

Çubuk II Barajı İnşaatı Gezisi

İlk gidişimizde (26 Eylül 1962 Çarşamba) Teknik Kongre vesilesiyle Ankara'da bulunan hocamız Ord. Prof. Hamdi Peynircioğlu ile beraber (İ.T.Ü.) den Dr. Müh. Ergün Toğrol ve Ankara Belediyesi Sular İdaresinden de Dr C. Serruya buluyorlardı.

Ankara'nın mevsim değişimleri ne rastlayan yağışlı bir gündü. Baraj inşaatından Y. Müh. Şaban Canakın bize projenin gayesi, esasları ve geçirdiği değişiklikler ile son şekli hakkında etraflı bilgi verdi. Birlikte şantiyeyi gezdik. Temel ve çekirdek hendeği kazısı ve yamaç şev, sıyırma işleri bitmek üzereydi. Sondaj işleri son safhada bulunuyordu. Derivasyon

Yazarlar :
Y. Müh. Galip AKNİL (DSİ)
Y. Müh. Hüsameddin GÜZ (ODTÜ)

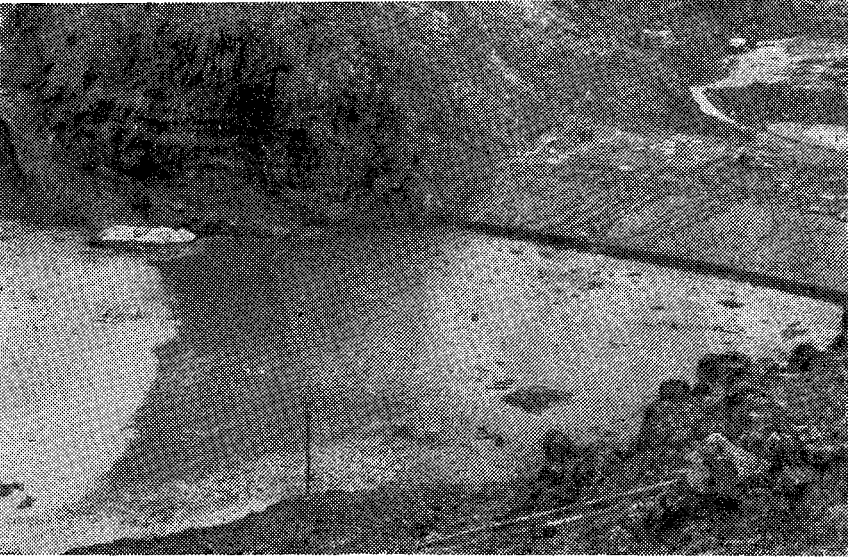
○

halde buralarda etraf karla kaplıydı. Muntazam meydana, hareketli pazarı ile Çubuk İlçesini geçtikten sonra yolculuğumuz bir 7 km kadar daha bayağı bir kış manzarası içinde geçti. O tarihte Baraj dolgusu takriben 1060 kotu civarında bulunuyordu. Dönüşte Çubuk Ovasında evapotranspirasyonun miktarını ölçmek için Ankara Belediyesi Sular İdaresinin tesis etmiş olduğu iki lizimetre istasyonundan yola yakın olanını tetkik ettik. Aşağıdaki satırlarda, Y: Müh. Şaban Canakın'dan şantiye gezilerinin

dır. Barajın bulunduğu yer ve civarındaki araziye volkanik faaliyetlerle meydana gelmiş sahralar teşkil etmektedir. Lav akıntılarıyla andezit (riolit) kütleşi ve daha sonra aglomera tabakası meydana gelmiş ve aynı olayın tekrarı ile münavebeli bir tabakalaşma ortaya çıkmıştır (Şekil I. Jeolojik Kesit). Baraj yerinde tabakalar genel bir dalım istikameti göstermemektedir. Fakat lav akıntılarının birbirinden uzun zaman aralıkları ile vukua gelmesi müteakip akıntıların aşınmış yüzeyler üzerinden değişik istikametlere yayılmış olması ve nihayet volkanik faaliyetten bu yana vuku bulan yüzey erozyon, tabakalar ile lav akıntıları arasında bir bağıntı kurulmasını güçleştirmektedir.

Arazi yüzü yer yer kalın yamaç molozu ile örtülüdür. Yamaç molozu, bazı noktalarda bağlayıcı maddesi dekompozisyona maruz kalmış aglomeraları andırmaktadır. Sağlam blokların etrafını saran siltli, kumlu malzeme zemin yüzünde iyi konsolide olmamış durumda olup kolayca ve bol miktarda su emdikten sonra kohezivitesini tamamen kaybetmektedir. Bu malzeme rutubet değişimine ve örselenmeye karşı da çok hassastır. Bunun sebebi ihtiva ettiği %2 oranındaki (montmorillonit) kil cinslerine atfedilebilir. Fazla şişme özelliği göstermesi de malzeme menşinin volkanik küller olmasıyla ilgilidir. Baraj yerinde dere yatağı andezit içine oyulmuştur ve dekompozisyona maruz kalmıştır. Zemin yüzündeki andezitler çatlaklıdır.

Barajın bulunduğu yerde faylar vardır. Bu faylardan en büyüğü hem sağ ve hem de sol sahil yamacı kat ederek baraj eksenini takriben 50° lik açı altında kesmektedir. Bu fayın atımı büyük olmakla beraber, miktarı bilinmemektedir. Yine sağ sahil de eksenenden daha menba tarafta ikinci bir fay daha görülmektedir. Jeolojik bünyeden dolayı çok adette kontak mevcuttur. Sol sahil yamacı nispeten daha sağlamdır. Baraj manşabında fazla dekompoze olmuş seriler mevcuttur. Derivasyon tüneli bu



Selden Sonra Menba Batardosu

tüneli, geçirimsiz çekirdek dolgu malzemesi, ariyet yeri hazırlıkları tamamlanmıştı. Yemekte Şaban Canakın haklı olarak serzenişte bulundu. Zira Ankara'da bulunduğumuz halde şantiyeyi sık sık ziyaret edemiyorduk.

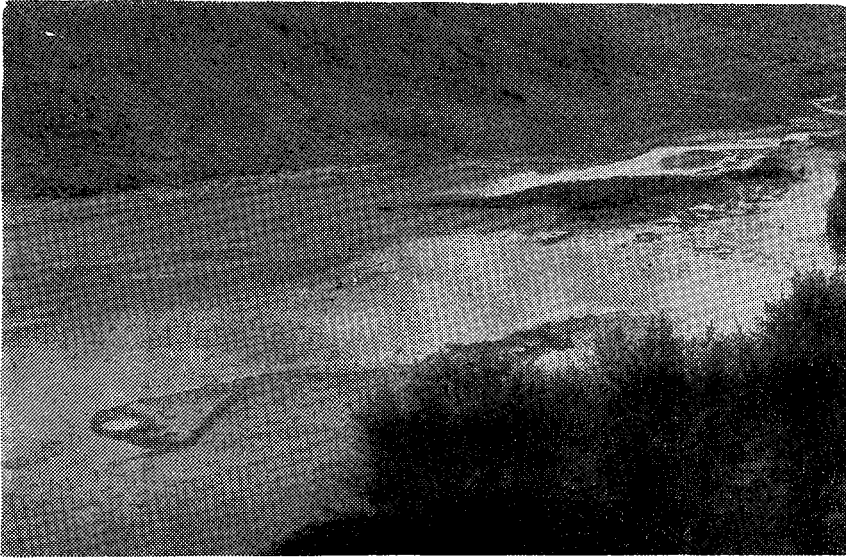
Çubuk II. Barajı inşaatına ikinci gidişimiz Kasım 1962 sonuna rastlar. Bu sefer, 30 kişilik kadar bir grupla, Şaban Canakın'ı serzenişte bulunduğuna pişman etmeğe kararlı olarak yola koyulduk. Şehirde 10-12 km kadar uzaklaşmıştık ki Ankara'nın içinde henüz kar görmediğimiz

de aldığımız bilgileri aynen okuyucularımıza takdim ediyoruz.

Y. Müh. Şaban Canakın T.M.H. nin Şubat 1962 tarihli sayısında çıkan (Çubuk II Barajı yapılıyor) başlıklı yazısında projenin özelliklerinden etraflı olarak bahsettiğinden biz burada inşaat safhasına ait bilgileri vermekle yetineceğiz.

I.— Jeoloji ve Temel Şartları :
A — Baraj Temeli :

Çubuk II. Barajı, Çubuk Çayı üzerinde ve Çubuk İlçesinin 4 km kadar daha menbaında bulunmakta-



Menba Dere Yatağı

yamacın içine açılmıştır. Tünel in-
saatında iksa kullanılmamış, yalnız
kontakt noktalarında zayıf bölgelere
rastlanılmıştır.

B — Dolu Savak Temeli :

Dolu savağı sağ yamaçtır ve
yamaç molozlarına oturmaktadır.
Menba tarafında yamaç yüzü bu
molozlarla örtülüdür. Su ile doyduğu
zaman zemin kohezyonunun kaybol-
abileceği ve su seviyesinin ani alçal-
ması sırasında ilâve hidrostatik bas-
sınc meydana gelebileceği de hesaba
katılarak mevzii kaymalar olması
ihtimalleri laboratuarda incelenmiş,
arazide tetkikler yapılmıştır. Arazi-
de yamacın üstünde tepeye yakın bir
yerde bir havuz kazılmış ve içi su
ile doldurularak bir kaç ay bekletil-
miştir. Bu müddet sonunda havuzun
tabanında ince bir plâstik kil taba-
kasının geçirimsizliği sağladığı gö-
rölmüştür. Laboratuarda örselenmiş
yamaç moloz malzemesi nünunelerin
nin kesme mukavemeti deneylerinden
iyi netice alınmıştır. Bu donelere da-
yanılarak şev stabilitesi tahkiki
2.25/1 tabii şevin emniyetli olduğunu
göstermiştir. Bununla beraber baraj
gölünün dolmasıyla yamaçlarda mev-
zii kaymalar olması ihtimali mevcut-
tur.

C — Enjeksiyon İşleri :

Temelî sızdırmaz kılmak ve tak-
viye etmek maksadiyle bir enjeksi-
yon perdesi düşünülmüştür. Enjeksi-
yon perdesi akarsu yatağının en de-

rin yerinde, tabandan itibaren 38 m
ye kadar, yamaçlarda da zemin se-
viyesinden 15 m ye kadar inmekte-
dir. Konsolidasyon enjeksiyonunun
muvaffak olmama ihtimali düşünül-
erek enjeksiyon başlığı (grouting
cap) ile enjeksiyon perdesi yapılmı-
ştır.

Enjeksiyon başlığı arzani ve
larak şerit halindedir. Derinliği ve
genişliği de birer metredir. Zeminin
çürük olduğu noktalarda genişlik
2.00 m ye çıkarılmıştır. Enjeksiyon
delikleri bu şeridin içinde geçirilerek
açılmakta ve ilk kademe enjeksiyonu
için lâstik oktüratör (packer) beto-
na tutturulmaktadır.

Bu tedbirler gevşek zeminler ve
dekompoze olmuş zemin cinsleri için
zaruridir. Zira ıslandığı zaman da-
ğılan zeminlerde lâstik oktüratörü
tutturmağa imkân yoktur. Enjeksi-
yon perdesi 3 m ara ile bir sıra de-
likler olarak düşünülmüş fakat en-
jeksiyondan sonra yapılan basınçlı su
deneylerinde sağ yamaçta beklenen
netice elde edilemediği için, bu kı-
sımda delik aralıkları 1.50 m indiril-
lerak ara delikler ilâve edilmiştir.
Enjeksiyonda inen kademeler metodu
tatbik edilmiştir. İlk iki kademe 2.5
m lik, takibeden kademeler azami 10
ar metreliktir. Enjeksiyon basıncı
ilk iki kademe için atmosfer cinsin-
den $1/4 h$ (h = kademe derinliğidir),
müteakip kademeler için $1/3 h$ ola-
rak tatbik edilmiştir.

İnce çatlaklı bünyeden dolayı

enjeksiyon maddesi olarak yalnız çim-
ento kullanılmıştır. Çimento, ve su-
ya kum, kil, testere talaş tozu gibi
katıklar karıştırılmamıştır. Enjeksi-
yonun kifayet kriteri olarak enjeksi-
yonun bitiminden sonra o kesimde
yapılan basınçlı su deneylerinde öl-
gülen absorpsiyon miktarlarından
faydalanılmıştır. Şöyle ki: 10 atmos-
fer basınç altında dakikada delik der-
rinliğinin metre tufu başına 1 ilâ 1.5
litreden az su kaybeden deliklerde
enjeksiyonun kifayetli olduğu kabul
edilmiştir. Bu miktarın üstünde su
kaçıran perde kesiminde enjeksiyon
tekrarlanmıştır. İkinci enjeksiyonlar
yeni ara deliklerden yapılmıştır.

II. — Baraj :

Toplam hacmi 1.100.000 m³ olan
baraj gövdesinin 400.000 m³ ü geçi-
rimsiz çekirdek malzemesidir. Geriye
kalan geçirimli malzeme ise 700.000
m³ dür. Bu malzeme temiz çakıllı ve
bloklı kum olup dere yatağından al-
ınmaktadır.

A — Çekirdek Malzemesi :

Geçirimsiz çekirdek malzemesi
olarak sağ yamacın üstündeki düz-
lükte bulunan kumlu, çakıllı, siltli
altıvyon kullanılmaktadır. Nakliye
mesafesi 700 m kadardır. Dolgu mal-



**Sol yamaçta sıyırma ve enjeksiyon
hendeği kazısı**

sulanması ve sıkıştırılması dahil kazı yerinde ölçülen metre-küp maliyeti 6.00 TL. dir.

Çekirdek malzemesinin fizik özellikleri aşağıdaki gibidir: (29 nümune ortalaması olarak)

LL = 50.2
PI = 27.3
Özgül ağırlık: 2.71
 $\phi = 28^\circ$
C = 3 t/m²
K = 10-7 cm/sec
Optimum rutubet: %17.7 için
Kuru kesafet $\gamma_d = 1.725$

Çekirdek için kabul olduğu kadar alçak plâstiklik endeksini haiz yerlerden malzeme alınması cihetine gidilmiştir. Sıkıştırma için beher 30 cm uzunluğuna 4000 libre ağırlık te-

B — Geçirimli Bölge Malzemesi :
Malzeme barajın bulunduğu yerden 4 km daha mansapta dere yatağı ocağından alınmakta olup çakıllı ve blokludur. Ortalama olarak (12 nümuneye göre) özelliği:

$\phi = 42^\circ 12'$ (deneyle)
 $\phi = 35^\circ$ (hesapta kabul edilen)
K = 10 ilâ 10 cm/sec
Özgül ağırlık: G = 2.716
Optimum rutubet yüzde (10) da:
Kuru kesafet: $\gamma_d = 1.772$ dir.
Geçirimli malzemenin 200 No. (0.074 mm) elek altına geçen yüzdesi 0 ilâ 1 kadardır. Sıkıştırma vibrasyonlu düz silindir ve 50 tonluk lâstik tekerlekli silindirlerle bol su ile doyun halde yapılmaktadır. Kesafet toleransı nisbi kesafetin en az yüzde (80) idir.

1087 m altında : 3/1
Mansapta :
1117 m ile 1087 arasında : 2/1
1087 m altında : 2.5/1
Oturma payı olarak krete verilen bombelik (Kamber) maksimum 70 cm ve 1110 m kotu üstündedir. Bu da yüksekliğin yüzde (1) i kadardır.

C — Derivasyon ve Su Alma Tüneli :

İnşaat esnasında feyezan sularının yapılmış kısımlara zarar vermeden tahliyesi için düşünülen derivasyon tünelinin çapı 3 m'dir. İnşaat bittikten sonra bu tünelden su alınacaktır. Tünel kaplaması betonarmadır. Suları tünele çevirmek için yapılan menba batardosunun üst kotu 1067 m'dir. Derivasyon tünelinin kapasitesi 30 m³/sec olarak hesaplanmış ise de feyezan esnasında 50 m³/sec sarfiyat geçirmiştir. Bu sebeple batardoyu feyezan esnasında acele yükseltmek icap etmiştir.

On senelik tekrür ihtimaline göre bulunan 30 m³/sec sarfiyatın rasat kifayetsizliğinden ileri geldiği tahmin edilerek menba batardosunun yükseltilmesi cihetine gidilmiştir. Baraj inşaatı 1962 sonbaharı ve kışı içinde birkaç defa daha büyük feyezan sarfiyatlarına maruz kalmıştır.

D — Baraj Kapasitesi ve Hidrolojik Hususlar :

Çubuk deresinin ortalama sarfiyatı 1.2 m³/sec'tir. Ortalama olarak senede 35 ilâ 37 milyon m³ kadar su getirmektedir. Çubuk I. göl hacmi yapıldığı zaman 11-12 milyon m³ kadar olmakla beraber halen depolama kapasitesinin 9,5 milyon m³ civarında olduğu tahmin edilmektedir. Çubuk II.'nin aktif hacmi 20 milyon m³ olduğuna göre iki baraj birlikte akarsuyu regüle edebilecektir. Çubuk I. dolu olduğu zaman feyezan sularının dolu savaktan tahliye edilerek ziyan olması önlenmiş olacaktır. Çubuk deresine yıllık ortalama yağış miktarı 340 mm dir. Arazi, genel olarak çıplak, dik meyilli, dolayısıyla feyezanlar anı, kısa süreli ve şiddetli olmaktadır. Havzada buharlaşma senede 1200 mm'dir.

IV — İnşaat :

Çubuk II. nin inşaatına 1961 senesinde başlanılmıştır. İnşaat progra-



O.D.T.Ü. öğrencilerinden bir grup Şaban Canakın ile Derivasyon Tüneli Giriş Ağzında

kabül eden standard keçiayakları ile vibrasyonlu keçiayağı kullanılmıştır. Standard keçiayağının 10 geçişinin, vibrasyonlu keçiayağının 4 geçişine muadil olduğu görülmüştür.

Bitmiş 15 cm tabaka kalınlığı için bir silindir saatte 130 m³ malzeme sıkıştırabilmektedir. Sıkıştırma maliyeti takriben m³ başına 0.75 TL. dir. Sıkıştırmanın kontrolü için her 1000 m³ dolgudan en az bir nümune alınarak yapılmaktadır.

Sıkıştırma toleransı, optimum rutubetten yüzde (2) daha kuru veya yüzde (1) daha yaş limitler arasında (standard Proctor) un yüzde (95) idir. Ortalama olarak yüzde

(98) sıkıştırma elde edilmiştir.

III. — Karakteristikler :

A — Barajın Karakteristikleri :

Kret genişliği : 10 m.
Kret uzunluğu : 230 «
Akarsu talveg kotu : 1055 «
Kret kotu : 1117 «
Normal su seviyesi : 1113 «
Maksimum feyezan seviyesi: 1115 «
Göl hacmi (1113) kotunda: 25 milyon m³
Dolu savak kapasitesi: 220 m³/sec
Sul alma giriş kotu : 1074.20 m dir.

B — Baraj Şevleri :

Menbada :
1117 m ile 1087 arasında : 2.5/1

mına göre Kasım 1963 tarihinde bitmiş olacaktır. 1962 senesi sonunda 150.000 m³ dolgu yapılmıştır. 1963 senesinde ayda 90 ilâ 100.000 m³ lük bir tempo ile dolguya devam edilecektir. Mayıs'a doğru ilkbaharda sular Çubuk I. e aktarıldıktan sonra su tutulmasına çalışılacaktır.

V — Maliyet :

Barajın maliyet tutarı 20 milyon TL. tahmin edilmektedir. İnşaat DSİ tarafından emanet usulü ile yaptırılmaktadır. Maliyetin dağılışı aşağıdaki gibidir:

Baraj gövdesi inşaatı: 14.000.000 TL.
Dolu savak inşaatı : 1.200.000 TL.
Tünel inşaatı : 1.500.000 TL.
Enjeksiyon işleri : 800.000 TL.
Site, irtibat ve ariyet yolları ile istismlâki bedelleri : 4.200.000 TL.
Izgara, vana cebri boru : 300.000 TL.

VI.— Baraj Tipinin Tayininde Rol Oynayan Faktörler :

Genel olarak baraj tipinin tayininde aşağıdaki bellibaşlı üç faktör rol oynamaktadır:

- 1) Ekonomi şartı (Cari rayiçlere göre ucuzluk)
- 2) Malzeme şartı (Mevcut malzemenin baraj inşaatına elverişliliği)
- 3) Temel şartı (Temel zeminin jeolojisi ve durumu)

Çubuk II Barajında 2. ve 3. şartlar birlikte toprak baraj tipinin seçilmesine âmil olmuştur.

A) Kaya Dolgu Tipi :

Baraj civarında mevcut münavebeli andezit aglomera tabakaları fazla çatlaklı ve tahallül etmiş cinsten olduğu için betona elverişli agrega daha uzaktaki kalker ocaklarından elde edilmektedir. Esasen bu yüzden beton baraj tipi üzerinde de durulmamıştır.

Kaya dolgu baraj tipinde ise kaya dolgunun cinsi üzerinde ehemmiyetle durulması icap eder. Bilhasna menba tarafında mambran bulunan ve ince çekirdekli kaya dolgulara hidrostatik etkinin doğrudan doğruya mansap kaya dolgusuna aktarılması dolayısıyla inşaatı müteakip baraj gölünün teşekkül etmesiyle mansap sevi civarında yeni bir ge-

rilme durumu hasıl olmaktadır. Bu ilâve gerilmeler, kaya parçalarının birbirlerine temas ettikleri noktalar yoluyla temele intikal ederken iri ve sağlam kaya blokları arasında bulunan küçük ve daha zayıf yapıli kaya parçaları ezilmeye maruz kalmaktadır (Nut Cracking Effect). Ayrıca temas yerlerindeki sivri uçlar da ezilerek köşelerden ve uçlardan kırılır. Yukarıda izah edilen kırılma ve ezilmelerden dolayı kaya dolgusunun mansap kısmında aşağı doğru düşey bir oturma hareketi ile beraber mansaba doğru bir yatay deplasman hareketi başgösterir. Geçirimsiz çekirdek bu hareketi takip etmek mecburiyetindedir.



Şaban Canakın sulama ağzında izahat verirken

Baraj gövdesinin mansap tarafında sıkışma hareketi değil de bir genişleme ve yayılma hareketi meydana gelecek olursa çekirdekten çatlaklar belirir. Bu çatlaklardan sızan suların, gövde malzemesini sürüklemesiyle baraj topyekûn tehlikeye girecektir.

Yukarıda açıklanan husus, barajın bulunduğu yerde arazi topoğrafyasının ehemmiyetini ortaya çıkarmaktadır. Çekirdekten daha mansapta kalan kesitler gittikçe büyüyorsa yayılma ve genişleme aksine

gittikçe küçülen kesitler halinde ise dolgu malzemesinde sıkışma meydana gelecektir. Ezilme ve kırılma yüzünden meydana gelen deplasman ve oturmaları asgaride tutmak için şartnameler mansap kaya dolgusunun çok sağlam, köşeli, sert, çatlaksız ve tahallül etmemiş cins kayadan yapılması hususunu tasrih etmektedir. Basınç mukavemeti için tecviz edilen en düşük değer 350 kg/cm² dir. Ocak verimi az çok aşağıdaki gibi olmalıdır.

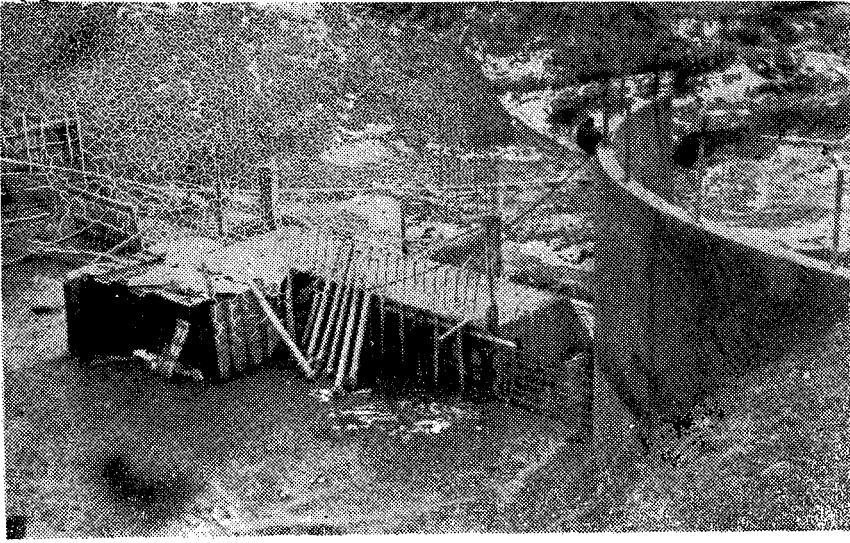
Kategori	Oran (Yüzde)
35 kg ilâ 450 kg	40
450 kg ilâ 1350 kg	30
1350 kg ilâ 6300 kg	30

Şartnamalar dolgu içindeki fazla ufalmış kaya parçaları (kaya tozu) oranının yüzde (3) ü aşmamasını, maksimum su emme miktarının yüzde (1) ilâ (2) kadar olmasını, 500 devirde maksimum aşınma zayıflatının da ağırlık cinsinden yüzde (35)'i aşmaması istenmektedir. Ayrıca kaya dolguda geçiş bölgelerinin ve koruyucu filtrelerin inşaatına çok itina edilmesi ve seçme malzeme kullanılması gerekmektedir.

Çubuk II barajı civarında kaya cinsi andezit (riolit olup bünye itibarıyla zayıf, çabuk dekompoze olan, kolaylıkla ezilen, yumuşak, yüksekten dökülerek yerine konmaya elverişli olmayan ve fazla su emen cinsten olması, dona karşı mukavemeti olmaması ve su emmiş haldeki basınç mukavemeti ile kuru haldeki basınç mukavemeti oranı yani (Ns) değerinin düşük olması kaya baraj tipi yerine toprak baraj tipinin tercihiine sebep olan âmillerdir. Şartnameye göre (Ns) in 0.9 dan büyük olması lâzımdır.

Nitekim temel vesair kazılardan çıkan kayaların bir sene depoda kaldıktan sonra killi kumlu çakıl halini aldığı şantiyede fiilen müşahade edilmiştir.

Geniş merkezi çekirdekli ve yataklık şevli bir kaya dolgu kesidi ise ekonomik bir çözüm değildir. Ayrıca sağ yamaş temel şartlarından dolayı da ince çekirdekli dik şevli bir kaya dolgu yerine sonunda toprak baraj tipi tercih edilmiştir.



Dolu Savak Yanduvar ve Eşik

B) Toprak Dolgu Tipi :

Toprak baraj yapılmasına karar verildikten sonraki safhada stabilite ve maliyet yönünden homojen veya bölgesel toprak baraj alternatiflerinin etüdü ele alınmıştır. Homojen toprak barajlarda kesitin büyük bir kısmı ve bilhassa mansap şevine yakın bölgeler yüksek boşluk basıncına maruz kalmakta ve dolayısıyla kesme mukavemeti bakımından zayıf bölgeler hasıl olmaktadır. Ancak yeter miktarda kaliteli malzeme bulunmaması halinde homojen baraj tipine gidilmektedir. Bu takdirde baraj eksenine kadar uzanan taban filtreleriyle freatik hattı düşürmek kabülse de, bu filtrelerin iyi çalışmaması veya zamanla kirlenerek tıkanması ihtimali potansiyel bir tehlike doğurmaktadır. Emniyetin artırılması şevlerin daha yatırılmasına, menba ve mansap şev yüzlerinin filtre ve aşınmalara karşı korunmasıyla kabülse de bu tedbirler de maliyeti aşırı derecede artırmaktadır. Genel olarak bölgesel tipten toprak baraj kesitlerinde ortada menba ve mansap şevleri 1/1 civarında olan geçirimsiz bir bölge bulunmaktadır. Çekirdeğin önu ve arkası yarı geçirimli ara bölgelerle korunmakta ve en dışta da menba ve mansap geçirimli bölgeleri bulunmaktadır.

Bu tipte geniş bir geçirimsiz bölge, geniş bir geçirimli bölge ile korunduğu için kesit emniyet ve stabil olduğundan ideal şartlara yakın du-

rum sağlanmaktadır. Mansap geçirimli bölgesi için ekonomik mesafede bloklu çakıllı kum malzemesi bulunabildiği takdirde rüzgâr ve yağmur erozyonuna karşı ayrıca bir korunma tedbiri alınmasına lüzum kalmamaktadır. Menba yüzünü, filtreye lüzum kalmadan 1.00 m kalınlıkta bir anroşman tabakasıyla korumak kâfidir.

Çubuk II barajında evvelâ çekirdek menba şevi 1.5/1 ve mansap şevi de 0.7/1 olarak alınmış daha sonra menba şevi 1/1 olarak tadil edilmiştir. Kesitin diğer bölgelerinde bloklu, az siltli kum-çakıllı deryatağı malzemesi kullanılmıştır. Geniş kum çakıl bölgeleri hem yük-

sek boşluk suyu basıncını önlemekte hem de sürüklenmeye mani olmaktadır. Kesme mukavemetinin yüksek olması sebebiyle stabilite bakımından daha emniyetli olması dolayısıyla baraj daha dik şevli inşa edilebilmektedir.

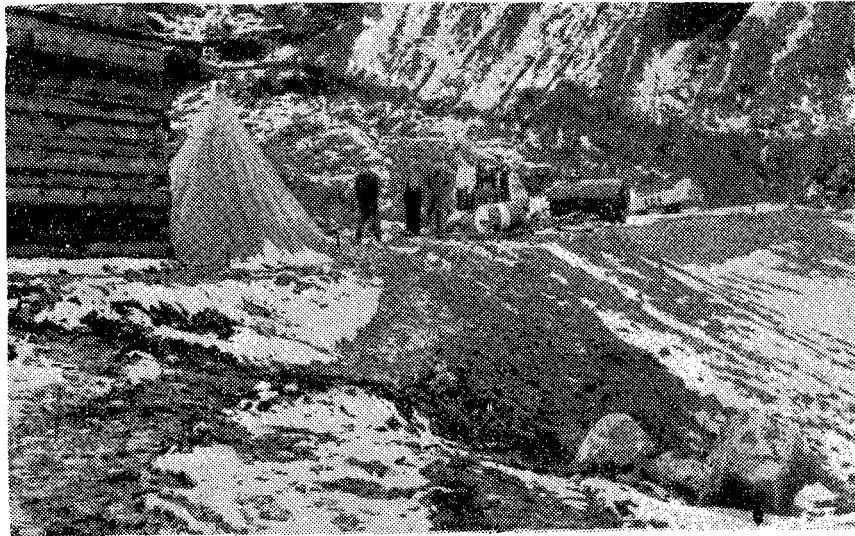
VII — İnşaatta Paralel Su Tutma Programı :

Ankara şehrine içme suyu sağlamak bakımından Çubuk II baraj projesinde inşaat programına paralel olarak bir su tutma programı da düşünülmüş ise de sonbahar falezları, sürekli yağmur ve don günlerinden dolayı dolgu istenilen seviyelere ulaşamadığından ilkbahar suları tutulamamıştır. Ancak önümüzdeki 1963 sonbaharında su biriktirilmesine başlanabilecektir.

VIII — Geçirimsiz Çekirdek Dolgusu Sıkıştırılmasında Tatbik Edilen Metod :

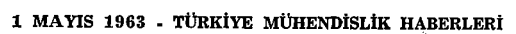
Çubuk II barajı, inşaatı geçirimsiz çekirdek dolgusu sıkıştırılmasında vibrasyonlu keçiyağı silindiri kullanılan baraj inşaatlarının dünyada ilki veya ikincisidir. Şimdiye kadar vibrasyonlu tanbur silindirler ancak geçirimli ve yarı geçirimli malzeme sıkıştırılmasına inhisar etmekteydi. Vibrasyonlu düz tanbur silindirlerle geçirimsiz kohezyonlu zeminlerin sıkıştırılmasında karşılaşılan güçlükler şunlardır :

a) Tabakalar kalın olduğu takdirde homojen sıkışma elde edileme-



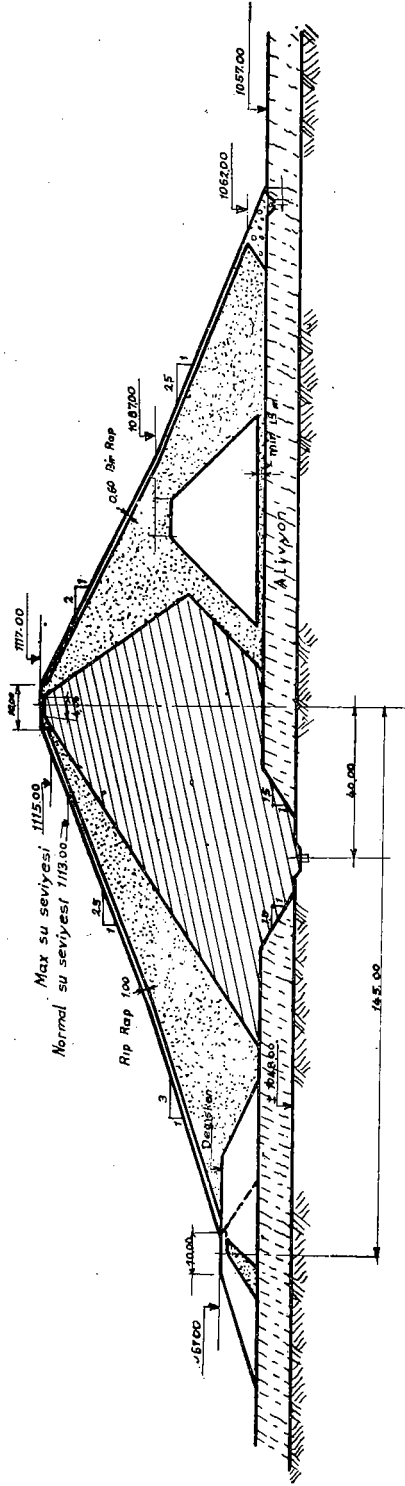
Menba batardosu solda enjeksiyon tesisatının bulunduğu baraka

8

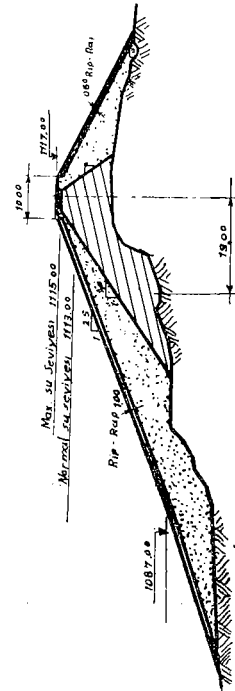


ŞEKİL : 1

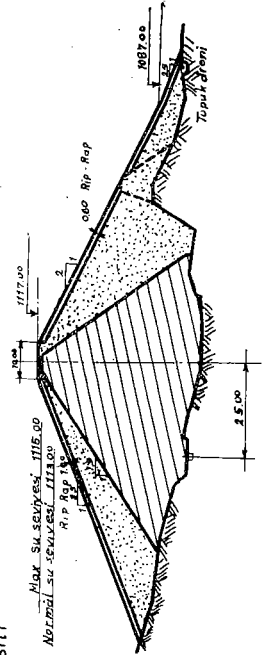
Çubuk II Barajı Gövde Enkesitleri



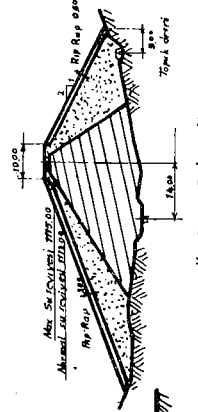
Gövde tip enkesiti



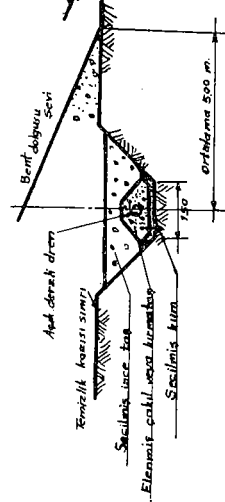
Km. 0+232 Enkesiti



Km. 0+089 Enkesiti



Km. 0+070 Enkesiti



Topuk dreni kesit detayı

mehtir. Çubuk II barajında 20 cm, 40 cm, 60 cm lik tabakalarda sıkışma deneylerine başvurulmuştur. 60 cm lik tabakanın 0 ilâ 20 cm, 20 ilâ 40 cm, 40 ilâ 60 cm derinliklerinden alınan nûmunelerde (Standard Proctor) un yüzde (95 ilâ 80) i arasında sıkışma elde edilmiştir.

b) 75 mm den iri malzeme miktarı çok olduğu takdirde iskelet kenetlenmesi ve kemerlenmesi ile zemin kütlesi içinde boşluklar kalmaktadır.

c) Sıkışması biten tabakanın yüzü gayet düzgün ve cilâlı olduğundan müteakip tabaka ile kaynama elde edilememektedir. Tabakalar arasında bu yüzden sızma yolu olmaya elverişli bir derz teşekkül etmektedir. Buna mani olmak için sıkışma bittikten sonra tabaka yüzünün kazılması ise ilâve masrafı gerektirmektedir.

d) Tabaka yüzeyinde silindirin hareket istikametine dik ve muntazam aralıklarla çatlaklar meydana gelmektedir. Bu çatlakların derinliği 8 ilâ 10 cm kadardır. Kanaatimizce (Galip Aknil) bu çatlakların izahı, kohezyondan dolayı zemin zerrecilerinin vibrasyon tesiriyle serbestçe hareket edememeleri ile ilgilidir. Sıkıştırma enerjisinin zemin kütlesine düzgün olarak yayılmaması ve bu yüzden muayyen düzlemlerde kayma gerilmelerinin konsantrasyonu bu çatlakları meydana getirmektedir. Vibrasyonlu silindir taburunun vibrasyon hareketi aşağı ve yukarı doğrudur. Zeminde boşluk suyu ile doymun olan bölgelerde elastik deformasyonlar hâkimdir. Bu yüzden muayyen düzlemlerde mevzii kayma yüzeyleri teşekkül etmektedir. Bu ip mevzii kayma düzlemlerine geçirimsiz dolgularda aşırı-sıkıştırma (overcompaction) halinde veya sıkıştırma enerjisinin muayyen bölgelere nispeten ettiğii hallerde rastlanılmaktadır. Bu yüzden inşaat esnasında geçirimsiz dolgular üzerinden geçen ağır yük vasıtalarının hep aynı izlenişmesine müsaade edilmemektedir (Justin, Greager, Hinds-Engineering for Dams. Vol. II pp, 755-75).

Çubuk II barajında geçirimsiz olgunun sıkıştırılmasında VVB İş-

veç Firmasının geliştirdiği vibrasyonlu keçiayağı kullanılmıştır. Dolgu kalınlığı 15 cm yi geçmeyen tabakalar halinde yapılmaktadır.

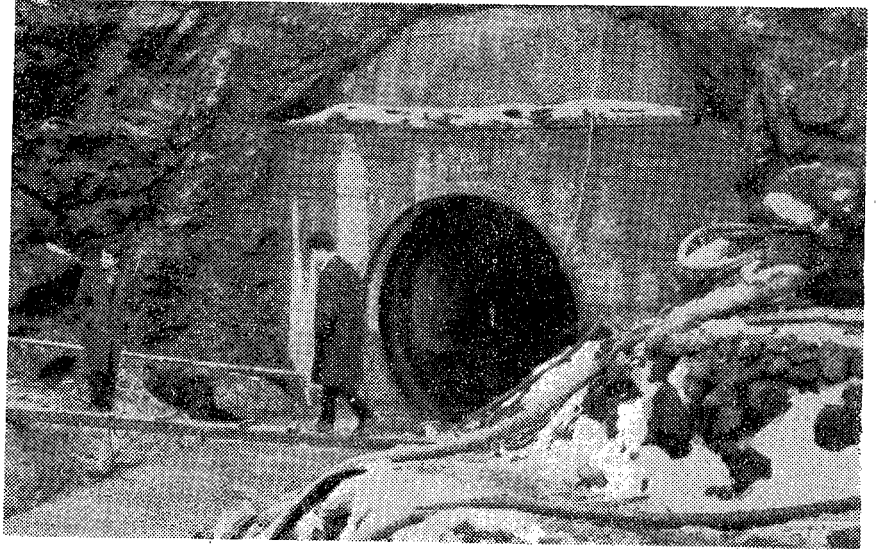
Tırnaklar vasıtasıyla tabakalar iyice şişlenir, iri taş parçalarının kenetlenmesi ve kemerlenmesi önlenmiş, tabaka yüzünün cilâlı bir hal almasına meydan verilmemiş olur ve standard keçiayaklarında olduğu gibi üst tabaka değil de bir alt tabaka sıkıştırılmaktadır. Ayrıca vibrasyon yüzünden silindirin tırnakları aynı zamanında tokmalama tesiri de yapmaktadır. Çubuk II barajında kullanılan vibrasyonlu keçiayağı silindirin ağırlığı 4.2 tondur. Frekans dakikada 1600 darbedir. Frekans 1300 ilâ 1800 arasında ayarlanabilmektedir. Böylece zeminin cinsine

Feyezan pikinin büyüklüğünden ziyade kesilen ağaçların sürüklenecek tûnelin ağzını ve içinde kesidi tıkamasiyle suların kabarması yüzünden birkaç kere suyun batardoyu aşma tehlikesi başgöstermiştir. Ağaçları temizlemek için dinamit kullanmak icabetmiştir. Feyezanlar esnasında batardolardan su sızmamış ve batardonun kendi hasara uğramamış, fakat menba yüzünün üst kısımları korunmamış olduğu için suların yükselme ve alçalması esnasında korunmamış kil tabakasında bir miktar aşınma hasıl olmuştur.

X — Makine Parkı :

Çubuk II baraj inşaatı makine parkı aşağıdaki gibidir.

3 adet 2 1/2 c.y ekskavatör
1 adet 1 1/2 c.y ekskavatör



Derivasyon Tûneli Giriş Ağzı

göre frekansı ayarlamak ve en uygun frekansla çalışmak kabildir. Bu tipten Çubuk II Barajı inşaatında iki adet vibrasyonlu silindir vardır ve normal şartlar altında 4 geçişte istenilen yoğunluk elde edilebilmektedir.

IX — İnşaat Esnasındaki Feyezanlar :

1962-1963 kışında Çubuk II baraj inşaatı birkaç büyük feyezana maruz kalmıştır. Feyezan sarfiyatlarının piki 45 ilâ 50 m³/sec olarak tahmin edilmektedir. Menba batardosunun normal yüksekliği ile derivasyon tûnelinden bu feyezana geçirmek kabil olmayacağı için batardo üst kotu 4 m yükseltilmiştir.

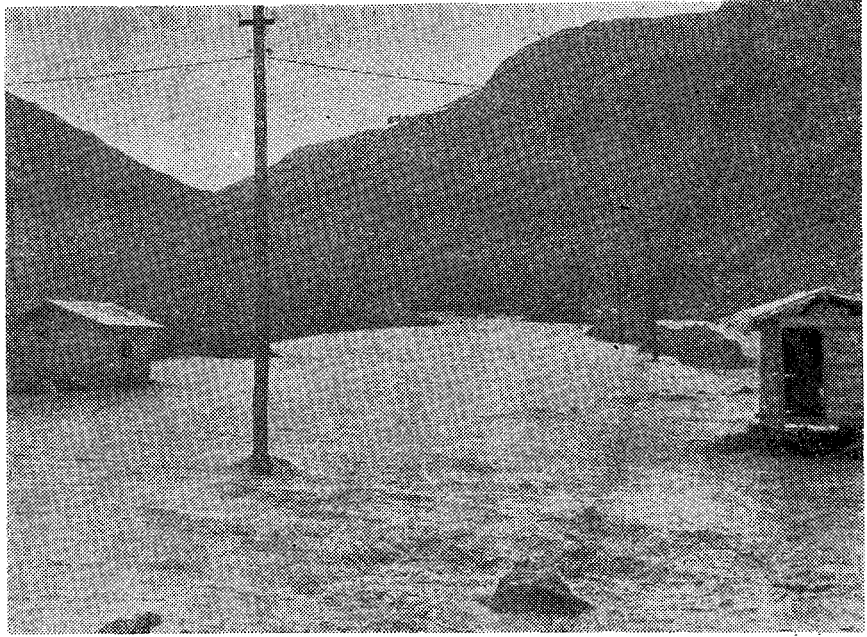
6 adet D 8 Dozer
2 adet D 6 Dozer
2 adet Vibrasyonlu keçi ayağı silindir
1 adet standart keçi ayağı silindir
1 adet Düz vibrasyonlu silindir
16 adet 13 c.y Euclid damperli kamyon
2 adet Looder
6 adet ufak kamyon
2 adet su tankeri
1 adet mazot tankeri
5 adet kompresör
1 adet beton pompası 10 m³/h
1 adet beton tesin 15 m³/h
Toplam kapasite 480 kW takatinde dizel jeneratör.

XI — Personel :

Baraj personeli mevcudu 1962 - 1963 senelerinde 400-500 kişi olup :
5 yüksek mühendis ve mühendis
2 teknisyen
80 makinist tamirci
350 kadar işçiden ibarettir.

XII — Şantiye İdaresi :

Y. Mühendis Şaban Canakın'ın rahat ve olgun şantiye idaresi şantiyeye ayak basar basmaz farkedilmektedir. Emanet inşaat olduğuna göre işin formalite tarafının da bir hayli olduğuna şüphe yoktur. İş Kanunu vecibelerinden olan ve işçilerin dinlenmesi, yemesi ve yatması için yapılan tesisler muntazam ve bakımlıdır. Personel ve işçilerde işyerini ve işlerini benimseme hissinin kuvvetli olduğu göze çarpmaktadır. Bir ara söz bu konuya gelince Y. Müh. Şaban Canakın bazı idari sorumluluk ve selâhiyetlerini yardımcılara devrettiğini ve böylelikle aşırı yorgunluktan kurtulmuş olduğunu ve teknik konulara bu suretle daha çok zaman ayırabildiğini söyledi.



Mart 1961 deki selin baraj mansabındaki durumu

Memleketimizin baraj inşaatında de de başarılı olduğu intibai ile mütehasıs değerli bir mühendisi olan Çubuk II barajı şantiyesinden memnunlukla ayrıldık.

BAYINDIRLIK BAKANLIĞINDAN YAPI İŞLERİ İLANI

1 — Aşağıda keşif bedelleri, teminat miktarları, ihale gün, saatleri ve Bakanlığa son müracaat günleri yazılı, İçişleri Bakanlığında yaptırılacak işler 2490sayılı Kanun hükümleri dahilinde eksiltmeye konulmuştur.

2 — Eksiltme aşağıda yazılı günlerde saat 16 da Yapı ve İmar İşleri Reisliği Eksiltme Komisyonunda kapalı zarf usulüyle yapılacaktır.

3 — Eksiltme şartnamesi ve ekleri Yapı ve İmar İşleri Reisliğinde görülebilir.

4 — Eksiltmeye girebilmek için :

A — 1963 yılına ait Ticraet Odası belgesi,

B — Keşif bedeli kadar benzeri iş yaptıklarına dair belgelerini müracaat dilekçelerine ekleyerek en geç aşağıda yazılı tarihlere kadar Yapı ve İmar İşleri Reisliğinde bulunacak şekilde göndermeleri ve bu vesikalara müsteniden alacakları yeterlik belgesini teklif mektuplarıyla birlikte zarfa koyup usulüne göre kapatmaları, eksiltme günü saat 15'e kadar makbuz mukabilinde Komisyon Reisliğine vermeleri lâzımdır.

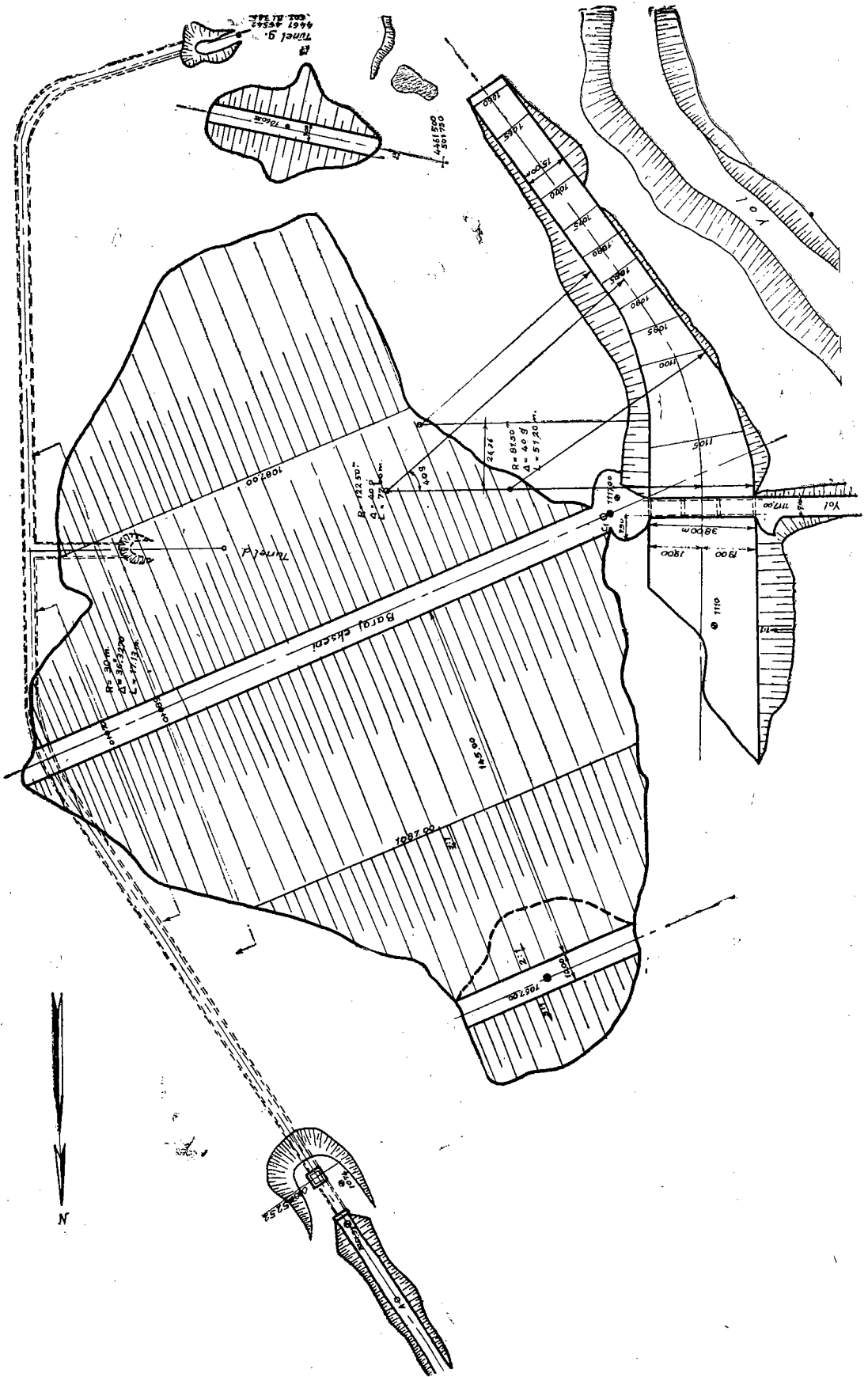
6 — Telgrafla müracaatlar ve postada vaki gecikmeler kabul edilmez.
Keyfiyet ilân olunur.

Bakanlığa
son mür.
tarihi

İşin adı ve yeri	Keş. Bed.	Geç.Tem.	İhale Tarihi	Bakanlığa son mür. tarihi
1 — aKlorifer kazanlarının brülör tahvili	159.017,75	9.201,—	30.4.1963	26.4.1963
2 — Arka avludaki pergole ve kolonların ikmal inşaatı	65.032,54	4.502,—	2.5.1963 Perşembe	Cuma 27.4.1963 C.tesi

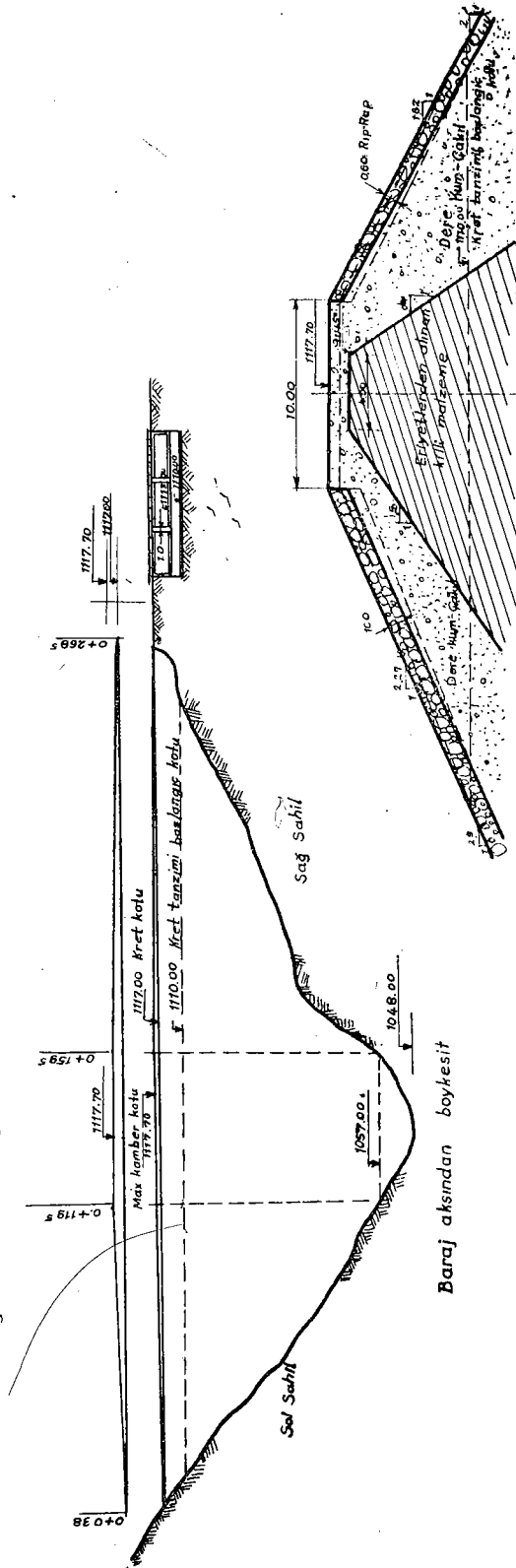
(Basın A. 3244) 97

Çubuk II Barajı Genel Vaziyet Plânı

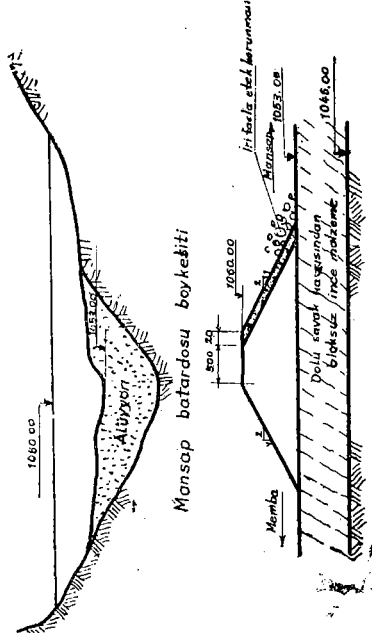
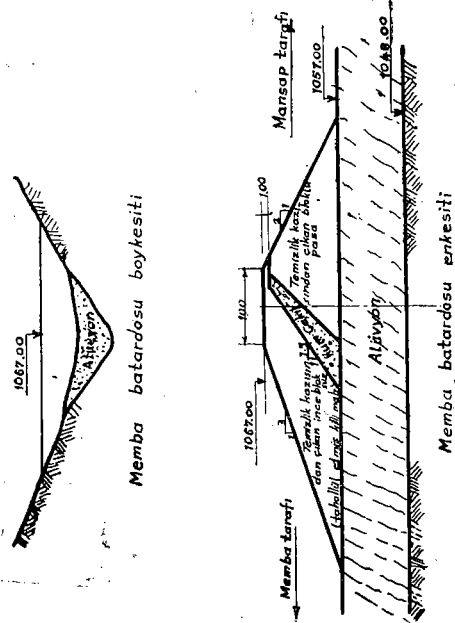


ŞEKİL : 3

Çubuk II Barajı Gövde boykesiti Kamber Tanzimi Memba ve Mansap Batardosu



Kret tanzimi ve max kambere göre şevlerin ayarlanması



ŞEKİL : 4