

BATI KARADENİZ TAŞKÖMÜRÜ HAVZASINDA HİDROLİK KÖMÜR MADENCİLİĞİNİN UYGULANABİLİRLİĞİ

Nuri AH AKÇIN (*)

ÖZET

Bu çalışmanın birinci bölümünde Hidrolik Kömür Madenciliği tanıtılmış ve hidrolik üretim yöntemlerinin avantaj ve dezavantajları verilmiştir, ikinci bölümünde, Batı Karadeniz Taşkömürü Havzasında halen üretim yapılmakta olan kömür damarları çeşitli özellikleri açısından incelenmiş ve hidrolik madencilğe en uygun damarlar seçilmiştir. Son olarak, bölgede en uygun damar olarak seçilen Büyükdamar'da uygulanması önerilen hidrolik üretim yöntemleri tartışılmıştır.

ABSTRACT

In the first part of this study, hydraulic coal mining is introduced and, the advantages and disadvantages of the hydraulic mining methods are presented. In the second part, the coal seams which are being mined currently at Western Black Sea Hardcoal Region are reviewed in terms of various properties and the most suitable seams for hydraulic mining are selected. Finally, the hydraulic mining methods suggested for application at Büyükdamar, the most suitable coal seam in the region, are discussed.

(*) Araş. Cur., Maden Yuk. Müh., HU Zonguldak Müh. Fak. Maden Mühendisliği Bulumu, ZONGULDAK.

1. GİRİŞ

Bilindiği gibi madencilikte en önemli sorunlardan biri kazı işlemidir. Bu sorunun çözümü için yeni araç ve yöntemler geliştirilmektedir. Bunlardan birisi de kazıcı ünite olarak yüksek basınçlı su jetlerinin kullanıldığı "hidrolik kazı" yöntemidir. Hidrolik kazı yöntemlerinin kullanılmasıyla geliştirilen hidrolik üretim yöntemleri mevcuttur ve bunlar kömür işletmeciliği alanında başarıyla uygulanmaktadır. Özellikle bilinen işletme yöntemleriyle başarılı bir şekilde işletilemeyen çok ince ve çok kalın dik damarlarda hidrolik üretim yöntemleriyle ekonomik ve güvenli işletmecilik yapılabilmektedir.

Bu çalışmada; Batı Karadeniz Taşkömürü Havzasında halen üretim yapılmakta olan damarlardan hangilerinden hidrolik üretim yapılabileceği araştırılmış ve uygulama koşulları ortaya konulmuştur. Bu amaçla; öncelikle hidrolik kömür madenciliği hakkında genel bilgiler verilmiştir. Daha sonra, havzadaki damarlar gözden geçirilerek Büyükükda marda hidrolik madenciliğin uygulanabileceği sonucuna varılmıştır.

2. HİDROLİK KÖMÜR MADENCİLİĞİNE GENEL BİR BAKIŞ

"Hidrolik Madencilik" terim olarak cevherin, arıdan su gücüyle kazılmasından, su-cevher karışımının hidrolik olarak taşınmasına kadar olan tüm çalışmaları kapsamaktadır. Kazılan cevherin, suyla arıdan uzaklaşması hidrolik madenciliğin Ön koşullarından birisidir. Bu koşul, şimdilik kömür kazısında sağlanabildiği için hidrolik madencilik kömür işletmeciliği alanında yaygın olarak uygulanmaktadır. Nispeten yumuşak kömürlerde yalnız yüksek basınçlı su jetleriyle kazı yapıldığı halde, sert ve çok sert kömürlerin kazısında bilinen kazı araçlarıyla birlikte (saban ya da kesici yükleyici) yüksek basınçlı su jetleri de kullanılarak "hidromekanik" kazı yapılmaktadır.

Su gücünden yararlanılarak yapılan kazı çalışmalarının başlangıcı Roma İmparatorluğu zamanına kadar uzanmaktadır. Ekonomik boyuttaki ilk uygulamalar bu yüzyılın başında Prusya ve Rusya'da turba kömürlerin işletilmesinde görülmektedir. Bugün ise başta Rusya, Kanada, Japonya ve Çin Halk Cumhuriyeti olmak üzere birçok ülkede yaygın olarak hidrolik madencilik yapılmaktadır.

Hidrolik kömür madenciliği hızlı bir gelişme halindedir, özellikle çok ince ve çok kalın dik damarlarda ekonomik ve güvenli bir işletmecilik yapma olanağı vermesi gelişmesindeki en önemli etkidir.

Kömürün kazılma ve taşınma şekline göre tanımlanan dört tip hidrolik işletme sistemi mevcuttur. Birinci sistemde, kömürün kazısı bilinen yöntemlerle gerçekleştirilmekte, yalnız taşıma hidrolik olarak yapılmaktadır. İkinci sistemde, kazı hidromekanik olarak yapılmakta taşıma ise ya hidrolik ya da bilinen yöntem-

lerle yapılmaktadır. Üçüncü sistemde, hem kazı ve hem de taşıma hidrolik olarak yapılmaktadır. Dördüncü sistemde ise her türlü madencilik çalışması (kazı, taşıma, havalandırma v.s.) salt yüksek basınçlı su enerjisiyle yapılmaktadır. Üretim yapılırken kazılan kömür suyla arından uzaklaştırılmakta ve açık bir kanalla ya da bir boru şebekesiyle pano dibine kadar taşınmaktadır. Pano dibine kadar gelen kömür ya orada susuzlaştırılarak bilinen taşıma araçlarıyla taşınmakta ya da su-kömür karışımı hidrolik olarak kömür hazırlama tesislerine kadar taşınmaktadır. Eğer, ocak bir su üstü ocağı ise kazılan kömür su ile birlikte açık kanalla dışarıya kadar taşınmaktadır. Açık kanal akımı yapılan tüm yolların su-kömür karışımının kolayca akabileceği en az 7°'lik bir eğimde açılması gereklidir.

2.1. Hidrolik Kömür Madenciliği İçin Gerekli Ön Koşullar

Bir kömür damarında hidrolik madencilik yapılabilmesi için bazı ön koşulların bulunması gerekir. Bunları; Jeolojik etkenler, tavan ve taban taşının etkisi ve Kömürün dayanım özelliklerinin etkisi olmak üzere üç grupta toplayabiliriz (1,2,3,4).

2.1.1. Jeolojik Etkenler

2.1.1.1. Kömür Damarının Şekli

Bütün üretim yöntemlerinde olduğu gibi düzgün bir kalınlık ve genişlikte uzanan damarlar tercih nedenidir. Fakat, tektonik hareketlerle kıvrımlanan, hatta bir adese şeklini alan damarlarda da hidrolik üretim yöntemleri ile ekonomik ve güvenli bir işletmecilik yapılabilmektedir.

2.1.1.2. Kömür Damarının Doğrultusu

Damarın doğrultusu, hazırlık için sürülecek ana ve taban yollarının doğrultusunu da belirleyeceği için önemlidir. Panolar, hidrolik taşıma yapılacak şekilde planlanacağı için tüm yolların eğimlerinin damarın doğrultusuna göre en az 7°'lik bir di-yagonallik olacak şekilde düzenlenmesi gereklidir.

2.1.1.3. Kömür Damarının Eğimi

Damarın eğimi, kazılan kömürün arından suyla taşınmasında önemlidir. Damarlar eğimlerine göre dört grupta toplanmaktadır.

- Yatay kömür damarları: Eğimleri 0° - 6° arasında olan damarlardır. Kalınlık azsa hidrolik madencilik için uygun değildirler.
- Yatık kömür damarları: Eğimleri 7° - 17° arasında olan damarlardır. Hidrolik madencilik için uygundur.
- Eğimli kömür damarları: Eğimleri 18° - 45° arasında olan damarlardır. Hidrolik madencilik için oldukça uygundur.

t Dik kömür damarları: Eğimleri 46°'den büyük olan damarlardır. Hidrolik madencilik için çok uygundurlar.

2.1.1.4. Kömür Damarının Kalınlığı

Kalınlık, eğimle birlikte üretim yönteminin seçimini etkiler. Damarlar kalınlıklarına göre de dört grupta toplanmaktadır.

- Çok ince kömür damarları: Kalınlıkları 0,3 - 0,8 m arasında değişen damarlardır.
- İnce kömür damarları: Kalınlıkları 0,8 - 1,5 m arasında olan damarlardır.
- Orta kalınlıktaki kömür damarları: Kalınlıkları 1,5 - 3,5 m arasında olan damarlardır.
- Kalın kömür damarları: Kalınlıkları 3,5 - 15,0 m ve daha yukarı olan damarlardır. Eğer damarın eğimi 20°'nin üzerinde ise hidrolik üretim için en uygun damarlardır.

2.1.1.5. Kömür Damarının Yapısal Durumu

Kömür damarının kalınlık ve eğiminin sık sık değişmesi, faylanma ve diğer nedenlerle görülen düzensizlikler bilinen üretim yöntemlerinin başarısını önemli ölçüde azaltmaktadır. Fakat, bu tür düzensizlikler hidrolik üretim yöntemleri için çok önemli değildir, önemli bir tahkimat ve taşıma sorunu olmadığı için arızalara daha kolay uyum sağlanmaktadır.

2.1.2. Tavan ve Taban Taşının Etkisi

Litolojik açıdan sudan çok çabuk etkilenen ve zaman içinde kendi kendini tutma Özelliği az olan ki I taşı, çamurtaşı ve şey] gibi kayalar hidrolik madencilik için uygun değildir. Eğer tavan sudan etkilenen bir litolojiye sahipse tavanda ince bir dilim kömür bırakılabilir. Taban sudan etkilenecek bir yapıya sahipse hidrolik taşıma zorlaşacaktır. Bu durumda su-kömür karışımı borular içinde taşınabilir.

Tavanda yer alan formasyonlardaki büyük çatlakların tabakalaşma düzlemleri ile dar açı yapacak şekilde bulunmaları tavan akmasına neden olacağı için sakıncalıdır. Tavanın, kazı yapılırken ve kazı yapıldıktan sonra kazı araçlarının geri çekilmesine yetecek kadar bir süre kendini tutması hidrolik madencilik için gereklidir.

2.1.3. Kömürün Dayanım Özelliklerinin Etkisi

Kömürün dayanımı; kömürün petrografisine, kömürleşme derecesine ve zayıflık düzlemlerine bağlıdır. Dayanım özellikleri, su jeti ile kazı teknolojisinin seçimini ve kazı radnımanını etkiler.

Kömür dayanımlarına göre bir çok şekilde sınıflandırılmaktadır. Hidrolik kazı için aşağıdaki sınıflama yapılmıştır.

1- Çok sert kömürler: Kömürleşme derecesi yüksek olan antrasit grubu kömürler bu sınıftandır. Dayanımları 20-40 MN/m² civarındadır ve hidrolik kazı için uygun değildirler.

2- Sert kömürler: Yarı bitümlü kömür, koklaşabilir kömür ve klivajlı antrasit kömürler bu sınıftandır. Dayanımları 15-25 MN/m² civarındadır. Hidromekanik olarak veya çok yüksek basınçlı su jetleri ile kazılmaları mümkündür.

3- Yumuşak kömürler: Linyit, altere olmuş, kırıklı ve klivajlı kömürler bu sınıftandır. Dayanımları 3-10 MN/m² civarındadır. Düşük basınçlı (< 12 MPa) su jetleriyle kazılabilirler.

4- Çok yumuşak kömürler: Altere olmuş linyit, Jura ve Kratese yaşlı çok ezik kömürler bu sınıftandır. Dayanımları 0-3 MN/m² civarındadır. Bunlarda yeraltı işletmeciliği yapmak zordur.

Damardaki yapısal zayıflık düzlemleri ve çeşitli nedenlerle oluşan ezilme ve kırılan malar kömürün dayanımını azaltır. Kazının, tabakalaşma düzlemlerine paralel veya dik doğrultuda yapılması kazı randımanını etkiler. Paralel doğrultuda daha randımanlı kazı yapmak mümkündür. Klivaj düzlemlerinin varlığı kazı randımanının artmasını sağlar.

1

2.2. Hidrolik Kömür Üretimi Yöntemleri

Gerekli ön koşullara sahip damarlarda, hangi yöntemle hidrolik üretim yapılabileceği kalınlık ve eğime göre belirlenmektedir. Üretim yöntemleri bilinen yöntemlerin aynısıdır. Kalınlık ve eğime göre üretim yönteminin nasıl seçileceği Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1- Kömür Damarlarının Kalınlık ve Eğimlerine Göre Hidrolik Üretim Yönteminin Seçimi (4)

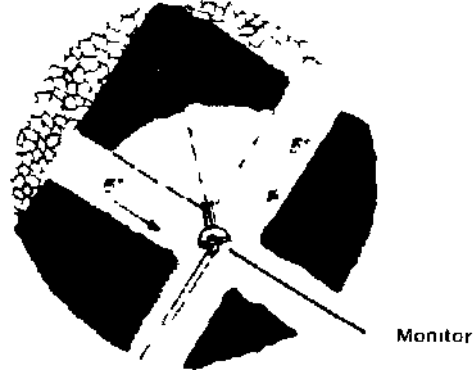
Kalınlık	Çok İnce	İnce	Orta Kalın	Kalın
Eğim				
Yatay	-	O-T	O-T	K-A
Yatık	-	O-T	K-A	K-A
Eğimli	D-G	D-G	A-K	A-K
Dik	D-G	D-G	A-K	A-K

O-T : Oda - Topuk
K-A : Kısa Ayak

D-G : Delme Genişletme
A-K : Arakath

2.2.1. Oda-Toprak Yöntemiyle Hidrolik Üretim

İnce ve orta kalınlıktaki az eğimli damarlarda oda-topuk yöntemiyle hidrolik üretim yapılmaktadır. Hidrolik veya hidromekanik kazı yöntemleriyle odalar açılmakta ve sonra topuklar kazanılmaktadır. Tüm yollar hidrolik taşıma yapılacak şekilde en az 7° 'lik eğimle açılmaktadır (Şekil 1). Bu yöntem ABD ve Rusya'da uygulanmaktadır (4).



Şekil 1. Oda - topuk yöntemiyle hidrolik üretim

2.2.2. Kısa Ayak Yöntemiyle Hidrolik Üretim

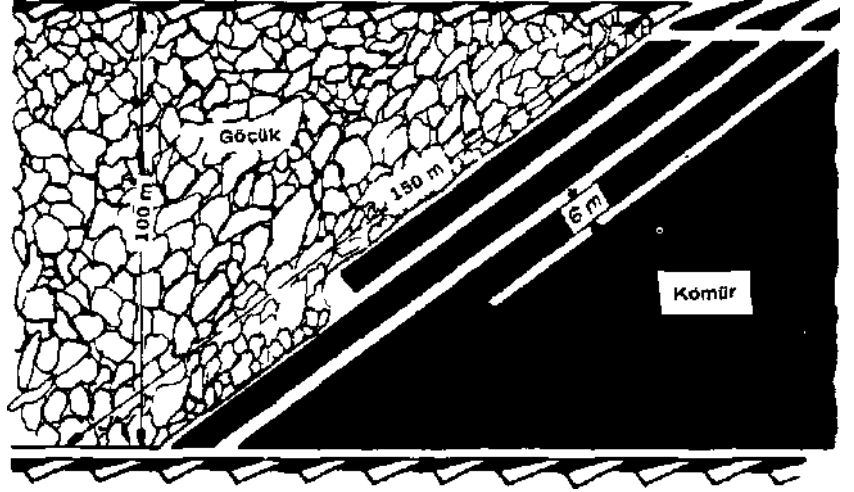
Orta kalın ve az eğimli damarlarda kısa ayak yöntemiyle hidrolik üretim yapılmaktadır. Alt ve üst taban yolları sürüldükten sonra, aralarındaki uzaklık 10-15 m olacak şekilde diyagonal kılavuzlar açılmaktadır. Daha sonra İki kılavuz arası aşağıdan - yukarıya doğru ilerleyen kısa bir ayak şeklinde alınmaktadır. Kazılan kömürler suyla birlikte alt taban yoluna oradan da dışarıya taşınmaktadır. Bu sistem özellikle Rusya'da yaygın olarak uygulanmaktadır (4) (Şekil 2).

Son yıllarda, benzer koşullardaki damarlarda uzunayak yöntemiyle hidrolik üretim yapılmaktadır. Kazı aracı olarak zincirli oluk üzerinde hareket eden ve çeşitli seviyelerde su jeti taşıyan bir hidrolik kesme makinası kullanılmaktadır. Makina, oluk üzerinde aşağı-yukarı hareket ederken su jetleriyle kazı yapılmaktadır. Kazılan kömürler İse zincir-palet takımı olmayan oluğa yüklenerek suyla taşınmaktadır. Bu yöntem ABD, Rusya ve B. Almanya tarafından geliştirilmektedir (5,6) (Şekil 3).

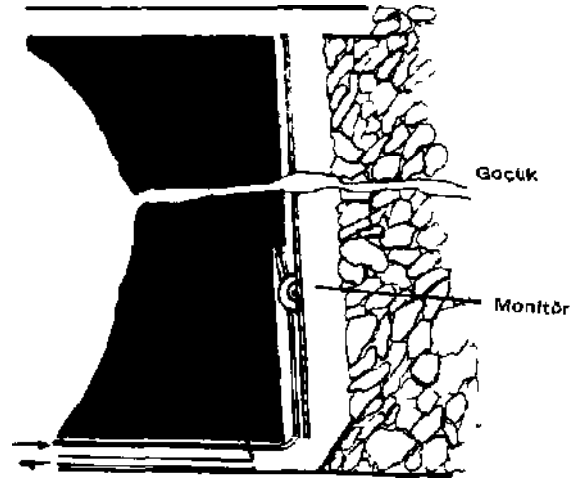
2.2.3. Arakatlı Göçertme Yöntemiyle Hidrolik Üretim

Oldukça eğimli ve kalın damarlarda bu yöntemle hidrolik üretim yapılmaktadır. Panolar belirlendikten sonra, panoyu ortalayacak şekilde yan yana İki başyukarı sürülmektedir. Daha sonra panonun hangi kanadında üretim yapılacaksa o kanattaki başyukarı İçinden en az 7° eğimle ve kullanılacak jetin etkileme uzaklığına göre

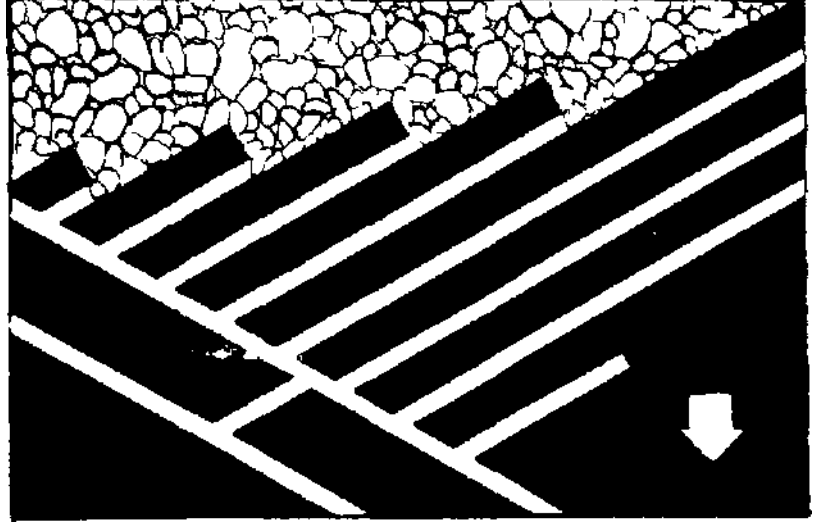
15-20 m aralıklarla kılavuzlar sürülerek arakatlar oluşturulmaktadır- Çalışmalar üç kılavuzda birden sürdürülmektedir. Birisinde kazı yapılırken, ikincisinde kazı araçları geriye çekilerek hazırlık yapılmakta ve üçüncüsü kazıya hazır tutulmaktadır. Kılavuzlara, uzaktan kumanda edilen birer monitör ve birer besleyici-kırıcı yerleştirilmektedir (4, 7, 8,9) (Şekil 4).



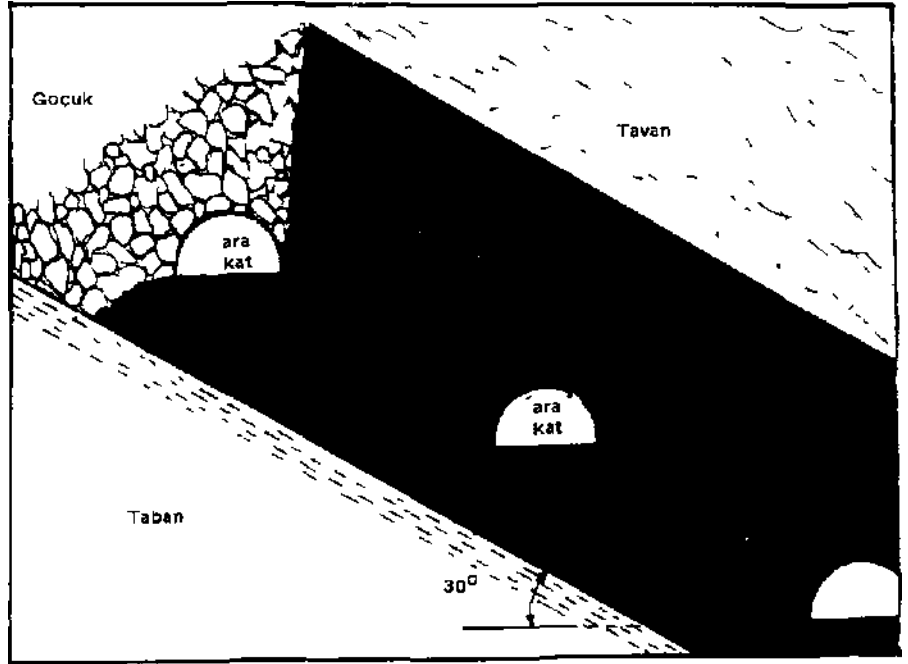
Şekil 2. Kısa ayak yöntemiyle hidrolik üretim.



Şekil 3. Uzunayak yöntemiyle hidrolik üretim

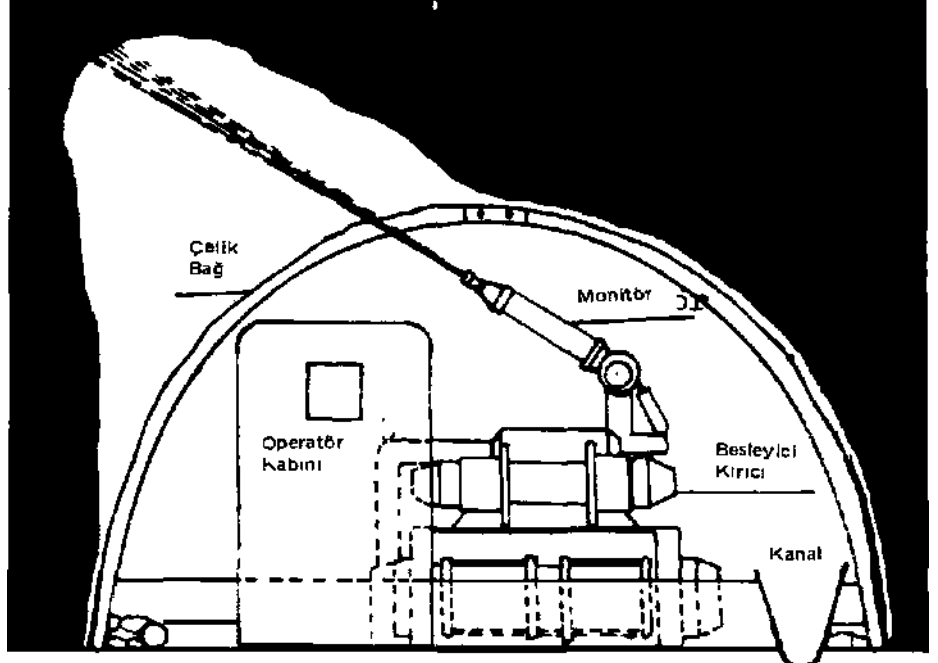


(a) Plan görünüş

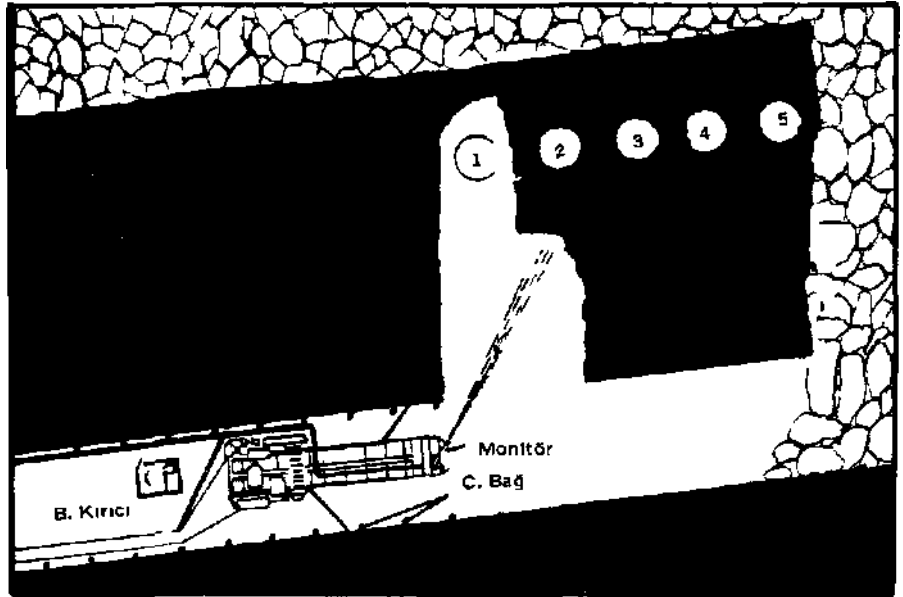


(b) Kesit görünüş

Şekil 4. Arakatlı goçertme yöntemiyle hidrolik üretim yapılan bir panonun görünüşü



(a)



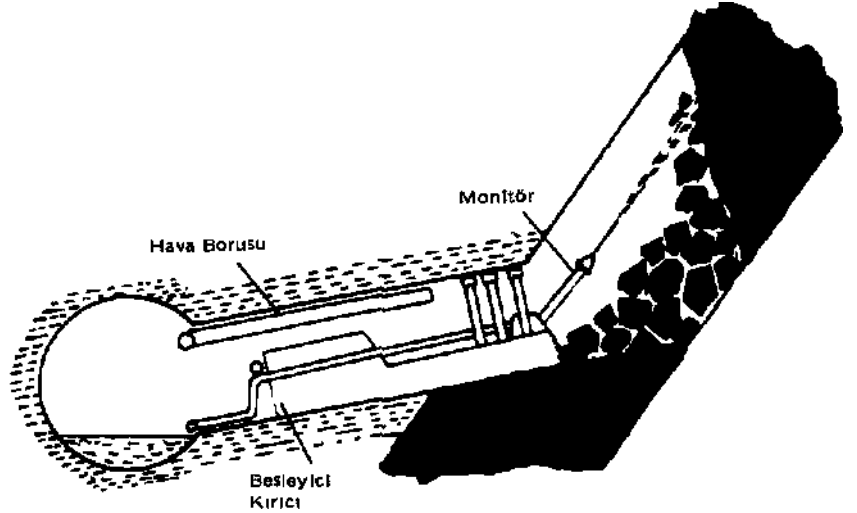
(b)

Şekil 5. Herhangi bir kılavuzdaki kazı araçları (a) ve kazı planı (b).

Kazıya, en üstteki kılavuzdan dönümlü olarak başlanmaktadır. Kazı yapılacak kısımdaki tahkimat sökülme ve monitör yukarıya doğru yönlendirilmektedir. Monitör, kendisine en yakın noktadan kazıya başlamakta ve açtığı oyuğu genişleterek kazıyı sürdürmektedir (Şekil 5). Kazı işlemine ya tavan göçünceye kadar ya da monitörün etki alanı içinde kalan tüm kömürler kazılınca kadar devam edilmektedir. Kazılan kömür, suyla birlikte kayarak besleyici - kırıcıya gelmekte ve orada kırıldıktan sonra hidrolik olarak taşınmaktadır. Kazı işlemi bitince koşullara göre tüm teçhizat 6 veya 12 m geriye çekilmektedir. Bir üstteki kılavuzda geri çekilme işlemi yapılırken bir alt kılavuzda kazıya başlanmaktadır. Yalnız, iki kılavuzdaki annlar arasında en az 30 m'lik bir uzaklığın bulunması gerekmektedir. Eu kılavuzda kazı bitip geri çekilme işlemine geçilirken bir alt kılavuzda kazıya geçilmektedir. Burada da kazı tamamlanınca tekrar en üstteki kılavuzda kazıya başlanmaktadır. Kılavuzlarda başyukarıya emniyetli bir topuk kalıncaya kadar kazı yapılmaktadır. Bu üç kılavuzda kazı yapılırken daha alt kottarda yeni hazırlık kılavuzları sürülmektedir. Bir kanat tamamen kazılınca diğer kanatta üretime geçilmektedir, bazen de her iki kanatta birden çalışılmaktadır. Bu yöntem Rusya, Kanada, Japonya ve Çin Halk Cumhuriyeti'nde başarıyla uygulanmaktadır. Eğer damarın eğimi 40° nin üstünde ve kömür oldukça kırılırsa hazırlık kılavuzlar» tavan taşı içinde sürülmektedir. Tüm hazırlıklar taş içinde yapıldığı için kendiliğinden yanmaya yatkın damarlarda da uygulanan bir yöntemdir (Şekil 6).

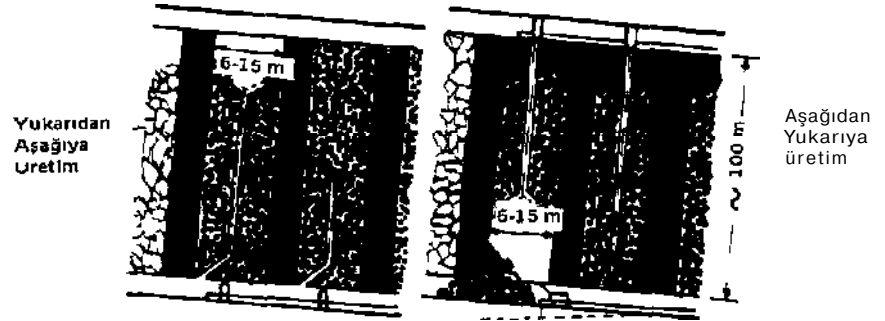
2.2.4. Delme Genişletme Yöntemiyle Hidrolik Üretim

Bu yöntem, ince ve dik damarlarda uygulanmaktadır. 100-150 m. aralıkla taban yolları sürüldükten sonra, damar aralarında 5-6 m.'lik topuklar kalacak şekilde 15-20 'şer m.'lik dilimler halinde alınmak üzere planlanmaktadır. Planlanan di-



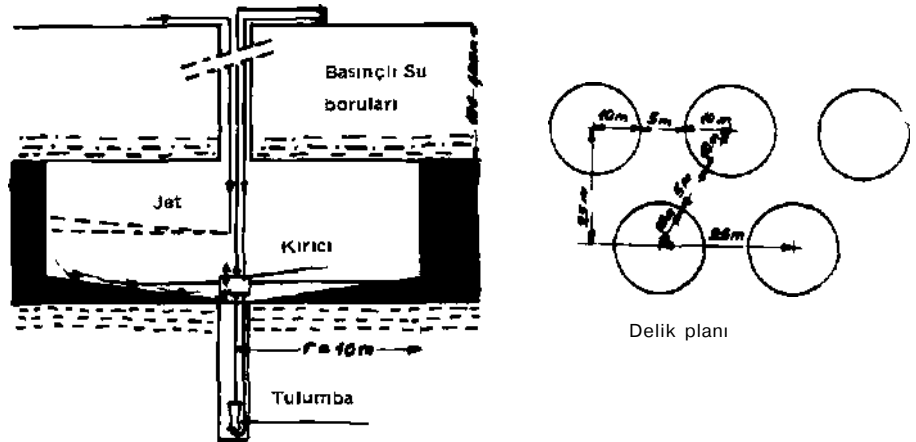
Şekil 6. Taş içinde hazırlık yapılan arakath göçertme yöntemiyle hidrolik üretim

limlerin ortasına yakın bir yerden açılan 30-40 cm. çapındaki bir sondaj deliği tie alt ve üst taban irtibatlandırılmaktadır (Şekü 7). Daha sonra, sondaj deliğinin içine her yönde yüksek basınçlı su jeti fişkirtan monitörler yerleştirilmektedir. Koşullara göre; monitörün yukarıdan - aşağıya veya aşağıdan - yukarıya doğru yavaş yavaş hareket ettirilmesiyle delikler genişletilerek kazı yapılmaktadır. Kazılan kömür alt taban yoluna dökülmekte ve oradan da hidrolik olarak taşınmaktadır. Bu yöntem B. Almanya, Rusya ve ABD'de uygulanmaktadır (4, 10, 11).



Şekil 7. Delme-Genişletme yöntemiyle hidrolik üretim.

Bu yöntem, yatay ince damarlarda kazı yapmak için geliştirilmektedir. Yüzeyden açılan geniş çaplı sondaj delikleri taban taşı içine kadar devam ettirilmekte ve deliğin dibine büyük kapasiteli bir şfam pompası ve taban taşı üzerine de bir kırıcı yerleştirilmektedir. Daha sonra, delikten aşağıya yüksek basınçlı bir su jeti gönderilerek damar içinde kalan delik boyu her yönde genişletilmeye çalışılmaktadır. Kazılan kömür taban taşı üzerindeki kırıcıda kırıldıktan sonra dipteki pompa yardımıyla hidrolik olarak dışarıya basılmaktadır. Su jetinin etki alanı içinde kalan kömürler kazıldıktan sonra, şeş-beş bir planlama ile damarın diğer kısımları kazılmaya çalışılmaktadır. Bu yöntem U.S. Bureau of Mines tarafından geliştirilmektedir (4) (Şekil 8).



Şekil 8. Yatay ince damarlarda yüzeyden açılan sondaj deliği yöntemiyle hidrolik üretim.

2.3. Hidrolik Madencilik Avantaj ve Dezavantajları

2.3.1. Avantajları

- Emniyet Bakımından
 - a) Kazı artımda hareketli ve elektrikli elemanlar bulunmadığı için grizu ve toz patlamalarının önüne geçilmiştir.
 - b) Kuru kömür tozu üretilmez,
 - c) Kazı arınında işçi çalışmadığı için kaza oranı düşüktür.
- Üretim Yöntemi Bakımından
Yöntem olarak bilinenlerin aynısıdır.
- Damar Koşulları Bakımından
Dik eğimli, dalgalı ve çok kalın damarlar için oldukça uygundur. Bu tür damarların %70-90'ı alınabilmektedir.
- Havalandırma Bakımından
Etkili bir havalandırma yapmak mümkündür.
- Malzeme ve Donanım Maliyeti Bakımından
Sistemin kuruluş maliyeti diğer yöntemlere göre daha ucuzdur. Taşıma, genelde hidrolik olarak yapıldığı için başka taşıma araçlarına gerek yoktur.
- İnsan Gücü ve Randıman Bakımından
Üretim, bakım ve onarım işlerinde çalışan işçilerin sayısı oldukça azdır. Bu yüzden randımanlar oldukça yüksektir (40-50 ton/yevmiye).
- Zararlı Su Bakımından
Ocaktaki su filtre edilerek kazı işinde kullanılabilmekte ve ayrı bir pompaja gerek kalmadan dışarı atılmaktadır.

2.3.2. Dezavantajları

- Ocak hidrolik taşımaya göre planlanacağı için tüm yolların en az 7°'lik eğimlerde sürülmesi gereklidir.
- Damarın eğimi 25°'nin üzerinde ise malzeme ve insan taşıma için monoray gibi taşıma araçlarına ihtiyaç vardır.
- Kazı ve taşıma için yeterli su sağlanmalıdır.
- Kömür, susuzlaştırıldıktan sonra bile fazla nem içerir.
- Kazılan kömür çok kükürtlü ise suyun etkisi ile asittik artar ve donanımlar zarar görür.

• Göçükte kalan kömürlerde oksidasyon hızlanır. Bunun için hızlı bir üretim yapılmalıdır.

3. BATI KARADENİZ TAŞKÖMÜRÜ HAVZASINDA HİDROLİK MADENCİLİĞE UYGUN DAMARLARIN SEÇİLMESİ

3.1. Havzada Çalışılan Damarlara Genel Bir Bakış

Havzada, kalınlıkları 2,5 - 3,0 m'ye kadar olan az eğimli damarlarda uzunayak, aynı kalınlıkta fakat eğimleri 40-45° civarında olanlarda ise diyagonal uzunayak yöntemi ile üretim yapılmaktadır. Çok kalın ve az eğimli damarlarda dilimli ayak, 1,5 - 2,5 m kalınlığa sahip 50-90° eğimli damarlarda basamaklı diyagonal ayak (dişli ayak) ve 2,5 m'den daha kalın dik damarlarda karatumba (kılıç ayak) yöntemleriyle üretim yapılmaktadır. Armutçuk Bölgesindeki çok kalın (yer yer 30 m) dik damarlarda dilimli göçertmeli veya dolgulu kısa ayak yöntemleriyle üretim yapılmaktadır, ince damarların bazılarında üretim çalışmaları yürütülmesine karşılık, çeşitli nedenlerle alınamıyan tahminen 200 milyon tonluk bir rezerv mevcuttur.

Uzunayak, diyagonal uzunayak ve dilimli ayak yöntemleri ile üretim yapılan panolarda randımanlar yüksektir ve güvenli bir işletmecilik yapılabilmektedir. Diğer yöntemlerde randımanlar düşük ve kayıplar yüksektir. Üstelik, daha az güvenli bir işletmecilik yapılabilmektedir, özellikle çok kalın ve dik damarlarda koşullar daha da ağırdır.

3.2. Hidrolik Madencilığe Uygun Damarlar

Batı Karadeniz Taşkömürü Havzasında işletilebilir durumda bulunan kömür damarları; kalınlık, eğim, jeolojik durum ve üretim yöntemi bakımından incelenmiş ve hidrolik üretim için en uygun damarın Armutçuk Bölgesindeki Büyükdamar olabileceği kanısına varılmıştır. Bu kaniya neden olan etkenler şöyle sıralanabilir.

1- Damar kalınlığı ve eğimi: Büyükdamar havzının en kalın ve en dik damarlarından birisidir. Bu nedenle işletilmesi oldukça zordur. Havzadaki diğer kalın damarların eğimleri azdır ve dilimli uzunayak yöntemiyle işletilebilmektedirler. Büyükdamar kalınlık ve eğimine göre arakatlı göçerime yöntemiyle hidrolik olarak üretim yapmak için oldukça uygundur.

2- Tavan ve taban koşulları: Büyükdamar m tabanı Namurien katına ait şeyilli kumtaşı, tavanı ise şeyi birimleri ile çevrilidir. Hidrolik üretim yapılması durumunda tüm hazırlıklar damar içinde yapılacağı için taban taşı bir sorun yaratmayacaktır. Tavanın sudan etkilenmemesi için ince bir dilim bırakılabilir.

3- Damarın şekli ve doğrultusu: Büyükdamar eksenini doğu-batı doğrultusunda uzanan bir senki İnal görünümündedir. Damarın doğrultusu küçük attımlı fay (anmalar dışında düzgündür).

4- Kömürün yapısı ve süreksizlikleri: Büyükdamar, oldukça sert bir yapıya sahiptir ve halen patlayıcı madde kullanılarak kazılmaktadır. Ton başına patlayıcı madde tüketimi diğer sert damarlara göre oldukça yüksektir (90-100 gr/ton). Hidrolik üretim için oldukça yüksek basınçlı ve debili su jetine ihtiyaç olacaktır. Kömürün yapısında mevcut tabakalaşma düzlemleri ve klivaj düzlemleri kazıda yardımcı olacaktır.

5- Üretim yöntemi ve maliyet: Büyükdamarda dilimli göçertmeli kısa ayak yöntemiyle üretim yapılmaktadır. Bu yöntemle pano rezervinin ancak % 60'ı alınabilmektedir. Ton başına patlayıcı madde ve direk tüketimi oldukça yüksektir ve bunun yanında randımanlar oldukça düşüktür. Hidrolik üretimle pano rezervinin %90' ntn alınması mümkün olacaktır.

6- Ocak yangınları bakımından: Bilindiği gibi Büyükdamar kendiliğinden yanmaya yatkın bir damardır ve uygulanan üretim yöntemi yangın riskini artırmaktadır. Üretime açılan panolarda 4-6 ay sonra yangın çıkmaktadır. Hidrolik üretim yapılması halinde hızlı bir üretim yapılacağı ve göçükte daha az kömür kalacağı için yangın riski azalacaktır.

7- Çalışma ortamı bakımından: Büyükdamar, Kandilli Bölümünde üretim yapılan tek damardır. Tüm ocak hidrolik işletmecilik esaslarına göre planlandığı zaman geleneksel kazı ve taşıma araçlarına ihtiyaç kalmayacaktır. Havzadaki diğer damarlar böyle bir avantajdan yoksundur. Havzadaki diğer damarlar böyle bir avantajdan yoksundur. Şöyleki, diğer damarlarda hidrolik üretim yapılması düşünüldüğü zaman hem klasik ve hem de hidrolik üretim yöntemlerinin aynı ocakta bulunması gerekecektir. Tabiiyle böyle bir uygulamanın organizasyonu çok güç olacaktır.

8- Rezerv bakımından: Armutçuk Bölgesi rezervlerinin % 55-60't bu damara aittir. Bu da hidrolik bir ocak kurmak için yeterlidir.

4. BÜYÜKDAMARDA HİDROLİK MADENCİLİĞİNİN UYGULANABİLİRLİĞİ

Gerekli ön koşullara sahip Büyükdamarda, damarın eğim ve kalınlığına göre "Arakathı Göçertme Yöntemiyle Hidrolik Üretim" yapmak mümkündür. Dünyada bir çok ülkede benzer koşullara sahip damarlarda bu yöntem başarıyla uygulanmaktadır.

Büyükdamarda hidrolik üretim yapılabilmesi için herşeyden önce kullanılacak su jetinin boyutlarının belirlenmesi gerekmektedir. Daha sonra, su jetinin karakteristiklerine ve arakathı göçertme yönteminin belirlenmesi gerekmektedir. Son olarak da kazılan kömürün nasıl taşınacağına karar verilmelidir. Bu amaçla, öncelikle Büyükdamarın çeşitli özellikleri tayin edilmiş ve diğer işlemler ona göre yapılmıştır.

4.1. Büyükdamann Bazı Özellikleri

Büyükdamann çeşitli özelliklerini belirlemek için halen çalışılmakta olan (Ocak 1985) 12 207-A panosundan farklı amaçlar için 3 grup numune alınmıştır. Numuneler alınırken, numunelerin damarı en iyi şekilde temsil etmesine özen gösterilmiştir. Damarın fiziksel ve kimyasal analizini yapmak için 8 adet oluk numunesi alınmıştır. Kömür damarının makro yapı (litotip) olarak içerdiği bandlar tespit edilerek bu bandlardan 8 adet oluk numunesi alınmıştır. Ayrıca, tabakalaşma ve klivaj düzlemleri işaretlenerek 25-30 cm büyüklüğünde 32 adet blok numune daha alınmıştır (12).

4.1.1. Jeolojik Özellikleri

Daha Önce de belirtildiği gibi Büyük da mar havzanın en kalın (6-30 m) ve en dik (35-40°den 90°ye kadar) damarlarından birisidir. Eğim değişiklikleri keskin değildir. *Damar*, eksenini doğu - batı *doğrultusunda uzanan bir* senklinal görünümündedir. Damar kalınlığı senklinal eksenini yaklaştıkça artmaktadır. Tabanı, Namurien katına ait şeydi kumtaşt, tavanı ise şeyi birimleri ile çevrilidir. Büyükdamarda, stampı oluşturan bandların % 70'den fazlasını sert bandlar oluşturmaktadır. Damarda, tabakalaşma düzlemine dik ve damarın doğrultusuna paralel yönde gelişmiş belirgin bir klivaj sistemi mevcuttur. Havzanın geçirmiş olduğu orojenik hareketler nedeniyle damar oldukça kırıklıdır ve yer yer ezik zonlar da görülmektedir.

4.1.2. Numunelerin Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

Büyükdamardan alınan 8 adet oluk numunesi üzerinde yapılan analizler sonucu elde edilen rutubet, kül, uçucu madde ve sabit karbon değerleri Çizelge 2'de

Çizelge 2 — Büyükdamar Oluk Numunelerinin Kısa Analiz Sonuçları

Numune No	Rutubet (%)	Kül (%)	Uçucu Madde (%)	Sabit Karbon (%)	Toplam (%)
<j>L~1	10,75	9,22	29,83	50,20	100,00
4>L~2	10,55	8,52	31,46	49,47	100,00
0 L - 3	11,39	6,35	32,29	49,97	100,00
0 L - 4	6,23	6,09	33,38	54,30	100,00
0 L - 5	3,80	7,00	35,06	54,14	100,00
0 L - 6	4,42	6,29	34,55	54,74	100,00
0 L - 7	3,18	12,35	34,70	49,77	100,00
0 L - 8	3,66	10,94	33,82	51,57	100,00
Ortalama	6,74	8,34	33,14	51,77	99,99

verilmiştir. Büyükdamarın üst tsı değeri 6500-7000 Kcal/kg mertebesine çıkabilmektedir. Kükürt içeriği % 0,75-1,25 arasında değişmektedir. Ton başına ortalama 10 m³ metan çıkışı olmaktadır. Uçucu madde miktarı % 33 civarındadır. Uçucu madde miktarına göre yapılan bir sınıflamaya göre Büyükdamar orta sert ve sert kömürler sınıflarının sınırındadır (13).

4.13. Dayanım Özellikleri

Büyükdamarın bazı dayanım özelliklerini belirlemek için Konik Delici ve Darbe Dayanım İndeksi (ISI) testleri yapılmıştır. Konik delici değerleri numunelerin tek eksenli basınç dayanımlarının bulunmasında kullanılmıştır. Darbe dayanım indeksi değerleri İse kömürün kırılabilirliği hakkında bir fikir vermektedir. İndeks testler Uluslararası Kaya Mekaniği Derneği'nin belirlediği esaslara uygun olarak yapılmıştır. Konik delici (KD) ve tek eksenli basınç dayanımı değerleri (T_0) Çizelge 3'de ve Darbe dayanım indeksi değerleri Çizelge 4'de verilmiştir (12).

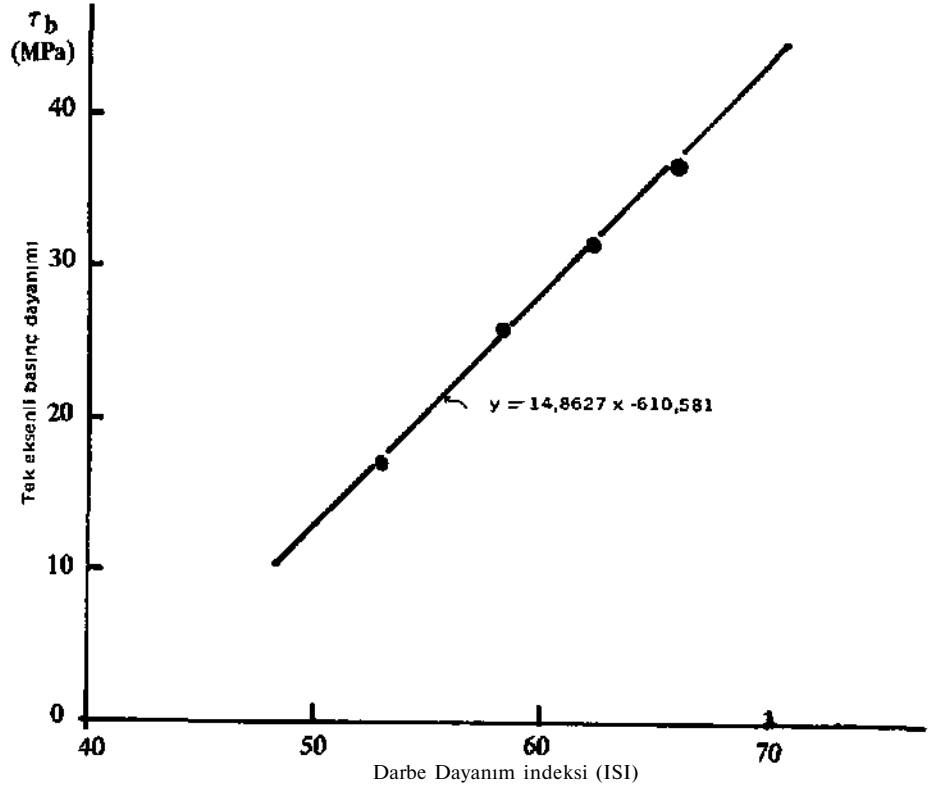
Çizelge 3 — Büyükdamardan Alınan Numunelerin Konik Delici ve Tek Eksenli Basınç Dayanımı Değerleri

Numune No	Numune Alınan Yer	M ₀ (mm)	M _j (mm)	KD	τ_b (MPa)
B7	- 371 Batı kılavuz	3,325	5,000	0,610	15,128
B3	— 364 Doğu kılavuz	3,200	4,600	0,830	20,584
B1	- 358 Kelebe yanı	3,700	4,925	1,076	26,684
B6	— 371 Batı kılavuz	3,650	4,870	1,085	26,908
B2	— 358 Doğu kılavuz	3,225	4,400	1,176	29,164
B5	- 364 Kelebe yanı	3,615	4,700	1,411	34,993
B8	— 371 Doğu kılavuz	3,250	4,325	1,443	35,786
B4	- 364 Batı kılavuz	3,100	4,150	1,530	37,994

Çizelge 4 — Büyükdamara Ait Darbe Dayanım İndeksi Değerleri (ISI).

Numune No	Darbe Dayanım İndeksleri (ISI)						Ort.
	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3. Ölçüm	4.Ölçüm	5.ölçüm	6.Ölçüm	
B3-7	53	55	54	54	53	52	54
B1-6	60	59	60	58	60	58	59
B2-5	62	63	63	63	61	62	62
B4-8	67	65	67	68	65	66	66

Kömürün darbe dayanım indeks değerleri ile tek eksenli basınç ve çekme dayanımları arasında bağıntılar vardır. En iyi ilişki, tabakalaşma düzlemine dik doğrultuda tespit edilen tek eksenli basınç dayanımı ile darbe dayanım indeksi arasında kurulabilmektedir (13). Büyükdamar için kurulan ilişki Şekil 9'da verilmiştir (12). Büyükdamardan alınan numunelerin çekme dayanımları tespit edilemediği için ilişki kurulamamıştır. Fakat, EVANS ve POMEROY, çekme dayanımı ve darbe dayanım indeks değerlerine göre yaptıkları bir sınıflamada indeks değeri 60'ın altında olan kömürleri kırılgan kömürler olarak sınıflamışlardır. Büyükdamar için tespit edilen değer 60 civarındadır.



Şekil 9. Büyükdamar tek eksenli basınç dayanımı - Darbe dayanım indeks değerleri ilişkisi.

Uçucu madde miktarı, konik delici değerleri, tek eksenli basınç dayanımı ve darbe dayanım indeksi değerlerine göre Büyükdamarın oldukça sert ve kırılgan olmayan bir yapıya sahip olduğu söylenebilir.

4.2. Kesme Deneyleri

Büyükdamarda kazı yapabilecek su jetinin boyutlarını bulmak için damardan alınan 32 adet blok numune, T.T.K Merkez Ate İye ler ince yapılan bir basınç yük-selticiden sağlanan yüksek basınçlı bir su jetiyle kesilmiştir.

4.2.1. Deneysel Donanım

Deneysel donanım; basınçlı hava ile çalışan ve dakikada 87,3 lt 24 MPa basınçta basınçlı su veren 48 HP gücünde bir basınç yükseltici, yeteri kadar boru-hortum, bir nozül ve hızı ayarlanabilen bir numune taşıyıcıdan ibarettir (Şekil 10). Deneysel donanımın en uygun kesme koşullarını belirlemek için birkaç seri deney yapılmıştır (12). Bu deneyler sonucunda; basınç yükselticinin çıkış basıncının 22 MPa, en uygun etkilene uzaklığının 15 cm ve en uygun numune geçiş hızının 3,5 m/dak olduğu görülmüştür. Ayrıca, deneysel çalışma için tasarımılanan 8 adet nozülden, daralma açısı 13°, çıkış çapı 2 mm ve çıkış kısmının ucunda çapın 3 katı uzunluğunda düz bir kısım bulunan nozülün en iyi sonucu verdiği de gözlenmiştir. Böyle bir nozülden çıkan su demeti 110cm'ye kadar etkili olabilmektedir (12).

4.2.2. Kesme Deneyleri

Kesme çalışmalarına geçilmeden önce oldukça sert ve kırılğan olmayan numuneleri kesmede kullanılacak su jetinin kritik basıncının tayin edilmesi gerekmektedir. Kritik jet basıncı

$$P_{kr} = k.f$$

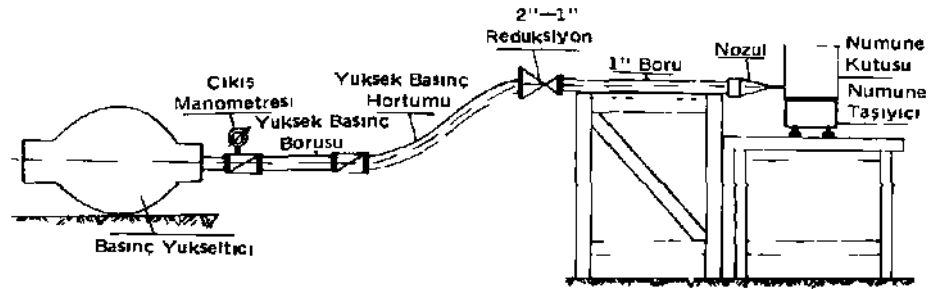
eşitliği ile bulunmaktadır (14).

Burada ;

P_{kr} : Kritik jet basıncı (MPa),

f : Protodjakonov sertliği (tek eksenli basınç dayanımının 1/100'ü kadar),

k : 35-50 arasında bir katsayıdır.



Şekil 10. Deneysel donanım

Büyükdamar için tespit edilen, f değeri 0,15 - 0,38 arasında değişmektedir (Çizelge 3). Bu değerlere göre Büyükdamardan alınacak numuneleri kesmede kullanılacak su jetinin basıncı 19 MPa civarında olmalıdır. Basınç yükselticinin çıkış basıncı kesme için yeterlidir.

Numune taşıyıcıya yerleştirilen numuneler, sabit su jetinin 15 cm karşısından 3,5 m/dak'lık bir hızla geçirilmiştir. Blok numunelerden 12 tanesi tabakalaşma

düzlemine dik ve kalan 20'si de paralel doğrultuda kesilmiştir. Kesme çalışmalarında sertliği nispeten az olandan yüksek olana doğru bir sıra izlenmiştir. Su jetinin numune yüzeyine çarptığı andan itibaren küçük parçaların kopması şeklinde başlayan kesme işlemi, giderek numunelerin çatlaması ve çatlakların yayılmasıyla numunenin parçalanması şeklinde kendini göstermektedir.

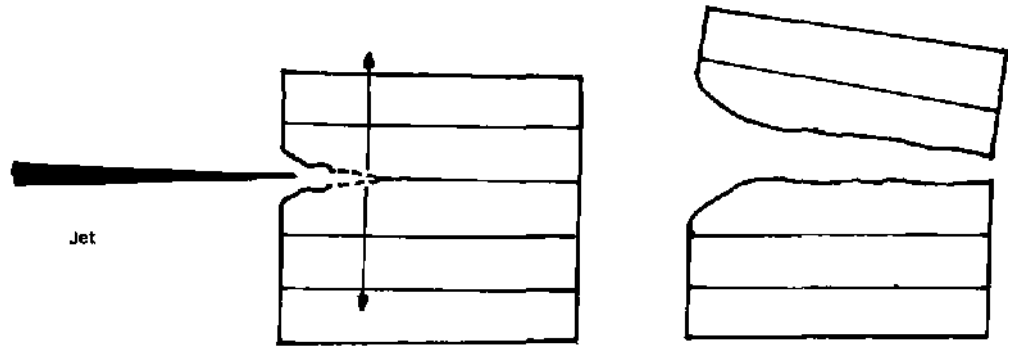
Yumuşak numunelerde başlangıçta bir yarı oluşmakta ve işleme devam edildikçe yarığın geçmesiyle parçalanma görülmektedir. Tabakalaşma düzlemine paralel doğrultuda yapılan kesme çalışmalarında numunelerin bandlar halinde parçalandıkları ve parçaların köşeli kırılma gösterdiği gözlenmiştir (Şekil 11). Çok sert numunelerin ancak iki geçişte parçalandığı tespit edilmiştir (Şekil 12).

Tabakalaşma düzlemine dik doğrultuda yapılan kesme çalışmaları çok daha farklı bir mekanizma göstermiştir. Su jetinin, numune yüzeyine çarptığı andan itibaren pul şeklinde küçük parçaların koptuğu ve işleme devam edildikçe yüzeyden, kabuk şeklinde ince bandların ayrıldığı gözlenmiştir (Şekil 13). Kesme derinliğinin az olduğu ve numunenin içine doğru herhangi bir etkilemenin olmadığı tespit edilmiştir. Nispeten yumuşak numunelerde 2,5-3,0 cm derinliğinde kesme yarıkları oluşmuştur. Aralarında 7-8 cm olacak şekilde iki yarık açıldığı zaman aradaki kısmın tamamen kesildiği görülmüştür.

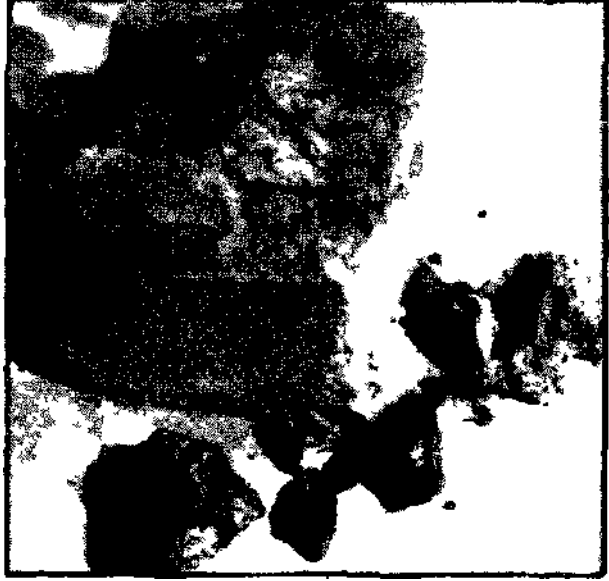
4.23. Kesme Deneylelerinden Çıkarılan Sonuçlar

Büyükdamardan alınan numuneler üzerinde yapılan kesme çalışmalarından aşağıdaki sonuçlar çıkarılmıştır.

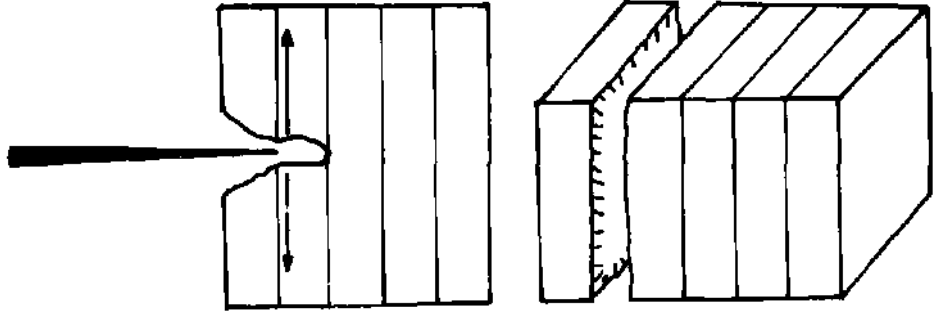
1- Daha önce de belirtildiği gibi Büyükdamar oldukça serttir ve kırılğan olmayan bir yapıya sahiptir. Bu damarda su je tiyle kazı yapılabilmesi için 19 MPa basınçta su verebilen bir basınç yükselticiye ihtiyaç vardır.



Şekil 11. Tabakalaşma düzlemine paralel doğrultuda parçalanma mekanizması.



Şekil 12. Numunelerin kırılma biçimi



Şekil 13. Tabakalaşma düzlemine dik doğrultuda parçalanma mekanizması.

2- Tabakalaşma düzlemine paralel doğrultuda yapılan kesme çalışmalarında numuneler tamamen parçalandığı için kesilen hacmin numunelerin tüm hacmi ($2500-3500 \text{ cm}^3$) olduğu kabul edilmiştir. Bu kabule ve basınç yükselticinin gücüne göre yapılan hesaplamalar sonucu kesme enerjisinin (spesifik enerjinin $41-47 \text{ J/cm}^3$ mertebesinde olduğu bulunmuştur.

3- Tabakalaşma düzlemine dik doğrultudaki spesifik enerji değerleri ise $100-130 \text{ J/cm}^3$ civarındadır.

4- Mevcut yüksek basınçlı su jeti ile kazı yapılması düşünülürse 1 ton kömür kazabilmek için 37 MI enerjiye ihtiyaç olacağı hesaplanmıştır. Diğer yandan, yük-

sek basınçlı su jetleriyle 1 ton kömür kazmak için gerekli enerji miktarı yaygın olarak aşağıdaki eşitlikle bulunmaktadır (4,14).

$$E = \frac{2 \cdot P_{kr} \cdot \alpha}{P_o}$$

Burada;

E : Enerji tüketimi (kWh/ton),

P_o : Jet basıncı (MPa),

α : 1 ton kömür kazmak için gerekli spesifik enerji katsayısı

Kompakt kömürler için : 10

Klivajlı kömürler için : 5

Çatlaklı kömürler için : 2

Kırılmış kömürler için : 1

Bu eşitlik mevcut basınç yükseltici ve Büyükdamar için uygulanırsa: **P_{kr}** = 19 MPa, **P_o** = 22 MPa, **α** = 5 değerleri için E = 8,636 kWh/ton değeri elde edilir, buradan da gerekli hesaplamalar yapılırsa spesifik enerji değeri 31 MJ/ton olarak bulunur.

5- Mevcut basınç yükselticinin kullanılması durumunda bir saatte kazıtılabilecek kömür miktarı, NIKONOV tarafından geliştirilen ampirik bağıntılarla hesaplanabilmektedir.

Hazırlık çalışmalarında veya kazıya ilk başlanıldığı zaman üretim miktarı

$$W_D = 1,175 \cdot 10^{-4} \left[\frac{(P_o/f)^{5/2} \cdot d_o^2}{1 - 0,022 (P_o/f)^{1/2}} \right]$$

bağıntısı ile bulunmaktadır.

Burada;

W_D : Üretim miktarı (ton/h),

P_o : Jet basıncı (MPa),

d_o : Nozül çapı (mm),

f : Protodjakonov sertliğidir.

Normal kazıya geçildiği zaman damar kalınlığı ve monitör kullanma randımanı da üretim miktarını etkilemektedir. Bu da

$$\frac{W_E}{W_D} = 0,85 \cdot \eta [2,4 (1 - e^{-0,12 T^2}) + 0,58]$$

bağıntısı ile hesaplanmaktadır (14).

Burada;

W_E : Üretim miktarı (ton/h),

T : Damar kalınlığı (m),

η : Monitör kullanma randımanıdır (0,30 — 0,60).

$P_0 = 22$ MPa, $d_0 = 2$ mm, $f =$ ortalama 0,3 ve $T =$ ortalama 18 m değeri için $W_D = 18,21$ ton/h ve $W_E = 19,02$ ton/h'lık üretim miktarlarına ulaşılabileceği görülmektedir.

6- Mevcut donanımdan elde edilen su jeti ancak 110 cm'ye kadar etkili olabilmektedir. Bu etkileme uzaklığına sahip bir su jeti ancak, yakın mesafelerden kazı yapılmasında ve arıdan potkabaç çekilmesinde kullanılabilir. Üstelik, debi hidrolik taşıma için yeterli değildir.

7- Damar koşullarına göre Ara katlı Göçertme Yöntemiyle hidrolik üretim yapılması planlandığında en az W m etkileme uzaklığına sahip 20-30 mm çapında yüksek basınçlı su jetine ihtiyaç vardır.

8- 19 MPa basınç sağlayabilen bir basınç yükselticiden beslenen 20 mm çaplı ve 15-20 m etkileme uzaklığına sahip bir su jeti ile kazı yapıldığı zaman saatteki üretim miktarının teorik olarak 1000-1200 ton civarında olabileceği hesaplanmıştır.

4.3. Hidrolik Madenciliğin Uygulanabilirliği

Daha önce de belirtildiği gibi Eüyükdamar, Batı Karadeniz Taşkömürü Havzasında hidrolik madencilğe en uygun damardır. Hidrolik madencilik için gerekli olan ön koşullara sahiptir ve Arakatlı Göçertme Yöntemiyle hidrolik üretim yapmak mümkündür.

Büyükdamarda, halen dilimli göçertmeli kısa ayak yöntemiyle üretim yapılmaktadır. Hidrolik üretim yapılması planlandığı zaman pano tasarımlarında büyük değişiklikler olmayacaktır. Yalnız, bu yöntemde kılavuzla; arası 15-20 m olacağı için pano genişlikleri 100 m'ye kadar çıkartılabilir. Pano boyları ise mevcut sistemdeki gibi gene 100 m olarak kalabilir Pano merkezinden açılacak başyukarı-

ların her iki yanında sürülecek kılavuzlardan üretime başlanabilir. Ancak, tüm hazırlık yollarının ve kılavuzların hidrolik taşıma yapılacak şekilde en az 7°'lik eğimle sürülmesi gerekmektedir. Hidrolik üretime, halen hazırlık planları yapılan Büyükdamar doğu bloku III ve VI no'lu fayları arasında kalan -300/-400 kuzey kanadından başlanılabilir.

Pano tasarımları yukarıdaki gibi yapıldıktan sonra, damarın doğrultusuna göre 7°'lik bir diyagonallikle sürülen kılavuzlardan kazıya başlanabilir. Damar koşulları ve pano tasarımına göre kazı, tabakalaşma düzlemlerine ve klivaj düzlemlerine paralel bir doğrultuda gelişecektir. Bu durum kazıda büyük bir kolaylık sağlayacaktır ve randımanı artıracaktır. Damarın arakesme içermemesi ve orojenik hareketlerle oluşan kırık-ezik zonların varlığı kazı randımanını daha da artıracaktır.

Kazılan kömür, suyla birlikte kılavuza kayacaktır. Su - kömür karışımı oradan bir açık kanalla ya da boru şebekesi ile başyukarıya getirilecek ve oradan da pano dibine indirilecektir. Pano dibine kadar gelen kömürlerin dışarıya nasıl taşınacağına karar verilmelidir. Dışarıya kadar hidrolik taşıma yapılması tasarlanırsa, eldeki taşıma sistemi elden çıkacak ve yeni tasarımılanan hidrolik taşıma sistemi için büyük bir yatırım yapılması gerekecektir. Bu nedenle, pano dibine kadar getirilen kömürün orada susuzlaştırılarak mevcut taşıma sistemi ile taşınması daha ekonomik olacaktır. Ocak içinde susuzlaştırma için bir seri elek takımına ve yeteri kadar çöktürme havuzuna ihtiyaç olacaktır. Elek üstü kömürler vagonlarla taşınacak ve elek altına geçen şlam kısmı zaman zaman havuzlardan çekilebilecektir. Dinlendirilen su da tekrar kazı işinde kullanılabilir.

Hidrolik üretime geçilmesi durumunda; üretim yönteminin gereği olarak pano rezervinin % 90'nına yakın bir kısmının kazanılması mümkün olacaktır. Ayrıca, hızlı bir üretim yapıldığı için yangın riski azalacak ve güvenli bir işletme ortamı sağlanacaktır. Ton başına patlayıcı madde ve direk tüketimi de önemli ölçüde azalacaktır. Önemli bir kazı ve tahkimat işi olmadığı için işçilik maliyetleri de düşecektir. Uygulamaya geçmede en önemli engeller; hidrolik madencilik için gerekli teknolojinin ülkemizde mevcut olmayışı ve bu uygulama için herhangi bir deneyimin olmayışıdır.

5. SONUÇ

Sonuç olarak ifade etmek gerekirse, tüm veriler Büyükdamarda hidrolik kömür madenciliğinin uygulanabilirliğini ortaya koymaktadır. Damar koşullarına göre arakatlı göçertme yöntemiyle hidrolik üretim yapmak mümkündür. Birim ton kömür kazmak için 37 MJ enerjiye ihtiyaç vardır. 19 MPa basınca ve 15-20 m etkileme uzaklığına sahip 20 mm çaplı bir su jeti ile teorik olarak saatte 1000-1200 ton kömür kazmak mümkün olabilecektir. Büyükdamar doğu bloku III ve VI no'lu faylar arasında kalan panolar hidrolik üretime hemen başlanabilecek panolardır. Pano rezervinin % 90'nına yakın bir kısmının kazanılabilecek olması ve yangın riskinin azalacak olması yöntemin en büyük avantajları olacaktır.

KAYNAKLAR

1. PARKES, D.M., GRIMLEY, A.W. T., Hydraulic Mining of Coal, Min. Cong. J. May, 1975, p 26-29.
2. ROMAN, G.H., Hydraulic Mining-Breakthrough in Productivity, World Coal, 1974, p 94-96.
3. GRIMLEY, A.W.T., Underground Coal Mining Using The Hydraulic Method, CIM Bulletin, Jan. 1974, p 4447.
4. JEREMIC, M.L., Elements of Hydraulic Coal Mine Design, Trans Tech. Publication, Claustal, 1982.
5. HEINCKER, W.R., ECK, R.S., SUMMERS, D.A., LEHNHOFF, F., A Hydraulic Longwall Mining Design Concept Far The Future, World Coal, Feb., 1976, p 23-26.
6. SCHWARTING, K.H., High-Pressure Water Jet Coal Cutting - A Pioneering Underground Mining Process, M.A.N., GHH Sterkrade, News For The Mining Industry 2, 1981/1982.
7. GRIMLEY, A.W.I., xiydraulic Mining, Kaiser Resources Ltd., Teknik Rapor, 20 s.
8. PARKES, D.M., FISEKCI, M.Y., Safety Aspects of Hydraulic Mining, Türkiye 4. Kömür Kong-, Zonguldak, May, 1984, 18 p.
9. PARKES, D.M., HART, T.B., Evolving Hydraulic Mining Technology, 2nd. Int. Symp. on Mining Dif. Coal Seams, Luxemburg, Sept. 30-Oct. 3, 1984, 28 p.
10. ———, Tunnel Borer and Shaft Drill Teamed at AGC's Hydraulic Mining Operation, Engng. and Min. J. vol. 165, No. 7, Jul. 1964, p 69-70.
11. HARZER, H., CELLER, L.B., *Germın* Experience in Hydraulic Mining and Its Application to Canadian Conditions, CIM Bulletin. Jan., 1978, p 69-70.
12. AK.ÇIN, N.A., T.T.K. Armutçuk Taçkomunı İçletme Müessesesi Yeraltı Ocaklarında Yüksek Basıncılı Su Jetleriyle Komur Kazısının Arattırılması ve Uygulanabilirliği, İ.T.Ü. Doktora Tezi, 1986.
13. EVANS, I., POMEROY, C.D., The Strength, Fracture and Workability of Coal, Pergamon Press, 1966.
14. NIKONOV, G.P., GOLDIN, Yu. A., Coal and Rock Penetration by Fine Continuous High Pressure Water Jets, Proc. 1st. Int. Symp. on Jet Cut. Tech., Coventry, Apr. 5-7, 1972, Paper E2.