

**ÖLÜ SONLU KANAL AKIMINDAKİ SU ALMA AĞIZI İÇİN
KRİTİK BATIKLIK**

85812

Salih Cem GÜLCAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

85812

**YÜKSEKÖĞRETİM ENSTİTÜSÜ
DOKÜMANLARI**

Ocak 1999

ANKARA

Salih Cem GÜLCAN tarafından hazırlanan ÖLÜ SONLU KANAL AKIMINDAKİ SU ALMA AĞIZI İÇİN KRİTİK BATIKLIK adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.


Doç. Dr. Nevzat YILDIRIM
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Mustafa Göğüş 
Üye : Prof. Dr. Talay Şebeke 
Üye : Doç. Dr. Nevzat Yıldırım 
Üye :
Üye :

Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	iv
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	vii
KISALTMA VE SEMBOLLER	viii
1. GİRİŞ	1
2. BU KONUDA YAPILAN ÇALIŞMALAR	4
2.1. Türkiye'de Kritik Batıklık İçin Uygulanan Yöntem	7
3. BOYUT ANALİZİ	12
3.1. Teori	16
4. DENEYLER VE GÖZLEMLER	25
4.1. Deney Sırasında Gözlemler	27
4.2. Dikdörtgen Kesitli Su Alma Ağızı İle Deney	28
5. DENEYSEL VE TEORİK SONUÇLARIN KARŞILAŞTIRILMASI	30
6. SONUÇLAR	39
KAYNAKLAR	40

EKLER	42
EK - 1. DİKDÖRTGEN KESİTLİ SU ALMA AĞIZI	
DENEY SONUÇLARI	43
EK - 2. DAİRESEL KESİTLİ SU ALMA AĞIZI	
DENEY SONUÇLARI	59
EK - 3. ÖLÜSONDAN ÇIKAN DİKDÖRTGEN VE DAİRESEL	
KESİTLİ SU ALMA AĞIZINA AİT DENEYSEL VE	
TEORİK NETİCELERİN KARŞILAŞTIRILMASI	80
ÖZGEÇMİŞ	90

ÖLÜ SONLU KANAL AKIMINDAKİ SU ALMA AĞIZI İÇİN

KRİTİK BATIKLIK

(Yüksek Lisans Tezi)

Salih Cem GÜLCAN

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ocak 1999

ÖZET

Su alma ağzının su yüzeyine olan düşey mesafesi (su alma ağzının "batıklığı") yeterince büyük olmadığında su yüzeyinde oluşan havalı çevrinti (air-core vortex) nedeniyle su alma ağzına giren hava; su alma yapısının verimini düşürmektedir. Ağıza hava girişinin başladığı andaki su alma ağzına ait batıklık "kritik batıklık" olarak bilinir. Su alma ağız ve yapılarına hava girişi olayı ile ilgili birçok çalışma vardır. Ancak bu çalışmalarda hava girişli çevrintinin genellikle her çeşit su alma ağız yapıları ve akım şartları için aynı özellikleri taşıdığı sanılmış olup su alma ağzı da dairesel kesitli alınmıştır. Barajlar vs. gibi hidrolik yapılarının da giriş ağzının kesiti çoğunlukla dikdörtgendir ve genellikle baraj yapısının gövdesinin menba yüzündedir (ölü sondan geçer). Bu çalışmada; daha önceki çalışmalarda incelenmemiş olan kanalın ölü sonundan su alan gerek dairesel gerekse dikdörtgen kesitli su alma ağzı yapısına hava girişi (veya kritik batıklık) deneysel ve teorik olarak incelenmiştir. Bu çalışma göstermiştir ki su alma ağzında oluşan havalı (hava girişi) çevrinti olayı hem akım şartlarına hem de su alma ağız yapısının gerek konumuna gerekse geometrisine bağlıdır. Deneysel ve teorik (potansiyel çözüm) neticelerinin iyi bir uyum içerisinde olduğu görülmüştür.

Bilim Kodu : 624.02.01

Anahtar Kelimeler : Ölüson, kritik batıklık, kanal akımı, havalı serbest çevrinti

Sayfa Adedi : 90

Tez Yöneticisi : Doç. Dr. Nevzat YILDIRIM

CRITICAL SUBMERGENCE FOR A FRONTAL INTAKE IN A DEAD-END CANAL FLOW

(M. Sc. Thesis)

Salih Cem GÜLCAN

**GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

January 1999

ABSTRACT

When the vertical distance of the intake to the free surface ("submergence" of the intake) is not sufficient, the air enters the intake by means of an air-core vortex and considerably decreases the efficiency of the intake and affiliated structures. The value of the submergence of the intake when the air-core vortex just starts entraining air to the intake is known as the "critical submergence" for the intake. There are several studies about the free surface air-core vortex and the critical submergence. In these studies an intake of circular cross-section is considered and it is believed that the occurrence of the air-core vortex is same for all types of flow conditions and geometry. However, in hydraulic structures (such as dams etc.) the cross-section of the intake is mostly rectangular and the intake takes place at the upstream face of the structure (the dead-end). In this study, the critical submergence for the intakes of both the circular and the rectangular cross-sections (not considered in the previous studies) are studied experimentally and theoretically. It is found that the critical submergence of the intake at the dead-end highly depends on the flow conditions and geometry. Experimental and theoretical (potential solution) results are compared and the agreement is found to be satisfactory.

Science Code : 624.02.01

Key Words : Dead-end, critical submergence, canal flow, air-core vortex

Page Number : 90

Adviser : Assoc. Prof. Dr. Nevzat YILDIRIM

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde ilgi ve desteğini esirgemeyen tez danışmanım sayın Doç Dr. Nevzat YILDIRIM 'a ve Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi atölyeleri çalışanlarına teşekkürü bir borç bilirim.



ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge E1.1. Dikdörtgen kesitli su alma ağızı için deney verileri (a = 5 cm, b = 5 cm, b/a = 1, ℓ = 20 cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm)	44
Çizelge E1.2. Dikdörtgen kesitli su alma ağızı için deney verileri (a = 5 cm, b = 5 cm, b/a = 1, ℓ = 10 cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm)	45
Çizelge E1.3. Dikdörtgen kesitli su alma ağızı için deney verileri (a = 5 cm, b = 5 cm, b/a = 1, ℓ = 0 cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm)	46
Çizelge E1.4. Dikdörtgen kesitli su alma ağızı için deney verileri (a = 5 cm, b = 10 cm, b/a = 2, ℓ = 20 cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm) ...	47
Çizelge E1.5. Dikdörtgen kesitli su alma ağızı için deney verileri (a = 5 cm, b = 10 cm, b/a = 2, ℓ = 10 cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm) ...	48
Çizelge E1.6. Dikdörtgen kesitli su alma ağızı için deney verileri (a = 5 cm, b = 10 cm, b/a = 2, ℓ = 0 cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm)	49
Çizelge E1.7. Dikdörtgen kesitli su alma ağızı için deney verileri (a = 10 cm, b = 5 cm, b/a = 0.5, ℓ = 20 cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm) 50	50
Çizelge E1.8. Dikdörtgen kesitli su alma ağızı için deney verileri (a = 10 cm, b = 5 cm, b/a = 0.5, ℓ = 10 cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm) 51	51
Çizelge E1.9. Dikdörtgen kesitli su alma ağızı için deney verileri (a = 10 cm, b = 5 cm, b/a = 0.5, ℓ = 0 cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm) ..	52
Çizelge E1.10. Dikdörtgen kesitli su alma ağızı için deney verileri (a = 5 cm, b = 20 cm, b/a = 4, ℓ = 20 cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm) ...	53
Çizelge E1.11. Dikdörtgen kesitli su alma ağızı için deney verileri (a = 5 cm, b = 20 cm, b/a = 4, ℓ = 10 cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm) ..	54
Çizelge E1.12. Dikdörtgen kesitli su alma ağızı için deney verileri (a = 5 cm, b = 20 cm, b/a = 4, ℓ = 0 cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm)	55
Çizelge E1.13. Dikdörtgen kesitli su alma ağızı için deney verileri (a=20 cm, b=5 cm, b/a=0.25, ℓ =20 cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm)	56

Çizelge E1.14. Dikdörtgen kesitli su alma ağzı için deney verileri

($a=20$ cm, $b=5$ cm, $b/a=0.25$, $\ell=10$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm)57

Çizelge E1.15. Dikdörtgen kesitli su alma ağzı için deney verileri

($a=20$ cm, $b=5$ cm, $b/a=0.25$, $\ell=0$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm)58

Çizelge E2.1. Dairesel kesitli su alma ağzı için deney verileri

($D_i = 5.32$ cm, $c = 2.66$ cm, $\ell = 0$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm)60

Çizelge E2.2. Dairesel kesitli su alma ağzı için deney verileri

($D_i = 5.32$ cm, $c=2.66$ cm, $\ell=13.30$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm)61

Çizelge E2.3. Dairesel kesitli su alma ağzı için deney verileri

($D_i = 5.32$ cm, $c=2.66$ cm, $\ell=26.60$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm)62

Çizelge E2.4. Dairesel kesitli su alma ağzı için deney verileri

($D_i = 5.32$ cm, $c=2.66$ cm, $\ell=39.90$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm)63

Çizelge E2.5. Dairesel kesitli su alma ağzı için deney verileri

($D_i = 5.32$ cm, $c = 7.98$ cm, $\ell = 0$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm)64

Çizelge E2.6. Dairesel kesitli su alma ağzı için deney verileri

($D_i = 5.32$ cm, $c = 7.98$ cm, $\ell=13.30$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm) ...65

Çizelge E2.7. Dairesel kesitli su alma ağzı için deney verileri

($D_i = 5.32$ cm, $c = 26.60$ cm, $\ell=26.60$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm) .66

Çizelge E2.8. Dairesel kesitli su alma ağzı için deney verileri

($D_i = 5.32$ cm, $c = 26.60$ cm, $\ell=39.90$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm) .67

Çizelge E2.9. Dairesel kesitli su alma ağzı için deney verileri

($D_i = 5.32$ cm, $c = 13.30$ cm, $\ell = 0$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm)68

Çizelge E2.10. Dairesel kesitli su alma ağzı için deney verileri

($D_i = 5.32$ cm, $c=13.30$ cm, $\ell=13.30$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm) ..69

Çizelge E2.11. Dairesel kesitli su alma ağzı için deney verileri

($D_i = 5.32$ cm, $c=13.30$ cm, $\ell=26.60$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm) ..70

Çizelge E2.12. Dairesel kesitli su alma ağzı için deney verileri

($D_i = 5.32$ cm, $c=13.30$ cm, $\ell=39.90$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm) ..71

Çizelge E2.13. Dairesel kesitli su alma ağzı için deney verileri

($D_i = 5.32$ cm, $c = 18.62$ cm, $\ell = 0$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm)72

Çizelge E2.14. Dairesel kesitli su alma ağzı için deney verileri

($D_i = 5.32$ cm, $c=18.62$ cm, $\ell=13.30$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm) ..73

Çizelge E2.15. Dairesel kesitli su alma ağzı için deney verileri

($D_i = 5.32$ cm, $c=18.62$ cm, $\ell=26.60$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm) ..74

Çizelge E2.16. Dairesel kesitli su alma ağzı için deney verileri

($D_i = 5.32$ cm, $c=18.62$ cm, $\ell=39.90$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm) ..75

Çizelge E2.17. Dairesel kesitli su alma ağzı için deney verileri

($D_i = 5.32$ cm, $c = 23.94$ cm, $\ell = 0$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm)76

Çizelge E2.18. Dairesel kesitli su alma ağzı için deney verileri

($D_i = 5.32$ cm, $c=23.94$ cm, $\ell=13.30$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm) ..77

Çizelge E2.19. Dairesel kesitli su alma ağzı için deney verileri

($D_i = 5.32$ cm, $c=23.94$ cm, $\ell=26.60$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm) ..78

Çizelge E2.20. Dairesel kesitli su alma ağzı için deney verileri

($D_i = 5.32$ cm, $c=23.94$ cm, $\ell=39.90$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm) ..79

Çizelge E3.1. Dikdörtgen kesitli su alma ağzı için deneysel ve

teorik sonuçlar81

Çizelge E3.2. Dairesel kesitli su alma ağzı için deneysel ve

teorik sonuçlar85

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Çeşitli konumlarda su alma ağzındaki hava girişli serbest çevrinti olayı	2
Şekil 2.1. DSI tarafından kullanılan yöntemle ait büyüklükler	8
Şekil 2.2. Su alma ağzı en üst seviyesi için kritik batıklığın F_r ile değişimi	9
Şekil 3.1. Deney düzeneği	13
Şekil 3.2. Dikdörtgen su alma ağzı yapısı (genel görünüş)	15
Şekil 3.3. Ölüsündaki su alma ağzında hayali kritik kuyu yüzeyinin (KKKY) çalışan ve çalışmayan yüzey alanı kısmı ($b_1 > S_c$; $b_2 > S_c$)	18
Şekil 3.4. Ölüsündaki su alma ağzının çeşitli konumu ($b_1 > S_c$; $b_2 > S_c$ olduğundan yan duvarların etkisi ihmal edildi)	19
Şekil 5.1. Dikdörtgen kesitli su alma ağzı için kritik batıklığın değişimi (deneysel ve teorik neticelerin karşılaştırılması)	31
Şekil 5.2. Dairesel kesitli su alma ağzı için kritik batıklığın değişimi (deneysel ve teorik neticelerin karşılaştırılması)	32
Şekil 5.3. S_c/D_i 'nin V_i ile değişiminin Çizelge E2.17 deki deney neticeleri	37
Şekil 5.4. V_i/U_∞ 'un V_i ile değişiminin Çizelge E2.17 deki deney neticeleri	37

KISALTMA VE SEMBOLLER

Bu çalışmada kullanılmış bazı semboller, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar Anlam

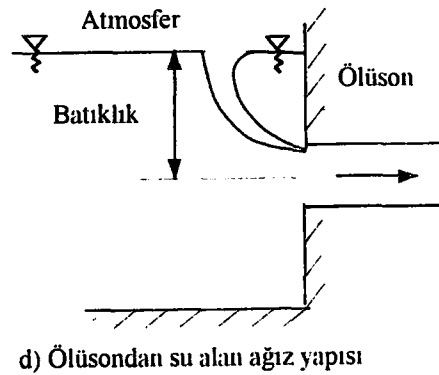
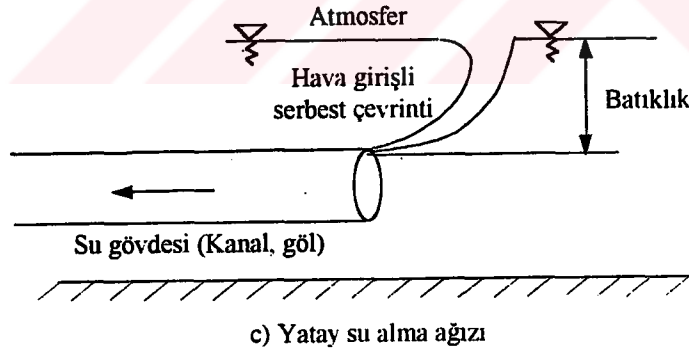
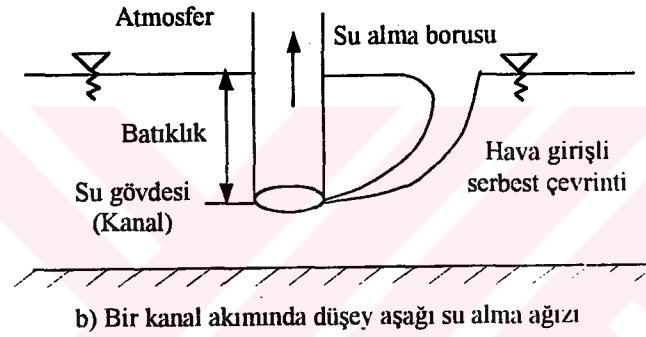
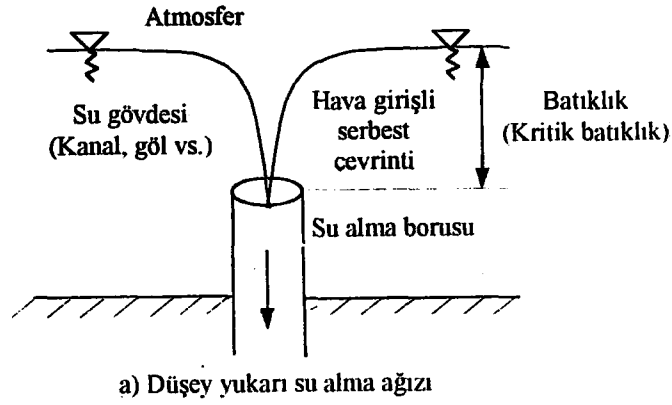
A_c	Kritik Küresel Kuyu Yüzeyi (KKKY) nin net çalışan alanı
A_i	Su alma ağızı kesit alanı
a	Dikdörtgen kesitli ağızın yatay genişliği
b	Dikdörtgen kesitli ağızın düşey yüksekliği
b_1	Su alma ağız merkezinin kanal sağ duvarına yatay uzaklığı
b_2	Su alma ağız merkezinin kanal sol duvarına yatay uzaklığı
c	Su alma ağız seviyesinin kanal tabanına olan düşey mesafesi
D_i	Su alma ağız borusu iç çapı
e	Su alma ağız borusu duvar et kalınlığı
Fr	Froude sayısı ($Fr = \frac{V_i}{\sqrt{g \cdot D_i}}$)
g	Yerçekimi ivmesi
K	Kolf sayısı ($K = \frac{\Gamma}{V_i \cdot D_i}$)
KKKY	Kritik Küresel Kuyu Yüzeyi
ℓ	Su alma ağzının kanal ölüson duvarına yatay uzaklığı
Q_i	Su alma ağzından geçen debi (alınan debi)
Re	Reynolds sayısı ($Re = \frac{V_i \cdot D_i}{\nu}$)
Sc	Su alma ağzına ait kritik batıklık
U_∞	Su alma ağzı menbasında üniform kanal akımına ait hız
V_i	Su alma ağzındaki hız
V_s	KKKY'deki merkezi (radyal) hız veya kritik hız
W	Weber sayısı ($W = \frac{\rho \cdot D_i \cdot V_i^2}{\sigma}$)

<u>Semboller</u>	<u>Anlam</u>
Γ	Kanaldaki akıma uygulanan çeviri (sirkülasyon)
μ	Akışkanın dinamik viskozitesi
ν	Akışkanın kinematik viskozitesi
ρ	Akışkanın yoğunluğu
σ	Akışkana ait yüzeysel gerilme



1. GİRİŞ

Bilindiği üzere su alma ağızlarında karşılaşılan en önemli problemlerden birisi serbest çevrinti nedeniyle (havalı vorteks vasıtası) ile su alma ağızına giren havadır (Şekil 1.1). Su alma ağızının serbest su yüzeyine olan düşey mesafesine (derinliğine) su alma ağızına ait "batıklık" denir. Batıklık miktarı kritik bir değerin altına düştüğünde su alma ağızının üzerindeki su yüzeyinde serbest çevrinti oluşmakta ve yüzeydeki hava bu serbest çevrintinin ortasında oluşan boşluklu yol (adeta cidarı sudan yapılmış boş bir boru) vasıtası ile su alma ağızına girmektedir. Bu serbest çevrintinin veya havalı vorteksi oluşması için belirli bir zaman periyodu olmayıp her oluştuğunda şiddeti de aynı olmayabilir. Su alma ağızına giren hava, su alma boru veya yapısının içerisinde genişleyerek akım kesitini küçülttüğünden alınan debi azalan bir değişim göstermektedir. Keza, eğer su alma ağız yapısı bir pompa veya türbin düzeneğine bağlı ise pompa veya türbinlerde kavitasyonlar, titreşimlere, tahriplere ve işletim güçlüklerine sebep olmaktadır. Denny (1956) göstermiştir ki %1 hava girişi bir su alma ağızının debisini %5-15 oranında azaltmaktadır. Keza, su alma ağızının doğrudan doğruya bir pompanın emme borusuna bağlı olması halinde su alma ağızında ve emme borusunda akımın burkularak yol alması sebebiyle pompalar gereğinden fazla yüklenmektedir. Su alma ağızına su yüzeyinden hava girişini önlemek için şimdiye kadar bazıları %100 başarılı olan çeşitli önlemler düşünülmüş ve tatbik edilmiştir. Bu önlemlerden başlıcaları şu şekilde sıralanabilir (Kocabaş, 1994):



Şekil 1.1. Çeşitli konumlarda su alma ağızındaki hava girişli serbest çevrinti olayı

- a) Mümkmn olduğunca su alma ağızı seviyesini su yüzeyinden aşığıda tutmak (batıklık miktarını büyük tutarak serbest çevrintinin oluşmasını önlemek). Verilen akım şartları için eğer batıklık miktarı yeterince büyükse %100 başarılı olunabilir.
- b) Su alma ağızı üzerinde su yüzeyine (su yüzeyi ile serbest temasta) yüzen veya sabit düz bir plaka koyarak su alma ağızı üzerinde serbest çevrintinin oluşmasını önlemek ve su ile havanın temasını kesmek (%100 başarılıdır).
- c) Su alma ağızı üzerindeki su seviyesine aralıkları belirli değerin üzerinde olmayan ızgaralar veya delikli başlıklar (krepin gibi) veya su alma ağızı etrafına çevrintiyi engelleyici bölme kanat yapılar yerleştirmek.
- d) Su alma ağızına yaklaşımakta olan kanal veya nehir akımında serbest çevrintiyi tahrik edici sirkülasyon varsa bu sirkülasyonu zayıflatıcı veya tamamen yok edici yapıları su alma ağızının menbasında uygun yerlere yerleştirmek ve böylece yaklaşım akımının hız dağılımını düzeltmek. Bu yapılar tamamen veya kısmen batık olabildikleri gibi yüzeyde de olabilir.
- e) Su alma ağızının yakın etrafında akımın burkulmasını ve sirkülasyonu azaltacak, çevrintinin şiddetini azaltacak bölme duvar veya kanat duvarlar yapmak.
- f) Mümkmnse su alma ağızının aşağıba tarafında, nehir veya kanal içerisinde serbest çevrintiyi tahrik edici sirkülasyonları yaratan yapıları (köprü ayağı vb.) su alma ağızı yapısından yeterince uzak tutmak.
- g) Liger.

2. BU KONUDA YAPILAN ÇALIŞMALAR

Su alma ağızlarında oluşan havalı serbest çevrinti ile ilgili olarak çok sayıda araştırma yapılmış olmasına rağmen havalı çevrintinin oluşumu ve özellikleri hâlâ açıklığa kavuşturulamamıştır. Bu çalışmalarda, gerek karal akımlarında gerekse durgun su ortamlarında ki su alma ağızlarına ait kritik derinlik; Kolf sayısına, Reynolds sayısına, Fröude sayısına ve Weber sayısına bağlı olarak karmaşık formüllerle ifade edilmeye çalışılmış olduğundan gerçek hayatta bu formüllerin uygulaması çok güç olmaktadır. Bir çok araştırmacı ampirik ve deneysel gözlemlere dayanan çok sayıda formül ileri sürmüştür. Ancak; hava serbest çevrinti olayı hem akım şartlarına hem de akımın bulunduğu ortamın geometrisine bağlı olarak farklı davranış sergilediğinden her araştırmacının bulduğu netice sadece o araştırmacının üzerinde çalıştığı özel durum için geçerlilik göstermektedir. Havalı serbest çevrinti ile ilgili teorik araştırmaların hemen hepsinde havalı çevrintinin sadece kendisi göz önüne alınmıştır.

Anwar (1965, 1967, 1968) konuyu gerek deneysel gerekse teorik olarak (Navier-Stokes denklemini çözmeye çalışarak) incelemiştir. Aynı araştırmacı havalı serbest çevrintinin su alma ağızına ait debi katsayısını azalttığını (su alma ağızının verimini düşürdüğünü) bulmuş olup serbest çevrintiye ait teğetsel hızın radyal mesafe ile nasıl değiştiğini deneylerinde ölçmüş ve değişimini göstermiştir. Anwar (1965) deneylerinde ölçülen havalı serbest çevrintinin şekli ile teorik neticeleri karşılaştırmış ve uyumun iyi olduğu görülmüştür.

Jain ve Ranga Raju (1978) farklı sıvılarla yaptıkları deneylerde akıma farklı çeviri (sirkülasyon) uygulayarak çevirinin (sirkülasyonun), viskozitenin ve yüzeysel gerilmenin kritik batıklık üzerindeki etkilerini araştırmışlar ve akıma

uygulanan sirkülasyon arttıkça kritik batıklığın arttığını göstermişlerdir. Bu araştırmacılar uygulamada viskozite ve yüzeysel gerilmenin havalı serbest çevrinti üzerindeki etkilerinin ihmal edilebileceğini ispatlamışlardır.

Yıldırım ve Jain (1981) yüzeysel gerilmenin ve su yüzeyine konmuş (sudan hafif ve su ile karışmayan) bir sıvı tabakasının havalı serbest çevrintinin gerek şekli gerekse var olma süresi (ömrünün) üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Bu araştırmacılar göstermiştir ki yüzeysel gerilme sadece çok zayıf ve küçük çevrintinin (sirkülasyonun) olması durumunda etkilidir (bu nedenle modellerde yüzeysel gerilmenin etkisi ihmal edilmeyebilir). Fakat, sudan hafif olan ve su yüzeyine konmuş olan bir sıvı tabakası havalı çevrintinin ömrünü (var olma süresini) çok büyük ölçüde azaltmaktadır.

Padmanabhan ve Hecker (1984) yüzeysel gerilmenin, viskozitenin ve ölçek etkisinin havalı serbest çevrintinin oluşumu ve kritik batıklık üzerindeki etkisini incelemiştir. Bu araştırmacılar bilhassa laboratuvar çalışmalarında ölçek etkisinin önemli olduğunu (boru çapı arttıkça ölçek etkisi azalır) göstermişlerdir.

Ogaard (1986) akımı potansiyel akım kabul ederek silindirik koordinatlara göre yazılmış olan Navier-Stokes denklemlerini havalı serbest çevrinti için çözmeye çalışmıştır. Bu araştırmacı havalı serbest çevrintinin başlangıcı olan yüzeydeki çukurcuğun (memeciğin) su alına ağızına doğru uzama (ilerleme) hızının düşey mesafe ile doğru orantılı değiştiğini kabul etmiş ve kritik batıklık için bir ifade bulmaya çalışmıştır. Söz konusu araştırmacı potansiyel çözümün gerçek akıma uygulanabilmesi için de türbülans kaynaklı ek bir viskozite terimi (çevrintinin şiddetine bağlanmış olarak) tarif etmiş olup kritik derinliği Froude sayısına, Reynolds sayısına, Weber sayısına ve Kolf sayısına bağlayan ve sabitler içeren karmaşık bir formül elde etmiştir.

Gulliver ve Rindels (1987) çeviri (sirkülasyon) uygulanmış açık kanal akımında bulunan su alma ağzına ait kritik batıklığı incelemişler ve kritik batıklığın Froude sayısı ve akıma uygulanan çeviri (sirkülasyon) ile değişimini göstermişlerdir.

Hite ve Mih (1994) dairesel kesitli olup kanal yan duvarlarından su alan bir su alma ağzında oluşan havalı serbest çevrintinin teğetsel hızının radyal mesafe ile değişimini ve havalı serbest çevrintinin şeklini (profilini) lazer ile ölçmüşler ve geliştirdikleri teori ile karşılaştırmışlardır. Dikkat edilirse bütün araştırmacılar kritik batıklığı bulmak için yerel ve karmaşık bir olay olan havalı serbest çevrintinin kendisini ele alarak incelemişlerdir. Gerçekte havalı serbest çevrintinin merkezine doğru (akım içinde) yaklaştıkça akımın karmaşıklığı artmakta; merkezden uzaklaştıkça akımın karmaşıklığı hızla azalmaktadır. Son yıllarda gerek kanal akımında gerekse durgun su ortamındaki su alma ağzlarına ait kritik batıklıkla ilgili önemli sayılabilecek bir gelişme Yıldırım ve Kocabaş (1995, 1998) tarafından sağlanmıştır. Bu araştırmacılar merkezden uzaklaştıkça akımın karmaşıklık derecesinin hızla azaldığını ve bu bölgede potansiyel akım çözümünün çok daha iyi neticeler vereceği gerçeğine dayanarak olayı yerel olarak değil de bölge olayı olarak inceleyen (havalı serbest çevrintinin kendisini doğrudan ele almayan) bir potansiyel çözüm geliştirmişlerdir. Elde edilen neticeler hem çok sade hem de uygulanması son derece kolaydır. Teorik neticelerle deneysel neticeler karşılaştırılmış ve aralarındaki uyumun çok iyi olduğu görülmüştür. Yıldırım ve Kocabaş (1995, 1998) teorik olarak göstermişlerdir ki; kritik batıklık, merkezi ve debisi su alma ağzınıninki ile aynı olan "kritik küresel kuyu yüzeyinin (critical spherical sink surface)" yarı çapına eşittir. Bu kritik küresel kuyu yüzeyi üzerindeki radyal hız, verilen akım ve geometri şartları için sabittir. Kocabaş (1999) çevrinti (sirkülasyon) uygulanmış durgun su ortamında bulunan su alma ağzına ait kritik batıklığı incelemiştir. Bu araştırmacı akıma uygulanan çevrinti (sirkülasyon) ile kritik batıklığın nasıl

değiştirdiğini gerek laboratuvar deneyleri ile gerekse potansiyel akım çözümü ile bulmuştur. Söz konusu araştırmacı akım ile temastaki geçirimsiz yapıların veya engellerin kritik batıklık üzerindeki etkisini gösterir bir potansiyel çözüm geliştirmiş olup deney ve teorik neticeler arasındaki uyumun iyi olduğunu göstermiştir.

Bu çalışmada daha önce yapılmamış olan ölüsonlu kanal akımında ölüsondan su alan dairesel ve dikdörtgen kesitli su alma ağızlarına ait kritik derinlik deneysel ve teorik olarak incelenmiştir.

Hava girişli çevrinti olayı son derece karmaşık olduğundan gerçek akım için analitik çözüm çok güçtür. Dolayısıyla bu çalışmada hava girişli serbest çevrinti önce deneysel olarak çalışıldı. Bu amaç için aşağıda belirtilen boyut analizi yapıldı. İleride görüleceği üzere probleme yaklaşık bir çözüm (yaklaşık bir teorik çözüm) olarak potansiyel çözüm kullanıldı.

2.1. Türkiye'de Kritik Batıklık İçin Uygulanan Yöntem

Türkiye'de su yapıları ilgili kuruluşların başında gelen Devlet Su İşleri (DSİ) su alma ağız yapısına ait kritik batıklığın hesabında aşağıda belirtilen yöntemi kullanmaktadır. Söz konusu yöntem Yıldız (1992) dan alındığı şekil ile aynen şöyledir. Bu çalışma ile DSİ tarafından kullanılan yöntemde aynı anlama gelen büyüklükler ve aralarındaki bağıntılar şöyledir:

$$D_i = D \quad U = V = V_i \quad h = S_c + c = S + D_i + c \quad (2.1)$$

Burada; c = Su alma ağız merkezinin kanal tabanına olan düşey mesafesi, $D = D_i$ = Su alma ağız borusu iç çapı, $U = V = V_i$ = Su alma ağızında akım hızı, S_c = Su alma ağızına ait kritik batıklık ve $S = S_c + D_i/2$ 'dir .

United States Bureau of Reclamation batıklığı S şöyle sınırlanmaktadır.

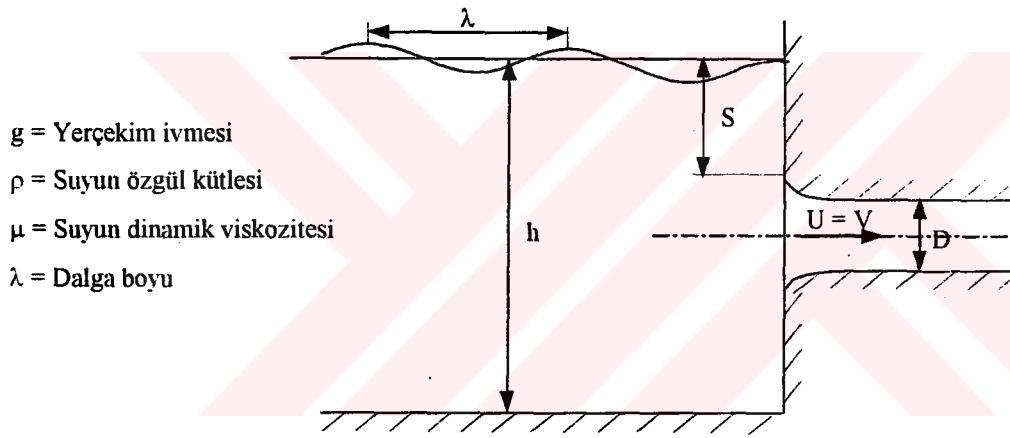
Eğer giriş ağız düzlemi düşey ise $S \geq 0.6 h_e$

Eğer giriş ağız düzlemi yatay ise $S \geq 0.8 h_e$

dır. Burada,

$$h_e = S + \frac{D}{2} + \frac{V^2}{2g} \quad (2.2)$$

olup su alma ağızı üzerindeki yüküdür.



Şekil 2.1. DSİ tarafından kullanılan yöntemle ait büyüklükler

Boyutsuz büyüklükler Yıldız (1992) 'a göre bulunmuştur.

$$\varphi_1 \left(\frac{U}{\sqrt{gD}}; \frac{UD}{\mu/\rho}; \frac{S}{D}; \frac{\lambda}{D} \right) = 0 \quad (2.3)$$

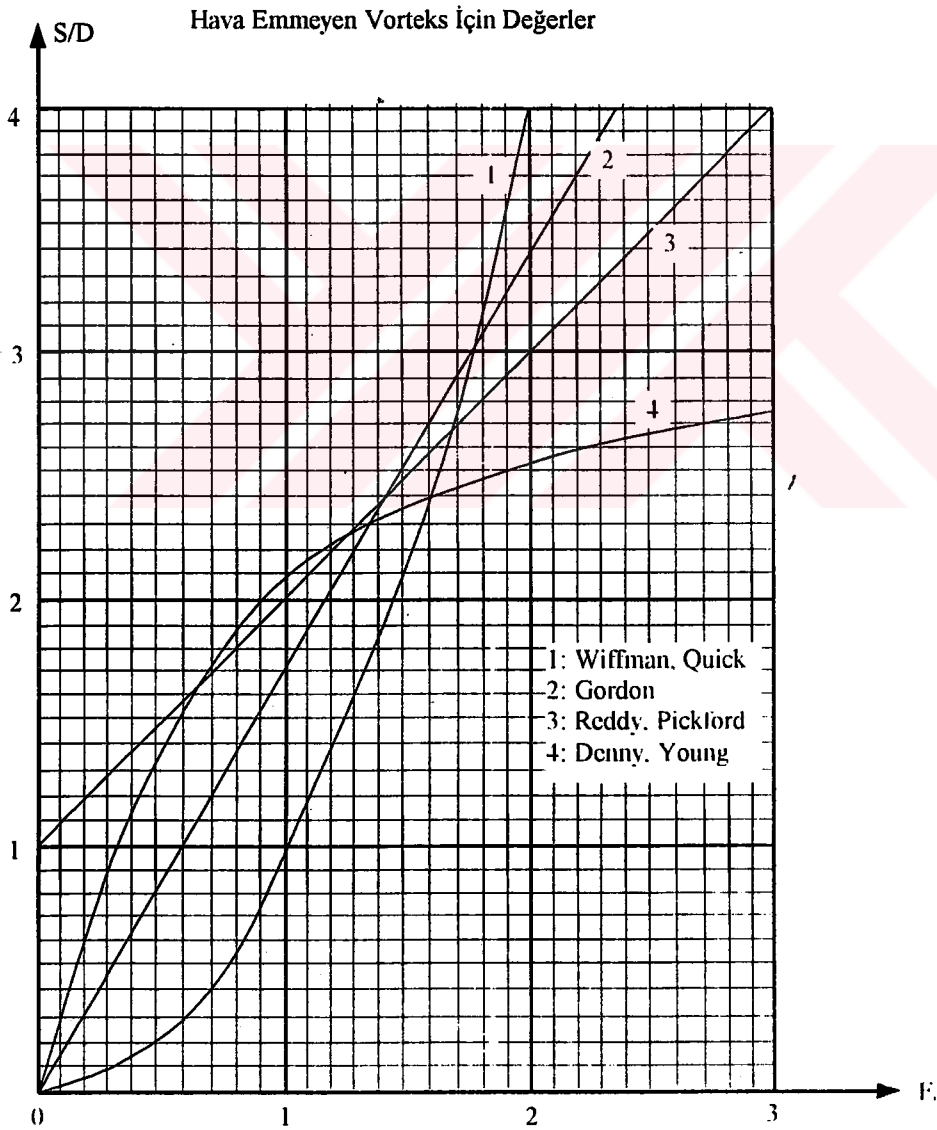
Viskoz kuvvetler, ağırlık ve atalet kuvvetleri yanında önemsiz olduğundan ve etkili bir dalga sorunu söz konusu olmadığından yukarıdaki bağıntı;

$$\varphi_2 \left(\frac{U}{\sqrt{gD}}; \frac{S}{D} \right) = 0 \quad (2.4)$$

şekline dönüşür. Buradan;

$$\frac{S}{D} = \varphi\left(\frac{U}{\sqrt{gD}}\right) = \varphi(F_r); \quad F_r = \frac{V}{\sqrt{gD}} \quad (2.5)$$

bulunur. Hava emen vorteksin oluşmaması için yapılan çalışmalar, yukarıdaki bağıntıya uygun olarak Şekil 2.2 'de verilmiştir. Bu şekil üzerinde gösterilen eğriler, tabiat ve model gözlemlerinden elde edilmiştir. Eğrilerin üst tarafında yer alan bölgeler; hava emmeyen vorteks bölgesini ifade etmektedir.



Şekil 2.2. Su alma ağızı en üst seviyesi için kritik batıklığın F_r ile değişimi
(Yıldız, 1992)

Şekil 2.2. Su alma ağızı en üst seviyesi için kritik batıklığın F_r ile değişimi
(Yıldız, 1992)

Bu yöntemde F_r hesap edilip Şekil 2.2 'den S/D değeri okunur. Böylece verilen D_i için S hesaplanır.

Örnek: Çapı 2.2 m olan daire kesitli bir su alma ağızından geçecek olan maksimum debi $Q_{\max} = 8.624 \text{ m}^3/\text{s}$ olduğuna göre bu ağız için kritik batıklığın bulunuşu şöyledir:

$$U = V = \frac{Q_{\max}}{A} = \frac{8.624}{\pi(2.2)^2 / 4} = 2.27 \text{ m/sn}$$

$$F_r = U/(g \cdot D)^{1/2} = 2.27/(9.81 \cdot 2.2)^{1/2} = 0.488$$

Şekil 2.2 'den $F_r = 0.488$ için;

3 eğrisinden max. $S/D = 1.50$ veya max. $S = 3.30 \text{ m}$

2 eğrisinden normal $S/D = 0.80$ veya normal $S = 1.76 \text{ m}$

1 eğrisinden min. $S/D = 0.25$ veya min. $S = 0.55 \text{ m}$

$$h_e = S + \frac{D_i}{2} + \frac{V_i^2}{2g} = 1.76 + \frac{2.2}{2} + \frac{(2.27)^2}{2 \cdot 9.81} = 3.12 \text{ m}$$

Bureau of Reclamation 'a göre $S = 0.6 h_e = 0.6 \cdot 3.12 = 1.87 \text{ m} \cong 1.76 \text{ m}$

Yukarıdaki yöntemle bulunan sonuçlar bu çalışmanın sonuçları ile ileride karşılaştırılıp aradaki önemli farkın sebepleri belirtilecektir.

Yukarıdaki yöntemde görüleceği üzere su alma ağızının şekli (geometrisi) ve konumu, su alma ağız borusunun hazne içerisindeki uzantısının, su alma

görüldüğü üzere araştırmacıların sonuçları arasında çok aşırı sayılabilecek farklar vardır. Bunun önemli sebebi bütün bu araştırmacıların deneysel çalışmalarındaki akım ve geometrik şartların farklı farklı olması ve söz konusu araştırmacıların bu farklılıkların kritik batıklık üzerindeki etkilerini ihmal etmelêridir. Halbuki, gerek Yıldırım ve Kocabaş (1995, 1998) 'ın çalışmaları gerekse bu çalışma göstermektedir ki su alma ağzının şekli (geometrisi), konumu, tabana olan mesafesi ve yan duvarlara olan mesafesi kritik batıklık üzerinde oldukça etkilidir (ihmal edilemezler).



3. BOYUT ANALİZİ

Ölüsondan su alan dairesel kesitli ağıza ait kritik derinlik ile bu kritik derinliği etkileyen değişkenler arasındaki ilişki en genel halde şu şekilde yazılabilir.

$$S_c = f_1(V_i, D_i, e, c, b_1, b_2, \ell, g, U_\infty, \rho, \mu, \Gamma, \sigma) \quad (3.1)$$

Burada;

S_c : Su alma ağızına ait kritik batıklık

V_i : Su alma ağızına ait ortalama akım hızı

D_i : Su alma ağızı iç çapı

e : Su alma borusuna ait cidar et kalınlığı

c : Su alma ağızının kanal tabanına olan düşey mesafesi

b_1 : Su alma ağızının kanal sağ yan duvarına olan yatay mesafesi

b_2 : Su alma ağızının kanal sol yan duvarına olan yatay mesafesi

ℓ : Su alma ağızının kanal ölüson duvarına olan yatay mesafesi

g : Yerçekim ivmesi

U_∞ : Kanal akımına ait üniform hız (ağızın menbasında)

ρ : Sıvının yoğunluğu

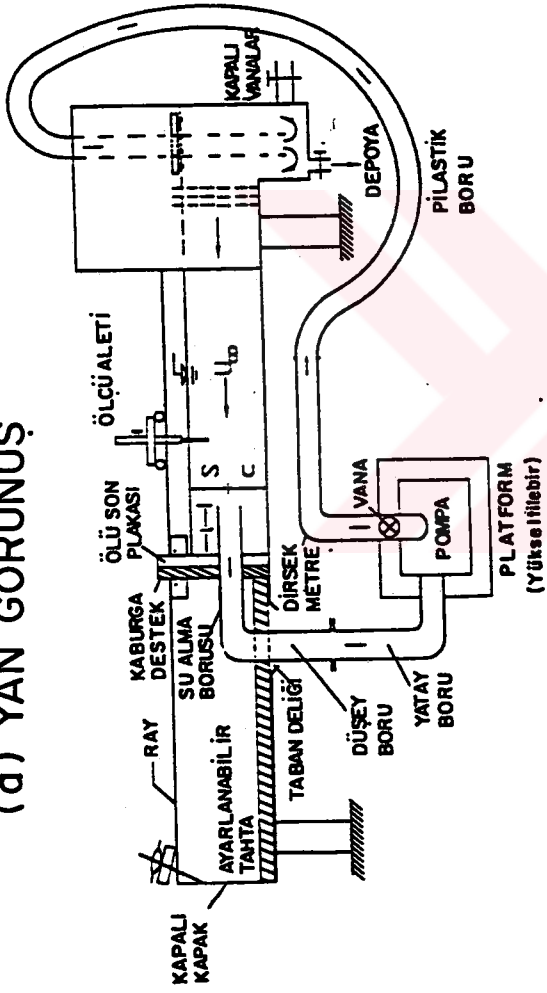
μ : Sıvının dinamik viskozitesi

Γ : Akıma uygulanan çevrinti (sirkülasyon)

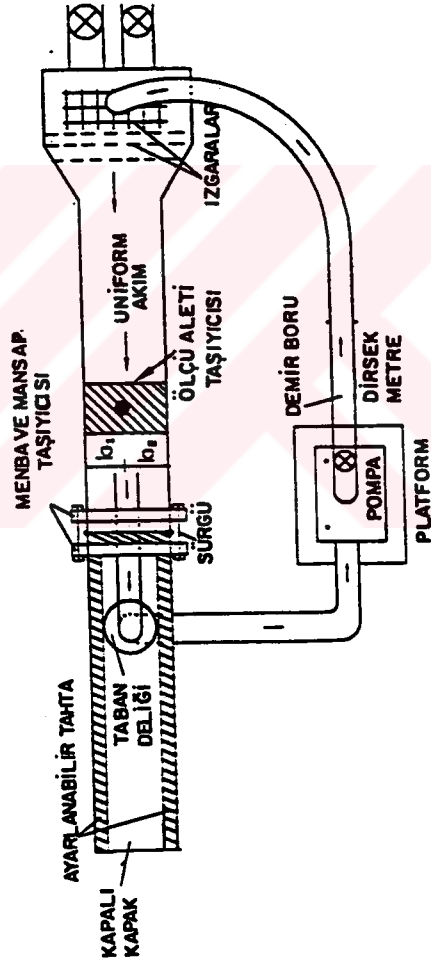
σ : Sıvıya ait yüzeysel gerilmedir

Kritik batıklık ve bağlı bulunduğu büyüklükler Şekil 3.1 'de gösterilmiştir.

(a) YAN GÖRÜNÜŞ



(b) PLAN



Şekil 3.1. Deney düzeneği (ölçeksiz)

3.1. Teori

Uniform kanal akımı veya ölü sonlu kanalda veya durgun su hazneleri içerisinde düşey aşağı veya düşey yukarı (eğimli de olabilir) konumda bulunan su alma ağızları için kritik derinliğe ait formül potansiyel akım çözümü ile bulunmuştur (Yıldırım ve Kocabaş, 1995, 1998). Bu çalışmalar göstermiştir ki; su alma ağızlarına ait kritik derinlik; su alma ağızı merkezi ile aynı merkeze ve aynı debiye sahip küresel kuyunun yarıçapına eşittir. Bu küresel kuyu yüzeyi "kritik küresel kuyu yüzeyi" (KKKY) olarak bilinmektedir. KKKY 'deki merkezi radyal hız V_s verilen akım şartları ve geometri için sabit olup süreklilik kanunu gereği aşağıdaki ifade yazılabilir.

$$Q_i = A_c \cdot V_s = V_i \cdot A_i \quad (3.5)$$

Burada Q_i = Su alma ağzına ait debi, A_c = KKKY 'nin çalışan net yüzey alanı, V_s = KKKY 'deki hız ve A_i = Su alma ağzına ait akım kesit alanıdır. Yıldırım ve Kocabaş (1995, 1998) ın çalışmaları göstermiştir ki, üniform açık kanal akımında veya ölüsonlu üniform kanal akımında bulunan düşey aşağı veya düşey yukarı dairesel kesitli su alma ağızları ($A_i = \frac{\pi D_i^2}{4}$) için KKKY 'deki hız aşağıdaki gibidir.

$$V_s \cong \frac{U_\infty}{2} \quad (3.6)$$

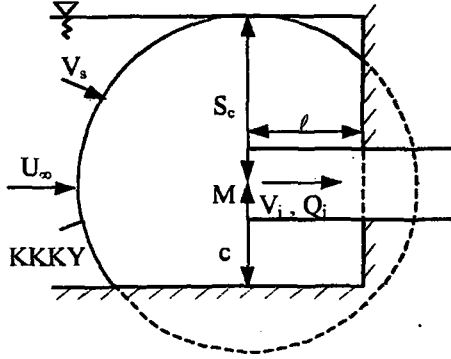
dır. Çevrim (sirkülasyon) uygulanmamış sakin durgun su haznesindeki su alma ağzına ait V_s için Yıldırım ve Kocabaş (1998) 'a bakılabilir. Eş. (3.5) ve Eş. (3.6) 'nın bu çalışmanın konusu olan ölüsondan su alan dairesel kesitli

veya dikdörtgen kesitli su alma ağızları için de geçerli olup olmadığı araştırıldı.

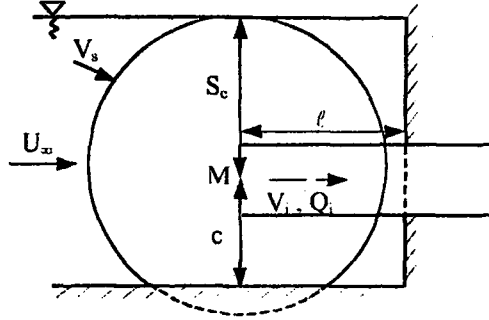
Esas amaç ölü sondan su alan bir ağız için Eş. (3.5) 'deki A_c ve V_s 'nin bulunmasıdır. Bu çalışmada Kocabaş (1999) tarafından geliştirilen ve kanal tabanının, yan duvarların, ölüson duvarının, varsa diğer her çeşit yapının ve su alma borusunun engel etkilerini içeren ve esas olarak potansiyel çözümü kullanan yöntemin aynısı kullanılmış olup bu çalışmadaki duruma uygulanmıştır. Deney neticeleri göstermiştir ki bu çalışmada kullanılan deney düzenğinde (Şekil 3.1) her zaman $b_1 > S_c$ ve $b_2 > S_c$ olduğundan bu çalışmada yan duvarların KKKY üzerinde engel etkileri yoktur. Şekil 3.3 'de gösterildiği gibi en genel halde kanal tabanını ve ölüsonu kesen bir KKKY 'ye göz önüne alınsın. Bu çalışmada yan duvarların KKKY üzerinde engel etkileri olmadığından sadece kanal tabanının ve ölüson duvarının engel etkisi vardır ($\ell > S_c$ durumunda ölü sonun engel etkisi olmayıp onun yerine su alma borusunun engel etkisi gelir). $c > S_c$ durumunda ise kanal tabanının KKKY üzerindeki engel etkisi yok olmaktadır.

Geometri kullanılarak Şekil 3.3 'deki KKKY 'ye ait A_c şu şekilde bulunur. Su alma ağızı merkezi M ile gösterilsin (Şekil 3.3 ve Şekil 3.4). KKKY 'nin çalışan yüzey alanı kısmı NYL kısmının yüzey alanı kısmıdır. Şekillerde KKKY 'nin çalışan yüzey alanı devamlı çizgi ile çalışmayan yüzey alanı ise kesikli çizgiyle gösterilmiştir.

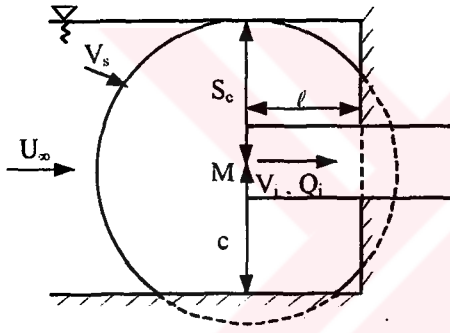
$$A_c = \text{NYL (KKKY 'nin çalışan yüzey alanı kısmı)}$$



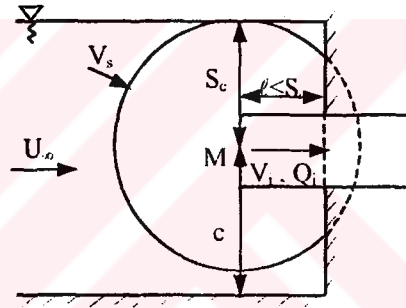
$$a) S_c \geq \sqrt{c^2 + \ell^2}$$



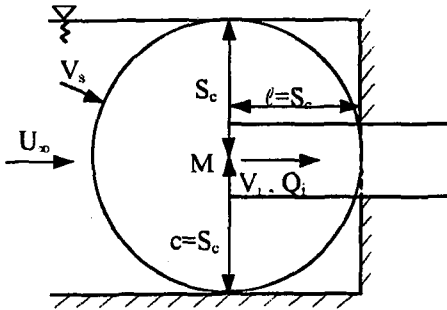
$$b) c < S_c, \ell > S_c$$



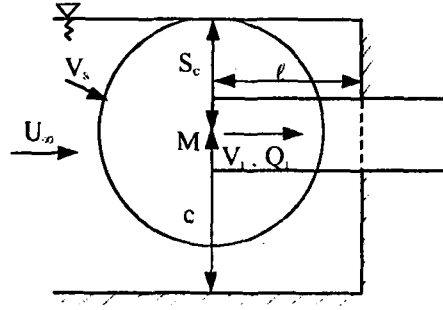
$$c) S_c \leq \sqrt{c^2 + \ell^2}$$



$$d) c > S_c, \ell < S_c$$



$$e) c = \ell = S_c < \sqrt{c^2 + \ell^2}$$



$$f) c > S_c, \ell > S_c, S_c < \sqrt{c^2 + \ell^2}$$

Şekil 3.4. Ölüsondaki su alma ağzının çeşitli konumu ($b_1 > S_c$; $b_2 > S_c$ olduğundan yan duvarların etkisi ihmal edildi)

KKKY 'nin çalışmayan (ölüson duvarı ve kanal tabananca engellenen) yüzey alanı kısmı NFGL kısmıdır (Şekil 3.3 ve Şekil 3.4). Şekil 3.3 'de görüleceği üzere NYL yüzey kısmı şu şekilde yazılabilir.

$$\begin{aligned} A_c = NYL &= 4\pi S_c^2 - NFG - (FGL - FHG) \\ &= 4\pi S_c^2 - NFG - FGL + FHG \end{aligned} \quad (3.7)$$

Geometri kullanılarak NFG, FGL ve FHG küre kapağı yüzey olan kısımları şu şekilde bulunur.

$$\begin{aligned} NFG &= 2\pi S_c (S_c - c) \\ FGL &= 2\pi S_c (S_c - \ell) \\ FHG &= 2\pi S_c \cdot JH \end{aligned} \quad (3.8)$$

FHG küresel kapak yüzeyinin bulunabilmesi için JH 'nın hesaplanması gerekmektedir. Şekil 3.3 'deki MBG dik üçgeninden;

$$\begin{aligned} EG &= BG - BE = BG - \ell \\ BG^2 &= MG^2 - MB^2 = S_c^2 - c^2 \\ EG &= \sqrt{S_c^2 - c^2} - \ell \end{aligned} \quad (3.9)$$

MTF dik üçgeninden;

$$\begin{aligned} EF &= TF - TE = TF - c \\ TF^2 &= MF^2 - MT^2 = S_c^2 - \ell^2 \\ EF &= \sqrt{S_c^2 - \ell^2} - c \end{aligned} \quad (3.10)$$

EFG dik üçgeninden;

$$FG^2 = EG^2 + EF^2 = \left(\sqrt{S_c^2 - c^2} - \ell \right)^2 + \left(\sqrt{S_c^2 - \ell^2} - c \right)^2 \quad (3.11)$$

$$FG^2 = 2S_c^2 - 2c \sqrt{S_c^2 - \ell^2} - 2\ell \sqrt{S_c^2 - c^2}$$

$$JG = JF = \frac{FG}{2}$$

$$JG^2 = \frac{FG^2}{4} = \frac{1}{2} (S_c^2 - c \sqrt{S_c^2 - \ell^2} - \ell \sqrt{S_c^2 - c^2})$$

MJG dik üçgeninden;

$$MJ^2 = MG^2 - JG^2 = S_c^2 - \frac{1}{2} (S_c^2 - c \sqrt{S_c^2 - \ell^2} - \ell \sqrt{S_c^2 - c^2})$$

$$MJ = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{S_c^2 + c \sqrt{S_c^2 - \ell^2} + \ell \sqrt{S_c^2 - c^2}}$$

$$JH = MH - MJ = S_c - MJ$$

$$JH = S_c - MJ = S_c - \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{S_c^2 + c \sqrt{S_c^2 - \ell^2} + \ell \sqrt{S_c^2 - c^2}} \quad (3.12)$$

Bu ifadenin her iki tarafı da $\sqrt{A_i}$ ile bölündüğünde

$$\begin{aligned} \frac{JH}{\sqrt{A_i}} &= \frac{S_c}{\sqrt{A_i}} - \frac{MJ}{\sqrt{A_i}} \\ &= \frac{S_c}{\sqrt{A_i}} - \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{\left(\frac{S_c}{\sqrt{A_i}} \right)^2 + \frac{c}{\sqrt{A_i}} \sqrt{\left(\frac{S_c}{\sqrt{A_i}} \right)^2 - \left(\frac{\ell}{\sqrt{A_i}} \right)^2} + \frac{\ell}{\sqrt{A_i}} \sqrt{\left(\frac{S_c}{\sqrt{A_i}} \right)^2 - \left(\frac{c}{\sqrt{A_i}} \right)^2}} \end{aligned} \quad (3.13)$$

Eş. (3.7), Eş. (3.8) ve Eş. (3.13) den;

$$\begin{aligned}
A_c &= 4\pi S_c^2 - 2\pi S_c (S_c - c) - 2\pi S_c (S_c - \ell) + 2\pi S_c \cdot JH \\
A_c &= 2\pi S_c (JH + c + \ell)
\end{aligned} \tag{3.14}$$

Eş. (3.14) ve Eş. (3.6); Eş. (3.5) 'deki süreklilik denkleminde yerine konursa;

$$2\pi S_c (JH + c + \ell) \frac{U_\infty}{2} = V_i \cdot A_i = Q_i \tag{3.15}$$

Bu eşitliğin her iki tarafı A_i değerine bölünürse [Eş. (3.13) ve Eş. (3.15) den] aşağıdaki sonuç bulunur.

$$\begin{aligned}
\frac{S_c}{\sqrt{A_i}} - \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{\left(\frac{S_c}{\sqrt{A_i}}\right)^2 + \frac{c}{\sqrt{A_i}} \sqrt{\left(\frac{S_c}{\sqrt{A_i}}\right)^2 - \left(\frac{\ell}{\sqrt{A_i}}\right)^2} + \frac{\ell}{\sqrt{A_i}} \sqrt{\left(\frac{S_c}{\sqrt{A_i}}\right)^2 - \left(\frac{c}{\sqrt{A_i}}\right)^2}} \\
= \frac{1}{\pi} \left(\frac{\sqrt{A_i}}{S_c} \right) \frac{V_i}{U_\infty} - \left(\frac{c}{\sqrt{A_i}} + \frac{\ell}{\sqrt{A_i}} \right)
\end{aligned} \tag{3.16}$$

Eş. (3.16);

$$ME = \sqrt{c^2 + \ell^2} < S_c$$

veya

$$\left(\frac{S_c}{\sqrt{A_i}} \right)^2 > \left(\frac{c}{\sqrt{A_i}} \right)^2 + \left(\frac{\ell}{\sqrt{A_i}} \right)^2 \tag{3.17}$$

şartı için geçerlidir (Şekil 3.3) (yani FHG çalışmayan KKKY kapağı var olduğunda geçerlidir). Görüldüğü üzere kritik batıklık $(S_c/\sqrt{A_i})$ Eş. (3.17) 'den deneme-yanılma yöntemiyle hesaplanır.

Eğer $S_c < \sqrt{c^2 + \ell^2}$ veya $\left(\frac{S_c}{\sqrt{A_i}}\right)^2 < \left(\frac{c}{\sqrt{A_i}}\right)^2 + \left(\frac{\ell}{\sqrt{A_i}}\right)^2$ ise Eş. (3.7) 'deki

FHG çalışmayan küre kapağı yüzey alanının sıfır alınması gerektiğinden Eş. (3.8) gereği Eş. (3.13), Eş. (3.14) ve Eş. (3.16) 'da JH 'nın sıfır olması ve Eş. (3.9) ve Eş. (3.10) 'da EG ve EF 'nin sıfır olmalarını gerektirmektedir.

Eş. (3.9) ve Eş. (3.10) 'da $EG = EF = 0$ alındığında yukarıdaki ifadelerde bulunan,

$$\ell = \sqrt{S_c^2 - c^2}$$

$$c = \sqrt{S_c^2 - \ell^2}$$

veya

$$S_c = \sqrt{c^2 + \ell^2}$$

$$\left(\frac{S_c}{\sqrt{A_i}}\right)^2 < \left(\frac{c}{\sqrt{A_i}}\right)^2 + \left(\frac{\ell}{\sqrt{A_i}}\right)^2 \quad (3.18)$$

değerlerinin alınması gerektiğini gösterir (bu netice JH 'yi sıfır yapmaktadır).

Dolayısıyla Eş. (3.16) 'dan;

$$\frac{S_c}{\sqrt{A_i}} = \frac{1}{\pi} \frac{\frac{V_i}{U_\infty}}{\left(\frac{c}{\sqrt{A_i}} + \frac{\ell}{\sqrt{A_i}}\right)} \quad (3.19)$$

ℓ veya c 'den hangisi S_c 'ye eşit veya S_c 'den büyük ise onun yerine Eş. (3.19) 'da S_c konacak diğeri ise olduğu gibi kalacaktır. Bu durumlar için Şekil 3.4b,c,d 'de görüldüğü üzere KKKY tam bütün bir küre olmayıp kesik küre olmakta ve Eş. (3.19) den elde edilen netice Yıldırım ve Kocabaş (1995) Eş. (3.14) veya Yıldırım ve Kocabaş (1998) Eş. (3.3) ile aynı olmaktadır.

Eğer hem ℓ hem de c değerleri S_c 'ye eşit veya S_c 'den büyükse Eş. (3.19) 'da c ve ℓ 'nin yerlerine ayrı ayrı S_c konur. Şekil 3.4e,f 'de açıkça görüldüğü üzere bu durumda KKKY tam bütün bir küresel yüzey olup ölüsone veya kanal yan duvarına ve kanal tabanına ya hiç dokunmaz (kesmez) yada teğettir. Dolayısıyla KKKY 'nin tam küre olması durumunda (yani $\ell \geq S_c$ ve $c \geq S_c$ durumunda) ölüsonun ve kanal tabanının engeli ortadan kalkar. O halde $\ell \geq S_c$ ve $c \geq S_c$ durumu için Eş. (3.19) şu şekle gelir,

$$\frac{S_c}{\sqrt{A_i}} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \left(\frac{V_i}{U_\infty} \right)^{1/2} \quad (3.20)$$

Tam bütün bir KKKY (hiçbir geçirimsiz cidarın engel etkisinin olmadığı durum) için Eş. (3.20) Yıldırım ve Kocabaş (1995) deki sonuç ile aynıdır. Dikkat edilirse su alma borusunun kendisinin sebep olduğu "engel" miktarı bu çalışmada ihmal edilmiştir. KKKY 'nin su alma borusunu kesmesi nedeniyle KKKY 'nin yüzey alanı; KKKY 'nin su alma borusu dış sınırları içerisinde kalan kısmı kadar azalır. Ancak Kocabaş (1999) göstermiştir ki cidar et kalınlığı büyük olmayan su alma borusunun sebep olduğu engelin kritik batıklık üzerindeki etkisi $V_i/U_\infty > 10$ için %0-3 arasında olup ihmal edilebilir. Çalışmalar göstermiştir ki (Gulliver ve Rindels, 1987; Yıldırım ve Kocabaş, 1995; Odgaard, 1986; Yıldırım ve Jain, 1981; Kocabaş, 1999) uygulamada rahatlıkla $V_i/U_\infty > 10$ 'dur. Mesela Gulliver ve Rindels 'in (1987) çalışmasında $V_i/U_\infty > 50-60$ dır. $V_i/U_\infty < 10$ için su alma borusunun sebep olduğu engelin kritik batıklık üzerindeki etkisi %5-10 kadar olmaktadır. Su alma borusunun sebep olduğu engel sadece $c < S_c$ veya $\ell < S_c$ durumunda varolabilir. Unutulmaması gerekir ki Yıldırım ve Kocabaş (1995, 1998) de belirtildiği üzere bu çalışmadaki teorik potansiyel çözüm neticeleri $S_c/D_i > 0.5$ ve $V_i/U_\infty \geq 2$ için geçerlidir.

4. DENEYLER VE GÖZLEMLER

Kullanılan deney düzeneği Şekil 3.1 'de gösterilmiştir. Deneylerde derinliği 60 cm, genişliği 50 cm ve çalışır boyu 7.5 m olan yanları ve tabanı cam yatay dikdörtgen bir açık kanal ve su alma ağzı olarak da duvar et kalınlığı 3mm ve iç çapı 5.32 cm olan demir borular kullanıldı. Ölü sonlu kanal akımı ile yapılan deneylerde su alma ağzı borusu, 7.5 KW gücündeki bir pompaya bağlandı. Pompa ile su alma ağzından alınan su tekrar kanal başına verilerek suyun devir daimi sağlandı. Kanal başında bulunan ızgara sistemi pompadan gelen suyun enerjisini kırarak suyun sakinleşip durgunlaşmasını, çevrıntilerden (sirkülasyonlardan) arınmasını ve böylece su alma ağzına yaklaşan kanal akımının üniform olmasını sağlamaktadır. Kanal başında bulunan ve suyunu laboratuvar altındaki su deposuna veren vanalı küçük bir dren borusu vasıtası ile kanaldaki su derinliği (dolayısıyla batıklık) ayarlanabildi. Kanalın üzerinde bulunan ray üzerinde hareket eden tekerlekli ölçü aleti (limnimetre) kullanılarak gerek ağzı seviyesi, kanal tabanı ve gerekse su yüzeyi veya akım derinliği okumaları yapıldı. Kanala yerleştirilen ve etrafından sızdırmazlığı sağlanmış 50 cm genişliğinde, 60 cm yüksekliğinde ve üzerinde su alma ağzı borusunun dış çapına eşit (su alma ağzı borusunun geçmesi için) delik bulunan bir sac levha kullanılarak ölüson oluşturuldu (Şekil 3.1). Söz konusu sac levhanın yan kenarlara mesafesi eşittir. Her bir boru ve su alma ağzının kanal tabanına olan çeşitli düşey c mesafesi için ölüsonu oluşturan çeşitli sac levha kullanıldı (herbir c için ayrı sac levha hazırlandı).

Ölüson; kanal sonuna 2.5 m mesafede olacak şekilde düşey olarak yerleştirildi. Ölüsonun (ölü sonu oluşturan sac levhanın) mansabında kanal tabanında 20 cm çapında bir delik vardır. Su alma ağzı borusu ölü sonu oluşturan sac levhadan çıktıktan sonraki kanal tabanındaki bu delikten çıkarak kanalı terk

etmekte ve pompaya bağlanmaktadır. Su alma ağzından geçen debi pompaya bağlı basma borusu üzerinde bulunan bir dirsek-metre vasıtası ile ölçüldü (Şekil 3.1).

Deneye başlarken önce ölüsonu oluşturan ve istenen c 'ye sahip sac levha sağlam bir şekilde kanala yerleştirildi ve etrafına sızdırmazlığı sağlamak için cam macunu çekildi. Sonra yatay su alma ağzı borusu istenen konumda ölüsondan geçirilmiş olarak kanala yerleştirildi. Yan duvarlara simetrik olarak boru; uzantısı ℓ ve ağzın kanal tabanına olan düşey mesafesi c ayarlanıp ölüsondan geçtiği deliğin sızdırmazlığı sağlandı. Sonra kanala istenilen derinlikte (batıklık kritik batıklıktan çok daha büyük olacak şekilde) su dolduruldu. Pompa çalıştırılarak pompa hattı üzerindeki vana vasıtası ile su alma ağzından istenen debinin geçmesi sağlandı. Bütün bu düzenekteki akımın permanan olması için bir müddet beklendi.

Su alma ağzı üzerinde serbest havalı çevrintinin olup olmadığını görmek için 1-2 saat devamlı olarak kanaldaki akım gözetlendi. Eğer hava girişli çevrinti bu süre içerisinde oluşmadıysa kanal başındaki drenaj borusu üzerinde bulunan vana çok az açılarak kanaldaki akım derinliği (dolayısıyla batıklık) az miktarda düşürüldü ve drenaj vanası kapatıldı. Tekrar 1-2 saat müddetle hava girişli çevrintinin oluşup oluşmadığı gözetlendi. Bu adımlar su alma ağzına havalı serbest çevrinti girinceye kadar tekrarlandı. Su alma ağzına havalı çevrinti tam girdiği anda debi, kanaldaki akım derinliği ve kritik batıklık (S_c) ölçüldü. Su alma ağzı borusu iç çapı D_i ve kanal genişliği bilindiğinden kanal akımına ait hız (U_∞) ve su alma ağzına ait hız (V_i) hesaplandı. Aynı su alma ağzı için debi (dolayısıyla U_∞ hızı) 5-10 defa değiştirildi. Bir su alma ağzı ile deney bitince değişik ℓ ve c ye sahip su alma ağzı ile yukarıdaki deneyler tekrarlandı. Eş. (3.3) ve Eş. (3.4) gereği deney neticeleri (S_c/D_i ve V_i/U_∞) Ek – 1 ve Ek – 2 de gösterildi.

4.1. Deney Sırasında Gözlemler

Deney süresince hava girişli serbest çevrinti oluşumunda şu olaylar gözlenmiştir. Verilen akım şartlarında batıklık; kritik batıklığa yaklaşırken su alma ağzı üstünde su yüzeyinde havalı çevrintinin başlangıcı olan bir çukurecik oluşmaktadır. Batıklık kritik batıklığa yaklaştıkça söz konusu çukurecik gittikçe derinleşmekte ve havalı çevrintinin alt ucu ağıza doğru aşağı inmektedir. Batıklık, kritik batıklığa eşit olduğundan söz konusu çukurluğun alt ucu su alma ağzına girerek hava girişli serbest çevrinti oluşup olgunlaşmaktadır.

Hava girişli serbest çevrinti su alma ağzına bir defa girince su alma ağzındaki yüksek hız dan ve kuvvetli burkulmadan (sirkülasyondan) aldığı enerji nedeniyle gittikçe kuvvetlenmektedir. Havalı çevrinti şiddetini bir müddet devam ettirdikten sonra viskozite nedeniyle enerjisi tekrar harcanınca zayıflayıp yok olmakta ve bir müddet sonra tekrar oluşmaktadır. Deneyler sırasında görülmüştür ki (gerek dairesel gerekse dikdörtgen kesitli su alma ağzı durumunda) havalı serbest çevrinti yatay su alma ağzına, ağzın merkez noktasından girmeyip ağzın en üst noktasından girmektedir (Şekil 1.1 ve Şekil 3.2). Bunun sebebi yatay su alma ağzı durumunda ağıza yakın bölgedeki akım çizgilerinin sahip olduğu büyük eğrilik nedeniyle oluşan yüksek hız ve düşük basınç bölgesinin yükseltilmiş olmasıdır.

Yatay su alma ağzı borusunun akım içerisindeki boyu sıfırdan büyük iken ($\ell > 0$, Şekil 3.1) hava girişli serbest çevrinti çok iyi gelişip oluşurken su alma ağzı borusunun akım içerisindeki uzantı boyu çok küçük veya sıfır olduğunda ($\ell = 0$; yani su alma ağzı ile düşey ölüson duvar yüzeyi aynı düzlemde olduğundan) su yüzeyinde havalı serbest çevrintinin başlangıcı olan çukurluk

(dolayısıyla hava girişli çevrinti) oluşmamakta veya çok aşırı küçük kritik batıklığı gerektirmektedir ki bu durumda dahi tam gelişmiş hava girişli çevrinti oluşmayıp onun yerine su alma ağzına hava; küçüklü büyüklü kabarcıklar halinde ancak girebilmektedir. Hava kabarcıkları çok küçük ve çok kısa zaman aralıkları ile ağıza girmektedir. Bu durumda havalı çevrintinin çukurcuklarının (memeciklerinin) oluşumunu ve şeklini çıplak gözle takip etmek oldukça zor olmaktadır. İleride değinileceği üzere $\theta = 0$ veya çok küçük olduğunda serbest havalı çevrintinin oluşabilmesi için tam dairesel yörünge boyunca teğetsel hız bileşeninin olması şarttır (sirkülasyonun tarifi gereği). Halbuki su alma ağzı düşey ölüsön duvarı ile aynı düzlemde olduğunda (θ sıfır veya çok küçük olduğunda) ağız üstündeki katı cidar olan ölüsön duvarındaki su yüzeyinde hız sıfır olup sirkülasyon yoktur. Bunun için serbest havalı çevrinti gelişmemektedir.

4.2. Dikdörtgen Kesitli Su Alma Ağızı İle Deney

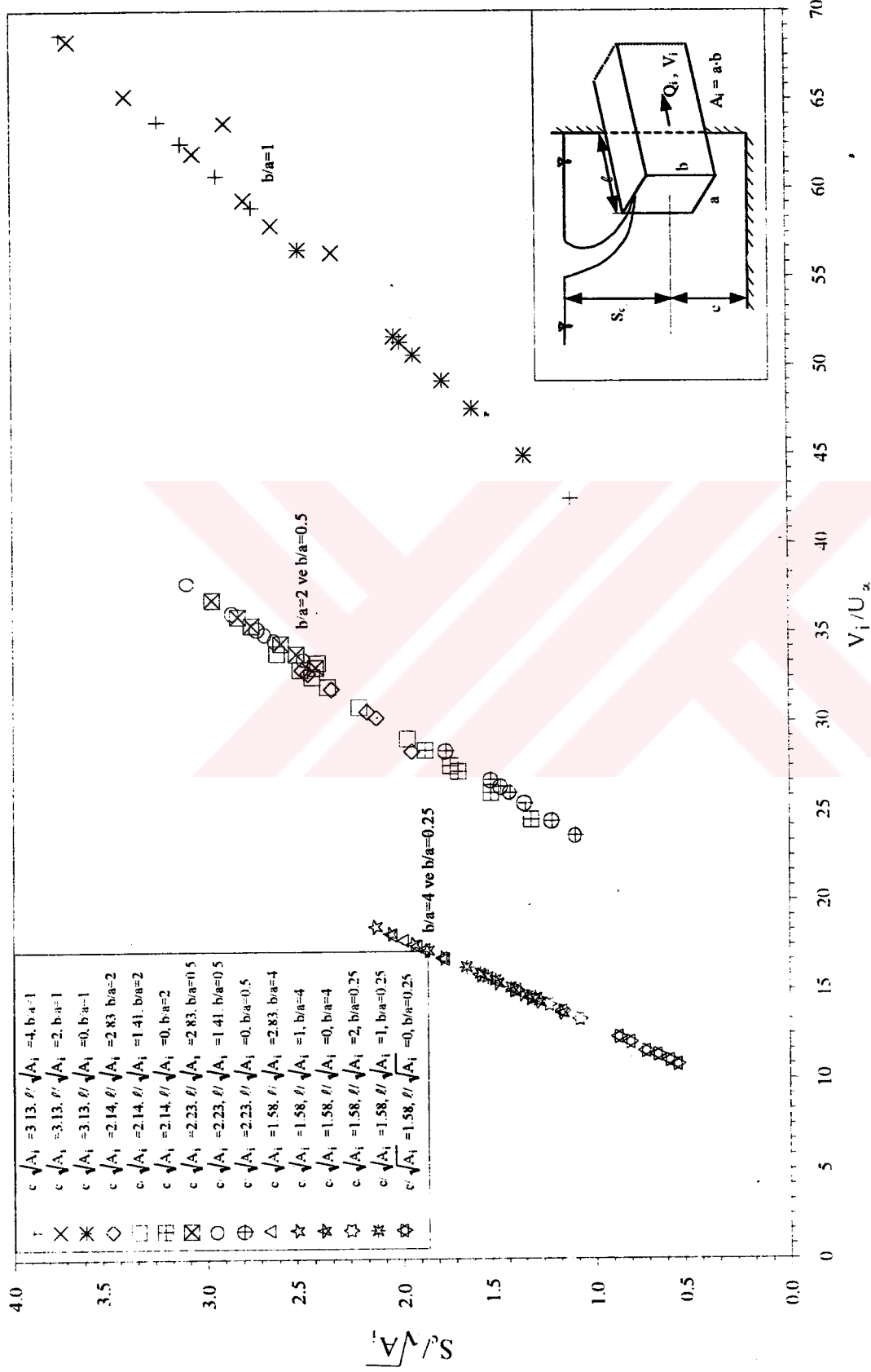
Kritik batıklıkla ilgili gerek bu çalışmada gerekse önceki çalışmalarda [Yıldırım ve Kocabaş (1995, 1998)] çıkartılan teorik formüllerin dairesel kesitli olmayan bir su alma ağzına uygulanıp uygulanmayacağını araştırmak amacıyla değişik boyut oranlarına sahip dikdörtgen kesitli su alma ağızları ile deneyler yapıldı. Dikdörtgen kesitli su alma ağızları demir sac levhadan yapılmış olup cidar et kalınlığı 2 mm 'dir. Dikdörtgen kesitli ağızlarla ilgili deneyler yukarıda dairesel kesitliler için anlatılanlarla aynı şekilde yapıldı. Tek fark, dairesel kesitli su alma ağız borusunun kanal akımı içerisindeki uzantısı yerine dikdörtgen kesitli su alma ağız borusu kullanılmıştır (Şekil 3.2).

Bu çalışmadaki amaç dairesel kesitli ağızlar için geliştirilmiş olan formüllerin diğer kesitli ağızlar içinde geçerli olup olmayacağını göstermek olduğundan dikdörtgen kesitli ağızlarda sadece $b/a = 0.25, 0.5, 1, 2, 4$ için ayrı ayrı deneyler yapılmış olup deney neticeleri Şekil 5.1 ve Şekil 5.2 'de gösterilmiştir.

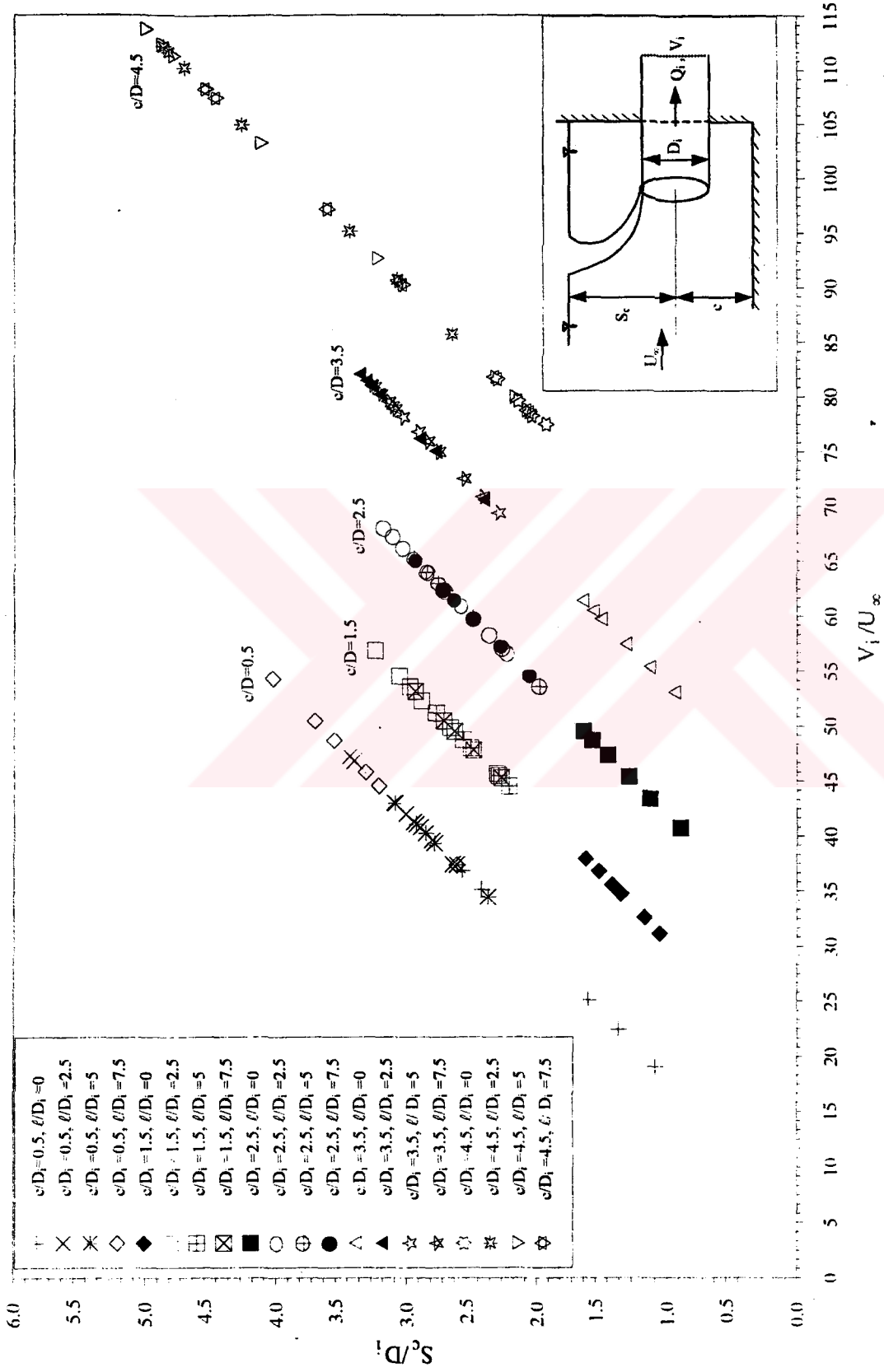


5. DENEYSEL VE TEORİK SONUÇLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

Gerek boyut analizi ile bulunan Eş. (3.3) ve Eş. (3.4) gerekse potansiyel akım çözümü ile bulunan genel ifade Eş. (3.16) gösteriyor ki kritik batıklık $S_c/\sqrt{A_c}$ değeri, V_i/U_∞ , ℓ/D_i ve c/D_i değerlerine bağlıdır. Bu netice göz önünde bulundurularak kritik batıklığın ($S_c/\sqrt{A_c}$ 'nin) değişimi deney sonuçları kullanılarak Şekil 5.1 ve Şekil 5.2 'de gösterilmiştir. Bu şekillerde gösteriyor ki su alma ağızı ölüson duvarına yaklaştıkça (ℓ küçüldükçe) kritik batıklık S_c hızla azalmaktadır. Bunun sebebi daha önce belirtildiği üzere viskozitedir (ölüson duvarı su alma ağızına yaklaştıkça; bilhassa $\ell < S_c$ olduğunda, viskozitenin olay üzerindeki etkisi hızla artmakta $\ell \ll S_c$ olduğunda tam bir havalı serbest çevrintinin oluşup gelişmesi zorlaşmaktadır. Şekil 5.1 ve Şekil 5.2 'de deneysel neticelerden açıkça görüldüğü üzere ölüson duvarının sebep olduğu "engel" etkisi (kritik batıklık üzerindeki etkisi) kanal tabanındakinden daha fazladır. Bunun sebebi ölüson duvarının bilhassa yüzey akımında viskozite nedeniyle etkisini gösterebilmesidir. Kanal tabanının yüzey akımında viskozite nedeniyle etkisi rahatlıkla ihmal edilecek kadar azdır (yok denebilir). Daha öncede belirtildiği gibi havalı serbest çevrinti ağız üstündeki akımın yüzeyinden başlayıp (memecik halinde) düşey aşağı doğru uzayıp gelişmektedir. Ağıza mesafesi az olan bir ölüson duvarının yüzey akımının sebep olduğu viskozite etkisi yüzey akımındaki hızı (bilhassa çevrintiye sebep olan teğetsel hızı) büyük oranda azaltmakta olduğundan havalı serbest çevrintinin başlangıcı olan küçük memecik (çukurcuk) yüzeyde gelişirken çok zorlanmaktadır (çünkü enerjisini yine aynı viskozite nedeniyle harcamak zorunda kalmaktadır). Dolayısıyla, serbest havalı çevrintide gelişmekte çok zorlandığı gibi ömrüde (varlığını devam ettirme süreside) kısa olmaktadır. İşte bu nedenlerle (ölüson duvarının yüzey akımı üzerindeki etkisi nedeniyle) ölüson duvarının kritik batıklık üzerindeki etkisi çok daha fazla olmaktadır.



Şekil 5.1. Dikdörtgen kesitli su alma ağızları için kritik batıklığın değişimi (deneysel ve teorik neticelerin karşılaştırılması)



Şekil 5.2. Dairesel kesitli su alma ağızları için kritik batıklığın değişimi (deneysel ve teorik neticelerin karşılaştırılması)

Keza; eğer yan duvarların ağıza mesafeleri de S_c 'den küçükse yan duvarların hava girişli serbest çevrinti ve kritik batıklık üzerindeki etkileri ölüson duvarının etkisi gibi olur. Bu çalışmada $b_1 > S_c$, $b_2 > S_c$ olduğundan yan duvarların kritik batıklık üzerindeki etkisi ihmal edilmiştir.

Ölüson duvarının akım yüzeyine etkisine ek olarak şu önemli etkisi de vardır. Ölüsona doğru gelen kanal akımı ölüsona geldiğinde süreklilik kanunu gereği aşağı doğru ve geriye dönmek mecburiyetinde kalmaktadır (ölüson duvarının akım içindeki kısmı üzerindeki bütün noktalar birer duraklama noktasıdır (stagnation point). Aşağı doğru ve geriye dönen akım (sınırdan ayrılmış akım); içerisinde çok sayıda vorteks (eddy vorticies) bulunan son derece karmaşık bir akımdır. Keza; akım yüzeyinde de zayıfta olsa viskozite nedeniyle çeviriler (eddies) olmaktadır. Ağıza yakın ölüson duvarının sebep olduğu bu yüzey altı karmaşık akım hava girişli serbest çevrintinin alt kısımlarda oluşumunu hızlandırmaya çalışır. Eğer akım yüzeyinde havalı çevrinti gelişebilirse alt kısımlarda daha rahat gelişebilecektir. Ancak; yukarıda da değinildiği üzere ölüson duvarın akım yüzeyinde sebep olduğu viskozite etkisi havalı serbest çevrintinin yüzeydeki doğuşunu güçleştirmektedir.

Teorik neticelerle [Eş. (3.16), Eş. (3.19) ve Eş. (3.20) ile] deneysel neticeleri karşılaştırırken şu önemli nokta göz önünde bulunduruldu. Önceden belirtildiği üzere teorik (potansiyel çözüm) yapılırken küresel kuyunun merkezi veya KKKY nin merkezi ile su alma ağız merkezinin aynı olduğu kabul edilmiştir. Yani Eş. (3.16), Eş. (3.19) ve Eş. (3.20) daki teori ile hesaplanan kritik batıklık S_c ; havalı serbest çevrintinin su alma ağızına ağız merkez noktasından girdiği kabulüne göredir. Dolayısıyla teori ile hesaplanan S_c (KKKY nin yarıçapı) değeri kritik durumda su alma ağız merkez noktasının su yüzeyine olan düşey mesafesidir. Halbuki; gerçek durumda, deneyler

göstermiştir ki yatay su alma ağzına havalı çevrinti su alma ağız merkez noktasından girmeyip daha önce belirtilen nedenlerle su alma ağzının en üst noktasından su alma ağzına girmektedir (Şekil 1.1c,d ve Şekil 3.2 de gösterildiği gibi). İşte bu nedenle teori ile deneysel neticeler karşılaştırılırken (yani teorik olarak kritik batıklık S_c hesaplanırken) Eş. (3.16), Eş. (3.19) ve Eş. (3.20) dan bulunan S_c değerlerinden su alma ağzının düşey boyutunun yarısı kadar bir değerin çıkartılması gerekir (dairesel kesitli için $D_i/2$ değerinin; dikdörtgen kesitli için $b/2$ değerinin hesaplanan S_c den çıkartılması gerekir). Çünkü; havalı serbest çevrinti yatay su alma ağzına girerken S_c kadar değil, S_c den ağzın düşey boyutunun yarısı kadarlık daha az düşey bir yol alır. Havalı serbest çevrintinin su alma ağzına girerken aldığı düşey yol S_c^* ile gösterilsin.

$$S_c^* = S_c - (\text{su alma ağız kesitinin düşey boyutunun yarısı})$$

$$\frac{S_c^*}{\sqrt{A_i}} = \frac{S_c}{\sqrt{A_i}} - \frac{b}{2\sqrt{A_i}} \quad (5.1)$$

Bu ifade de dairesel kesitli yatay su alma ağzı için b yerine D_i konacaktır. Eş. (5.1) ile hesaplanan $S_c^*/\sqrt{A_i}$ değeri Çizelge E3.1 ve Çizelge E3.2 de yine $S_c/\sqrt{A_i}$ ile gösterilmiştir. Çünkü deneylerde S_c olarak yatay su alma ağız kesiti merkezinin su yüzeyine olan düşey mesafesi S_c olarak alınmıştır. Dairesel kesitli su alma ağzı için $A_i = \text{sabit} \cdot D_i^2$ olduğundan Şekil 3.4 de $S_c/\sqrt{A_i}$ yerine S_c/D_i nin değişimi gösterildi. Düşey su alma ağzı durumunda havalı serbest çevrinti ağız merkezinden girdiği için (Şekil 1.1) Eş. (3.16), Eş. (3.19) ve Eş. (3.20) dan hesaplanan S_c gerçek kritik batıklıktır. Çünkü havalı serbest çevrinti, düşey su alma ağzına girerken S_c kadar düşey mesafe almaktadır. Bu noktalar göz önünde bulundurularak deney neticeleri ile teorik

neticeleri karşılaştırmak amacıyla bazı deneylerdeki V_i/U_∞ , $c/\sqrt{A_i}$, $\ell/\sqrt{A_i}$ değerleri için Eş. (3.16), Eş. (3.20) ve Eş. (5.1) den deneme yanılma ile hesaplanan kritik batıklık ($S_c/\sqrt{A_i}$) değerinden su alma ağız kesitinin düşey boyutunun yarısı çıkartılarak bulunan kritik batıklık değerleri ile deneysel neticelerin karşılaştırılması Çizelge E3.1 ve Çizelge E3.2 de gösterilmiştir. Burada şunu belirtmekte yarar vardır. Dairesel kesitli su alma ağızı için yapılan kabulün (küresel kuyu merkezinin su alma ağızı merkezi ile aynı olduğu kabulü) boyutları arasındaki oran çok aşırı olmayan dikdörtgen kesitli su alma ağızları içinde geçerli olduğu varsayılmıştır. Çünkü genellikle kritik batıklık S_c (KKKY nin yarıçapı) su alma ağızı boyutlarından yeterince büyük olmaktadır. Bu nedenle boyutları oranı aşırı büyük olmayan dikdörtgen kesitli su alma ağızlarının KKKY den geçen akımın merkezi (radyal) olma özelliğini önemli sayılabilecek oranda bozmaz (dikdörtgen ağızın kendi civarında küresel kuyu akımın merkeziliğinin (radyal olması) bozulmuş olabilmesine rağmen). Yukarıda değinilen nedenlerle Çizelge E3.1 'de görüldüğü üzere dikdörtgen kesitli yatay su alma ağızı boyutları arasındaki oran arttıkça teorik neticelerle deneysel neticeler arasındaki fark çok artmaktadır. Çizelge E3.1 ve Çizelge E3.2 'de görüldüğü üzere potansiyel çözüm kritik batıklığı deney neticelerinden bir miktar daha büyük (emniyetli tarafta) bulmaktadır. Ölüson duvarının su alma ağızına uzaklığı arttıkça (ℓ büyüdükçe) potansiyel çözümün (teori) neticeleri gerçek değerlere çok yakın çıkarken ölüson duvarı su alma ağızına yaklaştıkça (ℓ çok küçüldükçe $\ell \ll S_c$) potansiyel çözüm (teori) neticeleri ile gerçek değerler arasındaki fark artmaktadır.

DSİ tarafından kullanılan yöntemle bu çalışmada (gerek deneysel gerekse teorik olarak) bulunan neticeler aşağıda karşılaştırılmıştır. Daha önce bahsedilen DSİ yöntemiyle çözülen örnekteki değerler $Q_{\max} = 8.624 \text{ m}^3/\text{s}$, $D_i = 2.2 \text{ m}$, $V_i = 2.27 \text{ m/s}$ ve $F_r = 0.488$ için;

$$\text{max. } S/D_i = 1.50$$

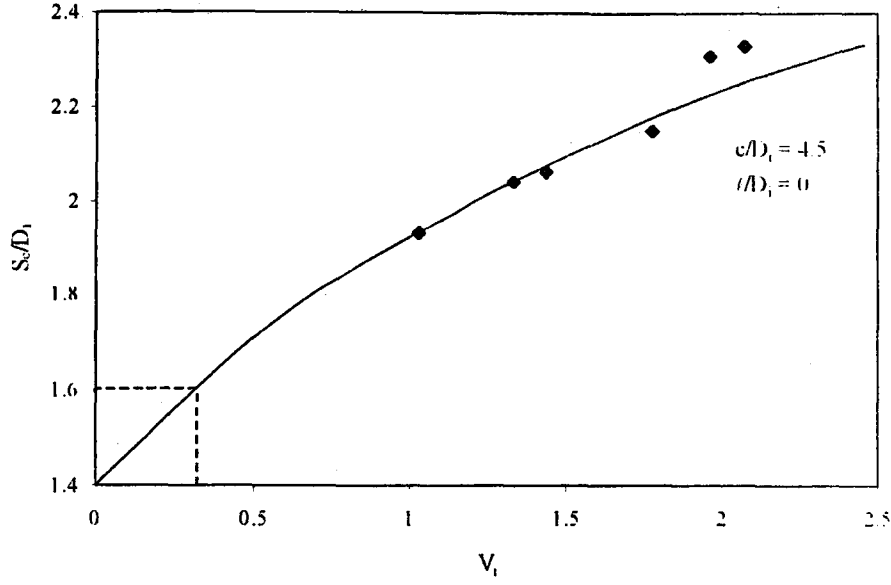
$$\text{normal } S/D_i = 0.80$$

$$\text{min. } S/D_i = 0.25$$

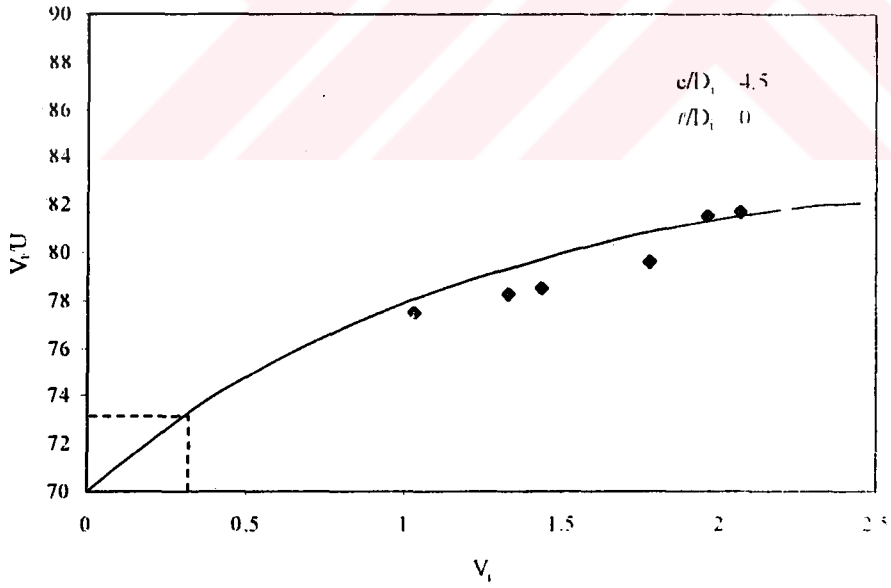
Bureau of Reclamation'a göre ise $S/D_i = 1.8/2.2 = 0.82$ 'dir. Bu çalışmada kullanılan boru çapı $D_i = 5.32$ cm 'dir. Bu çalışma ile DSİ yöntemini karşılaştırmak için $\ell = 0$ durumu (Şekil 2.1 ve Şekil 5.1) göz önünde bulundurulacaktır. Aslında DSİ yönteminde ℓ , c , b_1 ve b_2 büyüklüklerinin önemleri göz önünde bulundurulmadığı karşılaştırmanın tam olarak yapılması biraz güçtür. Çünkü, Şekil 5.1 veya Ek – 2 'deki Çizelge E2.1, Çizelge E2.5, Çizelge E2.9, Çizelge E2.13 ve Çizelge E2.17 de görüldüğü üzere deneylerde kritik derinlik c ile büyük değişim göstermektedir. Mesela, Çizelge E2.1 de $\ell = 0$, $c/\sqrt{A_i} = 0.5$, $V_i = 2.20$ m/s için $S_c/D_i = 2.79$ iken Çizelge E2.9 da $\ell = 0$, $c/\sqrt{A_i} = 2.5$, $V_i = 2.20$ m/s için $S_c/D_i = 1.57$ dir. Buna rağmen, biraz kabaca da olsa bir karşılaştırma yapmak için c nin etkisinin ihmal edilebildiği (yani $c \gg S_c$) durumu (DSİ yönteminde c nin önemi ihmal edilmiş olduğundan) göz önüne alınıp $\ell = 0$ için bir karşılaştırma yapılması gerekir. Bunun için öncelikle DSİ yöntemi kullanılarak daha önce çözülen örnekteki $F_r = 0.488$ değerini veren V_i hızının bu çalışma için bulunması gerekir.

$$F_r = 0.488 = \frac{V_i}{\sqrt{g \cdot D_i}} = \frac{V_i}{\sqrt{9.81 \cdot 0.0532}}$$

Bölüm 2.1 de verilen DSİ de uygulanan yöntemde $F_r = 0.488$ değeri alınarak $V_i = 0.488 \times \sqrt{9.81 \times 0.0532} = 0.353$ m/s şeklinde bulunur. Çizelge E2.17 'de $\ell = 0$ ve ($c \gg S_c$ olduğundan c 'nin etkisinin ihmal edilebileceği durum) $V_i = 0.353$ m/s için S_c/D_i 'nin bulunması gerekir. Çizelge E2.17 deki değerler kullanılarak S_c/D_i 'nin V_i ve V_i/U_∞ değişimini gösterir grafikler çizildi (Şekil 5.3 ve Şekil 5.4 den) ve $V_i = 0.353$ m/s için $S_c/D_i = 1.6$ ve $V_i/U_\infty = 73.75$ okundu.



Şekil 5.3. S_c/D_i 'nin V_i ile değişiminin Çizelge E2.17 deki deney neticeleri



Şekil 5.4. V_i/U_∞ 'un V_i ile değişiminin Çizelge E2.17 deki deney neticeleri

Bu çalışmadaki S_c değeri; kritik durumda su alma ağız merkez. noktasının su yüzeyine olan düşey mesafesi iken, DSI yöntemindeki S değeri, su alma

ağızının en üst noktasının su yüzeyine olan düşey mesafesidir. Yani, bu çalışmadaki S_c ile DSİ yöntemindeki S arasındaki bağıntı şu şekildedir:

$$S_c = S + D_i/2$$

veya

$$S/D_i = S_c/D_i - 0.5$$

O halde, karşılaştırma yapabilmek için bu çalışma ile bulunan $S_c = 1.6 D_i$ değerinden $D_i/2 = 0.0532/2 = 0.0216m$ değerinin çıkartılıp DSİ yöntemiyle çözülen örnekteki S karşılaştırılmalıdır.

$$S/D_i = S_c/D_i - 0.5 = 1.6 - 0.5 = 1.1$$

DSİ yöntemiyle bulunan max. $S/D_i = 1.5$, normal $S/D_i = 0.80$ m 'dir. Bu çalışmada bulunan kritik değer yaklaşık olarak Devlet Su İşleri yönteminin maksimum ve normal değerlerinin ortalamasına eşittir. Görüldüğü üzere bu kadar kabullere rağmen neticeler aşağı yukarı birbirlerine yakındır. Ancak burada şunu belirtmekte yarar vardır. Bu örnekteki F_r değeri oldukça küçüktür. Eğer F_r değeri büyük olursa neticeler arasındaki fark artacaktır. Bunun yegane sebebi DSİ yönteminde akım ve geometrik şartların ihmal ediliyor olmasıdır.

Bu çalışmadaki teorik netice olan Eş. (3.20) dan $V_i/U_i = 73.75$ için $S/D_i = 3.04$ bulunur. Böylece teorik olarak $S/D_i = S_c/D_i - 0.5 = 3.04 - 0.5 = 2.54$ elde edilir. Görüldüğü üzere potansiyel (teorik) çözüm kritik batıklığı bir miktar büyük (emniyetli tarafta) bulunmaktadır. Bunun sebebi daha önce de belirtildiği üzere $\ell = 0$ durumunda ölüson duvarının yüzey akımı üzerinde sebep olduğu viskozitedir.

6. SONUÇLAR

Bu çalışmadan çıkan neticeler dört kısımda özetlenebilir:

1. Ölüsonlu kanal akımında ölüsondan su alan dairesel kesitli su alma ağzına ait kritik batıklık gerek deneysel gerekse teorik olarak bulunmuştur. Kritik küresel kuyu yüzeyinin (KKKY) net (geçirimsiz sınırların engel etkisi çıkarıldıktan sonra) çalışan küresel kuyu yüzeyi olması gerektiği açıklığa kavuşturulmuştur.
2. Potansiyel çözüm; ölüsonlu kanal akımındaki su alma ağzlarına ait kritik batıklık hesabı için de uygulanabilir.
3. Deneyler göstermiştir ki dairesel kesitli su alma borularına ait çıkartılan kritik batıklık formülleri dairesel kesitli olmayan (boyutlar oranı büyük olmayan dikdörtgen kesitli) su alma ağzları içinde kullanılabilir. Çizelge E3.1 de görüldüğü üzere dikdörtgen kesit boyutları oranı büyüdükçe teori ile deneysel neticeler arasındaki fark çok artmaktadır. Bu da gösteriyor ki boyutlar oranı fazla olan dikdörtgen kesitli su alma ağzları için noktasal kuyu çözümü (potansiyel çözüm) geçerliliğini kaybeder.
4. Neticeler göstermiştir ki geçirimsiz sınırların kritik batıklık üzerindeki "engel" etkileri son derece önemli olup ihmal edilemez.

Su alma ağzının kanal tabanının, kanal yan duvarlarına ve kanal ölüsü duvarlarına olan mesafeleri kritik batıklıktan büyükse bu geçirimsiz sınırların kritik batıklık üzerindeki etkileri ihmal edilebilir. Aksi takdirde ihmal edilemez.

KAYNAKLAR

Anwar, H.D., Flow in a Free Vortex, **Water Power**, Apr.1965.

Anwar, H.D., Flow at Low Head Intakes, **Water Power**, Nov.1967.

Anwar, H.D., Prevention of Vorticies at Intakes, **Water Power**, Oct.1968.

Denny, D.F. and Young, G.A.J, 1957, The Prevention of Vorticies and Swirl and Intakes, Proceedings, **IHR, 7 th Congress**, Lisbon.

Denny, D.F., 1956, An Experimental Study of Air Entraining Vorticies in Pump Sumps, **Proceedings of Inst. of Mechanical Engineers**, Vol.170, No.2.

Gordon, J.L., Vorticies at Intakes, **Water Power**, April 1970.

Gulliver, S.J., and Rindels, A.J., 1987, Weak Vorticies at Vertical Intakes, **ASCE. Journal of Hydraulic Division**, Vol.113, No.9, 1101-1116.

Hite, J.E. and Mih, W.C., 1994, Velocity of Air-Core Vorticies at Hydraulic Intakes, **ASCE Journal of Hydraulic Engineering**, Vol.120, No.3, 284-297.

Jain, A.K., Ranga Raju, K.G., and Garde, R.J., 1978, Vortex Formation at Vertical Pipe Intakes, **ASCE Journal of Hydraulic Division** Vol.104, No.10, 284-297.

Kocabaş, F., 1994, Su Alma Ağzlarında Hava Girişli Çevrinti, **Yüksek Lisans Tezi**, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Kocabaş, F., 1999, Geçirimsiz Sınırların ve Sirkülasyonun Su Alma Ağzındaki Hava Girişli Çevrinti Üzerine Etkisi, **Doktora Tezi** (devam ediyor), G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Odgaard, A.J., 1986, Free Surface Air-Core Vortex, ASCE, **Journal of Hydraulics Division**, Vol.112, No.7, 610-620.

Padmanabhan, M., and Hecker, G.E., 1984, Scale Effects in Pump Sump Models, ASCE **Journal of Hydraulic Division**, Vol.110, No.11, 1540-1556.

Yıldırım, N., and Jain, S.C., 1981, Surface Tension Effect on Profile of a Free Vortex, ASCE **Journal of Hydraulic Division**, Vol.107, No.1, 132-136.

Yıldırım, N., and Kocabaş, F., 1995, Critical Submergence for Intakes in Open Channel Flow, ASCE **Journal of Hydraulic Engineering**, Vol.121, No.12.

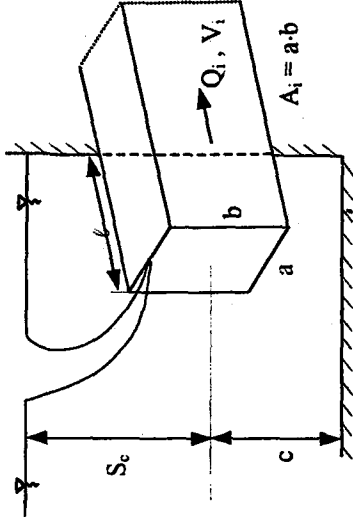
Yıldırım, N., and Kocabaş, F., 1998, Critical Submergence for Intakes in Still Water Reservoir, ASCE **Journal of Hydraulic Engineering**, Vol.124, No.1.

Yıldız, K., 1992, Hidrolik Santraller ve Projelendirme Esasları, DSI Yayını, Ankara.



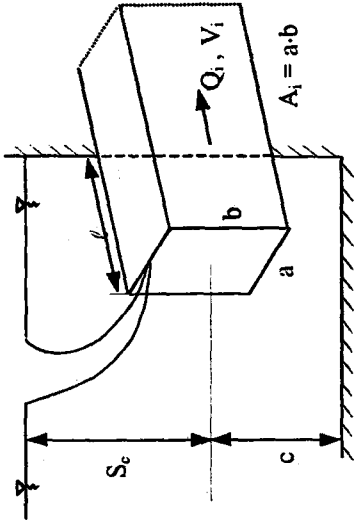
EKLER

EK – 1
DİKDÖRTGEN KESİTLİ SU ALMA AĞIZI
DENEY SONUÇLARI



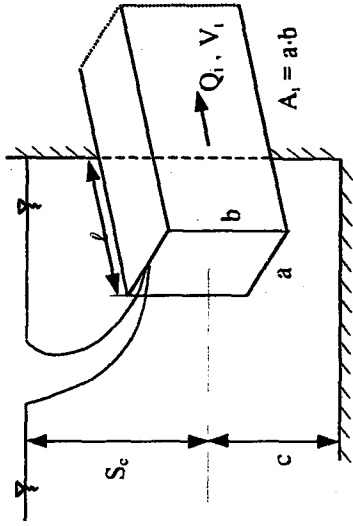
Çizelge E1.1. Dikdörtgen kesitli su alma ağızı için deney verileri ($a = 5$ cm, $b = 5$ cm, $b/a = 1$, $l = 20$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm, $c = 16.5$ cm)

$\frac{c}{\sqrt{A_i}}$	$\frac{l}{\sqrt{A_i}}$	Kanal Su Yüzevi Okuması (cm)	Kanal Taban Okuması (cm)	Akım Derinliği (cm)	Savak Okuması (cm)	Savak 0 Okuması (cm)	Savak Yüklü (cm)	Q_i (lt/sn)	S_c (cm)	$\frac{S_c}{\sqrt{A_i}}$	V_i (m/sn)	U_x (m/sn)	$\frac{V_i}{U_x}$
3.13	4	34.52	0.18	34.34	32.63	20.08	12.55	7.8276	18.69	3.74	3.13	0.046	68.68
3.13	4	32.04	0.18	31.86	32.24	20.08	12.16	7.2306	16.21	3.24	2.89	0.045	63.72
3.13	4	31.43	0.18	31.25	31.79	20.08	11.71	6.563	15.60	3.12	2.62	0.042	62.50
3.13	4	30.51	0.18	30.33	30.24	20.08	10.16	4.606	14.68	2.94	1.84	0.030	60.66
3.13	4	29.62	0.18	29.44	29.33	20.08	9.25	3.648	13.79	2.76	1.46	0.025	58.88
3.13	4	21.42	0.18	21.24	24.44	20.08	4.36	0.574	5.59	1.12	0.23	0.005	42.48



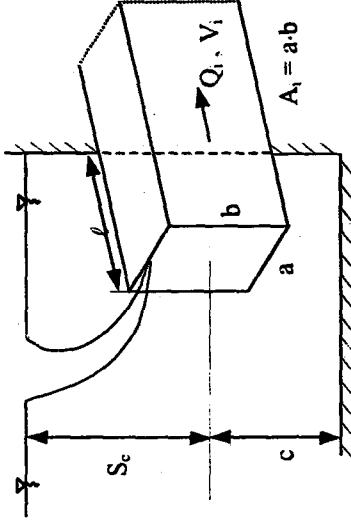
Çizelge E1.2. Dikdörtgen kesitli su alma ağızı için deney verileri ($a = 5$ cm, $b = 5$ cm, $b/a = 1$, $\ell = 10$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm, $c = 16.5$ cm)

$\frac{c}{\sqrt{A_i}}$	$\frac{\ell}{\sqrt{A_i}}$	Kanal Su Yüzei Okuması (cm)	Kanal Taban Okuması (cm)	Akım Derinliği (cm)	Savak Okuması (cm)	Savak 0 Okuması (cm)	Savak Yüklü (cm)	Q_i (lt/sn)	S_c (cm)	$\frac{S_c}{\sqrt{A_i}}$	V_i (m/sn)	U_∞ (m/sn)	$\frac{V_i}{U_\infty}$
3.13	2	34.34	0.18	34.16	32.83	20.06	12.77	8.1775	18.51	3.70	3.27	0.048	68.32
3.13	2	32.86	0.18	32.68	32.60	20.06	12.54	7.8119	17.03	3.41	3.12	0.048	65.20
3.13	2	31.14	0.18	30.96	32.20	20.06	12.74	7.2007	15.31	3.06	2.88	0.047	61.92
3.13	2	30.32	0.18	30.14	31.83	20.06	11.77	6.6647	14.49	2.90	2.67	0.042	63.66
3.13	2	29.83	0.18	29.65	31.36	20.06	11.30	6.004	14.00	2.8	2.4	0.040	59.30
3.13	2	29.12	0.18	28.94	29.84	20.06	9.87	4.189	13.29	2.66	1.68	0.029	57.88
3.13	2	28.34	0.18	28.16	28.78	20.06	8.72	3.151	12.57	2.50	1.26	0.022	56.32



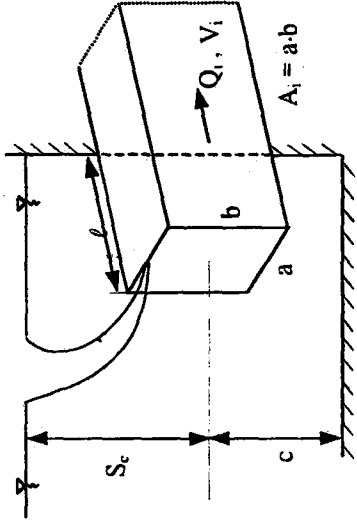
Çizelge E1.3. Dikdörtgen kesitli su alma ağızı için deney verileri ($a = 5$ cm, $b = 5$ cm, $b/a = 1$, $\ell = 0$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm, $c = 16.5$ cm)

$\frac{c}{\sqrt{A_1}}$	$\frac{\ell}{\sqrt{A_1}}$	Kanal Su Yüzeyi Okuması (cm)	Kanal Taban Okuması (cm)	Akım Derinliği (cm)	Savak Okuması (cm)	Savak 0 Okuması (cm)	Savak Yüklü (cm)	Q_1 (lt/sn)	S_c (cm)	$\frac{S_c}{\sqrt{A_1}}$	V_1 (m/sn)	U_x (m/sn)	$\frac{V_1}{U_x}$
3.13	0	28.44	0.19	28.25	33.18	20.08	13.14	8.7875	12.60	2.52	3.52	0.0622	56.50
3.13	0	26.01	0.19	25.82	32.82	20.08	12.78	8.1936	10.17	2.03	3.28	0.0634	51.64
3.13	0	25.84	0.19	25.65	32.25	20.08	12.21	7.3055	10.00	2.00	2.92	0.057	51.30
3.13	0	25.84	0.19	25.29	31.98	20.08	11.94	6.890	9.64	1.93	2.76	0.054	50.58
3.13	0	24.76	0.19	24.57	31.33	20.08	11.25	5.938	8.92	1.78	2.38	0.048	49.14
3.13	0	23.97	0.19	23.78	30.55	20.08	10.47	4.964	8.13	1.63	1.99	0.042	47.56
3.13	0	22.63	0.19	22.44	29.19	20.08	9.11	3.512	6.79	1.36	1.40	0.031	44.88



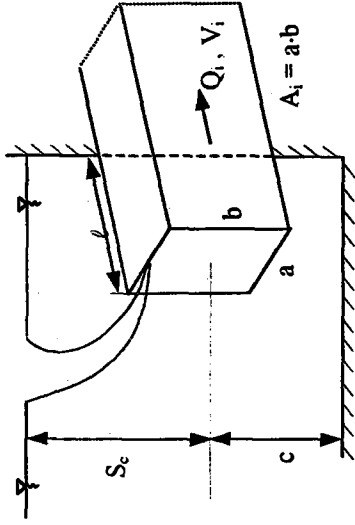
Çizelge E1.4. Dikdörtgen kesitli su alma ağızı için deney verileri ($a = 5$ cm, $b = 10$ cm, $b/a = 2$, $\ell = 20$ cm, $b_1 \approx b_2 = 25$ cm, $c = 15.13$ cm)

$\frac{c}{\sqrt{A_i}}$	$\frac{\ell}{\sqrt{A_i}}$	Kanal Su Yüzeyi Okuması (cm)	Kanal Taban Okuması (cm)	Akım Derinliği (cm)	Savak Okuması (cm)	Savak 0 Okuması (cm)	Savak Yüklü (cm)	Q_i (lt/sn)	S_c (cm)	$\frac{S_c}{\sqrt{A_i}}$	V_i (m/sn)	U_x (m/sn)	$\frac{V_i}{U_\infty}$
2.14	2.83	33.07	0.19	32.88	33.62	20.08	13.54	9.4781	17.78	2.51	1.90	0.058	32.88
2.14	2.83	32.85	0.19	32.66	33.28	20.08	13.20	8.8890	17.56	2.48	1.78	0.054	32.66
2.14	2.83	31.98	0.19	31.79	32.02	20.08	11.94	6.890	16.69	2.36	1.38	0.043	31.79
2.14	2.83	30.72	0.19	30.53	30.38	20.08	10.30	4.765	15.43	2.18	0.95	0.031	30.53
2.14	2.83	29.37	0.19	30.18	29.78	20.08	9.70	4.105	15.08	2.13	0.82	0.027	30.18
2.14	2.83	28.48	0.19	28.89	27.29	20.08	7.21	1.969	13.79	1.95	0.39	0.041	28.29



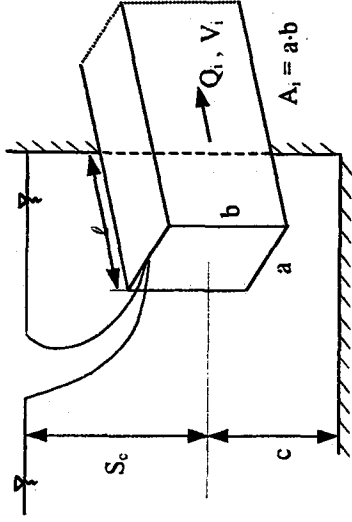
Çizelge E1.5. Dikdörtgen kesitli su alma ağızları için deney verileri ($a = 5$ cm, $b = 10$ cm, $b/a = 2$, $\ell = 10$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm, $c = 15.13$ cm)

$\frac{c}{\sqrt{A_i}}$	$\frac{\ell}{\sqrt{A_i}}$	Kanal Su Yüzeyi Okuması (cm)	Kanal Taban Okuması (cm)	Akım Derinliği (cm)	Savak Okuması (cm)	Savak 0 Okuması (cm)	Savak Yüklü (cm)	Q_i (lt/sn)	S_c (cm)	$\frac{S_c}{\sqrt{A_i}}$	V_i (m/sn)	U_∞ (m/sn)	$\frac{V_i}{U_\infty}$
2.14	1.41	33.98	0.19	33.79	33.59	20.08	13.51	9.4252	18.69	2.64	1.88	0.056	33.79
2.14	1.41	33.46	0.19	32.27	33.02	20.08	12.94	8.4544	17.17	2.43	1.69	0.051	33.27
2.14	1.41	33.08	0.19	32.89	32.48	20.08	12.40	7.5945	17.79	2.52	1.52	0.046	32.89
2.14	1.41	32.67	0.19	32.48	31.96	20.08	11.88	6.804	17.38	2.46	1.36	0.042	32.48
2.14	1.41	32.12	0.19	31.93	31.05	20.08	10.97	5.576	16.83	2.38	1.12	0.035	31.93
2.14	1.41	30.93	0.19	30.80	30.23	20.08	10.15	4.595	15.70	2.22	0.92	0.030	30.80
2.14	1.41	29.19	0.19	29.00	28.96	20.08	8.88	3.297	13.90	1.97	0.66	0.023	29.00



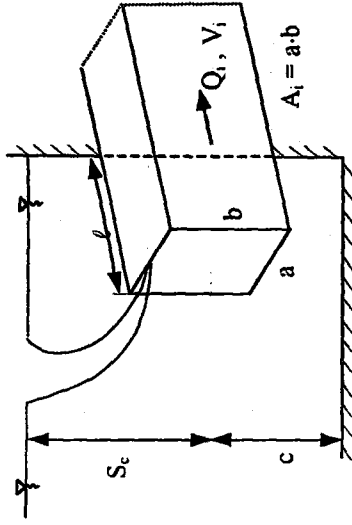
Çizelge E1.6: Dikdörtgen kesitli su alma ağızı için deney verileri ($a = 5$ cm, $b = 10$ cm, $b/a = 2$, $\ell = 0$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm, $c = 15.13$ cm)

$\frac{c}{\sqrt{A_i}}$	$\frac{\ell}{\sqrt{A_i}}$	Kanal Su Yüzeyi Okuması (cm)	Kanal Taban Okuması (cm)	Akım Derinliği (cm)	Savak Okuması (cm)	Savak 0 Okuması (cm)	Savak Yükü (cm)	Q_i (lt/sn)	S_c (cm)	$\frac{S_c}{\sqrt{A_i}}$	V_i (m/sn)	U_∞ (m/sn)	$\frac{V_i}{U_\infty}$
2.14	0	28.55	0.18	28.37	33.46	20.10	13.36	9.1460	13.27	1.88	1.83	0.064	28.37
2.14	0	27.49	0.18	27.49	33.06	20.10	12.96	8.4873	12.39	1.75	1.70	0.062	27.49
2.14	0	27.36	0.18	27.18	32.63	20.10	12.53	7.7963	12.08	1.708	1.56	0.057	27.18
2.14	0	26.17	0.18	25.99	32.03	20.10	11.93	6.876	10.89	1.54	1.38	0.053	25.99
2.14	0	24.67	0.18	24.49	30.62	20.10	10.52	5.023	9.39	1.33	1.00	0.041	24.49



Çizelge E1.7. Dikdörtgen kesitli su alma ağızı için deney verileri ($a = 10$ cm, $b = 5$ cm, $b/a = 0.5$, $\ell = 20$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm, $c = 15.76$ cm)

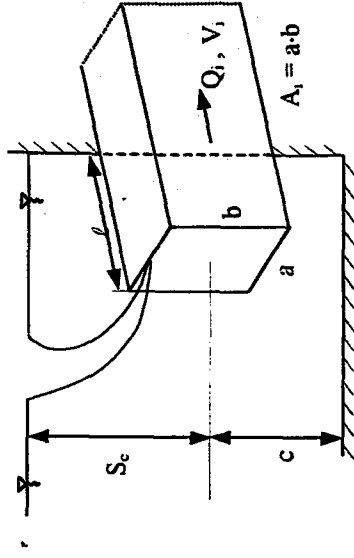
$\frac{c}{\sqrt{A_i}}$	$\frac{\ell}{\sqrt{A_i}}$	Kanal Su Yüzeyi Okuması (cm)	Kanal Taban Okuması (cm)	Akım Derinliği (cm)	Savak Okuması (cm)	Savak 0 Okuması (cm)	Savak Yüklü (cm)	Q_i (lt/sn)	S_e (cm)	$\frac{S_e}{\sqrt{A_i}}$	V_i (m/sn)	U_∞ (m/sn)	$\frac{V_i}{U_\infty}$
2.23	2.83	36.97	0.18	36.79	32.84	20.10	12.74	8.1292	20.99	2.97	1.63	0.044	36.79
2.23	2.83	36.05	0.18	35.87	32.33	20.10	12.23	7.3356	20.07	2.84	1.47	0.041	35.87
2.23	2.83	35.56	0.18	35.38	31.85	20.10	11.75	6.619	19.58	2.77	1.32	0.037	35.38
2.23	2.83	35.54	0.18	34.36	31.43	20.10	11.33	6.044	18.56	2.62	1.21	0.035	34.36
2.23	2.83	33.96	0.18	33.78	30.62	20.10	10.52	5.023	17.89	2.54	1.00	0.030	33.78
2.23	2.83	33.20	0.18	33.02	28.77	20.10	8.67	3.107	17.22	2.44	0.62	0.019	33.02



Çizelge E1.8. Dikdörtgen kesitli su alma ağızı için deney verileri ($a = 10$ cm, $b = 5$ cm, $b/a = 0.5$, $\ell = 10$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm, $c = 15.76$ cm)

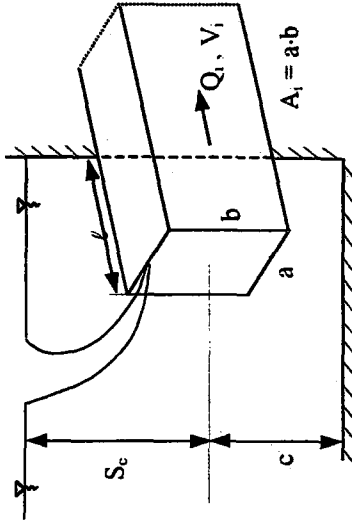
$\frac{c}{\sqrt{A_i}}$	$\frac{\ell}{\sqrt{A_i}}$	Kanal Su Yüzeyi Okuması (cm)	Kanal Taban Okuması (cm)	Akım Derinliği (cm)	Savak Okuması (cm)	Savak 0 Okuması (cm)	Savak Yükü (cm)	Q_i (lt/sn)	S_c (cm)	$\frac{S_c}{\sqrt{A_i}}$	V_i (m/sn)	U_∞ (m/sn)	$\frac{V_i}{U_\infty}$
2.23	1.41	37.93	0.18	37.75	33.25	20.10	13.05	8.8044	21.95	3.10	1.76	0.047	37.75
2.23	1.41	36.28	0.18	36.10	32.94	20.10	12.84	8.2908	20.30	2.87	1.66	0.046	36.10
2.23	1.41	35.55	0.18	35.17	32.51	20.10	12.41	7.6099	19.37	2.74	1.52	0.043	35.17
2.23	1.41	35.05	0.18	34.87	31.85	20.10	11.75	6.619	19.07	2.70	1.32	0.038	34.87
2.23	1.41	34.74	0.18	34.56	31.47	20.10	11.37	6.097	18.76	2.55	1.22	0.035	34.56
2.23	1.41	33.68	0.18	33.50	30.73	20.10	10.63	5.155	17.70	2.50	1.03	0.031	33.50

$\frac{c}{\sqrt{A_i}}$	$\frac{\ell}{\sqrt{A_i}}$	Kanal Su Yüzevi Okuması (cm)	Kanal Taban Okuması (cm)	Akım Derinliği (cm)	Savak Okuması (cm)	Savak 0 Okuması (cm)	Savak Yükü (cm)	Q_i (lt/sn)	S_c (cm)	$\frac{S_c}{\sqrt{A_i}}$	V_i (m/sn)	U_∞ (m/sn)	$\frac{V_i}{U_\infty}$
2.23	0	28.53	0.18	28.35	33.36	20.10	13.26	8.9913	12.55	1.77	1.80	0.063	28.35
2.23	0	26.89	0.18	26.71	32.97	20.10	12.87	8.3397	10.91	1.54	1.67	0.062	26.71
2.23	0	26.51	0.18	26.33	32.43	20.10	12.33	7.4872	10.53	1.49	1.50	0.057	26.33
2.23	0	26.17	0.18	25.99	32.01	20.10	11.91	6.847	10.19	1.44	1.37	0.053	25.99
2.23	0	25.58	0.18	25.40	31.63	20.10	11.53	6.314	9.60	1.36	1.26	0.050	25.40
2.23	0	24.58	0.18	24.40	30.78	20.10	10.58	5.216	8.60	1.22	1.04	0.043	24.40
2.23	0	23.79	0.18	23.61	29.69	20.10	9.59	3.990	7.81	1.10	0.80	0.034	23.61



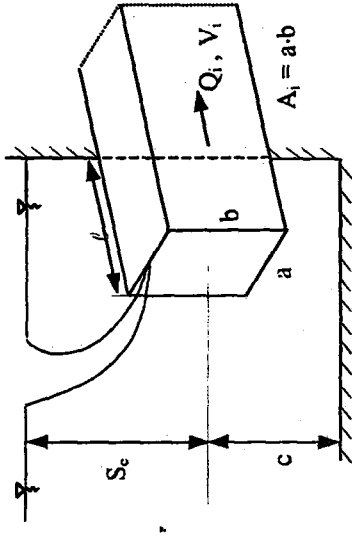
Çizelge E1.10. Dikdörtgen kesitli su alma ağızı için deney verileri ($a = 5$ cm, $b = 20$ cm, $b/a = 4$, $\ell = 20$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm, $c = 15.8$ cm)

$\frac{c}{\sqrt{A_i}}$	$\frac{\ell}{\sqrt{A_i}}$	Kanal Su Yüzeyi Okuması (cm)	Kanal Taban Okuması (cm)	Akım Derinliği (cm)	Savak Okuması (cm)	Savak 0 Okuması (cm)	Savak Yüklü (cm)	Q_i (lt/sn)	S_e (cm)	$\frac{S_e}{\sqrt{A_i}}$	V_i (m/sn)	U_x (m/sn)	$\frac{V_i}{U_\infty}$
1.58	2	33.68	0.18	33.50	33.12	20.10	13.02	8.5867	17.90	1.79	0.86	0.051	16.75
1.58	2	36.29	0.18	36.11	32.65	20.10	12.55	7.8276	20.51	2.05	0.783	0.043	18.055
1.58	2	35.67	0.18	35.49	32.25	20.10	12.15	7.2156	19.89	1.99	0.722	0.041	17.745
1.58	2	35.02	0.18	34.84	31.63	20.10	11.53	6.314	19.24	1.92	0.631	0.036	17.420
1.58	2	34.59	0.18	34.41	31.05	20.10	10.95	5.551	18.81	1.88	0.555	0.032	17.205
1.58	2	33.56	0.18	33.38	29.90	20.10	9.80	4.211	17.78	1.78	0.421	0.025	16.690



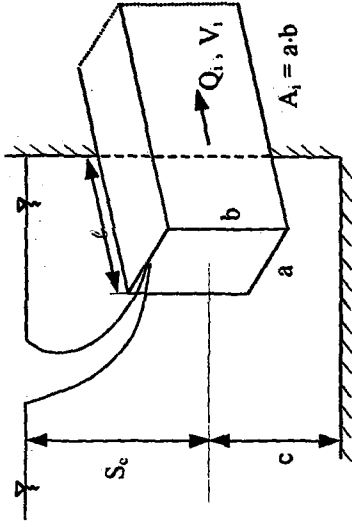
Çizelge E1.11. Dikdörtgen kesitli su alma ağızı için deney verileri ($a = 5$ cm, $b = 20$ cm, $b/a = 4$, $\ell = 10$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm, $c = 15.8$ cm)

$\frac{c}{\sqrt{A_i}}$	$\frac{\ell}{\sqrt{A_i}}$	Kanal Su Yüzeyi Okuması (cm)	Kanal Taban Okuması (cm)	Akım Derinliği (cm)	Savak Okuması (cm)	Savak 0 Okuması (cm)	Savak Yüklü (cm)	Q_i (lt/sn)	S_c (cm)	$\frac{S_c}{\sqrt{A_i}}$	V_i (m/sn)	U_∞ (m/sn)	$\frac{V_i}{U_\infty}$
1.58	1	37.18	0.19	36.99	33.14	20.10	13.04	8.6199	21.39	2.14	0.862	0.047	18.495
1.58	1	36.41	0.19	36.22	32.81	20.10	12.71	8.0811	20.62	2.06	0.808	0.045	18.110
1.58	1	35.23	0.19	35.04	32.25	20.10	12.15	7.2156	19.44	1.94	0.722	0.041	17.520
1.58	1	34.53	0.19	34.34	31.62	20.10	11.52	6.300	18.74	1.87	0.630	0.037	17.170
1.58	1	33.66	0.19	33.47	31.01	20.10	10.91	5.500	17.87	1.79	0.550	0.033	16.74
1.58	1	31.76	0.19	31.57	30.04	20.10	9.94	4.362	15.97	1.60	0.436	0.028	15.79



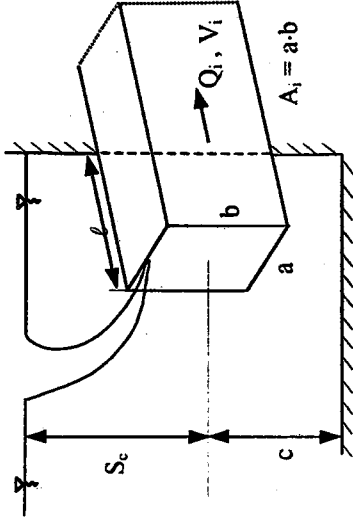
Çizelge E1.12. Dikdörtgen kesitli su alma ağızı için deney verileri ($a = 5$ cm, $b/a = 4$, $\ell = 0$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm, $c = 15.8$ cm)

$\frac{c}{\sqrt{A_i}}$	$\frac{\ell}{\sqrt{A_i}}$	Kanal Su Yüzeyi Okuması (cm)	Kanal Taban Okuması (cm)	Akım Derinliği (cm)	Savak Okuması (cm)	Savak 0 Okuması (cm)	Savak Yüklü (cm)	Q_i (lt/sn)	S_c (cm)	$\frac{S_c}{\sqrt{A_i}}$	V_i (m/sn)	U_s (m/sn)	$\frac{V_i}{U_s}$
1.58	0	30.85	0.19	30.66	33.28	20.10	13.18	8.8551	15.06	1.51	0.886	0.058	15.330
1.58	0	30.04	0.19	29.85	32.87	20.10	12.77	8.1775	14.25	1.43	0.818	0.055	14.925
1.58	0	29.55	0.19	29.36	32.33	20.10	12.23	7.3356	13.76	1.38	0.734	0.050	14.68
1.58	0	29.15	0.19	28.96	31.39	20.10	11.29	5.991	13.36	1.34	0.599	0.041	14.48
1.58	0	28.70	0.19	28.51	30.59	20.10	10.49	4.987	12.91	1.29	0.50	0.035	14.26
1.58	0	27.48	0.19	27.29	29.34	20.10	9.24	3.638	11.69	1.17	0.36	0.027	13.65



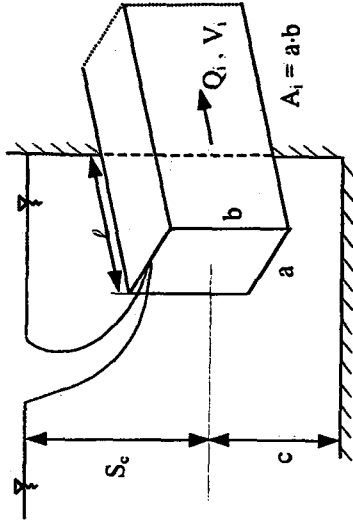
Çizelge E1.13. Dikdörtgen kesitli su alma ağızı için deney verileri ($a = 20$ cm, $b = 5$ cm, $b/a = 0.25$, $\ell = 20$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm, $c = 15.8$ cm)

$\frac{c}{\sqrt{A_i}}$	$\frac{\ell}{\sqrt{A_i}}$	Kanal Su Yüzeyi Okuması (cm)	Kanal Taban Okuması (cm)	Akım Derinliği (cm)	Savak Okuması (cm)	Savak 0 Okuması (cm)	Savak Yükü (cm)	Q_i (lt/sn)	S_e (cm)	$\frac{S_e}{\sqrt{A_i}}$	V_i (m/sn)	U_x (m/sn)	$\frac{V_i}{U_\infty}$
1.58	2	30.05	0.19	29.86	33.17	20.08	13.09	8.7035	14.06	1.41	0.870	0.058	14.93
1.58	2	29.25	0.19	29.06	32.86	20.08	12.78	8.1936	13.26	1.33	0.819	0.056	14.53
1.58	2	29.02	0.19	28.83	32.42	20.08	12.34	7.5025	13.03	1.30	0.750	0.052	14.42
1.58	2	28.43	0.19	28.24	31.74	20.08	11.66	6.493	12.44	1.24	0.649	0.046	14.12
1.58	2	27.69	0.19	27.50	31.04	20.08	10.96	5.563	11.70	1.17	0.556	0.040	13.75
1.58	2	26.82	0.19	26.63	29.49	20.08	9.41	3.807	10.83	1.08	0.381	0.029	13.31



Çizelge E1.14. Dikdörtgen kesitli su alma ağızı için deney verileri ($a = 20$ cm, $b = 5$ cm, $b/a = 0.25$, $\ell = 10$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm, $c = 15.8$ cm)

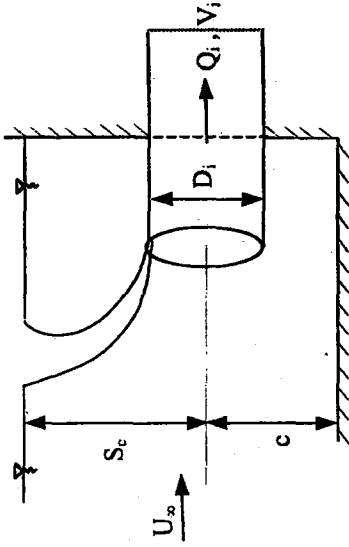
$\frac{c}{\sqrt{A_i}}$	$\frac{\ell}{\sqrt{A_i}}$	Kanal Su Yüzeyi Okuması (cm)	Kanal Taban Okuması (cm)	Akım Derinliği (cm)	Savak Okuması (cm)	Savak 0 Okuması (cm)	Savak Yüklü (cm)	Q_i (lt/sn)	S_c (cm)	$\frac{S_c}{\sqrt{A_i}}$	V_i (m/sn)	U_∞ (m/sn)	$\frac{V_i}{U_\infty}$
1.58	1	32.69	0.19	32.50	33.17	20.08	13.09	8.7035	16.70	1.67	0.870	0.054	16.25
1.58	1	31.94	0.19	31.75	32.82	20.08	12.74	8.1292	15.95	1.60	0.813	0.051	15.88
1.58	1	31.54	0.19	31.35	32.48	20.08	12.40	7.5945	15.55	1.56	0.759	0.048	15.68
1.58	1	31.20	0.19	31.01	31.85	20.08	11.77	6.647	15.21	1.52	0.665	0.043	15.50
1.58	1	30.36	0.19	30.17	31.02	20.08	10.94	5.538	14.37	1.44	0.554	0.037	15.09
1.58	1	29.05	0.19	28.86	30.09	20.08	10.01	4.439	13.06	1.31	0.444	0.031	14.43



Çizelge El.15. Dikdörtgen kesitli su alma ağızları için deney verileri ($a = 20$ cm, $b = 5$ cm, $b/a = 0.25$, $\ell = 0$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm, $c = 15.8$ cm)

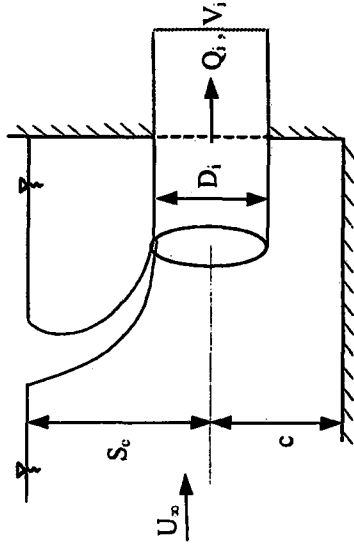
$\frac{c}{\sqrt{A_i}}$	$\frac{\ell}{\sqrt{A_i}}$	Kanal Su Yüzeyi Okuması (cm)	Kanal Taban Okuması (cm)	Akım Derinliği (cm)	Savak Okuması (cm)	Savak 0 Okuması (cm)	Savak Yüklü (cm)	Q_i (lt/sn)	S_c (cm)	$\frac{S_c}{\sqrt{A_i}}$	V_i (m/sn)	U_∞ (m/sn)	$\frac{V_i}{U_\infty}$
1.58	0	24.78	0.18	24.60	33.00	20.08	12.92	8.4215	8.80	0.88	0.842	0.068	12.30
1.58	0	24.17	0.18	23.99	32.84	20.08	12.76	8.1614	8.19	0.82	0.816	0.068	12.00
1.58	0	23.33	0.18	23.15	32.26	20.08	12.18	7.2605	7.35	0.74	0.726	0.063	11.5
1.58	0	22.82	0.18	22.64	31.79	20.08	11.71	6.563	6.84	0.68	0.656	0.058	11.32
1.58	0	22.17	0.18	21.99	30.95	20.08	10.87	5.450	6.19	0.62	0.545	0.050	10.99
1.58	0	21.74	0.18	21.56	29.97	20.08	9.89	4.307	5.76	0.58	0.431	0.040	10.78

EK – 2
DAİRESEL KESİTLİ SU ALMA AĞIZI
DENEY SONUÇLARI



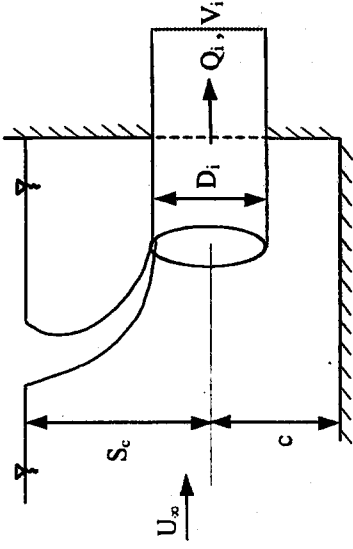
Çizelge E2.1. Dairesel kesitli su alma ağızı için deney verileri ($D_i = 5.32$ cm, $c = 2.66$ cm, $\ell = 0$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm)

$\frac{c}{D_i}$	$\frac{\ell}{D_i}$	Su Derinliği (cm)	Q_i (lt/sn)	S_c (cm)	V_i (m/sn)	U_x (m/sn)	V/U_{∞}	S_c/D_i
0.5	0.00	17.48	4.90	14.82	2.20	0.06	39.32	2.79
0.5	0.00	16.38	4.55	13.72	2.05	0.06	36.84	2.58
0.5	0.00	15.60	4.15	12.94	1.87	0.05	35.09	2.43
0.5	0.00	11.15	3.50	8.49	1.57	0.06	25.08	1.60
0.5	0.00	9.97	2.95	7.31	1.33	0.06	22.43	1.37
0.5	0.00	8.67	2.30	5.82	1.03	0.05	19.05	1.09



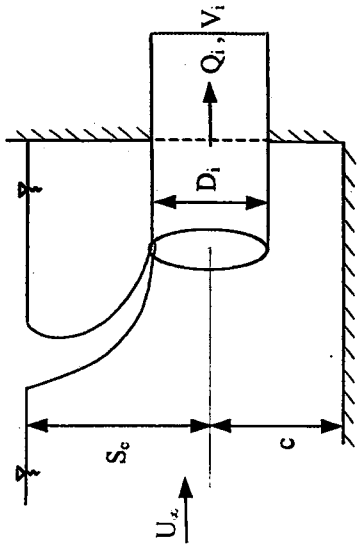
Çizelge E2.2. Dairesel kesitli su alma ağızı için deney verileri ($D_1 = 5.32$ cm, $c = 2.66$ cm, $\ell = 13.30$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm)

$\frac{c}{D_1}$	$\frac{\ell}{D_1}$	Su Derinliği (cm)	Q_1 (lt/sn)	S_c (cm)	V_1 (m/sn)	U_∞ (m/sn)	V/U_∞	S_0/D_1
0.5	2.50	20.98	5.10	18.32	2.29	0.05	47.19	3.44
0.5	2.50	20.79	4.90	18.13	2.20	0.05	46.76	3.41
0.5	2.50	19.13	4.30	16.47	1.93	0.04	43.03	3.10
0.5	2.50	18.66	4.15	16.00	1.87	0.04	41.97	3.01
0.5	2.50	18.34	3.70	15.68	1.66	0.04	41.25	2.95
0.5	2.50	18.11	3.20	15.45	1.44	0.04	40.74	2.90
0.5	2.50	17.59	2.65	14.93	1.19	0.03	39.57	2.81
0.5	2.50	16.63	1.85	13.97	0.83	0.02	37.41	2.65



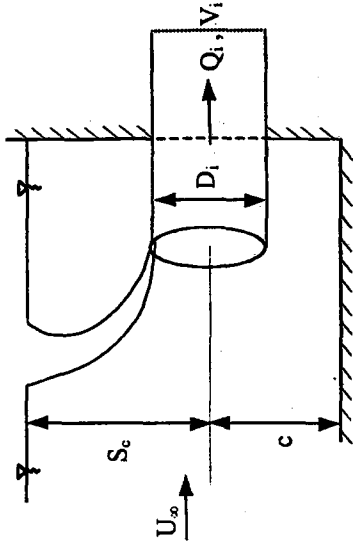
Çizelge E2.3. Dairesel kesitli su alma ağızı için deney verileri ($D_1 = 5.32$ cm, $c = 2.66$ cm, $\ell = 26.60$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm)

$\frac{c}{D_1}$	$\frac{\ell}{D_1}$	Su Derinliği (cm)	Q_i (lt/sn)	S_e (cm)	V_i (m/sn)	U_x (m/sn)	V_i/U_x	S_e/D_1
0.5	5.00	19.10	5.10	16.44	2.29	0.05	42.96	3.09
0.5	5.00	18.24	4.60	15.58	2.07	0.05	41.03	2.93
0.5	5.00	17.90	4.15	15.24	1.87	0.05	40.26	2.86
0.5	5.00	17.49	3.70	14.83	1.66	0.04	39.34	2.79
0.5	5.00	16.62	2.65	13.96	1.19	0.03	37.38	2.62
0.5	5.00	15.31	1.85	12.65	0.83	0.02	34.44	2.38



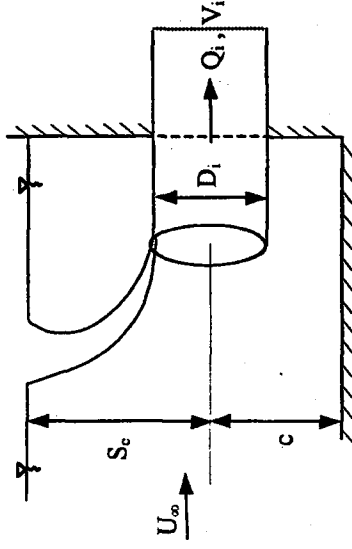
Çizelge E2.4. Dairesel kesitli su alma ağızı için deney verileri ($D_1 = 5.32$ cm, $c = 2.66$ cm, $\ell = 39.90$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm)

$\frac{c}{D_1}$	$\frac{\ell}{D_1}$	Su Derinliği (cm)	Q_i (lt/sn)	S_e (cm)	V_i (m/sn)	U_e (m/sn)	V_i/U_e	S_e/D_1
0.5	7.50	24.10	5.20	21.44	2.34	0.04	54.21	4.03
0.5	7.50	22.41	4.75	19.75	2.14	0.04	50.41	3.71
0.5	7.50	21.62	4.15	18.96	1.87	0.04	48.63	3.56
0.5	7.50	20.34	3.70	17.68	1.66	0.04	45.75	3.32
0.5	7.50	19.79	3.20	17.13	1.44	0.03	44.51	3.22
0.5	7.50	16.59	2.30	13.93	1.03	0.03	37.32	2.62



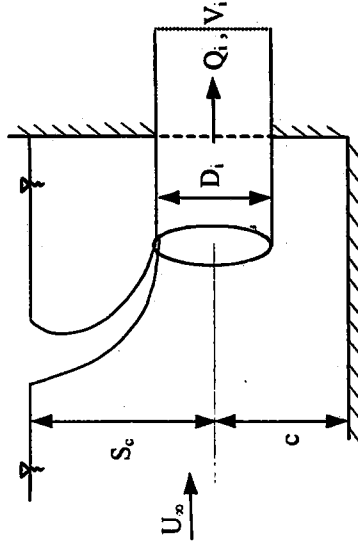
Çizelge E2.6. Dairesel kesitli su alma ağızı için deney verileri ($D_i = 5.32$ cm, $c = 7.98$ cm, $\ell = 13.30$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm)

$\frac{c}{D_i}$	$\frac{\ell}{D_i}$	Su Derinliği (cm)	Q_i (lt/sn)	S_c (cm)	V_i (m/sn)	U_∞ (m/sn)	V_i/U_∞	S_c/D_i
1.50	2.50	25.25	5.10	17.27	2.29	0.04	56.80	3.25
1.50	2.50	24.24	4.60	16.26	2.07	0.04	54.52	3.06
1.50	2.50	23.81	4.25	15.83	1.91	0.04	53.56	2.98
1.50	2.50	23.38	3.65	15.40	1.64	0.03	52.29	2.89
1.50	2.50	22.16	2.95	14.18	2.67	0.03	49.85	2.67
1.50	2.50	20.29	2.30	12.31	2.31	0.02	45.64	2.31



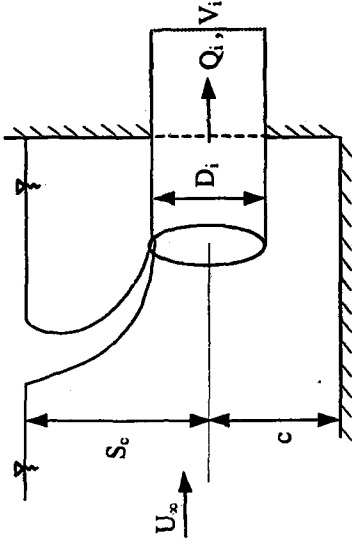
Çizelge E2.7. Dairesel kesitli su alma ağızı için deney verileri ($D_i = 5.32$ cm, $c = 26.60$ cm, $\ell = 26.60$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm)

$\frac{c}{D_i}$	$\frac{\ell}{D_i}$	Su Derinliği (cm)	Q_i (lt/sn)	S_e (cm)	V_i (m/sn)	U_∞ (m/sn)	V_i/U_∞	S_e/D_i
1.50	5.00	22.75	5.00	14.77	2.25	0.04	51.17	2.78
1.50	5.00	21.67	4.70	13.69	2.11	0.04	48.74	2.57
1.50	5.00	21.32	4.15	13.34	1.87	0.04	47.96	2.51
1.50	5.00	20.21	2.65	12.23	1.19	0.03	45.46	2.30
1.50	5.00	19.78	1.85	11.80	0.83	0.02	44.49	2.22



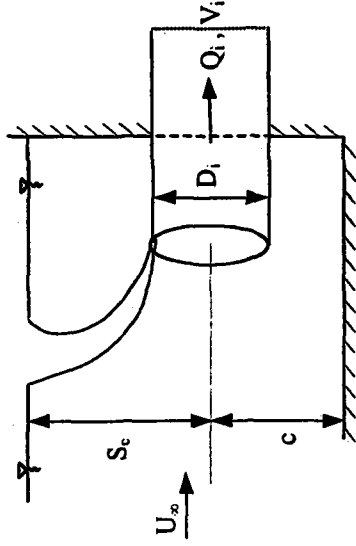
Çizelge E2.8. Dairesel kesitli su alma ağızı için deney verileri ($D_i = 5.32$ cm, $c = 26.60$ cm, $\ell = 39.90$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm)

$\frac{c}{D_i}$	$\frac{\ell}{D_i}$	Su Derinliği (cm)	Q_i (lt/sn)	S_e (cm)	V_i (m/sn)	U_∞ (m/sn)	V_i/U_∞	S_e/D_i
1.50	7.50	23.61	5.00	15.63	2.25	0.04	53.11	2.94
1.50	7.50	22.43	4.75	14.45	2.14	0.04	50.45	2.72
1.50	7.50	22.00	4.35	14.02	1.96	0.04	49.49	2.64
1.50	7.50	21.24	3.60	13.26	1.62	0.03	47.78	2.49
1.50	7.50	20.72	2.80	12.15	1.26	0.03	45.28	2.28



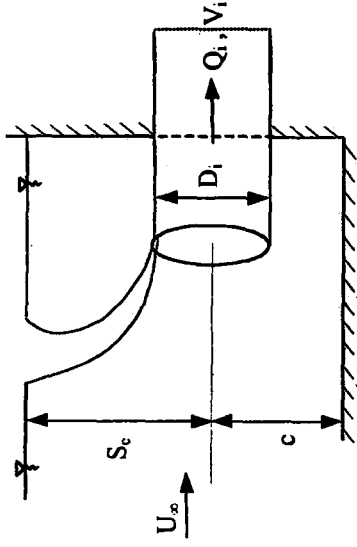
Çizelge E2.9. Dairesel kesitli su alma ağızı için deney verileri ($D_i = 5.32$ cm, $c = 13.30$ cm, $\ell = 0$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm)

$\frac{c}{D_i}$	$\frac{\ell}{D_i}$	Su Derinliği (cm)	Q_i (lt/sn)	S_e (cm)	V_i (m/sn)	U_∞ (m/sn)	V/U_∞	S_e/D_i
2.50	0.00	22.00	5.20	8.70	2.34	0.05	49.49	1.64
2.50	0.00	21.63	4.90	8.33	2.20	0.05	48.65	1.57
2.50	0.00	21.04	4.35	7.74	1.96	0.04	47.33	1.45
2.50	0.00	20.17	3.95	6.87	1.78	0.04	45.37	1.29
2.50	0.00	19.30	3.20	6.00	1.44	0.03	43.41	1.13
2.50	0.00	18.10	2.30	4.80	1.03	0.03	40.71	0.90



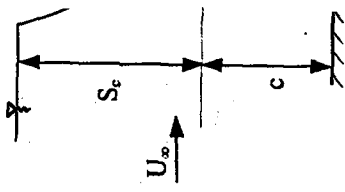
Çizelge E2.10. Dairesel kesitli su alma ağızı için deney verileri ($D_i = 5.32$ cm, $\ell = 13.30$ cm, $b_1 = b_2 = 2.5$ cm)

$\frac{c}{D_i}$	$\frac{\ell}{D_i}$	Su Derinliği (cm)	Q_i (lt/sn)	S_c (cm)	V_i (m/sn)	U_∞ (m/sn)	V/U_∞	S_0/D_i
2.50	2.50	30.22	5.00	16.92	2.25	0.03	67.98	3.18
2.50	2.50	29.87	4.65	16.57	2.09	0.03	67.19	3.11
2.50	2.50	29.43	4.35	16.13	1.96	0.03	66.20	3.03
2.50	2.50	28.43	3.95	15.13	1.78	0.03	63.95	2.84
2.50	2.50	27.08	3.20	13.78	1.44	0.02	60.91	2.59
2.50	2.50	25.89	2.65	12.59	1.19	0.02	58.24	2.37
2.50	2.50	25.17	1.85	11.87	0.83	0.01	56.62	2.23



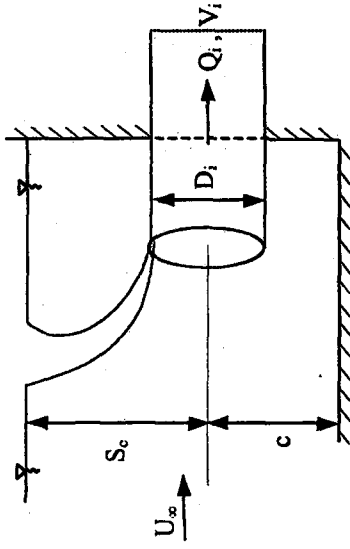
Çizelge E2.11. Dairesel kesitli su alma ağızı için deney verileri ($D_i = 5.32$ cm, $c = 13.30$ cm, $\ell = 26.60$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm)

$\frac{c}{D_i}$	$\frac{\ell}{D_i}$	Su Derinliği (cm)	Q_i (lt/sn)	S_c (cm)	V_i (m/sn)	U_o (m/sn)	V_i/U_o	S_o/D_i
2.5	5.00	29.00	5.20	15.70	2.34	0.04	65.23	2.95
2.5	5.00	28.45	4.90	15.15	2.20	0.03	63.99	2.85
2.5	5.00	27.99	4.60	14.69	2.07	0.03	62.96	2.76
2.5	5.00	27.70	4.75	14.40	2.14	0.03	62.31	2.71
2.5	5.00	26.58	3.45	13.28	1.55	0.03	59.79	2.50
2.5	5.00	25.35	2.95	12.05	1.33	0.02	57.02	2.27
2.5	5.00	23.82	2.30	10.52	1.03	0.02	53.58	1.98



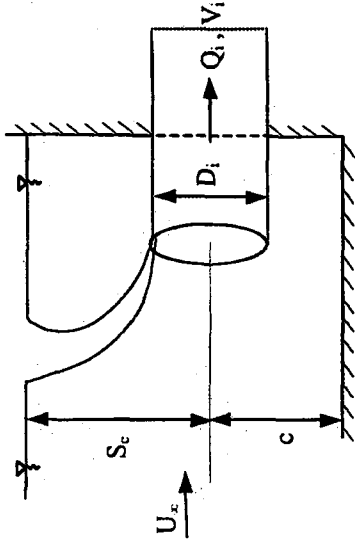
Çizelge E2.12. Dairesel kesitli su alma ağızı için deney verileri ($D_i = 5.32$ cm, $c = 13.30$ cm, $\ell = 39.90$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm)

$\frac{c}{D_i}$	$\frac{\ell}{D_i}$	Su Derinliği (cm)	Q_i (lt/sn)	S_c (cm)	V_i (m/sn)	U_o (m/sn)
2.5	7.50	28.93	5.00	15.63	2.25	0.03
2.5	7.50	27.75	4.75	14.45	2.147	0.03
2.5	7.50	27.32	4.35	14.02	1.96	0.03
2.5	7.50	26.56	3.60	13.26	1.62	0.03
2.5	7.50	25.45	2.80	12.15	1.26	0.02
2.5	7.50	24.26	1.10	10.96	0.49	0.01



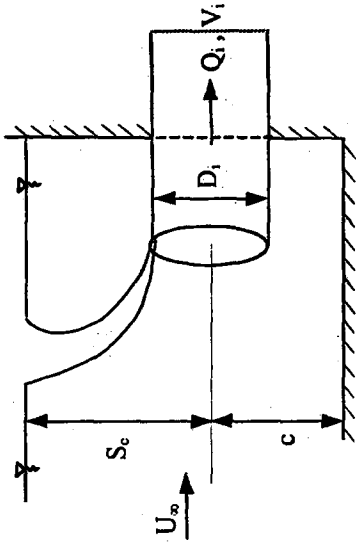
Çizelge E2.13. Dairesel kesitli su alma ağızı için deney verileri ($D_i = 5.32$ cm, $c = 18.62$ cm, $\ell = 0$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm)

$\frac{c}{D_i}$	$\frac{\ell}{D_i}$	Su Derinliği (cm)	Q_i (lt/sn)	S_o (cm)	V_i (m/sn)	U_o (m/sn)	V_i/U_o	S_o/D_i
3.50	0.00	27.29	5.20	8.67	2.34	0.04	61.38	1.63
3.50	0.00	26.87	4.90	8.25	2.20	0.04	60.44	1.55
3.50	0.00	26.54	4.60	7.92	2.07	0.03	59.70	1.49
3.50	0.00	25.51	4.15	6.89	1.87	0.03	57.38	1.30
3.50	0.00	24.60	3.45	5.98	1.55	0.03	55.33	1.12
3.50	0.00	23.58	2.65	4.96	1.19	0.02	53.04	0.93



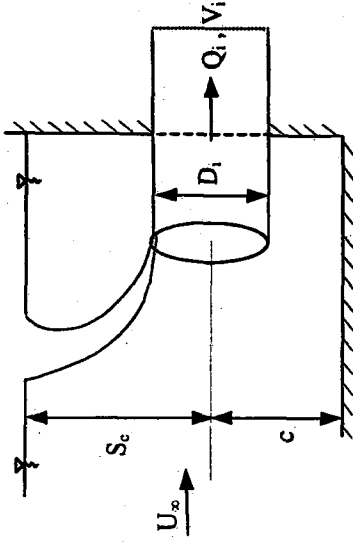
Çizelge E2.16. Dairesel kesitli su alma ağızı için deney verileri ($D_i = 5.32$ cm, $\ell = 39.90$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm)

$\frac{c}{D_i}$	$\frac{\ell}{D_i}$	Su Derinliği (cm)	Q_i (lt/sn)	S_e (cm)	V_i (m/sn)	U_∞ (m/sn)	V/U_∞	S_e/D_i
3.50	7.50	36.01	5.20	17.39	2.34	0.03	81.00	3.27
3.50	7.50	35.64	4.90	17.02	2.20	0.03	80.17	3.20
3.50	7.50	35.35	4.45	16.73	2.00	0.03	79.51	3.14
3.50	7.50	35.05	3.95	16.43	1.78	0.02	78.84	3.09
3.50	7.50	33.72	3.50	15.10	1.57	0.02	75.85	2.84
3.50	7.50	32.23	2.95	13.61	1.33	0.02	72.50	2.56
3.50	7.50	31.49	2.30	12.87	1.03	0.01	70.83	2.42



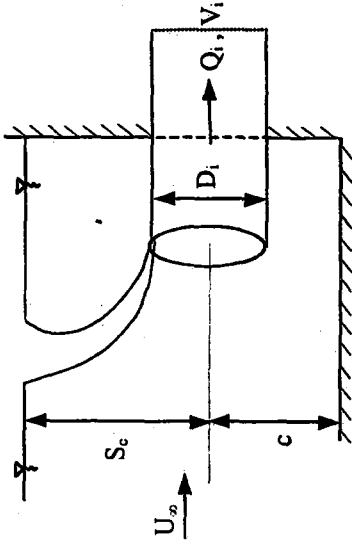
Çizelge E2.17. Dairesel kesitli su alma ağızı için deney verileri ($D_1 = 5.32$ cm, $c = 23.94$ cm, $\ell = 0$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm)

$\frac{c}{D_1}$	$\frac{\ell}{D_1}$	Su Derinliği (cm)	Q_i (lt/sn)	S_e (cm)	V_i (m/sn)	U_x (m/sn)	V_i/U_x	S_e/D_1
4.50	0.00	36.33	4.60	12.39	2.07	0.03	81.72	2.33
4.50	0.00	36.25	4.35	12.31	1.96	0.02	81.54	2.31
4.50	0.00	35.38	3.95	11.44	1.78	0.02	79.58	2.15
4.50	0.00	34.91	3.20	10.97	1.44	0.02	78.52	2.06
4.50	0.00	34.77	2.95	10.83	1.33	0.02	78.21	2.04
4.50	0.00	34.43	2.30	10.49	1.03	0.01	77.45	1.93



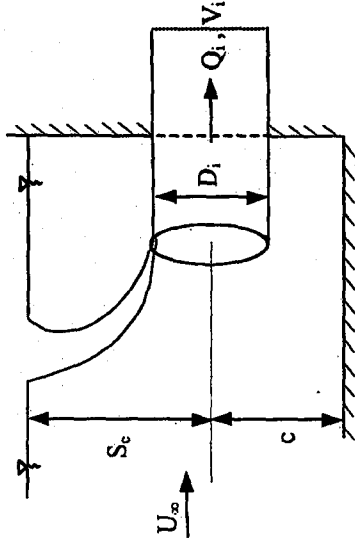
Çizelge E2.18. Dairesel kesitli su alma ağızı için deney verileri ($D_1 = 5.32$ cm, $c = 23.94$ cm, $\ell = 13.30$ cm, $b_1 = b_2 = 2.5$ cm)

$\frac{c}{D_1}$	$\frac{\ell}{D_1}$	Su Derinliği (cm)	Q_i (lt/sn)	S_c (cm)	V_i (m/sn)	U_∞ (m/sn)	V/U_∞	S/D_1
4.50	2.50	49.87	4.60	25.93	2.07	0.02	112.18	4.87
4.50	2.50	49.64	4.20	25.70	1.89	0.02	111.66	4.83
4.50	2.50	49.01	3.95	25.07	1.78	0.02	110.24	4.71
4.50	2.50	46.65	3.50	22.71	1.57	0.02	104.93	4.27
4.50	2.50	42.30	3.10	18.36	1.39	0.01	95.15	3.45
4.50	2.50	40.34	2.65	16.40	1.19	0.01	90.74	3.08
4.50	2.50	38.10	1.85	14.16	0.83	0.01	85.70	2.66



Çizelge E2.19. Dairesel kesitli su alma ağızı için deney verileri ($D_i = 5.32$ cm, $c = 23.94$ cm, $\ell = 26.60$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm)

$\frac{c}{D_i}$	$\frac{\ell}{D_i}$	Su Derinliği (cm)	Q_i (lt/sn)	S_e (cm)	V_i (m/sn)	U_∞ (m/sn)	V/U_∞	S_e/D_i
4.50	5.00	50.59	3.65	26.65	1.64	0.01	113.79	5.01
4.50	5.00	49.96	3.20	26.02	1.44	0.01	112.38	4.89
4.50	5.00	49.49	3.10	25.55	1.39	0.01	111.32	4.80
4.50	5.00	48.13	2.80	24.19	1.26	0.01	108.26	4.55
4.50	5.00	45.90	2.50	21.96	1.12	0.01	103.25	4.13
4.50	5.00	41.18	2.10	17.24	0.94	0.01	92.63	3.24
4.50	5.00	35.53	1.60	11.59	0.72	0.01	79.92	2.18



Çizelge E2.20. Dairesel kesitli su alma ağızı için deney verileri ($D_1 = 5.32$ cm, $c = 23.94$ cm, $\ell = 39.90$ cm, $b_1 = b_2 = 25$ cm)

$\frac{c}{D_1}$	$\frac{\ell}{D_1}$	Su Derinliği (cm)	Q_i (lt/sn)	S_c (cm)	V_i (m/sn)	U_∞ (m/sn)	V_i/U_∞	S_c/D_1
4.50	7.50	48.12	2.95	24.18	1.33	0.01	108.24	4.55
4.50	7.50	47.74	2.65	23.80	1.19	0.01	107.38	4.47
4.50	7.50	43.19	2.30	19.25	1.03	0.01	97.15	3.62
4.50	7.50	40.26	2.10	16.32	0.94	0.01	90.56	3.07
4.50	7.50	40.12	1.85	16.18	0.83	0.01	90.24	3.04
4.50	7.50	34.98	1.60	11.04	0.72	0.01	78.68	2.08

EK – 3

**ÖLÜSONDAN ÇIKAN DİKDÖRTGEN VE DAİRESEL KESİTLİ SU
ALMA AĞIZINA AİT DENEYSEL VE TEORİK NETİCELERİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Çizelge E3.1. Dikdörtgen kesitli su alma ağızı için deneysel ve teorik sonuçlar

Deney Neticeleri						Teorik Netice (Eş. 3.16-3.20 ve Eş. 5.1)	
b/a	$\frac{c}{\sqrt{A_i}}$	$\frac{\ell}{\sqrt{A_i}}$	Q_i (lt/sn)	$\frac{V_i}{U_\infty}$	$\frac{S_c}{\sqrt{A_i}}$	Açıklama	$\frac{S_c^*}{\sqrt{A_i}}$
1	3.13	4	7.8276	68.68	3.74	Çizelge E1.1	2.68
			7.2306	63.72	3.24		2.68
			6.563	62.50	3.12		3.30
			4.606	60.66	2.94		4.75
			3.648	58.88	2.76		5.92
1	3.13	2	8.1775	68.32	3.70	Çizelge E1.2	3.74
			7.8119	65.20	3.41		3.55
			7.2007	61.92	3.06		3.40
			6.6647	63.66	2.90		3.84
			6.004	59.30	2.8		3.43
1	3.13	0	8.7875	56.50	2.52	Çizelge E1.3	6.64
			8.1936	51.64	2.03		7.60
			7.3055	51.30	2.00		5.09
			6.890	50.58	1.93		5.33
			5.938	49.14	1.78		6.07
2	2.14	2.83	9.4781	32.88	2.51	Çizelge E1.4	1.54
			8.8890	32.66	2.48		1.54
			6.890	31.79	2.36		2.96
			4.765	30.53	2.18		4.41

Çizelge E3.1. Dikdörtgen kesitli su alma ağızı için deneysel ve teorik sonuçlar (devam)

Deney Neticeleri						Teorik Netice (Eş. 3.16-3.20 ve Eş. 5.1)	
b/a	$\frac{c}{\sqrt{A_i}}$	$\frac{\ell}{\sqrt{A_i}}$	Q_i (lt/sn)	$\frac{V_i}{U_\infty}$	$\frac{S_c}{\sqrt{A_i}}$	Açıklama	$\frac{S_c^*}{\sqrt{A_i}}$
2	2.14	1.41	9.4252	33.79	2.64	Çizelge E1.5	1.95
			8.4544	33.27	2.43		2.27
			7.5945	32.89	2.52		2.24
			6.804	32.48	2.46		2.21
			5.576	31.93	2.38		2.16
2	2.14	0	9.1460	28.37	1.88	Çizelge E1.6	4.10
			8.4873	27.49	1.75		4.29
			7.7963	27.18	1.708		4.38
			6.876	25.99	1.54		4.67
			5.023	24.49	1.33		5.15
0.5	2.23	2.83	8.1292	36.79	2.97	Çizelge E1.7	1.96
			7.3356	35.87	2.84		1.90
			6.619	35.38	2.77		1.90
			6.044	34.36	2.62		1.90
			5.023	33.78	2.54		1.90
0.5	2.23	1.41	8.2908	36.10	2.87	Çizelge E1.8	2.80
			7.6099	35.17	2.74		2.73
			6.619	34.87	2.70		2.70
			6.097	34.56	2.65		2.67
			5.155	33.50	2.50		2.58

Çizelge E3.1. Dikdörtgen kesitli su alma ağızı için deneysel ve teorik sonuçlar (devam)

Deney Neticeleri						Teorik Netice (Eş. 3.16-3.20 ve Eş. 5.1)	
b/a	$\frac{c}{\sqrt{A_i}}$	$\frac{\ell}{\sqrt{A_i}}$	Q_i (lt/sn)	$\frac{V_i}{U_\infty}$	$\frac{S_c}{\sqrt{A_i}}$	Açıklama	$\frac{S_c^*}{\sqrt{A_i}}$
0.5	2.23	0	8.9913	28.35	1.77	Çizelge E1.9	4.75
			8.3397	26.71	1.54		5.17
			7.4872	26.33	1.49		5.27
			6.847	25.99	1.44		5.39
			6.314	25.40	1.36		5.59
4	1.58	2	7.8276	18.055	2.05	Çizelge E1.10	0.71
			7.2156	17.745	1.99		0.58
			6.314	17.420	1.92		0.58
			5.551	17.205	1.88		0.58
			4.211	16.690	1.78		0.58
4	1.58	1	8.0811	18.110	2.06	Çizelge E1.11	1.23
			7.2156	17.520	1.94		1.16
			6.300	17.170	1.87		1.12
			5.500	16.74	1.79		1.07
			4.362	15.79	1.60		0.95
4	1.58	0	8.8551	15.330	1.51	Çizelge E1.12	2.23
			8.1775	14.925	1.43		2.32
			7.3356	14.68	1.38		2.39
			5.991	14.48	1.34		2.44
			4.987	14.26	1.29		2.52

Çizelge E3.1. Dikdörtgen kesitli su alma ağızı için deneysel ve teorik sonuçlar (devam)

Deney Neticeleri						Teorik Netice (Eş. 3.16-3.20 ve Eş. 5.1)	
b/a	$\frac{c}{\sqrt{A_i}}$	$\frac{\ell}{\sqrt{A_i}}$	Q_i (lt/sn)	$\frac{V_i}{U_\infty}$	$\frac{S_c}{\sqrt{A_i}}$	Açıklama	$\frac{S_c^*}{\sqrt{A_i}}$
0.25	1.58	2	8.7035	14.93	1.41	Çizelge E1.13	1.29
			8.1936	14.53	1.33		1.28
			7.5025	14.42	1.30		1.26
			6.493	14.12	1.24		1.25
			5.563	13.75	1.17		1.23
0.25	1.58	1	8.7035	16.25	1.67	Çizelge E1.14	1.75
			8.1292	15.88	1.60		1.71
			7.5945	15.68	1.56		1.70
			6.647	15.50	1.52		1.71
			5.538	15.09	1.44		1.72
0.25	1.58	0	8.4215	12.30	0.88	Çizelge E1.15	4.20
			8.1614	12.00	0.82		4.41
			7.2605	11.5	0.74		4.70
			6.563	11.32	0.68		5.05
			5.450	10.99	0.62		5.39

Çizelge E3.2. Dairesel kesitli su alma ağızı için deneysel ve teorik sonuçlar

Deney Neticeleri					Teorik Netice (Eş. 3.16-3.20 ve Eş. 5.1)	
c/D_i	ℓ/D_i	Q_i (lt/sn)	$\frac{V_i}{U_\infty}$	S_i/D_i	Açıklama	$\frac{S_c^*}{D_i}$
0.5	0	4.90	39.32	2.79	Çizelge E2.1	5.26
		4.55	36.84	2.58		5.08
		4.15	35.09	2.43		4.94
		3.50	25.08	1.60		4.01
		2.95	22.43	1.37		3.85
		2.30	19.05	1.09		3.51
0.5	2.5	4.90	46.76	3.41	Çizelge E2.2	3.65
		4.30	43.03	3.10		3.41
		4.15	41.97	3.01		3.34
		3.20	40.74	2.90		3.26
		2.65	39.57	2.81		3.19
		1.85	37.41	2.65		3.04
0.5	5	5.10	42.96	3.09	Çizelge E2.3	2.49
		4.60	41.03	2.93		2.49
		4.15	40.26	2.86		2.50
		3.70	39.34	2.79		2.49
		2.65	37.38	2.62		2.50
		1.85	34.44	2.38		2.49
0.5	7.5	5.20	54.21	4.03	Çizelge E2.4	2.49
		4.75	50.41	3.71		2.49
		4.15	48.63	3.56		2.50
		3.70	45.75	3.32		2.49
		3.20	44.51	3.22		2.49
		2.30	37.32	2.62		2.49

Çizelge E3.2. Dairesel kesitli su alma ağızı için deneysel ve teorik sonuçlar (devam)

Deney Neticeleri					Teorik Netice (Eş. 3.16-3.20 ve Eş. 5.1)	
c/D_i	ℓ/D_i	Q_i (lt/sn)	$\frac{V_i}{U_\infty}$	S_i/D_i	Açıklama	$\frac{S_c^*}{D_i}$
1.5	0	4.90	37.90	1.62	Çizelge E2.5	5.82
		4.60	36.78	1.52		5.63
		4.15	35.56	1.42		5.76
		3.70	35.43	1.41		5.78
		3.20	34.73	1.35		5.93
		2.65	32.55	1.17		6.46
1.5	2.5	4.60	54.52	3.06	Çizelge E2.6	2.91
		4.25	53.56	2.98		2.85
		3.65	52.29	2.89		2.77
		2.95	49.85	2.67		2.62
		2.30	45.64	2.31		2.50
1.5	5	5.00	51.17	2.78	Çizelge E2.7	2.49
		4.70	48.74	2.57		2.49
		4.15	47.96	2.51		2.49
		2.65	45.46	2.30		2.49
		1.85	44.49	2.22		2.49
1.5	7.5	5.00	53.11	2.94	Çizelge E2.8	2.49
		4.75	50.45	2.72		2.49
		4.35	49.49	2.64		2.49
		3.60	47.78	2.49		2.49
		2.80	45.28	2.28		2.50

Çizelge E3.2. Dairesel kesitli su alma ağızı için deneysel ve teorik sonuçlar (devam)

Deney Neticeleri					Teorik Netice (Eş. 3.16-3.20 ve Eş. 5.1)	
c/D_i	ℓ/D_i	Q_i (lt/sn)	$\frac{V_i}{U_\infty}$	S_j/D_i	Açıklama	$\frac{S_c^*}{D_i}$
2.5	0	4.90	48.65	1.57	Çizelge E2.9	6.92
		4.35	47.33	1.45		7.66
		3.95	45.37	1.29		8.29
		3.20	43.41	1.13		9.10
		2.30	40.71	0.90		10.80
2.5	2.5	4.65	67.19	3.11	Çizelge E2.10	2.80
		4.35	66.20	3.03		2.81
		3.95	63.95	2.84		2.70
		3.20	60.91	2.59		2.55
		2.65	58.24	2.37		2.57
2.5	5	4.90	63.99	2.85	Çizelge E2.11	2.49
		4.60	62.96	2.76		2.49
		4.75	62.31	2.71		2.49
		3.45	59.79	2.50		2.49
		2.95	57.02	2.27		2.64
		2.30	53.58	1.98		2.88
2.5	7.5	5.00	65.07	2.94	Çizelge E2.12	2.49
		4.75	62.42	2.72		2.49
		4.35	61.45	2.64		2.49
		3.60	59.74	2.49		2.50
		2.80	57.25	2.28		2.64
		1.10	54.57	2.06		2.81

Çizelge E3.2. Dairesel kesitli su alma ağızı için deneysel ve teorik sonuçlar (devam)

Deney Neticeleri					Teorik Netice (Eş. 3.16-3.20 ve Eş. 5.1)	
c/D_i	ℓ/D_i	Q_i (lt/sn)	$\frac{V_i}{U_\infty}$	S_j/D_i	Açıklama	$\frac{S_c^*}{D_i}$
3.5	0	5.20	61.38	1.63	Çizelge E2.13	8.91
		4.90	60.44	1.55		9.25
		4.60	59.70	1.49		9.52
		4.15	57.38	1.30		10.54
		3.45	55.33	1.12		11.85
		2.65	53.04	0.93		13.76
3.5	2.5	4.90	81.40	3.30	Çizelge E2.14	3.01
		4.60	80.91	3.26		3.01
		4.15	80.14	3.20		3.02
		3.60	76.14	2.89		3.03
		2.95	75.02	2.77		3.06
3.5	5	4.75	79.47	3.14	Çizelge E2.15	2.66
		4.35	79.09	3.11		2.68
		3.95	78.10	3.03		2.72
		3.45	76.75	2.91		2.80
		2.95	74.95	2.76		2.90
3.5	7.5	4.90	80.17	3.20	Çizelge E2.16	2.63
		4.45	79.51	3.14		2.68
		3.95	78.84	3.09		2.69
		3.50	75.85	2.84		2.84
		2.95	72.50	2.56		3.04

Çizelge E3.2. Dairesel kesitli su alma ağızı için deneysel ve teorik sonuçlar (devam)

Deney Neticeleri					Teorik Netice (Eş. 3.16-3.20 ve Eş. 5.1)	
c/D_i	ℓ/D_i	Q_i (lt/sn)	$\frac{V_i}{U_\infty}$	S_i/D_i	Açıklama	$\frac{S_c^*}{D_i}$
4.5	0	4.60	81.72	2.33	Çizelge E2.17	8.27
		4.35	81.54	2.31		8.33
		3.95	79.58	2.15		8.75
		3.20	78.52	2.06		9.03
		2.95	78.21	2.04		9.09
4.5	2.5	4.20	111.66	4.83	Çizelge E2.18	3.49
		3.95	110.24	4.71		3.44
		3.50	104.93	4.27		3.38
		3.10	95.15	3.45		3.50
		2.65	90.74	3.08		3.57
		1.85	85.70	2.66		3.65
4.5	5	3.20	112.38	4.89	Çizelge E2.19	2.49
		3.10	111.32	4.80		2.49
		2.80	108.26	4.55		2.49
		2.50	103.25	4.13		2.63
		2.10	92.63	3.24		3.07
4.5	7.5	2.65	107.38	4.47	Çizelge E2.20	2.50
		2.30	97.15	3.62		2.86
		2.10	90.56	3.07		3.19
		1.85	90.24	3.04		3.21
		1.60	78.68	2.08		4.23

ÖZGEÇMİŞ

1972 yılında Marmaris 'de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Ankara'da tamamladı. 1994 yılında Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. Halen Ankara'da mühendislik bürosu işletmektedir.



TC. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMENTASYON MERKEZİ