

Hidrolik Kazıyla Mekanik Kazıma Birlikle Uygulanması

Mustafa SUNU (*)

ÖZET

Hidrolik kazıyla mekanik kazının birlikte uygulanması esas olarak galeri açma makinaları ve sabanlarla yapılmaktadır. Kazı işlemi galeri açma makinaları ve sabanlarda bazı değişikliklerle, bugün için sadece laboratuvarlarda ve arazi çalışmalarına pilot olarak yapılmaktadır.

Bu yazıda hidrolik - mekanik kazının Amerika Birleşik Devletleri, Güney Afrika Cumhuriyeti ve Batı Almanya'daki uygulamalarından söz edilecektir.

ABSTRACT

The mechanical excavation associated with hydraulic cutting is principally used on tunnel boring machines and coal ploughs. However this is a new technique which is only used on pilot scales.

In this paper the use of hydraulic and mechanical cutting in U.S.A., South Africa and West Germany is discussed.

1. GİRİŞ

Galeri açma makinaları ve sabanlar son yıllarda tüm dünyada gittikçe artan bir önem kazanmaktadır. Büyük ve güçlü makinalara duyulan gereksinme, bu işlemi daha hızlı ve ekonomik yapma isteğinden kaynaklanmıştır. Böyle bir makina kullanıldığı zaman, makinanın sağla-

(x) Maden mühendisi.

dığı avantajların yanında ulaşım, havalandırma, su atımı gibi madencilik sorunlarında bazı kolaylıklar sağlanmaktadır. Ekonomik kolaylıkların yanında galerileri bir makina ile açmanın, cevher üretimini bir makina ile yapmanın teknik açıdan büyük yararları vardır. Makina ile açılan galeri duvarlarının çok düzgün oluşuda küçümsenmeyecek bir üstünlüktür.

2. MEKANİK KAZININ AVANTAJLARI

- a — Arazi patlayıcı maddeler ile gevşetip yerinden oynatılmamakta, böylece doğa tarafından araziye verilmiş mukavemet değişmeden kalmaktadır.
- b — Kazı hızı diğer yöntemlere göre daha fazladır.
- c — Kazının yürütülmesi için fazla elemana gereksinme yoktur.
- d — İş kazalarının oranı düşüktür.
- e — Galeri kesiti tahkimata tam olarak uyacak biçim ve büyüklükte açılmaktadır.
- f — Galeri uzunluğu ile ekonomiklik doğru orantılıdır.
- g — Ekonomiklik keski tüketimine, makinanın kurma, sökme ve taşıma zamanına da bağlıdır.

3. MEKANİK KAZININ DEZAVANTAJLARI

- a — tik yatırım fazladır.
- b — Arazinin jeolojik, mekanik ve fiziksel özellikleri iyi saptanmazsa kazı ekonomik olmaktan çıkar.
- c — Kesicilerin şekil ve boyutları iyi saptanmazsa kazı ekonomik olmaktan çıkar.
- d — Yöntemin ekonomik olması için galeri uzunluğu minimum 1 km. olmalıdır.
- e — Galeri kesiti daireseldir.

4. AMERİKA BİRLEŞİK DEVLETLERİNDEKİ UYGULAMA

«Colorado School of Mines» ta Bobbins firmasınınca üretilen tam cephe diskli tünel açma makinaları üzerinde yine bu firma tarafından desteklenen hidrolik-mekanik kazınının (Şekil 1 a,b) deneyleri yapılmaktadır (1).

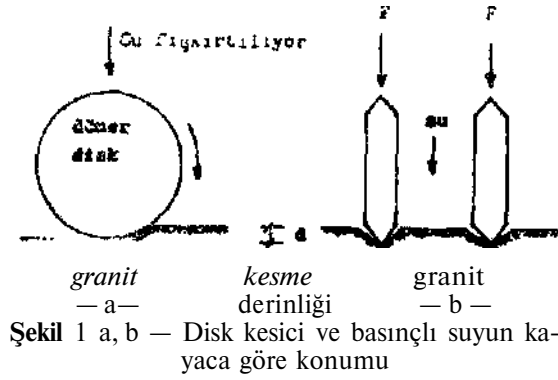
Laboratuvarlarda hidrolik - mekanik kazının uygulaması granit üzerinde yapıldı. Sonuçlar arazi çalışmalarına pilot çalışma olarak alınmaktadır. Arazi deneyleri ise Washington'un yakınlarında bir granit ocağında yapılmıştır. Deney yapılan granitin basınç dayanımı 1900 kg/cm^2 olup %40 kuvars içermektedir. Kuvarslar iri tanelidir.

5. DENEY YAPILAN MAKİNANIN ÖZELLİKLERİ

Tipi	73 -114 B No.lu diskli makina
Disk açısı	100°
Disk çapı	30.48 cm.
Dönme momenti	11973 kg.m
Arma uyguladığı maksimum basınç	285 kg/cm^3
Kazı adımı	1.5 m.
İtme gücü nominal sınırın	585-700 ton
Kafanın dönme hızı	2.1-3.2 devir/dakika
Hidrolik suyun çıktığı kanal çapı	0.3 - 0.4 mm.

6. YAPILAN DENEYLERDE ELDE EDİLEN SONUÇLAR

Makinanın uyguladığı dikey basınç kg/cm^2	Yükseklik çapı — mm —	Mekanik ilerleme —cm/saat —	Mekanik - hidrolik ilerleme — cm/saat —	Hidrolik su basıncı kg/cm^2 —
214	0.3	30	37	3312
250	0.3	32	35	2208
286	0.3	49	52	2208
250	0.3	38	91	3450
286	0.3	64	91	3450
250	0.3	41	55	2553
250	0.3	41	41.5	2760
250	0.3	41	42.6	3588
250	0.3	40.6	51	3450
250	0.4	43	40.6	2898
286	0.4	70	81	3036



Yapılan deneylerde basınçlı su disklerin arasından püskürtülmektedir.

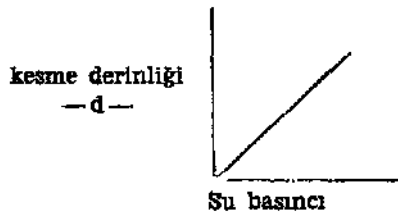
F : Diskin kazı cephesine uyguladığı kuvvet (Şekil 1 a, b)

d : Kesme derinliği

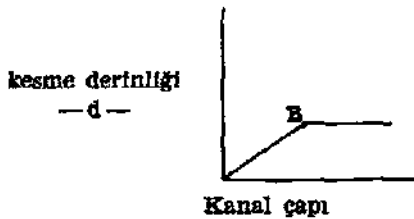
7. ARAŞTIRILAN DEĞİŞKENLER

7.1. HİDROLİK SU BASINCININ KESME DERİNLİĞİNE ETKİSİ

Şekil 2 den görüldüğü gibi kesme derinliği su basıncı ile lineer olarak artmaktadır.



Şekil 2 — Su basıncı ve kesme derinliği arasındaki bağıntı



Şekil 3 — Suyun çıktığı kanal çapı ile kesme derinliği arasındaki bağıntı

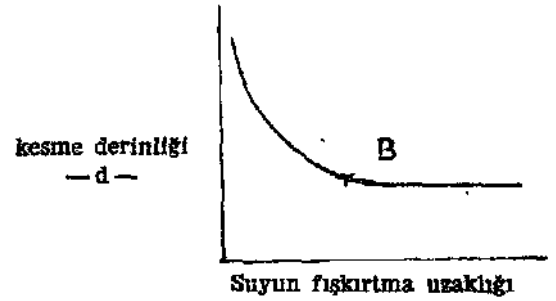
12. BASINÇLI SÜTUN ÇIKTIĞI KANAL DERİNLİĞİNE ETKİSİ

Şekil 3 ten görüldüğü gibi B noktasına kadar kanal çapının artışıyla kesme de-

rinliği lineer bir artış göstermekte, bu noktadan itibaren kanal çapının artışı kesme derinliğini etkilememektedir.

73. SUYUN FIŞKIRTMA UZAKLIĞININ KESME DERİNLİĞİNE ETKİSİ

B noktasına kadar (Şekil 4) suyun arma olan uzaklığı arttıkça kesme derinliği azalmakta, bu noktadan sonra suyun uzaklığı kesme derinliğini etkilememektedir.



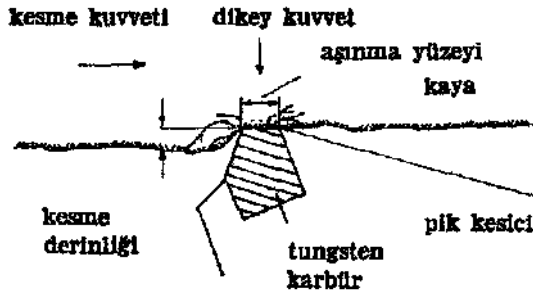
Şekil 4 — Suyun arına olan uzaklığı ile kesme derinliği arasındaki bağıntı

8. A.B.D. DEKİ UYGULAMADAN ÇIKARILAN SONUÇLAR

Hidrolik kazı mekanik kazıyla birlikte uygulandığında, mekanik kazıya göre ortalama kazı hızında %50-60 dolayında bir artış olmaktadır. Bu da tüm tünel maliyetinde eğer çap 3 m. ise % 14, eğer çap 6 m. ise % 24 oranında bir azalmaya eşdeğerdir. Hidrolik - mekanik kazıda ölçülen tünel açma makinasının dönme momentinde, mekanik kazıya oranla % 25 dolayında azalma olmaktadır. Kazı hızları mekanik kazıya göre daha yüksektir. (I)

9. GÜNEY AFRİKA CUMHURİYETİ'NDEKİ UYGULAMA

Güney Afrika'da altın madenlerinde çok derinlerde üretim yapıldığından arazi basıncı oldukça yüksektir. Araziyi rahatsız etmemek, dolayısıyla kaya patlamalarını önlemek için potkapaç sistemine benzer, pik kesicilerle donatılmış makinelerle kazı yapılmaktadır (Şekil 5).



Şekil S — Pik Kesiciye gelen kuvvetleri gösteren diyagram

Ana kayaç kuvarsit, basınç dayanımı 2500 kg/cm^2 dir. En önemli sorun kesicilerin aşınmasıdır. Kesiciye gelen yükler tungsten karbür uçların yataklardan kopmasına, çabuk aşınmalara ve makinarun aşın titreşimine sebep olur. Bu nedenle kesicilere gelen yükün azaltılması büyük ekonomik önem kazandığından, kesicilerin önüne su fışkırtıp hidrolik-mekanik kazının birlikte yürütülmesi düşünülmüştür. (2)

Bu amaçla Şekil. 6'da görülen değişik durumlarda deneyler yapıldı.

Deneylerde su basıncı $100-500 \text{ kg/cm}^2$ arasında değişmektedir. Su miktarı 30 litre/dakika'dır. İlk deney norit üzerinde yapılmıştır. Norit kuvarsla aynı mekanik özelliindedir. Arazi deneyleri ise kuvars üzerinde yapılmıştır. Noritin basınç dayanımı 3000 kg/cm^2 dir. Suyun kayayı parçalayabilmesi için su basıncının kayacın basınç dayanımının üzerinde olması gerekir. Su basıncı kayacın basınç dayanımının altında olduğunda su kayacı parçalayamaz, sadece mekanik kazıya yardımcı olur. Şekil 6 da görülen çeşitli durumlarda; suyun kesicinin köşelerine veya ortasına püskürtülmesinin kesme derinliğine etkisi Şekil 7 de, merkezi veya köşelere püskürtülmesinin kesme derinliğine etkisi Şekil 8'de görülmektedir.

Laboratuvarda alınan sonuçlar en uygun durumun Şekil. 6.a. olduğunu göstermiştir. Bu durumda kesicilere gelen yük %50 oranında azalmıştır. Bunun nedeni Şekil 9 daki Evans kesme teorisine açıklanabilir (4).



a — Su kesicinin hemen Önüne ve köşelere,



b — Su kesicinin 2 mm. önüne ve köşelere,



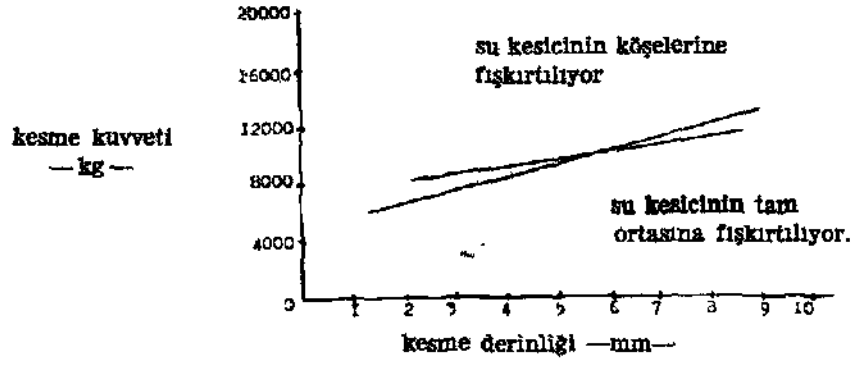
c — Su kesicinin 10 mm. önüne ve köşelere,



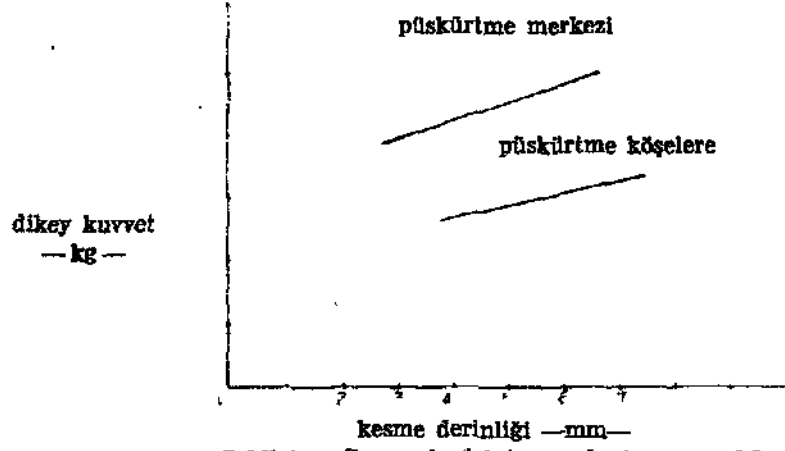
d — Su kesicinin 2 mm. önüne ve merkezi olarak fışkırtılıyor.

Şekil 6 — Hidrolik-mekanik kazının değişik uygulamaları

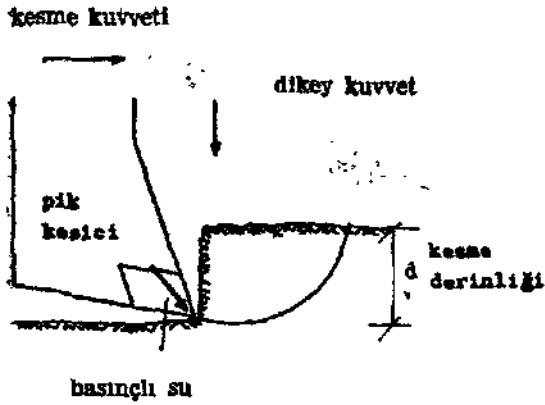
Evans kesme teorisine göre kesicinin önünde ilk Önce daire dilimi şeklinde bir çatlak oluşur. Bu çatlak boyunca kesici üst parçayı koparır. Su, bu parçanın hemen Önüne fışkırtılınca şüphesiz ki parçanın koparılması için yardımda bulunacak, dolayısıyla pik kesiciye gelen kuvvet azalacaktır.



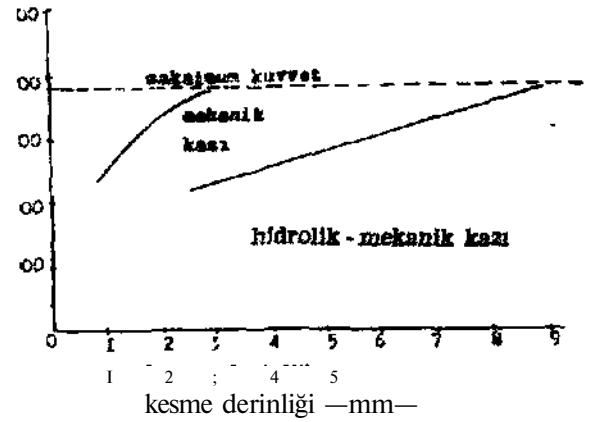
Şekil 7 — Suyun kesicinin ortasına veya köşelerine fişkırtılması durumunda kesme kuvveti ile kesme derinliği arasındaki bağıntı



Şekil 8 — Suyun kesicinin merkezine veya köşelerine püskürtülmesi durumunda dikey kuvvet ile kesme derinliği arasındaki bağıntı



Şekil 9 — Evans kesme teorisine göre kayacın koparılması



Şekil 10 — Mekanik ve hidrolik - mekanik kazının karşılaştırılması

10. GÜNEY AFRİKA'DAKİ UYGULAMA MADAN ÇIKARILAN SONUÇLAR

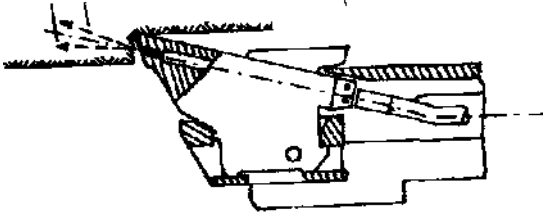
Şekil 10 da görüldüğü gibi aynı kesme kuvveti altında hidrolik - mekanik kazıda pik kesicinin kesme derinliği mekanik kazıya oranla % 100 den fazla artmaktadır. Bunun sonucu kazı hızında büyük bir artış olmakta, maliyet ise Önemli ölçüde azalmaktadır (2).

11. BATI ALMANYA'DAKİ UYGULAMA

Batı Almanya'da değişik bir uygulamada kömür sabanıyla birlikte basınçlı su kullanıldı. Kullanılan su miktarı kesici yükleyicilerde tozu bastırmak için kullanılan su miktarına eşittir. Kullanılan makinaya (şekil. 11) ait veriler şöyledir :

Damar kalınlığı	: 1 m.
Kesme derinliği	: 0.25 m.
Kesme hızı	: 0.4 m.
Basınçlı jet çapı	: 2 mm.
Su basıncı	: 700 kg/cm ²
Su akışı	: 130 İt/dakika
Saban gücü	: 270 kW.

basımlı su



Şekil 11 — Batı Almanya'da sabanlı kazının hidrolik uygulama biçimi

12. BATI ALMANYA'DAKİ UYGULAMA MADAN ÇIKARILAN SONUÇLAR

Yapılan araştırmalar göstermiştir ki, sabana gelen yük basınçlı su kullanılması durumunda %50 azalmış ve kömür boyutu büyümüştür.

13. TÜM UYGULAMALAR İÇİN GENEL SONUÇLAR

Madencilikte mekanik kazıdan amaç daha hızlı ve ekonomik bir kazıdır. Hızlı, bir kazı için, makina güçlerinin arttırılması gerekir. Bu ise :

- Ekonomik değildir.
- Yeraltında büyük ve güçlü bir makinanın çalıştırılması, küçük ve sınırlı bir hacimde büyük bir enerjinin bulundurulması demek olacağından tehlikelidir.

O halde, aynı makina gücüyle daha fazla kazı yapmak, daha fazla ilerleme sağlamak için kesicilere gelen kuvvetleri azaltmak gerekir. Kesicilere gelen kuvvetleri azaltmak ise hidrolik - mekanik kazıyla olasıdır. Yapılan tüm deney ve araştırmaların sonuçlarına göre en az enerji kullanımı ile en fazla galeri ilerlemesi veya cevher üretimi hidrolik ve mekanik kazının uygulanmasıyla gerçekleşmektedir.

KAYNAKLAR

1. WANG, F. : Improvement Underground Excavation Through the Application of Hydraulic Water Jet Assisted. Colorado School of Mines, Golden Excavation Eng and Earth Mechanics Institute Feb. 1976
2. HOOD, M. : «Cutting Strong Rock with a Drag Bit Assisted by High-Pressure Water Jets» Journal of the South African Institute and Metallurgy, pp. 79-80 Nov. 1976.
3. WILD, H. W. : «Recent Developments in Plough Technology» Glöckauf, 9 August 1979 No 15 pp. 742.
4. EVANS, I. : «A Theory of the Basic Mechanics of Coal Ploughing» symposium of Mining Research University of Missouri, Feb. 1961 pp. 731-798