

TERKEDİLEN OCAKLAR VEYA MOSTRALARDAN KÖMÜR KAZANIMI

Coal Winning From Abandoned Mines or Outcrops

Bülent ERDEM ◆

ÖZET

Bu çalışmada, yerüstü ve yeraltı madencilik çalışmaları sonrasında terk edilen kömürün kazanılması için halen uygulanan veya geliştirilen yöntemler üzerine gerçekleştirilen literatür araştırması sonuçları verilmektedir. Kömür kazanımı genellikle burğu kazı tekniği ile yapılmaktadır. Ancak daha yüksek verime ulaşmak için sürekli kazı makinelerinin kullanıldığı mekanize kazı sistemleri de geliştirilmiştir. Çalışmada bu yöntemler tanıtılmış, kullanılan ekipmanlar ile burğu kazı tekniğinin tarihsel gelişimine değinilmiş ve çalışma koşulları ortaya konulmuştur. Terk edilen kömürün kazanımında kullanılan farklı tasarıma sahip makineler ile kazı tekniklerinden bahsedilmiştir. Yerüstü ve yeraltı uygulamalarına dair vaka takdimlerine yer verilmiştir. Çalışma, aynı zamanda, burğu kazısından kaynaklanan tehlikeleri ve alınabilecek önlemleri de içermektedir. Burğu kazısı ile ilgili olarak geliştirilen yönetmelikler de çalışmanın içinde yer almıştır.

Anahtar Sözcükler: Burğu, Kömür, Örtükazı, Yeraltı Topuk Kazanımı

ABSTRACT

This study covers the results of a literature survey about methods developed or techniques currently applied to win the coal left from underground and surface mines. Coal extraction has generally been done by augering, but mechanised excavation systems that utilise continuous miners have been developed for higher productivity. In the study, these methods have been introduced, machinery and evolution of the augering technique mentioned and operating conditions brought up. Equipment with different design utilized in coal winning and recovery techniques have been mentioned. Case studies on surface and underground applications have been included. The study also contains the hazard and risk associated with auger mining as well as precautionary measures. Regulations developed about auger mining have also been involved.

Keywords: Augering, Coal, Overburden Removal, Underground Pillar Recovery

Yrd.Doç.Dr., Cumhuriyet Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, 58140 SİVAS

1. GİRİŞ

Her yerüstü madenin kendisine özgü fiziksel ve işletme koşulları ile pazar tarafından belirlenen bir örtükazı oranına kadar ekonomik olarak üretilen kömür, bu sınırdan sonra terkedilmekte veya yeraltı yöntemleriyle kazanılmaktadır. Ancak ikinci durumun özellikle küçük işletmeler tarafından kolaylıkla uygulanamayacak bir seçenek olduğu bilinciyle, ocak sınırları içerisinde kalan fakat yerüstü yöntemlerle kazanılması ekonomik olmayan kömür rezervinin özgün bir yöntemle alınması gerekmektedir. Geleneksel burgu kazısı ile bu prensip baz alınarak geliştirilen mekanize teknikler, bu özgün yöntemlere bir örnek olarak gösterilebilir.

Kömür kazanımı için burgu kullanılmasının temel nedeni, bazı durumlarda ekonomik olmasıdır. Genel anlamda geleneksel örtükazıdan sonra nihai basamakların altında terkedilen kömürün üretimi için özel bir uygulama bulan yöntem; örtükazı ile birlikte uygulandığında daha kalın örtü tabakalarının kaldırılmasına olanak sağlamaktadır. Bunun nedeni, burgu kömürü ile dekapaj kömürü ortak maliyetinin, daha ince örtü altında tek basma uygulanan dekapaj maliyetine eşit veya daha ekonomik hale getirilebilmesidir (.....,1998).

Burgu kazısı; mostra vermiş ya da kolaylıkla mostra verebilecek durumda olan kömür annlarının bulunduğu bakir bölgeler ile yeraltı ve yerüstü işletmeciliğinin ekonomik olmadığı yerlerde daha az sıklıkla olmakla beraber, engebeli ve yüksek eğimli bölgelerde de örtükazı yöntemleri ile birlikte "contour stripping" adı altında uygulanmaktadır (Beasley, vd., 1991).

Eff-verimli işlem, ekonomik sınıra kadar kazı yaptıktan sonra mümkün olan en derin bölgeye kadar burgulamak ve kalan kısmı yeraltı yöntemleriyle kazanmaktır. Üç aşamalı bu plan uygulanırken yeraltı yöntemleriyle kazanılacak rezervlere erişim için şevdeki giriş noktalarının konumlandırılacağı bölgelerde seçilen noktalarda kömür blokları bırakılmalıdır. Önceden örtükazı yapmadan burgu kazısına başlamanın koşullarından biri; örtünün, mostraya yaklaşan bir yeraltı kazısı için kötü ve zayıf tavan

koşulları sağlamasıdır. Yeraltı kazısı ile kömürün alınması için gösterilecek çabalar yüksek kazı maliyeti ve düşük kazanımla sonuçlanırken, mostradan yapılan bir burgu kazısı ile kömür, yüksek kazanım ve daha düşük maliyetle alınabilmektedir (....., 1961).

Günümüzde ABD'nin dışında, başta Avustralya olmak üzere, Güney Afrika, Hindistan, Doğu Avrupa, Rusya ve Çin'de burgu kazısı uygulaması için potansiyelin bulunduğu belirtilmektedir (Sanda, 1991).

2. GELENEKSEL BURGU KAZI TEKNİĞİ

Burgu ve saha için hazırlıklar; yüzeyde ve örtükazı çalışmaları ile birlikte veya sonra uygulandığında basit olup, güvenlik açısından şevde bulunan gevşek kaya parçaları ile basamak zemininde bulunan iri taş parçalarının temizlenmesinden oluşmaktadır. Ancak platform zemini sert ve doğal drenaja izin verecek şekilde hazırlanmalı ve genişliği; burgu ekipmanları ve kullanılan nakliye yöntemine bağlı olarak 6 ile 30 m arasında olmalıdır. Giriş ve nakliye için sahada halihazırda bir nakliye yolu bulunmuyorsa yapılmalıdır. Burgu kazısının mostradan yapılması gerektiği durumlarda, dozer ile dikey bir arın ve düz bir basamağın oluşturulması ve burgu makinesine bir giriş hazırlanması gerekmektedir (....., 1998; Hartman, 1987).

Normal olarak kazı; basamak üzerinden damar içerisine birbirine paralel deliklerin sürülmesi ve delikler arasında topuklar bırakılmasıyla uygulanmaktadır. Standart çalışma prosedürü; kömürün çıkarılmasını takiben, ekipmanın delikten mümkün olduğu kadar çabuk uzaklaştırılmasıdır (Chadwick, 1993).

2.1. Tarihçe

Burgu kazı tekniği 1940'lı yılların sonunda ABD'de bulunan dağlık Appalâchia kömür sahalarında, örtükazı oranının aşıldığı ya da işletme sınırlarında kaybolacak, terkedilecek veya sadece yeraltı yöntemleriyle çıkarılabilecek kömürü elde etmek için geliştirilmiştir (Hartman, 1987; Sanda, 1991).

üne yardımcı olmak amacıyla 300
1 burgu delikleri delinmiştir.
tarafından da kaydedilen bu
lan, o zaman çok teşvik edici
en yönteme, kısmen kullanılan
'gun olmayışı, kısmen de
corumasız olmasından dolayı
-iştir. Avustralya'daki diğer bir
elektrik tahrikli bir burgu
üba, Wye ve Gretley
itli damarlarda gerçekleştirilen
şanlı bulunmuştur (.....,

'cömür üretimi ile sınırlıdır,
ir makine; kesici kafa ya da
sımak için kullanılan rotalar
• motorlu tahrik biriminden
î, kömür damarı ile dik açı
umlandırılmakta ve kesici
bir rota uzunluğu kadar
biriminin ayrılıp, geri
diğer bir rota birimi
rim yine kömür damarı
l l'de geleneksel burgu
an rotalar verilmiştir,
eme derinliği; damar
afalanabilirliği, tavan ve
mürde bulunan sülfür
edir. Tek kafalı burgu
alışında olurken, daha
'ü kafa birimleri (Şekil
açılan daha uzun
la daha yüksek üretim
ün kullanılmaktadır
l, 1991). Şekil 3'te

« , > * * > » " " * * "

lta esotO»««°*s

« « . B » * * "

erm ektecW.

BS t RACT tecbmques r ; e ^
• w*t methods de velo ^ h a S g eneiaUy

•suits of a W, u n d atvd sun utilise' du cc d, © ^

rtlööngas ^ e l a recovery
sa involved. , . ^ «ndPûUff^

l g , C o a l > « W t 4 e o R

4

ai0 hutiyett5niversitesi Maden îAübett dis\|iBö^U, 58140 SİVAS
., 2000)

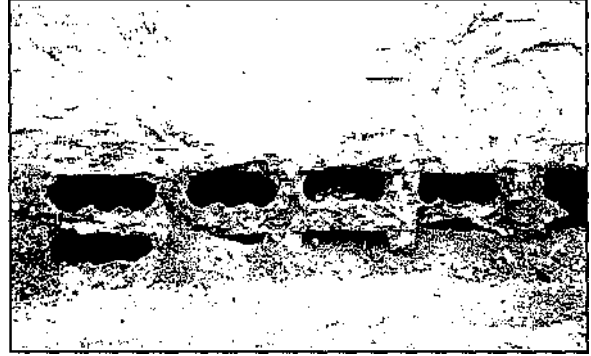


Şekil 2. Burgu ekipmanlarında kullanılan ikili kesici kafa (....., 2000)

Burgu kazısı ile üretilen kömür genellikle kuru, temiz ve iri tane boyutuna sahip olmasına karşın; ince tane üretimi ile delik derinliği arasında doğru ilişki bulunmaktadır. Ancak bu üretim; burgu kafa tasarımı ile kesici uç düzenlemesinin ayarlanması ve dikkatli bir bakım programının uygulanması ile azaltılabilmektedir (Beasley, vd., 1991). Pilot kırıcı uç ile teçhiz edilen dönel varil (rotating barrel) tipi kesici kafalar, kazı hızı ile kömür boyutunu ayarlayabilme yeteneğine sahiptir. Diğer taraftan seçimlilik, belirli bir dereceye kadar, kömür damarı kalınlığına uygun çapta bir burgunun seçilmesiyle sağlanmakta, dolayısıyla arakesmelerin kömüre karışması engellenmektedir. Burgu çapı seçiminde genellikle gözetilen ölçüt, damarın olabilecek en kalın kısmının tek delikten alınabilmesi olmakla beraber, damar kalınlığından dolayı tek burgunun yetersiz olduğu durumlarda, birincinin üzerinde ikinci bir delik delinebilmektedir (....., 1998). Böylece, karışmayı en aza indirmek için burgu kafası ile kömür damarı sınırları arasında, 10-15 cm kalınlığında bir tampon bırakacak şekilde bir burgu çapı seçimi uygun görülmektedir (Aiken, 1973; Beasley, vd., 1991). Çoğu burgu makinesi serbest ayarlanabilir hidrolik krika ile teçhiz edildiğinden kullanıcı, burgu düzeneğini tavan ve tabandaki paşaya göre ayarlayıp, düzeltme olanağına sahip bulunmaktadır (Beasley, vd., 1991). Böylece kazanım oranları damarın %80'ine kadar çıkabilmektedir.

Delikler arasındaki topuk genişliği, damarın üzerinde ve altında bulunan tabakaların kalınlığına ve dayanımına bağlıdır. Topuk

kalınlığı belirlenirken uygulanan ana kural, burgu çapının her 25 cm'si başına 4 cm topuk bırakılması, ancak bunun hiçbir zaman 10 cm'den az olmamasıdır. Sonuçta, delikler arasında bırakılacak topuk kalınlığı 10 ile 31 cm arasında değişmektedir. Alınabilecek diğer bir önlem, oluşabilecek bir tasman sonucunda burgunun delik içinde sıkışmasını engellemek için her 50 delikte, 90-120 cm genişliğinde topuk bırakılmasıdır (....., 1998).



Şekil 3. Üçlü kesici kafa • tarafından burgulanmış delikler (....., 2000)

Burgu kazısında üretim oranı ile kazanım oranı arasında ters ilişki bu! ramaktadır. Delikler derinleştikçe kazanım oranı artmakta, ancak delikler kısalдықça vardiyada üretilen kömür tonajı artmaktadır. Sözelimi, 1,22 m çapında bir burgu ile geneh olarak 122 m'nin üzerindeki delik boylarında 700 ton/gün üretim sağlanabilirken, 92 m'lik deliklerde ise ortalama üretim 1000 ton/gün olmakta ve günlük 300 ton fazla üretim için her delikten 30 m uzunluğundaki kömür kaybedilmektedir. 1970'li yıllarda daha fazla üretim tercih edilmiş ve daha kısa deliklerde çalışılmıştır ancak 1991 yılı itibariyle rezerv tercih edilmekte ve taşeronlar en az 92 m uzunlukta çalışmadıklarında iş alamamaktadırlar (Sanda, 1991).

2.3. Burgu Makinelerinin Gelişimi

1940'lı yılların sonuna doğru, ABD'de faaliyet gösteren kömür taşeronları Jim Compton ve Vin McCarthy yerüstü ocaklarında terk edilen son kömürleri de çıkartmak için yatay delik makinelerine, patlatma deliklerinin

hazırlanmasında kullanılan teçhizatı adapte ederek ilk burgu makinelerini imal etmişlerdir. 1990'lı yıllara kadar birçok değişime maruz kalan geleneksel tipte burgu makinesi tasarımları, tek, çift ve üç kafalı olabildiği gibi, isteğe uygun olarak da üretilebilmektedir (Sanda, 1991).

İmalatçı firmalara göre burgu kazısı ile çıkartılan kömürün toplam ABD kömür üretiminin %2'si kadar olması teknolojiye çok kömür piyasasından kaynaklanmaktadır. Kömür üreticileri, çıkartılması kolay olan kömür ile uğraşmakta ve şev dibinde kalan kömürle ilgilenmemektedir. Dolayısıyla 1991 yılı itibariyle piyasa, 1970'li yıllarda her ay bir makinenin satıldığı durumdan çok uzak kalmış ve 1987 ile 1991 yılları arasında yalnızca 4 birim satılabilmektedir. İmalatçı firmaların tahminlerine göre kömür ocaklarına yayılmış 400 civarında burgu makinesi bulunmaktadır (Sanda, 1991).

Burgu makinelerinde kaydedilen gelişmeler sonucunda 45 m'lik delik uzunluğu ve %35'lik kazanım oranlarının geçmişte kaldığı, 120-150 m'lik burgu derinliği ile %75'lik kazanım oranına ulaşılabildiği belirtilmektedir (....., 1990a;....., 1990b). Ayrıca, delikler yatay yerine 20° dalım ile delinebilmekte, böylece burgu makinelerinin hitap ettiği kömür damarı aralığı genişlemektedir (....., 1995b).

3. YERÜSTÜ BURG UYGULAMALARI

3.1. Geleneksel Yöntemler

3.1.1. Line Creek Ocağı Uygulaması

Batı Kanada'da yerüstü kömür üretiminde burgu uygulaması 1995 yılı itibariyle yalnızca Line Creek Madeni'nde bulunmaktadır.

Kömür kazanımında kullanılan burgu makinesi 2,2 m çapında delik açma yeteneğinde olup, hidrolik seviyelendirme, yürüyebilir krik ve eylemsiz gaz yakma sistemleriyle teçhiz edilmiştir. Riper tipli sürekli kazı makinesi tasarımına sahip kesici kafa 51 uçla teçhiz edilmiş olup 8,2 m uzunluğundadır. Helisel burgu rotalarının her biri 7,3 m uzunlukta ve 3,6

ton ağırlıktadır. El ile eklenen rotalar, taşıyıcı üzerine bir önden yükleyici ile yüklenmekte veya kaldırılmaktadır. Kömür, birimin sahip olduğu açılı taşıyıcı ve radyal yığıcı ile nakledilmektedir.

Delik çapları damarın aşağıya doğru yaklaşık 10°'lik dalışı ile sınırlandırılmıştır. Düz bir platformda çalışmak üzere tasarlanmış makine, en fazla 8° dalımda çalışabildiğinden delikler ~91 m uzunluğa sahiptir. İdeal olarak 8 delikli 4 delik serisinin uygun olduğu damarda, halihazırdaki 15-20° arası dalım değerlerinde düşey basamakları ve ekipman hareketini en aza indirmek için 3 dizi delinmekte, böylece kömür kazanım oranı 25 m'lik bir odada %40'tan %27'ye düşmektedir.

Hardgrove sertlik indeks (HGI) değeri 85 olan kömür damarındaki üretim oranı 300 ton/saat olarak ölçülmüş, ancak 8 saatlik tipik bir vardiyada 91 m uzunluğunda iki delikten 950 ton üretim yapılmıştır.

1995 yılına kadar üretilen 30.000 ton kömürün karışma oranı minimum olup nem oranı ise geleneksel açık ocak madencilğinde elde edilen kömüre oranla daha düşüktür. Boyut analizleri, üretilen ince tanede %1'lik marjinal bir artış olduğunu göstermektedir. Ancak bunun zenginleştirme tesisi üzerinde etki yapmayacak kadar düşük bir değer olduğu belirtilmiştir. Sonuçta, Line Creek madenindeki burgu işlemleri, kaynak kullanımını maksimize ederek, yerüstü kömür üretimini tamamlamaktadır (Williams, 1995).

3.1.2. Oaky Creek ve Moura Ocaklarında Burgu Kazı Uygulaması

Orta Queensland, Avustralya'da bulunan Oaky Creek ocağında, 1997 yılı sonlarına doğru bir "punch" burgu işlemi başlatılmıştır. Proje, bölgede daha önce gerçekleştirilen açık işletme çalışmalarından kalan bir basamakta, yılda 7 milyon ton kapasite ile orta uçuculuktaki koklaşabilir kömür üretimini kapsamaktadır.

Queensland'da bulunan Moura ocağında ise işletmeye hazır 109 milyon ton rezervin yalnızca yaklaşık %19'u 1995 yılından bu yana

geleneksel sistemlerin kullanıldığı yöntemeye uyacak şekilde yatay (4-6°) olarak çıkartılmaktadır. Ancak yatımı 12° ye varabilen daha eğimli damarları işletebilecek bir burgu makinesi ile bu tür damarların çıkartılması planlanmaktadır (Carter, 1997).

3.2. Mekanize Yöntemler

3.2.1. Uzaktan Kumandalı Mostra Madenciliği Sistemi

Geleneksel burgu kazı tekniğinin değişik bir uygulaması olan "Highwall madenciliği", doğal olarak ya da örtükazı sonucunda açığa çıkan kömür damarı mostralarındaki kömür rezervlerinin sürekli kazı makinesi ile kazanılmasını içermektedir. Bu tür kazı sistemleri basamaktan kontrol edilmekte ve damar içerisinde oluşturulan açıklıklarda personel bulunmadığından tavan kontrolüne gerek bulunmamaktadır. Kazı planı genellikle, delikler arasında önceden belirlenen kalınlıkta topuklar bırakılarak paralel bacaların açılmasından oluşmaktadır.

Madencilikte, özellikle ince damarlarda yapılan yeraltı kazı çalışmalarında makine üzerinde kullanıcı ve kontrol birimleri için bir korumanın sağlanamaması, dolayısıyla kullanıcının tahkim edilmemiş bir tavan altında çalışmak zorunda kalmasından dolayı uzaktan kontrol gündeme gelmiştir (Kwitowski, vd., 1992). Uzaktan kontrol; bir USBM raporunda, bilgisayar tabanlı ve kullanıcının çalışma sahasını göremeyeceği şekilde konumlandığı bir korunaktan uzaktan yönlendirmesi olarak tanımlanmıştır. Dolayısıyla çalışan makine ile ilgili veriler doğrudan ^de edilememekte ancak görsel, işitsel ve diğer ilintili bilgi, video ve sensörler aracılığıyla toplanarak kullanıcının bulunduğu bölgeye elektronik olarak iletilmektedir. Kullanıcı kararlarını, genellikle tuşlar aracılığıyla elektronik olarak makineye iletmektedir.

1979 yılında USBM tarafından, derin oda-topuk kömür madenciliğinde kullanılan; ince damar sürekli kazı makinelerinin kullanılabilirlik etüdü ile ilgili bir çalışma başlatılmış ve bu çalışma olumlu sonuçlanmıştır. Takip eden yıllarda bilgisayar tabanlı bir kontrol sisteminin tasarımı ve üretimi başlamıştır. 1985 yılında 102 HP

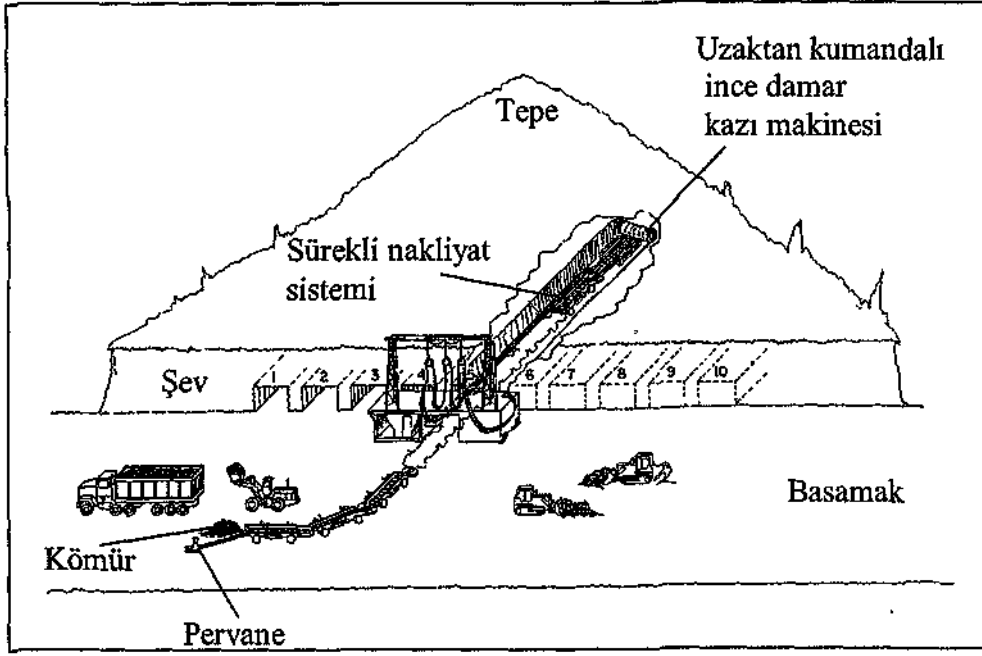
gücünde bir makinenin sağlanmasıyla 'uzaktan kumandalı mostra madenciliği sistemi' (Teleoperated Highwall Mining System) devreye alınmış ve kömür nakliyesi için de, USBM tarafından geliştirilen 'çok birimli konveyör nakliyatı' (Multiple Unit Conveyor Haulage) sisteminin kullanılmasına karar verilmiştir.

Şematik görüntüsü Şekil 4'de verilen sistem, çok çeşitli bütünleşik alt sistemler ile parçalardan oluşmuştur:

- i. İnce damar sürekli kazı makinesi
- ii. Çok birimli konveyör nakliyat sistemi
- iii. Bir kontrol istasyonu
- iv. Bilgisayar tabanlı uzaktan kontrol sistemi
- v. Lazerli hizalandırma sistemi
- vi. Basamakta bulunan destek ekipmanı

Bu kazı planının amaçlarından biri; makinenin mümkün olduğu kadar kısa sürede ilerleyip, geri çekilmesini sağlayarak kazıda harcadığı zamanı en aza indirmektir. Böylece tavan tahkimatına gerek duyulmadan, üretim işlemi sürdürülmektedir. Bu sistemde geleneksel burgu makinelerinin tersine, kazı derinliği arttıkça, kömür kazısı ve nakliyatında meydana gelen güç kayıpları söz konusu değildir. Dolayısıyla 305 m derinliğe kadar, ' kömür kazısı gerçekleştirilebilmektedir.

1989 Ağustos ve Eylül ayları boyunca Morgentown W.V. yakınlarında bulunan bir deneme bölgesinde ~24,5 m genişliğinde kısa bir platformda başarılı bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Basamaktaki tabakalar; %6'lık eğimle, 140 cm kalınlıkta alt WV damarı, 30,5 cm'lik şeyi ara kesmesi ve 99 cm kalınlıkta üst WV damarıdır. Tabanı kil olan damar, yaklaşık 3,5 m kalınlığında sağlam şeyi ve 6 m kalınlığında kumtaşı ile örtülmüştür. İnce damar sürekli kazı makinesinin kazı kalınlığı 122 cm olduğundan, alt WV damarının tabandan 122 cm'lik kısmı kazılmış, tavanda da, üst ve alt kömür damarları arasındaki kesmeyi tutacağı umulan 15 cm'lik kömür bırakılmıştır. Basamak arını boyunca yapılan kazıda, her 3 metrelik ilerlemede, kömür ile ara kesme parçalarından oluşan bloklar makine üzerine düşerek, yığılmalara neden olmuş, video sistemini



Şekil 4. Uzaktan kumandalı mostra madenciliği sistemi (Kwitowski vd., 1992)

ınılmaz hale getirmiş ve makine üzerine e edilmiş olan spotların ışıklanmış bloke k kameraların arını görmesini engellemiştir. edenle sistem geri çekilip, yağmınmesi gerekmiştir. Video sistemi ve diğer cı ekipmanlar hasar görmediği için iin ilerlemesini engelleyecek bir durum • kınamıştır.

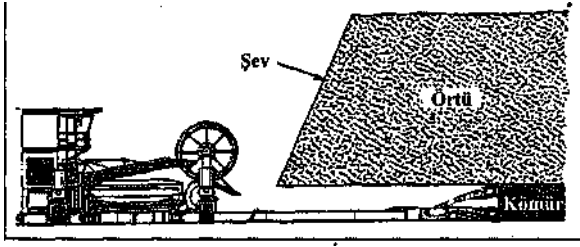
talama derinlikleri 36,5 m olan 2 erçekleştirilmiştir. 1,45 ton/dak kömür »am ve 0,24 m/dak makine ilerleme daşık olarak 419 ton kömür kazılmış 'mistir. Bu çalışmada 4 işçi ve 1 îterli olmuştur. İşçilerden biri ana i havalandırma borularını birleştiren kablo makarasını ilerleten ve geri eri ise çok birimli konveyör sistemi irilen kömürü yükleyen, yükleyici Cwitowski vd., 1992).

U miner"

inde kullanılan görece yeni û de Şekil 5'de gösterilen ve "nadenlerinde yaygın olarak ıburulu sürekli kazı makinesine çalışsan, kazı ve kazanım

kapasitesi geleneksel burgu makinelerinden çok daha yüksek olan "Hi-wall ininefidir. Genellikle 244-305 cm genişliğinde imal edilen kesici kafanın damar içine doğru itilmesi ile 122 m derinliğe kadar ulaşılabilen, dikdörtgen kesitli bir açıklık oluşturulmakta ve örtü tahkimi için 30-152 cm kalınlıkta bir kömür topuğu bırakılmaktadır. Uygun boyutlu bir kesici kafa seçildiğinde Hi-wall miner, 91-305 cm kalınlığında damarları tek geçişte, daha kalın damarları ise birden fazla geçişte kazmaktadır. Kesici kafa damar içinde birbirini takip eden 6,1 m'lik manevralarla ilerlemekte ve her manevradan sonra hidrolik olarak bir tij eklenmektedir. Tij ler aynı zamanda içlerine yerleştirilmiş ikiz burgular sayesinde kazanılan kömürün yüzeye nakliyatını da sağlamaktadır. Üretim, kullanılan Hi-wall miner modeli ile kömür damarına ^ağlı olarak değişmekte ve kontrol sistemlerinin etkin bir şekilde kullanılması ile kömür damarlarının tavan ve taban sınırlarından 2,54 cm mesafe kalıncaya tadarJcazılması mümkün olmaktadır.

Kullanıcı, kesici kafanın konumu ile ilerleme hızını elektronik kontroller ve gama ışınım sensörleri aracılığıyla kontrol etmektedir. Bu sensörler tavanda ve tabanda kalan kömür



Şekil 5. "Hi-wall miner" çalışma prensibi (Beasley, vd., 1991)

miktarını, kömür alındıktan sonra, ışınımın yan kayaçtan ve kömürden geri dönüş hızlarının farklı olması nedeniyle, örtüye yapılan ışınım ölçümleri sayesinde belirlemektedir.

Hi-Wall miner tarafından üretilen kömürün kalitesi, çoğu yeraltı sürekli kazı makinesi ile üretilen kömür gibidir. Kömüre taş karışması damarın alt ve üst sınırları içinde kalma doğruluğunun, kömür boyutu ise kesici uçlar arası uzaklık, uç durumu ve damar kalınlığının bir fonksiyonudur (Beasley, vd., 1991).

3.2.3. Basamak Domuzu

ABD'de bulunan bir firma tarafından geliştirilen kazı sistemi ile örtükazı işleminden sonra, açığa çıkmış olan damar 500 m delinerek, kömürün %50-60'ı alınabilmektedir. Güney Afrika'daki bir firmanın ilgisini çeken sistem, patentiyle birlikte alınarak 1990 yılında bu ülkede çalışmaya başlamıştır. Bu kazı sistemi, günümüze kadar 17'si ABD'de, 3'ü de Avustralya'da olmak üzere 20 birim olarak imal edilmiş ve 5 birim kullanılarak 1997 yılında 3,1 milyon ton, 1998 yılında da 5,7 milyon ton kömür üretimi planlanmıştır.

Şevaltı kazı sistemi; kullanıcı kontrol birimi, bir sürekli kazıcı, "Addcars" olarak bilinen birbiri arkasına eklenebilen konveyörler ile bir ana konveyörden oluşmaktadır. Addcar'lar nakledilebilen, 12,5 m uzunluğunda düşük profilli bant konveyör birimleridir. Birincisi sürekli kazıcının arkasına takılmak üzere, diğerleri bir sıra halinde birbiri arkasına eklenmekte, böylece sürekli kazıcı kömür içinde ilerlerken üretim durmamaktadır. Sürekli kazıcı bir uzaktan kumandalı görüntüleme sistemi ile

yönlendirilirken, yeterli miktarda addcar da birbiri arkasına eklenmekte, sistem her bir addcar'ın teker teker ayrılmasıyla geri çekilmektedir.

Ekipman; bacalar arasında uygun bir kömür topuğu -bırakılarak, yandaki bacada hazır tutulmakta, kazı devam ederken tüm personel dışarıda güvenli bir ortamda bulunmaktadır.

Geçtiğimiz yıllarda mevcut sistem geliştirilerek, üretim miktarını katlayan ve daha derine gidebilen basamak domuzu (bench hog) adı verilen ekipman imal edilmiştir. Üretim koşullarına bağlı olarak ekipman, yüksek voltaj ve geliştirilmiş bir yön kontrol sistemi sayesinde, 300 m'lik ilk kazı derinliğini 370-500 m'ye arttırmıştır. Damar dalımı ya da topografyaya bağlı olarak, yalnızca bir tarafından girilebilen damarlar için; kazı derinliğinin 300 m'den 370 m'ye çıkarılması, kazanılan kömürün %65 artmasını sağlamıştır. Yeni sürekli kazıcının yükleme kapasitesi, artan kazı hızına uyum sağlaması açısından artırılmış, buna paralel olarak da, yeni bir toplayıcı kafa ile kuyruk konveyörünün yükleme kapasitesi %60 yükseltilmiştir. Domuz tipi sürekli kazıcının kazı ve yükleme randımanlarının birleşimi, geleneksel sürekli kazıcıların iki katı kadar üretim yapmasını sağlamıştır (....., 1997).

4. YERALTI BURGU UYGULAMALARI

Burgulama ile kömür kazanımı yerüstü ocaklarında yaygın olarak görülmekle beraber yeraltı ocaklarında da, özellikle oda-topuk yönteminde bırakılan topukların kısmen kazanılabilmesi için uygulanmaktadır.

4.1. Kömür Porsuğu

Moundsville-WV, ABD'de bulunan Ireland yeraltı ocağında; kendi konveyörü ve havalandırma sistemiyle beraber çalışan "kömür porsuğu", pano kazısında

- Oda-topuk yönteminde, kömürün yarısının topuklarda bırakıldığı düşünülürse, geri dönümlü olarak burgulanan damardan kömür kazanımını önemli miktarda arttırmak,

- ii. Güvenlik nedeniyle girilemeyen gevşek tavanlı panolardan kömür üretimi yapmak amacıyla kullanılmıştır.

Burgu ile kazılan damar kalınlığı —152 cm'dir. Damarın üzerinde ~15 cm kalınlığında yumuşak bir şeyi tabakası ile, 5-30 cm kalınlığında ince damar bulunmaktadır. Kömür genelde sert (HGI 56-57) ve blokludur. Nem içeriği %2-3, sülfür oranı ise %3 ile 5 arasındadır. Burgu kazısı 305 m derinlikte yapıldığından, geri dönüşlü kazıdan sonra bölgesel topuk basıncının yüksek olmasından dolayı, hemen göçme meydana gelebilmektedir. Ayrıca havalandırmadaki su buharına maruz kalan kömür ve şeyi tavan orta derecede bozulmaktadır. Ancak görünürde hiçbir yeraltı suyu sızıntısı olmadığından şeyi/kil taban burgu makinesi için uygun şekilde kum kalmaktadır.

Burgu tarafından kazılan panolar 25,9x25,6 m kömür bloğu üretecek şekilde 30 nv aralıktadır. Her panoda 13 adet 107 cm çaplı ve ~30 m uzunluğunda baca burgulanmakta ve vardiyada ~182 ton üretim yapılabilmektedir.

Burgu, kömür bloğuna en yakın olacak şekilde konumlandırıldıktan sonra gövde, kullanıcının kesme kafasının topuğa gireceği uygun n&tayı buluncaya değin yükseltilip, itilirken, ta'an ve

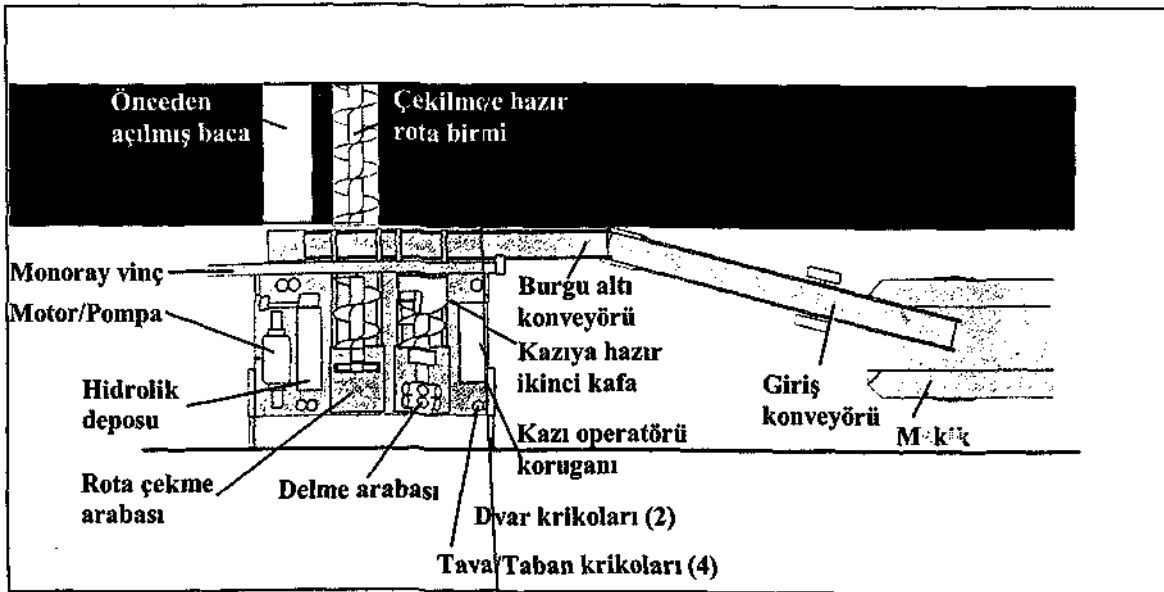
topuk krikoları da, makineyi yerinde sabitleyecek şekilde uzatılmaktadır (Şekil 6).

Ön bantlı konveyör, dökülmeyi en aza indirmek için topuk boyunca uzatılırken, arka konveyör ise kömürü ön konveyörden silosuna alacak ve açıklığın merkezi yakınlarında bir Arakineye aktaracak şekilde konumlandırılmaktadır. Makinede bulunan basınçlı su sistemi suyu delik ağzı ve konveyörlerin boşaltma noktalarına püskürtmektedir. Bir emici pervane ise boş burgu bacalarındaki toz ve metan gazını emerek borular aracılığıyla dönüş havasına vermektedir.

Kazıya başlamak için makinenin sol tarafında bulunan vinç operatörü, her biri 152 cm uzunluğunda ve 2 ton kömür üreten burgu rotalarını makineye monte edilen vinç aracılığıyla kaldırarak, kazı operatörüne aktarmaktadır. İlk delik bitirildiğinde tüm tavan, duvar ve zemin krikoları geri çekilerek makine sağa doğru 145 cm ilerletilmekte, böylece bacalar arasında 38 cm'lik bir bölge bırakılmaktadır (Chironis, 1979).

4.2. Yeraltı Burgu Makineleri

Australian Coal Association Research Program



Şekil 6. "Kömür porsuğu" çalışma prensibi (Chironis, 1979)

(ACARP) tarafından 1993 yılında başlatılan bir araştırma projesinin amaçları aşağıda verilmiştir:

- i. Yeraltı kömür ocaklarında üretim amacıyla burgu makinesi kullanım potansiyelinin araştırılması
- ii. Terkedilen kömür damarlarının düşük maliyetle üretilmesi
- iii. Uzunayak yöntemiyle çalışan ocaklarda bulunan ana yollarda açılan geleneksel taban yollarının yerine geçmesi planlanan düşük maliyetli hazırlık aracı olarak burgu makinelerinin kullanım potansiyelinin araştırılması.

Denemelerde kullanılan burgu makineleri;

- i. Yeraltında kullanılmak üzere bir yatay delik makinesinden dönüştürülen 75 kW gücünde 46 RPM ile 100 ton baskı verebilen CA1.
- ii. Havalandırma vb. işler için galeri eksenine dik olarak 1 m çaplı delik açmakta kullanılmak üzere özel olarak imal edilen 75 kW gücünde ve 0-36 RPM arası ileri ve geri açılabilir hızlarda çalışabilen CA2.
- iii. Pano içi ve ana yol topuklarında ve geleneksel yöntemlerle üretim yapılmaması olanaksız olan bölgelerde düşük maliyet ile kömür kazanımı işleminin geçerliliğinin sınanmasını sağlamak için ana yol eksenine dik olarak 1,5 m çaplı delikler açabilecek şekilde özel olarak imal edilen CA3 ise, 200 kW motorla ileri ve geri yönde 40 RPM açılabilir hızda çalışabilecek şekilde tasarlanmıştır.

Denemelerde kullanılan çelik rotalar 0,5-1,5 m çapında ve 3 m uzunluğunda imal edilmiştir.

Burgu makinelerinde, yerüstü uygulamalarında kilden kumtaşıma kadar birçok malzemede kullanılan kesici kafa tipleri denenmiş ancak kömür kazısı için yetersiz bulunmuştur. Nedenler çok ve çeşitli olmakla birlikte kesme hızı, baskı, uç adedi ve kesici kafanın konik şekli üzerinde toplanmaktadır. Birçok denemeden sonra kesici kafanın konik şeklinin kabul edilebilir bir yönlü burgu işlemine yatkın olmadığı ve pilot deliğe

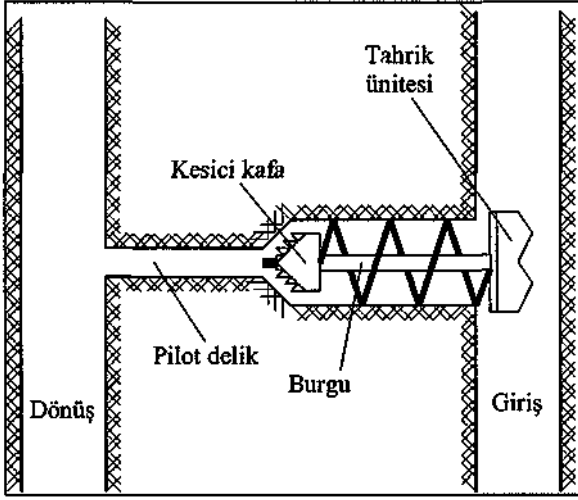
ihtiyaç olduğu belirlenmiştir. Kullanılan pilot deliklerin yönleri de diğer bir çok parametrenin gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Bunun üzerine kesici kafanın ön tarafında bulunan uçların, öncelikle delik çevresi boyunca kazı yapacağı bir tasarım geliştirilmiş ve geleneksel nokta tipi uçlar, aralıkları karotsuz kazı sağlayacak şekilde yerleştirilmiştir. Tatminkar bir batma ile boyutlandırma için 2 m/sn'lik dönüş hızı gerekmiştir.

1 m çapında deliklerin, havalandırma dışında, endüstriyel amaçlar için yetersiz olması nedeniyle genişletilmesi planlanmış ve 1,5 m çaplı burgular daha önceden açılan 1 m çaplı deliklere uygulanmış ancak plan başarısızlıkla sonuçlanmıştır. Bunun nedeni, genişletici kafanın pilot deliğe uygulanması ve burgu işleminin tekrar başlaması için 1 m'lik delik açıldıktan sonra, çok zaman alıcı bir işlem olan tüm burgu eemanlarının geri çekilmesi gerekliliği olmuştur. Çfeüm olarak ikinci bir genişletici kafa imal edilerek, topuğun diğer tarafından genişletilmesi saklanmış ancak ince taneli kömürün tümü naMedilememiştir. Bunun üzerine 1 m uzunluğunda ve konik çapı 1 m'den 2 m'ye artan ve aı spreylere ile teçhiz edilen bir kesici kafa tasanımı ile, yürütülen denemelerden sonra, ince taneerin tatminkar olarak kazanılabileceğine dair yetefli kanıt elde edilmiştir. Sistemin çalışma prenabi Şekil 7'de gösterilmiştir.

Kömür nakliyatı; zemine yığılıp bir yükle-taşı-boşal (YTB) makinesi ile alınmasından, doğrulan bir mekiğe yüklenmesine kadar değişebilmektedir. 1 ton/dak oranında planlanan düşükkömür üretimi, nakliye aracı olarak küçük kapasteli mobil konveyörler veya pnömatik-hidrolik sistemlerin kullanılabileceğini ortaya koymıştır.

Her 3 makine ile de aşağıdaki çalışmalar başarı ile yanılmıştır:

- i. Havalandırma ve giriş için özel delikler delinmiştir.
- ii. Kömür kazanımı. Üretimde, açılan boşlukların tahkimatına gerek duyulmadan, bir vardiyada 1,5 m çaplı 30 m'lik 3 adet delik burgulanarak, 200 ton kömür çıkarabilmektedir.



Şekil 7. Yeraltında topuk kazanımı için kullanılan burgunun çalışma prensibi (....., 1995a)

- iii. Bu deliklere boruların yerleştirilmesi. Havalandırma ve/veya giriş için 30 m uzunluğunda 1 m çaplı çelik borular, açılan deliklere yerleştirilebilmektedir.

Burgulama işlemleri için 2 personel yeterli olmakta, ek iş gücü gereksinimi ise kömür nakliye yöntemi tarafından belirlenmektedir (....., 1995a).

5. BURGU KAZISINDAKİ RİSKLER VE ALINABİLECEK ÖNLEMLER

Bu bölümde yeraltı ve yerüstü ocaklarda uygulanan burgu kazısı sırasında ortaya çıkabilecek riskli durumlar ile tehlikelere değinilerek, bunları en aza indirmek için geliştirilen ve uygulanan yöntemlerden bahsedilecektir.

5.1. Tehlikeler

Burgu kazısı sırasında ortaya çıkabilecek en büyük tehlike metan patlaması olarak belirlenmiştir. Kazıcı uçlar ile kömür ve/veya yan kayacın sürtünmesi sırasında ortaya çıkabilen ve kaynağı korlaşan silika taneleri olan kıvılcımlar, aşağıda verilen koşulların sağlanması şartıyla bir patlamayı tetikleyebilmektedir:

- i. Metan+hava karışımı
- ii. Burgu kafasının açılma hızı, dolayısıyla en dıştaki kesici uçların doğrusal hızları
- iii. Pirit ve kuvarsitin varlığı

Metanın kazıcı bir ucla patlatılabilmesi için 2 koşul aynı anda sağlanmalıdır. Bunlar;

- i. kazı bölgesinin içinde veya çevresinde yanma aralığında; bir gaz toplanması (%3-5 arası)
- ii. kesici kafanın tavantaşı, tabantaşı, kömür içindeki arakesmeler veya pirit gibi safsızlıklara çarpması.

Bu koşullardan birinin olmaması durumunda, bir patlama riski ortaya çıkmamakta, ayrıca her iki koşulun aynı anda sağlandığı durumlarda bile, bir patlamanın oluşacağına dair belirlilik bulunmamaktadır. Bu belirsizlik, patlama tehlikesinin; aşağıda sıralanan bir çok faktöre bağlı olmasından dolayıdır:

- Uç tarafından kesilen ya da çarpılan kayanın kimyasal içeriği
- Ucun kayaya çarpma/kesme hızı
- Ucun kaya ile temasta olduğu süre
- Ucun boyutu ve şekli
- Uç keskinliği
- Su spreylelerinin kullanılması

Kesme işlemi tamamen kömür içinde olduğu zaman bir kıvılcım oluşma şansı, çok küçüktür. En yüksek kıvılcım riski, uçlar; kumtaşı, pirit, pirit-kumtaşı ve kuvarslı kayaç ile karşılaştığında olmaktadır. Burgu kafasının kömür damarı içinde ilerlemesi amaçlanmasına rağmen taban veya tavantaşma kaçma olasılığı olduğu bilinmektedir. Pilot delik burgunun damar içinde kalmasına kılavuzluk ederek, bölgesel ve potansiyel olarak tehlikeli damar içi anormalliklerin de belirlenmesine yardımcı olmaktadır.

Su spreyleleri, toz bastırmada olduğu gibi, ucun önüne veya üzerine uygulandığında daha az etkili olmaktadır. Buna karşın, ucun arkasına uygulanan su, kıvılcım riskini azaltabilmektedir. Diğer taraftan sprey şeklinde uygulanan su, aynı miktarda jet şeklinde uygulanan suya göre daha etkili olmaktadır. Genelde, su damlacığı küçüldükçe kıvılcım riski azalmaktadır (....., 1995a).

5.2. Alınabilecek Önlemler

Burgu deliği ilerlerken hava içinde patlayıcı bir metan karışımının birikmiş olduğu kabul edilmektedir. Burgu çalışmaları sırasında damarın derinliklerinde görece büyük boyutlu taze kömür yüzeyleri oluşturulmakta ve önemli miktarlarda kömür kesilmektedir. Damarın gazlı olduğu durumda, gazın delik içine doğru yayılması, birikmesi ve kesici kafasında patlayıcı bir atmosfer oluşturma olasılığı beklenmelidir.

5.2.1. Havalandırma

Bacalarda oluşan metanın havalandırma ile giderilmesi kuşku bir seçenek olarak görülmektedir. Küçük çaplı (~50 mm) bir pilot delik aracılığıyla yapılan doğal havalandırmanın büyük olasılıkla yetersiz olacağı ve bacanın büyük kısmını kaplayan burgu makinesi yüzünden havalandırma yapılamayacağı tahmin edilmektedir. Ancak basınçlı hava ile havalandırma yapılması da önerilmiştir (....., 1995b).

5.2.2. Eylemsiz Gaz Yöntemi (Avustralya)

Kömür üretimi için, geleneksel burgu ve sürekli kazı makinelerinin kullanıldığı, şev kazı sistemleri görece emniyetli olsa da, kıvılcımla metan patlaması olasılığı bulunmaktadır. Avustralya'daki mühendisler tarafından, bu problemi çözmek için geliştirilen bir yöntem; oksijenin yerini alabilen bir eylemsiz gazın delik içerisine gönderilmesidir.

Bu gazı sağlamak için denenen ilk teknik, burgu kafasının arkasında bir yakıcı kullanarak anndaki oksijen seviyesini güvenli bir değere indirmektir. Ancak yakıcıdan kaynaklanan ısının, zaman geçtikçe çevredeki kömürün kendiliğinden yanmasına yetecek kadar yüksek olduğunun fark edilmesinden sonra, yakıcı sistemin sıcaklığını 150°C'a düşüren bir soğutucu birim tasarlanmıştır.

Eylemsiz gaz üretmek için, Avustralya'da faaliyet gösteren bir firma tarafından karmaşık bir sistem geliştirilmiş ve Avustralya'da bulunan Moura ocağında denenen sistemde kızak üstüne monte edilmiş ve dizel yakıtla çalışan bir motor aracılığıyla eylemsiz gaz elde edilmiştir. CO₂'ce

zengin egsoz gazı, soğuduktan sonra 150 mm çapında bir boruyla sürekli kazıcıya iletilmektedir. Jeneratör birimi ile sürekli kazıcı üzerinde bulunan göstergeler, çevredeki havanın kimyasal içeriğinin izlenmesine olanak sağlamaktadır (....., 1996).

5.2.3. Eylemsiz Gaz Yöntemi (ABD)

Çoğu durumda burgu madenciliğinde düşük metan seviyeleri ile karşılaşmaktadır. Ancak gelişen maden teknolojisi yerüstü madenciliğinin daha derinlerdeki kömür damarlarına erişmesini sağladığından metana rastlama şansı daha da artmaktadır. ABD'de 1980'li yılların sonlarına doğru burgu işlemlerinde meydana gelen birkaç metan patlaması yaralanmalarla sonuçlanmış ve baca ağızlarında metan ölçümleri arttırılmıştır. Bildirilen patlamalardaki kaynak, metan ile sınırlı olmayıp, kömür tozunu da içerebilmektedir.

USBM, metana rastlama nedenlerinin daha iyi tanımlanması ve bunun daha önce düşünülenenden daha sık olup olmadığının belirlenmesi için bir araştırma başlatmış ve 1991 sonbaharında büro araştırmacıları, şaşırtıcı şekilde, çoğu burgu deliğinin iç kısımlarında %2'den fazla metan bulunduğunu tespit ederek birçok işlemin durdurulmasını istemiştir. Bu orandaki metan patlayıcı olmasa da, patlama alt limitinin %40'ını temsil etmekte ve yeraltı madenciliğinde önlem alınması gereken seviye olarak kabul edilmektedir. Araştırmanın yapıldığı aşamada burgu işlemlerinin güvenli olarak sürdürülmesini sağlayacak hiçbir teknoloji bulunmamaktaydı.

Problemdeki havalandırma durumu göz önüne alındığında; havalandırmanın güvenli olarak yapılıp yapılamayacağı açık değildi. Kesici kafanın ön kısmına doğru belirli dereceye kadar havalandırma sağlanabilirse, hava metanla karışacak ve delik atmosferindeki metan, patlamaz bir karışımdan patlayıcı bir karışıma dönüşecektir. Ayrıca böyle bir işlem sırasında havalandırma, toz patlamalarını da önlemeyebilmektedir. Burgu tipi maden makinelerinin şaftları boyunca ileriye erişimin olmaması, kesici uçları soğutacak şekilde su ve hava iletilmesini de kısıtlamaktadır. Böylece büyümekte olan kıvılcım kaynağı da

engellenememektedir. Aynı zamanda bu yaklaşımların her biri de pahalı olmaktadır.

USBM ve MSHA (Mine Safety and Health Association) tarafından, burgu işlemlerinin güvenli olarak sürdürülebilmesini sağlamak için olası çözüm olarak, deliklerin, egsoz gazlarında bulunan yüksek miktardaki karbondioksitle, düşük oksijenin kullanılarak eylemsizleştirilmesi önerilmiş ve buna yönelik olarak bir çalışma başlatılmıştır.

Uygulamada eylemsiz gaz kaynağı olarak, sıvı azot, hidrokarbon nakliyesi ve iletiminde kullanılan geliştirilmiş eylemsiz gaz jeneratörleri, jet türbin motoru, burgu makinesinin dizel motoru veya benzinli bir motor kullanılabileceği tespit edilmiş ancak edinim bedeli, işletme maliyeti ve mevcudiyet; deneyleri dizel ve benzinli motorlarla kısıtlamıştır. Çalışmada her iki motor ayrı ayrı ve birlikte denenmiştir.

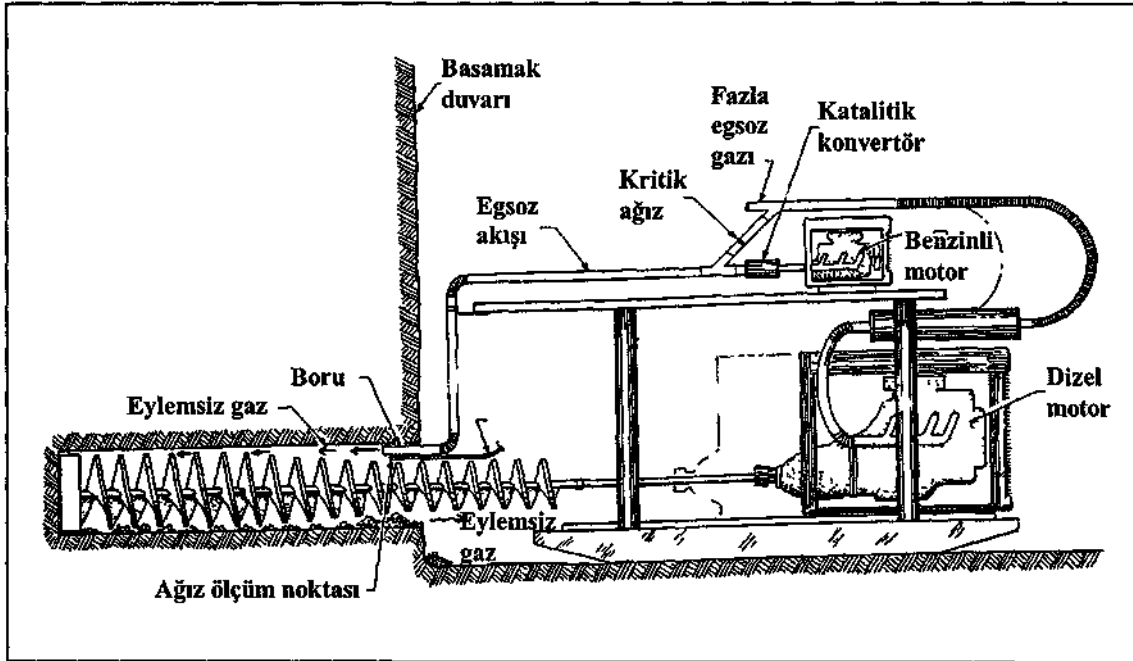
Eylemsiz gazın burgu kafasının kesici kısmına gönderilmesi, öncü burguların arını delmesinden sonra delik içinde belirli bir mesafeye kadar sokulan boru ile sağlanmıştır (Şekil 8). Kesici kafada bulunan gaz, delik ağzından içeri doğru girmekte ve kazılan kömürün yerini alarak

ilerlemektedir. Burgu deliğindeki toplam gaz hacmi, çıkarılan kömürün hacmine eşittir.

Kullanılan eylemsiz gazın ana kaynağı 3600-3900 RPM arasında çalıştırılan 5000 cm³'lük bir benzinli motor olmuştur. Benzinli motor tek başına %1-4 oran aralığında oksijen üretmesine rağmen, üretilen hacim, kazılan kömürün yerini almaya yetmemiş ve hacim eksikliğini karşılamak için burgu, makinesinin turbo şarjlı dizel motor egsoz gazının bir kısmı da benzinli motor egsozuna eklenmiş ve burgu deliğine eşit oranlarda dizel ve benzinli motor egsozu gönderilmiştir.

Gerekli olan gaz hacmi, burgular tarafından kazılan kömür hacminin ölçülmesiyle belirlenmiştir. 183 cm uzunluğundaki her rota bölümü 1,41 m³ hacme sahiptir. Kazı oranı başlangıç ve nihai burgu girişi sırasında saat tutularak belirlenmiş ve delik içindeki eylemsizlik koşullarını belirlemek için, delik ağzında, burgu çalışırken ve durduğunda delik içinde ve burgu çıkarıldıktan sonra ölçümler yapılmıştır.

Sonuçta burgu deliklerinde metanla karşılaşıldığında ortamın çok düşük oksijen ile



Şekil 8. Eylemsiz gaz üretme prensibi (Volkwein ve Ulery, 1993)

eylemsizleştirilmesi sağlanmıştır (Volkwein ve Ulery, 1993).

6. BURGU İŞLEMLERİ İLE İLGİLİ KURALLAR

Bu bölümde ABD'nde uzun süredir uygulanan ve dünyada da yaygınlaşmaya başlayan burgu işlemlerine dair düzenleyici kurallar yer almaktadır.

USBM'e göre burgu işlemleri, işletmeci tarafından yakın çevrede veya aynı bölgede gerçekleştirilen yeraltı çalışmalarına zarar vermeyecek şekilde planlanmalı ve yapılmalıdır. Burgu delikleri:

- Aktif herhangi bir yeraltı ocağının havalandırma sistemini bozacak şekilde
- Aktif herhangi bir yeraltı ocağını yüzey suları ile sel bastırarak şekilde
- Aktif herhangi bir yeraltı çalışmasının tavan ve topuğunu zedeleyecek şekilde
- Tehlikeli miktarda su hapsediği bilinen yeraltı maden ocakları ile kesilecek şekilde

konumlandırılmamalıdır.

Ayrıca, burgu çalışması yapılan yerin her iki tarafında kalan ~7,5 m'lik bölgenin, herhangi bir işlem başlamadan önce ve en azından her üretim vardiyasında bir kere olmak üzere yetkili bir nezaretçi tarafından incelenmesi, tüm gevşek malzemenin kazı alanından temizlenmeden kimsenin bölgeye girmesine izin verilmemesi, ağır yağış veya aralıklı donma-çözülme sırasında ya da sonrasında gerçekleştirilen işlemler esnasında çalışma yerinin bir nezaretçi tarafından incelenmesi ve kaydedilmesi USBM tarafından zorunlu tutulmuştur.

Bunların yanında burgu deliği terkedilmiş veya tamamen çalışılmış bir yeraltı ocağına rastlandığında, ocak havasının tehlikeli miktarda metan veya düşük oksijen içerip içermediğini kontrol etmek için delik ağzında metan detektörleri ve alev lambaları ile ölçümler yapılması, bu esnada yakında içten yanmalı motor çalıştırılmaması ve böyle bir durum ortaya çıktığında havanın güvenli sınırlara erişinceye kadar çalışmalara ara verilmesi gerekmektedir.

Şevlerden gelen tehlikelere açık olan burgu ekipmanları ve çalışmalar sırasında personelin çalıştığı kömür yükleme konveyörlerinin, şevi gösterecek özellikte sağlam çelik hasırlarla kaplanması gerekmektedir (Anon, 1999).

7. SONUÇLAR

Bu çalışmada, geleneksel işletme yöntemlerini destekleyen, basit ve ekonomik bir yöntem olan burgu kazısı üzerine yapılan literatür araştırması sonuçları verilmiştir. Teknik; yerüstü uygulamalarının yanında, yeraltı ocaklarında özellikle oda-topuk yönteminde topukların kazanılması, hazırlık aşamasında ve havalandırma bacalarının açılması gibi çalışmalarda da başarı ile uygulanmakta ve halen bütünleşik bir kazı sistemi için en düşük yatırıma gereksinim duymaktadır. Ayrıca kömürün delme patlatma gibi gevşetme işlemi ile açılan boşlukların tahkimine gerek kalmadan 3-4 kişilik bir ekip ile kazanılması mümkündür. Ancak yöntemin avantajlarına karşı, delik içinde birikebilecek metanın eylemsizleştirme gibi teknikler kullanılarak tehlike sınırının altına düşürülmesi gerekmektedir. Ülkemizde halen uygulaması bulunmayan teknik, özellikle örtükazı oranı giderek artan ve ömrünün sonuna gelen yerüstü ocakları için bir seçenek olarak ortaya çıkmaktadır.

KAYNAKLAR

Aiken, G., 1973; "Auger Mining, Mining Engineering Handbook", (Ed. Cummins, A.B.), Society of Mining Engineers of the American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers, Inc., Cilt. 2, New York, USA.

Beasley, A.C., Erten, M.H., Gallegos, O.A., Joyce, V., Beasley, D.E. ve Shuman, D.A., 1991; "Highwall Mining-Preparation Control in Surface Mining, Coal Preparation", (Eds. Leonard, J.W. and Hardke, B.C), Society for Mining, Metallurgy and Exploration, Inc., Littleton, Colorado, USA, 1131 s.

Carter, R.A., 1997; "Australia's into Longwall for the Long Haul", Coal Age, Mayıs, s. 29-33.

- Chadwick, J., 1993; "Highwall Mining", Mining Magazine, Aralık, s. 347-350.
- Chironis, N.P., 1979; "Underground Auger Mines Pillars", Coal Age, Nisan, s. 102-106.
- Hartman, H.L., 1987; "Introductory Mining Engineering", John Wiley & Sons, Singapore, 633 s.
- Kwitowski, A.J., Brautigam, A.L. ve Leigh, M.C., 1992; "Teleoperation of a Highwall Mining System", Report of Investigations, United States Department of the Interior, Bureau of Mines, Pa, 29569, USA, 17 s.
- Sanda, A.P., 1991; "Augers Drill a Positive Niche", Coal, Ağustos, s. 48-51.
- Williams, R., 1995; "Highwall Coal Recovery", CIM Bulletin, Kasım / Aralık, Cilt. 88, Sayı 995, s. 78-79.
- Volkwein, J.C. ve Ulery, J.P., 1993; "A Method to Eliminate Explosion Hazards in Auger Highwall Mining", Report of Investigations-9462, United States Department of the Interior, Bureau of Mines, Pa, 29741, USA, 14 s.
-, 1961; "General Applications and Economics-Auger Mining", AIME Mining Engineering Handbook, Seeley W. Mudd Series.
-, 1990a; "Coal Auger Drills Up To 400 ft", Coal, Şubat, s. 80.
-, 1990b; "Coal Recovery Auger Reduces Change Time", Engineering and Mining Journal, Ocak, s. 161.
-, 1995a; "Coal Augering Project No.3058-Final Report", Australian Coal Association Research Program (ACARP), Brisbane, Australia, 106 s.
-, 1995b; "The Latest Technology For Auger Mining", Mining Magazine, Eylül, s. 154-155.
-, 1996; "Coal Mining", World Mining Equipment, Nisan, s. 10.
-, 1997; "Highwall Mining System Penetrates 500 m into Coal Seam Under Remote Control", Coal International, Kasım, s. 248-249.
-, 1998; "Strip Mining of Coal-Coal Augers", Surface Mining Methods, s. 438-443.
-, 2000; Ekipman Katalogları, Salem Tool, Inc, P.O. Box 760, London, KY, 40743-0760, USA.
- Anon, 1999; "Regulatory Rules for Auger Mining", Department of Energy, Mining Safety and Health Association, USA. <http://199.115.12.200/regdata/msha/77.1503.htm>