

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**SİFON SAVAKLARDA DEBİ KATSAYI DEĞİŞİMİNİN SİFON  
BOYUTLARINA VE BARAJ YÜKSEKLİĞİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İnş. Müh. Emin Oral BÜLBÜLOĞLU**

**MART 2012  
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**SİFON SAVAKLARDA DEBİ KATSAYI DEĞİŞİMİNİN SİFON  
BOYUTLARINA VE BARAJ YÜKSEKLİĞİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

**İnş. Müh. Emin Oral BÜLBÜLOĞLU**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde  
“İNŞAAT YÜKSEK MÜHENDİSİ”  
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 27.02.2012**

**Tezin Savunma Tarihi : 15.03.2012**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Mehmet BERKÜN**

**Trabzon 2012**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**  
**İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında**  
**Emin Oral BÜLBÜLOĞLU tarafından hazırlanan**

**SİFON SAVAKLARDA DEBİ KATSAYI DEĞİŞİMİNİN SİFON**  
**BOYUTLARINA VE BARAJ YÜKSEKLİĞİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 28/02/2012 gün ve 1446 sayılı**  
**kararıyla oluşturulan jüri tarafından 15/03/2012 tarihinde yapılan sınavda**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**olarak kabul edilmiştir.**

**Jüri Üyeleri**

**Başkan : Prof. Dr. Mehmet BERKÜN** .....

**Üye : Prof. Dr. Basri ERTAŞ** .....

**Üye : Prof. Dr. Öner DEMİREL** .....

**Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ**

**Enstitü Müdürü**

## ÖNSÖZ

“Sifon Savaklarda Debi Katsayı Değişiminin Sifon Boyutlarına ve Baraj Yüksekliğine Etkisinin İncelenmesi” adlı çalışmada, baraj savaklarının projelendirilmesinde kullanılan “C” katsayısının hesap yöntemi ve baraj yüksekliğine etkisini incelenmesini konu edinilmiştir. Bu bağlamda bu araştırmanın başlatılmasında, yürütülmesinde her türlü yardım ve desteğini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Mehmet BERKÜN’e, Sayın Prof. Dr. Öner DEMİREL’e, değerli jüri üyesi hocalarıma ve hayatım boyunca beni destekleyen eşim Damla Bülbüloğlu’na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Emin Oral BÜLBÜLOĞLU

Trabzon 2012

## TEZ BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Sifon Savaklarda Debi Katsayı Değişiminin Sifon Boyutlarına ve Baraj Yüksekliğine Etkisinin İncelenmesi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Mehmet BERKÜN‘ün sorumluluğunda tamamladığımı, verileri kendim topladığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 15/03/2012

Emin Oral BÜLBÜLOĞLU

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET .....	VII
SUMMARY .....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	X
SEMBOLLER DİZİNİ .....	XI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş .....	1
1.2. Barajlar .....	2
1.3. Savaklar .....	5
1.3.1. Dolusavaklar .....	6
1.3.1.1. Dolu Savağın Öğeleri .....	7
1.3.1.2. Dolusavak Seçimi .....	9
1.3.1.3. Dolusavakların Sınıflandırılması .....	10
1.3.1.3.1. Suyu Alışlarına Göre .....	10
1.3.1.3.2. Dolusavak Mansabındaki Akım Koşullarına Göre.....	11
1.3.1.3.3. Dolusavak Membasındaki Akım Koşullarına Göre.....	11
1.3.1.3.4. Suyu Denetim Durumlarına Göre.....	11
1.3.1.3.5. Şaft (Kuyu) Savaklar .....	13
1.3.1.4. Dolusavak Profili .....	13
1.3.2. Sifon Savaklar.....	15
1.3.2.2. Sifon Savakların Sınıflandırılması.....	17
1.3.2.3. Sifon Savakların Genel Esasları .....	20
1.3.2.3.1. Sifon Savakların Üstünlük ve Zayıflıkları.....	21
1.3.2.3.2. Sifonun Çalışma Prensipleri .....	22
1.3.2.3.3. Bir Sifonun Yemlenme Yüksekliği ve Buna Etkiyen Faktörler .....	25
1.3.2.3.4. Sifonun Durma Yüksekliği ve Buna Etkiyen Faktörler.....	27
1.3.2.3.5. Sifon Akımın Stabilesi ve Sifonda Meydana Gelen Vibrasyon .....	28
1.3.2.3.6. Sifon Savakların, Serbest Yüzeyle Savaklarla Karşılaştırılması.....	28
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	30

2.1.	Analiz Amacı.....	30
2.1.1.	Analizin Kapsamı .....	30
2.1.2.	Analizin Yöntemi .....	31
2.2.	Bulgular .....	31
2.3.	Debi Değişimi-Boyutlar Bağlantısı İçin Geliştirilen Dolu Savak Bilgisayar Programı ve Proje Giriş Bilgileri .....	34
2.4.	Debi Sabit Tutularak Diğer Parametrelerdeki Değişimin Boyutlardaki Etkisinin İncelenmesi .....	36
2.5.	Tartışma .....	43
2.5.1.	Sifon Savak Bilgisayar Programı Akış Seması Sonuçları– (Debi Değişimi- Boyutlar ne Hız Yüğü İlişkisi).....	44
2.5.2.	Sifon Savak Bilgisayar Programı Akış Seması 2 - Sonuçları (Kesit Yüksekliği Değişimi / Boyutlar ve Hız Yüğü İlişkisi) .....	45
3.	SONUÇLAR.....	48
4.	KAYNAKLAR.....	49

ÖZGEÇMİŞ

Yüksek Lisans Tezi

## ÖZET

### SİFON SAVAKLARDA DEBİ KATSAYI DEĞİŞİMİNİN SİFON BOYUTLARINA VE BARAJ YÜKSEKLİĞİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Emin Oral BÜLBÜLOĞLU

Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Prof. Dr. Mehmet BERKÜN  
2012, 50 Sayfa

Su yapılarında dolusavaklar, suyu kaynaktan mansaba su akışını kontrol ederek geçiren, barajın işletilmesi ve stabilizesi ile ilgili önemli fonksiyonları olan ve barajın maliyetinde önemli yer tutan yapılardır. Bunların su yapısındaki konumları belirlenerek hidrolik ve statik hesapları yapılır. Savağın yapılmasında kullanılacak malzemenin seçimi önemlidir. Malzeme ve hidrolik bakımdan en elverişli çözüm aranır. Bir barajın emniyetli olabilmesi için, bunun dolu savağının büyük taşkınları barajı risk altına sokmadan geçirebilmesi gerekir. Savağın yeterli şekilde planlanması, projelendirilmesi, inşası ve güvenilebilir şekilde işletilmesi barajın ve bunun mansap kısmında yaşayanların güvenirliliği için büyük önem taşır. Bu çalışmada barajların güvenlik yapıları olan savaklara ilişkin temel bilgiler özetlenmiş ve savakların boşaltımında önemli bir büyüklük olan C katsayısı incelenmiş ve C katsayısının değişiminin baraj gövde yüksekliğine olan etkisi araştırılmıştır. C debi katsayısı büyüdükçe, kanal debisinin ( $Q$ ) değeri artmakta, kanal debisinin değeri arttıkça kanaldaki suyun akış hız yükü ( $h_v$ ) de bu değerle doğru orantılı olarak artmaktadır. Bu durumda su napı değeri azalmakta ve buna bağlı olarak rezervuardaki su yükündeki azalma oranında baraj yüksekliği de azalmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Baraj, Dolusavak, Sifon Savak, C Katsayısı.



Master Thesis

## **SUMMARY**

### **SPILLWAY AND SIPHON SPILLWAY EFFECTS OF BARRAGE HEIGHT EXCHANGE COEFFICIENT**

Emin Oral BÜLBÜLOĞLU

Karadeniz Technical University  
The Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Civil Engineering Graduate Program  
Supervisor: Prof. Dr. Mehmet BERKÜN  
2012, 50 Pages

The term “spillway” means to pass the water flow from its source through the water ways in the water structures. Spillways facilitates the duties with controlling the water flow. It is also important for the operation and the stability of the dams. Spillway structures have significant cost in the construction of the dams. By determining their positions in the water structure, their statical and hydrological calculations are done. In the construction of the spillway, the selection of the material is very important. The most convenient solution is required in regarding to materials and hydraulics. For the safety of the structures of the dams, the spillways is supposed to pass the great amount of water floods through the water ways without causing any danger. The adequate planning, designing, building and safely operating of the dam is very important for the safety of the inhabitants who are living near the water ways. In this research, the basic information related to spillways which are safety structures of dams, are summarized and in the unloading of the spillways, the C coefficient is used and the effect the C coefficient change on the height of the body of the dams is examined.

**Key Words:** Spillway, Siphon Spillway, C Coefficient.

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Yanal büzülmesiz dikdörtgen şekilli savak .....	5
Şekil 2. Yanal büzülmeli dikdörtgen şekilli savak ve üçgen şekilli savak .....	6
Şekil 3. Trapez şekilli savak ve dairesel şekilli savak .....	6
Şekil 4. Dolusavağın ana elemanları.....	7
Şekil 5. Yarı denetimli dolusavak.....	12
Şekil 6. Dolusavak profili .....	14
Şekil 7. Ters sifon .....	18
Şekil 8. Eğrisel kanatlı sifon .....	19
Şekil 9. Basamaklı sifon .....	19
Şekil 10. Maramsilli yardımcı (mini) sifon .....	20
Şekil 11. Sifon savaklarda suyun giriş ve akış şekilleri.....	23
Şekil 12. Sifon savaklarda suyun çıkış şekilleri .....	23
Şekil 13. Bir sifonun başlıca elemanları ve otomatik sifonların çalışma prensibinin esasları .....	24
Şekil 14. Orifis denklemi kullanılarak birim debi hesabında parametrelerdeki değişikliklerin kanal genişliğine etkisi .....	32
Şekil 15. Q değerinde artışın kanal giriş ağız boyutlara olan etkisi.....	33
Şekil 16. Dolu savak bilgisayar programı akış seması – (debi değişimi-boyutlar) .....	35
Şekil 17. Debiyi sabitlediğimizde diğer parametrelerin ölçümleri .....	37
Şekil 18. Orifis denklemi kullanılarak birim debi hesabı .....	38
Şekil 19. D değerinde artışın birim debi hesabındaki kesit alanı değişimine etkisi .....	39
Şekil 20. Havalandırma borusunun çapı incelemesi .....	39
Şekil 21. Çıkış deflektörü eşik yüksekliği (yeni değer).....	40
Şekil 22. Giriş yapısında maksimum hız yükü .....	41
Şekil 23. Sifon savak bilgisayar programı akış seması 2 (kesit yüksekliği değişimi/boyutlar).....	42
Şekil 24. Proje giriş bilgileri – kanalın yatak genişliği değişken.....	43
Şekil 25. Sifon savak bilgisayar programı akış seması sonuçları – (debi değişimi – boyutlar ve hız yükü ilişkisi) .....	45
Şekil 26. Sifon savak bilgisayar programı akış seması 2 - sonuçları (kesit yüksekliği değişimi / boyutlar ve hız yükü ilişkisi).....	46

## TABLULAR DİZİNİ

	<b><u>Sayfa No</u></b>
Tablo 1. C/Co - debi değeri abağı.....	31
Tablo 2. Proje giriş bilgileri – (debi değışimi-boyutlar).....	36
Tablo 3. Proje giriş bilgileri – kanalın yatak genişliğı değışken.....	43
Tablo 4. Sifon savak bilgisayar programı akış şeması sonuçları – (debi değışimi – boyutlar ve hız yükü ilişkisi).....	47
Tablo 5. Sifon savak bilgisayar programı akış seması 2 - sonuçları (kesit yüksekliğı değışimi / boyutlar ve hız yükü ilişkisi).....	47

## SEMBOLLER DİZİNİ

<b>FRL</b>	: Dolu rezervuar seviyesi
<b>FSL</b>	: Dolu sifon seviyesi
<b>H<sub>p</sub></b>	: Yemlenme yüksekliği
<b>H<sub>a</sub></b>	: Hız yüksekliği
<b>H<sub>T</sub></b>	: Tasarım düşüşü
<b>H<sub>e</sub></b>	: Toplam düşü
<b>d</b>	: Sifon boğazı kesit yüksekliği
<b>b</b>	: Sifon boğazı kesit genişliği
<b>A<sub>0</sub></b>	: Çıkış kesit alanı
<b>H</b>	: İşletim yüksekliği
<b>R</b>	: Eğrilik yarıçapı
<b>R<sub>1</sub></b>	: Sifonun kret yarıçapı
<b>R<sub>2</sub></b>	: Sifonun tepe yarıçapı
<b>C<sub>d</sub></b>	: Debi katsayısı
<b>C</b>	: Chezy katsayısı
<b>Q</b>	: Kanal debisi
<b>h</b>	: Sifonun çalışma yüksekliği
<b>h<sub>d</sub></b>	: Sifonun durma yüksekliği
<b>h<sub>o</sub></b>	: Sifon kreti ile çıkış su seviyesi arasındaki yükseklik
<b>Δh</b>	: Sifon kreti ile rezervuar su seviyesi farkı
<b>D</b>	: Kanal genişliği

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. Giriş

Barajlar, ülkemizin kalkınma çalışmaları içerisinde, gerek enerji üretimi gerek tarımsal sulama ve gerekse içme ve kullanma suyu temini bakımından son derece büyük öneme sahip depolama tesisleridir. Hangi amaçla inşa edilirse edilsin barajlarda iklim şartlarının ve buna bağlı olarak yağış ve akış durumlarının rastgele özelliği yüzünden, akarsuların akışlarını her zaman kontrol altına almak mümkün değildir. Bu yüzden barajların rezervuarına gelen fazla suları baraja ve diğer yardımcı yapılara zarar vermeden emniyetle mansaba aktaracak yapılara ihtiyaç vardır.

Bir baraj, düzenleme haznesi, yükleme odası, çökeltim havuzu, atık su kanallarında veya geniş anlamda, herhangi bir maksat için teşkil edilmiş bir rezervuara giren feyezant sularının emniyetle boşaltılabilmesi için bir tertibatın olması gereklidir. Özellikle, barajlara kısa süre içinde giren büyük miktardaki feyezant sularının atılması işi, baraj ve civarının emniyeti yönünden çok önemlidir. Bu amaçla baraj tipine ve arazi şartlarına göre gövde üzerinde veya gövdenin haricinde bir yere inşa edilen ve genel anlamda dolusavak olarak adlandırılan yapılar inşa edilmiştir.

Sulama, hidroelektrik ve diğer hidrolik yapıların su temini amaçlı tesislerin iletim kanalları ihtiyaç ve ekonomi göz önüne alınarak optimum kapasiteye göre projelendirilir. Kanala giren fazla suyun taşarak çevreye zararlı olmaması için gerekli yerlere yan savaklar yapılır. Bu savaklar bazen kanalın bir veya iki yanına bazen de çökeltim havuzu gibi tesislerin yan tarafına yapıldıkları için yan savak olarak adlandırılır. Meskûn bölgelerdeki birleşik kanalizasyon sistemlerinde de yan savaklar oldukça sık kullanılır.

Sifonların serbest yüzeyli savaklara oranla birçok üstünlükleri vardır. Ayrıca sifonlar dolusavak olarak geniş bir uygulama alanına sahiptir. Dolusavaklar ise barajlarda biriktirilmesi olanaklı olmayan artık (fazla) suları baraj ve yardımcı öğelerine zarar vermeden güvenli bir biçimde barajın su gidimine (mansabına) aktaran yapılardır. Kısacası dolusavaklar barajların güvenlik yapılarıdır.

Bu araştırmada Sifon Savaklarda Debi Katsayı Değişiminin Sifon Boyutlarına Ve Baraj Yüksekliğine Etkisini incelenecektir.

Burada ana ilke olarak savak genişliği, rezervuar hacmi ve alanı sabit tutulmaktadır. Debi katsayısı (C) 1.5 ile 2.5 arasında değerler almaktadır. C katsayısının artışıyla baraja giren ve çıkan akım hidrograflarının değişimi irdelendi. C katsayısına bağlı olarak savak sırtındaki su napının değişimi incelendi ve bunun baraj yüksekliğine ve dolayısıyla baraj ekonomisine etkileri araştırıldı.

## 1.2. Barajlar

Baraj, suyun biriktirilmesi için gerekli hazneyi meydana getirmek amacıyla akarsu yatağında yapılan bir kabarma tesisidir (Öziş, 1983). Baraj, su biriktirmek amacı ile hazne oluşturmak üzere bir akarsu vadisini kapatarak akışı engelleyen yapıdır. Barajın su biriktirme yanında, su seviyesini yükseltme ve geniş su yüzeyi meydana getirme gibi iki önemli fonksiyonu daha vardır. Baraj yapma amaçları (Ağırlioğlu, 2004);

- ❖ Sulama suyu sağlama,
- ❖ İçme ve kullanma suyu sağlama,
- ❖ Hidroelektrik enerji üretme,
- ❖ Endüstri suyu sağlama,
- ❖ Taşkın kontrolü,
- ❖ Dinlenme yeri sağlama,
- ❖ Balıkçılığın geliştirilmesi ve korunması,
- ❖ Akarsu ve iç su yolu ulaşımı,
- ❖ Akarsu deltalarında tuzluluğun giderilmesi,
- ❖ Katı maddenin tutulması ve kontrolü,
- ❖ Su kalitesinin iyileştirilmesi,
- ❖ Atıkların toplanması,
- ❖ Canlıların korunması.

Bir barajda bulunan başlıca yapı kısımları;

- Gövde ve temel
- Baraj haznesi
- Dolusavak
- Dipsavak
- Su çevirme yapısı

- Su alma yapısı
- Balık geçidi, elektrik santrali, gemi geçidi, sal geçidi gibi diğer tesisler.

Barajlar çeşitli şekilde sınıflandırılabilirler;

- Büyüklüklerine göre;
  - Büyük baraj
  - Küçük baraj
- Yüksekliklerine göre;
  - Yüksek baraj
  - Orta yükseklikte baraj
  - Alçak baraj
- Yapılış amaçlarına göre;
  - Sulama barajı
  - Taşkın koruma barajı
- Fonksiyonlarına göre;
  - Biriktirme barajı
  - Taşkın geciktirme barajı
  - Kabartma barajı
- Hidrolik özelliğine göre;
  - Üzerinden su akan baraj
  - Üzerinden su akmayan baraj
- Gövdenin statik projelendirmesine göre;
  - Ağırlık barajı
  - Kemer ağırlık barajı
  - Kemer baraj
  - Payandalı baraj
  - Dolgu barajı
  - Öngermeli baraj
- Gövde malzemesine göre;
  - Kargir baraj
  - Beton baraj
    - ❖ Ağırlık barajları
    - ❖ Payandalı barajlar
    - ❖ Kemer barajlar

- ❖ SSB (Silindirle sıkışan beton-RCC)

- Dolgu baraj

- ❖ Toprak dolgu barajları

- ❖ Kaya dolgu barajları

- ❖ Ahşap baraj

- ❖ Çelik baraj

- ❖ Lastik baraj

Baraj planlamasında amaç, teknik ve ekonomik açılardan en uygun baraj yer, türü ve büyüklüğün seçimi ile işletme çalışmasının belirlenmesidir. Baraj tasarımı (projelendirme) ise planlaması yapılan barajın inşaatını gerçekleştirmek üzere, bütün özelliklerinin, boyutlarının ve maliyetlerinin daha ayrıntılı belirlenmesi ve çizimlerle ortaya konması işlemleridir.

Baraj planlaması, başlangıçta birtakım hazırlık çalışmaları gerektirir. Stratejik planlama da denen bu hazırlık çalışmalarından sonra planlamanın kademelerine geçilir. Genel olarak bir projeyi geliştirme 5 adımda gerçekleşir. Bu kademeler, aşağıdaki gibi sıralanabilir;

1. Ön planlama (İstikşaf)
2. Planlama (Fizibilite)
3. Tasarım (Projelendirme)
4. İnşaat
5. İşletme

Geliştirme kapsamında birden fazla proje varsa, ön planlama ile planlama arasında bir de master (ana) plan kademesi olabilir. Bu ise projelerin birbirleri ile ilişkilerini daha iyi belirlemek için yapılan çalışmadır. Genel anlamda planlama yukarıdaki ilk iki işlemi kapsar. Bu işlemlerde, belirli işler birkaç defa ele alınarak konu her seferinde biraz daha derinlemesine incelenir.

Ön planlama çalışmalarında, bütün alternatif çözümler çok ayrıntıya girmeden ve çok yoğun çalışma yapılmadan belirlenir. Uygun olmayan çözüm seçenekleri, ayrıntılı analizler yapılmadan elenir. Sadece ilk bakışta, teknik ve ekonomik olarak uygun görülen seçenekler bırakılır. Böylece para ve zaman kaybı önlenir.

Planlama çalışmalarında, elenmeyen seçenekler daha ayrıntılı olarak hem teknik hem de ekonomik yönden incelenir. Barajın havza içindeki yeri, ana boyutları, maliyeti bu safhada belirlenir. Bu adım sonunda projenin teknik ve ekonomik yönden yapılabilirliği



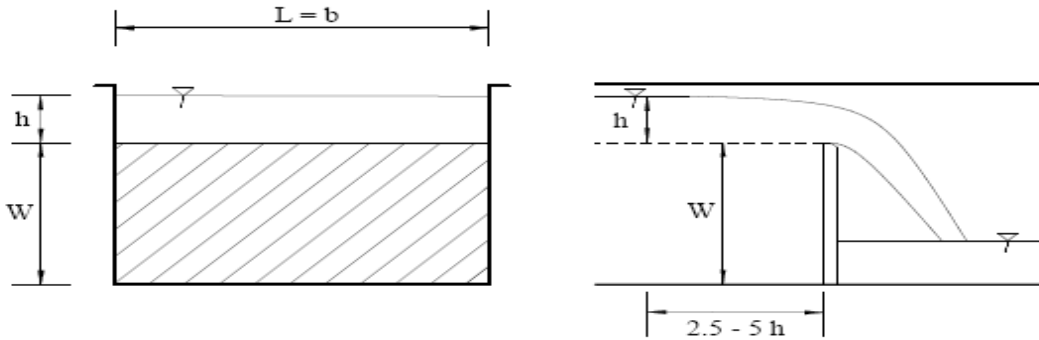
(fizibilitesi) ortaya konur. Bundan sonra projenin sosyal ve çevre yönleri incelenir. Bazen projenin çevre veya sosyal yönü ekonomik yönünün önüne geçer.

Tasarım kademesinde ise, projeye ait bütün boyutlar belirlenir, keşif ve metrajlar çıkarılır, imalat miktarları ve fiyatları ortaya konur ve ihale dosyası hazırlanır. Bütün planlar, boy kesit ve en kesitler ayrıntılı olarak çizilir, hesaplamalar ayrıntılı olarak gösterilir. Buna bazen “inşaat öncesi planlama” denir.

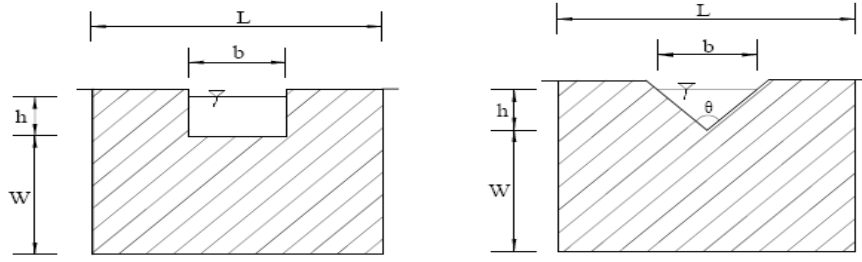
### 1.3. Savaklar

Bir su tesisinin üstünü aşan sıvı, mansapta serbest hareketli bir akım temin edebiliyorsa, bu tesise savak adı verilir. Başka bir deyimle; düşey vaziyetli bir çeperde açılan ve üst kısmı serbest ve atmosferle temas halinde bulunan bir orifise savak denir. Savaklar birçok tipte olabilirler.

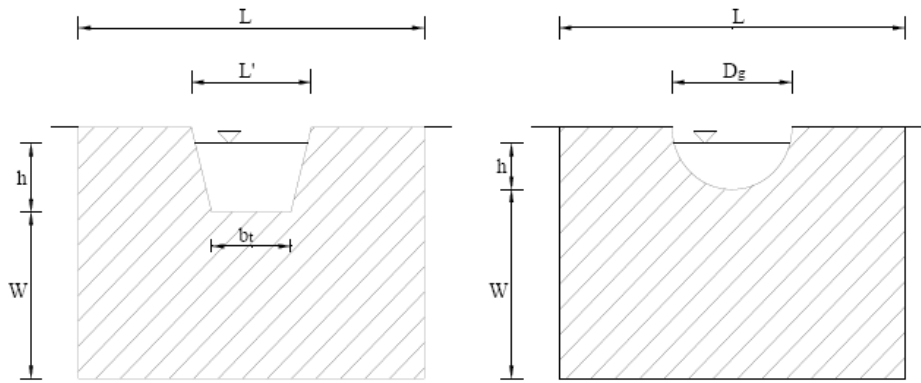
İnce çeperli, kalın eşikli, dik memba veya mansap tarafına eğik, yanlarından büzülmemiş veya büzülmüş olabilecekleri gibi, şekil bakımından da, dikdörtgen, üçgen, trapez, daire şeklinde olurlar (Baylar vd.,2007). Şekil bakımından ince kenarlı savak tipleri Şekil 1.2.3’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Yanal büzülmesiz dikdörtgen şekilli savak, (Baylar, A., 2002).



Şekil 2. Yanal büzülmeli dikdörtgen şekilli savak ve üçgen şekilli savak (Baylar, A., 2002).



Şekil 3. Trapez şekilli savak ve dairesel şekilli savak, (Baylar, A., 2002).

### 1.3.1. Dolusavaklar

Barajlar bir akarsu üzerinde enerji, sulama, içme suyu, taşkın koruma, taşımacılık, balıkçılık ve turizm gibi amaçlardan yerine göre birini, bir kaçını ya da bütünü yerini getiren yapılardır.

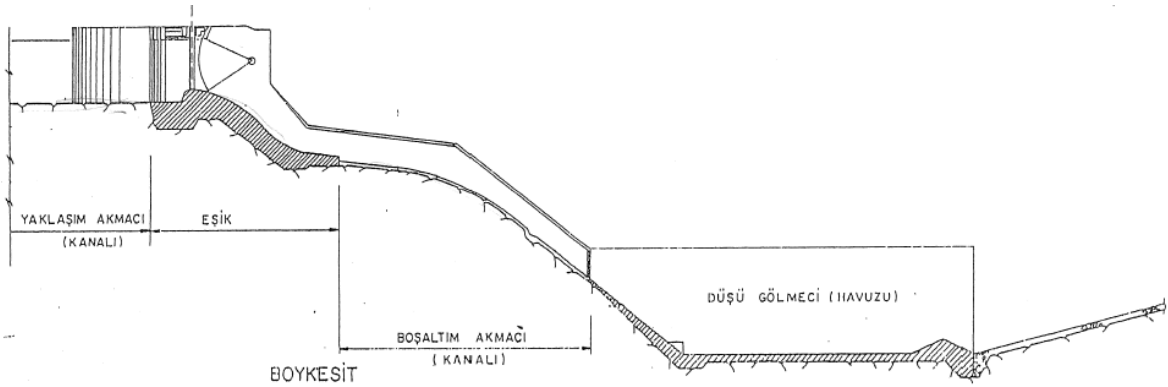
Dolusavaklar ise barajlarda biriktirilmesi olanaklı olmayan artık (fazla) suları baraj ve yardımcı öğelerine zarar vermeden güvenli bir biçimde barajın sugidimine (mansabına) aktaran yapılardır. Kısacası dolusavaklar barajların güvenlik yapılarıdır.

Dolu savaklar birleşik sistemde şehir dışı ana kanalının çapını küçültmek için veya arıtma tesisleri ile terfi merkezlerinin yükünü azaltmak için yapılırlar.

### 1.3.1.1. Dolu Savağın Öğeleri

Bir dolusavak en genel anlamda dört ana öğeden oluşur.

- Su getirme yapısı (yaklaşım kanalı)
- Su alışı yapısı ya da denetim kesiti (eşik)
- Su götürme ya da iletim yapısı (boşaltım kanalı ya da tünel)
- Suyu ırmağa aktaran yapı ya da çıkışı yapısı (sıçratma ucu ya da düşü havuzu)



Şekil 4. Dolusavağın ana elemanları, (Baylar, A., 2002).

Bir dolusavak bu öğelerden hizmet verdiği barajın türüne göre, eşik yapısı kaçınılmaz olmak koşuluyla birini bir kaçını ya da hepsini yapısında bulundurabilir.

a) Yaklaşım Kanalı: Depolama yapısı gölündeki suyun savaklanmak üzere dolusavak eşiğine yaklaşmasını sağlayan bir yataktır. Eksenleri eşiğe dik bir doğru veya eşiğe ulaştıkları noktada eşiğe dik olan bir eğri olarak düzenlenir. Yaklaşım kanalları çoğu kez kazı yüzeyleri düzenlenmiş kaplamasız olarak bırakılırlar. Bazen eşiğin membasında 10-15 m boyunda bir kaplama yapılarak hem şevlerin eğim değişikliği sağlanır, hem de eşik stabilizesi için sızma boyu uzatılır. Yaklaşım kanalında hız 1-3 m/s arasında olmalıdır. Küçük hız yaklaşım hızı yükünün küçük olmasını sağlar. Ayrıca yaklaşım kanalı yerinin topografyasından ötürü kanala verilebilecek kulplu şeklin fazla yük kayıplarına sebep olmasını önler. Kanalın kaplamasız olarak düzenlenmesi de hızı sınırlayan bir faktördür. Yaklaşım kanalının planında ani kırıklık, daralma ve genişlemeler olmamalı, kanal şevlerinde şev eğimleri ani olarak değişmemelidir. Teknik ve ekonomik şartların en yararlısını bulmak proje mühendisinin görevi olmaktadır.

Suyu savak yapısına iletmek için kullanılır. Bazı yapımlarda dolusavak baraj gövdesi üzerindedir ve su ile doğrudan doğruya temastadır. Dolayısıyla yaklaşım kanalına ihtiyaç kalmaz. Yaklaşım kanalının projelendirilmesinde dikkat edilmesi gerekli konular şunlardır:

a. Baraj gölünden kanala giriş

Giriş ağzının yapılmasında iki önemli konu vardır.

1. Yük kayıplarının azaltılması
2. Kanal içinde düzenli bir akımın elde edilmesi

Bu iki konuya dikkat edilmediği zaman daha başlangıçta hidrolik bir yetersizlik oluşur. Kanal içindeki akımın düzenli olmaması hem dolusavak debi katsayısına etkir hem de mansap kanalında düzensizlikler yaratır. Bu durum, suyun ana yatağa verilmesinde istenmeyen zararlı etkenlerin doğmasına yol açar.

Kanal giriş ağzının hidrolik bakımından iyi kontrol edilemediği durumda yük kayıpları çok büyük değerlere erişebilir (Gökçekaya Barajı'nın yaklaşım kanalının giriş ağzında kayıp 1.40 m.'yi bulmaktadır). Bu değer doğrudan doğruya baraj yüksekliğine etkidiğinden yapının maliyeti artar.

b. Yaklaşım kanalının güzergahı

Kanal güzergâhı barajın konumu ile yakından ilgilidir. Vadinin dar olması halinde, ekseni yamaç içine sokma zorunluluğu nedeniyle eğrisel bir güzergâh seçilmesi, akımı düzgün olmaktan çıkararak, merkezkaç kuvvetlerin etkisi ile suyun dirseğin dış tarafına yığılmasına sebep olur. Dirsekten kaçmak için yaklaşım kanalının boyunu kısaltarak kanal girişini baraj eksenine yaklaştırmak bu sakıncayı ortadan kaldırırsa da, bu durumda yüksek istinat duvarları inşa etmek zorunluluğu oluşur (Aslantaş Barajı yaklaşım kanalı yan duvarlarının yüksekliği 45 metredir). Ayrıca taşkın anında suyun bu duvarların üzerinden aşarak kanala dökülmesi olasılığı da vardır. Bu durumda dolusavak üzerindeki akım tamamen bozulabilir. Bunlardan anlaşılacağı gibi, yaklaşım kanalının girişi ve güzergâhı büyük önem taşımaktadır.

c. Yaklaşım kanalındaki akımın maksimum hızı

Bu konuda kesin kriterler ileri sürmek güçtür. Dikkat edilmesi gerekli husus yaklaşım kanalı içinde büyük yük kayıplarına ve oyulmalara neden olması muhtemel hızlardan kaçınılmalıdır.  $Q_{max}$  için kabul edilmesi gerekli en yüksek hız 4,5-5.0m/sn civarında kalmalıdır. Memleketimizde inşa edilen barajlarda, kanal boyutları bu kriter göz önünde tutularak hesaplanmıştır. (Gökçekaya Barajı yaklaşım kanalı  $Q = 5300 \text{ m}^3/\text{sn}$ ,  $H =$

19.5 m,  $L = 62,0$  m,  $U_{max} = 4,5$  m/sn). Çok büyük taşkınlar dışında kanalın taşıyacağı normal hızlar 2-2,5 m/sn'dir.

b) Dolusavak Eşiği: Kontrol kesiti olarak da adlandırılan dolusavak eşiği suyun üstünden savaklandığı yapıdır. Bu yapı hemen hemen bütün dolusavaklarda beton olarak seçilmiştir. Eşik, dolusavağın en önemli kısmını oluşturduğundan her türlü hidrolik tahripten korunmuş olmalıdır. Dolusavak eşiğinden yan duvarların düşey olması istenir. Eşik kotunun ve boyunun seçilmesi teknik ve arazi zorunluluklarını yerine getirmek koşulu ile bir ekonomi sorunudur.

C) Boşaltım Kanalı: Deşarj kanalı veya dolusavak kanalı olarak da anılan boşaltım kanalı, kontrol kesitinden savaklanan suyu enerji kırıcı tesise kadar taşır Boşaltım kanalı genellikle dik eğimli olur. Çünkü su kret seviyesinden alınıp talvege taşınmaktadır. Boşaltım kanalındaki su hızı oldukça büyük olduğu için kaplama yapılması gerekir. Boşaltım kanalında hızın genellikle yüksek olduğu, yüksek hızlarda ise ani daralma veya genişleme yapılmasının hidrolikle bağdaşmayacağı bilinen bir konudur. Ancak tedrici daralma ve genişleme hidroliğe uymak şartı ile sık sık kullanılan bir düzendir.

d) Enerji Kırıcı Yapı: Uç yapısı olarak da isimlendirilen enerji kırıcı tesis. dolusavak boşaltım kanalının akarsu yatağıyla birleştiği yere yapılır. Dolusavak akımı büyük bir hız kazanarak uç yapısına gelir ve akarsuya kavuşması anında büyük kinetik enerjiye sahip olur. Bu enerjinin burada kırıldıktan sonra suyun akarsu yatağına verilmesi gerekir. Aksi halde büyük oyulmalar meydana gelir. Uç yapısı çeşitli enerji kırıcı tesisler olacağı gibi taş dolgu da olabilir.

### 1.3.1.2. Dolusavak Seçimi

Dolu savağın tipinin seçilmesinde aşağıdaki konuların incelenmesi önem taşır.

1. Baraj tipinin özellikleri
2. Topoğrafik durum
3. Jeolojik durum
4. Hidrolojik durum
5. Ekonomik durum

Taşkın dalgasının özellikleri ve taşkının mansapta yapacağı zarar, doğrudan doğruya tip seçimine etkir. Taşkın dalgasının hacmi ile dolu savağın su geçirme özellikleri mansaptaki taşkınları yatağın taşıyabilmesi için uyumlu olmalıdır. Dolu

savağın tipi ve Kapasitesi seçildikten sonra haznenin işletilmesi hesaplarına gidilmeli ve mansap taşkın debileri taşkın ötelemesi hesaplarıyla kontrol edilmelidir. İstenilen sınırlar geçiliyor ise yeniden tip çalışması yapılması zorunluluğu vardır. Dolusavak tipi ve kapasitesi, en uygun olmayan durumlarda bile, memba su seviyesinin tehlikeli seviyeyi geçmemesi sağlanacak şekilde seçilir.

Yukarıdaki özellikleri gerçekleştiren birden fazla çözüm varsa, karar maliyet analizleri sonucu verilmelidir. Bu maliyetin içinde barajın maliyeti de vardır. Çünkü dolu savağın tipi barajın tipiyle yakından ilgilidir.

Bir barajda dolusavak tasarlanırken, denetimli, denetimsiz, yarı denetimli, su alış durumu ve ana öğelerine göre bir kombinasyon yapılırsa 150 adet kombinasyon olur. Ancak bunlardan 66 tanesi olası bunların içinden de yalnızca 40 tanesi anlamlıdır.

Tasarımcı ilk iş olarak olası 40 seçenekten kendi tasarısı (projesi) için yerbilimi, çevre koruma, baraj biçimi gibi nedenlerden dolayı olası olmayanları bertaraf eder ve geriye kalan seçenekler tartışılır. Bu seçeneklerden en az ikisi arasında ekonomi ve verimlilik karşılaştırılması yapılır ve sonuçta maliyeti en az olan tasarıya karar verilir.

### **1.3.1.3. Dolusavakların Sınıflandırılması**

Sifonların serbest yüzeyli savaklara oranla birçok üstünlükleri vardır. Ayrıca sifonlar dolusavak olarak geniş bir uygulama alanına sahiptir.

Dolusavaklar sınıflandırılırken değişik yöntemlere göre sınıflandırılabilirler. Bunlardan en yaygın olan dört sınıflandırma biçimi aşağıda verilmiştir.

#### **1.3.1.3.1. Suyu Alışlarına Göre**

- Karşıdan alışlı dolusavaklar

Bir dolusavakta eşik yapısı eğer boşaltım kanalına dik ya da dike yakın ise bu tür savaklara karşıdan alışlı dolusavak denir.

- Yandan alışlı dolusavaklar

Bir dolusavakta eşik yapısı boşaltım kanalına paralel ya da paralele yakınsa bu tür dolusavaklara yandan alışlı dolusavaklar denir.

- Üstten alışlı dolusavaklar

Bir dolusavakta eřik yapısı eđer dűşey ya da eđik bir boşaltım kuyusu üzerine oturuyorsa bu tür dolusavaklara üstten alışlı dolusavaklar denir.

#### **1.3.1.3.2. Dolusavak Mansabındaki Akım Koşullarına Göre**

- Batmamış dolusavaklar

Bir dolusavakta savak eşiğinden geçen suyun miktarı savak mansabından etkilenmiyorsa bu savaklara batmamış dolusavak denir.

- Batmış dolusavaklar

Bir dolusavakta savak eşiğinden geçen suyun miktarı savak mansabından etkileniyorsa bu tür savaklara batmış dolusavak denir.

#### **1.3.1.3.3. Dolusavak Membasındaki Akım Koşullarına Göre**

- Yüksek dolusavaklar

Bir dolusavak eşiğinden geçen akımın niceliği savak önündeki doğal yerden etkilenmiyorsa, yani savak önündeki yaklaşım hızı  $V = 0$  ise bu tür savaklara yüksek dolusavak denir.

- Alęak dolusavaklar

Bir dolusavak eşiğinden geçen akımın niceliği savak önündeki doğal yerden etkileniyorsa, yani savak önündeki yaklaşım hızı  $V \neq 0$  ise bu tür savaklara alęak dolusavak denir.

#### **1.3.1.3.4. Suyu Denetim Durumlarına Göre**

- Serbest Yüzeyli Dolusavaklar

Sabit bir kret kotunu haiz olan bu savaklarda ancak bu kret kotuna tekabül eden biriktirme hacminden faydalanılabilir. Bu tip bir savağın debisi, savağın uzunluğu ve kret üzerindeki su yükü ile ilgilidir. Dolayısıyla, mevcut maksimum feyez an suyunun akıtılabilmesi için, baraj gövdesinde maksimum su seviyesine karşılık gelen ilave bir yükselme gerekir. Bu ise, barajın gövde maliyetinin ve istimlâk edilecek sahanın

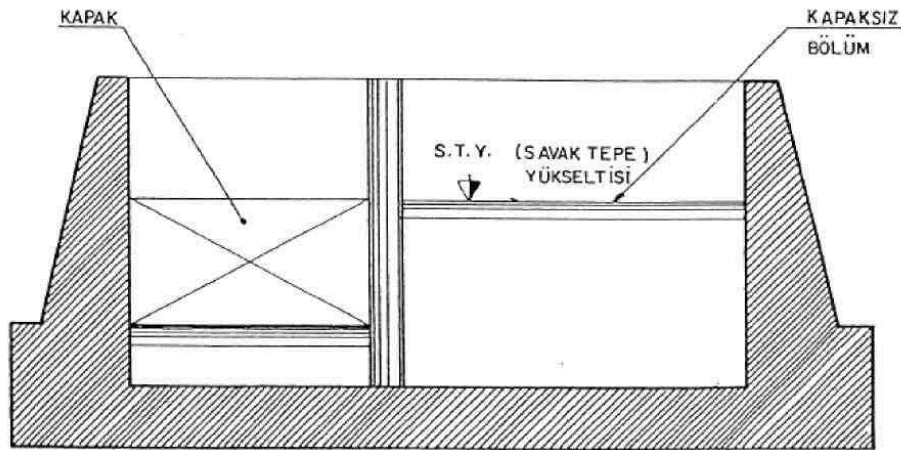
büyümesine sebep olacaktır. Ayrıca, her ne kadar savak boyunu büyütme suretiyle aynı debi için kret üzerindeki su yükünü azaltmak mümkünse de, yine de çok küçük bir savak yükünde bile büyük miktarda biriktirme hacmi kaybedilmiş olmaktadır. Kaldı ki her zaman savak boyunu uzun yapma imkânı da bulunamaz (Avcı,1975).

- Kapaklı Serbest Yüzeyle Savaklar

Serbest yüzeyle savakların mahsurlarından olan kret üzerindeki biriktirilmiş su hacmini kaybetmek problemini halletmek için teşkil edilen bir dolusavak tipidir. Açık savak üzerine konan bir kapakla (radyal, silindirik veya düzlemsel) savak kreti üzerinde biriken feyezan hacminden azami derecede istifade edilmeye çalışılır. Feyezan durumuna göre kapak gereği kadar açılarak suyun savaklanması temin edilir. Ancak, mekanik veya hareketli olarak teşkil edilen bu kapakların bir arıza halinde açılmaması gibi büyük tehlikesi vardır. Ayrıca kapağın ani açılması halinde mansapta tehlikeli feyezan dalgası meydana gelir (Avcı,1975).

- Yarı denetimli ya da karma dolusavaklar

Kimi özel durumlarda savaklar denetimli ve denetimsiz öğelerden oluşturulabilir. Bu tür savaklarda kapak üst yükseltisi ile savak tepesi aynı yükseltide olur. Normal su düzeyi aşıldığında her iki bölümden de su savaklanmaya başlar. Kimi durumlarda kapak önceden açılarak suyun ilk önce kapaklı kısımdan daha sonra her iki kısımdan savaklanması sağlanır.



Şekil 5. Yarı denetimli dolusavak, (Baylar, A., 2002).



### 1.3.1.3.5. Şaft (Kuyu) Savaklar

Sabit kretli ve serbest yüzeyli savakların kuyu tipinde inşa edilen bir şeklidir. Genellikle daire şeklinde bir kretle kuyu şeklinde bir şafta haiz olup, şartların elverişli olması halinde anroşman barajlar için tercih edilmektedir. Esas itibariyle savak debisi yine kret üzerindeki su yükünün bir fonksiyonudur. Serbest yüzeyli dolusavaklara oranla aynı su yükü için daha fazla debi geçirirler (Avcı,1975).

### 1.3.1.4. Dolusavak Profili

Savaklara su napına uygun bir şekil verilmezse, örneğin savak küçük bir proje yüküne göre projelendirilirse  $H_e > H_a$  olduğu zamanlar nap dolu savağın dış yüzeyinden ayrılır. Fakat serbestçe havalanmadığı için düşük basınçlar nedeniyle savak yüzüne yapılmaya zorlanır. Atmosfer basıncından küçük basınçlarda su kaynama derecesinin altında buharlaşır. Bu durumda napın alt kısmında buhar cepleri oluşur. Bunlar akımın etkisi altında dolu savağın aşağı kısımlarına doğru hareket ederek, atmosfer basıncının olduğu yerlerde su buharı bir patlama ile su haline döner. Bu esnada oluşan kuvvetler beton yüzeyini parçalar. Kavitasyon denilen bu olayın oluşumunu önlemek için profilin en büyük  $H_0$  değerine göre projelendirilmesi uygundur. Ancak  $H_0$  değerinin fazla büyük seçilmesi, daha küçük savak yüksekliklerinde C katsayısının düşmesine neden olur.  $H_0 > 0.75 H_{max}$  uygun bir yaklaşım olarak kabul edilebilir.

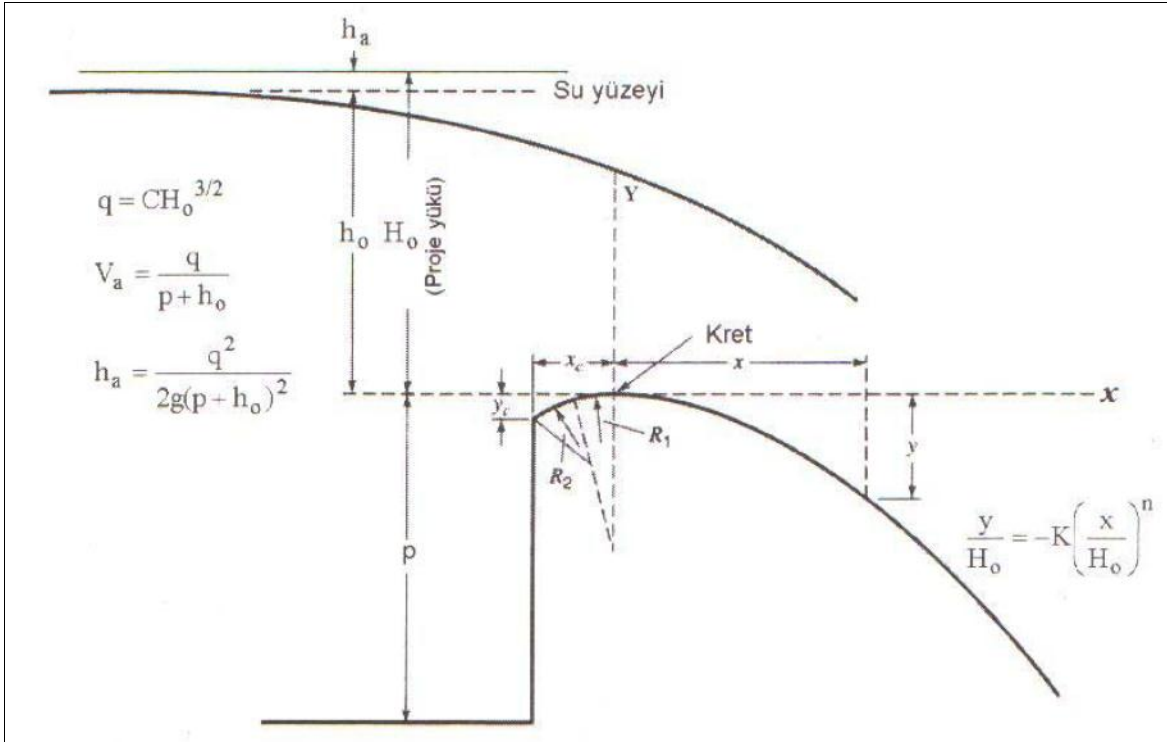
Savak profillerinin oluşturulmasında en yaygın olarak Creager ve Ogee metotları kullanılır. Creager profili daha çok proje debisi küçük olan regülâtörlerde kullanılmaktadır. Ogee profili ise proje debisi büyük olan yapılarda özellikle gölet ve baraj dolusavaklarında kullanılır.

Sabit kretli ve serbest yüzeyli savakların kuyu tipinde inşa edilen bir şeklidir. Genellikle daire şeklinde bir kretle kuyu şeklinde bir şafta haiz olup, şartların elverişli olması halinde anroşman barajlar için tercih edilmektedir. Esas itibariyle savak debisi yine kret üzerindeki su yükünün bir fonksiyonudur. Serbest yüzeyli dolusavaklara oranla aynı su yükü için daha fazla debi geçirirler (Avcı,1975).

### 1.3.1.4. Dolusavak Profili

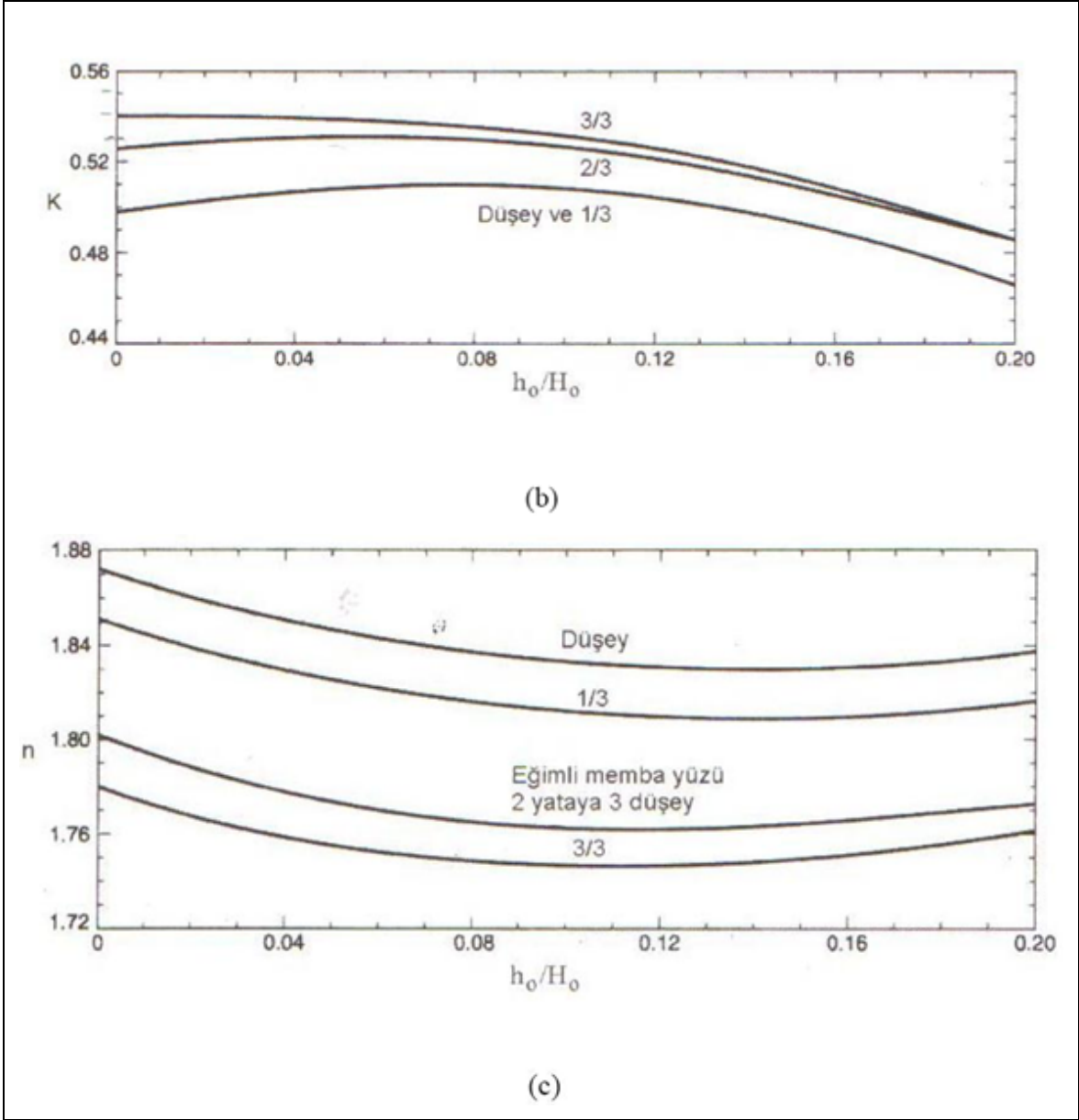
Savaklara su napına uygun bir şekil verilmezse, örneğin savak küçük bir proje yüküne göre projelendirilirse  $H_e > H_a$  olduğu zamanlar nap dolu savağın dış yüzeyinden ayrılır. Fakat serbestçe havalanmadığı için düşük basınçlar nedeniyle savak yüzüne yapışmaya zorlanır. Atmosfer basıncından küçük basınçlarda su kaynama derecesinin altında buharlaşır. Bu durumda napın alt kısmında buhar cepleri oluşur. Bunlar akımın etkisi altında dolu savağın aşağı kısımlarına doğru hareket ederek, atmosfer basıncının olduğu yerlerde su buharı bir patlama ile su haline döner. Bu esnada oluşan kuvvetler beton yüzeyini parçalar. Kaviteasyon denilen bu olayın oluşumunu önlemek için profilin en büyük  $H_0$  değerine göre projelendirilmesi uygundur. Ancak  $H_0$  değerinin fazla büyük seçilmesi, daha küçük savak yüksekliklerinde C katsayısının düşmesine neden olur.  $H_0 > 0.75 H_{max}$  uygun bir yaklaşım olarak kabul edilebilir.

Savak profillerinin oluşturulmasında en yaygın olarak Creager ve Ogee metotları kullanılır. Creager profili daha çok proje debisi küçük olan regülâtörlerde kullanılmaktadır. Ogee profili ise proje debisi büyük olan yapılarda özellikle gölet ve baraj dolusavaklarında kullanılır.



Şekil 6. Dolusavak profili (a, b, c), (Berkün, M., 2007).

Şekil 6'nın devamı



### 1.3.2. Sifon Savaklar

Boru kotu piyezometre çizgisinin üzerinde olursa boruda negatif basınç oluşur. Negatif basınç altında su akışına sahip savaklara sifon savaklar denir.

En basit bir sifon ters dönmüş U şeklindeki bir borudur. Sulama kanallarında çiftçi prizi olarak kullanılan sifonlar daire kesitli olmakla birlikte barajlarda dolu savak olarak kullanılan sifonlar genellikle dikdörtgen kesitlidir. Dikdörtgen kesit inşaat açısından kolaylık sağlar.

Serbest yüzeyli klasik dolusavakların birçok mahsurlarına karşı bunların uygulanmasına imkân olmaması halinde genellikle sifon savak tercih edilir. Rezervuarda yükselen su seviyesi, sifon kreti seviyesine çıkınca konstrüksiyon gereği sifonun giriş ağzı yada hava giriş deliği kapanır. Sifon kretinden serbest olarak savaklanan su, sifonun içindeki havayı emerek dışarı atar ve rezervuar su seviyesinin üstünde olan sifon tepesindeki basınç, atmosfer basıncının altına düşünce sifon tam kapasiteyle çalışmaya başlar. Su seviyesi düşünce, sifona hava girer ve sifonun çalışması durur.

Sifon savaklar, kret üzerindeki küçük bir su yükünde büyük miktarda debi geçirmelerinden dolayı, aynı debi ve seviye için serbest yüzeyli savaklardan daha az yer işgal ederler. Dolayısıyla savak uzunluğunun ve su seviyesinin sınırlı olduğu hallerde, genellikle sifon savaklar tercih edilir. Benzer avantajlar otomatik kapaklarla da elde edilirse de, sifonun mekanik bir aksamının bulunmayışı ve bakım masraflarının olmaması nedeniyle çok daha uygun bir yapı teşkil ederler. Özellikle rezervuardaki su seviyesinin ani yükselmesine karşı kolaylıkla uyum gösterirler. Bilhassa türbinlerin ani kapanmaları sırasında meydana gelen ani su seviyesi yükselmelerinde, açık savaklara nazaran daha iyi sonuç verirler. Rezervuarların haricinde kanaletle sulama şebekelerinde, kanaletten su almak için taşınabilir portatif sifonlar geniş ölçüde kullanılmaktadır. Ayrıca zeminde teşkil edilmiş bir açık kanaldan sulama suyu dağıtımının kontrolü için de sifonlar kullanılmaktadır.

Sifon savakların bu belirgin avantajlarına karşı kısa süre içinde mansaba büyük miktarda debi geçirip ve ani durması mansapta bir feyezan dalgası meydana getireceğinden, balıkçılık ve diğer yönlerden bir mahsur teşkil etmektedir. Aynı zamanda kapalı bir konstrüksiyon oluşu nedeniyle ağaç dalları ve buzların sifonu tıkaması tehlikesi yanında, münferit olarak bir serbest yüzeyli savağa nazaran inşası da zor ve pahalıdır.

Baraj dolu savağı olarak çok farklı sifon şekilleri kullanılmaktadır. Genellikle bir sifon savakta şu elemanlar vardır:

- (1) Giriş ve üst kol,
- (2) Tepe ve boyun
- (3) Akım saptırıcı eşik,
- (4) Çıkış kolu,
- (5) Çıkış,
- (6)Havalandırma borusu,
- (7) Enerji kırıcı havuzdur.

Sifonun belirtilen bu mahsurlarına karşı, baraj gövdesi üzerine farklı kotlara birden fazla sifon yerleştirmek suretiyle mansaptaki feyezdan dalgasını ve giriş ağzını mümkün mertebe derine daldırarak buz ve ağaç dallarının girmesini önlemek mümkündür. Aynı şekilde inşa masrafına karşılık bakım masrafının olmaması ve baraj gövdesinde serbest yüzeyli savaklara oranla bir zayıflama meydana getirmedığı için de avantajlı sayılabilir.

Sifon savakların bu avantajlarına rağmen, eskiden bunların boyutlandırılması için hidrolik yönden güvenilir bir etüt yapılmamış ve proje kriterler tam tespit edilememiş olduğundan, uzun süre önemsenmemişlerdir. Ancak son senelerde yapılan araştırmalar neticesinde özellikle savak olarak geniş çapta uygulama olanağı bulmuştur.

Sifondaki akımın sifonun çalışmaya başlamasından durmasına kadar her safhada değişik parametrelere bağlı olması ve olayın çok karmaşık olması nedeniyle, detayıyla ilgili problemler matematiksel olmaktan çok deneysel olarak incelemeyi gerektirmektedir. Aynı zamanda bir sifon savağın boyutlandırılması için verilen amprik ifadelerden de yararlanılarak, öncelikle model araştırmasıyla proje kriterlerinin tespiti gerekmektedir.

### **1.3.2.2. Sifon Savakların Sınıflandırılması**

#### **1. Konfigürasyona göre**

- a) Ters sifon
- b) Eğrisel kanatlı sifon

#### **2. İşletim yüksekliğine göre**

- a) Düşük basınçlı sifon (yükü 10 m den daha az olan durumlarda kullanılıyor)
- b) Yüksek basınçlı sifon (yükü 10 m'den daha fazla olan durumlarda kullanılıyor)

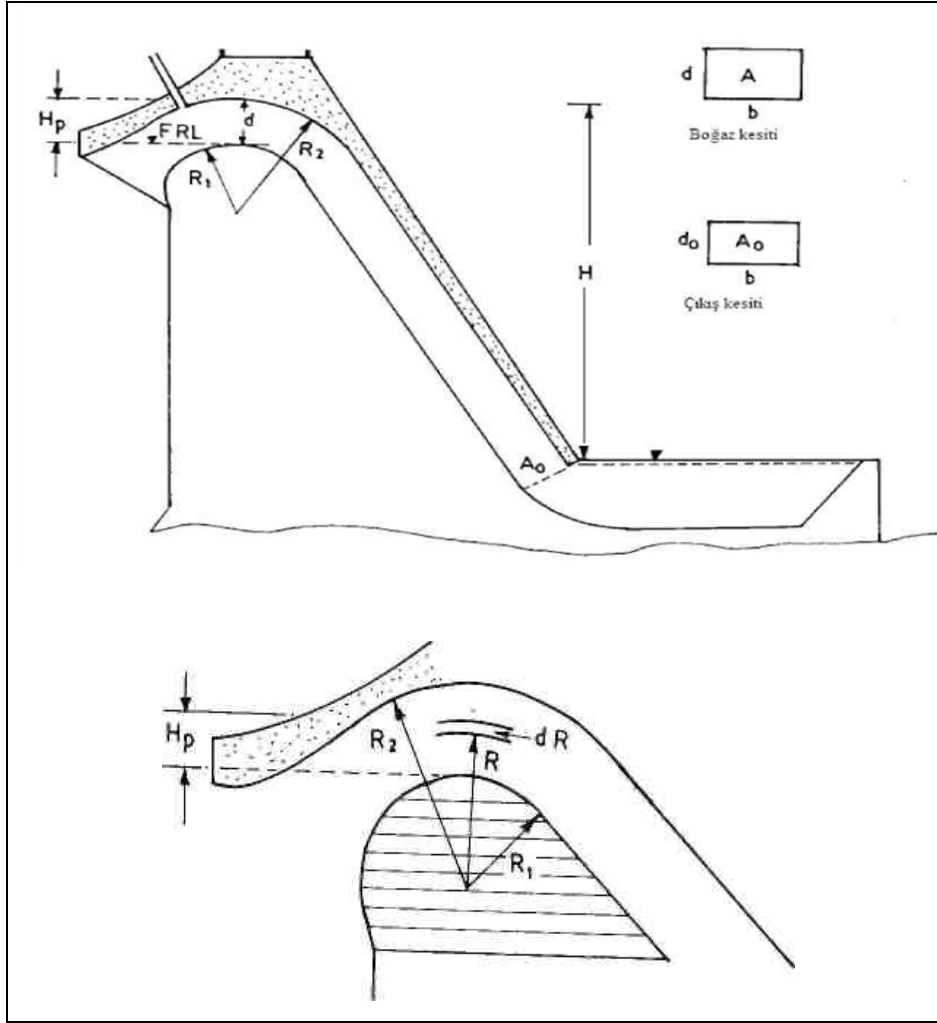
#### **3. Yemlenmenin düzenlenmesine göre**

- a) Hava kesici tipli
- b) S tipli
- c) Maramsilli yardımcı (mini) sifon
- d) Basamak tipli

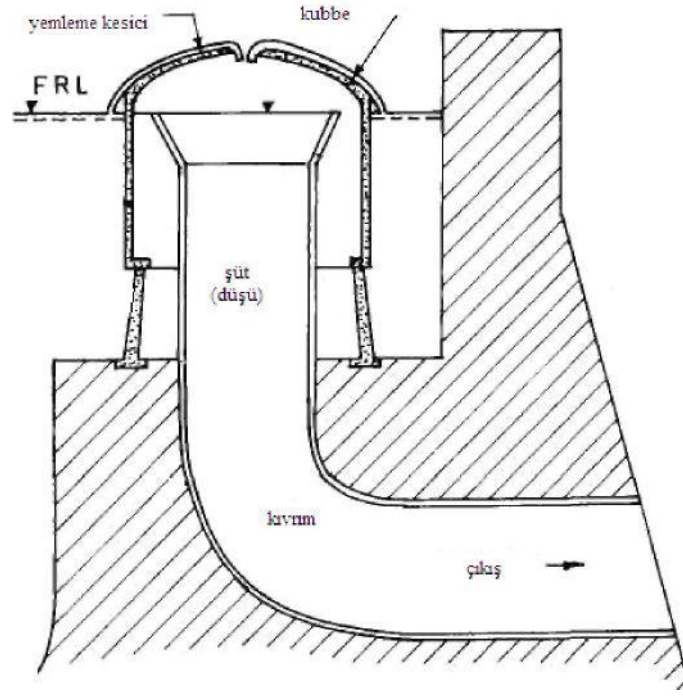
## 4. Düzenlemeye göre

a) Düzensiz

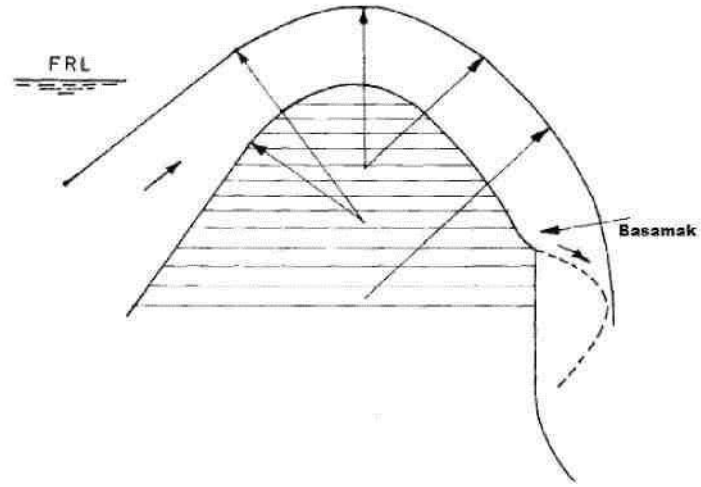
b) Hava düzenleyicili (Khatsuria, 2005)



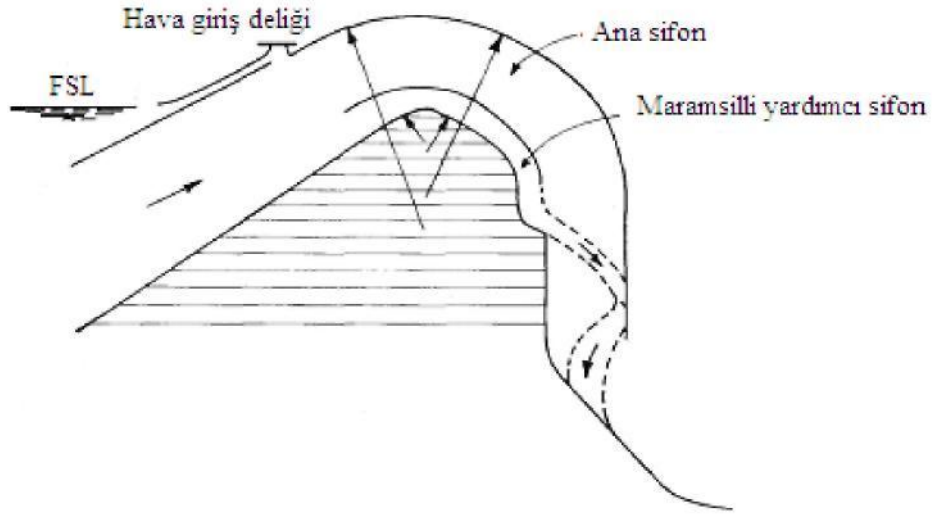
Şekil 7. Ters sifon, (Berkün, M., 2007).



Şekil 8. Eğrisel kanatlı sifon, (Berkün, M., 2007).



Şekil 9. Basamaklı sifon, (Berkün, M., 2007).



Şekil 10. Maramsilli yardımcı (mini) sifon, (Berkün, M., 2007).

Şekillerde; FRL: dolu rezervuar seviyesi FSL: dolu sifon seviyesi  $H_p$ : yemlenme yüksekliği  $d$ : sifon boğazı kesit yüksekliği  $b$ : sifon boğazı kesit genişliği  $A_0$ : çıkış kesit alanı  $H$ : işletim yüksekliği  $R$ : eğrilik yarıçapı  $R_1$ :sifonun kret yarıçapı  $R_2$ : sifonun tepe yarıçapı

### 1.3.2.3. Sifon Savakların Genel Esasları

Sifon, esasında rölatif piyezometre çizgisinin üzerine konan bir kapalı deşarj tesisidir. En kesiti daire, kare veya dikdörtgen olabilmektedir. Genellikle seri imalatla hazırlanan ve kanaetlerde su almak için kullanılan portatif sifonlarda dairesel kesit; dolusavak sifonlarda ise daha uygun bir yükseklik – genişlik oranı verdiği için dikdörtgen kesit tercih edilir. Aynı zamanda kare ve dikdörtgen kesitlerin inşası da kolay olmaktadır.

Bir sifonun çalışmaya başlayabilmesi için giriş kesitinin tamamen suya batmış olması ve sifonun tepe kesitindeki havanın herhangi bir metotla dışarı atılarak atmosfer basıncının altına düşürülmesi gerekir. Aynı zamanda sifon akımının durdurulması için de yine herhangi bir metotla sifona hava girmesini temin etmek gerekir.

Sifonlar genel olarak hareketli kısımları olmayan ve sabit bağlamalar gibi su seviyesini düzenleyen tesislerdir. Sifonlarda sabit bağlama gövdesi üzerine bir başlık oturtularak tamamen kapalı dikdörtgen kesitli bir kapalı mecra elde edilir. Sifon yemlendikten sonra içinden büyük debi geçer. Sifon ile memba su seviyesi sabit



tutulmaya çalışılır. Buz ve yüzen maddelerin geçişi için sifonların emniyetinin araştırılması özel bir önem taşır. Ayrıca sifonda yemlenme esnasında darbe etkisi oluşmaması ve çalışması esnasında titreşim meydana gelmemesi sağlanmalıdır.

Sifonlar birim genişlikte geçen debi 15-20 m<sup>3</sup>/s geçmeyecek şekilde boyutlandırılır.

Normal şartlarda birim genişlikten geçen debi  $7 < q < 10$  m<sup>3</sup>/s/m olarak belirlenir (Erkek ve Ağiroğlu, 2002).

### 1.3.2.3.1. Sifon Savakların Üstünlük ve Zayıflıkları

Sifon savakların üstünlüklerini aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

- Sifon savak daha küçük tepe yükünde açık savaklara göre daha çok debi geçirir.
- Bunun için hazne su kabarmasının fazla olmaması istenen yerlerde tercih edilirler.
- Savak uzunluğu sınırlı olan yerlerde tercih edilirler. Savak uzunluğu açık savağının yaklaşık 1/20'si kadardır. Bu bakımdan açık savaklardan daha az yer işgal eder.
- Hiçbir mekanik düzeni olmadığı halde hazne su seviyesi düzenlemesi otomatik yapılır.
- Sifon savaklar debi kapasitesinin ve su seviyesinin sınırlı olduğu mansap kanalları için sabit debi sağladıklarından dolayı tercih edilirler.

Sifon savakların zayıf tarafları ise:

- ❖ Savak çıkış debisi birden arttığından mansapta dalgalanmalar meydana getirir.
- ❖ Bu ise balıkçılık ve diğer kullanımlar için sakıncalı olabilir. Bunun için yemlenme seviyeleri farklı yan yana bir dizi küçük savak tasarlanabilir.
- ❖ Hazne su seviyesindeki yükselme savak debisinde pek az artış sağlar. Yani savağın üst kapasitesi sınırlıdır. Beklenenden daha fazla su gelince bu suyu savaklayamaz. Bunun için sifon savaklar küçük bir yedek savakla kullanılmalıdır.
- ❖ Sifon savakların inşaatı açık savaklardan daha pahalıdır. Büyük boyutlu dikdörtgen savak hem ucuz yapıldığı için hem de genişliği yüksekliğe oranla fazla olduğu için tercih edilir.

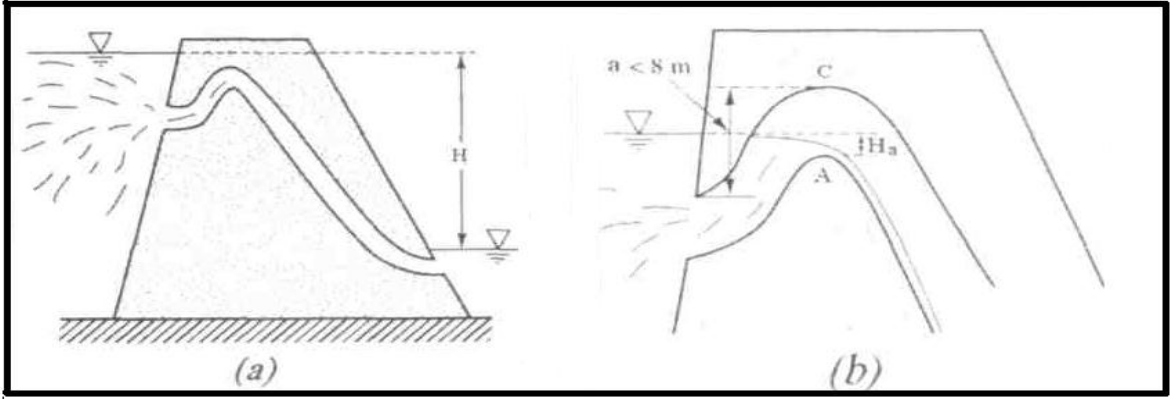
- ❖ Sifon savaklar yaprak ve kütüklerle tıkanabilir. Bunun için girişte mutlaka ızgaralar kullanılmalıdır. Ayrıca hava delikleri ve sifon kırıcılar donabilir. Bunlardan başka titreşimler fazla olduğu için daha sağlam temel gereklidir.

### 1.3.2.3.2. Sifonun Çalışma Prensipleri

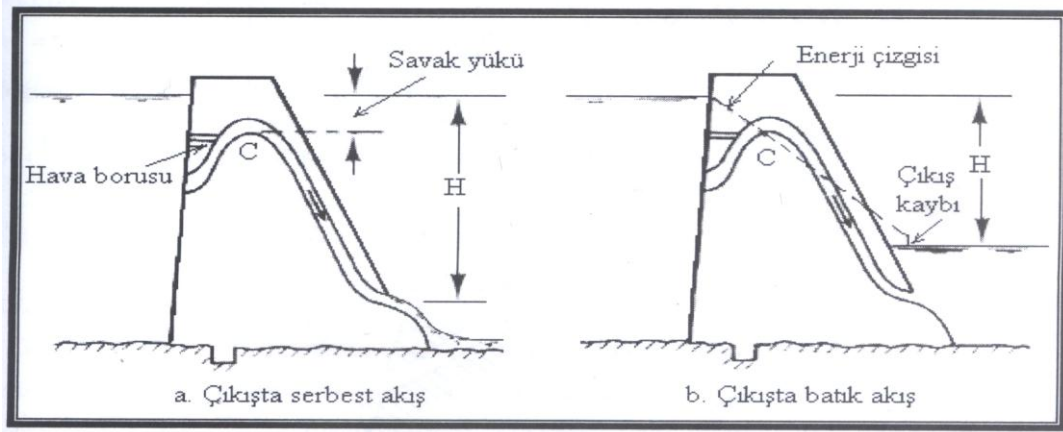
Sifon savakta negatif basınç altında akış rezervuardaki su seviyesi belirli bir seviyeye ulaşınca başlar. Bundan önce akış savak üzerinden normal savak akışı şeklinde oluşur (Şekil 10, 11). Rezervuardaki su akışı sifon savağın kapasitesini aşınca tepe noktasına (C) ulaşarak bu seviyeyi de aşar. Bu durumda mecra dolar ve sifonlanma başlar.  $H-H_a$  arttıkça debi artar. Mecranın piyezometre çizgisi üzerinde kalan kısmı negatif basınç altındadır. Teorik olarak piyezometre çizgisi seviyesi sıfır atmosferik basıncı gösterdiği için mecra ile piyezometre çizgisi arasındaki yükseklik farkı negatif basıncı gösterir. En yüksek negatif basınç tepe noktasında oluşur. Tepe noktasında oluşan maksimum negatif basıncın aynı sıcaklıkta suyun buhar basıncının altına düşmemesi gerekir. Mecranın herhangi bir kısmında negatif basıncın suyun buhar basıncının altına düşmesi halinde su buharlaşır ve su içinde çok sayıda küçük buhar kabarcıkları oluşur. Bunlar akış ile mecranın aşağı kısımlarına sürüklenirler. Kabarcıklar yüksek basınçlı bölgeye ulaşınca buhar yoğunlaşarak ani bir dağılma ile sı haline geçer.

Kabarcık parçalanınca bunu çevreleyen su, boşluğu doldurmak üzere büyük bir hızla kabarcığın içine hücum eder. Boşluğun içinde suyun büyük bir momentum ile çarpışması sonucunda zarar verici yüksek basınçlar oluşur (kavitasyon).

Normal koşullar altında atmosfer basıncı 10.30m su sütunu basıncına eşit olduğu için tepe noktası ile rezervuar su seviyesi arasındaki yükseklik farkı yaklaşık olarak 8m ile limitli tutulur. Geriye kalan 2,30m basınç buhar basıncı yükünün, hız yükünün ve tepe noktası ile rezervuar arasındaki yük kayıpları karşılanması içindir.



Şekil 11. Sifon savaklarda suyun giriş ve akış şekilleri, (Ağırlioğlu, N., 2007).



Şekil 12. Sifon savaklarda suyun çıkış şekilleri, (Ağırlioğlu, N., 2007).

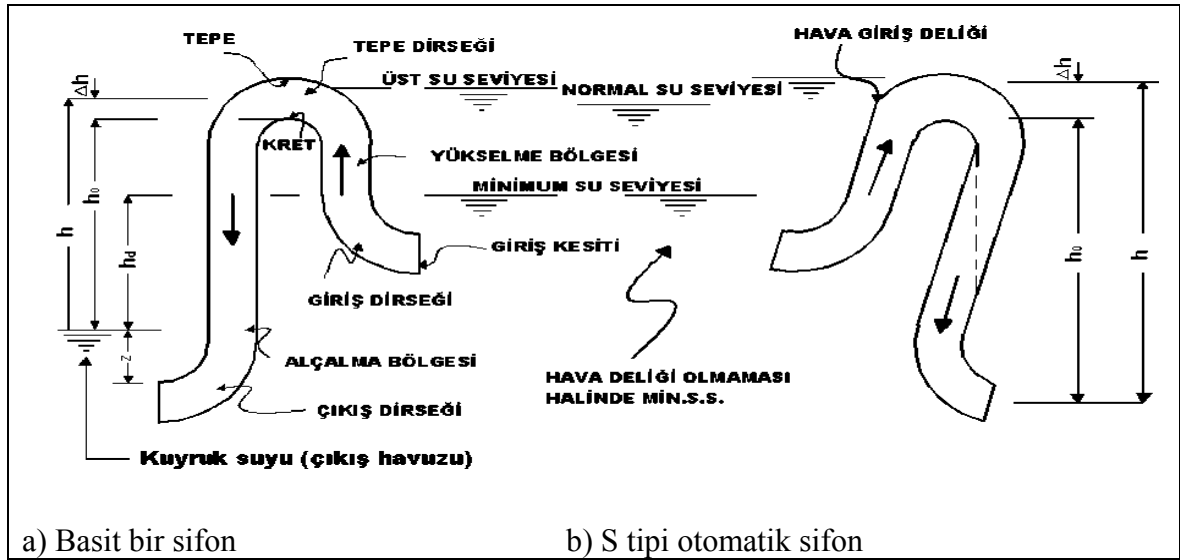
Sifon savaklarda debi katsayıları çok yüksektir. Bu ucuz çözüm demektir. Buna karşılık iki önemli dezavantajları şunlardır:

- ❖ Yemlenmedikleri zaman çalışmazlar. Bu durum rezervuar su seviyesinde yükselmeye sebep olarak yapıyı tehlikeye sokabilir.
- ❖ Yemlendikten sonra çalışırken büyük titreşimlere sebebiyet verebilirler. Bu durum derzlerin açılması sebebiyle sifonun gövdesine hava çekmesine ve durmasına sebep olabilir. Ayrıca derzlerdeki açılmalar su yapısını tehlikeye sokabilir.

Sifonlar çalışırken yüzen cisimleri (dal vb.) çektiklerinden tıkanarak su yapısı için tehlikeli durumların oluşmasına da sebep olabilirler.

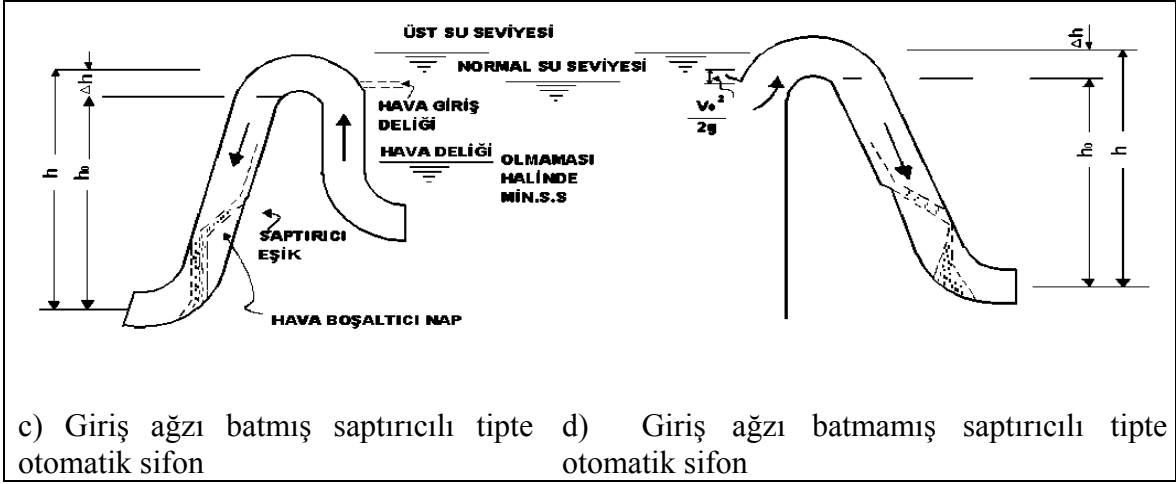
Sifonlar klasik ve otomatik olmak üzere ikiye ayrılır. Sifonun kreti, rezervuardaki normal su seviyesindedir. Hazne su seviyesindeki yükselmeyle sifon kreti üzerinden serbest savaklanma başlar. Kret üzerindeki su yükünün artması ile savaklanan suyun miktarı ve hızı da artar. Savaklanan bu su, sifon kreti üzerindeki havanın bir kısmını akımla beraber dışarı atar. Tepe kesitindeki havanın azalmasına uygun olarak sifondan geçen debi artar ve havanın tamamen atılmasını müteakip sifon tam kapasite ile çalışmaya başlar. Buna sifonun “yemlenmesi (priming)” denmektedir. Sifonun dolu olarak akması halindeki akıma ise “sifonik akım” denmektedir.

Şekil 13’de kret seviyesine yerleştirilen bir hava deliği mevcut veya giriş ağzı üst kotu kret seviyesine yakın teşkil edilmiş bir otomatik sifonla, giriş ağzı iyice batmış hava deliksiz bir sifonun çalışma prensibi görülmektedir. Sifondaki debi, üst su seviyesinde bir düşme meydana getirir. Fakat giriş su seviyesi, sifon tipine göre hava deliği veya sifon giriş ağzı seviyesine ininceye kadar sifonik akım devam eder. Sifona hava girişiyle akımın debisi azalmaya başlar ve hava-su karışımı muayyen bir değere erişince sifon tamamen durur. Bu hal ise “sifonun durması (depriming)” olarak adlandırılır (Avcı,1975).



Şekil 13. Bir sifonun başlıca elemanları ve otomatik sifonların çalışma prensibinin esasları, (Avcı, İ., (1975).

Şekil 13'ün devamı



Burada;

$h$  : sifonun çalışma yüksekliği

$h_d$  : sifonun durma yüksekliği

$h_0$  : sifon kreti ile çıkış su seviyesi arasındaki yükseklik

$\Delta h$  : sifon kreti ile rezervuar su seviyesi farkıdır.

### 1.3.2.3.3. Bir Sifonun Yemlenme Yüksekliği ve Buna Etkiyen Faktörler

Yemlenme (sifonun harekete geçmesi) olayı, bir sifonun en karakteristik özelliğidir. Dolayısıyla bir sifon için yemlenme süresi ve yemlenme yüksekliği büyük önem taşır. Sifon kreti üzerindeki çok küçük bir su yükünde ve kısa süre içinde yemlenmenin başlaması arzu edilir. Bu ise sifon tepesindeki havanın çok çabuk boşaltılmasıyla mümkün olur.

Bir sifondaki yemlenme olayı, birçok parametrelere bağlı karmaşık bir problemdir. Dolayısıyla yemlenme yüksekliğini ifade etmek zordur. Bu sebeple sifonun diğer kriterleri yanında yemlenme yüksekliği de genellikle model deneyleriyle tespit edilir. Bu amaçla Davies (1931), çıkış kesiti atmosfere açık ve dikdörtgen tepe kesitli sifonlar üzerinde yaptığı deneyler sonucunda, minimum yemlenme yüksekliğinin, tepe kesiti yüksekliğinin yaklaşık olarak  $2/3$ 'ü değerinde olduğunu göstermiştir. Ayrıca iyi teşkil edilmiş bir sifon konstrüksiyonu ve uygun bir yemlenme tertibatı ile bu oran  $1/3$ 'e düşürülebileceğini belirtmektedir. Ancak Inglis (1931), tarafından  $1/8$  ölçekli sifon modeli üzerinde yapılan

deneysel çalışma ve daha sonra prototipteki ölçümler, modeldeki yemlenme yüksekliğinin prototiptekinden daha büyük olduğunu göstermiştir.

Genel olarak bir sifonun yemlenme yüksekliğine etki eden faktörler şöyle özetlenebilir:

- a) Sifon giriş ağzının suya batma miktarı veya havalandırma deliğinin tespit edildiği seviye: Sifonun giriş ağzı kret seviyesinden ne kadar aşağıda olursa, yemlenme o kadar erken olur. Havalandırma deliğinin yeri için de aynı şey söylenebilir.
- b) S tipi veya saptırıcı tip bir otomatik sifonda havayı boşaltacak olan su napının konumu: Bu napın simetrik ve düzgün olarak sifonun karşı cidarına çarpmasının temini gerekir. Bunun için de kret ve sifonun iç cidarındaki eşiğin düzgün olması gerekir. Aksi halde asimetrik bir nap, sifon çıkışından giren havayla hemen delinebilir ve etkinliğini kaybeder. Ayrıca bu su napının karşı cidara çarpma açısı da uygun bir değerde olmalıdır.
- c) Sifon çıkışının batmış olup olmayışı: Sifon çıkışının batmış olması yemlenmeyi olumlu yönde etkiler. Çıkışın atmosfere açılması halinde, napla sifon tepesindeki hava dışarı atılırken, mansaptan giren hava, napı yukarı doğru kaldıracak ve karşı cidara etkin çarpma açısını değiştirecektir.
- d) Sifonun en kesit boyutlarının tesiri: Genel olarak en kesit küçüldükçe yüzeysel gerilimin tesiri artar ve bu da yemlenmeyi olumsuz yönde etkiler. Bu sebeple özellikle model çalışmalarında sifon tepe en kesitinin belli bir değerden küçük olmaması gerekir. Bu, aynı zamanda model benzerliği için Gibson (1930), tarafından verilen kriterlerle de sınırlandırılmıştır. En kesit alanının yanında, en kesit şekli ve nispetleri de yemlenme yüksekliği üzerinde etkili olmaktadır. En uygun en kesit şekli, uygun bir genişlik-yükseklik bağıntısı vermesi bakımından dikdörtgen olmaktadır.
- e) Tepe en kesitlerinden başka, sifonun alçalma bölgesinde tepeden çıkışa doğru en kesitin küçültülmesi de sifonun yemlenmesini çabuklaştırır. Ayrıca sifon çıkış kesitinin daraltılması, tepe kesitinde (kritik bölge) piyezometre çizgisinin yeterli miktarda yüksek tutulmasını da sağlar (Avcı,1975).

#### 1.3.2.3.4. Sifonun Durma Yüksekliği ve Buna Etkiyen Faktörler

Bir sifondaki sifonik akım devam ederken rezervuara giren suyun debisi, o anda sifonun debisinden küçük ise, rezervuardaki su seviyesi düşmeye başlar. Su seviyesinin sifon giriş ağzı veya havalandırma deliği girişinden muayyen bir yüksekliğe kadar alçılmasıyla sifona suyla beraber hava girmeye başlar. Ancak, su seviyesi yemlenme seviyesine düşüncüye kadar sifondaki akım, debisi azalarak devam eder ve içeriye yeteri kadar (sifon tepesindeki basıncın atmosfer basıncı değerine erişmesine kadar) havanın girmesiyle sifon aniden durur. Henüz kret seviyesinin üzerinde olan giriş su seviyesi, kret seviyesine düşüncüye kadar serbest olarak savaklanma devam eder. Sifonik akımın durması anında kret üzerindeki mevcut su yüküne “sifonun durma yüksekliği” denir. Şayet sifonun giriş ağzı kret seviyesinden çok aşağıya kadar batırılmış ve hava deliği de mevcut değilse (S tipi sifon), durma seviyesi, kretin altında ve giriş ağzına yakın bir değerde olacaktır. Bu haldeki sifonun durması, genellikle girişte meydana gelen vortex vasıtasıyla giren havayla olmaktadır.

Sifonun yemlenme olayı gibi durması da büyük önemi haiz olup, bir sifonun boyutlandırılmasında ayrıca etüt edilmeyi gerektirmektedir. Burada da arzu edilen, durma yüksekliğinin minimum olması ve böylece sifonun işletme seviyesine yakın bir değere kadar tam kapasite ile çalışmasıdır. Bunun haricinde, sifondaki vibrasyonu minimuma indirmek için, durma esnasında havanın sifona tedrici ve tüm en kesite üniform olarak yayılacak şekilde girmesini temini gerekmektedir.

Sifonun durma yüksekliği de ancak model deneyleriyle tespit edilebilmektedir. Şayet sifonun durması hava deliğiyle sağlanıyorsa, bu hava giriş kesiti alanının, sifonun tepe kesitinin  $1/24$ 'ünden daha az olmaması gerekmektedir.

Sifonun durma yüksekliğini, konstrüksiyon ve havalandırma şartlarından başka, sifon kesiti ve çıkış şartları da etkilemektedir. Nitekim Whittington ve Ali (1972)'nin kare ve dairesel kesitli muhtelif boyuttaki sifonlar üzerinde yaptıkları deneyler bunu göstermektedir.

### 1.3.2.3.5. Sifon Akımın Stabilitesi ve Sifonda Meydana Gelen Vibrasyon

İyi projelendirilmiş bir sifonda, kret üzerindeki su seviyesi uygun bir değere varmadan yemlenme olmaması gerekir. Aynı şekilde su seviyesi uygun bir seviyeye düşmeden sifon akımı durmamalıdır. Bu yemlenme ve durma olaylarının tedrici olarak cereyan etmesi arzu edilir. Aksi halde, özellikle yüzey alanı küçük bir rezervuarda sifon kretindeki su yükü, stabil bir sifonik akım oluşturacak bir değere varmadan yemlenme başlayacak ve bu esnada rezervuara giren işletme fazlası suyun debisi, sifonun maksimum debisinden küçük olduğu için de su seviyesinde süratle bir düşme olacaktır. Giriş su seviyesindeki düşmeyle sifona hava girmeye başlar. Giren hava sifon akımını durduracak düzeyde olmakla beraber, sifonun debisini azaltacağından giriş su seviyesinde tekrar bir artışa sebep olur. Dolayısıyla sifon girişinde yemlenme ve durma seviyeleri arasında devamlı bir salınımla beraber sifon akımın stabilitesi de bozulmuş olur. Ayrıca sifonun kesintili olarak büyük miktarda hava yutması sonucu sifonda şiddetli şekilde vibrasyon meydana gelir. Bu ise arzu edilmeyen bir durumdur (Avcı,1975).

### 1.3.2.3.6. Sifon Savakların, Serbest Yüzeyli Savaklarla Karşılaştırılması

Sifon savakların serbest yüzeyli savaklara göre üstünlükleri:

- ❖ Rezervuardaki su seviyesi, sifon savakla çok küçük limitler arasında kontrol edilebilir.
- ❖ Serbest yüzeyli savaklarda savak debisi, kretin üzerindeki su yüküne bağlıdır ve küçük yükselmeler dahi önemlidir.
- ❖ Sifon savaklarda kret üzerinde çok küçük bir su yükü ile büyük miktarda debi savaklamak mümkündür.
- ❖ Memba su seviyesindeki ani yükselmelere karşı sifon savaklar çok uygun sonuçlar verir.
- ❖ Bir sifon savak, kapaklı serbest yüzeyli savaklara oranla herhangi bir hareketli veya aşınabilir bir kısım ihtiva etmediği için ihmal edilebilecek bir bakım masrafı gerektirir.
- ❖ Baraj gövdesi üzerinde herhangi bir zayıflatmaya lüzum kalmadan, sifon bir eyer gibi gövde üzerine oturtulabilir.



- ❖ Serbest yüzeyli savağın kret boyunun sınırlı olduğu yerlerde, birden fazla sayıda sifon savak tertip etmek suretiyle bu problemi çözmek mümkündür.
- ❖ Özellikle sifonların açık kanallarda ve çökeltim havuzlarında kullanılması halinde, sürüntü madde konsantrasyonu yüksek olan suyu savaklamaları nedeniyle, yüzeyden temiz suyu savaklayan serbest yüzeyli savaklara nazaran bunlara ayrı bir üstünlük sağlamaktadır.

Sifon savakların serbest yüzeyli savaklara göre mahsurları:

- ❖ Çalışma prensibinin gereği olarak sifon savağın debisinin kısa süre içinde sıfırdan maksimum değere erişmesi, mansapta bir feyezan dalgasının meydana gelmesine sebep olur.
- ❖ Sifon yemlenmeye başladıktan sonra, üst su seviyesindeki çok fazla bir yükselmeye karşılık sifon debisinde çok az bir artma olur.
- ❖ Sifon konstrüksiyonlarının inşası pahalıdır.
- ❖ Soğuk iklimli ve ormanlık bölgelerde sifon kesiti buz veya ağaç dallarıyla tıkanabilir.
- ❖ Sifon savağın inşa edildiği ana yapının kütlesi küçükse, sifondaki vibrasyon gövde stabilitesine tesir edebilir (Avcı,1975).

## **2. YAPILAN ÇALIŞMALAR**

Bu bölümde araştırmamızla ilgili çeşitli hesaplamalar yapılmış olup sonuçlar grafikler ve tablolarla desteklenmiştir. Bu bağlamda öncelikle araştırma uygulamasının amaç ve kapsamına değinilecektir.

### **2.1. Analiz Amacı**

Analiz çalışmasının genel amacı, Debi değişiminin ve parametre değişimlerinin savağın boyutları üzerindeki değişimini incelemek için nelerin yapılabileceğini belirlemektir.

Bu amaçla aşağıdaki sorulara cevap bulmaya çalışılmıştır:

1. Parametreler nelerdir?
2. Parametre aralıkları nasıl saptanır?
3. Karşılaştırmalı bir boyutlandırma çalışması nedir ve nasıl yapılır?
4. Debi değişimi ile diğer parametreler arasında ne şekilde bir kıyaslama yapılabilir?
5. Sifon savaklarda debi ve katsayı değişimlerinin baraj yüksekliğine ve baraj ekonomisine etkisi nasıldır?

#### **2.1.1. Analizin Kapsamı**

Analizin kapsamını, sifon savaklardaki katsayı debi ve diğer parametre değişimlerinin baraj yüksekliğine ve baraj ekonomisine etkisini ölçmek oluşturmaktadır. Analiz ile ilgili oluşturulan örneklem basit örnekleme yolu ile seçilmiştir.

### 2.1.2. Analizin Yöntemi

Burada yöntem olarak analize, farklı debi değerleri kullanarak, diğer parametrelerin ve kanal boyutunun bu debi değişimi ile bağlantılı olarak nasıl değişeceği hesaplanmaktadır. Debi katsayısına ( $C_d$ ) bağlı olarak savak boyutlarının değişimi incelenerek, bu amaçla bir bilgisayar programı geliştirilerek ve elde edilen sonuçlar grafik ve tablolar ile desteklenerek, bunun baraj yüksekliğine ve dolayısıyla baraj ekonomisine etkileri araştırılacaktır.

### 2.2. Bulgular

Öncelikle analize mümkün olduğunca çok fazla sayıda farklı debi değerleri kullanarak, diğer parametrelerin ve kanal boyutunun bu debi değişimi ile bağlantılı olarak nasıl değişeceğini hesaplayarak başlamak gerekmektedir. Aşağıda  $C/C_0$ (debi değeri abağı) değerine göre  $Q$  değerlerinin bulunduğu tablo esas alınarak hesaplama yapılacaktır.  $C$  (dolu savak katsayısı) ve  $Q$  (kanal debisi) için kaynaklarda kapsamlı ölçümler sonucu çıkarılmış abaklar mevcuttur.

Tablo 1.  $C/C_0$  - debi değeri abağı

$C/C_0$	$C=2.165x (C/C_0)$	$Q (m^3/sn)$
0.820	1.761	0.146
0.852	1.830	0.435
0.900	1.933	1.288
0.940	2.019	2.470
0.972	2.088	3.934

Orifis denklemi kullanılarak birim debi hesabında parametrelerdeki değişikliklerin kanal boyutlarına etkisini inceleyelim. Şöyle ki:

Kanalın genişliği  $D= 0.61$  m, şev eğimi  $1/1.5$  dir, Kanal yatağının kotu  $239$ m, kanalın mansap kısmındaki suyun maksimum kotu  $238.5$ m, kanalın eğimi  $0,000284$ , Chezy Katsayısı  $C=60$  ve orifis debi katsayısı ( $C_d$ )= $0.67$  olduğuna göre,

Deneme yanılma yöntemiyle Kanalda normal derinlik  $h_n$ : $1,289$  m bulunur.

Sifon savağın kret kotu USBR projelendirme koşullarına göre kret kotu su kotundan 0,061 m yukarda olmalıdır.

Kret kotu= 239+1.289+0.061=240.350m Kret kotu ile mansap su yüzeyi kot farkı

$H= 240.350-238.500=1.850$  m

Sifon operasyonu için  $H < h_{atm}$  olmalıdır. 239m de ortalama atmosferik basınç,

$h_{atm}=10.3-(0.00105 \times 239)=10.5$ m olduğundan,  $1.850 < 10.5$  sağlar.

$R_{CL}$ ,  $R_C$ ,  $R_S$  değerleri,  $R_{CL}/D=2.0$  tavsiye edilen değer olarak seçilerek,

$R_{CL}=2.0 \times 0.610= 1.22$  m,

$R_C= R_{CL}-1/2D=0.915$  m,

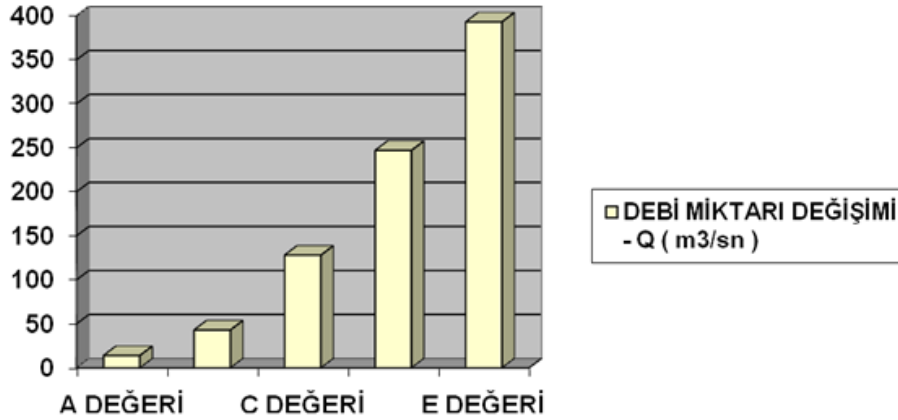
$R_S= R_{CL}+1/2D=1.525$  m bulunur.

Orifis denklemi kullanılarak birim debi hesabı,

$q = C_d D \sqrt{2gH} = 0.67 \times 0.610 \sqrt{2 \times 9.81 \times 1.850} = 2.46 \text{ m}^2/\text{sn}$  bulunmaktadır.

Bu  $q$  değeri sabit tutularak, aşağıdaki grafikte gösterilen 5 farklı  $Q$  (Kanal debisi) değerine göre ortaya çıkacak olan boyutları inceleyelim.

Bu değerlerin orantısal olarak grafiksel değişimini göstermek gerekirse:



Şekil 14. Orifis denklemi kullanılarak birim debi hesabında parametrelerdeki değişikliklerin kanal genişliğine etkisi

$Q$  değerinde artışın boyutlara olan etkisini ölçmek için vorteks denklemi kullanılabilir.

$$q_{\max} = R_c \sqrt{2gx \cdot 0.7h} \ln\left(\frac{R_s}{R_c}\right) = 0.915 \sqrt{2 \times 9.81 \times 0.7 \times 10.05} \ln\left(\frac{1.525}{0.915}\right) = 5.49 \text{ m}^2/\text{sn}$$

$Q_{max} > q$  olduğu için çözüm kabul edilebilir.

A-)  $Q = 0.146 \text{ m}^3/\text{sn}$  değerine göre mansap kısmındaki genişlik,

$b = Q/q = 0.146/2.46 = 0.06 \text{ m}$  olarak bulunur.

Buna göre giriş ağzının boyutları  $A = b \times 2D = 0.06 \times 2 \times 0.61 = 0,07 \text{ m}^2$  olarak bulunur. B-)  $Q = 0.435 \text{ m}^3/\text{sn}$  değerine göre mansap kısmındaki genişlik,

$b = Q/q = 0.435/2.46 = 0.18 \text{ m}$  olarak bulunur.

Buna göre giriş ağzının boyutları  $A = b \times 2D = 0.18 \times 2 \times 0.61 = 0,22 \text{ m}^2$  olarak bulunur. C-)  $Q = 1.288 \text{ m}^3/\text{sn}$  değerine göre mansap kısmındaki genişlik,

$b = Q/q = 1.288/2.46 = 0.52 \text{ m}$  olarak bulunur.

Buna göre giriş ağzının boyutları  $A = b \times 2D = 0.52 \times 2 \times 0.61 = 0,63 \text{ m}^2$  olarak bulunur. D-)  $Q = 2.470 \text{ m}^3/\text{sn}$  değerine göre mansap kısmındaki genişlik,

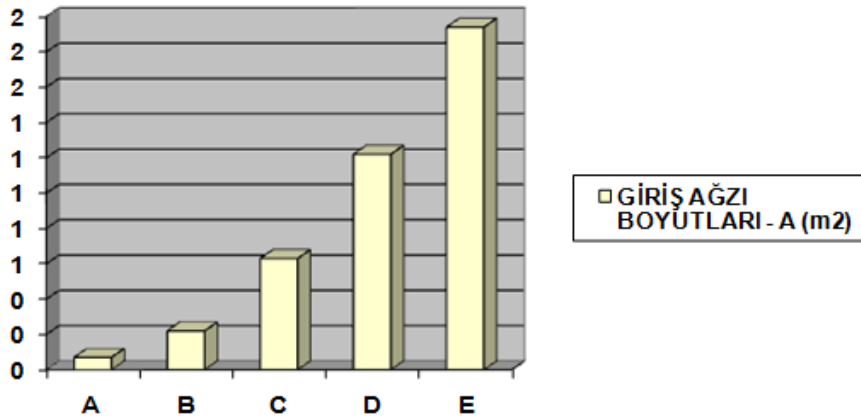
$b = Q/q = 2.470 / 2.46 = 1.00 \text{ m}$  olarak bulunur.

Buna göre giriş ağzının boyutları  $A = b \times 2D = 1 \times 2 \times 0.61 = 1.22 \text{ m}^2$  olarak bulunur. E-)  $Q = 3.934 \text{ m}^3/\text{sn}$  değerine göre mansap kısmındaki genişlik,

$b = Q/q = 3.934 / 2.46 = 1,59 \text{ m}$  olarak bulunur.

Buna göre giriş ağzının boyutları  $A = b \times 2D = 1.59 \times 2 \times 0.61 = 1,94 \text{ m}^2$  olarak bulunur.

Bu giriş ağzının boyutlarının (A) orantısal olarak grafiksel değişimini göstermek gerekirse:

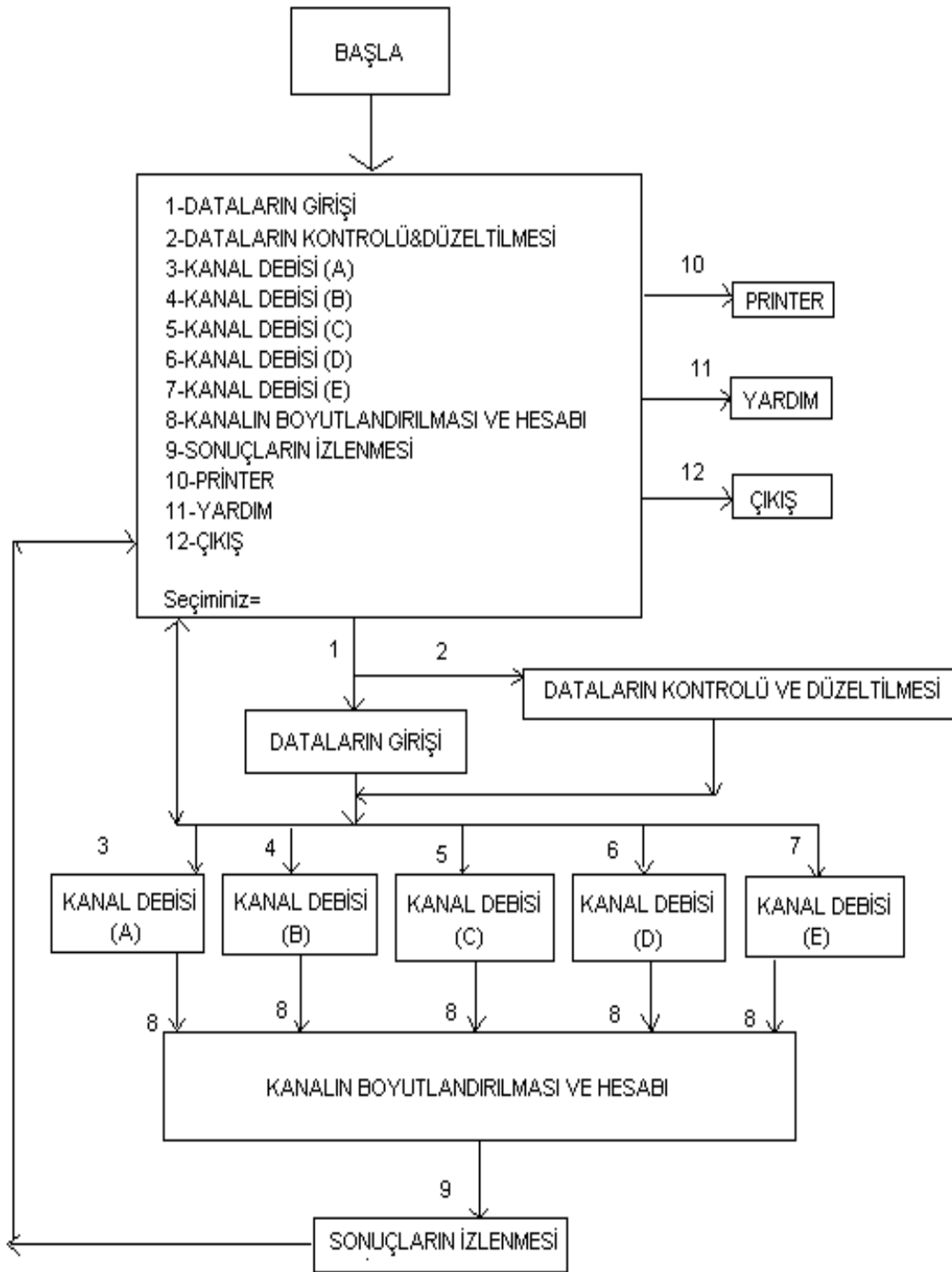


Şekil 15. Q değerinde artışın kanal giriş ağzı boyutlarına olan etkisi

### **2.3. Debi Değişimi-Boyutlar Bağlantısı İçin Geliştirilen Dolu Savak Bilgisayar Programı ve Proje Giriş Bilgileri**

Bu bilgisayar programında, barajların elemanlarından biri olan dolusavak yapılarının, deneme yanılma gerektiren, değişik abakların ve parametrelerin kullanıldığı hesaplar yer almaktadır.

Geliştirilen Dolu savak bilgisayar programına ait akış seması Şekil 16'da verilmiştir. Program çalıştırıldığında ortaya çıkan çıkan menü yardımı ile yapılacak işlem belirlenir. Yeni bir projeye ait veriler girilecekse 1 nolu menü seçilerek proje isminin ekrandan girilmesi istenir ve projeye ait verilerin girileceği pencere aktif hale gelir. Tablo 2'de programa başlangıç datası olarak girilmesi gerekli bilgiler görülmektedir. Mevcut datalar üzerinde değişiklik yapılması gerektiğinde giriş penceresinden 2 seçeneği yardım ile kayıtlı proje seçilerek Tablo 1'de verilen giriş bilgilerine ulaşılır ve gerekli düzeltmeler yapılır. Program dolu savak debi değişimi ve boyutlandırma yapısına ait Tablo 2'de verilen hesaplamaları yapar, sonucu ekranda göstererek çıktı dosyasına kaydeder.



Şekil 16. Dolu savak bilgisayar programı akış seması – (debi değişimi-boyutlar)

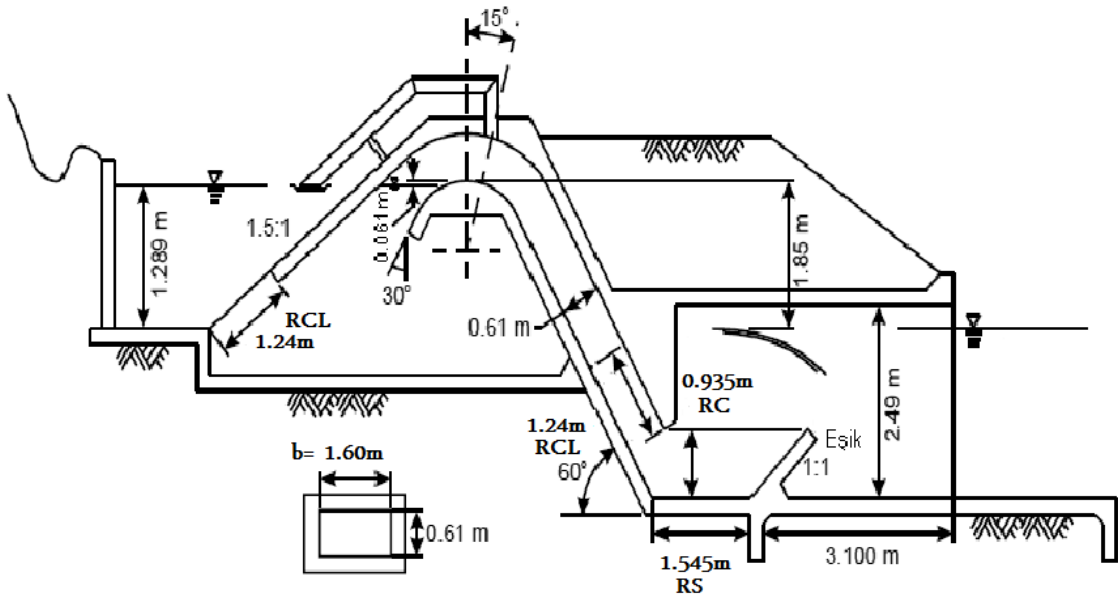
Tablo 2. Proje giriş bilgileri – (debi değişimi-boyutlar)

KANALIN YATAK GENİŞLİĞİ	1.65 m (Sabit değer)
ŞEV EĞİMİ	1/1.5 (Sabit değer)
<b>KANAL DEBİSİ</b>	<b>Değişken</b>
KANAL DERİNLİĞİ	2.3 m (Sabit değer)
KANALIN TOPRAK BANKET KISMINDAN İTİBAREN DERİNLİĞİ	2.5m (Sabit değer)
KANAL YATAĞININ KOTU	239m (Sabit değer)
KANALIN MANSAP KISMINDAKİ SUYUN MAKSİMUM KOTU	238.5m (Sabit değer)
KANALIN EĞİMİ	0.000284 (Sabit değer)

#### 2.4. Debi Sabit Tutularak Diğer Parametrelerdeki Değişimin Boyutlardaki Etkisinin İncelenmesi

Ayrıca son olarak debi sabitlendiğinde diğer parametrelerin ölçümleri yapılarak değerlerin nasıl değiştiği formüller üzerinden incelenerek grafiklerle desteklenmektedir. Örnek olarak:

1. Sifonun mansap tarafının kesit (dikdörtgen) yüksekliğini  $D=0.620\text{m}$  olarak bir miktar arttırarak yani dikdörtgen yüksekliği arttırıldığında (diğer değerler sabit tutulmak kaydıyla) bunun diğer parametrelere etkisi ölçülmektedir:





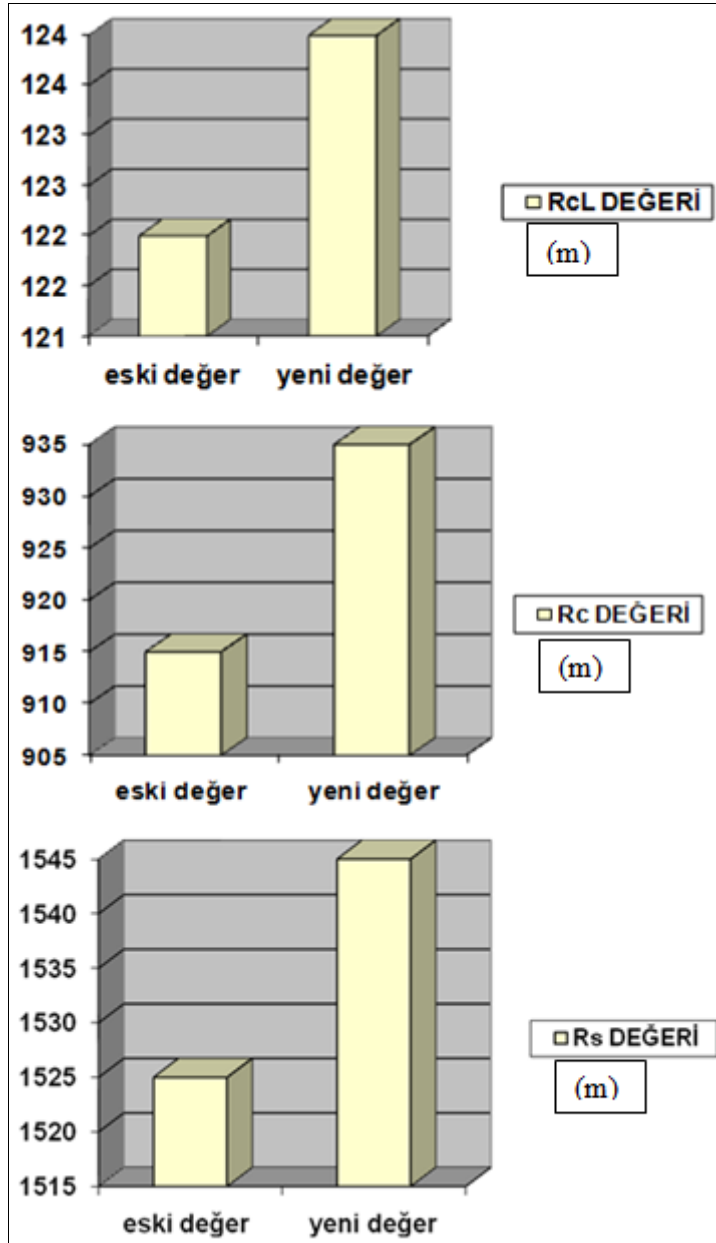
D kesit yüksekliği değeri arttırıldığında yeni  $R_{CL}$ ,  $R_C$ ,  $R_S$  değerleri

$R_{CL}/D=2.0$  tavsiye edilen değer olarak seçilerek,

$R_{CL}=2.0 \times 0.620 = 1.24\text{m}$ , yeni  $R_{CL}$  değeri artmaktadır.

$R_C = R_{CL} - 1/2D$   $R_C = 1.24 - 0.305 = 0.935\text{ m}$  yeni  $R_C$  değeri artmaktadır.

$R_S = R_{CL} + 1/2D$   $R_S = 1.24 + 0.305 = 1.545\text{ m}$  yeni  $R_S$  değeri de artmaktadır. Bu değerlerin orantısal olarak grafiksel değişimini göstermek gerekirse:



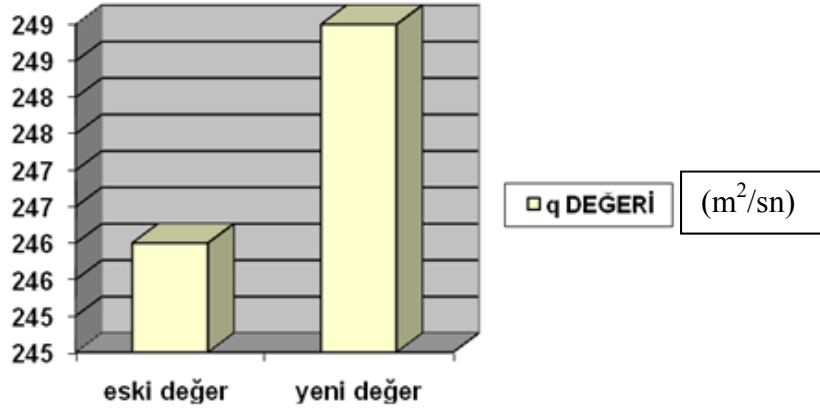
Şekil 17. Debiyi sabitlediğimizde diğer parametrelerin ölçümleri

2. Orifis denklemi kullanılarak birim debi hesabı yapıldığında bu değerde artmış olduğu görülmektedir. Şöyle ki:

$$q = C_d D \sqrt{2gH} = 0.67 \times 0.610 \sqrt{2 \times 9.81 \times 1.850} = 2.46 \text{ m}^2/\text{sn} \text{ (eski değer)}$$

$$q = C_d D \sqrt{2gH} = 0.67 \times 0.620 \times 6.01 = 2.496 \text{ m}^2/\text{sn} \text{ (yeni değer)}$$

Bu değerlerin orantısal olarak grafiksel değişimini göstermek gerekirse:



Şekil 18. Orifis denklemi kullanılarak birim debi hesabı

3. D değerindeki artışın birim debi hesabındaki parametre değişimine etkisi incelenecek olursa,

Öncelikle bunun için vorteks denklemi kullanılabilir.

$$q_{\max} = R_c \sqrt{2gx0.7h} \ln\left(\frac{R_s}{R_c}\right) = 0.915 \sqrt{2 \times 9.81 \times 0.7 \times 10.05} \ln\left(\frac{1.525}{0.915}\right) = 5.49 \text{ m}^2/\text{sn}$$

$q_{\max} > q$  olduğu için çözüm kabul edilebilir.

Buna göre mansap kısmındaki genişlik, (yeni değer)

$b = Q/q = 4.0/2.496 = 1.60 \text{ m}$  olarak b değerinin azalmakta olduğu görülmektedir.

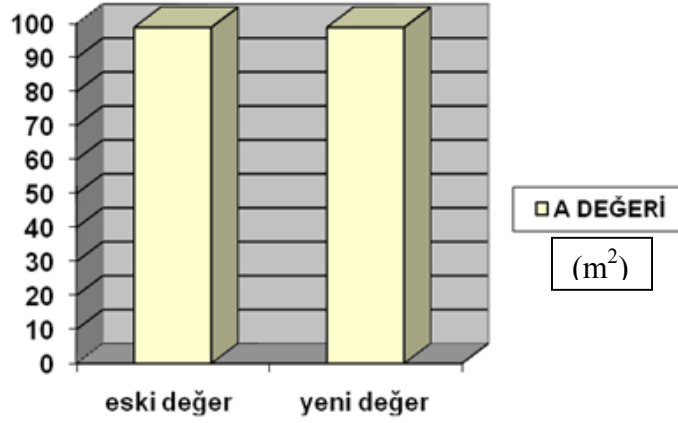
Buna göre kesit alanı  $A = b \times D = 1.60 \times 0.62 = 0.992 \text{ m}^2$  olarak bulunur.

Eski kesit alanı ise:

$$A = b \times D = 1.63 \times 0.61 = 0.992 \text{ m}^2$$

olarak bulunmuştu buda demek oluyor ki mansap kısmındaki genişlik yani b değeri arttıkça ve D değeri azaldıkça sonuç orantısal olarak değişmemektedir. Yani aynı kalmaktadır.

Bu değerlerin orantısal olarak grafiksel değişimini göstermek gerekirse:



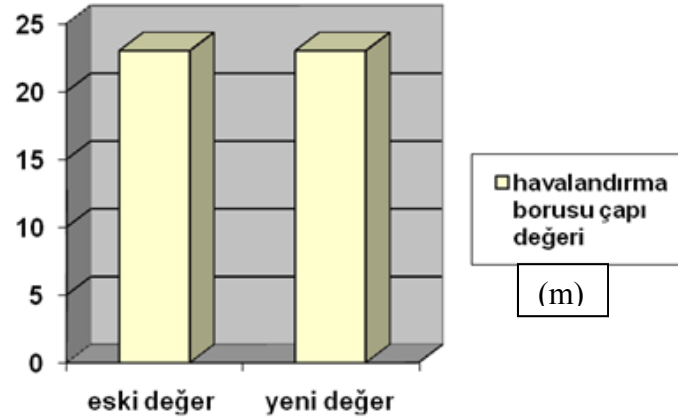
Şekil 19. D değerinde artışın birim debi hesabındaki kesit alanı değişimine etkisi

4. Havalandırma borusunun çapı incelenecek olursa,

Sifonun mansap tarafının kesit (dikdörtgen) yüksekliğindeki artışın herhangi bir şekilde bu değere etki etmediği görülür. Havalandırıcı borunun kesit alanı mansap kısmının kesit alanının 1/24 ile çarpımına eşit alınır.

$$0.992/24=0.0413\text{m}^2$$

Bu değer dairesel çelik bir boru için 0.229m'lik bir çelik boru çapına karşılık gelir. Bu değerlerin orantısal olarak grafiksel değişimini göstermek gerekirse:

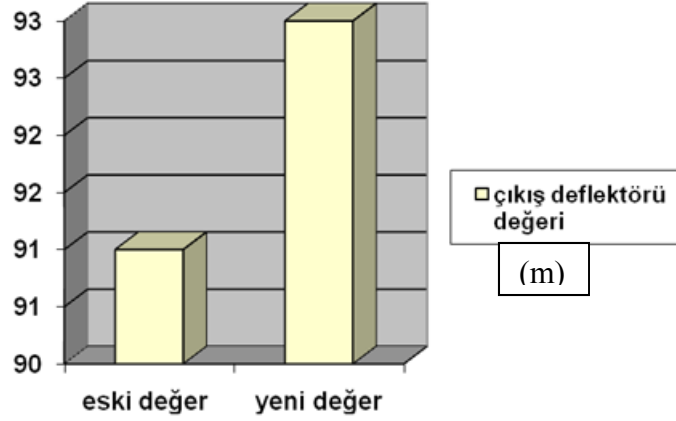


Şekil 20. Havalandırma borusunun çapı incelemesi

### 5. Çıkış deflektörü eşik yüksekliği (yeni değer)

$1.5D=1,5 \times 0,62= 0,930$  m olmaktadır. Sonuç olarak görülüyor ki dikdörtgen yüksekliğini arttırdığımızda, çıkış deflektörünün yeni eşik yüksekliği değeri de artmaktadır.

Bu değerlerin orantısal olarak grafiksel değişimini göstermek gerekirse:



Şekil 21. Çıkış deflektörü eşik yüksekliği (yeni değer)

6. Giriş ağzının boyutları arttırılarak 1.64 m genişlik, 1.23 m yükseklik olarak alınabilir.

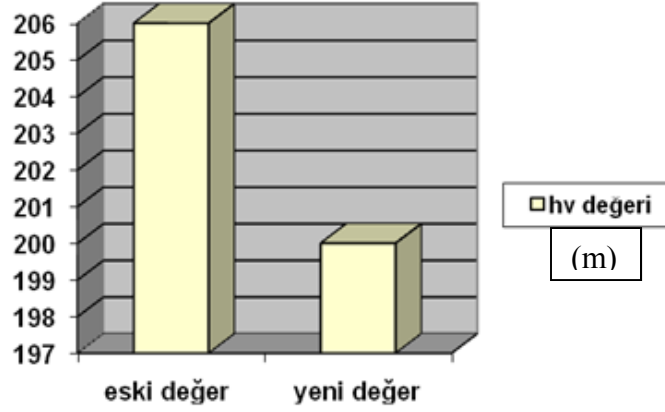
Bu durumda giriş ağzının alanı  $1,64 \times 1,23 = 2,02$  m<sup>2</sup> olacaktır. Bu durumda giriş yapısında maksimum hız yükü,

$$h_v = \frac{Q^2}{2gA^2} = 4,0^2 / 2 \times 9,81 \times 1,99^2 = 0,206 \text{ m iken,}$$

$$h_v = \frac{Q^2}{2gA^2} = 4,0^2 / 2 \times 9,81 \times 2,02^2 = 0,200 \text{ m (yeni)}$$

olur. Burada da görülmektedir ki giriş ağzının boyutları yani genişliği ve yüksekliği arttırıldığında giriş yapısında maksimum hız yükü azalmaktadır.

Bu değerlerin orantısal olarak grafiksel değişimini göstermek gerekirse:



Şekil 22. Giriş yapısında maksimum hız yükü

Hidrolik contanın (giriş kapağının sızdırmazlığı için) giriş ağzından yukarıya doğru minimum yüksekliği 0.152 bir sabiti göstermek üzere,

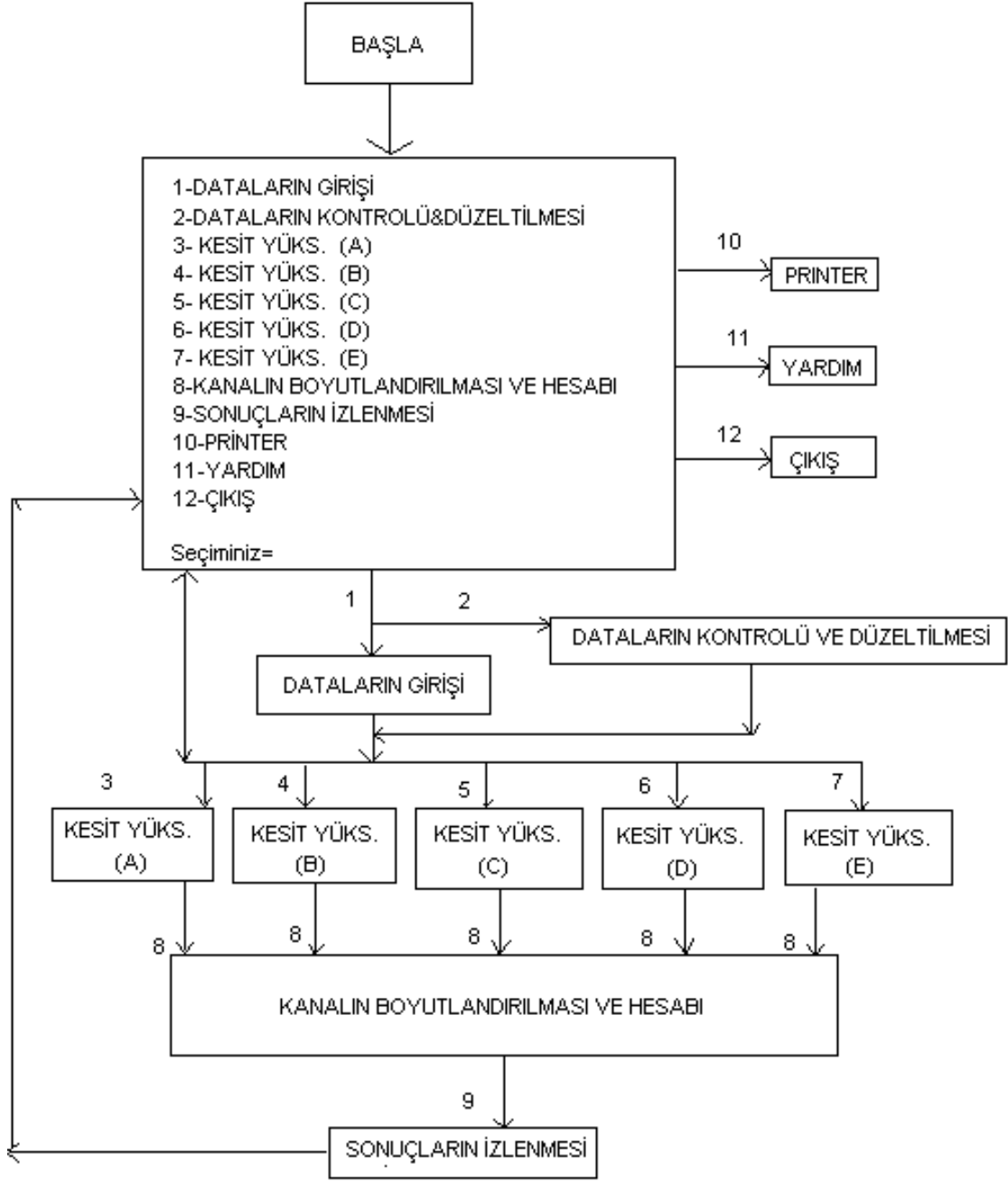
$1.5h_v + 0.152 = 1.5 \times 0.206 + 0.152 = 0.461\text{m}$  yeni değer  $1.5 \times 0.200 + 0.152 = 0.452\text{m}$  olarak bulunur. Eğer giriş ağızı şekilde görüldüğü gibi kanalın tabanından itibaren başlıyorsa, hidrolik contanın uzaklık giriş ağzına uzaklığı,

$$\alpha = \tan^{-1}(1/1.5) = 33.69^\circ \text{ Yeni değer } 0.452/1.80 = 0.251 \text{ m olur.}$$

Buradan yeni derinlik değeri hesaplanacak olursa;

$1.289 - 0.251 = 1.038\text{m}$  olur. Bu derinlik hidrolik conta için gerekli görülen 0.461m mesafeden daha büyük olduğundan yeterlidir, gibi bir sonuca varılır.

Görülmektedir ki sifonun mansap tarafının kesit (dikdörtgen) yüksekliğinin ve giriş ağzının boyutları arttırıldığında hidrolik conta için gerekli görülen derinlik artmaktadır, buda demek oluyor ki giriş ağzının boyutlarının artması malzeme ve zaman açısından ekonomik bir kayıba sebep olurken, baraj yüksekliği açısından bakıldığında herhangi bir problem teşkil etmemektedir. Debi değeri sabitken Sifon savak kesit yüksekliği değişiminin boyutlandırmaya etkisini bilgisayar programı akış şeması olarak göstermek gerekirse:

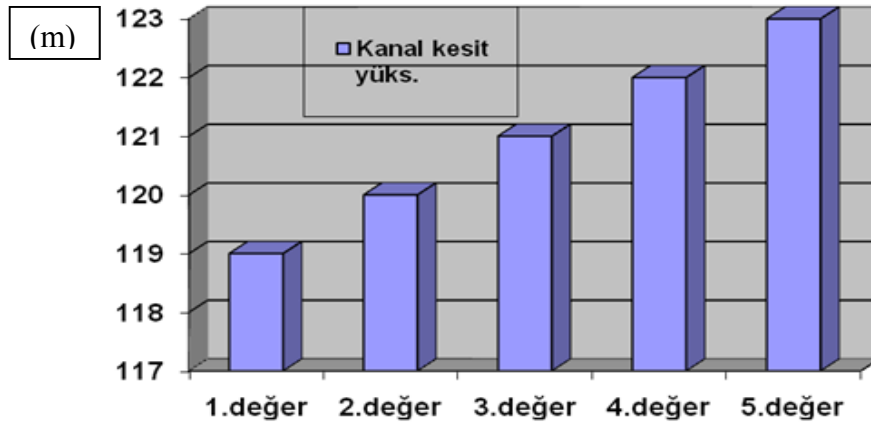


Şekil 23. Sifon savak bilgisayar programı akış seması 2 (kesit yüksekliği değişimi/boyutlar)

Tablo 3. Proje giriş bilgileri – kanalın yatak genişliği değişken

<b>KANALIN YATAK GENİŞLİĞİ</b>	<b>Değişken (1.64-1.65-1.66)</b>
ŞEV EĞİMİ	1/1.5 (Sabit değer)
KANAL DEBİSİ	4m <sup>3</sup> /sn (Sabit değer)
KANAL DERİNLİĞİ	2.3 m (Sabit değer)
KANALIN TOPRAK BANKET KISMINDAN İTİBAREN DERİNLİĞİ	2.5 m (Sabit değer)
KANAL YATAĞININ KOTU	239 m (Sabit değer)
KANALIN MANSAP KISMINDAKİ SUYUN MAKSİMUM KOTU	238.5 m (Sabit değer)
KANALIN EĞİMİ	0.000284 (Sabit değer)

Bu değerlerin orantısal olarak grafiksel değişimini göstermek gerekirse:



Şekil 24. Proje giriş bilgileri – kanalın yatak genişliği değişken

## 2.5. Tartışma

Savakların yapımı baraj maliyetinin önemli bir bölümünü oluşturur. Yüksek hızda gelen suyun yapıya zarar vermeden mansap tarafına aktarılması, iyi projelendirilmesi, yeterli kapasitede, hidrolik bakımdan verimli savaklar ile gerçekleştirilmektedir. Bu sebeple savakların projelendirme safhasında oldukça dikkatli çalışmalar yapılması gerekir. Bu analiz için sifon savakların projelendirilmesinde kullanılabilecek Qbasic dilinde bir program geliştirilmiştir. Hesaplamalar ve grafiklerle desteklenerek açıklamalar yapılmıştır.

Verilerin grafiksel olarak değerlendirilmesi yapılacak olursa;

### 2.5.1. Sifon Savak Bilgisayar Programı Akış Seması Sonuçları– (Debi Değişimi- Boyutlar ne Hız Yüğü İlişkisi)

1. değer: Giriş ağzının boyutları 1.64m genişlik, 1.23 m yükseklik olarak alınabilir. Bu durumda giriş ağzının alanı  $A= 1.64 \times 1.23= 2.02 \text{ m}^2$  olacaktır. Bu durumda  $Q=0.435 \text{ m}^3/\text{sn}$  iken giriş yapısında maksimum hız yüğü,

$$h_v = \frac{Q^2}{2gA^2}$$

$$h_v (1.\text{değer}): 0.19/2 \times 9.81 \times 2.02 \times 2.02 = 0.19/80 = 0,0024 \text{ m}$$

2. değer: Giriş ağzının boyutları 1.64m genişlik, 1.23m yükseklik olarak alınabilir. Bu durumda giriş ağzının alanı  $A= 1.64 \times 1.23= 2.02 \text{ m}^2$  olacaktır. Bu durumda  $Q=1.288 \text{ m}^3/\text{sn}$  iken giriş yapısında maksimum hız yüğü,

$$h_v = \frac{Q^2}{2gA^2}$$

$$h_v (1.\text{değer}): 1,66 / 2 \times 9.81 \times 2.02 \times 2.02 = 1,66 / 80 = 0,0208 \text{ m}$$

3. değer: Giriş ağzının boyutları 1.64m genişlik, 1.23m yükseklik olarak alınabilir. Bu durumda giriş ağzının alanı  $A= 1.64 \times 1.23= 2.02 \text{ m}^2$  olacaktır. Bu durumda  $Q=2.470 \text{ m}^3/\text{sn}$  iken giriş yapısında maksimum hız yüğü,

$$h_v = \frac{Q^2}{2gA^2}$$

$$h_v (1.\text{değer}): 6,10 / 2 \times 9.81 \times 2.02 \times 2.02 = 6,10 / 80 = 0.076 \text{ m}$$

4. değer: Giriş ağzının boyutları 1.64 m genişlik, 1.23 m yükseklik olarak alınabilir. Bu durumda giriş ağzının alanı  $A= 1.64 \times 1.23= 2.02 \text{ m}^2$  olacaktır. Bu durumda  $Q=3.934 \text{ m}^3/\text{sn}$  iken giriş yapısında maksimum hız yüğü,

$$h_v = \frac{Q^2}{2gA^2}$$

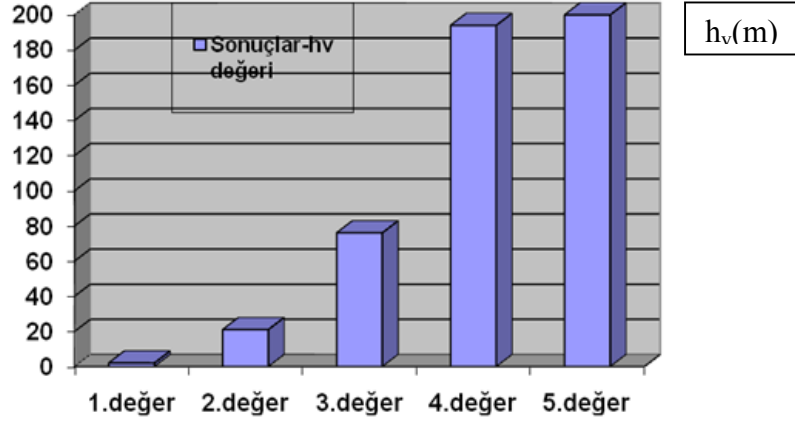
$$h_v (1.\text{değer}): 15,48 / 2 \times 9.81 \times 2.02 \times 2.02 = 15,48 / 80 = 0.194 \text{ m}$$

5. değer: Giriş ağzının boyutları 1.64 m genişlik, 1.23 m yükseklik olarak alınabilir. Bu durumda giriş ağzının alanı  $A= 1.64 \times 1.23= 2.02 \text{ m}^2$  olacaktır. Bu durumda  $Q=4 \text{ m}^3/\text{sn}$  iken giriş yapısında maksimum hız yüğü,



$$h_v = \frac{Q^2}{2gA^2}$$

$$h_v (1.\text{değer}): 16,00 / 2 \times 9.81 \times 2.02 \times 2.02 = 16/80.06 = 0.200 \text{ m}$$



Şekil 25. Sifon savak bilgisayar programı akış şeması sonuçları – (debi değişimi – boyutlar ve hız yükü ilişkisi)

### 2.5.2. Sifon Savak Bilgisayar Programı Akış Şeması 2 - Sonuçları (Kesit Yüksekliği Değişimi / Boyutlar ve Hız Yükü İlişkisi)

1. değer: Giriş ağzının boyutları arttırılarak 1.64m genişlik, 1,19 m yükseklik olarak alınabilir. Bu durumda giriş ağzının alanı  $A= 1.64 \times 1.19 = 1,95 \text{ m}^2$  olacaktır. Bu durumda  $Q=4 \text{ m}^3/\text{sn}$  iken giriş yapısında maksimum hız yükü,

$$h_v = \frac{Q^2}{2gA^2}$$

$$h_v (1.\text{değer}): 16/2 \times 9.81 \times 1,95 \times 1,95 = 16/ 74,61 = 0.214 \text{ m}$$

2. değer: Giriş ağzının boyutları arttırılarak 1.64m genişlik, 1.20 m yükseklik olarak alınabilir. Bu durumda giriş ağzının alanı  $A= 1.64 \times 1.20 = 1,97 \text{ m}^2$  olacaktır. Bu durumda  $Q=4 \text{ m}^3/\text{sn}$  iken giriş yapısında maksimum hız yükü,

$$h_v = \frac{Q^2}{2gA^2}$$

$$h_v (1.\text{değer}): 16/2 \times 9.81 \times 1,97 \times 1,97 = 16/ 76,14 = 0.210 \text{ m}$$

3. değer: Giriş ağzının boyutları arttırılarak 1.64 m genişlik, 1.21 m yükseklik olarak alınabilir. Bu durumda giriş ağzının alanı  $A = 1.64 \times 1.21 = 1,98 \text{ m}^2$  olacaktır. Bu durumda  $Q = 4 \text{ m}^3/\text{sn}$  iken giriş yapısında maksimum hız yükü,

$$h_v = \frac{Q^2}{2gA^2}$$

$$h_v \text{ (1.değer): } 16/2 \times 9.81 \times 1,98 \times 1,98 = 16/ 76,91 = 0.208 \text{ m}$$

4. değer: Giriş ağzının boyutları arttırılarak 1.64m genişlik, 1.22 m yükseklik olarak alınabilir. Bu durumda giriş ağzının alanı  $A = 1.64 \times 1.22 = 2.00 \text{ m}^2$  olacaktır. Bu durumda  $Q = 4 \text{ m}^3/\text{sn}$  iken giriş yapısında maksimum hız yükü,

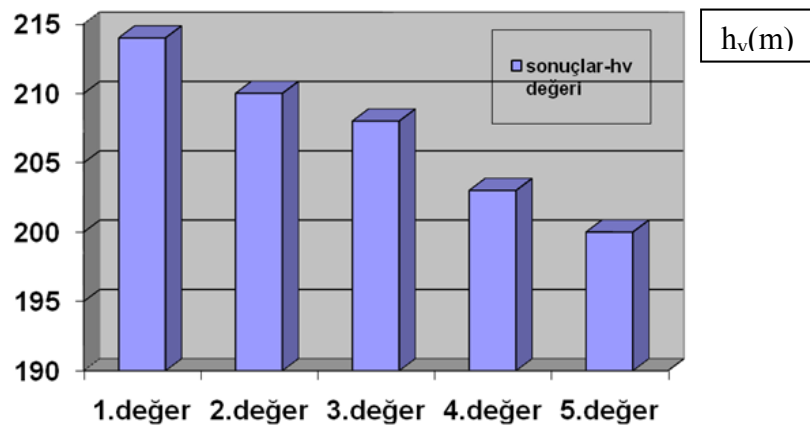
$$h_v = \frac{Q^2}{2gA^2}$$

$$h_v \text{ (1.değer): } 16/2 \times 9.81 \times 2.00 \times 2.00 = 16/ 78,48 = 0.203 \text{ m}$$

5. değer: Giriş ağzının boyutları arttırılarak 1.64m genişlik, 1.23m yükseklik olarak alınabilir. Bu durumda giriş ağzının alanı  $A = 1.64 \times 1.23 = 2.02 \text{ m}^2$  olacaktır. Bu durumda  $Q = 4 \text{ m}^3/\text{sn}$  iken giriş yapısında maksimum hız yükü,

$$h_v = \frac{Q^2}{2gA^2}$$

$$h_v \text{ (1.değer): } 16/2 \times 9.81 \times 2.02 \times 2.02 = 16/80.06 = 0.200 \text{ m}$$



şekil 26. Sifon savak bilgisayar programı akış seması 2 - sonuçları (kesit yüksekliği değişimi / boyutlar ve hız yükü ilişkisi)

Sifon savak bilgisayar programı akış seması sonuçları – (debi değişimi-boyutlar ve hız yükü ilişkisi) aşağıdaki şekilde tablolaştırılmıştır.

Tablo 4. Sifon savak bilgisayar programı akış seması sonuçları – (debi değişimi – boyutlar ve hız yükü ilişkisi)

<b>KANAL DEBİSİ Q (m<sup>3</sup>/sn)</b>	<b>Değişken Değer</b>	<b>Debi değişimi-boyutlar ve hız yükü ilişkisi</b>	<b>Sonuç Değer (hız yükü)</b>
1.değer	0.435	1.değer	0.002 m
2.değer	1.288	2.değer	0.021 m
3.değer	2.470	3.değer	0.076m
4.değer	3.934	4.değer	0.194m
5.değer	4.000	5.değer	0.200m

Sifon savak bilgisayar programı akış seması 2 - sonuçları (kesit yüksekliği değişimi/boyutlar ve hız yükü ilişkisi) aşağıdaki şekilde tablolaştırılmıştır.

Tablo 5. Sifon savak bilgisayar programı akış seması 2 - sonuçları (kesit yüksekliği değişimi / boyutlar ve hız yükü ilişkisi)

<b>KANAL KESİT YÜKSEKLİĞİ</b>	<b>Değişken Değer</b>	<b>Kesit yüksekliği değişimi / boyutlar ve hız yükü ilişkisi</b>	<b>Sonuç Değer (hız yükü)</b>
1.değer	1,19	1.değer	0.214 m
2.değer	1,20	2.değer	0.210 m
3.değer	1,21	3.değer	0.208 m
4.değer	1,22	4.değer	0.203 m
5.değer	1,23	5.değer	0.200 m

### 3. SONUÇLAR

Bu çalışmada, savak deyimi ile su yapılarında, suyu kaynaktan mansaba geçiren yapılar anlatılmaktadır. Savaklar, barajın işletilmesi ve stabilizesi ile ilgili önemli fonksiyonları olan ve barajın maliyetinde önemli yer tutan yapılardır. Savakların yeterli şekilde planlanması, projelendirilmesi, inşası ve güvenilir şekilde işletilmesi barajın ve mansap kısmında yaşayanların güvenirliliği için büyük önem taşır.

Tüm bu çalışmalar ile Baraj yapımında planlama, tasarım ve inşaat aşamalarında proje mühendisleri için destekleyici ve kolaylaştırıcı bilgiler verilmesi hedeflenmiştir. Aynı zamanda savaklar ile barajlarda biriktirilmesi olanaklı olmayan artık suların baraj ve yardımcı öğelerine zarar vermeden, zaman ve maliyet kaybı yaşanmadan, güvenli bir biçimde barajın su gidimine aktarmasını sağlamak ve işletme açısından da doğru yönlendirmeler yapmak amaçlanmıştır.

Sonuç olarak; Yukarıdaki tüm hesaplamalarda, grafik ve tablolarla iki durum ortaya çıkmıştır ki birincisi; Kanal genişliği ( $D$ ), birim debi ( $q$ ) sabit tutulup  $C$  debi katsayısı büyüdükçe, kanal debisinin ( $Q$ ) değeri artmakta, kanal debisinin değeri arttıkça kanaldaki suyun akış hız yükü ( $h_v$ ) de bu değerle doğru orantılı olarak artmaktadır. Bu durumda su napı değeri azalmakta ve buna bağlı olarak rezervuardaki su yükündeki azalma oranında baraj yüksekliği de azalmaktadır. İkincisi ise;  $C$  katsayısı sabit tutularak, kanalın kesit yüksekliği arttıkça bununla ters orantılı olarak kanaldaki suyun akış hız yükü azalmaktadır.

#### 4. KAYNAKLAR

- Ağralıoğlu, N.2007, Baraj Planlama ve Tasarımı, Su Vakfı Yayınları,3.Cilt
- Avcı, İ.1975, Yan Savak Sifonlar, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 207 s.
- Baylar, A., Özkan, F., ve Unsal, M.2007, Serbest Yüzeyle Akım Sistemleri ile Sularda Hızlandırılmış Oksijen Transferi, III Ulusal Su Mühendisliği İzmir, Bildiriler Kitabı, 37 s.
- Baylar, A.2002, Savak Havalandırıcılarda Tip Seçiminin Oksijen Transferine Etkisinin İncelenmesi, Doktora Tezi, F.U. Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Berkün, M.2007, Su Yapıları, BirsenYayınları, İstanbul.
- Davies, P.1931, Correspondence on Experiments on Siphon Spillways, Proc. I.C. Engineers, Vol.231, London.
- Erkek C. ve Ağiroğlu N.2002, Su Kaynakları Mühendisliği, İstanbul,240 s.
- Gibson, A.H.ve Aspey T.H.1930, Tattersal, F., Experiments on Siphon Spillways, Proc. I.C.E., 231, London.
- Inglis, C.C.1931, Correspondence on Experiments on Siphon Spillways, Proc. I.C. Engineers, 231, London.
- Khaturia, R.M.2005, Hydraulics of Spillways and Energy Dissipators. Marcel Dekker, NewYork,629 s.
- Okay A.ve Ebre, Ö.2009, Dolusavak Katsayısının İncelenmesi Ve Değişiminin Baraj Yüksekliğine Etkisi, KTÜ, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Hidrolik Anabilim Dalı, Bitirme Tezi.
- Whittington, R.B.ve Ali, K.H.M.1972, Siphons Some Scale-Effects in Models, Proc. Am. Soc. Civil Engineers, Hy1, 45-69 s.

## **ÖZGEÇMİŞ**

Emin Oral BÜLBÜLOĞLU, 1975 yılında Trabzon'da doğdu. İl, orta ve Lise öğrenimini Trabzon'da tamamladıktan sonra Yakınoğu Üniversitesi İnşaat Mühendisliği (KKTC) Bölümünden 2002 yılında mezun oldu.

2007 yılına kadar özel sektörde İnşaat Mühendisi olarak çalıştı. 2007 yılında Ordu Bayındırlık ve İskân İl Müdürlüğünde mühendis olarak memuriyete başladı ve 2010 yılında Ardahan Bayındırlık ve iskân Müdürlüğüne tayin olarak proje ve Yapım İşleri Şube Müdürlüğü görevini yürütmektedir. İyi derecede İngilizce bilmekte olup, evli ve bir erkek çocuk babasıdır.