

# Sürüntü ve Muallâk Maddelerin Baraj Göllerinde Yığılması Olayı ve Dip Savakların Tesiri

Yazan :

Necati ENGEZ

Ord. Prof. Dr. Yük. Müh.



(Geçen Sayıdan Devam)

## IV. Baraj hazinelerinin sürüntü ve muallâk maddelerle dolmasını önleyecek tedbirler.

### 1. Sürüntü ve muallâk madde husulünün kontrol altına alınması.

Bilindiği üzere erozion olayı dünyamız kadar eskidir. Yalnız insanlar eroziona karşı koyma (bitki örtüsü) ile erozionun amili (yağış ve akış) arasındaki tabii dengeyi tahrip etmek suretiyle bu olayı çabuklaştırmışlardır. Bu itibarla baraj hazinelerinin sürüntü ve muallâk maddelerle dolmasını önlemek bakımından bu dengenin yeniden te'sis edilmesi lâzımdır. Sürüntü ve muallâk madde husulünün kontrol altına alınması için icabeden tedbir iki yönde mütalâa edilebilir: 1) Miyahî havza üzerinde gerekli ıslah tedbirlerini almak, 2) Arazinin kullanılması esnasında gerekli tedbirleri almak.

Miyahî havzanın ıslahı, arazinin eroziona karşı korunması, sürüntü maddelerinin tutulması, yamaç ve etkelerin yıkılmaları, tabii oluk ve yatakların aşınmalara karşı korunması şeklinde olur. Erozionla karşı korunmak, arazinin azalan veya eksik olan tabii bitki örtüsü ile kaplanmasını sağlamakla elde edilir. Bu hususta orman yetiştirme ve koruma birinci plânda yer alır. Bu suretle yalnız faydalı bir yapım olarak milyonlarca lira sarfederek te'sis edilen baraj hazinelerinin yığıntı maddesi ile dolması önlenmiş olmaz, aynı zamanda zehinin yerine bağlanması, yerinde kalması elde edilmekle ondan tarım bakımından faydalanılır ve ormanların sağladıkları çeşitli faydalar da bunlara ilâve edilince elde edilen kazanç kat kat artmış bulunur. Arazinin kullanılması esnasında alınacak tedbirler ise, tesviye eğrileri üzere sürmek, teraslama ve bitki rotasyon'u şeklinde özetlenebilir.

Fransa'da yapılan etüdler 1951 şartlarına göre ağaçlama için gerekli masrafın ortalama olarak hektar başına 50000 frc. olduğunu ve tesirinin maximum 500 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> yığıntı maddesi azalması şeklinde kabul edilebileceğini göstermiştir.

### 2. Sürüntü maddelerin baraj hazinesi menba tarafında tutulması.

Baraj hazinesine girmeden önce akarsu boyunca yığılma yerleri tesis edilirse, burada hızını kaybeden suların taşıdıkları sürüntü maddeleri yığılır ve bu suretle hazinedeki sürüntü maddesi dolması çok yavaşlatılmış olur. Bu yığılma yerleri akarsu boyunca tabii olarak bulunmadıkları takdirde, bunlar içi taş ve çakıl dolu tel sandıklarla sun'î olarak teşkil edilebilirler. Eğer buralara uzun saplı bitkiler (meselâ katırtırnağı gibi) ekilirse bu sun'î plajın tesiri bir kat daha artırılmış, hızın azaltılması ile yığılmalar artırılmış olur.

Bu sun'î plajlar akarsu boyunca birkaç kilometre

uzayabilir. Eğer akarsu feyezan esnasında daha ziyade silt ve kil gibi ince maddeler taşıyorsa bu tedbirin faydası görülmez.

Sun'î gölün menba tarafından teşkil edilen bu sun'î plajların bazan stabil olmadıkları görülmüştür. Bu hale Cezayir'de rastlanmış olup orada barajın kısmen boş bulunduğu zamanlarda birdenbire gelen şiddetli bir feyezanın bu çakıl plajını kuvvetle aşındırdığı ve sun'î göle kadar taşıyarak oraya yığıldığı görülmüştür. Uzun köklü bitkiler bu tahribi ve sürüklemeyi önleyebildiklerinden bunların yetiştirilmesi tavsiye edilmektedir.

Bu yığılma yerlerinde bulunan veya yetiştirilen bitkiler adeta tabii bir ızgara rolünü oynarlar. Taylor, Birleşik Amerika'da New Mexico'da Mc Millan gölü başındaki her zaman yeşil olan çalıların faydasını bilhassa anlatmaktadır. Bu çalılar sayesinde göldeki yığıntı madde birikmesi 2381678 m<sup>3</sup> den 431911 m<sup>3</sup> e düşmüştür.

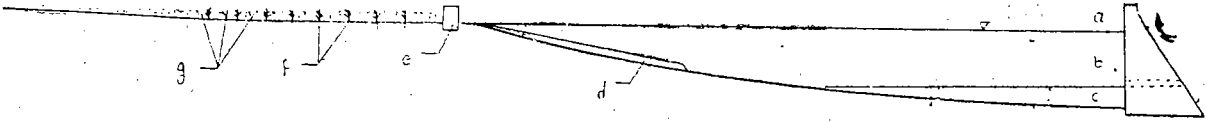
Böyle bir sun'î çakıl plajı, akarsu boy kesitinde buradan itibaren bir taban yükselmesi ve feyezan seviyelerinde de bir yükselme husule getirecektir. Bu itibarla bu türlü bir tedbir alınması için akarsu ve civarında bu bakımdan herhangi bir mahzur olmamak lâzımdır. (Şekil 4) baraj hazinesi menba tarafında teşekkül edecek böyle bir plajın boy kesitini şematik olarak göstermektedir.

### 3. Yığılan sürüntü ve muallâk maddelerin sun'î göl tabanından bertaraf edilmesi.

Sun'î gölün tabanında yığılan ve baraj hazinesi hacminin azalmasına sebep olan yığıntı maddelerin bertaraf edilmesi ya tamamen veya kısmen boşalmış hazinelerde yapılacak mekanik kazılarla veya tamamen dolu yahut kısmen dolu hazinelerde su ile beraber boşaltım organlarından dışarı atılması suretiyle olur.

Mekanik kazı ya tırtıl tekerlekli ekskavator veya tarak makineleri veya yüzer taraklarla yapılır.

Gelişati az, kullanma ve buharlaşma sarfiyatı yüksek olan bazı Arid bölgelerde müteakip yağış mevsimine kadar barajdaki su seviyesinin çok alçaldığı hattâ bazan hazinenin tamamen boşaldığı da vakidir. Boşaltım tesislerinin iyi çalışmadığı veya tesirli olmadığı hallerde ve bu takdirde hazine tabanını taraklamak ve çamurları dışarı atmak usulüne müracaat edilebilir. Bu suretle sun'î gölün tabanında yığılan çakıl, kum ve çamurların rasyonel bir tarzda bertaraf edilmesi kabilirdir. Bilhassa büyük hazinelerde dışarı atılması gereken yığıntı maddesi hacmi muazzam rakamlara baliğ olduğundan, pahalı bir sistem olan bu yoldan bertaraf etme halinde pek büyük masraflara katlanmak zorunda kalınır. Hattâ bazan bu masraflar o kadar yüksek olur ki, bu hususta yeni bir baraj inşası suretiyle bir çözüme gitmek bile bahis konusu olur. Cezayir'de taraklama keyfiyetinin zaruri ve elverişli olduğu hallere rastlanmaktadır. Bu itibarla taraklama işini mümkün olduğu kadar ucuza maaletmek için esaslı tecrübelerle gişilmiştir. Bu hususta aksamı demonte edilebilen yüzer



(Şekil: 4)

- a) Feyezan koruma hacmi, b) Biriktirme hacmi, c) Çamur yığıntısı, faydalanılmayan hacim, d) Sürüntü maddesi yığıntısı, e) İçi taş ve çakıl dolu tel sandık, f) Uzun köklü bitkiler, g) Kum ve çakıl yığıntısı (sun'î plaj).

tarakların faydalı olacağı düşünülmektedir.

Taraklamada çıkarılan maddenin 3-7 katı kadar su sarfiyatı olduğu görülmektedir. Mamafih bu suyun bir kısmının tekrar sulamada kullanılması imkânı vardır. Feyezan esnasında çok miktarda suyun dip ve dolu savaklarla bertaraf edilmesinin kabil olduğu hallerde hazineye giren yığıntı maddelerinin bir kısmının, yığılmadan bertaraf edilmeleri imkânı vardır.

Boşaltım organlarından yığıntı maddelerini bertaraf etmenin bir şekli de seviyenin inmesi hallerinde yığınlar üzerine basınçlı su demeti gönderip vana ve kapakları açmak ve bu suretle hidrolik olarak kazınan maddeleri dışarı atmaktır. Ameliye tamam oluncaya kadar vana veya kapakların açık bulunması mahzuru bulunan bu usulde başarı fazla değildir.

Cezayir'de Mina deresi üzerinde 1936 da inşa edilen Bak Hadda barajı yığıntı maddesi ile dolma tehlikesine maruz bulunmamaktadır. Mina deresinin yıllık toplam debisi ortalama olarak 70 milyon m<sup>3</sup> olduğu halde bu baraj yıl aşırı bir düzenleme için kâfi olmayan 36 milyon m<sup>3</sup> gibi bir kapasitede inşa edilmiştir. Yaz sonunda baraj tamamiyle boşalmakta ve tabandaki boşaltım organları açık bırakılmaktadır. İlk feyezanda büyük ölçüde derenin minimum yatağında yığılmış olan maddeler sürüklenir ve bertaraf edilirler. Feyezan fazla olursa, sular feyezan yatağına taşar ve orada az miktarda yığılmış olan maddeleri hareket ettirir. Bundan sonra vana veya kapaklar kapanır, hazine yeni sulama mevsimi için hazırlanmak üzere dolmaya bırakılır. Böyle bir temizleme ancak bir miktar su kaybını göze almakla kabil olur.

Sun'î gölün menba tarafında yığılan maddeleri sürüklemek için diğer bir tedbir de buralarda yıkama hazinesi inşa etmektir.

Dip savaklardan sürüntü ve muallâk maddeler atılması imkânları dip savakların tesiri bahsinde mütalâa edilecektir.

#### V. Dip savakların tesiri.

Sürüntü ve muallâk maddelerin baraj hazinesi tabanından dip savaklar ve boşaltım organları vasıtası ile bertaraf edilmesi keyfiyeti mütalâa edilirken bunlar üzerine olan tesir ve başarı imkânları birbirinden farklı olması itibariyle bunların ayrı bölümlerde incelenmesi uygun görülmüştür.

##### I. Sürüntü maddesi yığıntılarının dip savaklarla bertaraf edilmesi imkânları ve bunlar üzerine dip savakların tesiri.

Sürüntü maddelerinin genel olarak baraj hazinesinin menba tarafında yığıldığını izah etmiştik. Ancak pek müstesna hallerde, meselâ barajın tamamen boş olup, birden bir feyezanın gelmesi ile menba taraftaki sürüntü maddesi yığınları harekete geçer, hazine bo-

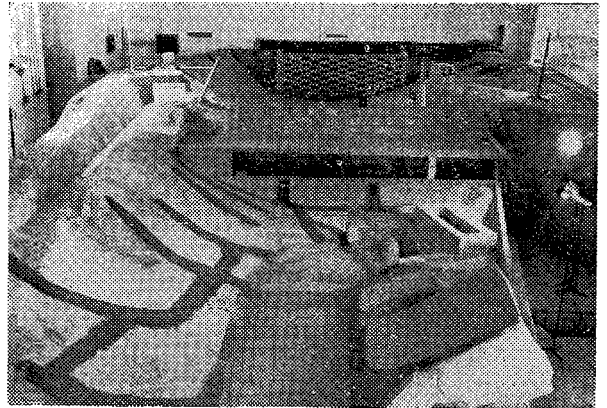
yunun pek uzun olmaması halinde, baraja kadar gelir ve baraj önünde yığılabirler.

Dip savaklar açıldığı zaman, burada husule gelen yıkama akımının hızları dip savağın menba taraf ağzından itibaren pek çabuk azalır ve kısa bir mesafede, katı maddeleri yıkama ve sürüklenme özelliğini kaybeder. Bu itibarla dip savakların, hazine baş tarafındaki büyük sürüntü maddesi yığınları üzerine her hangi bir yıkama tesiri olmaz.

Müstesna hallerde baraja kadar gelip yığılmak imkânını bulan sürüntü maddeleri yıkama üzerine olan tesirine gelince: Buradaki yıkama hızları dip savaktan itibaren pek kısa bir mesafede tesirini kaybeder ve dip savakların menba tarafında koni tarzında bir oyuk teşekkül eder. Yıkama ile husule gelen bu koninin sevi, sürüntü maddesinin özgül ağırlığına, iç sürtünme açısına ve sürüklenme kuvvetine göre değişir.

İ. T. Ü. Su Yapıları Laboratuvarında Kesikköprü barajı için hazırlanmış ve deneyleri tamamlanmış bir model bulunmakta idi. Sırf araştırma maksadiyle bu baraj modeli üzerinde dip savak yıkama tesirini tespit için bir sıra deneyler yapılmıştır. Taş dolgu tipinde olan barajın modeli 1/50 ölçeğinde hazırlanmış idi. Burada su alma kulesi önünde bir dip savak galerisi ter-tip edildi. Çapın tesir alanını tespit için bir kere Ø5 m, bir kere de Ø2.5 m lik dip savak nazarı itibara alındı. Bu suretle modelde birkere Ø10 cm, bir kere de Ø5 cm lik dip savaklarla yıkama deneyleri yapıldı. Hazinedeki dolu savak eşik kotu maksimum su seviyesini tayin edip, su derinliği, dip savak ağzı tabanından itibaren prototipte 38 m, modelde 0.76 m idi.

Deneyde kullanılan sürüntü maddesine gelince :

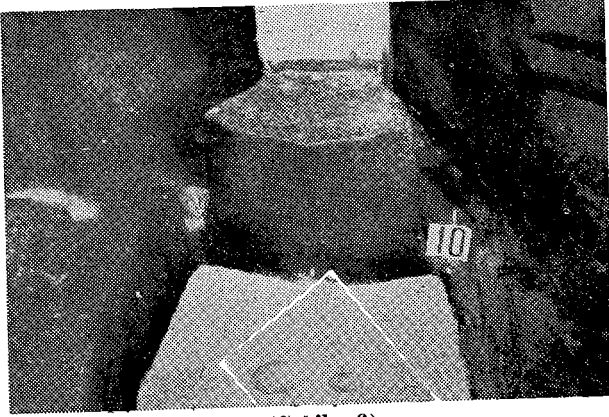


(Şekil: 5)

- a) Su alma kulesi  
b) Dip savak galerisi önü.

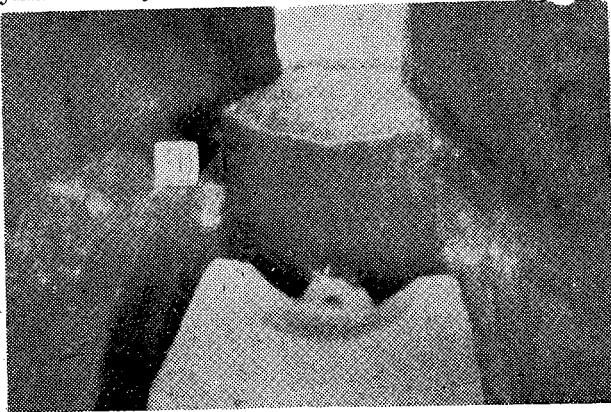
Bu hususta bir kere kum, bir kere de tüf kullanılmıştır. Kum karışımının tane çapı 0.2 - 0.8 mm arasın-

da, tütün tane çapı ise 0.15 - 1.6 mm arasında idi. Denel olarak tayin edilen, kumun tabii sevi: Kuruda 1/1 su altında 1/1.8, tütün tabii sevi: Kuruda 1/1.3, su altında 1/1.5 idi. (Şekil 5) Modelin heyeti umumiyesinin mansap taraftan görünüşünü. (Şekil 6) Ø2.5 m



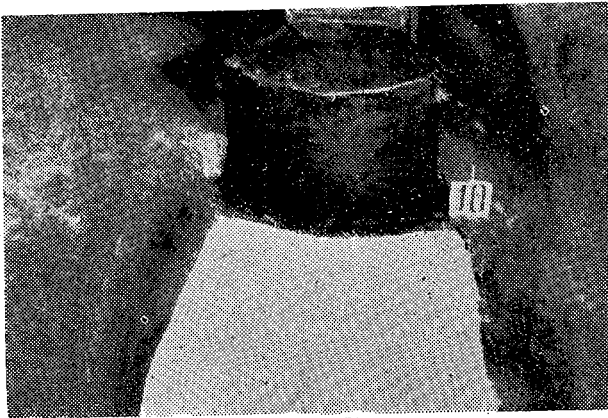
(Şekil : 6)

lik dip savak galerisi önündeki 5 m yükseklikteki sürüntü maddesi yığıntısını temsil eden kum yığını yıkama deneyinden önce, (Şekil 7) ise aynı yığını yı-



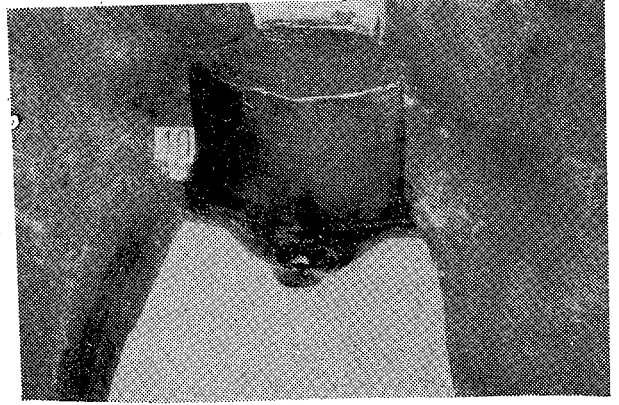
(Şekil: 7)

kamadan sonra göstermekte ve dip savak önünde teşekkül eden yıkama konisi bariz olarak görülmektedir. Yıkama deneyi modelde bütün haller için 15 dakika devam etmiş olup, bu müddet zarfında tamamiyle stabil bir durum elde edilmiştir. Prototipte bu müddet



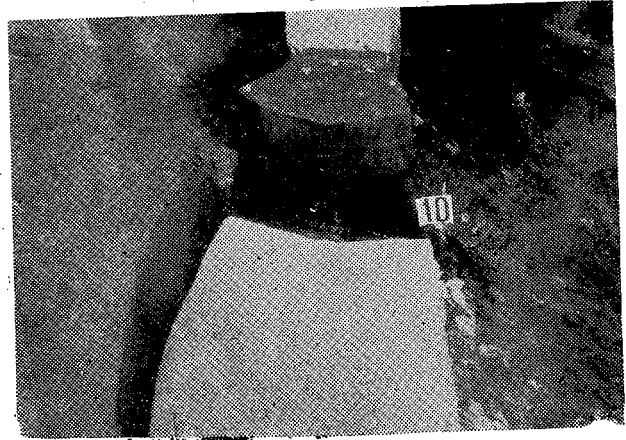
(Şekil: 8)

takriben 1 saat 45 dakikalık bir dip savak çalışması-na tekabül eder. (Şekil 8) Yine Ø2.5 m lik dip savak galerisi önündeki sürüntü maddesi yığıntısını temsil

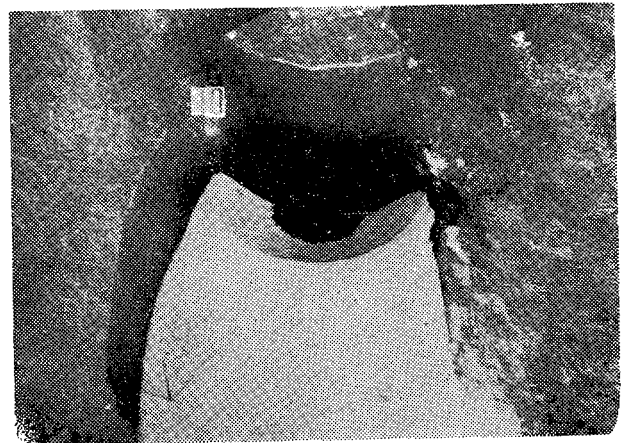


(Şekil: 9)

eden tuf yığını yıkama deneyinden önce, (Şekil 9) ise aynı yığını yıkama deneyinden sonra göstermektedir. (Şekil 10 ve 11) Ø5 m lik dip savak galerisi ö-



(Şekil: 10)

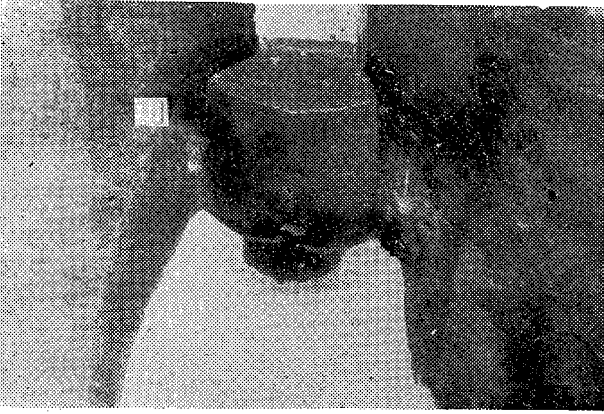


(Şekil: 11)

nündeki yığıntıyı temsil eden kum yığınının yıkamadan önceki ve sonraki durumunu, (Şekil 12 ve 13) aynı dip savak galerisi önündeki tuf yığınının yıkamadan önce ve sonraki halini göstermektedir.



(Şekil: 12)



(Şekil: 13)

Tablo 2 de, dip savak galerisi önünde teşekkül eden yıkama konisi şevine ait, bilgiler, model üzerindeki ölçü sonuçlarına göre verilmiştir.

Tablo: 2

Dip savak galerisi önündeki 5 m lik yığıntı için yıkama konisi şevi

|                       | Yıkama konisi şev eteğinin dip savağa mesafesi |        | Yıkama konisi şevinin yatay boyu |        |       |        |
|-----------------------|------------------------------------------------|--------|----------------------------------|--------|-------|--------|
|                       | Kumda                                          | Tüfte  | Kumda                            | Tüfte  | Kumda | Tüfte  |
| Ø 2.5 m lik dip savak | 1:1.45                                         | 1:1.25 | 2 m                              | 3.25 m | 7.25  | 6.25 m |
| Ø 5 m lik dip savak   | 1:1.55                                         | 1:1.5  | 6 m                              | 7.25 m | 7.75  | 7.5 m  |

Model üzerinde yapılan ölçülerle anlaşılmıştır ki, yıkama konisinin üst tarafında, yığıntı üstünde yıkama deneyinden sonra her hangi bir belirli alçalma husule gelmemiştir. Demek oluyor ki burada artık herhangi bir sürüklenme husule gelmiyor, sürüklenme kuvveti tesirini kaybediyor, yıkama hızı taneleri hareket ettiremeyecek kadar küçülüyor ve bu suretle dip savağın yıkama tesiri bu koniden itibaren sona eriyor.

Dip savak menba taraf ağzındaki eşit hızlar yüzeyi, inhinası gittikçe azalan ve inhina yarı çapı gittikçe büyüyen 3 boyutlu yüzeylerden ibaret olup, bunlar baraj hazinesinin çok geniş hacmi içine birden ya-

yılmakta ve dip savak ağzından itibaren çok kısa mesafelerde tesirini hissedilir derecede kaybetmektedir.

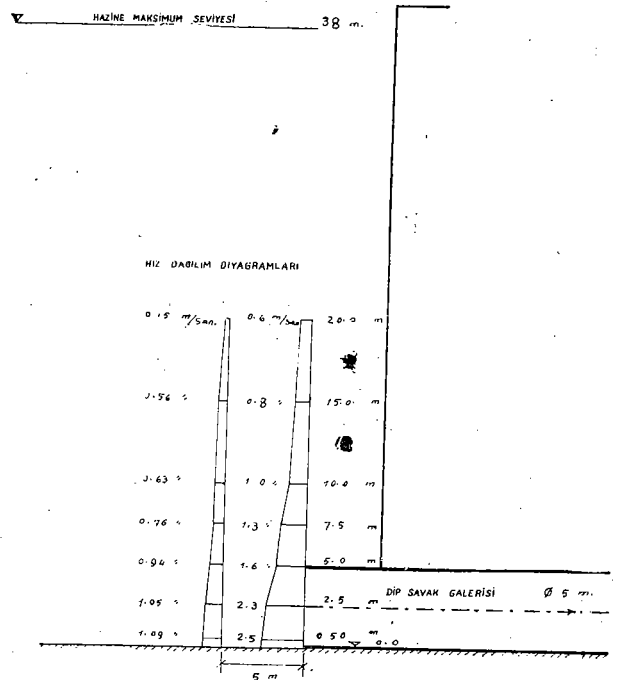
Modelde dip savak menba tarafında değişik noktadaki hızlar Pito borusu ile, bu noktalardaki akım ipçiklerinin yönü de, bu maksatla hazırlanmış özel bir tertiple tayin edilmiştir.

(Şekil 14) prototipte Ø 5 m çaptaki dip savak galerisine tekabül eden modeldeki dip savak önünde denel olarak tayin edilen, galeri eksenini doğrultusundaki iki düzeye hız dağılımını göstermektedir. Dip savak ağzından uzaklaştıkça hızlardaki azalmanın ne kadar çabuk husule geldiği burada açık olarak görülmektedir.

Gerek yukarıdaki mülâhazalardan, gerekse bahsedilen model deneyi sonuçlarından anlaşıyor ki, eskiden tahmin edilenlerin aksine, dip savakların sürüntü maddesi yığınları üzerine olan tesiri ya hiç veya pek mahdut olup, bu suretle yapılacak yıkama ile, muhtemel sürüntü maddesi yığılmalarını bertaraf etmeye ve böylece, hazine hacminde meydana gelmiş olan azalmaları gidermeye imkân yoktur.

## 2. Muallâk madde yığınlarının dip savak ve boşaltım organları ile bertaraf edilmesi imkânları ve dip savakların tesiri.

Muallâk madde yığıntıları sertleşmemiş, akıcı bir çamur halinde bulunursa dip savakları ile bunları dışarı atmak kabildir. Eğer hazine tabanındaki çamur sulu olmazsa dip savakları ile yapılan basınçlı yıkama



(Şekil: 14)

teşebbüsleri sert çamur yığınları üzerinde dar bir mecra açmaktan başka bir işe yaramaz ve çamur yığını dışarı atmak imkânı olmaz.

Hazine tabanından dip savakla sistematik bir tarzda çamur boşaltılması suretiyle önemli miktarda yığıntı maddesini dışarı atmak teknik olarak kabilirdir. Fakat bu olay bir takım faktörlere tâbidir. Bunun için bir taraftan çamur sertleşmemiş olmalı ve granülometrisi uygun bulunmalı, aynı zamanda hazine tabanının enine ve boyuna eğimleri bu granülometriye tâbi olarak elverişli bulunmalıdır.

Cezayir'de bu hususta dikkate değer örnekler vardır. Burada ilk yapılan barajlarda tamamiyle İspanyol barajlarındaki gibi dip savaklar tertip edilmiştir. İspanya'daki Alicante barajı 300 yıldanberi hizmet ettiği halde, Cezayir'deki Sig, Saint-Lucient, Cheurfas ve Fergoug barajları kısa zamanda ölüme mahkûm olmuşlardır. Cezayir'deki bu barajlarda uğranılan hayal sukutu, buradaki yığıntı maddelerinin, granülometri bakımından olduğu gibi, hazinenin şekli ve eğimi bakımından da İspanya'dakilerden tamamiyle farklı olmasından ileri gelmektedir.

0.1 mm den iri taneleri ihtiva etmeyen yığıntılarla baraj dip savak modelleri üzerinde yapılan model deneylerinde sürekli bir çamur akımı elde edilmemiş, her dip savak önünde bir koni teşekkül etmiş ve bir müddet sonra dip savaktan çıkan sular berrak olmaya başlamıştır. Vananın T müddet açık kalarak dışarı çamur aktıktan sonra, yeniden çamur gelmesi ve ilk durumun teessüsü için vananın IOT kadar bir müddet kapalı kalması lâzım gelmiştir.

Dip savaklarla çamur bertaraf edilmesinde bir miktar su kaybını da hesaba katmak lâzımdır.

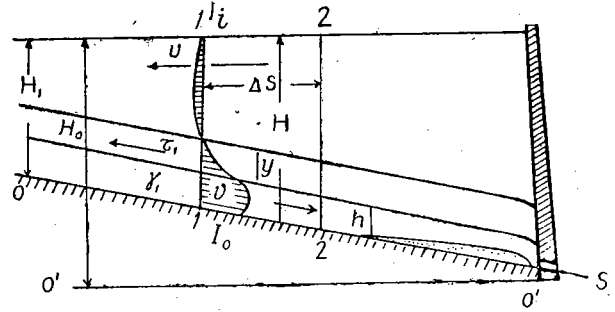
Muallâk maddesi fazla olan akarsular üzerinde inşa edilen baraj hazinelerinde son 20 yıldanberi toplanan görgüler yoğun akımın keşfine imkân vermiştir.

Akarsu, baraj hazinesine çok miktarda muallâk madde getirirse, sudan daha ağır olan bulanık bir su, hazinedeki suyun alt tabakalarına iner ve oradan baraja doğru hareket eder. Bu olayın özelliği, yoğun akımın, muallâk maddeleri teşkil eden en ince taneleri (tane iriliği 10-20  $\mu$ ) (dan küçük), baraja olan mesafe ne olursa olsun, taşımak kabiliyetinde olmasıdır. USA'da Colorado'da Lake Mead'de 150 km ye kadar uzanan böyle bir hareket tespit edilmiştir.

Yoğun akım üzerinde Fransa'da, USA'da ve USSR de teorik ve denel olmak üzere bir çok araştırmalar yapılmıştır.

Bu araştırmalardan bir kısmı, Raynaud, Blanchet ve Villatte tarafından işlenerek yoğun ağımlı problemi için, su ortamı içinde, homogen yoğunlukta üniform olarak hareket eden bir yoğun akım gibi takriben bir çözüm şekli elde edilmiştir.

Türbülans şartları altında su ile yoğun akım arasında (Şekil 15) de y ile gösterilen bir ara tabaka teşekkül eder. Bu tabaka içindeki hız ve yoğunluk gradientleri önemlidir.



(Şekil: 15)

Blanchet ve Villatte yoğun akım için üniform hareket kabulü ile :

$$(\gamma_1 - \gamma) h I_0 = \left[ \frac{\gamma_1}{C_0^2} - \frac{\gamma H}{C_1^2 (H-h)} \right] \quad (8)$$

denklemini elde etmiştir.

Burada :

$\gamma_1$  = Yoğun akım özgül ağırlığını,

$\gamma$  = Suyun özgül ağırlığını,

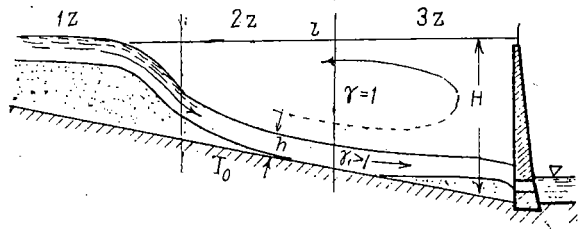
$h$  = Yoğun akım derinliğini,

$H$  = Hazine derinliğini,

$I_0$  = Taban eğimini,

$C_0$  ve  $C_1$  = Yoğun akımın alt ve üst sınırlarının Chezy katsayısını gösterir.

Değişik yağış ve akış şartları altında yoğun akımın hiç olmazsa 4-5 ay esnasındaki rejimi değişkendir. Böylece muallâk maddesi fazla olan akarsularda hazinenin tabanında husule gelen yığıntılar şöyle olur: Daha önce de bahsedilmiş olduğu üzere hazine tabanının menba tarafında iri tanelerden ibaret bir alüviyon konisi teşekkül eder. (Şekil 16)



(Şekil: 16)

(Başlıca  $d > 0.02 - 0.05$  mm,  $Z_1$  bölgesi). Alüviyon konisi yeter derece yükseldikten sonra burada bir yoğun akımı görülmeye başlar, ve bu esnada en ince taneler ( $d < 0.01$  mm) hiç bir engele rastlamadan aşağı doğru sürüklenirler.

Bu halde orta irilikteki taneler alüviyon konisinin alt tarafında epice bir mesafede yığılırlar ( $Z_2$  bölgesi).

$Z_2$  bölgesinden  $Z_3$  bölgesine geçerken taban eğiminin açık olarak değişmesi, üniform olmayan bir akım rejimini husule getirir.

Yogun akımın değişken hareketi incelenirken, yine Blanchet ve Villatte'in analizlerini istinad ettirdikleri temeller esas olarak alınmıştır (5).

Dikdörtgen kesitli bir kanal kabulü ile yoğun akım için değişken hareket denklemi :

$$\frac{dh}{ds} = \frac{\gamma^1 I_0 (\lambda_0 + \lambda_1) \frac{H}{H-h} \frac{q^2}{2gh^3}}{\gamma - \frac{q^2}{g h^3}} \quad (9)$$

şeklinde yazılır.

Bu denklemde :

$$\gamma^1 = \frac{\gamma_1 - \gamma}{\gamma_1}$$

$\lambda_0$  = Taban direnç katsayısını,

$\lambda_1$  = Üstdeki sınır direnç katsayısını,

$q$  = Birim genişliğe tekabül eden debiyi,

$v$  = Yoğun akımın ortalama hızını gösterir.

Denklem (9) un paydasını sıfıra eşit kılırsak kritik derinlik elde olunup

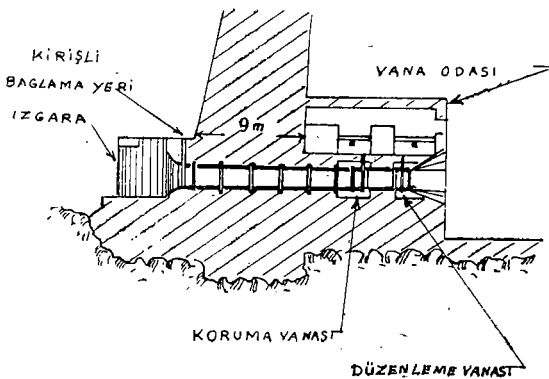
$$h_c = \sqrt[3]{\frac{\alpha q^2}{g \gamma^1}} \quad (10)$$

yazılır.

$$\text{Kritik hız ise } v_c = \sqrt[3]{r' g q} \quad (11)$$

Hazinede mütemadi bir taban akımı, ancak bazı belirli şartlar bulunduğu zaman teşekkül eder: Bunun için  $h$  derinliği  $H$  dan önemli miktarda küçük olmalı, halbuki  $h$  miktarı akımın sarfiyatına ve onun bulanıklığına tabidir. Yoğun akımın husule gelebilmesi için bulanıklığın belirli bir  $M$  min. değerinden daha büyük olması lazımdır.

Baraj ve aksamının tamir ve kontrolünü sağlamak üzere su seviyesini indirmeye ve bazan hazineyi tamamen boşaltmaya ve feyezan esnasında icabı halinde sarfiyatın bir kısmının atılmasına yarayan dip savaklar ve boşaltım organları bazı hallerde hazinede biriken ve henüz akıcı halde bulunan çamurları ber-



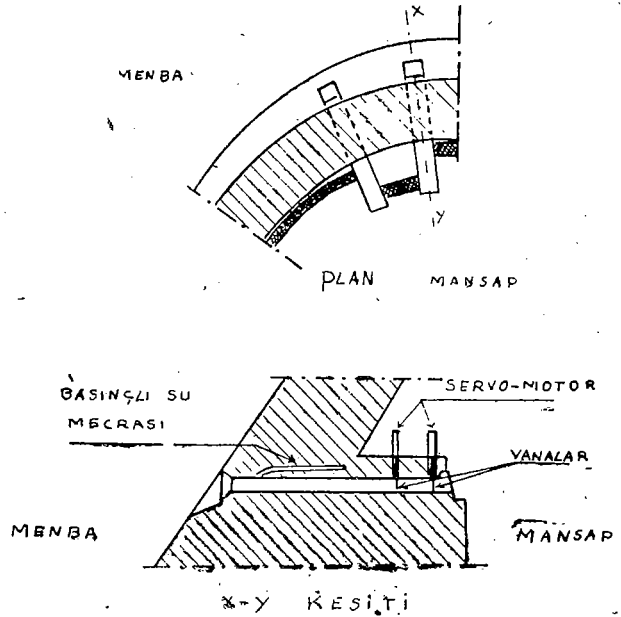
(Şekil: 17)

5) İ. İ. Levi, Proc. of the 8 th. Congr. of I.A.H.R., Montreal (Kanada), 1959.

taraf etmeye yarayabilir, (Şekil 17) Couesque barajına ait dip savaklardan birinin kesitini göstermektedir. Burada 1.80 m çapında 3 dip savak bulunmakta olup toplam kapasiteleri 35 m<sup>3</sup>/sec dir. Koruma ve düzenleme vanaları olarak kelebek vana kullanılmıştır.

Baraj hazinesi tabanında yığılan çamurların önemli olması ve hazine hacmine hissedilir derecede tesir etmesi ihtimali karşısında alt tarafta özel çamur mecraları yapılması düşünülmüştür. Bu mecralar vanacıklarla teçhiz edilmiş olup, bunlar hazinenin alt tarafını, dip savak vanasının manevra edilmesine lüzum kalmadan, mansap taraf ile birleştirilmesine yararlar. Bunlar, feyezan esnasında ve feyezandan sonra en uygun olarak nazarı itibara alınan anda açılıp, bu suretle hazine tabanında baraja kadar gelen yoğun akımın mansap tarafa geçmesine yararlar. Ceza-yir'de İril Emda barajında, tabanda 400 mm çapında 8 çamur mecrası bulunmaktadır.

Tunus'taki Nebeur barajında ise 3 çamur mecrası bulunup ikisi 700 mm, biri ise 400 mm çapındadır. Burada düşünülen basınçlı su enjeksiyonu tertibatı, ağızda teşekkül edecek çamur tıkaçlarını bertaraf etmeye yarar (Şekil 18).



(Şekil: 18)

Bu hususta, işletmede edinilen görgüler ve yapılan tecrübeler müsait sonuç vermiş olmaları itibarıyla, muallâk maddesi fazla akarsular üzerinde inşa edilip hazinesinde yoğun akım teşekkül eden barajların gelecekte, yalnız en aşağı seviyede değil, daha yukarı seviyelerde de bir çok sayıda, yoğun akım geçiren ufak çaplı mecralarla teçhiz edileceği anlaşılmaktadır. Burada muallâk madde yığınlarının karakteristiklerini, yoğun akımın özelliklerini incelemek, bu mecraların projesi bakımından önemlidir.