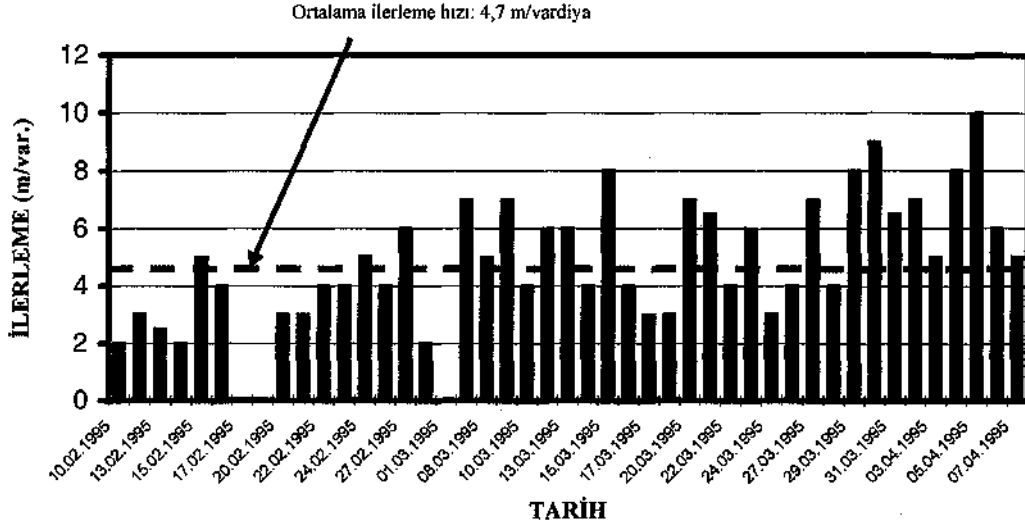
10'da verilmiştir.

Taban kılavuzdaki süreölçüm sonuçları tavan kılavuzda elde edilen sonuçlarla paraleldir. Nakliyat ünitelerindeki arızalardaki artış, daha önce de bahsedildiği gibi, kılavuzun başlangıç kısmındaki nakliyat ünitelerinin düzenlenme şekline kaynaklanmaktadır.

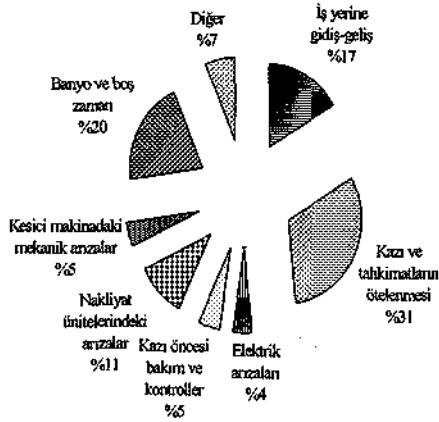
Süreölçüm sonuçlarına göre, 1 metre ilerleme için net kazı süresi 21,56 dakikadır. Makina bir vardiyada 50,24 m<sup>3</sup>/vardiya kazı hızı (4,72 m/vardiya) ile çalıştırılmıştır. Makina ile taban kılavuzda, tavan kılavuzdan daha yüksek kazı hızına erişilmiştir. Taban kılavuzdaki yüksek



Şekil 8. Taban Kılavuz nakliyat ünitelerinin son şekli



Şekil 9. Makina ile taban kılavuzda elde edilen ilerleme değerleri



Şekil 10. Taban kılavuz süreölçüm sonuçları

kazı hızının bir nedeni taban kılavuzda rastlanmayan sileks bantlarının, tavan kılavuzda kazı hızını düşürmesi olarak açıklanabilir. Bununla beraber, tavan kılavuzda tavan taşının kazılması zaman alıcı bir işlem iken, taban kılavuzda böyle bir sorun bulunmamaktadır. Tüm bunların yanında, taban kılavuzun kazı kesitinin fazla olması, makinanın kazı hızının artmasında etken olmuştur.

Taban kılavuzda keski sarfiyatı 0,673 keski/m (0,0655 keski/m<sup>3</sup>) olarak gerçekleşmiştir. Keski

sarfiyatı,- tavan kılavuzda elde edilen değer yaklaşık yarısına eşittir. Taban kılavuzdaki bu azalma, sileks bantların olmaması ve tavan taşının kazılmaması ile açıklanabilir.

Taban kılavuzdaki çalışmalarda, kılavuz yan duvarına yapılan ek tahkimat ve toz yoğunluğunu azaltmak amacıyla yapılan su enjeksiyonu, işçilik giderlerinin artmasına neden olmuştur. Ayrıca, su enjeksiyonu nedeniyle kılavuz bitiş noktasında ara kesmenin göçmesi de ek bir işçilik sarfiyatı oluşturmuştur.

Taban kılavuzdaki sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, tavan kılavuzdaki sonuçlardan daha başarılı olduğu görülmektedir. Bu başarıda çalışanların ekipmanlara alışması ve tavan kılavuzunda elde edilen tecrübelerin etken olduğu belirtilebilir.

### 3.3.1 Taban Kılavuzun Açılmasında Karşılaşılan Problemler

Taban kılavuzun açılmasında, tavan kılavuzdan daha yüksek oranda toz geliri ile karşılaşılmıştır. Daha önce de belirtildiği gibi, taban kılavuzun, kömür damarından yüksek açılması planlanmıştır. Bu nedenle, ilk aşamada, taban taşı 20 cm kazılmıştır. Ancak taban taşının (killi marn) sertliği nedeniyle, kazıda problemle

karşılaşmış ve daha yumuşak olan tavan taşının (siltli marn) kazılmasına karar verilmiştir. Siltli marnın kazılmasında ise yüksek toz geliri ile karşılaşmış ve toz yoğunluğu  $30 \text{ mg/m}^3$ 'e ulaşmıştır. Toz yoğunluğunu azaltmak amacıyla, kazı arınma yüksek basınçlı su enjeksiyonu yapılmıştır. Bakım vardiyalarında arma ortalama  $2 \text{ m}^3$  su enjekte edilmiş ve toz yoğunluğunda %50 oranında azalma gerçekleşmiştir. Su enjeksiyonu için ayrıca 2 işçi çalıştırılmıştır. (Eyyuboğlu, 1996).

Toz yoğunluğunun azaltılması için yapılan bir diğer çalışma da, çalışan personel tarafından V tipi su spreyleri (V spray) ile arına su püskürtülmesidir (Anon, 1992). Uygulanan bu yöntem oldukça başarılı olmuş ve operatörün maruz kaldığı toz miktarı  $5 \text{ mg/m}^3$  seviyesine düşürülmüştür (Eyyuboğlu, 1996).

#### **3.4. Makina ile Elde Edilen Sonuçların Zaman ve İşçilik Yönünden Klasik Yöntemle Karşılaştırılması**

Makina ile açılan tavan ve taban kılavuzlardan elde edilen değerler, Çayırhan işletmesindeki klasik yöntemle elde edilen değerlerle karşılaştırılmıştır. Klasik yöntemlerle açılan kılavuzlarda elde edilen değerlerden hareket edilerek, A 0811 ve A 0812 kılavuzlarının klasik yöntemle açılması durumunda gerçekleşebilecek değerler, makina ile gerçekleştirilen değerler ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalar her iki sistemin de başarısını temelden etkileyen zaman ve işçilik giderleri bazında yapılmıştır.

A 0811 ve A 0812 kılavuzları için mekanize ve klasik yöntemlerin karşılaştırma sonuçları Çizelge 1'de verilmektedir.

İki yöntem zaman açısından karşılaştırıldığında, klasik yöntem ile kılavuzun açılması toplam olarak 820 vardiyada gerçekleştirilebilecek iken, makina ile 380 vardiyada gerçekleştirilmiştir. Kılavuzların makina ile açılması sonucunda toplam sürede %53,66 oranında azalma gerçekleşmiştir.

Karşılaştırma işçilik bazında yapıldığında, klasik yöntemde toplam 7874 yevmiye, mekanize yöntemde 3338 yevmiye gereklidir. Mekanize yöntem ile işçilikten %57,61 oranında tasarruf

sağlanmıştır. Metre başına işçilik gideri, klasik yöntemde 17,65 yevmiye iken, mekanize sistemde 7,48 yevmiye olarak gerçekleşmiştir.

Gerek zaman ve gerekse işçilik açısından kılavuzların makina ile açılması sonucunda önemli tasarruflar sağlanmıştır.

#### **4. ELDE EDİLEN SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ**

a) Makina ile daha önceki çalışmalarda karşılaşılan problemlerin önemli bir kısmı çözülmüş ve makina verimli olarak kullanılabilir duruma getirilmiştir.

b) Makina ile tavan ve taban kılavuzlarında toplam olarak 421,5 m kılavuz açılmıştır. Klasik yöntem ile karşılaştırıldığında, makina ile kılavuz açılması sonucunda işçilikten %57,61 oranında tasarruf sağlanırken, zamandan %53,66 oranında tasarruf sağlanmıştır. Makina ile elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde göz önünde tutulması gereken bir diğer nokta da, her iki yöntem ile açılan kılavuzların yüksekliklerinin eşit olmamasıdır. Kılavuzlar makina ile klasik yöntemle göre daha yüksek açılmışlardır. Klasik yöntem ile açılan kılavuzun yüksekliğinin sonradan artırıldığı göz önüne alındığında, makina ile açılan kılavuz için daha az zaman ve işçilik harcadığı belirtilebilir. İşçilikte sağlanan bu azalma, kılavuzun makina ile açılmasının yarattığı ek bir avantajdır. Bu avantajı işçilik verimiyle ifade etmek olanaklıdır. Klasik sistemde 0,730 ton/yevmiye olan işçilik verimi %267,5 artışla mekanize sistemde 1,953 ton/yevmiye değerine ulaşmıştır.

c) Makina ile çalışmalarda karşılaşılan en önemli problem, kazı esnasında karşılaşılan yoğun toz geliri olmuştur. Alınan önlemler sonucunda, kılavuz açma çalışmaları süresince toz konsantrasyonunun azaltılmasında önemli gelişmeler sağlanmış ve toz konsantrasyonu makina operatörü için  $5 \text{ mg/m}^3$  seviyesine indirilmiştir. Çalışan tüm personelin yüksek toz tutma kapasitesine sahip toz maskesi kullandığı da göz önüne alındığında, toz probleminin önemli oranda çözüldüğü belirtilebilir.

d) Tavan kılavuzda makina\* ile yapılan çalışmada

Çizelge 1. Mekanize ve Klasik Yöntemlerin Karşılaştırması

		A 0811 TAVAN KILAVUZ				A 0812 TABAN KILAVUZ			
		Toplam Vardiya	Toplam Yevmiye	İlerleme (m)	Performans (Yevm/m)	Toplam Vardiya	Toplam Yevmiye	İlerleme (m)	Performans (Yevm/m)
K	Giriş Kısmının Elle	25	245	14	17,5	38	316	10,5	30,09
L	Açılması								
A	Kılavuzun Açılması	369	3566	209	17,06	375	3626	212,5	17,06
S	Kılavuz Temizliği	6	48	-	-	7	73	-	-
İ	Toplam	400	3859	223	17,3	420	4015	223	18
K									
M	Taban Yolunda	-	-	-	-	-	51	-	-
E	Makinada Yapılan								
E	Bakım Çalışması								
K	Giriş Kısmının Elle	25	245	14	17,5	36	304	10,5	28,95
A	Açılması								
N	Makina Montajı	31	108	-	-	14	88	-	-
İ	Makina ile İlerleme	135	1130	209	5,4	93	1139	212,5	5,36
Z	Kılavuzun Temizliği	6	48	-	-	7	73	-	-
E	Makina Demontajı	16	63	-	-	17	89	-	-
	Toplam	213	1594	223	7,15	167	1744	223	7,89

yalancı tavan kazılmıştır. Klasik yöntemle kazılması oldukça zor olan ve suyunu kaybettiğinde kavlayarak göçen (tahkim edilmezse) bu kısmın makina ile kazılması sonucunda, kılavuzda uzun boşluklar tahkimatsız olarak tutulabilmiştir. Makina ile açılacak kılavuzlarda, tahkimat üniteleri arasındaki mesafenin 3 m'ye çıkarılması (tavana asılan monoray rayları için bu mesafe zorunludur) olanaklıdır ve bu uygulama zaman-işçilik ve malzeme açısından önemli bir tasarruf sağlayacaktır.

e) Kılavuz boyunun uzun olması, makinanın kurulması ve sökülmesinden kaynaklanan işçilik giderinin kılavuz birim metre maliyetine etkisini azaltacaktır. İşletme yönetimi almış olduğu yeni bir karar ile ayak boylarını 220 m'den 250 m'ye çıkarmıştır. Bu nedenle, bundan sonra makina ile açılacak kılavuzlarda makina montaj-demontaj işçiliğinin kılavuz birim metre maliyetine etkisi daha az olacaktır.

f) Bölgede klasik yöntemle açılan kılavuzlarda vardiyadaki ortalama kazı hızı 7,01 m<sup>3</sup>/vardiya (0,85 m/vardiya) olarak gerçekleşmektedir. Tavan ve taban kılavuzda makina ile ortalama 46,35 m<sup>3</sup>/vardiya kazı hızına erişilmiş ve klasik yöntemle göre kazı hızı %661 oranında artırılmıştır.

g) Gerek tavan kılavuzun açılması ve gerekse taban kılavuzun açılmasında, makina yeni olduğundan ve yetişmiş personel olmaması nedeniyle kazı vardiyası bir vardiya olarak düzenlenmiştir. A08 panosu kılavuzlarının açılmasında kazanılan tecrübe ile bundan sonra açılacak kılavuzlarda çalışma 2 vardiya kazı, 1 vardiya bakım olarak düzenlenebilir. Bu düzenleme ile önemli ölçüde zaman tasarrufu sağlanabilir.

h) Makinanın çalışma süresinin, (tahkimatların ötelenmesi dahil) toplam süre içerisindeki oranı %32,5 olarak gerçekleşmiştir. Makina kullanım oranının artırılması, mevcut boş zamanların değerlendirilmesi ve arızaların azaltılması ile olanaklıdır. Bahsedilen düzenlemelerin yapılması ile makina verimi artırılabilir. Mekanize yöntem daha yüksek ilerleme hızına erişilmesine izin vermektedir. Klasik yöntemde ise mevcut ekipmanlarla böyle bir olanak bulunmamaktadır.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Makina ile yapılan çalışmalarda klasik yöntemle göre önemli başarılar elde edilmiştir. Sistem, verimin artırılmasına elverişlidir. Makina veriminin artırılması makina üzerinde yapılacak değişikliklerle ve mevcut boş zamanların değerlendirilmesi ile olanaklıdır. Ancak buradaki en önemli güçlük, makinanın eski model olması ve yedek parça stoğunun yeterli olmamasıdır. Ayrıca makinanın kesme derinliğinin 33 cm ile sınırlı olması (ticari olarak mevcut makinaların kesme derinlikleri 42 ile 62,5 cm arasındadır) makinanın performansının artırılmasının önünde önemli bir engeldir. Bu durumda kılavuz açma çalışmaları için üretilmiş bir makinanın satın alınması da bir çözüm olarak düşünülebilir.

## KAYNAKLAR

Anon, 1992; "Dust Control Systems", Senior Conflow Mining Equipment Limited.

Baker, D.R. ve Brune, J.F., 2000; "High-Performance Longwall Mining at Consol Energy", High Performance Longwall Operations, Zweites International Kolloquium RWTH Aachen, Juni, s. 31-46.

Eyyuboğlu, E.M., Arıcan, R., Bölükbaşı, N., 1994; "OAL'de Kılavuz Açma Makinası Uygulaması", Türkiye 9. Kömür Kongresi, Mayıs, Zonguldak, s. 343-358.

Eyyuboğlu, E.M., 1996; "OAL'de Ayak Montaj Kılavuzlarının Makina ile Açılması Esnasında Tozla Mücadele Çalışmaları", Çayırhan, Yayınlanmamış.

Heinz, W. W., 1986; "Cost Efficiency Comparison Between Shotfired and Mechanized Drivages", Glückauf+Translation 122, Nr.5, s. 112-114.

Tonjes, B., 2000; "Innovative High-Performance Longwall Operations at Deutsche Steinkohle AG-First Assessment and Consequences", High Performance Longwall Operations, Zweites International Kolloquium RWTH Aachen, Juni, s. 1-20.