

*Türkiye 12. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı, 23-26 May 2000, Zonguldak- Kdz Ereğli. Türkiye Proceedings of the 12'' Turkish Coal Congress, 23-26 May 2000, Zonguldak- Kdz. Ereğli. Türkiye*

## SIVI KARBONDİOKSİTLE (CARDOX) KAZI SİSTEMİNİN KOZLU OCAKLARINDA KULLANILMASI

### USE OF THE LIQUID CARBONDIOXIDE EXCAVATION SYSTEM IN KOZLU MINES

**Cüneyd YAMUDİ**, *TTK Kozlu Müessesesi, 67600 Zonguldak*  
**Nuri Ali AKÇIN**, *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Müh. Fak., 67100 Zonguldak*

#### ÖZET

Bu bildiri ; öncelikle sıvı karbondioksitle kazı sistemi (CARDOX kazı sistemi) tanıtılmıştır. Sistemin uygulama alanları tanıtıldıktan sonra sistemin Kozlu ocaklarındaki uygulamaları verilmiştir. Sistem, Kozlu ocaklarında ; uzun ayaklarda arına dik ve arına paralel olmak üzere iki şekilde denenmiştir Ayrıca bacalarda ve hava patlatmalı kazı sisteminde de CARDOX sisteminden yararlanılmıştır. Son olarak da ; sistemin üstünlükleri ve ekonomik katkısı kısaca tartışılmıştır.

#### ABSTRACT

This paper starts with the introduction of the CARDOX- liquid carbondioxide-excavation system. Follow by the general discussion of application areas of the system and the applications of the system in Kozlu mines. The applications of the system in long walls have been tried in two ways One is perpendicular to the face and the other is parallel to the face. Also, the use of this system in developing of raises and high pressure air blasting excavation system have been discussed Finally, superiority and economic benefits of the system have been discussed.

## 1. GİRİŞ

Ülkemizin tek taşkömürü üreticisi konumunda olan Türkiye Taşkömürleri Kurumu (TTK), zor jeolojik koşullarda çalışmalarını sürdürmektedir. Havzanın iki kez tektonizma geçirmiş olması damarların faylarla bölünmesine, eğim ve kalınlıklarının sıklıkla değişmesine yol açmıştır. Bu damarlarda emek yoğun, yüksek maliyetli ve emniyet açısından riskli koşullarda üretim çalışmaları sürdürülmektedir. 170 yıllık üretim kültürü olan havzada, bugüne kadar üretim klasik yöntemlerle yapılmaktadır.

Havzadaki kalın ve dik damarlarda uygulanan üretim yöntemlerinin olumsuzluklarını ortadan kaldırmak, daha güvenli ve daha ekonomik üretim yapmak için 1990'lı yıllarda yeni üretim yöntemlerinin arayışlarına başlanmıştır.

Havzanın yeniden yapılanması ve modernizasyonu kapsamında;

- Yüksek basınçlı hava patlatmalı kazı
- ANŞ dik damar mekanize kazı sistemi
- CARDOX, sıvı karbondioksitle patlatma sistemlerinin denenmesine karar verilmiştir (Akçın ve Kel, 1999 )

## 2. CARDOX SİSTEMİ

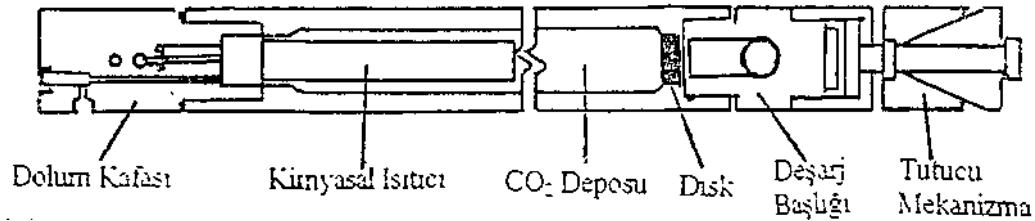
Sistem ilk olarak 1940' larda İngiltere'de uzun yıllar kömür ocaklarında basan ile kullanılmıştır. Daha sonra; ocaklarda, potkobaç makinaları, kömür sabanı, kesici yükleyicilerin kullanılması ve toz kömür talebinin yüksek olması sonucu CARDOX kullanım alanı daralmıştır. Adı geçen sistemlerin uygulanmadığı ocaklarda CARDOX kullanımı sürmüştür. Halen; İngiltere, Güney Afrika ve Kolombiya'da bir çok küçük çaplı kömür ocaklarında kullanımı sürmektedir. Ayrıca sistemin ilk yatırım maliyetinin yukarıda saydığımız diğer yöntemlerden düşük olması küçük çaplı ocaklarda kullanımını arttırmıştır. Sistemin toksik etkisinin olmadığına inanılması üzerine, tıkanan hububat silolarında tıkanıklığı gidermek için kullanılmaya başlanmıştır. Sistem aynı zamanda çimento silolarındaki kemerleşme veya tıkanmaları açmada kullanılmış ve halen kullanılmaktadır (Başaran ve Başaran ,1996 ).

Sistemin kullanımı oldukça basittir. Sıvı CO<sub>2</sub> dolu özel tüpler parçalanmak istenen kayacın içine açılan uygun çaptaki deliğe yerleştirilir (Şekil 1 ). Sıvı CO<sub>2</sub> 'in genişmesinde yardımcı olacak olan kimyasal bir katkı maddesi tüpün içine monte edilir. Kimyasal ısıtıcı 12 voltluk bir el manyetosuyla ateşlenir. Bunun sonucunda ısıtıcı 1170 °C 'lik bir sıcaklık verir bu esnada tüp içindeki sıvı CO<sub>2</sub>' gaz haline dönüşür. Bu hal değişimi sırasında CO<sub>2</sub> 'in hacmi de 600 kat artarak genişler ve tüpün içindeki basınç 250 MPa' a çıkar. Bu basınç etkisiyle tüpün deşarj kafasına yerleştirilen özel alaşımlı disk kesilir. Bunun sonucunda tüpün çevresindeki kayaca büyük bir şok dalgası uygulanır. Bu şok dalgası deşarj kafasında iki yönde yayılır. Şok dalgası kayadaki mikro çatlaklar boyunca ilerler, ta ki bir süresizlik düzlemi ile karşılaşınca şok etkisi sönümlenir buna bağlı olarak patlamanın etkisi de sönümlenir. Gazın bu yol alma sırasında mikro çatlaktan genişlettiğinden gevşetme meydana gelir. Sistemin başka bir

-'  
'i

özelliği de tüm bu sayılan işlemlerin 14 milisaniyede gerçekleşiyor olmasıdır (CARDOX 1994 ). Sistem , parçalama işlemini şok dalgalarıyla gerçekleştirmektedir. Bu nedenle patlamadan sonra sarsıntı etkisi görülmemekte ve darbe etkisi daha az olmaktadır, patlamadan sonra ortamda - 78 ° C varan bir soğutma etkisi vardır (Yamudi ,1999).

Bu iki neden ve patlama sonucu ortaya çıkan ürünün iri parçalar halinde olması kömür madenciliğinde kullanılmasının ana sebebidir. Türkiye'de kömür madenciliğinde ilk defa Tire Linyit İşletmesi Ocaklarında kullanılmıştır (Caba ,1995).



Şekil 1. CARDOX tüpünün kesit görünümü

### 3 CARDOX SİSTEMİNİN KOZLU MÜESSESESİNDE KULLANIMI

CARDOX sistemi ile çalışma, havzada ilk olarak Amasra Müessesesinde başlamıştır. Kozlu Müessesesinde ilk denemeler 1997 yılı Temmuz ayında Amasra'dan getirilen tüplerle yapılmıştır. Bu dönemde -425/-485 22928/211009 Acılık damarı - 439 tabanda ve -425 Büyük daman tabanda deneme amaçlı kullanılmıştır. Her iki taban da BIO kesitinde olup, her kullanımda arına 6 adet delik delinmiştir. Başarı sağlanmış, tahkimat bozulmamış ve arın göçük yapmamıştır. Müessesede tesisin kuruluşu 17/11/1997 tarihinde olmuştur. Aralık -1997 tarihinden itibaren standart kullanıma geçilmiştir (Eroğlu , 1998). Sistem başlangıçta Büyük Kılıç daman tumba üretim ve hazırlık tabanlarında olmak üzere 2 ana noktada kullanılmıştır. Daha sonraları da; bu çalışma kapsamında uzun ayaklarda , hava patlatmalı arakath göçertmeli üretim yönteminde , hazırlık başyukanlarında ve bacaların tumbaya çevrilmesinde kullanılmıştır Kozlu Müessesesinde halen 140 adet tüp mevcuttur. Bunların dağılımı ve bazı özellikleri Çizelge 1 ' de verilmiştir.

Çizelge TTK Kozlu Müessesesi'nde kullanılmakta olan tüplerin dağılımı

CARDOX TÜPLERİ' nin dağılımı			
F57L		F57	
91 adet		49 adet	
F57L <sub>T</sub>	F57L <sub>K</sub>	F57 <sub>T</sub>	F57 <sub>K</sub>
Uzun tip tek yönde çıkış	Uzun tip deşarj kafası konik	Kısa tip tek yönde çıkış	Kısa tip deşarj kafası konik

Müesseseye kullanım için alınan tüpler çift çıkışlı "F57" tüplerdir. Bu çalışma sırasında karşılaşılan bazı problemlerin çözümü için deneysel amaçlı, tek yönde çıkışlı ve konik çıkışlı deşarj kafaları tasarlanmıştır.

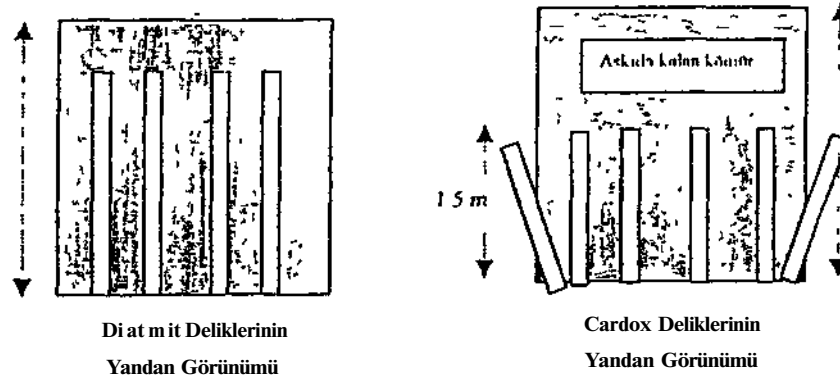
### 3.1 Kara Tumba İretim Yöntemindeki Çalışmalar

CARDOX sisteminin ilk uygulamasında pilot bölge olarak 4 Ocak seçilmiştir. Klasik olarak patlayıcı madde ile yapılan tumbalarda, tumba kapağını sağlam tutabilmek için, ilave tahkimat olarak yapılan kilitlerin baş kısmında destek alınarak kapak yapıldığından, tumba yapılacak bölge 3 metre boyunda ve damar kalınlığında olmaktadır.

CARDOX ile yapılan tumbalarda çalışma sahasının 3 m olması zorunluluğu (bir kilit uzunluğu), uzunluğu 1,2 m civarında olan rüplenn kullanılmasında sınırlama getirmiştir. Bu nedenle, 3m olan tumba sahasının 2m'ye düşürülmesi gerekmiştir.

Şekil 2'de görüldüğü gibi patlatma 3 m kalınlığındaki komur içinde yapıldığından ve CARDOX' lar uzun tüp olmasına rağmen ancak 1,5 m'lik kısmından aşağısını parçalayıp tumba etmiştir. Dolayısıyla üstte kalan 1,5 m'lik kısım askıda kaldığı için kazısı gerçekleştirilememiştir. Askıda kalan bölgenin uzunluğunu arttırıp tavan basıncıyla tumbanın oturması için, tumba kapağının 2 bağ onunde bir kapak daha yapıp aynı patlatma gerçekleştirilmiştir.

İkinci patlatmanın sonucu da aynı şekilde olup, tüp boyunca komur alınmıştır. Tüpün bitim noktasından itibaren bıçak gibi kesilerek komur askıda kalmıştır. Aynı kapağın yine iki bağ onunde 3 kez tumba kapağı yapıp patlatma yapılmıştır. Sonuç diğerlerinden farklı olup, daha önce yapılan patlatmalarla beraber 3 tumbalık mesafede komur tüp boyu alınmış, diğer yarısı askıda kalmıştır. Komur veya arakesme yapısından olabileceği düşünülerek bu arın bekletilmeye alınarak başka tumba bacalarda denemeler devam ettirilmiştir. Toplam 11 tumba bacada denenmiş, fakat askıda kalan komurun oturtulması başlanamamıştır. Aynı deliğe peşpeşe iki tüp yerleştirilerek yapılan 3 m ilk patlatmadan da sonuç alınamamıştır.



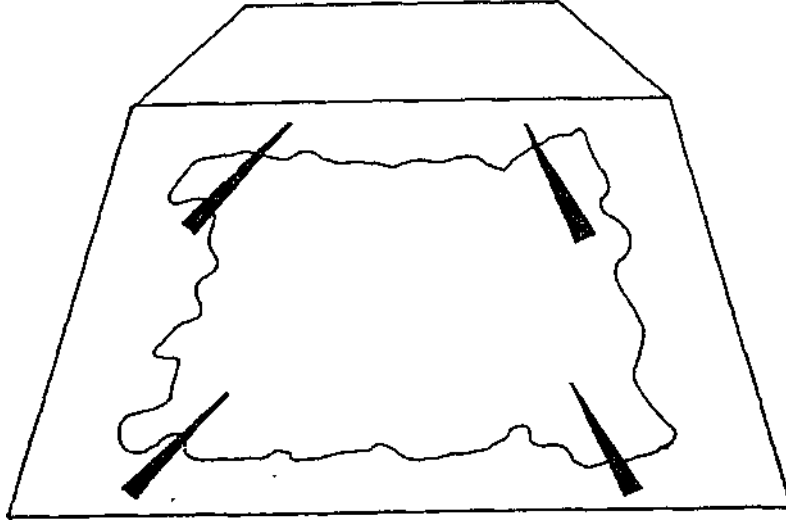
Şekil 2 Kara tumba metodunda patlayıcı madde ve CARDOX sisteminin etki alanı

### 3.2 Serbest Yüzey Bacası Uygulaması

Yüksek basınçlı hava ile delme patlatma üretim yönteminde üretimin yapılacağı taban sürüldükten sonra, pano sınırında delme ve patlatma işleminin kömürü rahatlıkla aktarabilmesi için, pano sınırından itibaren üstteki eski çalışılmış ara kata 1-2 metre kalana kadar sürülen bacanın görevi serbest bir yüzey oluşturmaktır.

Serbest yüzey bacası, damar eğiminde ve taban elde olup ağaç tahkimatlıdır. Dik damarlarda bacaya diyagonalite verilmektedir. Serbest yüzey bacalarındaki uygulamalara ; önce tek tüple başlanmıştır daha sonra iki tüp denenmiştir Her ikisi de belirli bir basın elde edilemeyince trapez kesitli olan bacalarda dört tüple ilerlemeler yapılmıştır.

Bu aşamada herhangi bir açı vermeden bacanın ilerleme istikametinde delinen dört delik ve bunların aynı anda patlatılması çalışmaları yapılmıştır. Delinen delikler, kesitin köşe noktalarından yaklaşık 50 cm içeride ve CARDOX tüpünün deşarj pencerelerinin bir yönü köşe noktasına diğerinin ise bacanın ortasına doğru yönlendirilmesine dikkat edilmiştir. Patlatma düzeni kabaca Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Trapez kesitli serbest yüzey bacasında CARDOX tüplerinin yerleştirilmesi

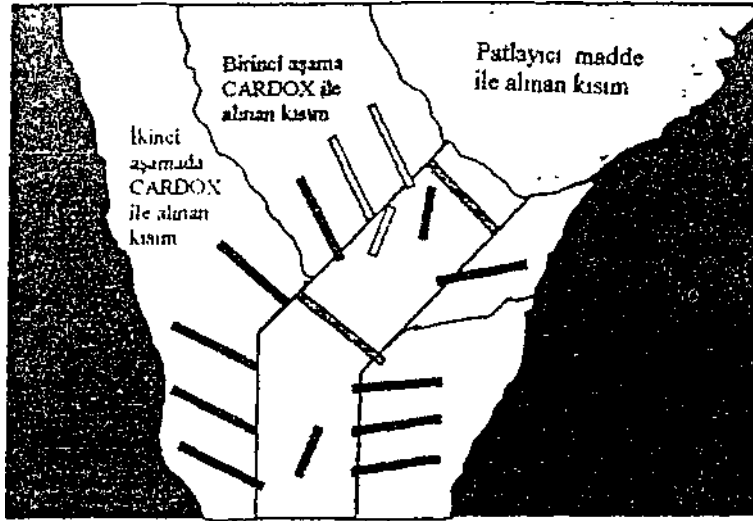
Bu dörtlü patlatma düzeninde seri bağlanan tüplerin patlatılması sonucu "F57" lerde 100 cm "F57L" lerde 150 cm gibi ilerlemeler yapıldı. Bu delik ve patlatma düzeninde randımanlı bir ilerlemenin sağlanabilmesi için muhakkak dört deliğinde aynı anda patlaması zorunludur. Patlamayan herhangi bir delik ilerlemeyi hacimsel olarak yan

yanya indireceğinden gerek tüplerin tel bağlantısı, tutucu tapalann pozisyonu ve deliğin tam olarak içeriye oturtulması gibi basit ama önemli faktörleri titizlikle gözden geçirilmesi gerekir. Patlamayan bir tüp bulunduğu köşedeki kömür olduğu gibi kalmakta ve ikincil bir işçilik gerektirmektedir.

Dinamit ile ilerlemede patlamadan hemen sonra gaz ve ince taneli parçalanmadan oluşan toz sebebiyle arına hemen giriş havalandırma durumuna bağlı kalarak 20-30 dk sürmektedir. Oysa, CARDOX kullanımında zararlı gaz ve toz oluşmadığından patlamadan hemen sonra arına girilebilmektedir. En fazla 2-3 dakika beklenmektedir.

İşçi sağlığı - işgüvenliği ve zaman açısından sistemin önemli bir avantajı görülmektedir. İlerleme miktarı açısından kıyaslandığında klasik yöntemde bir vardiya boyunca 50 cm iken CARDOX' la bu 3 katına çıkabilmektedir. Ayrıca dinamit kullanımı durumunda delinecek delik sayısı ortalama 3-4 kat daha fazla olduğundan zamandan tasarruf sağlanmaktadır. Sistemin dinamite göre dezavantajı ağırlığından dolayı başyukarıda arına kadar taşınmasıdır. Taşıma sorunu sebebi ile zaman zaman dinamit tercih edildiği görülmüştür.

Hava patlatmalı kazı sistemindeki serbest yüzey bacalarının tumbaya çevrilmemesinde de CARDOX sisteminden yararlanılmıştır. Bacanın kenarındaki topuk durumuna göre 4 ile 7 tüp belirli bir delik düzeni ile patlatılmıştır. Patlatılan bölgedeki kömürler çekildikten sonra daha aşağıdan aynı şekilde patlatma yapılmıştır (Şekil 4) (Kasapoğlu 1999)



Şekil 4. Serbest yüzey bacalarında CARDOX 'la tumba metodu .

### 3.3 Uzun Ayakta CARDOX Kazı Sisteminin Uygulamaları

Kozlu' da CARDOX kazı sisteminin uzun ayakta uygulama çalışmaları 6. Ocakta yapılmıştır. Çay damann çalışıldığı panoda kömür sertliğinden dolayı zaman zaman

kömür kazısı patlayıcı madde ile yapılmaktadır. Lağımama sonrası arında ve tavanda oluşan kavlaklar mortipikörle tıraşlanmaktadır.

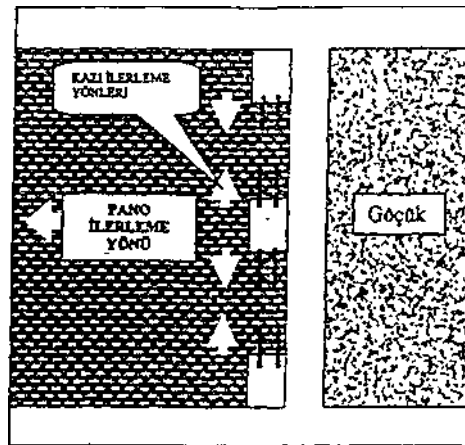
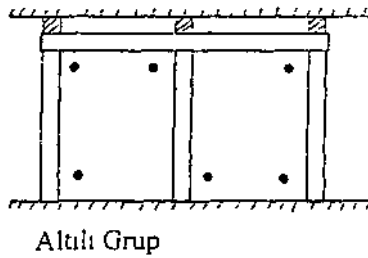
Bir patlayıcı olarak kabul edilmeyen CARDOX sistemi burada patlayıcı maddenin bir alternatifi olarak düşünölmüştür ve kömür kazısı CARDOX sisteminin yardımıyla yapılmaya çalışılmıştır. Uygulamalarda iki yöntemle başvurulmuştur.

- Arma dik yöntem
- Arma paralel yöntem

### 3.3.1 Arma Dik Yöntem

Bu yöntem uzun ayaktaki CARDOX' la kazı uygulamasında uygulama kolaylığı açısından en başarılı ve tercih edilen yöntem olmuştur. Yöntemde çalışılan beher sarmaya belli bir standardı olmamakla beraber 4-5-6' lı guruplar halinde delik düzenlerinde CARDOX tüpleri kullanılmıştır. Delik düzeninin bir standardı olmayışı damar yapısına bağlı olup (sertlik, klivaj, v.b.) ortam özelliklerine göre değışkenlik göstermiştir.

Örneğın, sertliğı yüksek olan ortamda 6'lı delik düzeni kullanılmıştır Taban deliklerinin sayısı 3 olarak belirlenmiş, bunların arında potkobaç görevi yaparak altta boşluk oluşturması ve üstteki 3 delikte kazının tamamlanması ön görölmüştür. Bu altı delik 3+3 olmak üzere zaman zaman gecikmeli zaman zaman da seri bağlanarak aynı anda patlatılmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Uzun ayakta CARDOX kazı sisteminin arına dik yöntemde delik düzeni

Şekil 6. uzunayakta CARDOX sisteminin arına paralel yöntemde kullanımı

Bu yöntemde tercih edilen tüpler genelde F57 (1.25 m) olup hem küçük oluşu hem de hafif oluşu işçinin benimsemesi açısından tercih sebebi olmuştur. Boyunun küçük oluşu ayakta hareket kabiliyetini de arttırmıştır.

İlk uygulamalarda, sarmanın altındaki direklerde kırılmalar gözlenmiştir. Ancak daha sonra patlatma delikleri çatalların kenarına doğru çekilerek sorun giderilmiştir. Bir sarmada patlatma yapılırken Önce taban seviyesindeki deliklerin patlatılması verimi arttırmıştır. Damar kalınlığı 2 m nin altına inildiğinde delik sayısı azaltılmaktadır. Bir sarmadaki 4 - 6 delik yerine 3 e kadar indirilebilir.

Arına dik uygulamalarda yalancı tavan olan damarlarda tavanı bozmamak için tüplerin deşarj kafaları değiştirilmiştir. Klasik tüplerde deşarj kafası çift çıkışlıdır Yalancı tavan bulunan damarlarda tek çıkışlı deşarj kafaları kullanılmıştır. Bir sarmadaki patlatma deliği sayısı patlayıcı madde kullanımındaki delik sayısına göre delik sayısında % 40 - 50 altındadır.

### 3.3.2 Arına Paralel Yöntem

Bu yöntemin başlangıcında ayakta orta noktada arına dik yöntemle bir sarma çalışılmış ve ayak ortasında bir cep oluşturulmuştur. Daha sonra oluşan cepten baş ve dip taban istikametlerinde çalışılmıştır. Aynı anda baş ve dip tabandan ayak ortasındaki cep yönünde de ilerlenmiştir. Böylelikle dört kazı arını oluşturulmuştur. Kazı arınım daha da arttırmak olanaklıdır (Şekil 6).

Yöntemde F57 ve F57L tüpler birlikte kullanılmıştır. Birbirine geçmeli burgular ile 3 m' lik delikler delinerek aynı deliğe iki tüp birden yerleştirilir. Delik boyu uzun olduğundan zaman zaman delik delmede ve delik içinde oluşan göçüklerden dolayı problemler yaşanmıştır. Oluşan göçük tüpün dibe kadar oturtulmasında engel olmuştur.

Çalışılan sarmaya altı üstlü 2 delik delinerek tüplerin biri kısa diğeri uzun olmak kaydıyla tüpler deliğe yerleştirilmiş diğeri de tüplerin yerleştirme sırası değiştirilerek dört tüp aynı anda patlatılmıştır.

Arına paralel sistemde karşılaşılan başlıca sorunlar;

- Uzun delik delinmesi,
- Delik boyu uzadıkça delikteki göçük ve çentik oluşma oranı artması,
- Bir deliğe yerleştirilen iki tüpten dolayı ikinci tüpün yerleştirilmesinde birinci tüpün kablosunun kesilmesi ve patlatmanın gerçekleştirilememesidir.

Uygulamalardaki sıkıntılar nedeniyle bu sistem tercih edilmemiştir.

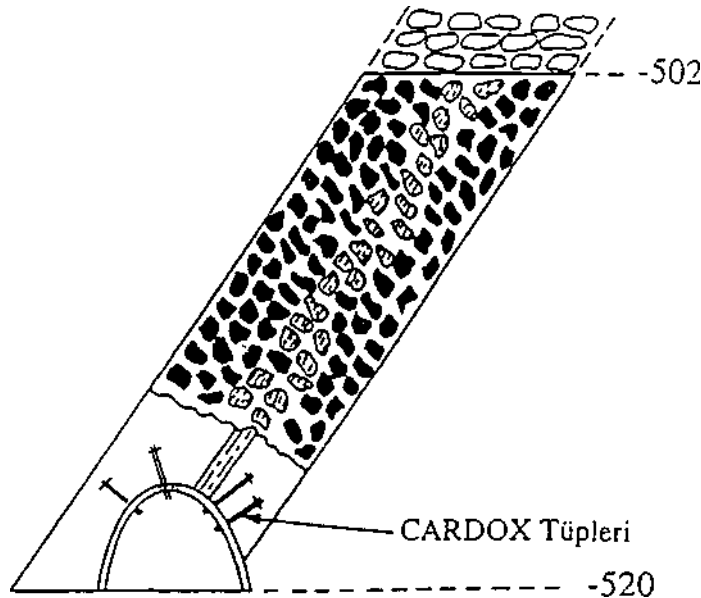


### 3.4 Hava Patlatmalı Kazı Sisteminde CARDOX Kullanımı

CARDOX sistemi, hava patlatmalı kazı sisteminde üç ayrı amaç için kullanılmaktadır.

- Kalan topukların patlatılmasında
- Serbest yüzey baş yukarılarının açılmasında
- Kömür çekilirken gelen iri blokların parçalanmasında (kömür veya taban taşı).

Hava patlatmalı kazı sistemi uygulanmasında uzun patlatmalarda delik ağzında kalan (yön tijleriyle geçilen bölge) 1,5 m uzunluğundaki kısım CARDOX tüpleriyle patlatılmaktadır (Şekil.7 ). Damar kalınlığına göre 3-4 tüp yelpaze şeklinde yerleştirilerek ateşleme yapılmaktadır. Bu sayede hem daha hızlı hem de uzun patlatma sonucu ortaya çıkan metan gazı nedeniyle daha güvenli patlatma yapılabilmektedir. Hava patlatmalı kazı sisteminde mevcut olan kısa patlatma ünitesi aynı işlevi görmektedir. Fakat bu sistemde delikler tek tek delinmektedir. Bir delik delinip patlatıldıktan sonra ikinci ve üçüncü patlamalar yapılmaktadır. CARDOX sisteminde ise üç hatta dört delik aynı anda patlatılmaktadır.



Şekil 7. Hava patlatmalı kazı sisteminde CARDOX kullanımı.

1.Ocak -425 / -485 Acılık panoda kömür alma penceresini zaman zaman masa büyüklüğünde iri haldeki kömür blokların tıkamıştır. Kömürün sertliği de oldukça yüksek olduğu için tokmakla kırılması oldukça zaman almış ve üretimi de etkilemiştir. Bu bloklara, kömür delme makinesi ile  $\Phi$  57 mm çaplı delik açılarak tüp yerleştirilip patlatılmıştır. Buna benzer şekilde, -485 / -560 Çay panoda kömürün önünü tavan

taşından kopan kaya blokları tıkamıştır. Burada  $\varnothing$  54 mm çaplı çapraz ( X ) balta ağızlı burgu ile delik delinip CARDOX tüpü içine 5,2 mm kalınlığındaki diskler konularak patlatma (patarlama) yapılmıştır. Bu uygulamada, CARDOX tüpünün deşarj noktasını taş bloğunun merkezine getirmek önemlidir. Dolayısıyla delik uzunluğu değişken olabilmekte genelde 70 - 120 cm arasında değişebilmektedir. Bu ve buna benzer çalışma sahalarında, yönetmelik gereği kesinlikle dinamit kullanılamayacağından sistem alternatifsiz olarak başarılı bir şekilde uygulanmaktadır.

#### 4 UYGULAMADA KARŞILAŞILAN PROBLEMLER

Sistemin Kozlu'da 1997'de uygulamaya başlamasından 1999 yılı sonuna kadar 1522 adet CARDOX patlatması yapılmıştır. Bu patlatmanın 1516 adedi bu çalışma kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bu patlatmalar sırasında aşağıdaki sorunlarla karşılaşmıştır.

- İşletmede kullanılan F 57 tipi tüpler 820 gr sıvı CO<sub>2</sub> doldurulması gerekmektedir. Eğer daha az dolum yapılırsa tüp içinde yeterli basınç oluşmamaktadır ve patlama gerçekleşmemektedir. Bu sorun dolum işçilerine anlatıldıktan sonra ortadan kalkmıştır.
- Bu çalışma başlayıncaya kadar işletmede çok sık bir şekilde tüplerin delikten geriye fırladığı tespit edilmiştir. Bunun temel nedeninin tüplerin yerleştirildiği delik çapının 57 mm'den büyük olduğu gözlenmiştir. Bu sistem için M AZ tarafından özel olarak imal edilen 57 mm çaplı uçların kullanılmasıyla sorun çözülmüştür.
- Bir tüpün ağırlığı 20-22 kg civarındadır. Tüplerin yeraltına indirilip çıkartılması için uygun bir taşıma sistemi gereklidir. Tüplerin elde taşınması ve hele birde kullanılmadan yerüstüne çıkartılması işçiler üzerinde sisteme karşı bir olumsuz önyargı yaratmıştır. Bu sorun, özel malzeme trikolarının kullanılması ve kullanılmayan tüplerin yeraltında depolanmasıyla ortadan kalkmıştır.
- Tüplerin delik içine kolayca yerleştirilebilmesi için delik doğrultusu ve kesitinin korunması gereklidir.
- Sistemin taştaki ilerlemesinde delik çapının 57 mm olması sorun yaratmaktadır. Basıncılı hava ile çalışan martoporferatörlerle taştaki 57 mm çapında delik delmek uzun süre almaktadır.
- Zaman zaman tüpler patlamadan delik içinde kalabilmektedir. Bu durumda hemen yanında yeni bir delik içine tüp yerleştirilerek patlatma yapmak olanaklıdır.

#### 5 CARDOX SİSTEMİNİN ÜSTÜNLÜKLERİ

CARDOX sistemi bir patlayıcı olarak kabul edilmemektedir. Bu nedenle; depolama taşıma ve kullanım sırasında herhangi bir izin ve ehliyete gereksinim yoktur. Bu nedenle ocak içinde depolanabilmektedir

CARDOX sistemi laboratuarda % 9 metan ortamında test edilmiştir. Bu nedenle grizulu ocaklarda kullanılabilir. Ancak yer altı uygulamalarında % 1,25'lik grizu sınırı konulmuştur. Havzadaki uygulamalarda buna dikkat edilmektedir. Patlatılmasında barutçular görevlendirilmektedir.

Bu çalışma kapsamında yapılan hesaplamalarda patlatmadan sonra ortamı - 78 °C'ye kadar soğuttuğu tespit edilmiştir. Ayrıca genleşme sonucunda ortama CO2 gazı yayıldığı için parlama veya patlama riski yoktur. Patlayıcı maddelerle yapılan patlatmalarda patlatmadan sonra ortaya çıkan gazlar nedeniyle çalışma ortamına uzun süre girilememektedir. Halbuki, CARDOX'la yapılan patlatmalardan sonra hemen çalışma alanına girmek olanaklıdır. CARDOX sistemi çevre kayacı ve tavan taşıyı bozmadığı için deformasyonlar minimuma inmektedir. Tahkimat gereksinimi de daha azdır. Kendiliğinden yanmaya yatkın damarlarda kullanılması ve hızlı bir üretim sürecinin oluşması diğer bir üstünlüğüdür.

Patlama sonucu ortaya çıkan ürün iri parçalar halinde olmaktadır. Piyasada parça kömür fiyatlarının daha yüksek oluşu sistemin kullanılmasında başka bir gerektirir.

Bu çalışmada sadece başyukarı ilerlemeleri için klasik sistemle bir maliyet kıyaslaması yapılmıştır. Damarda, patlayıcı madde ve CARDOX'la sürülen iki başyukarıda sadece patlayıcı ve işçilik maliyeti açısından yapılan kıyaslamada CARDOX sisteminin % 40-45 daha ucuz olduğu gözlenmiştir. CARDOX sisteminde 1 m başyukarı maliyeti 30.815.600 TL iken patlayıcı kullanımındaki maliyet ise 43.245.100 TL olmuştur. Diğer mali unsurların (tahkimat vs.) aynı olduğu kabul edilmiştir. Bunun yanında havalandırma vb. konulardaki dolaylı katkılarının bu maliyeti daha da düşüreceği göz önünde tutulmaktadır.

## 6 SONUÇ

Çok eski bir kazı sistemi olmasına rağmen CARDOX sistemi havzada deneme aşamasındadır, iki kez tektonizma geçirmiş olan Zonguldak Havzasındaki üretim yöntemlerinin kullanıma olanağı oldukça sınırlıdır. Hava patlatmalı kazı sistemi ve CARDOX sistemi havza koşullarında uygulanabilecek sistemler olarak görülmektedir. Hava patlatmalı kazı sistemi kendisine bir yer bulmuştur. CARDOX sisteminin, bacalarda, uzun ayaklarda ve hava patlatmalı kazı sisteminin kısa patlatmalarda kullanılması olasıdır. Özellikle arına dik yapılan uygulamalar kazı sorunu olan damarlarda kullanılabilirliğinin bir göstergesidir. Kozlu'da gerçekleştirilen bu uygulamanın daha da geliştirilmesi ve bir panonun tümüyle CARDOX sistemiyle üretilebilmesi için çalışmalar yapılmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Akçın, N. A., Kel, K.,** (1999). Zonguldak Kömür Havzasında Klasik Üretim Yöntemlerine Alternatif Olarak Denenmekte Olan Yöntemler. *Türkiye' de Kömür Politikaları ve Temiz Kömür Teknolojileri Sempozyumu*. Ankara s. 62-80 TMMOB Maden ve Kimya Mühendisleri Odası Yayını.
- Başaran, C, Başaran, S.C.,** (1996), CARDOX Kırma Ünitesi ve Uygulama Sonuçları // *Delme Patlatma Sempozyumu 1996 s . : 23 3-240* TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayını )
- CARDOX,** (1994). Technical Documentation, Bristol, UK, 34 p.
- Caba ,**(1995). CARDOX Tanıtım Broşum, CaBa İç ve Dış Tic Paketleme San. AŞ. İzmir. 7 s.
- Eroğlu, K.,** (1998). Kişisel görüşmeler, Kozlu- Zonguldak
- Kasapoğlu, A.,** (1999). Kişisel görüşmeler, Kozlu- Zonguldak
- Yamudi C,** (1999) *CARDOX Kazı Sisteminin TTK Kozlu Ocaklarında Kullanımının Araştırılması* Zonguldak Karaelmas Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 78 s.