

# BÜYÜK YERALTI KAZILARI İÇİN "RIB IN ROC" SİSTEMİ\*

Çevirtir\* NEOTBT TÜRK

E. Ü. Yerbilimleri Fakültesi» tenir

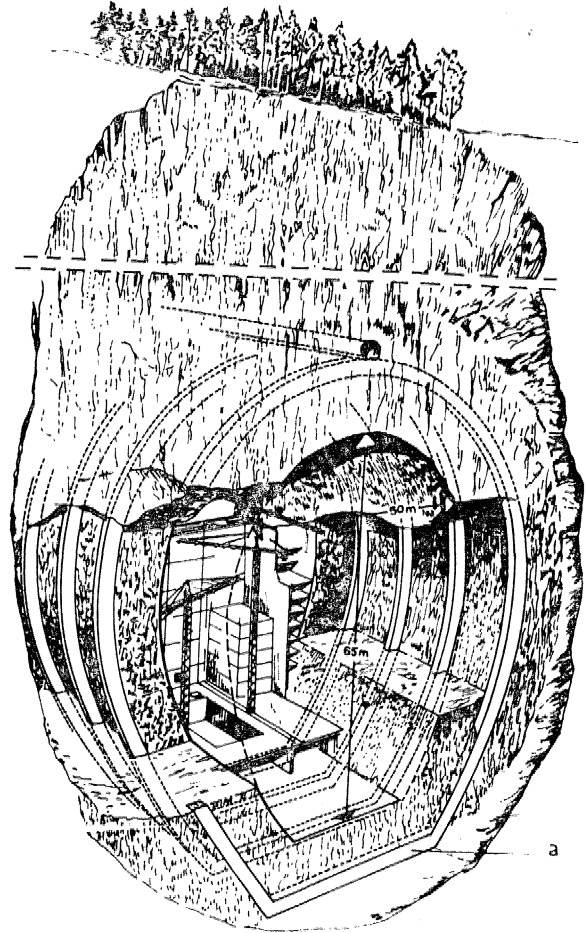
Kayalar içersinde açılan herhangi bir büyük yeraltı kamsı, o kaya kütesinin, dengesini bozar, Kaya kütesinin, dengesini tekrar kazanmaya çalışmasından dolap oluşan kuvvetler, yeraltı kadısının duvarlarında, taban ve tavanında kırıklara ve yıkılmalara neden olur. Bu kuvvetlerin etkisi, kayaçların kalitesinin kötü ve kamnm boyutunun büyük olduğu zaman, daha da fazla olur. Böylece, bu şartlar, yeraltı kazılarının boyutlarını sınırla« yeri etkenleri oluştururlar.

Yeraltı kasları uzun zamandır kısmen veya tamamen beton kaplamalarla daha dayanıklı hale getirilmektedir. Beton kaplamalar da ankrajlar veya kaya bulonlarıyla kaya kütlelerine bağlanırlar. Böyle bir destekleme metodunu kullanarak, normalen mümkün olabileceğinden daha büyük genişlikte yeraltı kazıları yapılabilmektedir. Fakat, böyle metodları kullanarak, boyutu 40 m'den daha fazla kazıları iyi nitelikli kayalarda bile, şu ana kadar yapmak mümkün olamamıştır, şu anda, dünyanın en büyük yeraltı kaası 34 m genişliğinde bulunan, Batı Almanya'daki Walddeck hidroelektrik santralı istasyonudur.

Son yıllarda, daha da büyük boyutlu kaya boşluklarına gereksinme duyulmağa başlanmıştır. Bir örnek olarak, yeraltı nükleer santrallerin çok çeşitli açıdan, çok çeşitli avantajlar sağlarırlar, Fakat, bu, zamanımıza kadar yapılmış bulunanlardan daha büyük boyutlu kazıları gerektirir»,

Eylül 1977'de İsveç'in Stokholm şehrinde yapılmış bulunan Açılmış Yeraltı Boşluklarında Depolama Simpozyumunda (Rockstore 77) sunulan bildirilerden iki tanesinde, iyi ve orta kaliteli kayalarda büyük boyutlu (50 m genişlikte ve 65 m uzunlukta), ve kötü kaliteli kaya-

larda ise normal boyutlu kazıların yapılmasını mümkün kılan, yeni bir teknik anlatılmıştır. "Rib in Roc" olarak bilinen bu metod, Sundval-Tm WP sistem AP tarafından, İsveç Ulusal Teknik Geliştirme Komisyonu (STU)'nun da desteğiyle geliştirilmiştir.



ŞeMİ 1 i Rib in Boo yönteminin izometrit görünüşü  
m) Beton kaburgalar

(•) Ground Engineering, January 1078, Vol. n, No: 1

Şekil Tele diagram! gösterilen, "Rib in Roc" metoduna göre, büyük genişlikteki yeraltı açıklıkları, betonarme iksalar ve kaya bulonlarını, kam yapılmadan önce kazı yapılacak yerin etrafına yerleştirilerek yapılır, Bu metodun ana özellikleri şunlardır:

1) Herhangi bir delme ve patlatma çalışmasına başlamadan önce, planlanan kaanın etrafında çeşitli kuyular ve kaburga şeklinde tüneller açılır.

2) Kaya kütesinin karakteri ve şartları, bu kaburgalarda v© kuyularda yapılan jeolojik incelemelerden sonra değerlendirilir.

8) Bu bilgi, daha sonra, kaya açıklığının optimum dizaynı için çok yararlıdır.

4) Ana kazıya başlamadan önce, kazı etrafında önceden açılmış bulunan kuyuların ve iksaların etrafındaki kayalar, kaya bulonlarıyla kaa zonunun içine ve dışına doğru yönelik olarak bulonlanır ve injekte edilir (Sakil 2).

5) Kaburga kuyuları kuvvetlileştirilmiş beton ile doldurulur.

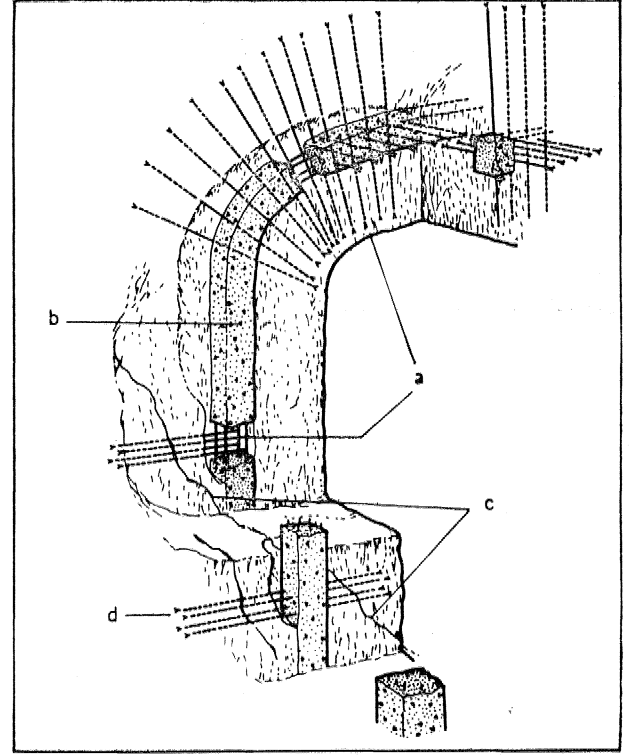
Böylece, bu teknik, kaburga benzeri beton bir kemer yapının kaya bulonlarıyla kaya kütesine bağlanmasıyla kuvvetlileştirilmiş bir yapı oluşturur. Destekleme işlemleri tamamlanmadan da yeraltı açıklığının kazılmasına başlanmaz,

## ALT AŞTILIMALAR

Lulea Üniversitesinden Prof, Dr. Ove Stephanson, Chalmers Teknik Enstitüsünden Prof. Dr. Bengt Akesson ve Dr, Ing, E\* Bergman üe beraber, Rib in Roc metodunun teorik araştırmaını ve model deneyini gerçekleştirdiler. Bu çalışmalarının sonuçları Rockstore TT'de sunulan İM bildiri de açıklandı.

Prof, Akesson katkısında, bu metodu açıklamak için şekil 3,4 ve 5 kullandı. İstenen yeraltı kazısının yeri normal jeolojik araştırmalarla saptandıktan sonra, kazı yeri bxh kesitli ve d aralıklı çeşitli kaburga tünelleriyle çevrenir, Kaya, bu tünellerden araştırılır ve kayanın mineralojik karakteri, primer basınç gerilmesi ve pozisyonu, eklemlerin yönü ve Özellikleri, fissurler ve faylar, boşluk suyu basıncı, yeraltı suyu sızıntısı ve permeabilitesi v.b. tesbit olunur\*

Gerekli, bulonlama ve enjeksiyon, kaburga tünellerinden Örselenmemiş kayaya doğru, ilerde kamın etrafında manto oluşturacak zonu kuvvetlendirmek için yapılır (Şekü 4)•. Gerekir-



Şekil % % Kaburga tünellerinden yerleştirilen kaya bulonları ile beton kaburgaları birine bağlar

a) Kaya bulonları

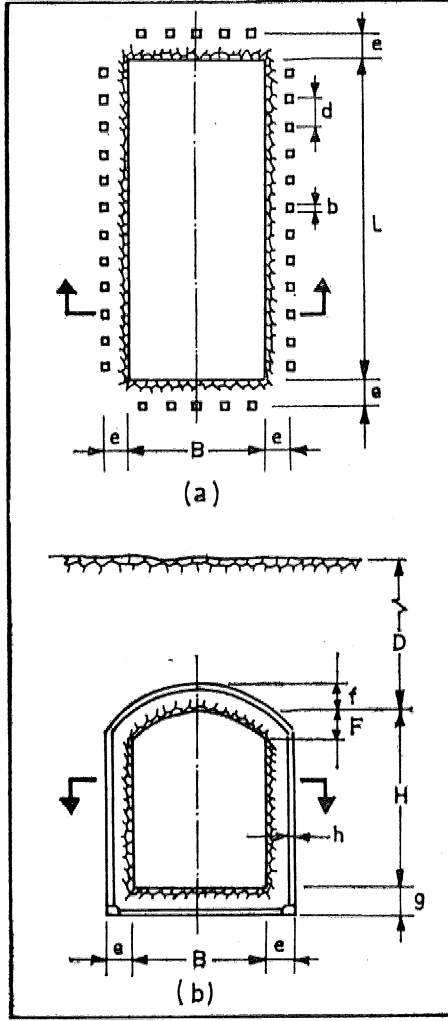
b) Kuvvetlileştirilmiş beton kaburga

c) Fay wmxL

ü) ApkWc duvarında kaymayı önlemek için özel bulonluuna

se, bulonlar (kablolar) tünel duvanına önceden gerilir ve her kablonun sonundaki özel uç daha sonra kuvvetlileştirilmiş beton kaburgalara bağlanır, Bulon yükleri kaburgalar tarafından düzenli bir şekilde dağıtıldığı gibi, aynı mamanda kaburgalardaki çelik desteklerle de doğrudan taşınabilirler (örneğin Şekil 4'deki kasanın tavanında olduğu gibi)\* Bulonların (kabloların) boyut ve aralıkları geleneksel yöntemler uygulanarak elde edilirler.

İç kısımdaki bulonlar, kaya mantosunun iç kısmını kuvvetlileştirilmiş beton kaburgalara bağlarlar. Kuvvetlileştirilmiş beton kaburgalar sağlam olarak kaldığı müddetçe, hiçbir kayaya hacmi duvarlardan dışarı akıp gidemez veya tavandan düşemez ve tabanda kabarma meydana gelmez (daha sonra kaza yapıldığı zaman) • En içteki kaya tabakası, patlatmalardan dolayı serbest hale gelebilir, Bu inceleme yapmayı ve desteklemeyi gerektirir (bulonlama püskürtme beton v.b.).



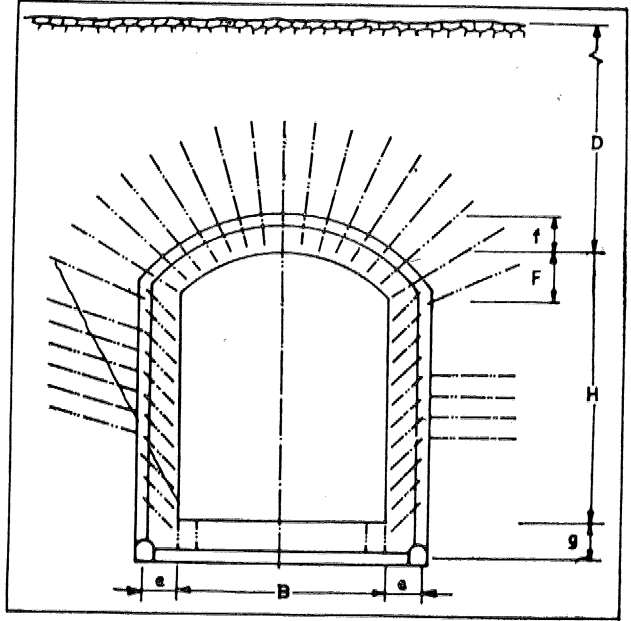
**Şekil 3 :** Genişliği B olan ve etrafı (d) aralıklı kaburgalarla çevrili olan yeraltı açıklığının (a) planı (b) dikey kesitini göstermektedir. Tipik ölçümler:  $B=50$  m,  $d=12$  m,  $e=f=g=8$  m, ve  $b \times h=2,5 \times 3,0$  m.  $Ph=0$  durumu için  $F=15$  ve  $D=B$  olarak önerilmiştir.

## EEMEBLENİCE

Prof, Akesson büdirisinde kazı tavanın üstündeki kısımda, başlangıçta sikiimamif ve serbest kaya içersinde, oldukça küçük yatay primer basınç gerilmesinin oluşacağını belirtir (Şekil 5), Tavanın içeri doğru radyal hareketinden dolayı, zamanla kendi kendini destekleyen statik bir tavan açıklığı oluşturur. Bu aynı zamanda da eğik tavan konturunu takiben tanjant basınç gerilmesinin oluşmasına sebep olur.

Daha sonra, tavadaki kaymanın gecikmeli olarak açılması, tavan kaburgaları ve bu

kaburgalardan dışarı doğru sürülmüş bulonlar ile oluşturulur (geku 4)\* Kablolara az miktarda önceden gerilmesi ve kabloların alt ve üst uç kısımları arasındaki kısımlarda çimentolama yapıyla istenilen sünümlülük kazanılır. Yazar şurasını vurgulamaktadır ki, kaburgalarla iHşMli dizayn ve destekler, Şekü 5 de gösterildiği gibi kaymakta olan büyük bloklara destek sağlamak için yapılmamıştır. Tavandaki yersel kayma Önlendiği ve doğal kemerlenme tasvir edildiği gibi güvenli olduğu (kuvvetleştirildiği) zaman, Prof, Akesson 50 m ve daha fazla genişlikteki kazıların yapılmaması için hiçbir neden görmemektedir. Şurası savunulmaktadır ki, herhangi bir açıklığın etrafındaki son basınç gerilmesi, yapının boyutuna değil onun şekline bağlıdır (D/B oram Şekil 3 ve 4'de olduğu gibi sabit tutulduğu müddetçe).



**Şekil 4 :** Kaburga tünellerinden içeri ve dışarı dofru bulonlamu ve enjeksiyon yapılır. Kaya kütle sinin sol tarafında tanman bir fay zonu özel bulonlama siddetini gerektirir.

## DUVAB DUEAYMLİĞİ

Şekil 4'ün sol tarafında gösterildiği gibi, kazının duvarındaki faylar boyunca olası büyük kaya kaymaları daha önceden gözlenir ve önlenir. Çok büyük tektonik primer basınç gerilmelerin oluşması mümkün olup ve aynı zamanda da literatürde rapor edilmiştir. Büyük bir primer basınç gerilme ( $Ph/Pv$ ) oram yatay çatlamaya ve kazının duvarındaki kaya kütle sinin ayrılmasına neden olur.

Bu, serbest kaya kütlelerinin kaburga tünellerinde, Örselenmemiş sağlam kayalara ankraj edilmesi Şekil 4Me gösterildiği gibi yapılabilir\* Dikey beton kaburgaları kazı duvarı içerisinde gekme desteklemesi olarak iş görürler ve zeminia büyük deformasyonu geçirmesi durumunda kaymaların meydana geüşünü önler (Depremlerin oluşturduğu gerilme gibi).

Prof, Akesson incelemiş olduğu Rib in Roc yöntemin avantajının aşağıdaki gibi olduğuna göstermiştir\*

Kayalar içerisinde çok büyük kamlar yapmak mümkündür.

Kazıların, boyut ve şekliHeri kaya kalitesine daha az bağımlıdır. Kaburga tünellerinden, kaya karakteri hakkında elde olunan yerinde bilgiler, açıklığın ilerlemiş ve kesin bir dizaym için çok değerlidir.

Açıklık etrafındaki kayamn kuwettlüeştirilmesi ve sıkıştırılması, ana kazıya başlamadan önce yapılır,

Çalışma yüzeyindeki güvenlik artırılır.

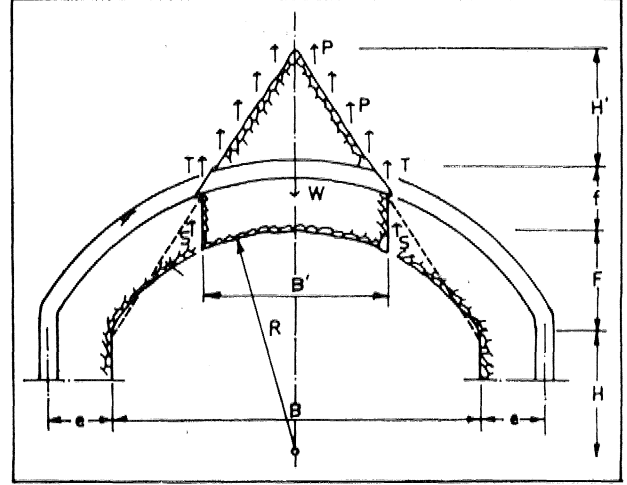
Bu araştırmaya paralel olarak, bu yöntemin uygulanabilirliği hususunda yapılan model deneylerinin sonuçları Prof. Ove Stephason tarafından açıklanmıştır.

Bu yazarlara göre elastisite teorisinin uygulanışı; gayet kaburgalar birbirlerine yakın yerleştirüMerse ve kesitlerinin alanları büyük ve yüksek rijiditeleri var ise, kan etrafındaki gerilme dağılımının oldukça değişikliğe uğramakta olduğunu göstermiştir. Rijit kaburgalar, açıklığın yüzeyindeki tanjant gerümesini ami\*tır.

## PLASTİK ZÖN

Açıklığın hemen etrafında kaya direncinin aşıldığı yerlerde plastik bir zon oluşur. Plastik zonun dayanıklılık kapasitesinin, alanı 2,5x3 m ve mesafesi 10 m olan kaburgalardan veya 2 m merkezli 32 mm şaph sistematik uygulanmış bulonlardan 10 kez daha kuvvetli olduğunu Yeni Avusturya tünel tekniğinde uygulanışı göstermiştir. Kaburga tünellerinden içeri doğru yerleştirilen bulonlar, kaburgalardaM kuvvetleştirilmiş betonla beraber, bu plastik zonu desteklemek için hareket eder, Kuvvetleştirilmiş plastik zon, radyal basınç gerilmelerini azaltır.

Kum ve algıdan yapılmış bulunan 50x50x10 cm boyutundaki modeller, laboratuvarda iki ek-



Şekil 6: Sıfır yatay prime? gerUmanta kabulü, yeraltı açıklısının taviinında başlangıçta genişliği B ve yükseldiği F+H kattır bir görsek kaya kütlelerinin oluşmasını sağlar, Tavanda komerleşme oluşaoakfulonlama P çekme, kaburgaların IP kesme ve kayıtımın mümkün B kayına kuvveti tavandaki kaya kütlelerinin düşmesini önleyecektir.

senli olarak yüklenmiştir, Çelik kaburgalar, algı, köpük ve kuvvetmeştirilrais beton, aşıklık etrafında değişik pozisyonlarda uygulanır» Yazarlar modellerdeki kaburgaların dayanıklılık kapasitesini tapdığını büdirmekteMer.

Fotoelasteite tekniği kullanarak 30 kadar jelatin model anaMı edümiştir, Ekl^a ve eklem sistemleri benzerliği yapılmış, kaburgalı ve ka\* burgasız olaxak gerilmeler ve deformasyonlar kayıt edilmiş, ve kaburgaların, eklemli modellere yerleştirilmesi;Şe, denenen modellerin toplamının % 75 den faMasımm gerilme ve def ormasyonunda azalmanın meydana geldiği ifade edümiştir.

Sonus olarak, Şok sayıda kaburgayı, onların Şekl ve kuvvete göre pozisyonunu, kaya kütlelerinin yapısını ve doğal gerilmesinin varlığını kabul ederek (bilerek), Rib in Roc yöntemi ile 50 m\*den daha genişlikte açıklıkların yeraltında kâMması imkanı doğmaktadır, Bulonlar, desteklenme kaburgalar v© kaya kütleleri, hep beraber açıklık etrafında desteklenmiş bir halka oluşturup, kaya kütlelerinin elastik veya plastik özdüklerine göre hareket ederler, Stephenson ve Stülborg büyük gençlikte bir açıklığın, Rib in Roc yöntemine göre kaalmadan önce, temel teorisi ve uygulaması hakkında daha fada araştırmaların yapılmasını önermektedirler.