

# Alüvyonda Bulamaç Hendeği (Slurry Trench) Yönetimiyle Sızdırmazlık Perdesi Yapımı ve Aslantaş Barajındaki Uygulaması

TALİP KARAOĞULLARINDAN *D.8.İ. Aslantaş Baraj Kontrol Amirliği, Adana*  
NURİ ÜZGÜŞEL *D.8.İ. Aslantaş Baraj Kontrol Amirliği, Adana*  
NAMIK AKOANBAŞ *B.B.İ. Aslantaş Baraj Kontrol Amirliği, Adana*

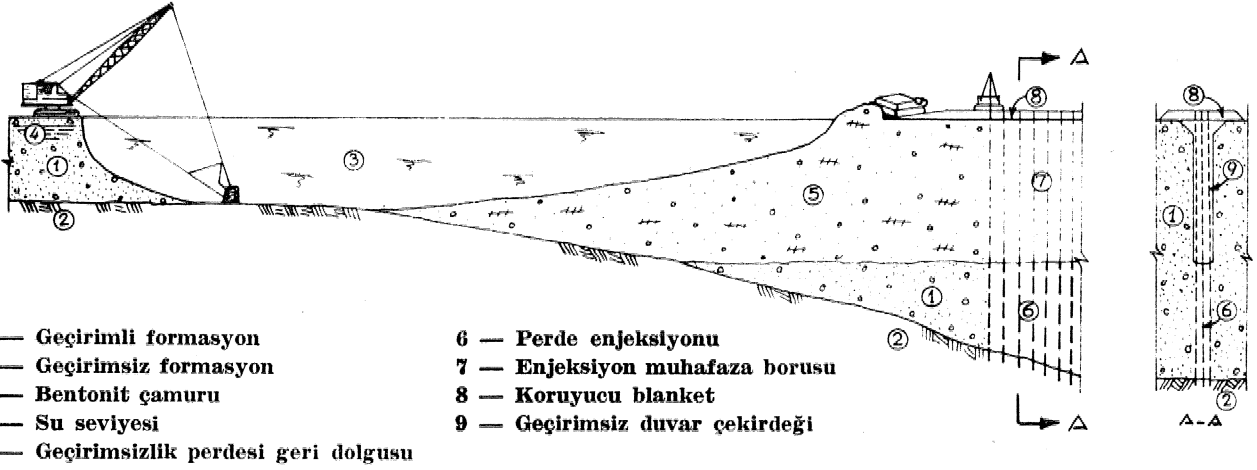
Baraj ve barajla ilgili yapılarda su sızıntılarının önlemek ve temel kazılarının kuruda yapılabilmesini sağlamak yapımın en füğ yönlerinden birisidir. Temeli derin olan alüvyon dolgu barajların güvenliği\* barajın altındaki sızıntının kontrolü veya aıaltılmasındaki kil çekirdek hendeğinin etkinliği ile direk bağıntılıdır. Temel alüvyonu sığ olduğu veya kurutma sorunlarının büyük olmadığı yerlerde genellikle sıkıştırılmış geçirimsiz malzemelerle (⇒Kil) geri dolgusu (tekrar dolgu) yapılan açık kazı şeklindeki pozitif bir çekirdek hendeği (Cut-Off) benimsenir.

Derin çekirdek hendeği gerektiren koşullarda (=Baraj gövdesinin oturacağı alüvyonu derin olması halinde) sıkıştırılmış çekirdek hendeği yöntemi oldukça pahalı veya olanaksızdır. Bu durumda, kazıyı açık tutacak bentonit çamuru kullanıp daha sonra çamur hendeğin içinde iken harmanlanmış toprakla doldurma işlemi ile çe-

kirdek hendeğinin yapımı ile başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Çekirdek hendeğinin (Cut-Off) yapımının bu yöntemine bulamaç hendeği (Slurry-Trench) yöntemi denir\*

Bulamaç hendeği yönteminin çalışabileceği Maksimum derinlikle ilgili olarak pratik kısıtlamaları olmasına karşın, bu yöntem enjeksiyonla birleştirilerek düşük maliyetle yeterli bir çekirdek hendeği elde edilmesini sağlar. İlk kullanımı 1952 yılında A.B.D. Kennewick şeddesinde kalıcı bir yapıda gerçekleştirilen ve kazdığı yeri harman edilmiş toprak yeniden dolduran bulamaç hendeği sızdırmazlık perdesi yöntemi herhangi bir bakım sorunu yaratmadan geçirimsiz bir set oluşturmuştur.

Bulamaç hendeği ve enjeksiyon yapılmış çekirdek hendeği ile ilgili inşaatın genel görünümü şekil 1 de gösterilmiştir. (A.B.D, de kullanılan yöntem.)



Şekil 11 Perde enjeksiyonu ile geçirimsizlik duvarı çekirdeği yapımı\*

Âslantaş Barajındaki uygulamada bentonit çamuru ile geri dolgu denen malzeme aynı anda kullanılmaktadır.

Yazıda anlatılan ilk bölüm A.B.D. sistemi olup Aslantaş'daki uygulama ise Fransız Solethane firmasının kendine özgü yöntemidir. Burada mümkün olduğu kadar somut gözlemler sonucu elde edilen bilgiler yazıya aktarılmıştır.

#### BULAMAÇ HENDEĞİ SIZDIEMAZLIK FERDESİ YÖNTEMİNİN ÖZÜ

Bu yöntemle çekirdek hendeği yapımı, dik kenarlı hendek kazıp bunu bentonit çamuru ile destekledikten sonra, hendeğin seçme toprak geredyeye (kum, silt ve çimento olabilir) harmanlanması ve yeniden doldurulmasından oluşur. Kazılan malzeme hendekten dışarı atıldıkça bentonit çamuru verilir. (Kazılan hendek sürekli bentonit çamuru ile dolu duracak şekilde olmalıdır.) Sudan azıcık daha ağır olan bu çamur hendek duvarlarına yeterli basınç vererek dik durmalarını sağlar. Yeterli uzunlukta hendek kazıldıktan sonra geri dolgu (tekrar dolgu) işlemi başlar. Geri dolgu malzemesi ile birleştirilen bentonit çamuru geçirimsizliği azaltır. Aynı zamanda ince ve iri geri dolgu malzemesinin harmanlanmasına yardım eder ve geri dolgunun çökme koşullarını geliştirir»

#### BULAMAÇ HENDEĞİ YÖNTEMİYLE YAPILAN ÇEKİRDEK HENDEĞİNİN PROTOTİPİ

Dolgu barajlarında bulamaç hendeği perdesi çekirdek hendeğinin normal olarak altına yer-

leştirilir, veya memba şeddesi boyunca bir palye yada örtü altındaki bir lokasyonla sınırlandırılabilir.

En ekonomik lokasyon, baraj kesiti, temel koşullarına yapım sırasına ve yapım tekniğine bağlıdır,

Merkezi lokasyonun avantajlarından bir tanesi teknik yönden olup sızdırmazlık perde duvarının üst kısmı ile çekirdek arasındaki dokanakta daha yüksek basınçlar oluşacak dolayısıyla olası su kaçaklarına karşı dokanak boyunca koruyuculuk görevi yapacaktır.

Bir memba lokasyonun teknik avantajları şunlardır:

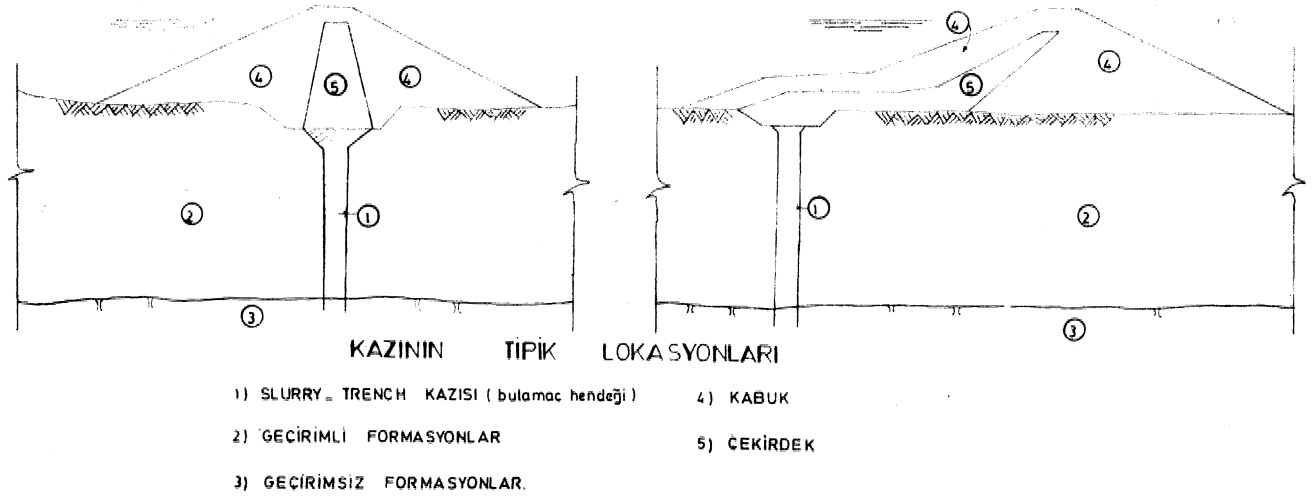
— Eğer rezervuar düzeyi indirilebilirse göl alanı ileriki işlemler için hazır duruma gelir.

— Memba kil çekirdek hendeği aşamalı inşaatı kolaylaştırır.

— Ana lemin çalışmaları ile eş zamanda enjeksiyon yapılmasını sağlar, Sızdırmazlık perdesi, tipik kazı lokasyonu şekil 2 de gösterilmiştir.

a) Çekirdek hendeğinin (out-off) genişliği: Çekirdek hendeklerinin çoğunun amacı su sızıntısını önlemektir; ya toplam sızıntı miktarını azaltmak veya yeterli ısı kaybına neden olarak burulanma olayına karşı temeli korumaktır. Çekirdek hendeğinin projedeki genişliği, çekirdek hendeği, geri dolgu gerecinin seviyeleri ve bitişik temel gereçleri üzerindeki yükün bir fonksiyonudur,

Kolombiya Nehri üzerindeki Wanapum Barajının çekirdek hendeği için geri dolgu malzemesinin seviyeleri ve bitişik temel malzemesi üzerinde Laboratuvar deneyleri yapılmış ve so-



Şekü 2: Kazının tipik lokasyonları,

nuçta bulamaç ile inşa edilen çekirdek hendeklerin geçirimsizlik kat sayısı  $10^{-6}$  ile  $10^{-8}$  cm/sn arasında değişmiştir\*

b) Çekirdek hendeğinin kesinliği: Geçirimli ion ana kayaya kadar uzandığında çekirdek hendeği normal olarak ana kayaya kadar ulaşmalıdır. Lokal olarak derin zonlarda, enjeksi-

yon yapılmış bir çekirdek hendeği sızdırmazlık perdesi ile birleştirilerek limit derinliklerden daha derine ekonomik bir çekirdek hendeği yapılabilir.

Çeşitli projelerdeki maksimum yük ile çekirdek hendeği genişliği ve derinliği ile ilgili Örnekler tablo Tde verilmiştir.

Proje Adı	Temel Malzemesi	Hendek önelglifi	Maksimum Su Yıtkıtı	Düşünceler
Kennewick Şeddesi Me, Nary Baraj Projesi. Kolombiya Nehri Washington ABD	Açık çakıl zonlu kumlu veya siltli çakıllar $k = 0,4$ em/sn.	1,89 m, ana çekirdek	4,92 m.	1952 de inşa edildi. Maksimum derinlik 7 m,
Wanapuñ Barajı	Çakıllı ve çakıl kum	3,28 m, ana çekirdek	27,8 m.	inşaat öncesi deney hendeği.
Kolombiya Nehri Washington ABD	karilımı $k = 1$ cm/sn.	ana çekirdek		Pompalanan lab, boru«lanma deneyi hendeğinin altının enjeksiyonu. İnşaat 1959-62 arası maksimum derinlik 58
Mangla kapatma Barajı B. PAKİSTAN	iri çakıllı, kumlu çakıl ince çakıl, iri kum	3,28 m, ana çekirdek	72,4 m,	1984 de yapılmıştır, Maksimum derinlik 7 m,
Duncan Göl Barajı Duncan Nehri KANADA	Silt-ince siltli kum zonu üzerindeki kum ve çakıl $k =$ (yüzey zonu) * 1 cm/sn,	3,25 m, memba şeddesinde	32 m.	1967-68'da yapılmıştır, Maksimum derinlik 18 m,
Wells Barajı Kolombiya Nehri Washington ABD	Geçirimli çakıllar	2,52 m. ana çekirdek	21,3 m.	1964'de yapıldı. Maksimum derinlik 24 m,

(Jack C, Jones 1967)

Tablo ; 1 — Bulamaç hendeği yöntemi ile inşa edilmiş sızdırmazlık perdelerinin karşılaştırılması.

## HENDEĞİN TABANINDA YAPILAN İHJEMLEK

a) Ana kaya: Çekirdek hendeğinin ana kayaya ulaşması halinde, tekrar dolgu yapılmadan Önce hendek üe ana kaya arasındaki dokanakta sızıntıyı Önemek için ana kaya yüzeyindeki ceplerin, doğal çatlakların ve sonradan meydana gelen çatlakların içindeki geçirimi! malzeme temizlenmelidir. Geri dolgu ile ana kaya arasındaki dokanağm yeterliliğini denetlemek için geri dolguda muhafazalı kuyu açılmalı ve basınç deneyleri yapılmalıdır .Su kaybı fazla olduğunda, do kanak boyunca enjeksiyon yapılabilir,

b) Geçirimsiz tortu.- Sızdırmazlık perdesi geçirimsiz malzemelerin ana tortusunda çalıştığı zaman dokanaktan tam emin olabilecek derinlikte kazı yapılacaktır,

## HENDEK TAVANINDA YAPILAN İFLEMİJEÛR

Açılacak bulamaç hendeğinin üst genişliği (Flare) yapılan barajın temel koşullarına, baraj eksenine göre, hendeğin lokasyonuna ve geri dolgu malzemelerinin sıkıştırılma miktarına bağlıdır,

a) Eğer kil çekirdek memba topuğu yakı nma yerleştirilmişse ve geri dolgu malzemesinin sıkıştırılabilme oranı temeidekine benzer yada ondan a^ise sadece küçük bir genişleme veya bu genişleme çekirdeğin mansap kısmıyla sınırlan dırılır.

b) Sızdırmazlık perdesi hendeği baraj ek senine yakın bir yere yerleştirilirse veya tekrar dolgu malzemesi temel malzemesinden daha sıkıştırılmış bir durumda ise daha geniş bir genişleme yapılır.

Büyük genişlemelerde sızdırmazlık perdesi ile barajın geçirimsiz dolgusu arasındaki geçiş, bulamaç ile karıştırılmış geçirimsiz dolgusundan oluşan pekişmiş bir malzeme ile sağlanabilir. Geçiş sızdırmazlık perdesi geri dolgusu yüzeyi ile Y.A.S. üzerinden genişlemenin en üst kısmma dek uzanır,

## BULAMAÇ VE ÜmMAJXJUî

a) Bentonit Şamuru: Çekirdeği inşa et mede kullanılan bentonit çamuru 1/14 oranında doğal sodyum bentonit ve suyun kariftırılması ile elde edilir. (71,8 gr. bentonit /I İt su)

Bu bentonit parçacıklarının tam erimesini gerçekleştirene dek su ile birlikte karıştırılır.

Çamur özelliği petrol sondajlarında kullanılan sondaj çamurunun özelliklerine benzemektedir,

b) Kullanılan mal/emenin dene timi:

1) Yoğunluk; Bentonit çamurunun yoğunluğu, düşük olursa hendek duvarları göçebilir.

İstenilenden yüksek olursa kazı yapan dragline kovanı çamurda yüzebilir ve kazı yapamaz, Aynı zamanda yüksek yoğunluk geri dolgu malzemesinin ayrışmasına neden olur.

Yoğunluk 1.44 • 140 gr/cm<sup>3</sup> arasında olmalıdır.

2 — Viskozite ve jel mukavemeti,

3 — İnee malzemenin kazı gonucu dışarı atıldığından emin olmak için kum muhtevasını denetlemek gerekir.

4— Bentonit çamuru üst düzeyi iş durduğunda Y.Å.5. düzeyinin, üstünde olacak şekilde ayarlanması gerekir,

5 — Sert suyun bulunduğu bölgelerde;

— Kalsiyum iyonu: 1000 ppm'i geçtiği zaman katkı malzemesine bentonit (=1222 gr/lt şerbet) veya soda külü eklemek gerekir,

— Kalsiyum iyonu 500-1000 ppm arasında ise normal işlemler uygulanır.

— Suyun içindeki klorit iyonları 3000 ppml geçene dek bentonit çamuru etkilenmez,

8 — Sızdırmazlık perdesi yapımı tuzlu suda yapılırsa bentonit yerine Zeogel ticarî ismi altında satılan lifli kil minerali olan Attapulгите kullanılır.

## ÖEEt DOLGUNUN Kİ LEŞİ M İ VE Ö

Geri dolgu genellikle kazı sonucu artırılabilen malzemedan oluşur. Uygun bir geçirimsizliği sağlamak için geri dolgu karışımında iri malzemelerin boşluklarını doldurmak üzere yeterli ince malzeme kullanılmalıdır,

Bentonit ile beraber p? 10-26 arasında ince malzeme yeterli olmaktadır.

Geri dolgu için tavsiye edilen derecelenme limitleri:

Elek Çapı (AJB.B, Standurtı)	Ağırlık Olarak geçen %
3"	S0—100
a/4"	40—100
No 4	30—70
No 30	20—50
No 200	10—25

Pratik olarak derecelenme ve filtre ölççeğinde olması istenir\*

Kohezyon olmadığı için süt, kazılan geçirimli malzemeye ince malzeme olarak katılmüBi tercih edilir,

Büyük çakü s% sini içeren malzemelerde konsolidasyon az olmaktadır, ince kum ve siltli kum kullanılırsa konaolidasyon daha büyük olur.

## PERDE

### ASLANTAŞ BARAJINDAKİ UYGULANMASI

Aslantaş Barajı VB KES, İnşaat süresi içerisinde kazının kuruda yapılabilmesi veya YAS etkisinin minumum düzeye indirilmesi amacıyla memba ve mansap batardoları çevirme tünelleri çıkış yapıları önü, santral binası çevresinde ve dolusavak düşüm havuzunda sızdırmadık perdesi yapılacaktır.

Memba ve mansap batardo dolgularında kil çekirdeğinin ana kayaya bağlanması ve barajın oturacağı ana çekirdek kazısının kuruda yapılabilmesi ilkesinden gidilerek alüvyon enjeksiyonu yerine sızdırmazlık perdesi yapımı daha uygun görülmüştür, Batardo altlarında perdenin yapı» İacağı alüvyonun derinliği 20-25 m\* arasında değişmektedir. Genellikle kötü tabakalaşmış yüzeyde 3-İ m, kalınlığında silt ve ince kum düveyi içerir. Derinlere gidildikçe iri taşlı sütü kum-çakıl vardır. Pompa deneyi sonuçlarına göre geçirimsizlik katsayısı  $K=2.10^{TM^2}cm/sn$  dir,

Aslantaş barajında uygulanmakta olan bulamaç hendeği yöntemiyle sızdırmazhk perde yapımı Fransız Soletanche Firması tarafından yapılmaktadır.

#### Yöntemin örfi

Düşey ve 90 cm. gençliğinde hendak kazıp sürekli bulamaç ile dolu kalacak şekilde kam yapılır. Bu yöntemle geri dolgu yerine çimento, bentonit çamuru üe beraber aynı anda kullanılmaktadır. Karışıma 1 kg da toz şeker katılmadır, Hendek her zaman bulamaç ile dolu duracak tekilde ayarlanır. Kazı bitiminde bulamacın prizlenme süresi 5-7 gün arasında değişmektedir. Bu yöntemle (Kelly-Grab makinası ile) inşaatı bitmiş ve daha sonraları bazı nedenlerden etkilenmiş su kaçağı olan barajlarda sızdırmazhk perdesi yapılarak su kaçakları minumum düzeye indirilmiştir. Örneğin - İngiltere'de Balder-

head Barajındaki 50 İt/sn lik su kaçağı işlem sonucu 6 İt/sn, ye düşürülmüştür, Yine aynı şekilde Meksika'da Nexapa Barajındaki 24 İt/sn lik su kaçağı 10.5 İt/sn, gibi bir değere indiril, mistir,

Aslantaş Barajında bulamaç hendeği yöntemiyle sızdırmazlık perdesinin uygulandığı alanlar\*

Memba batardosu eksen	: 4500 m*
Mansap batardosu eksen	: 2T50
Çevirme tünelleri çıkış yapısı önü	: 2050 "
Santral binası çevresinde	: 2275 "
Dolusavak düşüm havuzunda	: 9000 "
Toplam alan: 20515 mβ	

Perde yapımı projelendirmesi baraj inşaatına uygun olarak ayarlanmış olup uygulanış sırası:

- 1 — Çevirme tünelleri çıkışı
- 2 — Santral binası çevresi
- 3 — Memba batardosu eksen sol yakası
- 4 — Dolusavak düşüm havuzu
- 5 — Memba batardosu eksen sağ yakası
- 6 — Mansap batardosu ekaenî

şeklinde dir.

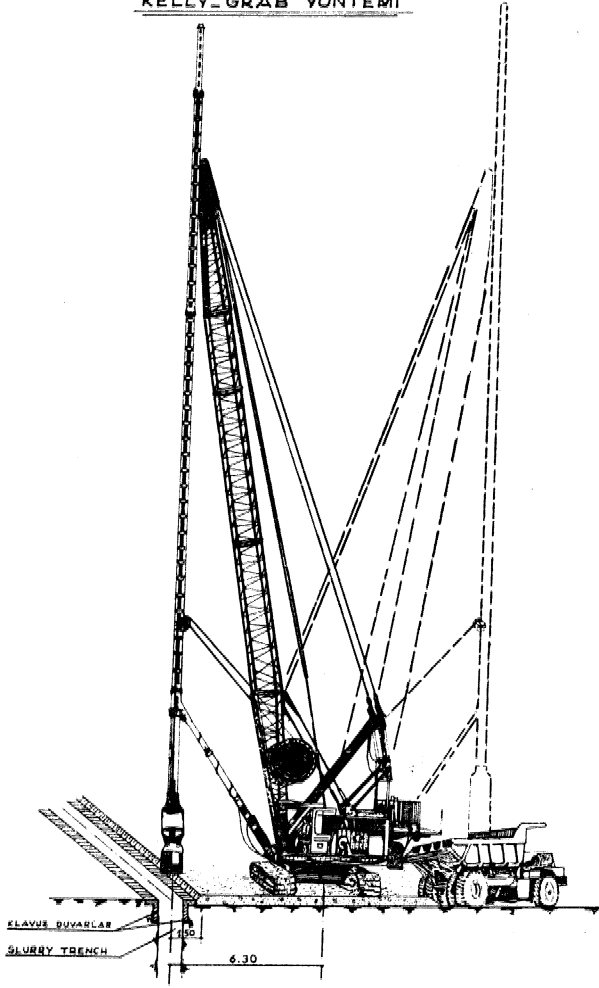
Aslantaş Barajında bulamaç hendeği yöntemiyle yapılan sızdırmazlık perdesi yapımı için kullanılan araç ve gereçler: (Şekil 3)

Araçlar:	
Çimento silosu	: 125 ton kapasiteli
Karıştırıcı kazan / mikser	: 15-İ8 ms/saat
Dinlendirme havuzu	: 100 ton
Basmç pompası	: 35-40 mVsaat
Kazıcı makina ve bağlfi	: 32 m. derine kazı yapılabilir.
(Pinguelly ve Kelly)	
Kazıcı uç	: 0.90x2,20 m. kazı yapılabilir*

#### Bulamacın özelliği:

- a) Kânımı oranları Ağırılık esasına göre  
Bentonit çamuru : %95 BU  
İ%5 bentonit  
Bulamaç (Slurry) : %64 bentonit çamuru  
%20 çimento  
!%İ8 SU  
İ kg toz feker
- b) özellikleri:  
Viskozite : Bentonit çamuru : 32"\*36"  
Bulamaç : S3"-55"  
Yoğunluğu : 1.25 gr/cm3  
Çökme süresi : 7 saat sonunda %2  
Basmç dayanımı : İ 28 gün sonunda 3,4-4 kg/emi<sup>2</sup>

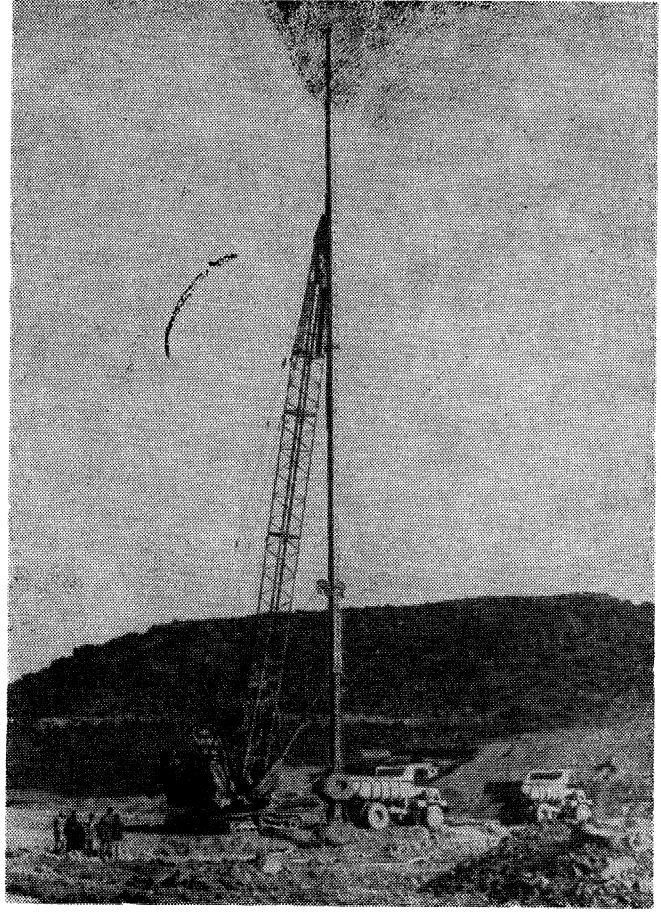
SLURRY-TRENCH İÇİN  
KELLY-GRAB YÖNTEMİ



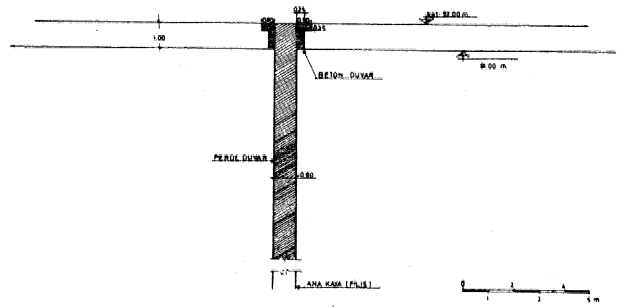
Şekil 3: Slurry - Trench için Kelly-Grab yöntemi.

Kıdamaç hendeği sızdırma/İlk perdesinin yapımı

Sızdırmazlık perdesinin yapılacağı bölümde kolay çalışmayı sağlamak için 1 m. yükseğe kadar genişgüzel dolgu ile makinanın üzerinde gidilebileceği bir platform yapılır. Ayrıca kazıda makinanın güzergâh üzerinden kaymaması ve kulesinin düşey durması için yönlendirici beton duvarlar inşaa edilir (Şekil: 4). Makinanın kazıcı ucu (00x220 cm) güzergâh boyunca ilk panoyu yukarıdan aşağı doğru kazar. Kazı işlemi sırasında devamlı olarak bulamaç kazılan çukura pompalanır ve kazı sürekli bulamaç içerisinde yapılır. Alüvyondaki kazının derinliği, ana kayaya 1-2 m. girinceye kadar devam eder. 1. pano kazıldıktan sonra 90 em bırakılarak 3. pa-

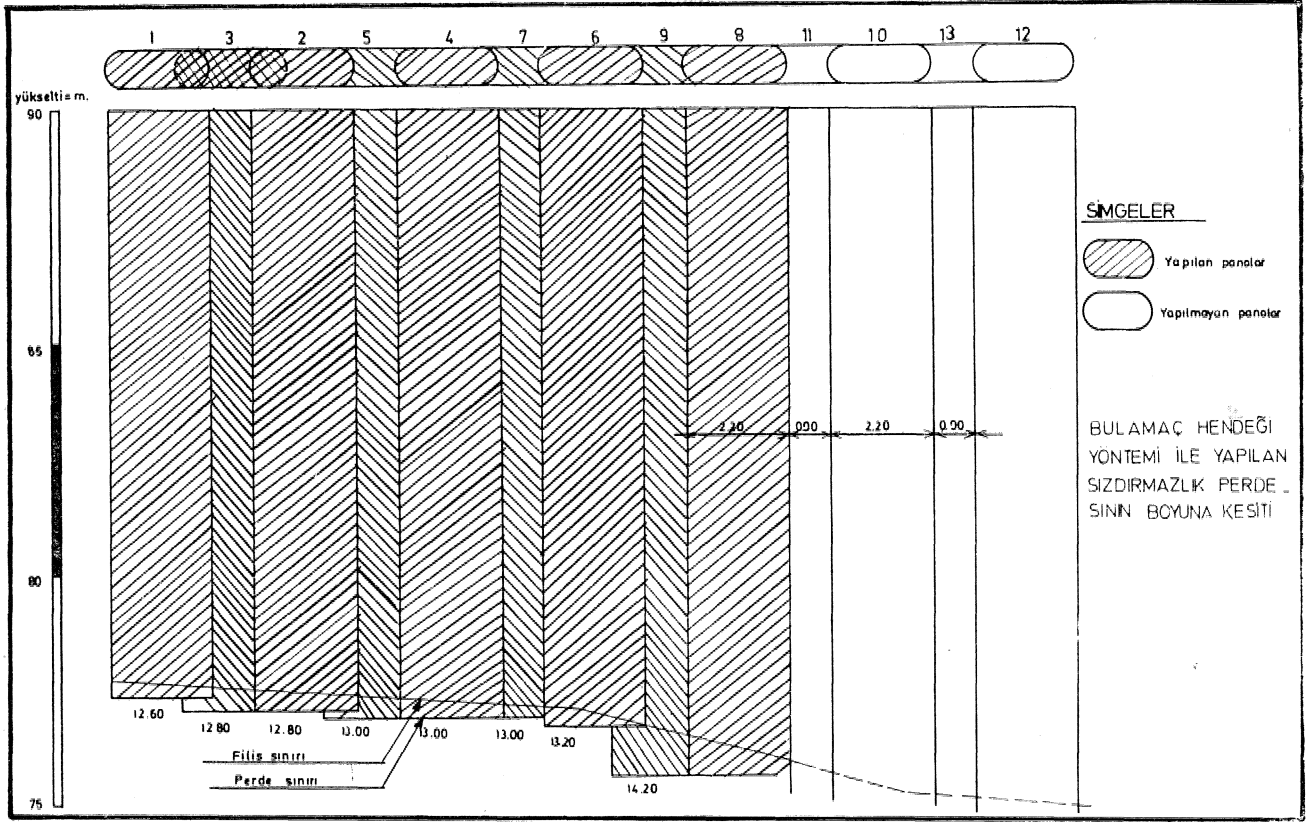


Resim: Aslantaş barajı memba batardosunda sızdırmazlık perdesinin yapılışı.



Şekil 4 1 Bulamaç hendeği yöntemi ile yapılan sızdırmazlık perdesinin enine kesiti

nonun kazılmasına geçilir (Şekil: 5). 3. pano kazıldıktan sonra 2\* panonun kazılmasına geçilir ve işlem sırasıyla tamamlanır (Ara panonun 0,90 m\* oluşu nedeni, alüvyonun içerisindeki iri



Şekil 5: Bulamaç hendeği yöntemi ile yapılan sızdırmazlık perdesinin boyuna kesiti.

parçalardır, Eto fazla 1.10 m. olması gerekirken, 2. pano aracında oluşmasını,

işlemdeki Öncelik kazının bulamaç içerisinde yapılması ve dolayısıyla sızdırmazlık perdesinin yapımının birlikte yürütülmesidir. Kamçı makina alüvyon kazısı yaparken bulamaç da kazı yapılan yere pompalanmaktadır. Bulamacın yoğunluğu ve viskozitesi kazı sırasında perde duvarından olabilecek yıkıntıyı ve yer altı suyundan basıncı önleyecek şekildedir.

Ana kayaya 1-2 m. kadar girilmesi, alüvyonda sızacak suyun ana kayaya (filişe) etkisini önleyecektir, Bulamacın katılma (piriz yapılı süresi toz şeker konarak geciktirilmektedir. İşlem sırasında çeşitli nedenlerle bir gecikme veya kazıcı makina arıza yaptığında bulamacın hemen katılması önlenmiş olacaktır.

Sızdırmazlık perdesinin denetimi

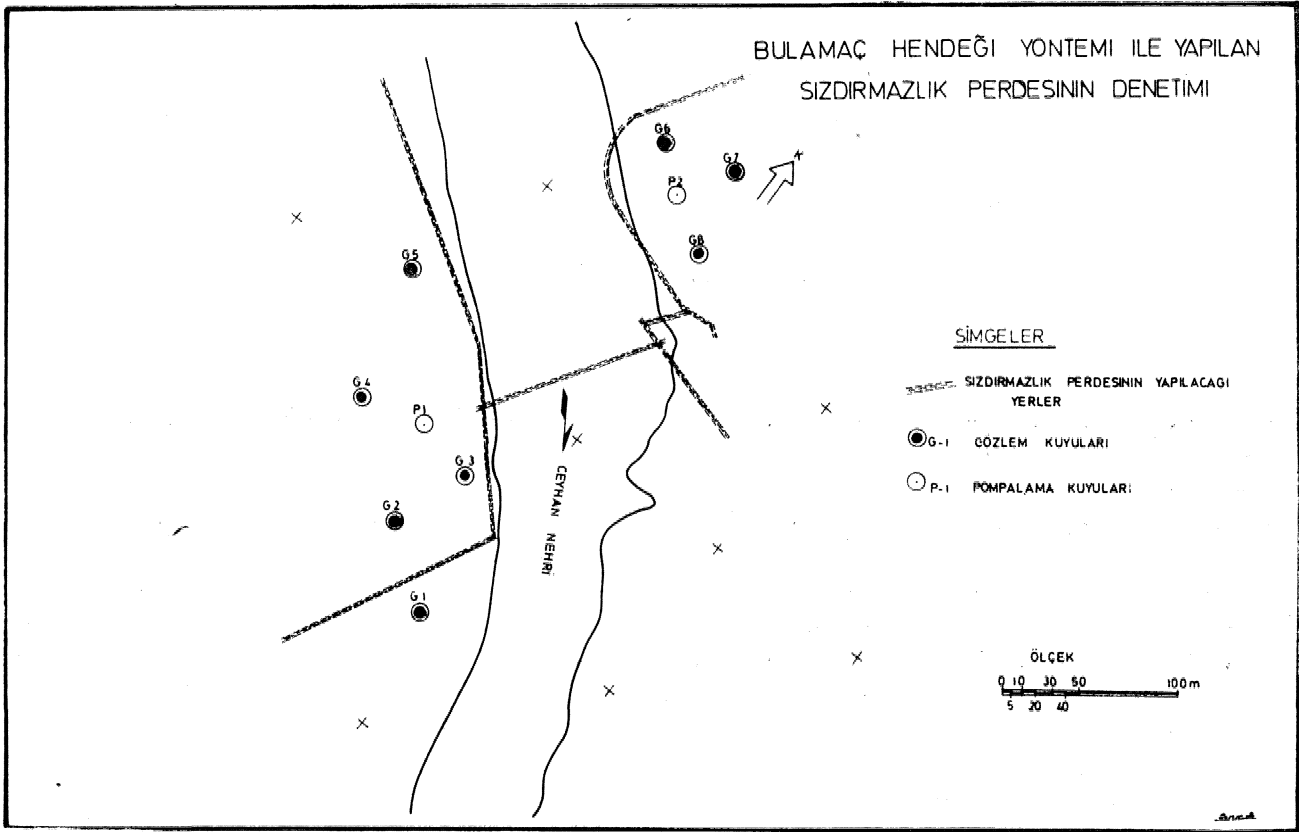
Bulamaç hendeği ile oluşturulan perdenin sızdırmazlığını öğrenmek için şu yöntem uygulanır: Perdenin arkasına gözlem ve pompaj kuyuları açılır (Şekil\* 6), Kuyuların derinlikleri

alüvyonun sonuna kadardır. Pompaj kuyusundan yeraltı suyu pompalanır, ve gözlem kuyularından yeraltı su düzeyinin yükselişi de aynı şekilde kayıt edilir. Bu değerlerden perdenin sızan suyun debisini hesaplamak mümkündür. Bu şekilde perdenin geçirimi olup olmadığı denetlenmiş olur, Sızdırmazlık perdesini yapan yetkililer başarının [%100 olduğunu söylemektedirler.

Süre ve Parasal yön

Bulamaç hendeği sızdırmazlık perdesi yapımında normal ilerleme hızı 5 m/Vsaat'tir. AB-lantaş Barajındaki uygulamada:

- Memba batardosu sol yakada 1 aylık çalışmanın ortalaması 5 m/Vsaat,
- Dolusavak dinlendirme havuzunda 20 günlük ortalama hız 3 m/Vsaat olmuştur,
- Memba batardosu sol yakada toplam 1520 m<sup>2</sup> yapılmış ve 141.60 ton bentonit ile 820\*45 ton çimento kullanılmıştır.
- Dolusavak düşüm havuzunda 20 günde (2 vardiya) makina 336 saat çalışmış 144 saat çeşitli arızalar nedeniyle çalışmamıştır.



**Şekil 6: Bulamaç hendeci yöntemi ile yapılan sızdırmazlık perdesinin denetimi.**

Toplam 1517 m<sup>2</sup> iik alan içinde 2118 m<sup>3</sup> karışım (bunun içinde 500 ton çimento» 89 ton bentonit, 1500 kg şeker) kullanılmıştır, Ortalama olarak 3 mVsaat ilerleme yapılmıştır.

Personel olarak: 2 vardiya içinde 30 kişi çalışmaktadır.

1 m<sup>8</sup> alanın yapımı için 1,5 - 2 m<sup>s</sup> bulamaç harcanmaktadır\* Parasal değeri malzeme ve işlemin yapılması dahil 1800-2000 TL./m<sup>s</sup> dir (Bizim somut gözlemlerimize dayanarak elde edilen sonuç)

#### SONUÇ

Ülkemizde ve diğer ülkelerde zaman yönünden büyük avantajlı olan bulamaç hendeci yön-

temi ile sızdırmazlık perdesi yapım çalışmaları devam etmektedir.

Bu yöntem ilk kez 1052 yılında uygulanmış ülkemizde ise ilk kez Aslantaş Barajında uygulanmaktadır.

Resin sonuçları kazıya geçümce denetlenebilecektir\* Süre ve parasal yönden diğer yöntemlere (düşey kazıklar, kesişen kazıklar, alüvyon enjeksiyonu v,b\*) göre daha kısa sürede yapılabilmekte ve daha ucuza mal olmakta ve emniyetli görülmektedir.

#### KATGI UEIJRTME

Çevirilerde Jeoloji Mühendisi Hasan Özasan yardımcı olmuştur.

#### YABABLANILAN KAYNAKLAR

Aşçıöflu, E, ve Karaofullarından, T. 1977 Aslantaş Barajının Mühendislik jeolojisi ve alüvyonda bulamaç hendeci yöntemiyle sızdırmazlık perdesi yapımı. Yeryuvarı ve İhsan-TJ.K. Yayım Cilt: 2 sayı: i» Ankara.

Jones, J, C, 1967, Deep Cut-offs İmpervious, Alluvium, Combining Slurry Trenches and Grouting. DC, Büyük Barajlar Kongresi - İstanbul, Earth Dams - Remedial Works, 1973» International Congress on large Dams-Madrid, Sole tanche,