

HİDROLİK MADENCİLİĞİN GÜVENİRLİĞİ

David M. PARKES (*)
M. Yılmaz FİŞEKÇİ (**)

ÖZET

Kanada'nın en büyük kömür madeninde, kayalık dağları bölgesindeki kalın ve fazla eğimli zengin kömür damarlarını randımanlı işletebilmek amacıyla 1970 başında basınçlı su ile nakliyat yönteminin denemelerine başlanmıştır. Geçen on yılda yöntemin uygulanmasındaki ilerlemeler ve kaya mekaniği araştırmalarının yeraltı madenciliğinin bu zor jeolojik koşullarda uygulanmasındaki gelişmeler bildiride sunulmaktadır.

Hidrolik kazı/nakliyat yönteminin bazı değişikliklerle Zonguldak havasındaki fazla eğimli ve kaim damarlarda uygulanabilme olasılıklarına bu bildiride değinilmeye çalışılmıştır.

ABSTRACT

The largest coal mine in Canada was the scene of an experimental hydraulic mine, introduced in the early 1970's to exploit economically the thick (12-20 meters) steeply (10-55 degrees) pitching coal seams in difficult geological conditions of the Rock Mountains in North America. Over the past decade many modifications and improvements have been made to the hydraulic mining system and the paper describes these improvements together with CANMET/WESTAR joint R&D on strata control in accordance with a good code of practice. Possible application of the hydro mining with some modifications is briefly examined for Turkish conditions.

(*) Director Resources Technology, Westar Eng. Ltd., Vancouver - CANADA

(**) Dr. Research Scientist, Tocal Research Laboratories CANMET, Department of Energy, Mines and Resources, Calgary - CANADA.

1. GİRİŞ

Kömürün hidrolik olarak üretimi iki işlemi kapsar, kömürün damardan hidrolik olarak kesilmesi ve sonuçta ortaya çıkan karışımın (su + kömür) ocak dışına hidrolik olarak taşınması.

Bu bildiride, Kanada, British Columbia, Sparwood'daki Wester ocaklarında kömürün hidrolik yöntemlerle üretilmesi sunulmaktadır. Bu kongrenin asıl konusuna sadık kalınarak özellikle emniyet ile ilgili hususlar vurgulanmıştır. Bundan başka Türkiye koşullarına uygulanabilir bu sistemin bazı değişik uygulamaları da özetlenmiştir.

2. WESTAR SİSTEMİ

Koklaşabilir kömür yatağının başlıca özellikleri:

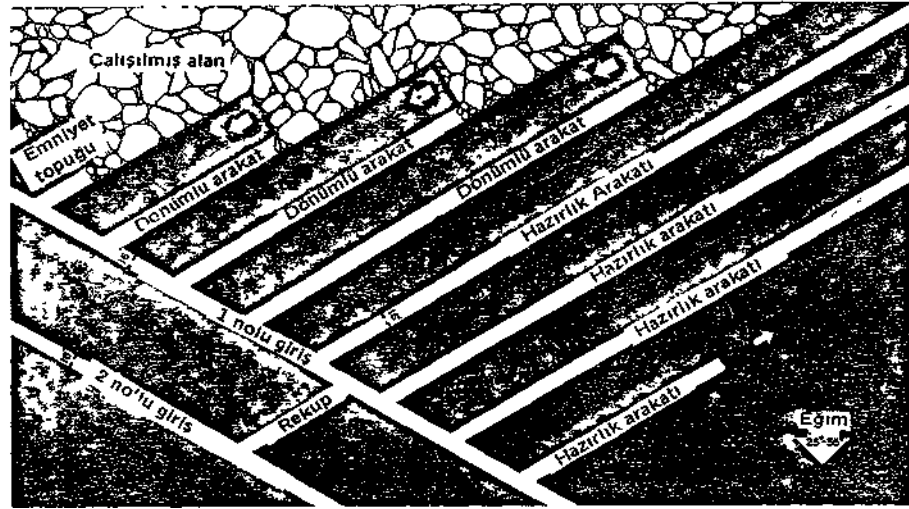
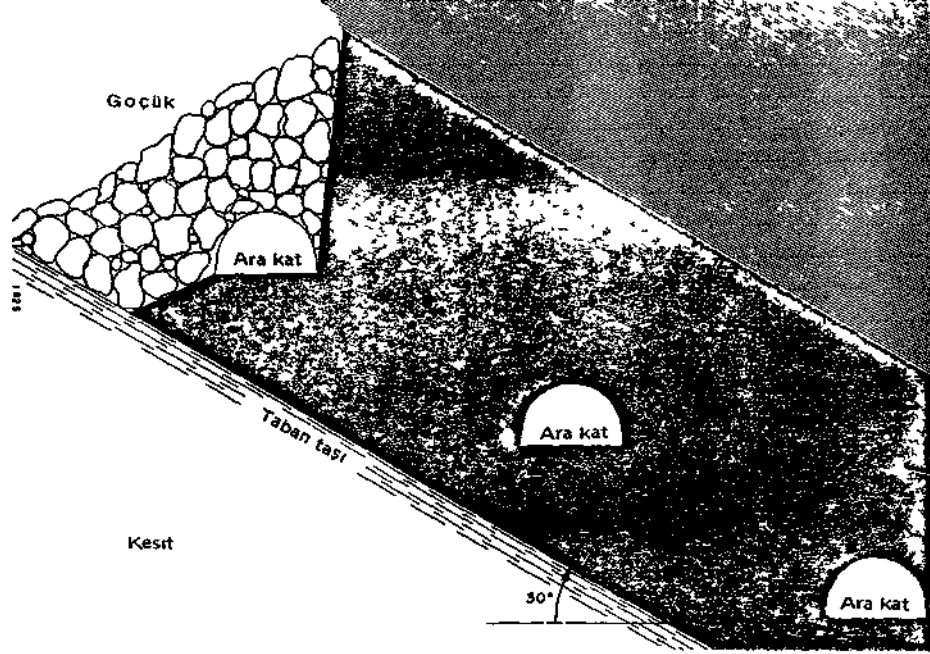
- Damar kalınlığı; 12-20 metre
- Damar eğimi; 10-55 derece
- Kömürün kesilebilirliği; Oldukça sert, fakat iyi tabakalanmış.
Damarada 60 cm kadar kalınlığı olan bir adet şist bantı (kesme) vardır.
- Tavan; Genellikle sağlam, fakat faylara yakın olan yerlerde çok çürük kumtaşı, gre ve çamurtaşı.
- Taban; Tabanda birçok kömür ve kumtaşı bantları oluşmuştur ancak bu durumun bu sistem için bir önemi yoktur.
- jeolojik yerleşim; Bazı önemli ve küçük faylar vardır. 100 m'den daha kısa mesafelerde bile tabakalaşma farklılıklar göstermektedir.
- Metan; Normal olarak oldukça azdır, fakat daha derinlerde ton başına 20 metreküp'e kadar metan açığa çıkmaktadır.
- Kendiliğinden yanma; Damarlar bu sorunla karşı karşıyadır ve arkada kömür bırakılmaması için büyük özen göstermek gereklidir.

2.1. Madencilik Sistemi

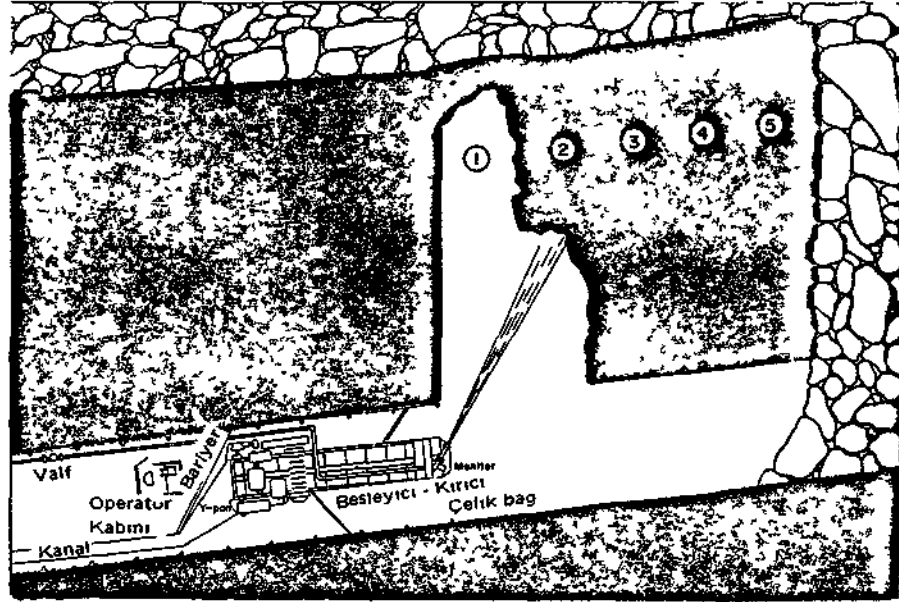
Kullanılmakta olan madencilik yöntemi, oda-topuk kömür madenciliği ile metal madenciliğinde kullanılan arakatlı göçertme metodunun bir kombinasyonudur. Kömür bloğunun içinde, minimum 4 derece ile yükselen iki ana giriş yolu sürülür. Bu ana giriş tabanlarından, 20-25 metre aralıklarla, pano sınırına doğru yükselen ara katlar sürülür. En yüksekteki ara katın iç ucundan başlayarak bir kırıcı-besleyici ünitenin üzerine monte edilmiş monitör ile başyukarı yönünde kazılır. Arakatlar arasında oluşan kömür toplukları geri dönüşte alınır.

Şekil 1'de tipik bir damar kesiti ve alan planı gösterilmiştir. Çoğunlukla 3 adet monitör tesis edilir ve bunlardan biri kesme işleminde, diğeri dönüşte kullanılır, üçün-

cüsü ise yedektir. Şekil 2'de kömür arınındaki yerleşim ve kırıcı-besleyici'den alınan kesit gösterilmiştir. Kömür topuğunun alınması - kesilmesi - normal olarak dış uçtan başlar ve bütün kömür alınincaya ya da tavan oturuncaya kadar göçük tarafına doğru devam eder. Bu sırada teçhizatın geri hareketi başlar: Westar koşullarında yaygın geri hareket mesafesi 12 metredir fakat bu mesafe kötü zemin koşulları nedeniyle sık sık yarıya düşer.

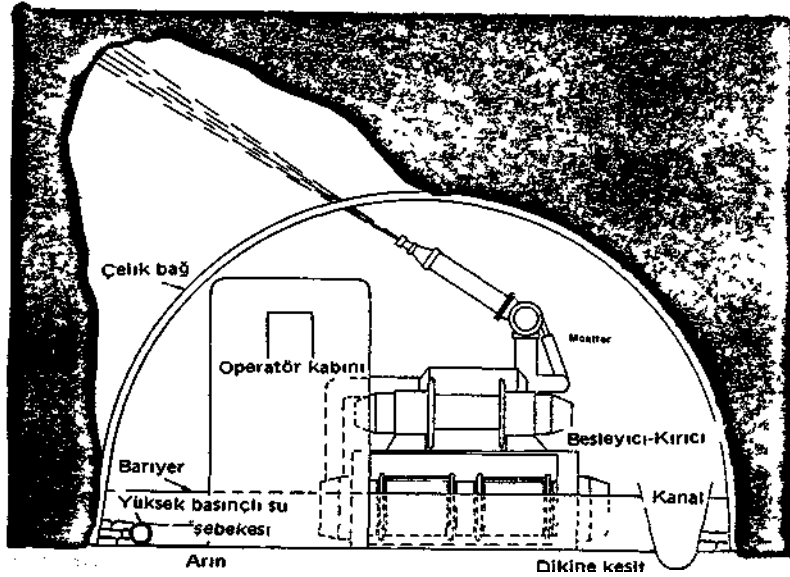


Şekil 1. Hidrolik ocak pano planı.



Arın

Plan Görünüşü



Arın

Dikine kesit

Şekil 2. Hidrolik ocak arakat arını.

Arındaki teçhizatın başlıca ünitesi, kısmen su içinde çalışan özel olarak dizayn edilmiş kırıcı -besleyicidir. Monitör bu ünitenin üzerine her yanda bir ayak oimak üzere oturtulmuştur. Eöylece monitör daha sağlam yerleşir ve geri hareket kolaylaştırılır. Kırıcı-besleyici büyük kaya ve kömür parçalarını yaklaşık 200 mm ye kadar ufai-

tır ve böylece kanaldaki tıkanmalar önlenir; ayrıca kanal içersine su ve kömür karışımını düzenli bir şekilde gönderir. Monitör operatörü kazı sahasından yaklaşık 12 m kadar uzakta kinci-besleyicinin dış taraftaki ucunda bulunan bir kabinde bulunur. Kabinde bulunan hidrolik kontroller ile monitör hareket ettirilir ve kırıcı-besleyici çalıştırılıp durdurulur.

2.2. Hazırlık Tabanlarının Sürülmesi

Girişlerin ve ara katların sürülmesi ripper tipi eski tipte sürekli kazı makinaları ile yapılır. Orijinal metotta kazı makinasından ara katın altında bulunan kanala kömür taşınmasında mekik arabalar kullanılır. Kazı makinasından kömürün alınarak taban yolunun yan tarafında bulunan kanala doğrudan aktarılması artık özel bir tumba vasıtasıyla sağlanmaktadır. Bu tumbanın giriş tarafından yüksek basınç altında olmayan su ilave edilir. Galeri açma makinaları ise artık yeni tipte gerçek sürekli kazı makinalarıdır.

Yollar, iç boyutları 5 m. genişliğinde 3 m yüksekliğinde olan ve 1.5 metre aralıklarla yerleştirilen esnek çelik bağlar ile tahkim edilmektedir. Çelik bağların arkasına 50 mm kalınlığında ağaç kamalar yerleştirilir. Bu metod hızlı değildir ve madencilik masraflarının büyük kısmını oluşturur. Bu nedenle kazı, tahkimat, havalandırma ve tahkimatın sökülmesi gibi işlerin tamamı sürekli olarak gözden geçirilmektedir.

3. OCAĞIN GENEL DURUMU

Kömür bölgesinde, içinde 1,5 metrenin üzerinde kalınlığı olan 14 kömür damarı bulunan 600 metre kalınlığında kömürlü bir saha bulunmaktadır. En altta bulunan damar en kalın damardır (12-20 metre). Bölgede, şimdiki durumda, senklinalın yan tarafındaki bu en ait damar çalışılmaktadır, önceki çalışmaların girişleri vadî üzerindeki mostradan yapılmıştır. Kömür, ağırlığıyla vadideki su alma istasyonuna akabilmekteydi. İkinci giriş ise bir galeri ile yapılmıştı ve yine gravite akışı kullanılmıştı. Şimdiki üretim, damarı daha alt seviyede kesecek şekilde sürülen iki galerinin tabanındaki kanala aktarılmaktadır. Galerinin damar içindeki en uzak noktaya kadar sürülmesi ve geriye dönmesi kararlaştırılmıştı, fakat bu birçok durumda gerekli değildir. Üretim en yüksekteki noktadan aşağıya doğru olmaktadır ve ana girişler damarı kesesiye sürülür ancak eğimleri 5 derece yukarıyadır.

3.1. Su Şebekesi

Su, bütün planlama ve uygulamalarda çok önemli bir yer tutmaktadır. Sparwood' da su basıncı iki seviyede tutulmaktadır.

Monitör için yüksek basınç - Tulumbada, 6-9 m³/dakika debi ile 2000 - 2700 kilopaskal(150-200bar).

Hazırlıklar ve düzeltmeler için orta/düşük basınç - Ocağın en uzak ve en yüksek yerlerinde 12-15 m³ /dakika debi ile orta seviyede basınç.

Ana tulumbalar 3600 devir/dakikalık santrifüj tulumbalardır. Yüksek basınçlı su monitöre özel esnek bağlantıları olan 200 ve 250 mm'lik dayanıklı borularla gönderilir. Çeşitli yerlere daha alçak basınçta su göndermek için standart boru ve bağlantılar kullanılır.

Şekil 3 ve 4 su şebekesini ve akış şemasını göstermektedir.

Kömürün suyunun alınması, »1969'da tesis edilen orijinal tesiste yapılmaktadır ancak kapasite artırılmıştır. Sistemdeki su hemen hemen dengelenmiştir. Yılın büyük bir kısmında ocağa verilen su, kömürle birlikte giden (% 10-12 nemli) suyu dengelemektedir.

Son yıllarda açılan ocaklarda (Pano 6) kömürün suyunun "kısmen yeraltında alınması kararı aşağıdaki nedenlerle alınmıştır.

- Kömürün tamamının (100 mm altı) santrifüj tulumbalar vasıtasıyla pompalanması hazırlama istasyonlarında aşırı yüklenmeye neden olmaktadır.
- Ana girişlerin ilk 300 metresinin sürülmesinde ve su havuzlarının açılmasında kazılan kömürün alınması için bant konveyörler zaten kullanılmaktadır.
- Pompalama kotu, seri haldeki geleneksel karışım tulumbaları ile yenilebilir.

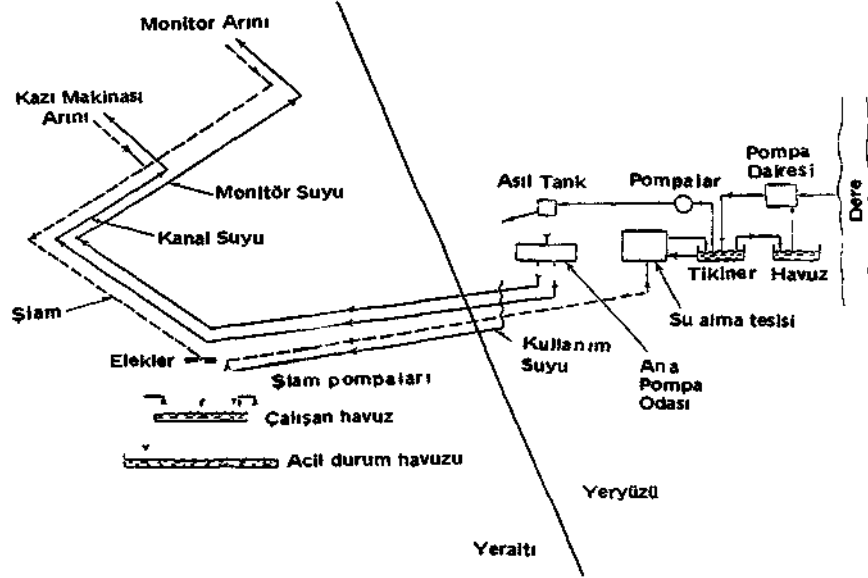
Tulumba istasyonundaki elekler orijinalinde 9.5 mm olarak seçilmiştir ancak yeni durumda yapılan değişikliklerle bu yarıya indirilmiştir.

3.2. Havalandırma

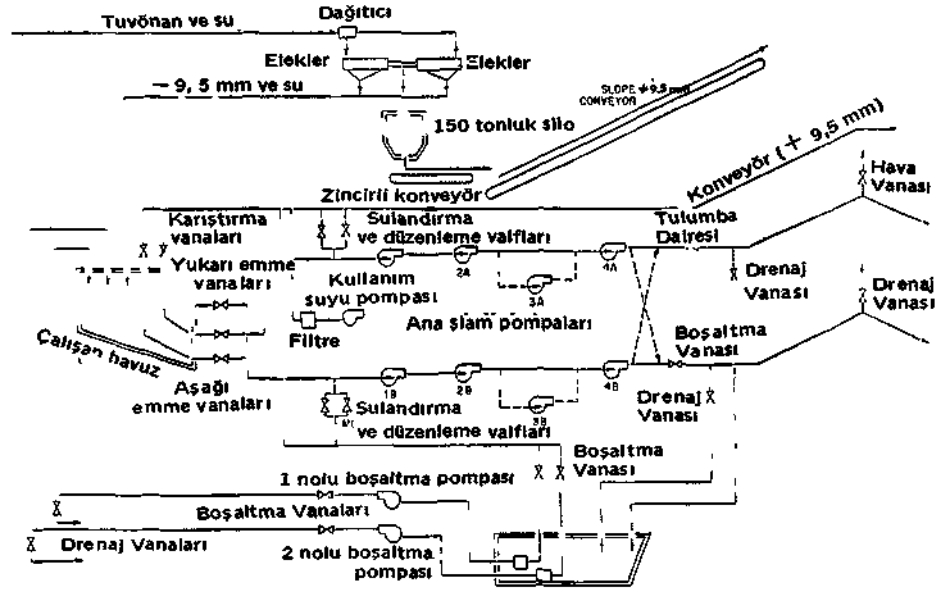
Wester ocağında gaz önemli ölçüde yoktur ve havalandırma normal düzeyde yapılmaktadır. 300 kW'lık bir pervane ocağa saniyede 100 metre küp hava basmaktadır. Hava ocağa iki ana giriş tabanından girmekte ve küçük bir nefeslikten dönmektedir.

Çalışma sahasında hazırlıklar seri olarak yapılmaktadır. Topukların alındığı sahada, havalandırma; göçükten mostraya doğru, göçükten, tavan taşıma kesesiye sürülmüş nefesliğe doğru veya yardımcı pervanelerle yapılır.

Araçlarda 4 ve 6 silindirli dizel motorlar kullanıldığından, deniz seviyesinden 1800 metre yüksekte çalışan bu dizel motorların hava gereksinimi yardımcı pervanelerin kapasitesini belirleyen başlıca etken olmaktadır.



Şekil 3. Su şebekesi şeması



Şekil 4. Akış diyagramı şeması.

3.3. Üretim

Devam eden üretim haftada 20000 - 25000 ton tükönan kömürdür. Haftada 5 gün ve günde 3 vardiya çalışılarak 1 adet monitör çalıştırılmaktadır. (3 veya 4 monitör tesis edilmiştir). Rekor üretimler aşağıda gösterilmiştir:

En iyi vardiya	4045 ton tükönan
En iyi gün	11000 ton tükönan

Bu değerlere ulaşmak için monitör arınında iki işçiye ve geri çekmek için de 4 işçiye gerek vardır.

Bütün ocakta randıman 12-14 ton temiz kömürdür (vardiyada işçi başına) veya 18-20 ton tükönan kömürdür.

3.4. Emniyet

Sistem oldukça basittir ve bu nedenle tehlikeli koşulların oluşması ve personelin kazaya uğraması ihtimali azalmaktadır. Yöntem çok ileridir ve madencilerce kısa sürede öğrenilebilir.

Ayrıca aşağıdaki hususlar da belirtilebilir.

- Kazının yapıldığı alanda çalışan yoktur. Çalışanlar 8-12 metre geridedir.
- Toz sorunu ortadan kalkmıştır.
- Arında elektrikle çalışan tek teçhizat kırıcı • besleyicidir ve bütün üretim işlemi sırasında hareket etmez, sadece geri hareket sırasında 12 m hareket eder. Ayrıca bu kırıcı-besleyici hidrolik motor ile de tahrik edilebilir.
- Sistemde bakımı yapılacak karmaşık bir makina yoktur.
- Etkili çalışma yöntemi çalışanların moralini yükseltir ve hepsinin verimli çalışmasını sağlar.
- Topukların alınmasından birkaç ay önce ara-katların sürülmüş olması, gerekli görüldüğü takdirde metan drenajı yapılırsa büyük kolaylıklar sağlar.

3.5. Tabaka Kontrolü

Bundan önceki çalışmalarda bu dik ve kalın damarda çok düşük verim ile toplam rezervin % 10-12'si alınabilmekteydi. Bu nedenle de tabaka kontrolü açısından önemli hareketler yoktu.

Hidrolik madencilik sistemi ile tabaka hareketlerinin ve gerilimlerinin ocaktaki aktif bölgede ve yeryüzünde gözlemlenmesi ve ölçülmesi gündeme gelmiştir. Böylece elde edilen verilerin daha derin (600 m) çalışmaların planlanmasında yardımcı olacağı düşünülmüştür.

Normal koşullardaki bulgular aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- o Aktif çalışma alanlarında önemsiz deformasyonlar oluşmuştur.
- o Damarın kalın olması ve ön arın basınç eğrisinin daha da öne kaymasında ve kömür ile tavan taşının önceden kırılmasında etkili olmaktadır, (Şekil 5).
- o Mostraya yakın derin olmayan kısımlarda yeryüzünde geniş çatlaklar görülmektedir.
- o 6 ncı Pano çalışmalarının üstünde, karla kaplı dik yamaçlarda oynama-göçme ölçümleri için 3 sistem geliştirilmiştir,
 - o Bilgisayar kullanılan telemetri
 - o Hava fotoğrafları
 - o Lazeri i teodolitler
- o Arındaki kazıdan dolayı oluşan ön arın basıncı kazı hızının artmasını sağlamıştır. Panoya başlandığında bu basıncın yokluğu* kazı hızını oldukça azaltmıştır.

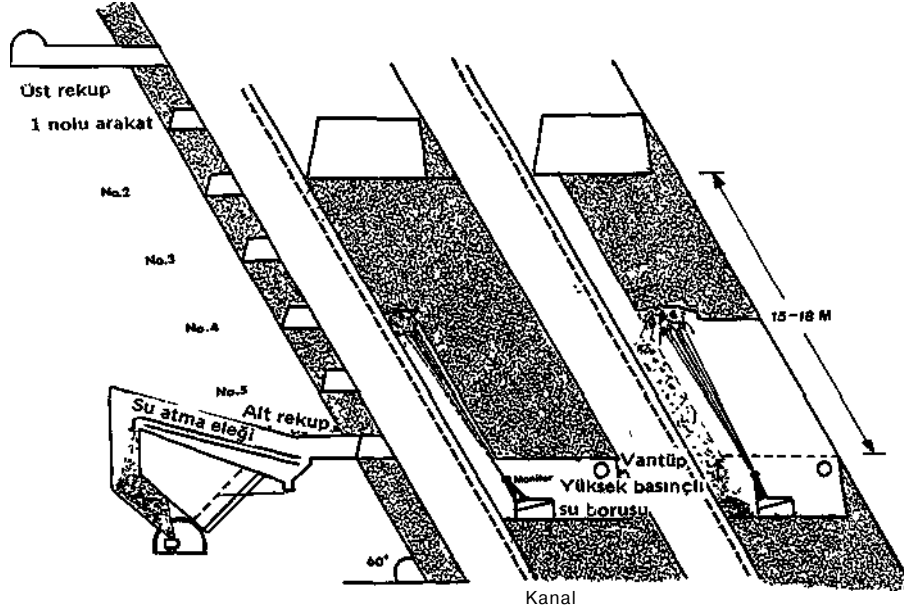
4. YÖNTEMDEKİ DEĞİŞİMLER

Westar ocaklarında uygulanan bu metod mevcut durumda en üretken hidrolik madenciliktir. Ancak çoğunluğu daha zor koşullarda yapılan ve farklı uygulanan birçok hidrolik madencilik vardır. Bununla birlikte Westar Mühendislik'ce planlanmış ve Westar ocaklarının iki katı daha üretken ocaklar Kuzey Amerika'da mevcuttur.

4.1. Japonya'da Mitsui Madencilik Şirketi Sunagawa Ocağı

Bu ocakta 1.8 m den 4.5 metreye kadar kalınlığı 60 dereceden 70 dereceye kadar yatımı olan beş damar vardır. Bu beş damar 280 metre kalınlığındaki tabakaların içinde bulunmaktadır. Mevcut çalışmalar 800-1000 metre derinlikte yapılmaktadır. Damarlarda degaj tehlikesi vardır ve metan drenajı gereklidir.

Bu zorluklar nedeniyle, lokomotif nakliyatı yapılan anayollar ile başyukarılar taban taşında sürülmüştür. Kömürü kesmek için bu başyukarılardan bütün damarları kesecek bir rekup sürülmüştür. Rekubun damarları kestiği noktalardan damarın içinde her iki yöne doğru yaklaşık 150 m uzunluğunda 7 derece ile yükselen arakat tabanları sürülmüştür. Küçük tabanlar herhangi bir degaj potansiyelini serbestleştirmek için lağım atılarak sürülmekte ve lağımlanan kömür alçak basınçlı su ile kanal içinde doğrudan akıtılmaktadır.

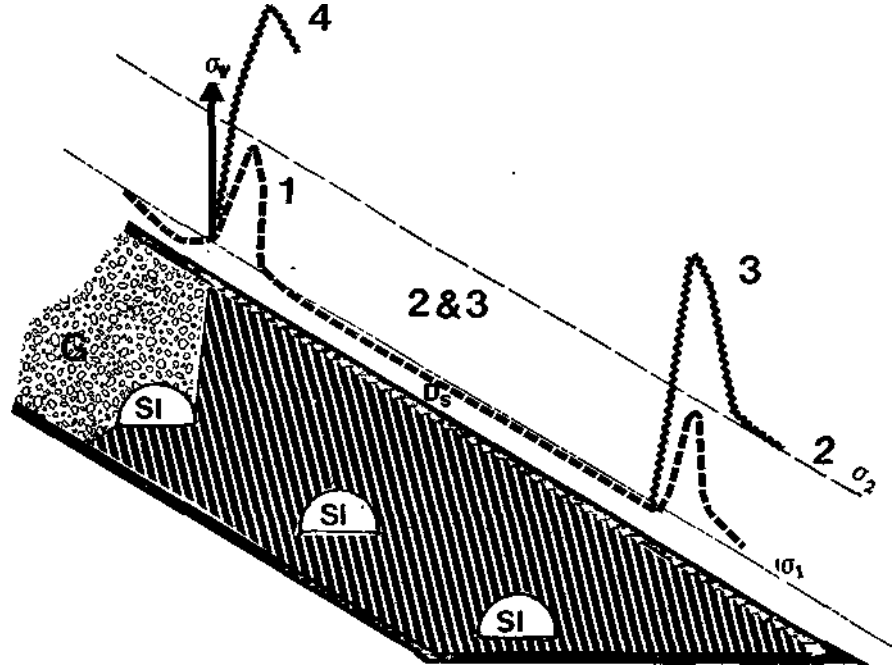


Şekil 5. Kalın ve dik damar madenciliğinde arın basıncının mümkün oluşumu

1. Gevrek tavan: (J) (Arın basıncı arazi basıncının 5 katı değere ulaşabilir)
 2. Yeni Hidrolik ocakta arazi gerilmesi $\sigma_2 = \gamma z_2$,
Eski hidrolik ocakta arazi gerilmesi $\sigma_1 = \gamma z_1$
 - 2 & 3 Arın ön basıncı, gevrek kalın kömürün etkisiyle sağlam kömürün üzerine kayabilir.
 - 1) Bozulmamış zonda minimum yük ve topuk deformasyonu
 - 2) Kolay kazı için kömür ve tavanın kontrollü ön çatlatılması
 3. Daha derinde çalışma ve sert kömür nedeniyle ön arın basıncının artması/O⁺
 4. Sert kömürün daha az şok önleyici etkisiyle ana gerilmeler sert kum taşında oluşabilir, **Oa**.
 - 1) Ani makaslama kırılmaları ve/veya kömür patlamaları
 - 2) Zor göçertme
- Si : Ara kat
G : Eski üretim alanı, göçük
D_s : Gerilme olmayan bölge

Her arakat tabanına bir adet hava borusu şebekesi yerleştirilmesine özel ilgi gösterilmektedir. Her tabanın arınında ister hazırlık tabanı olsun ister monitör ile üretim yapılan taban olsun, çalışan kişilerin sayısı kadar boru vanası ve oksijen maskesi vardır.

Şekil 6, işlemlerin normal durumunu göstermektedir. Herbir kömür bloğu yaklaşık 300 000 ton alınabilir kömür kapsamaktadır ve herbiri ayrı bir su alma ve yükleme istasyonuna sahiptir. Çok ince kömür ve su ocağı dışına geniş tikener ve filitrelerle pompalanmaktadır.



Şekil 6. Kazı ve su atma

4.2. Az Eğimli Taşkömürü Damarları

4 metreye kadar kalınlığı ve 5 ila 20 derece eğimi olan taşkömür damarlarında mekanik kesme yöntemleri ve hidrolik nakliyat kullanılabilir. En büyük avantaj, oldukça emniyetli ve gerçekten de sürekli bir nakliyatın sağlanmasıdır.

Bu sistem birçok tip kesme maki naşı adapte edilebilir fakat Amerikalılar bu alanda genellikle daha iyi durumdadırlar. Bu nedenle tanbur tipli Joy kazı makinası seçilmiştir. Makina aynı zamanda tavan saplamalarını yerleştirebilmektedir. Giriş tabanı 2.1 metre kadar dar olabilir ve böylece tavan tahkimatı kolaylaşır. İlerlemenin muhafaza edilmesi için sadece hafif boru, vantüp ve kablo kullanılır. Kesilen kömür ve su taban-taşı üzerinden karışım olarak akar.

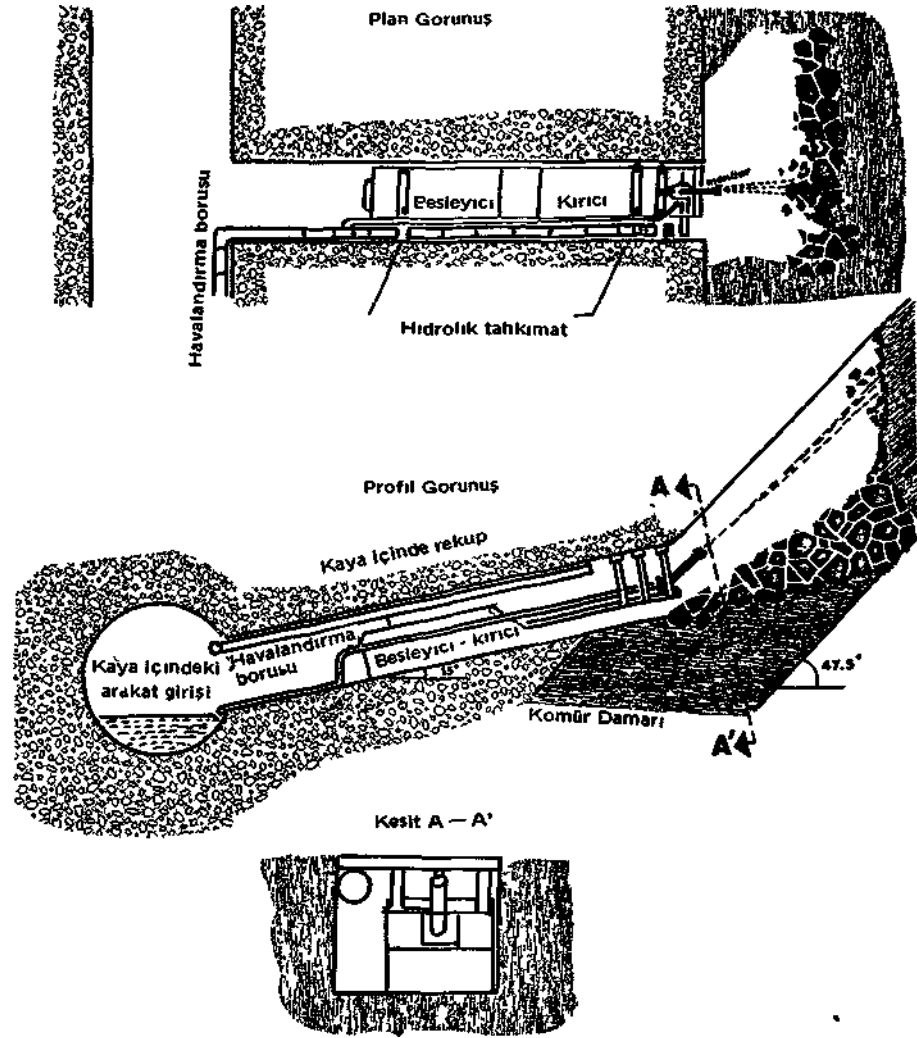
Ocağın dizaynı normal oda-topuk metodu ancak sadece eğimler yeterli derecede yükseltilir.

4.3. Dik Damarlar

Damarların kırk dereceden daha dik ve kömürün gevrek olduğu yataklarda bütün hazırlıkların taş içinde yapılması önerilir. Eğer boyutlar uygun ise tünel açma makinaları da kullanılabilir.

Genel durum Şekil 7'de gösterilmiştir. Kömürün kazısında önce kenarların alınması özen gösterilmelidir. Böylece eski göçüklerle veya göçükle karşılaşıldığında, göçük açılmış alanın dibinde durur ve monitöre zarar vermez. En son kesilecek olan kömür monitörün dik olarak üstünde bulunan kısımdır.

Bu yöntem kendiliğinden yanma problemi olan damarlara da uygulanabilir. Bütün yollar taş içinde açılmış olduğundan yolların kenarları boyunca kızışma ihtimali yoktur. Kömür alınan kısımlarda üretim yapıldığında vekuplar barajlarla tamamen kapatılabilir.



Şekil 7. Westar ocağında dik damarlara giriş.

4.4. Su Alımının Tamamen Yeraltında Yapılması

Uzun boru hatlarının bulunduğu, özellikle derinlerde çalışmanın yapıldığı durumlarda su alımının tamamen yeraltında yapılması ekonomik olabilir. Normal olarak 4 adet boru gereklidir. 1 yüksek basınçlı su borusu - monitör için, 1 orta basınçta su borusu- hazırlıklar için, iki karışım hattı- su/karışım'ı ocak dışına yollamak için. Bütün bu masrafların pahalılığı göz önünde bulundurulmalıdır.

Eğer en alt damarın altında sağlam bir kayaç varsa gerekli olan elekler, siklonlar, tükenerler, su tankları, tulumbalar, havuzlar ve benzeri teçhizat için yeterli büyüklükte yer açılır. En geniş kısım 9-10 metrede tutulabilir.

5. SONUÇ

Uygun koşullarda, başarılı ve emniyetli bir hidrolik madenciliğin uygulanması için yeterli tecrübeler edinilmiştir. Emniyetle ilgili hususlar özellikle grizu patlamaları ve göçük tehlikesi olan ocaklar için elverişlidir.

Hidrolik madencilik uygulandığı taktirde kaza oranlarında düşmelerin olacağına inanılmaktadır.

