

## **YÜKSEK BASINÇLI HAVA PATLATMALI KAZI TEKNOLOJİSİNİN KARADON OCAKLARINDAKİ UYGULAMALARI**

### *APPUCATIONS OF HIGH PRESSURE AIR BLASTING TECHNLOGY AT KARADON COLLIREY*

*Kebire KEL\**

*Aydın KASAPOĞLU\*\* Nuri Ali AKÇİN\*\*\**

#### **ÖZET**

Bu bildiride; öncelikle Zonguldak Havzasındaki dik damarlarda son zamanlarda yaygın olarak uygulanmaya başlanan "Yüksek Basınçlı Hava Patlatmalı Kazı Teknolojisi" kısaca tanıtılmıştır, ikinci olarak; Karadon Ocaklarındaki uygulamalar açıklanmış ve uygulamalarda karşılaşılan sorunlar ortaya konulmuştur. Son olarak da; sistemin sağladığı yararlar tartışılmıştır.

#### **ABSTRACT**

In this paper; firstly, High Pressure Air Blasting Technology, which has been applied recently to the steep seams in Zonguldak Basin, is introduced briefly. Secondly, the applications in Karadon Colliery are explained and problems encountered in practice are presented. Finally, the benefits of the system are discussed.

\* : Maden Mühendisi, Zonguldak

\*\* : Maden Mühendisi, TTK Kilimli İşletmesi, Zonguldak

\*\*\* : Doç. Dr., ZKÜMF, Maden Mühendisliği Bölümü, Zonguldak

## 1. GİRİŞ

Bugün, kömür madenciliğinde uygulanan çok çeşitli üretim yöntemleri ve bu yöntemlerde kullanılan kazı araçları vardır. Gerek üretim yöntemi, gerekse kazı aracı seçimini belirleyen en önemli etkenler, kömür damarlarının jeoteknik ve jeolojik özellikleridir. Bunların yamsıra, bir diğer önemli etken de, karar verici durumda olan işletmenin, içinde bulunduğu ekonomik şartlardır.

Ekonomik şartlar ile birlikte, damarın jeolojik ve jeoteknik koşulları göz önüne alındığında işletmeci; işçi sağlığı ve iş güvenliğini de gözardı etmeden, yüksek randımanlı ve en düşük maliyetli üretim yöntemi ve kazı aracım tercih edecektir.

Damar eğimlerinin fazla ( $>45^\circ$ ) ve damar içi arızaların sık görüldüğü, iki kez tektomzmaya uğramış Zonguldak Kömür Havzası'nda, dik damarların üretimi, oldukça güç ve maliyeti yüksek olan klasik üretim yöntemlerinden karatumba veya dolgulu üretim yöntemleri (dişli ayak, uzun ayak) ile yapılmaktadır (1).

1992 yılında, havzanın yeniden yapılanması çalışmaları çerçevesinde alınan, Yüksek Basıncılı Hava Patlatmalı Kazı Sistemi (YBHPKS), ilk olarak TTK Kozlu Taşkömürü İşletme Müessesesi, İnsaniye İşletmesi -485/211004 ile -560/211127 lağımları arasındaki Sulu damarında pilot olarak uygulanmıştır. Mart-4992'de meydana gelen grizu faciası sonucu buradaki çalışmalara ara verilmiştir. Daha sonra Haziran-1993 tarihinden itibaren TTK Karadon Müessesesi, Kilimli İşletmesi -360/51105 lağımı ile -460/51507 lağımı arasındaki Çay-Batı damarında üretim çalışmalarına başlanmış ve sistemin başarısı için belirlenen %70'lik kazanım oram, elde edilen ortalama % 82'lik kazanım oranı ile aşılarak, sistemin alınmasına karar verilmiştir (1).

Sistemin öncelikle dik damarlar olmak üzere, havza genelinde yaygınlaştırıldığı gözlenmektedir. Karadon ve Üzülmöz Müesseselerinde bu sistem ile üretim faaliyetleri ve hazırlıkları devam eden panolar vardır. Bunlar Çizelge 1'de gösterilmiştir. Ayrıca sistemin Yeni Çeltak Linyit İşletmesi, Merzifon Ocağında, 1.5-10 m kalınlığında,  $5-25^\circ$  eğime sahip bir kömür damarında, uzun ayak yöntemiyle ile birlikte başarı ile uygulandığı bilinmektedir (2).

Çizelge 1. TTK'da Yüksek Basıncılı Hava ile Üretim Yapılan Damarlar (1).

İşletmeler	Damar Adı	ESImO	Kalınlık (m)	Kotlar
Karadon	Çay*	45-65	2.5 - 6.0	-360/-460
Karadon	Domuzcu **	50-60	3.0-3.5	-260/-360
Üzülmöz	Sulu*	50-80	2.0-3.0	+80/+100
Üzülmöz	Sulu **	50-80	2.0-3.0	-156/+80
Üzülmöz	Nasifoglu*	50-55	1.0-3.0	+70/ -
Üzülmöz	Nasifoglu**	50-55	1.0-3.5	+50 / +70

\* : Üretim çalışmaları tamamlandı    \*\* • Üretim ve hazırlık çalışmaları devam ediyor.

## 2. SİSTEMİN GELİŞİMİ

En kısa tarifiyle YBHPKS, delme-patlatma ile kömür gevşetme esasına dayanılarak geliştirilmiş bir kazı sistemidir. Yüksek basınçlı hava, ilk olarak kömür kırma işlemlerinde, delikler içine yerleştirilen özel patlatma üniteleri ile birlikte, 1934 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde kullanılmıştır. Sistemin Amerikan ocaklarında, oda-

topuk yönteminde ve uzun ayaklarda yaygın olarak kullanılması sonucunda, sistem 1953 yılında Fransız, 1955 yılında da İngiliz ocaklarında kullanılmaya başlanmıştır (3).

1960 yılı sonrasında sistemin dik damarlarda da kullanılabilmesi için Macaristan'm Beta kömür ocağında çalışmalar başlatılmıştır. 1982 yılında geliştirilen ve daha önce 1.5 m uzunluğundaki kısa deliklerin yerine, 15-20 m uzunluğunda sondaj delikleri delinmiş, bunu takiben tijler çıkartılarak yerlerine patlatma üniteleri (shell) yerleştirilerek kömür üretimi yapılmıştır. Bu işlemlerin uzun süreler alması üzerine 1991 yılında sistem daha da geliştirilerek hem delik delen, hem de patlatma işlemini kendi içinde gerçekleştiren özel patlatma üniteleri geliştirilmiştir (4).

### **3. SİSTEMİN TANITIMI**

Yüksek Basıncılı Hava Patlatma Kazı Sistemi, sistemin kalbi durumunda olan ve yüksek basıncı üreten kompresör + basınç yükseltici (Booster), üretilen yüksek basıncılı havayı üretim panolarına taşıyan boru şebekesi ve üretim anında kullanılan delme-patlatma ünitelerinden oluşmaktadır (5).

#### **3.1 Kompresör ve Basınç Yükseltici**

Kompresör ve basınç yükselticide dakikada 2.5 m<sup>3</sup> hava 84 MPa'a sıkıştırılır. İlk aşamada hava, 55 kW/hk elektrik motoru ile tahrik edilen, 1450 devir/dak. ve 140 m<sup>3</sup>/saat kapasiteli kompresörde, 4 kademedede 35 MPa'a sıkıştırılır. Daha sonra bu 35 MPa'lık hava, 4-6 bar'lık şebeke basıncı ile çalışan, basınç yükselticiye beslenerek 35 MPa'dan 84 MPa'a kadar sıkıştırılır. 84 MPa'lık basınca sahip olan hava, kontrollü olarak boru şebekesine sevkedilmektedir. Sistem tamamen otomatik olarak çalışmakta ve şebekedeki hava basıncı, kullanım sonucu düştükçe basınç yükseltici ve kompresör devreye girmektedir. Ayrıca, elektrik motorunu soğutmak amacıyla vantilatör ve yükseltici çıkışında yoğunlaşan suyu toplamak amacıyla, su ayırıcısı bulunmaktadır.

#### **3.2 Yüksek Basıncılı Hava Şebekesi**

Yüksek basıncılı havayı taşımak için Cr-Mo alaşımlı çelikten imal edilmiş; dış çapı 25.4 mm, iç çapı 12.7 mm olan 140 MPa basınca dayanıklı borular kullanılır. Ayrıca, kompresör çıkışında ve patlatma valfi-çelik boru bağlantılarında, dış çapı 9.55 mm, iç çapı 4.7 mm olan Cu-Ni alaşımlı çelikten imal edilmiş özel borular ve dönüşlerde ve kavşaklarda 45-60-90°'lik dirsekler ve T'ler kullanılır.

#### **3.3 Delme-Patlatma Üniteleri**

Yüksek Basıncılı Hava Patlatma Kazı işlemlerinde, kısa ve uzun patlatmalarda kullanılan, iki tip patlatma ünitesi vardır.

##### **3.3.1 Kısa Patlatma Ünitesi**

Kısa patlatma ünitesi, uzun patlatmadan sonra bırakılan topuk kömürün alınmasında ve tavandan gelen blok taşların parçalanmasında, taban yolu ve başyukarı ilerlemelerinde kullanılır. Delik delme işlemi kömür ve taş burgusu ile yapılır. Patlatma işlemi delik içine yerleştirilen, kömürde 2.5 m, taştta 1.5 m'lik kısa patlatma üniteleri ile

gerçekleştirilir. Patlatmanın etkisi ünite içine yerleştirilen 50, 55, 65 MPa'lık basınca dayanımlı, kare kesme (patlatma) plakaları ile sağlanır.

### 3.3.2 Uzun Patlatma Üniteleri (Delme-Patlatma)

Uzun metrajlı delme-patlatma işlemlerinde kullanılan ekipmanlardır, istenilen boyuta kadar birbirlerine eklenerek kullanılırlar. Hem delme, hem de patlatma işleminde aynı üniteler kullanılır. Sondaj işlemi sırasında göre, uzun patlatma üniteleri aşağıdaki elemanlardan oluşur.

a- Sondaj Başlığı; elmas ucun monte edildiği adaptör başlık

b- Kırma Üniteleri; yüksek basınçlı havanın depolandığı ve kömürün gevşetilmesini sağlayan ünitelerdir, tasarlanan delik boyuna göre 5-20 adet kullanılabilir.

c- Patlatma-Başlama Ünitesi; içine patlatma mekanizmasını harekete geçiren, 60,65,70 MPa basınca dayanımlı, kırma disklerinden (patlatma plakası) birinin yerleştirildiği ünite, 1 adet kullanılır.

d- Uzatma-Yön Üniteleri; yüksek basınçlı havayı kırma ünitelerine taşıyan ünitelerdir, delik boyuna göre 3-5 adet kullanılabilir.

e- Hortum Korumucu; yüksek basınçlı havayı sondaj ünitelerine vermeye yarayan ve en son uzatma ünitesine bağlanan ünite.

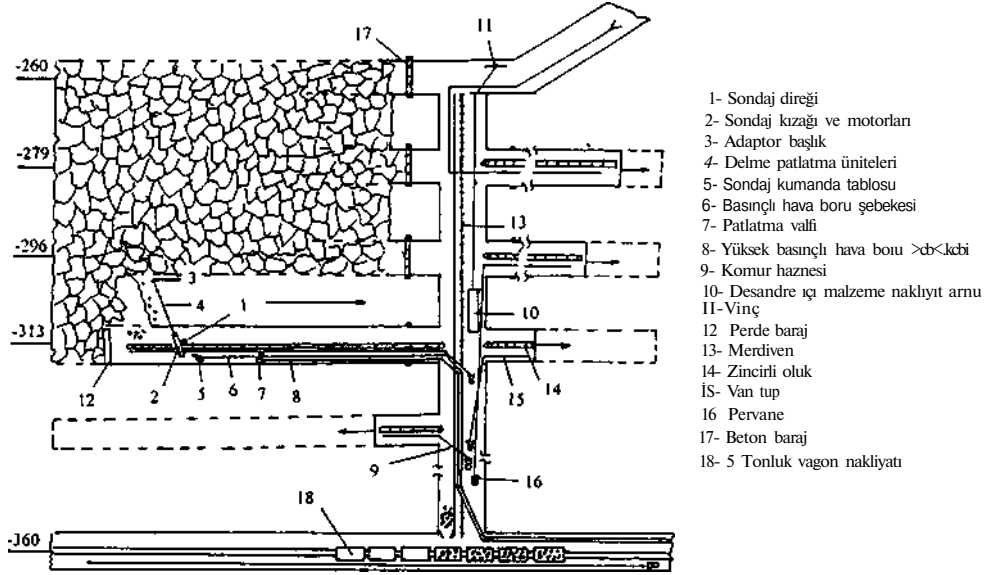
Sondaj işlemi, tahkimata iyice sabitlenmiş sondaj direğine monte edilen, kızak üzerinde hareket eden ve 4-6 bar'lık şebeke basıncı ile çalışan, itici motor ve devir motoru ile, 1050 mm boyundaki üniteler birbirine bağlanarak, yapılır.

## 4. SİSTEMİN TTK'DA DİK DAMARLARDA ARAKATLI GÖÇERTME YÖNTEMİ İLE UYGULANMSI

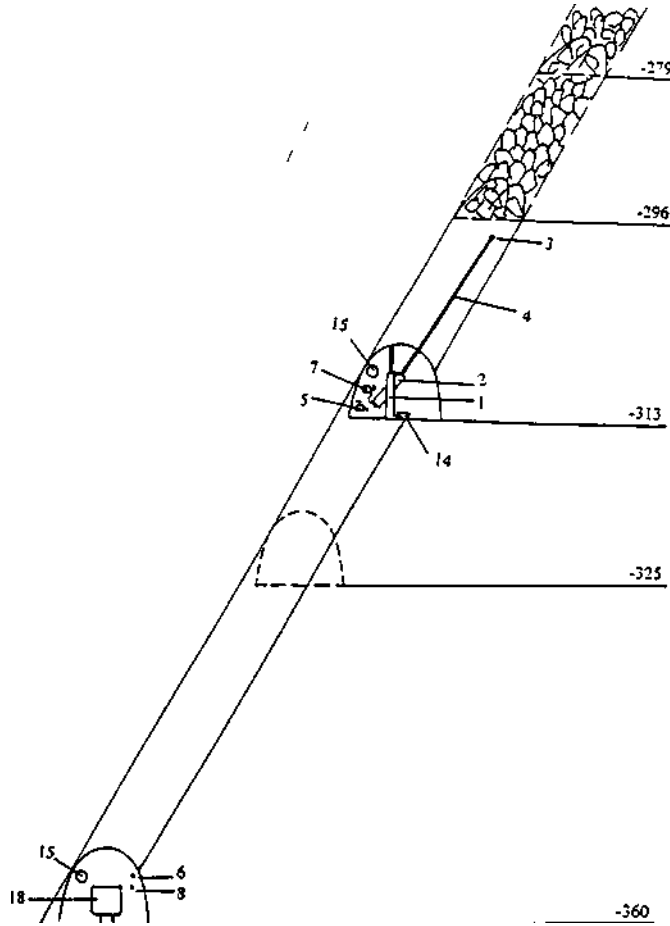
Havzadaki uygulamalarına göre, damar içinde sürülen ana nakliyat ve havalandırma başyukansı içinde 15-20 m'lik kot farkı ile damar doğrultusuna paralel olarak sürülen arakatlarda (kılavuz tabanlarda) kömür üretimi delme-patlatma ile yapılmaktadır. Üretim basamakları aşağıdaki gibidir.

### 4.1 Pano Hazırlığı ve Arakatlarm Sürülmesi

Pano hazırlığının ilk aşamasında üretim yapılacak kotlar arasında damar içinde bir başyukarı çıkılır. Daha sonra bu başyukarı aşağıya doğru B-10 kesitte taranarak genişletilir. Genişletme işlemi yapılırken; aynı panoda tek taraflı ya da çift taraflı üretim yapılacaksa, bu iki duruma uygun arakatlar (kılavuz tabanlar), yukandan aşağıya doğru 15-20 m kot farkı ile damar doğrultusuna paralel olarak sürülür (Şekil 1). Kılavuz tabanların sürülmesi esnasında, dikkat edilmesi gereken en önemli nokta B-10 kesitte açılan kılavuzun yaklaşık tabanından 1-1.5 m yükseklikte taban taşı kesilerek ilerlenmesidir. Böylece kömür damarı daha iyi askıya alınacak ve üretim sırasında damar içi çalışma alanı daha iyi ayarlanarak, kömürün taban taşı üzerinden zincirli oluk üzerine kolay akışı sağlanacaktır.



Şekil I a TTK Kılımlı işletmesi, -2607-360 Domuzcu Panosu Plan Görünüşü (Ölçeksiz)



Şekil I b TTK Kılımlı işletmesi -260/-360 Domuzcu Panosu Kesit Görünüşü (Ölçeksiz)

## 4.2 Arakatlarda Kömür Üretimi

Arakatlar pano sınırına kadar ulaşır, yüksek basınçlı hava şebekesi döşendikten sonra kılavuz tabanda kömür üretimine geçilir.

### 4.2.1 Ön Kesme İşlemi

Delme patlatma ile üretime geçilmeden önce, bu işleme kolaylık sağlaması için , iki arakat arası mesafeden, 1-2 m kısa olacak şekilde bir serbest yüzey başyukansı çıkarılır. Daha sonra bu başyukanının ilave tahkimat elemanları alınarak, her iki tarafından kısası uzunlu sondajlarla delme-patlatma işlemi yapılarak serbest yüzey genişletilir. Bu işlemlere "Ön Kesme" adı verilir. Ön kesme işleminden sonra, kömür damarının sertliğine göre, damar doğrultusu boyunca 0.8-1 ve 1.5 m'lik dilimler halinde, uzun sondajlar yapılarak delme-patlatma ile üretime geçilir.

### 4.2.2 Delme-Patlatma İle Üretim

**Sondaj Boyu ve Eğimi:** Sondajın eğimi damarın eğimine ve tasarlanan sondaj boyuna göre ayarlanır. Genel olarak arakatlardan askıya alınmış kömüre, damar eğimine paralel ya da damar eğiminden 2°-3° düşük eğimlerde sondaj yapılır.

Sondajın boyu arakatlar arasındaki kömür diliminden 1-2 m kısa olacak şekilde ayarlanır. Ancak pratik olarak sondaj boyu, damarın sertliğine ve üretim anındaki koşullara göre belirlenir. Örneğin 60°'lik eğime sahip, 17 m'lik bir kömür dilimi için ideal sondaj uzunluğu 15 m olarak alınabilir (Şekil 2).

Sondaj delikleri göçük tarafına doğru, 5°-10° diyagonalleştirilerek, patlatma sonrası kömür akışı kolaylaştırılır.

**Patlatma Ünitelerinin Konumu ve Kömür Gevşetme Mekanizması:** Sondaj yapılırken, kullanılan patlatma ünitelerinin sayısı ile ne kadarlık bir kömür diliminin ya da ne kadar üst mesafelerdeki kömürün gevşetileceği tasarlanmaktadır. Özellikle kılavuz tavanına yakın olan 2-3 m'lik kısım yön-uzatma üniteleri ile geçilerek, patlatma işlemi üst mesafelerde gerçekleştirilmektedir. Bırakılan bu 2-3 m'lik kısım patlatmadan etkilenmemekte ve patlatma sonrasında sondaj ünitelerinin sökümünü kolaylaştırmaktadır.

Genellikle 2 kılavuz arasında askıya alınan kömür dilimi içine, tasarlanan sondaj uzunluğunun 3/4 'ü oramnda patlatma-kırma ünitesi sondaja verilir. Daha sonra kömür damarının sertliğine ve basınç durumuna göre seçilen 60, 65, 70 MPa basınca dayanımlı 1.2, 1.3 ve 1.4 mm kalınlığındaki, kesme plakalarından biri, patlatma-başlama ünitesine yerleştirilip sondaja verilir. Son olarak, yapılan sondaj boyunun 1/4 'i oramnda (yön) uzatma ünitesi sondaja ilave edilir. Sondaj ünitelerine devir ve itme motoru yardımıyla, ters yönde devir hareketi verilip geri çekilerek adaptör başlığın kapanması sağlanır. En son üniteye hortum koruyucu ünitesi takıldıktan sonra, kırma üniteleri üzerindeki piston yönleri, yön-uzatma üniteleri üzerindeki işaretler yardımıyla göçük tarafına çevrilir. Patlatmanın etkisi ile ünitelerin zarar görmemesi için , hortum koruyucu zincirle, tahkimata bağlanır. Patlatmadan sonra gelen kömür+taş bloklarının zincirli oluğa zarar vermemesi için, konveyörün üzeri kamalar ile örtülerek korumaya alınır. Sondaj

üniteleri ile patlatma valfi bağlantısı yapılarak, patlatma mahallinde kimsenin kalmadığından emin olunduktan sonra, patlatma valfi kolu açılarak patlatma yapılır.

Sondaj üniteleri içine verilen yüksek basınçlı hava, kesme plakasının basınç dayanımına ulaşıncaya plakayı kesmektedir. Plakanın kesilmesi ile patlama-başlama ünitesi içindeki hava kömüre doğru büyük bir darbe etkisiyle boşalır. Böylece, kırma üniteleri içinde sıkışmış olan hava, alttan sıkıştırma etkisi kalmayınca, üniteler içindeki pistonları ani bir itme kuvveti ile aşağıdan yukarıya doğru açarak, darbe etkisiyle, kömür içine doğru boşalır. İki komşu ünitenin pistonlarının açılma süresi 2 ms gibi kısa bir süredir (Şekil 3) (6).

**Patlatmadan Sonra Kömürün Nakledilmesi:** Patlatmadan sonra, ünitelerin sökülmesi yapılarak yön üniteleri ile geçilen ve patlatmadan etkilenmeyen kömür topuğu içine, kömür burgusu ile delik delinir. Delik içine kısa patlatma ünitesi yerleştirilerek, patlatma işlemi yapılır. Böylece daha önce uzun patlatma ile gevşetilmiş kömürün önü açılarak zincirli oluşun üzerine doğru, kömür çekme işlemine başlanır. Kömürün akışı, yalancı tavandan gelen taş blokları ya da iri kömür blokları tarafından engellenmiş ise; sivriç yardımıyla kömürün önü açılır. Sivriçin yetersiz kaldığı durumlarda kısa patlatma ünitesi ile taş blokları parçalanarak kömür akışı sağlanır.

Arakatlardan ana nakliyat ve havalandırma başyukansı içindeki hazneye taşınan kömür, alt taban yolundaki nakliyat sistemine aktarılır.

### **4.3 Sistemin Uygulamaları Sırasında Karşılaşılan Sorunlar**

TTK Kilimli İşletmesi'nde üretim faaliyetleri tamamlanmış -360/-460 Çay Batı panosunda ve halen üretim faaliyetlerine devam edilen -260/-360 Domuzcu Doğu panosunda gerek damarların jeolojik özelliklerinden, gerekse sistemden kaynaklanan çeşitli sorunlarla karşılaşmıştır. Alınan ilave önlemlere rağmen, üretim kayıpları kaçınılmaz olmuştur.

#### **4.3.1 Kömür Damarlarının Jeolojik Özelliklerinden Kaynaklanan Sorunlar**

TTK Kilimli İşletmesi'nde üretim çalışmaları tamamlanmış -360/-460 Çay Batı panosu ile üretim çalışmalarına devam edilen -260/-360 Domuzcu Doğu panosunda, damarların jeolojik özelliklerinden kaynaklanan, değişik sorunlarla karşılaşmıştır. Bunlar aşağıda her bir pano için ayrı ayrı anlatılmıştır.

##### **1. -360/-460 Çay Batı Panosunda Karşılaşılan Sorunlar**

**a- Damar Yapısındaki Düzensizlikler:** Damar kalınlığının 0.30-6.5 m arasında değişmesi kılavuz tabanların sürülmesinde problem yaratmış, zincirli oluklarının düzgün kurulmamasına neden olmuş ve çalışmalarını olumsuz yönde etkilemiştir. Kılavuz tabanların, damarın yapısından dolayı taban taşının kömürü askıya almayacak şekilde kesilerek sürülmesi, patlatmadan sonra kömür alma işlemlerini zorlaştırmıştır. Kömür damarının yer yer daralması, yapılan sondajın taşa rastlamasına neden olmuş, bu durumda sondaj sökülüp, yeni eğim açısı verilerek damar içinde değişik doğrultuda sondaj yapılarak, taş içinde sondaj yapmanın olumsuz etkileri önlenmiştir. Ancak

zaman zaman bu şekilde sondajın taşa rastlaması, başlığın erken aşınmasına ve kapanmamasına neden olmuştur.

**b- Damarın Gaz İçeriği:** Damarın gaz içeriğinin fazla olması üretim sırasında havalandırmayı güçleştirmiştir. Patlatmalardan sonra aşırı gaz geliri ile sensörlere bağlı zincirli oluklar otomatik olarak durmuş, bu durum kömür üretimini ve nakliyat hızını düşürmüştür. Ayrıca damarın aşırı gazlı oluşu, arazi basıncının da etkisiyle delik içinde sondaj ünitelerinin sıkışmasına, adaptörün çalışmamasına ve sondajın engellenmesine neden olmuştur. Ancak damarın gazlı olması patlatmadan sonra kazı kolaylığı sağlamıştır.

**c- Su Geliri:** Bu panonun -260/-360 kotları arasındaki, üst kotlarının daha önce çalışılmış olması nedeni ile, patlatmalar sonucunda bir üstteki eski göçük tabanla irtibatlanması üzerine, aşırı su geliri ile karşılaşmıştır. Bu durum; sondaj işlemlerini olumsuz yönde etkilemiş, kırma ünitelerindeki pistonların şlam ile tıkanmasına ve adaptör başlığın sıkışıp kapanmamasına neden olmuştur. Ayrıca, su geliri kılavuz tabanlarda ve nakliyat desandresi içinde ağır tahribatlara yol açarak üretimin kesilmesine neden olmuştur.

## **2. -260/-360 Domuzcu-Doğu Panosunda Karşılaşılan Sorunlar**

Halen üretim çalışmalarına devam edilen Domuzcu Doğu panosunun 1. ve 2. kılavuzlarının üretimi sırasında yalancı tavan ve topuk sorunu ile karşılaşmıştır.

**a- Yalancı Tavan Sorunu:** Özellikle yapılan uzun sondajlarda , patlatmadan sonra gevşeyen-kıvrılan kömürün taban taşı üzerinden kılavuz tabana doğru kolay akışı istenen bir durumdur. Bunun için patlatmadan sonra kömürün gevşemesiyle, yalancı tavanın bir süre kendini tutması gerekir. Ancak, patlatmadan sonra açılan boşluk nedeniyle, yalancı tavan kendisini tutamadığı için erken düşmekte ve tavandan kopan blok taşlar kömürün önünü keserek, akışını engellemektedir. Bu durumda göçük alanından kömür çekmek için, oldukça zahmetli ek çalışmalar gerekmektedir. Ayrıca yalancı tavanın erken düşmesi sonucunda, perde baraj ile sondaj makinesi arası mesafeyi daralttığı için, göçük arkasından kömür çekme işlemleri sınırlanmıştır. Bu durum üretim kayıplarına neden olmuştur.

**b- Topuk Sorunu:** 3-3.5 m kalınlığındaki Domuzcu damarının sert bir damar olması ve damar stampında yer yer kalınlığı 1 m'ye kadar ulaşan arakesmenin bulunması damarın delme-patlatma ile üretimi sırasında sorunlara yol açmaktadır. Bunun yanı sıra, bazen kompresörde meydana gelen birtakım aksaklıklardan dolayı basıncın yetersiz gelmesi sonucu patlatma tasarımı sınırlanmıştır. Şöyleki; sert damarların kazılması sırasında, 14 mm kalınlığında, 70 MPa'lık basınca dayanıklı, en kalın kesme plakasının kullanılması gerekirken , basıncın yetersiz olması nedeniyle uzun patlatmalarda tam tersi 1.2 m kalınlığında, 60 MPa'lık basınca dayanıklı en ince kesme plakası kullanılmıştır. Bu durumlar sonucunda, üst mesafelerde 2-3 m'lik kömür topukları askıda kalmış ve alınamamıştır. Bir kaç patlatmadan sonra sürekli bu şekilde topuk kalması, bir sonraki patlatmanın verimini düşürmüştür ve serbest yüzeyde kesit daralmalarına sebep olmuştur. Bunun sonucu olarak da, yeni serbest yüzey başyükleniciler çıkılarak, ilave serbest yüzeyler oluşturulmuş ve üretime bu şekilde devam edilmiştir. Zamanla arazi basıncının etkisiyle bu topuklar göçük arkasına düşmüş fakat



başyukansından sonraki patlatmalarda, arazi basıncının etkisi sağlam kömürde de etkili olmuş ve kılavuzun son 35 m'lik kısmı topuk bırakılmadan alınmıştır (Şekil 4).

#### 4.3.2 Sistemden Kaynaklanan Sorunlar

Sistemin uygulamaları sırasında, zaman zaman sistemin eskimesinden, zaman zaman da ünitelerin bakımlarının düzenli olarak yapılmamasından ve uygulama hatalarından kaynaklanan ve kaçınılmaz olan çeşitli sorunlarla karşılaşmıştır. Bu sorunlar bazı durumlarda üretim hızının düşmesine sebep olmuştur.

**a- Basıncın Yetersiz Gelmesi:** Kompresörün, zaman zaman verimsiz çalışmasından dolayı, patlatma işlemi sırasında yüksek basınçlı hava yetersiz kalmaktadır. Basıncın yetersiz geldiği durumlarda, patlatma mekanizmasını harekete geçiren kesme plakası kesilmemekte, başlama ünitesine kadar depolanan hava patlatma valfi yanındaki hava tahliye supabından boşaltılarak, kırma üniteleri içindeki hava kömür içine boşaltılır. Ancak bu işlemden sonra kömür içinde istenmeyen çatlaklar oluşarak, aynı delik içinde ikinci bir patlatma yapıldığında, kazı verimi ister istemez düşmektedir.

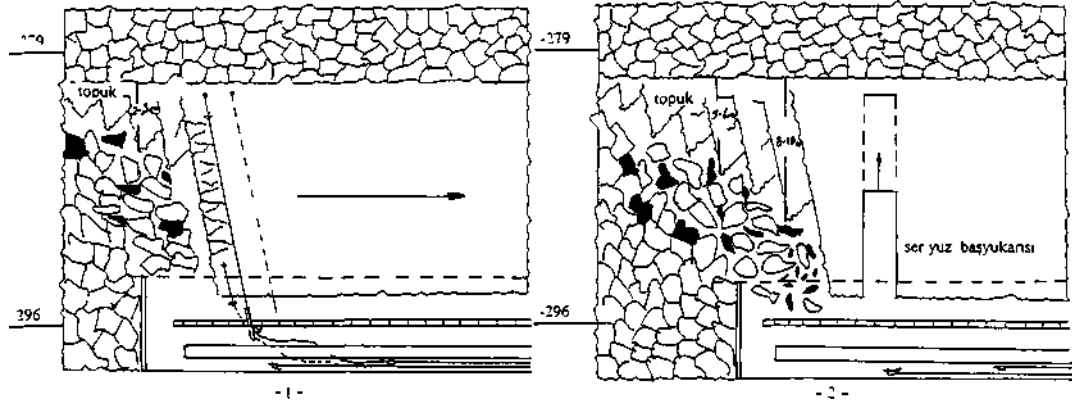
**b- Adaptör Başlığın Kapanmaması Sorunu:** Sondaj işlemi bitip , patlatma işlemine geçilmeden önce adaptör başlığın kapatılması sistemin en önemli mekanizmalarından birisidir. Sondaj işlemi esnasında ve özellikle damar stampındaki ara kesmenin geçilmesi sırasında, adaptör başlığın aşın zorlanması ve ısınması sonucu şişerek kapanmamaktadır. Bu durumda, sondaj üniteleri sökülerek başlık el ile kapatılmakta ya da kapatılmayacak durumda ise bir yedeği ile değiştirilmektedir. Bütün bu işlemler, zaman kaybına neden olmaktadır.

**c- Kırma Ünitelerinin Hava Kaçakları:** Kırma ünitelerinin pistonlarının, sürekli darbe etkisine maruz kalması nedeniyle, piston yataklarının ve contalarının aşınması sonucunda hava kaçakları olmaktadır. Bu yüzden sondaj esnasında ünitelerin bağlantıları kontrol edilerek, yıpranmış contalar bir yenisıyla değiştirilmeli ve sızdırmazlığı sağlamak açısından kömür tozlarından temizlenmelidir.

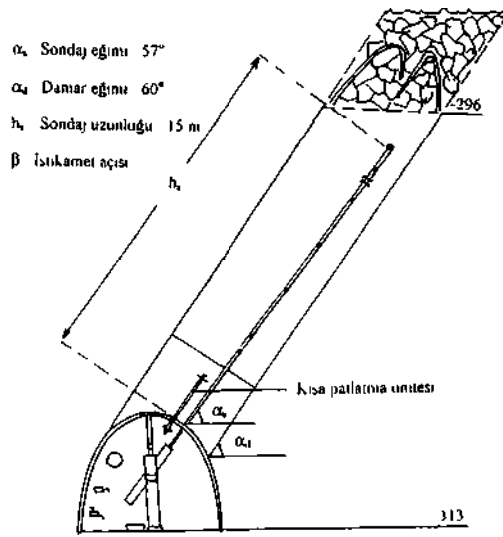
**d- Sondaj Ünitelerinin Bağlantılarının Aşınması:** Yapılan sondaj boyunca ortak bir kesme kuvveti oluşturmak açısından, patlatma ünitelerinin piston pencerelerinin aynı doğrultuda olması gerekir. Yön-uzatma üniteleri üzerinde, piston yönlerini gösteren işaretler vardır. Bu işaret yardımıyla, sondaj işlemi bitip adaptör başlık kapatıldıktan sonra üniteler delik içinde çevrilerek piston pencerelerinin göçük tarafına bakması sağlanır. Ancak bağlantı kısımlarındaki dişlerin aşınması nedeni ile, ünitelerin bağlantılarında düzensizlikler olmaktadır. Bunun sonucunda, 15-20 m'lik sondajlarda piston pencereleri aynı doğrultudan saparak delik içinde, farklı doğrultularda birbirinden bağımsız kazı kuvveti uygulamaktadırlar. Bu durum patlatmanın verimini düşürmektedir.

#### 4.4 Sistemin Çay-Batı ve Domuzcu-Doğu Panoları Uygulama Sonuçları

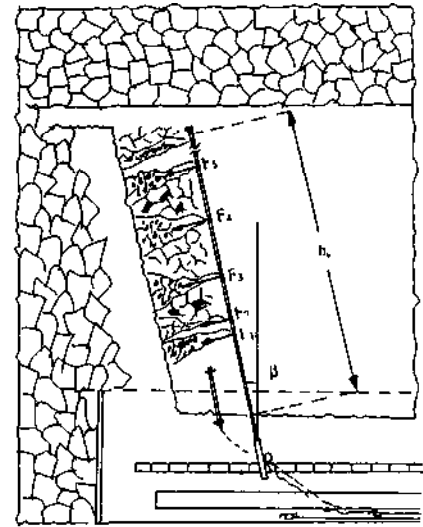
TTK Karadon Müessesesi, Kilimli İşletmesi -360/-460 Çay-Batı panosunda, 31.07.1992 tarihinde YBHPK Sistemi için pano hazırlığına başlanmış, 29.05.1993 tarihinde 1.kılavuz taban hazırlığı tamamlanmıştır. Yaklaşık iki aylık bir sürede



Şekil 4 -260/-360 Domuzcu Panosu Yalancı Tavan ve Topuk Sorunu ( Ölçeksiz)



Şekil 2 Sondaj Boyu ve Eğim



Şekil 3 Delik İçi Kıрма Üniesletinin konumu (Olçikan)

kompresör dairesinin hazırlanması, kompresör ünitelerinin montajı ve yüksek basınçlı hava boru şebekesinin 1.kılavuz tabana kadar döşenmesi yapılmış ve 02.07.1993 tarihinde 1.kılavuz tabanda üretim çalışmalarına başlanmıştır. Üretim ve diğer kılavuzların hazırlıklan birlikte devam ederek, üretim çalışmaların 11.02.1995 tarihinde tamamlanmıştır.

Çay-Batı panosunda üretim çalışmaların devam ederken -260/51059 ve -360/51109 lağımları arasındaki Domuzcu panosunun, Doğu ve Batı olmak üzere pano hazırlıklan ayrıca devam etmiş ve bu panoda da 10.04.1995 tarihinde Doğu-1.kılavuz tabanda üretim çalışmalarına başlanmıştır. 20.01.1996 tarihinde Doğu-2.kılavuz tabanda üretim çalışmaların tamamlanmış, bu tarihten itibaren Doğu-3 .kılavuz tabanda üretim çalışmalarına başlanmıştır. Batı-1, Batı-2 ve Batı-3 .kılavuz tabanlarda hazırlık çalışmaların devam etmektedir. Sistemin uygulandığı ve üretim çalışmaların tamamlanmış Çay-Batı panosu ile halen üretim çalışmalarına devam edilen Domuzcu-Doğu panosu 1. ve 2.kılavuz taban uygulama sonuçları Çizelge.2. ve Çizelge 3' te özetlenmiştir.

Çizelge.2. -360/-460 Çay-Batı Panosu Uygulama Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Kılavuz kotları	-381	-400	-417	-438	-460	Sonuçlar
Ort. damar eğimi (°)	60	60	60	60	60	
Damar kalınlığı (m)	2.8	2.5	1.8	2.1	2.6	
Uzunluk (m)	172.5	192.5	154.5	116	124	
Ort. dilim boyu (m)	24	22	19	24	25	
Rezerv (ton)	19 706	17 999	8 983	11832	13 702	72 222
Topuk boyu (m)	20	21	15	13	8	
Topuk rezervi (ton)	2 285	1965	872	1326	884	7 331
Üretilebilir rezerv (ton)	17 421	16 035	8 111	10 506	12 818	64 891
Fiili üretim (ton)	11546	9 242	6163	9 147	10 992	47 090
Üretim süresi (iş günü)	97	128	63	64	65	417
Patlatma sayısı (adet)	162	176	113	66	91	608
Pat.başına üre.(ton/pat)	71.27	52.51	54.53	138.59	120.79	77.45
Ort.gün.pat. (adet/gün)	1.7	1.4	1.9	1.1	1.4	1.5
Ort üretim (ton/gün)	119	72	98	143	169	113
Üretim verimi (%)	66	57	75	87	85	72

Not: Çizelgedeki veriler ilgili işletmenin plan bürosu kayıtlarından alınmıştır.

Çay-Batı panosunun, yaklaşık 64 891 ton'luk üretilebilir rezervinin % 72'si delme-patlatma ile alınmış, % 28'i üretim kaybı olarak bırakılmıştır. Sistemin Çay-Batı panosu uygulama sonuçlarına göre, ortalama 113 ton/gün üretim randımanı elde edilmiştir. Pano ömrü boyunca toplam 608 adet patlatma yapılarak, ortalama patlatma başına 77.45 ton patlatma randımanı elde edilmiştir.

Çizelge.3. -260/-360 Domuzcu-Doğu Panosu Uygulamalarının Değerlendirilmesi

Kılavuz kotları	-279	-296	Sonuçlar
Ort. damar eğimi (°)	60	60	
Damar kalınlığı (m)	3.0	3.0	
Uzunluk (m)	120	124	
Ort. dilim boyu (m)	21	20	
Rezerv (ton)	12 852	12 648	25 500
Topuk boyu (m)	20	17	
Topuk rezervi (ton)	2 142	1 734	3 876
Üretilebilir rezerv (ton)	10 710	10 914	21624
Fiili üretim (ton)	8 997	8 857	17 854
Üretim süresi (iş günü)	80	123	203
Patlatma sayısı (adet)	195	122	317
Pat.başına üre.(ton/pat)	46.13	72 59	56.32
Ort.gün.pat. (adet/gün)	2.4	0.99	1.56
Ort. Üretim (ton/gün)	112	73	88
Üretim verimi (%)	84	81	82

Not: Çizelgedeki veriler ilgili işletmenin plan bürosu kayıtlarından alınmıştır.

Domuzcu-Doğu-1 ve Doğu-2 kılavuz tabanlarının yaklaşık 21 624 ton'luk üretilebilir rezervinin % 82'si delme-patlatma ile alınmış, % 18'i üretim kaybı olarak bırakılmıştır. Sistemin bu kılavuz tabanlardaki uygulama sonuçlarına göre, ortalama 88 ton/gün üretim randımanı elde edilmiştir. İki kılavuz ömrü boyunca toplam 317 adet patlatma yapılarak, ortalama patlatma başına 56.32 ton patlatma randımanı elde edilmiştir. Sistemin uygulandığı diğer panoya göre, Domuzcu-Doğu panosunun damar yapısının sert olması ve ara kesmelerinin bulunması, patlatma dilimlerinin 0.5-0.8 m gibi kısa tutulmasına neden olarak, patlatma randımanlarını düşürmüştür.

#### 4.5 Sistemin Rumbleli Üretim Yöntemi ile Maliyetler Açısından Karşılaştırılması

Sistemin dik damarlarda uygulanması ile özellikle işçilik maliyetleri açısından, önemli oranlarda kazançlar sağlanmıştır. Çizelge .4' te sistemin uygulandığı Çay-Batı panosu fiili değerleri ile aynı damar için, 150 m uzunluktaki bir panoda, dişli-rumbleli olarak çalışılan model bir ayağın maliyetleri karşılaştırılmış ve bu panonun rezervinin en mükemmel koşullarda % 85' inin alınabildiği kabul edilmiştir.

Çizelge.4 . Rumbleli Dişli Ayak Maliyetleri.

Kullanılan Malzeme ve İş Gücü	Birim Fiyatı (TL)	Miktar	Tutar (TL)
Yevmiye (adet)	2 437 000	49 970	121 776 890 000
Ağaç malzeme (m <sup>3</sup> )	4 032 545	1815	7 321 875 826
Demirbağ (takım)	8 156 800	390	3 181 152 000

Dinamit (kg)	163 000	4 404	717 852 000
Kapsül (adet)	46 200	6 606	305 197 200
Elektrik enerjisi (kW/h)	3 574	15 840	56 612 160
Basınçlı hava (m <sup>3</sup> )	1583	5 698 904	9 021365 032
Ramble malzemesi (m <sup>3</sup> )	342 000	46 482	15 896 844 000
<b>TOPLAM</b>			158 277 788 218

Çizelge.5. -360/-460 Çay-Batı Panosu Maliyetleri (1).

Kullanılan Malzeme ve İş Gücü	Birim Fiyatı (TL)	Miktar	Tutar (TL)
Yevmiye (adet)	2 437 000	19 862	48 403 694 000
Ağaç malzeme (m <sup>3</sup> )	4 032 545	781	3 148 961967
Demirbağ (takım)	8 156 800	220	9 951296 000
Dinamit (kg)	163 000	12 389	2 019 407 000
Kapsül (adet)	46 200	18 814	869 206 800
Elektrik enerjisi (kW/h)	3 574	707 285	2 527 836 590
Basınçlı hava (m <sup>3</sup> )	583	4 306 369	6 816 982 127
<b>TOPLAM</b>			73 737 384 484

Not: Çizelgedeki değerler ilgili panonun rapor defterinden alınmıştır Maliyetlere etüt hisseleri ve amortisman bedelleri dahil edilmemiştir

Çizelge.6. Rambleli Dişli Ayak ile Çay-Batı Panosunun Karşılaştırılması

	RAMBLELİ DİŞLİ AYAK	-360/460 ÇAY-BATI PANOSU
Pano rezervi (ton)	79 968	72 222
Topuk rezervi (ton)	<b>949</b>	7 331
Fiili üretim (ton)	67 166	<b>62 881</b>
Pano ömrü (iş günü)	526	570
Ort. günlük üretim (ton)	128	110
Günlük dahili yevmiye (adet)	95	43
Günlük üretim işçiliği yevmiyesi (adet)	43	15
Dahili randımanı (ton/yev.)	1.3	2.5
Kazmacı randımanı (ton/yev.)	<b>2.9</b>	7.3
<b>Toplam pano maliyeti (TL)</b>	<b>158 277 788 218</b>	73 737 384 484
<b>1 ton kömürün.oluk dibi maliyeti (TL/ton)</b>	<b>2 356 517</b>	<b>1 172 650</b>

YBHPK Sisteminin uygulandığı panoda 1 ton kömürün ortalama ayak dibi maliyetinin 1 172 650 TL, rambleli olarak çalışılan panodaki 1 ton kömürün ortalama oluk dibi maliyetinin 2 356 517 TL olması, sistemin kömür üretim maliyetlerini % 100 oranında düşürdüğünü ortaya koymaktadır.Üretim işçiliği açısından sonuçlar

değerlendirildiğinde, rambelli dişli ayakta 2.9 ton/yeve. kazmacı randımanı elde edilirken bu sistemin uygulandığı panoda 7.3 ton/yeve. kazmacı randımanına ulaşılmıştır.

## 5. SONUÇLAR

Dik damarların kazanılmasında uygulanan rambelli uzun ayak , dişli ayak ve kara tumba üretim yöntemlerinin, gerek üretim maliyetlerinin yüksek olması, gerekse işçilik açısından çalışma koşullarının güç ve zahmetli olması, YBHPKS'nin alternatif bir üretim aracı olarak TTK' da dik damarlarda benimsenmesine yol açmıştır. Sistemin dik damarlarda kullanılması ile havzada bugüne kadar uygulanan klasik yöntemlere göre büyük avantajlar sağlanmıştır. Önemli oranlarda , işçilik maliyetleri düşmüş, özellikle iş güvenliği açısından rahat ve emniyetli çalışma ortamı sağlanmış, işçilik randımanları yükseltilmiştir.

Sistemin uygulandığı panonun, yapılan yatırıma göre fizibil olması için, en azından aynı anda 3-4 arında (kılavuz tabanda) üretim yapılması gerekir. Fakat Domuzcu panosunda hazırlıkların uzun sürmesi ve yalnızca tek bir arında üretim yapılması, sistemin bu anlamda fizibil çalışmasını olumsuz yönde etkilemiştir.

Sistemin uygulamaları sırasında , çalışma koşullarının iyi olmasından dolayı, kayda değer önemli bir kaza olmamıştır. Zaman zaman göçük tarafından kömür alma işlemleri sırasında, işçilerin ellerine taş çarpması gibi durumlara şahit olunmuş, bu gibi durumlar üretim hızını hiçbir şekilde etkilememiştir.

Deliklerin delinmesi sırasında ve patlatma sonrasında aşın toz geliri sistemin dezavantajı olmuştur. Çözüm olarak kullanılan su fisketeleri delik içinde şlam oluşturarak zaman zaman başlık kapanmaması problemine yol açmıştır.

Özellikle Çay-Batı panosunda, patlatma sonrasında zaman zaman aşın metan (CH4) geliri olmuş, sensörlere bağlı zincirli oluklar otomatik olarak durmuş, ancak etkin bir havalandırma ile metanın olumsuz etkileri önlenmiştir.

Yukarıda anlatılan ve damamı jeolojik özelliklerinden kaynaklanan sorunlar kaçınılmazdır. Sistemden kaynaklanan sorunlar ; iyi işçilik eğitimi ve sistemin periyodik bakımları ile giderildiğinde, Yüksek Basıncılı Hava Patlatmalı Kazı Sistemi, özellikle kalınlığı 2 m'nin üstünde olan kalın ve dik damarlar için, hem ekonomik hem de iş güvenliği açısından rahat ve güvenli çalışma koşulları sağladığı için, ideal bir sistemdir.

## KAYNAKLAR

1. ...., 1996, TTK, ETPP Daire Başkanlığı
2. ÜNVER, B., KARGI, M.A., Patlayıcılara Bir Alternatif, Yüksek Basıncılı Hava ile Patlatma ve Bir Uygulama, Türkiye 14. Madencilik Kongresi, Haziran-1995
3. SMEE, A., Experiences with the Armstrong Airbreaker at Bank Hall Colliery, Mining Engineers, Vol-117, Part 3, December-1957
4. BİÇER, N., Yüksek Basıncılı Hava Patlatmalı Kazı Teknolojisi ve Dik Damarlarda Uygulanması, Türkiye 8.Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı, Mayıs-1992
5. ANON, 1991, Technical Documentation for the Equipment for Breaking with High Pressure Air.
6. ANON, 1992, General Mining Regulations Concerning Full Operation of the Know-How Equipment