

Öğr. Adı ve Soyadı	Edanur AKTÜRK	Öğrenci No	211139202
Anabilim Dalı	İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ TEKNOLOJİLERİ	Bilim Dalı	Hidrolik
Tez Danışmanı	Prof. Dr. Fahri ÖZKAN		
Programı	<input type="checkbox"/> Yüksek Lisans <input checked="" type="checkbox"/> Doktora <input type="checkbox"/> Bütünleşik Doktora		
TEZ BAŞLIĞI	Dipsavak Enkesit Değişiminin Hava Giriş Verimi Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi		

### 1. TEZİN AMACI

Çalışmanın amacı en fazla 3-5 cümle ile ifade edilmeli, tanımlama bilgilerinden kaçınılmalıdır. Birden fazla amaç varsa maddeler halinde verilmelidir. **Lütfen bu sayfadaki alanları genişletmeyiniz ve sayfa sonundaki açıklamayı okuyunuz!**

Gerekli hallerde barajların tamamen boşaltılması, dolusavak kapasitesinin azaltılması, akarsu mansabına bırakılması gibi hallerde gerekli miktarda suyu tahliye etmek amacıyla baraj gövdesinin altında yapılan hidrolik yapılar olan dipsavaklar baraj güvenliği açısından son derece önemlidir. Çünkü dipsavak akımlarında kapak altında oluşan yüksek su hızı kavitasyon hasarlarına sebep olmaktadır. Bu hasarları minimize etmek için akıma bir miktar hava girişi sağlanmalıdır. Bu tez çalışmasında, dipsavaklarda; farklı enkesit şekilleri ve kapak tipleri dikkate alınarak hava giriş verimleri incelenecektir. Yapılacak deneysel çalışma ile en uygun dipsavak profili belirlenecektir.

### 2. ÇALIŞMA GEREKÇESİ

**Problem Tanımı:** Bilimsel/teknolojik problem 3-5 cümle ile ifade edilmelidir. Birden fazla problem var ise maddeler halinde verilmelidir.

**Hipotezler:** Problem(ler) için çözümü öngören hipotezler (veya varsayımlar) maddeler halinde ifade edilmelidir.

**Yapılabilirlik:** Hangi hipotezlerin hangi imkanlarla nasıl test edilebileceğinin, çalışmanın yapılabilirliğini gösterecek ikna edici açıklamaların verilmesi beklenmektedir. Motivasyon artırıcı 1-2 literatürden de kısaca bahsedilebilir.

**PROBLEM TANIMI** (...elde etmek zordur/..maliyetlidir/..daha önce yapılmamıştır/..gözlenmemiştir/literatürde bulunmamaktadır/ gibi cümlelerle problem tanımı yapılmalıdır)

Dipsavaklar, yüksek hızlı hava-su karışımı içeren yapılarıdır. Kapaklı bir dipsavakta yüksek hızlı bir akım kapak altından geçerken çok miktarda hava, akım içerisine girer. Eğer akım içerisine hava girişi sağlanamazsa kapak mansabında basınç düşmesi sonucu kavitasyon meydana gelir. Genellikle, akıma yeterli miktarda hava girişi sağlamak amacıyla, kapak mansabına bir havalandırma bacası yerleştirilir. Bu çalışmada, dipsavaklarda en uygun enkesit şekli ve kapak tipi deneysel olarak incelenecektir.

#### HİPOTEZLER (veya VARSAYIMLAR)

- En uygun dipsavak sistemini belirlemek.
- Dipsavak enkesit şekli, kapak tipi, batıklık yüksekliği, kapak açıklık oranı, dipsavak uzunluğu ve debi gibi parametrelerin hava giriş verimi üzerine etkisi üzerine katkı sağlamak.

#### YAPILABİLİRLİK (MOTİVASYON)

Literatürde farklı enkesit şekilleri ve kapak tipleri dikkate alınarak dipsavaklarda hava giriş verimini inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Dipsavaklarda hava giriş oranları test edilerek bundan sonraki bilimsel ve uygulama alanlarına ışık tutulacaktır. Özellikle barajlar gibi gerçek ortamlarda mansap basıncı için güvenli seviyelerde tutulması için de çalışma rehberlik edecektir. Böylece geliştirilen iki fazlı akım sisteminin hangi parametrelerle nasıl ve ne oranda değiştiği tespit edilecektir.

#### ÖNEMLİ AÇIKLAMA!

Bu sayfa, Tez sonuçlandırıldığında, savunma sınavını yapacak olan jüri üyelerine gönderilerek Tez çalışmasının hangi oranda başarıya ulaştığının, eksiklerinin ve değişikliklerinin değerlendirilmesi istenecektir. Bu nedenle, gerçekçi bilgilerin verilmesi ve anlaşılır cümleler kurulması doğru yargılara ulaşılabilmesi için son derece önemlidir. Titizlik gerektiren bu sayfanın kontrol edilmesinde ve sadece **1 (bir) sayfa ile sınırlandırılmasında yüksek lisans için birinci dereceden Danışman, doktora için Tez İzleme komitesi sorumludur.**

### 3. KONU ve KAPSAM

**Konu Detayı:** Çalışılacak konu hakkında detaylı bilgi verilmelidir. Konunun önemi vurgulanmalı, günümüz ve gelecek açısından değerlendirilmeli, temel kavramlar, modeller, teoriler ifade edilmeli.

**Literatür Özeti:** Konu ile ilgili klasik ve güncel kaynaklardan nasıl yararlanıldığı belirtilmeli ve bunların kısa özetlerine yer verilmelidir. Özetler yapılırken ilgili kaynaktan problemin nasıl ele alındığı, çözüm önerileri, yöntemi ve bulguları dikkate alınır.

**Alanı gerektiği kadar genişletebilirsiniz.**

#### KONU DETAYI

Gerekli hallerde barajı tamamen boşaltmak, dolusavak kapasitesini azaltmak, akarsu mansabına bırakılması gerekli miktarda suyu vermek amacıyla baraj gövdesinin altında yapılan hidrolik yapılara dipsavak denir. Baraj dipsavaklarında yüksek akım hızlarının hidrodinamik etkileri nedeniyle kavitasyon hasarları meydana gelir. Dipsavakta oluşan bu yüksek akım hızlarının etkisiyle dipsavak yüzeyindeki basınç değerleri suyun buhar basıncının altına düşer. Dipsavak boyunca bazı noktalarda bu değerlere ulaşıldığında yüzey üzerinde kavitasyon hasarlarını oluşturabilecek hidrodinamik kuvvetler meydana gelir.

Kavitasyon hasarlarını önleyebilmek için akıma hava girişini sağlayacak sistemlerin kurulması gereklidir. Kapaklı dipsavaklar, kapak mekanizması ve kapak mansabında yer alan havalandırma bacası ile akıma hava girişi sağlayabilen bir sistemdir. Kapaklı dipsavaklarda su, kapağın altından hızlı bir şekilde geçerken kapağın mansabında atmosfer basıncından daha düşük bir basıncın oluşmasına neden olur. Bu düşük basınç nedeniyle kapağın hemen mansabında açılan havalandırma bacasından dipsavak içerisine hava girişi olur (Şekil 1) ve kabarcıklar halinde suya karışır. Suya karışan hava:

- Kavitasyon hasarlarını azaltmak,
- Titreşim etkisini azaltmak,
- Akımdaki salınımları azaltarak akımı daha kararlı hale getirmek

suretiyle dipsavak güvenliği bakımından önemli katkı sağlarlar.

Bu tez çalışması kapsamında, dipsavaklarda kapak altı akımlarındaki hız ve debi değerlerini ve buna bağlı olarak hava giriş oranlarını birbirleriyle kıyaslayabilmek için aynı kesit alanına sahip farklı boru şekilleri kullanılacaktır. Kapak şekilleri değiştirilmek suretiyle de kapak altı akımı ve kesit farklılığına bağlı olarak oluşan hidrolik sıçrama mekanizmaları ve bunların hava giriş verimine etkileri araştırılacaktır. Ayrıca bütün bu kesit ve kapak şekli değişiklikleri için dipsavak boy uzunlukları, dipsavak çıkışındaki batıklık miktarları ve debi değerleri değiştirilmek suretiyle yapılacak deneysel ölçümlerde en uygun parametreler belirlenecektir.

#### LİTERATÜR ÖZETİ

Hohermuth [1] 2017 yılında yapmış olduğu çalışmada, dipsavakların, yüksek düşümlü barajların rezervuar su seviyesini kontrol etmek için temel güvenlik elemanları olduğunu ve dipsavak kapağının mansap yönündeki yüksek hızlı serbest yüzeyli akışının önemli miktarda hava sürüklenmesine ve hava taşınmasına yol açtığını ifade etmiştir. Dipsavakta negatif basınçları önlemek ve dolayısıyla kapak titreşimleri, kavitasyon ve akış tıkanması sorunlarını önlemek için, bir havalandırma bacası aracılığıyla yeterli miktarda hava girişinin sağlanması gerektiğini ifade etmişlerdir. Dipsavakların hava giriş verimlerini tahmin etmeye yönelik mevcut yaklaşımlar büyük bir dağılım göstermektedir ve serbest yüzeyden tam basınçlı akışa geçişe ilişkin bilgi hala çok sınırlıdır. Sonuç olarak, hâlihazırda mevcut tasarım kuralları tutarlı bir tasarıma izin vermemektedir. Bu çalışmada sistematik bir fiziksel model araştırması yoluyla mevcut tasarım kılavuzlarının geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Hohermuth vd. [2] 2018 yılında yapmış olduğu çalışmada, dipsavakların yüksek düşümlü barajlar için önemli bir güvenlik yapısı olduğunu vurgulanmıştır. Dipsavakların temel amacı, su baskını, barajın yapısal hasar görmesi veya bakım çalışmaları durumunda rezervuar su seviyesinin düzenlenmesi ve gerekirse hızlı bir şekilde düşürülmesi olarak ifade edilmiştir. Ek amaçları arasında fazla akışın serbest bırakılmasında dolusavaklara yardımcı olmak, taşkınını yönlendirilmesi veya çökeltilerin yıkanması yer alır. Özellikle yüksek barajlarda, kapaklardaki büyük enerji yükü dipsavak tüneline yaklaşık 50 m/s'ye varan yüksek hızlı serbest yüzey akışına yol açar. Bu büyük akış hızları ve yüksek türbülans seviyeleri, önemli miktarda hava sürüklenmesine ve hava taşınmasına yol açarak dipsavaklarda negatif basınçlara neden olur. Bu negatif basıncın olumsuz etkileri havalandırma bacası yoluyla yeterli hava girişi sağlanarak azaltılabilir. Aşırı negatif basınçları önlemek için gerekli hava girişine yönelik mevcut tasarım denklemleri, ölçekli model testlerine ve prototip ölçümlerine dayanmaktadır. Bu denklemlerin çoğu hava talebini  $\beta$  vena kkntractadaki Froude sayısının bir fonksiyonu olarak ifade eder. Ancak ölçülen ve tahmin edilen  $\beta$  değerleri büyük bir dağılım göstermektedir. Dağılımın bir kısmı farklı akış düzenleriyle açıklanabilir. Geriye kalan dağılım, tasarım denklemindeki havalandırma kaybı katsayısı  $\zeta$  veya tünel uzunluğu  $L$  gibi önemli parametrelerin ihmal edilmesiyle açıklanabilir. Bu çalışma, bu parametrelerin etkisini model testleri ile araştırmayı amaçlamaktadır.

Hohermuth vd. [3] 2020 yılında yaptıkları çalışmada, dipsavaklarda hava giriş verimini araştırmak için literatürde yapılan birçok deneysel çalışmanın özetini vermiştir. Yapmış oldukları çalışmada ise; bir havalandırma bacası yoluyla yeterli hava girişinin sağlanması halinde, negatif basıncın dipsavaklarda neden olacağı sorunları (kavitasyon, titreşim ve kabarcıklı akım) azaltabileceğini ancak gerekli hava giriş oranlarını tahmin etmeye yönelik mevcut yöntemlerin, düşük kotlardaki debi çıkışları için (dipsavaklar) hava menfezlerinin tasarımını etkileyen tüm faktörleri içermediğini vurgulamışlardır. Bu nedenle, havalandırma süreçlerinin genel anlaşılmasını geliştirmek, hava giriş verimlerini etkileyen parametreleri belirlemek ve yeni bir hava giriş verimi tasarım denklemi formüle etmek amacıyla 20,6 m uzunluğunda hidrolik ölçekli bir modelde 30 m'lik hidrolik yük altında testler yapılmıştır. Bu çalışmalarda hava giriş veriminin hidrolik ve geometrik parametrelere göre değiştiğini belirlemişlerdir. Farklı akım tipleri altında hava giriş verimlerini belirlemek için bazı

formüller geliştirmiştir. Bu formüllerden bazıları Hohermuth vd. [3]'ün çalışmasında aşağıda verilen Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1. Düşük seviyeli çıkışlar için mevcut hava talebi tasarım denklemlerine genel bakış [3]

Yazarlar	Denklemler
Kalinske and Robertson (1943)	$\beta = 0.0066(F_o - 1)^{1.4}$
Campbell and Guyton (1953)	$\beta = 0.04(F_c - 1)^{0.85}$
Wunderlich (1963)	$\beta = r \left( \frac{A_t}{A_c} - 1 \right), r = \left( \frac{A_c}{A_t} \right)^2$
USACE (1964)	$\beta = 0.03(F_c - 1)^{1.06}$
Levin (1965)	$\beta = K(F_c - 1), K = 0.025 - 0.12$
Wisner (1967)	$\beta = 0.033(F_c - 1)^{1.4}$ $\beta = 0.024(F_c - 1)^{1.4}$ $\beta = 0.014(F_c - 1)^{1.4}$ $\beta = 0.04(F_c - 1)^{0.85}$
Lynse and Guttormsen (1971)	$\beta = 1.2 \left( \frac{A_t}{A_c} \right)^{0.2} - 1$
Sharma (1973)	$\beta = 0.2F_c$ $\beta = 0.09F_c$ $\beta = 0.0066(F_c - 1)^{0.85}$
Rabben (1984)	$\beta = (A^*)F_c, A^* = \frac{A_v}{A_t(\zeta + 1)^{0.5}}$ $\beta = 0.94(A^*)^{0.9}F_c^{0.62}$ $\beta = 0.019(A^*)^{0.099}F_c^{0.969}$
Speerli (1999)	$Q_{a,o} = 0.022H_E \left( \frac{L_t}{h_t} \right)^{0.167} \left( \frac{a}{a_{max}} \right)^{0.5} (gW_t^3)^{0.5} \zeta^{-0.43}$

Yang vd. [4] 2020 yılında yaptıkları çalışmada, dipsavakta sürüklenen havanın kanalda hava ceplerinin oluşmasına ve su ve havanın basınçlı bir şekilde kesintili fışkırması olayına neden olduğunu ifade etmişlerdir. Söz konusu dipsavak, bir kapak, kapak şaftı, yatay boru ve çıkışı içermektedir. Çalışmalar, kuyruk suyunda meydana gelen akış dalgalanmalarından ve patlamalardan sorunlar yaşandığını ve bunun da kapı operasyon kısıtlamalarına yol açtığını gösteriyor. Hidrolik olayı anlamak amacıyla hem prototip deşarj testleri hem de iki fazlı akışların üç boyutlu hesaplamalı akışkanlar dinamiği (CFD) modellemesi yapılmıştır. Tesisin operasyonel odağı küçük ve büyük kapak açıklıklarıdır. CFD sonuçları, kapı şaftına hava sürüklendiğinde, kanaldaki hava kabarcıklarının sürekli parçalanması ve birleşmesinin akışı temsil ettiğini ortaya koymaktadır.

Aydin vd. [5] 2021 yılında yaptıkları çalışmada, yüksek başlıklı radyal kapılı borularda boru kesit geometrisinin hava giriş verimi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Sonuçlar, boru kesit geometrisinin özellikle küçük kapak açılma oranlarında hava giriş verimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermiş ve hava giriş veriminin tahmin edilmesini sağlayacak tasarım denklemleri sunulmuştur.

Baylar vd. [6] 2022 yılında yaptıkları çalışmada, konduit kesit geometrisinin hava giriş verimi ve oksijen transfer verimliliğinde önemli bir rol oynadığına dikkat çekmişlerdir. Bu çalışmanın amacı da yüksek basınçlı kapaklı konduitlerde kesit geometrisinin hava giriş verimi üzerindeki etkisini araştırmaktır. Çalışma iki bölümden oluşmakta olup ilk bölümünde, yüksek basınçlı kapaklı konduit kesit geometrisinin hava giriş verimindeki rolü araştırılmıştır. İkinci bölümde, yüksek basınçlı kapaklı konduit kesit geometrisinin oksijen transfer verimliliğindeki rolü araştırılmıştır.

Aydin vd. [7] 2022 yılında yaptıkları çalışmada, basınçlı bir sulama sistemine sıvı gübre veya kimyasal madde enjekte etmek için kapaklı bir boru kullanılabileceklerini ifade etmişlerdir. Kapak kısmen açıldığında, bir vakum sıvıyı emme borusundan kanalın içine çeker. Kapaklı boruların sıvı emme oranının araştırılması amacıyla deneysel bir çalışma yapılmıştır. Sıvının yoğunluğu ve viskozitesi, sıvı-enjeksiyon oranını etkileyen en önemli parametrelerdir. Bu oran Froude sayısının artmasıyla artmıştır. Kapak açılma oranı arttıkça ve boru uzunluğu arttıkça azalmıştır. Akışkan enjeksiyon oranının tahmin edilebilmesi için Froude sayısı ve akışkanın yoğunluğu ve viskozitesine ilişkin bir tasarım formülü sunulmuştur.

Li vd. [8] 2022 yılında yaptıkları çalışmada, çeşitli batık çıkış derinliklerine sahip kapalı bir borudaki hidrolik sıçramanın akış rejimlerini ve hava giriş verimlerini belirlemek için fiziksel deneyler yapmışlardır. Batık çıkışlı akış rejimleri, çıkış derinliğine dayalı önceki çalışmaların [9] ardından tanımlanmıştır. Hidrolik sıçramayı basınçlı boru akışı izlerse, sıçrama tamamen gelişene kadar çıkış derinliği arttıkça hava giriş veriminin azalacağını gözlemlemişlerdir. Kısmen batık akımlarda hidrolik sıçrama için gerekli hava giriş veriminin önemli ölçüde azalıp %1'in altına düşeceği ifade edilmiştir. Britanya Kolombiya'sındaki Hugh Keenleyside Barajı'nda yapılan hava giriş verimlerine ait saha ölçümleri, kısmen batık akımlardaki hidrolik sıçramaya yönelik deneysel ölçümlerle tutarlı olduğu ifade edilmiştir. Hidrolik sıçramanın membassındaki hava boşluğunun dinamikleri incelenmiştir. Hava girişi, havalandırma borusunun tepesine yerleştirilen çeşitli boyutlardaki nozullar tarafından kısıtlandığında, kapalı kanaldaki hava basıncının azaldığı ve hidrolik sıçramanın membaya doğru itildiği görülmüştür. Hava menfezindeki enerji kaybı katsayısı da ayrıca incelenmiştir.

Kabiri-Samani vd. [10] 2023 yılında, boru girişindeki girdaplardan doğal hava emilmesi sonucu, şaft dolusavaklarının dipsavaklarındaki iki fazlı hava-su akışının hidrolik özellikleri üzerine model deneyleri yapmışlardır. Deneyler, 2 m çapında ve 1 m yüksekliğinde silindirik bir rezervuarda, giriş çevresinde dönen bir akış altında gerçekleştirilmiş ve en şiddetli iki fazlı akış rejimleri araştırılmıştır. Rezervuarın zeminine merkezinden bağlanan üç farklı dikey boru girişi, farklı girdap tipleri oluşturarak farklı akış deşarjları için incelenmiştir. Sonuçlar, girdaplı akış türünün değişmesiyle boşluk oranının azaldığını göstermiştir. Dipsavaktaki iki fazlı akışın hidrolik özellikleri ve rejimleri ile girişlerdeki girdap türleri arasındaki bağıntıların, basınçlı sistemlerin verimliliğini ve güvenliğini artırmak için hem de bilimsel araştırmalar ve tasarım mühendisleri için faydalı olacağı ifade edilmiştir.

#### KAYNAKLAR

#### (EN AZ 10 ADET KAYNAK KULLANILMALIDIR )

(F. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzuna uygun şekilde yazılmalıdır. **Son 5 yıl içindeki literatür taranmış olmalıdır.** Kaynakların tamamına tez yazım kılavuzuna uygun şekilde **sadece numaralı sistem kullanılarak** Konu Detayı ve Literatür Özeti bölümlerinde mutlaka atıf verilmelidir)

- [1] Hohermuth, B. (2017). Air demand of high-head bottom outlets, Proceedings of the 37th IAHR World Congress, August 13 – 18, 2017, Kuala Lumpur, Malaysia.
- [2] Hohermuth, B., Schmocker, L., and Boes, R.M. (2018). Air demand of bottom outlets: insights from scale model tests and prototype measurements, Commission Internationale Des Grands Barrages, Conference paper, doi:10.3929/ethz-b-000309903.
- [3] Hohermuth, B., Schmocker, L., and Boes, R.M. (2020). Air demand of low-level outlets for large dams, J. Hydraul. Eng. 146(8), 04020055. doi:10.1061/(ASCE)HY.1943-7900.000177.
- [4] Yang, J., Teng, P., Nan, J., Li, S., and Ansell, A. (2020). Assessment and prediction of air entrainment and Geyser formation in a bottom outlet: field observations and CFD simulation, Fluids, 5, 203, doi:10.3390/fluids5040203.
- [5] Aydin, A.B., Baylar, A., Ozkan, F., Tuna, M.C. and Ozturk, M. (2021). Influence of cross-section geometry on air demand ratio in high-head conduits with a radial gate, Water Supply, 21(8): 4086-4097.
- [6] Baylar, A., Ozkan, F., Yildirim, C.B., Aydin, A.B., Tuna, M.C. and Ozturk, M. (2022). The role of cross-sectional geometry of high-head gated conduit in oxygen transfer efficiency, Water and Environment Journal, 36(3):372-379.
- [7] Aydin, A.B., Tuna, M.C., Baylar, A. (2022). Application of gated conduits for fertigation in irrigation systems, Water Practice and Technology, 17(7):1515-1522.
- [8] Li, P., Zhu, D.Z., Asce, M., Xu, T., and Zhang, J. (2022). Air demand of a hydraulic jump in a closed conduit, J. Hydraul. Eng., 148(2): 04021058, doi: 10.1061/(ASCE)HY.1943-7900.0001963.
- [9] Li, P., Y. Ma, and D. Z. Zhu. (2020). Mass transfer of gas bubbles rising in stagnant water, J. Environ. Eng. 146 (8): 04020084, doi:10.1061/(ASCE)EE.1943-7870.0001760.
- [10] Kabiri-Samani, A., Khozani, Z.S., and Jafarinasab, N. (2023). Relationship between two-phase flow in bottom outlet and air-core vortices at intake, Water Management, paper 2100055, doi: 10.1680/jwama.21.00055.

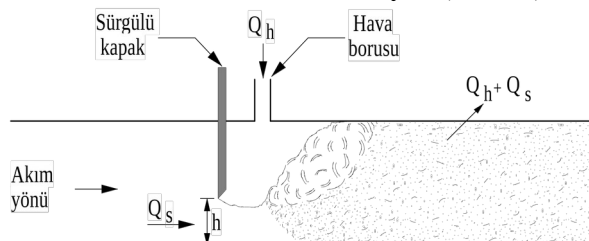
#### 4. YÖNTEM

Yukarıdaki Hipotezleri doğrulayabilecek nitelikte veriler/sonuçlar üretmeyi hedefleyen Deneysel/teorik/Simülasyon gibi, Tezin amaçlarına ulaşmayı sağlayacak yöntem(ler) verilmeli diğer yöntemlere yer verilmemelidir. Ölçülecek, hesaplanacak, belirlenecek niceliklerin veya yapılacakların kısa açıklaması beklenmektedir. Sonuçlara uygulanacak analiz teknikleri ve sonuçların Tezde nasıl sunulacağı bilgisine yer verilmelidir. Bilgiler olabildiğince İş Paketleri planına uygun olarak verilmelidir.

**Alanı gerektiği kadar genişletebilirsiniz.**

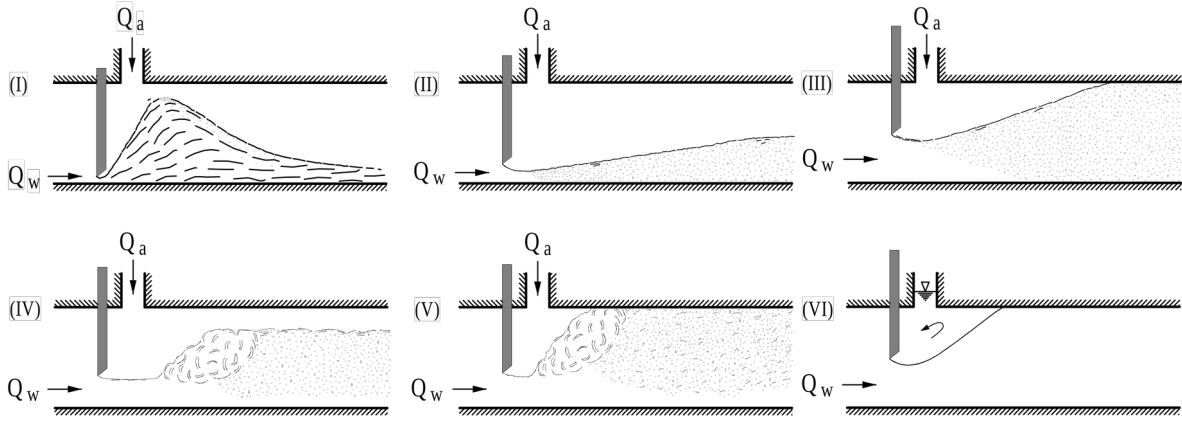
Bu tez çalışmasında, dipsavaklarda farklı enkesit şekilleri, farklı kapak tipleri, farklı batıklık durumları, farklı kapak açıklıkları, farklı dipsavak uzunlukları ve farklı debi değerleri dikkate alınarak hava giriş verimleri incelenecektir.

Dipsavaklar, yüksek hızlı hava-su karışımı içeren yapılardır. Kapaklı bir dipsavakta yüksek hızlı bir akım kapak altından geçerken çok miktarda hava, akım içerisine girer. Eğer akım içerisine hava girişi sağlanamazsa kapak mansabında basınç düşmesi sonucu kavitasyon meydana gelir. Genellikle, akıma yeterli miktarda hava girişi sağlamak amacıyla, kapak mansabına bir havalandırma bacası yerleştirilir (Şekil 1).



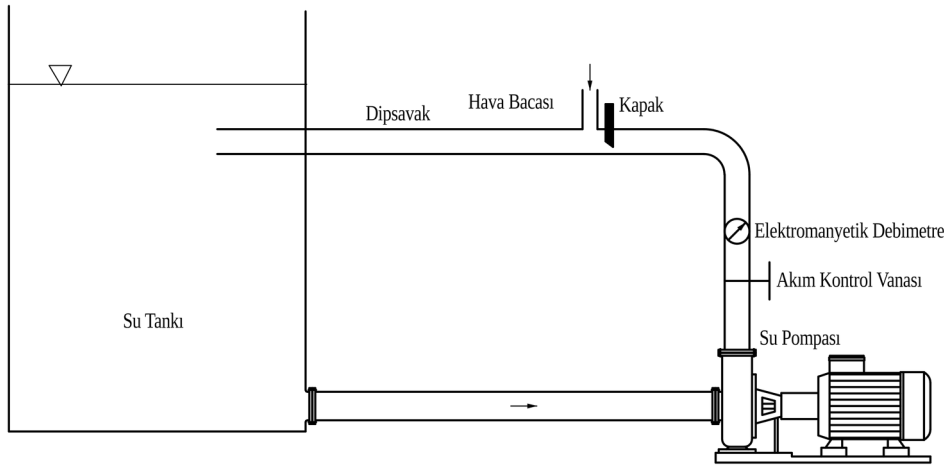
### Şekil 1. Dipsavaklarda iki fazlı akım

Dipsavaklarda, kapağın kısmi olarak açılmasıyla oluşan yüksek hızdan dolayı, kapak mansabındaki hava bacasından vakumlanan hava dipsavak içerisinde iki fazlı akımın oluşmasına neden olur. Şekil 2’de dipsavaklarda oluşabilecek akım tipleri görülmektedir.



Şekil 2. Dipsavaklarda oluşabilecek akım tiplerinin sınıflandırılması: I) sprey akım (püskürme şeklinde); II) serbest yüzeyli akım; III) köpüklü akım; IV) hidrolik sıçrama-1; V) hidrolik sıçrama-2; VI) sadece su akımı.

Deneyler, Elazığ Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi ve Teknoloji Fakültesi Hidrolik Laboratuvarlarının fiziki imkânları kullanılarak tasarımı yapılan deney düzeneği üzerinden ölçümler alınarak yapılacaktır. Hava giriş hızını ölçmek için kullanılan deney düzeneği Şekil 3’de gösterilmektedir. Tanktaki su, yüksek basınçlı bir pompa ile boruya iletilmektedir. Akış hızı, akış kontrol vanası kullanılarak ayarlanmaktadır. Akış hızlarını ölçmek için kalibre edilmiş bir elektromanyetik akış ölçer kullanılmaktadır. Kesit geometrisinin hava giriş verimi üzerindeki etkisini araştırmak için farklı boru enkesitleri kullanılacaktır.



Şekil 3. Deney düzeneği

Froude sayısı kapak altındaki su derinliğine göre hesaplanacaktır.

$$Fr = V / \sqrt{g h_e} \quad (1)$$

burada V kapak altındaki su hızı, g yerçekimi ivmesi,  $h_e$  ise efektif derinliktir (su kesitsel akış alanının su yüzeyi genişliğine oranı). Literatürde Froude sayısı sıklıkla vena kontrakta bölgesi temel alınarak hesaplanmıştır. Yüksek basınçlı kapaklı dipsavaklar yüksek hızlı hava-su karışımı içerdiğinden, bu çalışmada Froude sayısı, vena kontrakta bölümünde akış derinliklerini ve hızlarını belirleme problemini ortadan kaldırmak için kapak altındaki derinliğe dayandırılacaktır.

## 5. ÖZGÜN DEĞER

Problemin daha önce diğer araştırmacılar tarafından ortaya konup konmadığı, hipotezlerin özgün olup olmadıkları, Tez çalışmasında



kullanılacak yöntemin yeni olup olmadığı, elde edilecek sonuçların bilime/teknolojiye katkısının ne olacağı belirtilmelidir.

Dipsavakların; farklı enkesit şekilleri, kapak tipleri, batıklık yükseklikleri, kapak daralmaları, boy uzunlukları ve debi değerleri dikkate alınarak hava giriş verimlerinin incelenmesine literatür çalışmalarında rastlanmamıştır. Dolayısıyla batık akım şartlarında dipsavaklardaki hava giriş verimlerini etkileyen parametreler derinlemesine araştırılarak daha sonraki tasarımlara ışık tutulacaktır.

## 6. YAYGIN ETKİ

Tez çalışmasıyla elde edilecek sonuçlardan kimlerin nasıl faydalanabileceği ulusal veya uluslararası ekonomiye (patent, faydalı model, ürün), toplumsal refaha bilimsel değerlere ve birikime (yayın, proje, politika, yeni metot) nasıl bir katkı sağlayabileceği ile ilgili açıklama yapılması beklenmektedir.

Dipsavaklarda kapak mansabında oluşan yüksek su hızının basınç düşmesine ve bu düşük basıncında büyük kavitasyon hasarlarına neden olduğu bilinmektedir. Su akımı içerisine hava girişi sağlanarak basınç farkı azaltılır böylece yapı bu hasarlardan korunur. Batık akım şartlarında dolu kesit akımlarda havalandırma işlemi önceden belirlenemeyen bir dizi parametreye oldukça duyarlı olduğu için bu tezde yapılacak deneysel çalışmalarda dipsavaklarda hava giriş verimine etki eden parametreler belirlenecektir. Bu sayede geliştirilmiş bir denklem geliştirme imkânları doğabilecektir. Literatürde uzun vadeli deney sonuçları, akış yapılandırılmalarının düzenli olmayan davranış eğilimi gösterdiği şeklindedir. Bu çalışma sayesinde gerçek ortam sayılabilecek batık ortamlardaki su akışlarına ait hava giriş performanslarının iyileştirilmesi hedeflenmiştir.

## 7. KURUM DIŞINA BAĞIMLILIK

Kurum dışından ihtiyaç duyulacak araç, gereç, laboratuvar, bilirkişi ve veriler hakkında kısa bilgilerin verilmesi beklenmektedir.

Kurum dışına bağımlılık yoktur.

## 8. ÇALIŞMA TAKVİMİ

Tez çalışmasının aşamaları iş paketleri halinde düzenlenip her iş parçasının tahminen kaçınıcı aylarda tamamlanacağı tabloda belirtilmelidir. İş paketleri; kaynak araştırması, veri toplama, uygulama, değerlendirme ve Tez yazımı gibi organize edilebilir. Tablo satırları gerektiği kadar artırılabilir. Süreler üst üste örtüşebilir. Yüksek Lisans (12-16 Ay) ve Doktora (24 Ay) için gereği gibi zamanlama yapılması tavsiye edilir.

NO	İŞ PAKETLERİ	ZAMANLAMA (Aylar)
1	Batık ortamlardaki dipsavaklarda hava giriş oranlarının incelenmesi ile ilgili literatür taraması	1 – 3
2	Deney düzeneğinin kurulması	4 – 6

3	Kurulan deney düzeneğinden verilerin alınması ve değerlendirme yapılması	7-13
4	Farklı batıklık yükseklikleri, farklı dipsavak en kesit şekilleri, farklı kapak tipleri, farklı kapak daralmaları, farklı dipsavak uzunlukları ve farklı debi değerleri dikkate alınarak hava giriş verimlerinin analiz edilmesi	14-18
5	Deneylerin doğruluğunun değerlendirilmesi	19-20
6	Tez yazımı ve kontroller	21-24
7		
8		

### 9. ENSTİTÜ İSTATİSTİK AMAÇLI SORULARI

Danışman Tarafından Doldurulacaktır!

1. Öğrenci bir iş yerinde çalışıyor mu?	<input type="checkbox"/> Evet	<input checked="" type="checkbox"/> Hayır
2. Öğrencinin Tez çalışması süresince muhtemel ikamet ili	<input checked="" type="checkbox"/> Elazığ	<input type="checkbox"/> Elazığ dışında
3. Çalışmalar için Laboratuvar imkanı yeterli mi?	<input checked="" type="checkbox"/> Evet (%...50....)	<input type="checkbox"/> Hayır
4. Çalışmalar için il dışına seyahat düşünülüyor mu?	<input checked="" type="checkbox"/> Evet	<input type="checkbox"/> Hayır
5. Üniversite dışından destek (iş birliği) alınacak mı?	<input type="checkbox"/> Evet (% ...)	<input checked="" type="checkbox"/> Hayır
6. Proje başvurusu düşünülüyor mu?	<input checked="" type="checkbox"/> Evet	<input type="checkbox"/> Hayır
7. Tez başlığı (Türkçe ve İngilizce) internet ortamında tarandı mı?	<input checked="" type="checkbox"/> Evet	<input type="checkbox"/> Hayır
8. Ticari bir ürün çıkması muhtemel mi?	<input type="checkbox"/> Evet	<input checked="" type="checkbox"/> Hayır
9. Patent alınması muhtemel mi?	<input type="checkbox"/> Evet	<input checked="" type="checkbox"/> Hayır
10. Öğrenciye ait girişimcilik (KOSGEB) sertifikası var mı?	<input checked="" type="checkbox"/> Evet	<input type="checkbox"/> Hayır
11. Tez konusuna dış paydaş katkısı var mı?	<input type="checkbox"/> Evet	<input checked="" type="checkbox"/> Hayır
12. Tez Çalışması disiplinler arası nitelikte mi?	<input checked="" type="checkbox"/> Evet (%50)	<input type="checkbox"/> Hayır
13. İkinci Danışman ataması düşünülüyor mu?	<input checked="" type="checkbox"/> Evet (%.50....)	<input type="checkbox"/> Hayır
14. Öğrencinin Tez çalışması için laboratuvar bilgi düzeyi nedir?	<input type="checkbox"/> Kötü <input type="checkbox"/> Orta <input checked="" type="checkbox"/> İyi	<input type="checkbox"/> Gerekmiyor
15. Destekleyen Kurum veya kuruluş var mı? Lütfen belirtiniz : .....	Belge: <input type="checkbox"/> VAR	<input checked="" type="checkbox"/> YOK
16. Çalışma alanı hangi sektörü ilgilendiriyor? Lütfen belirtiniz: Su Kaynakları, Su Yapıları		

**NOT: “Çalışma Takvimi” ve “Enstitü İstatistik Amaçlı Soruları” Tabloları bölünmeden aynı sayfa içinde bulunmalıdır**

### 10. AKADEMİK ÇALIŞMA BEYANNAMESİ

**Öğrenci olarak** imzaladığım bu Tez Konusu Önerisi ve Planı'nı aşağıda adı ve imzası bulunan danışmanımın gözetiminde hazırladığımı, bu Formda konu detayları verilen ve çalışma planı sunulan tez konusunda çalışmaya istekli olduğumu, resmi belgeye dayalı herhangi bir sağlık, idari, hukuki veya maddi sebep bulunmadığı sürece danışmanımın tez konusu ile ilgili vereceği akademik görevleri zamanında ve eksiksiz yerine getirmek için gayret edeceğimi, 2547 sayılı Yükseköğretim Kanunu'nun Disiplin konulu 53. Maddesi ve devamında tanımlandığı gibi; Tez çalışmalarımın elde edilecek sonuçların herhangi bir biçimde saptırılmasının veya eksiltilmesinin suç olduğunu bildiğimi, tez çalışmalarımın elde edilecek sonuçları tüm dürüstlüğümlle toplumsal sorumluluk ve etik kurallar çerçevesinde tezimde kullanacağımı, adı geçen Kanunla tanımlanan diğer akademik suçların neler olduğunu okuyup anladığımı, bu beyanlarımın aksi tespit edilmesi halde Enstitü Yönetim Kurulu tarafından alınacak tüm kararlara uyacağımı bildiririm.

**Tez Danışmanı olarak**, bu Tez Konusu ve Planı Önerisi'nin sorumlu olduğum bölümlerini titizlikle kontrol ettiğimi; resmi belgeye dayalı sağlık, idari veya hukuki bir problem bulunmadığı, öğrenciye vereceğim tez konusu ile ilgili akademik görevleri zamanında ve eksiksiz yerine getirdiği sürece tez danışmanlığı görevimi etik kurallara bağlı olarak yürüteceğimi, öğrencinin tez çalışmalarını tamamlayabilmesi için gerekli çalışma ortamını ve laboratuvar imkanlarını sağlayacağımı, 2547 sayılı Kanun'un Disiplin konulu 53. Maddesinde yer alan tüm akademik suç teşkil eden davranışları okuyup anladığımı ve bu suçlar hakkında toplumsal sorumluluğum ile eğitimci sorumluluğumun farkında olarak öğrencimi her fırsatta bilinçlendirmek için çaba sarf edeceğimi, bu taahhütlerimin aksi tespit edilirse Enstitü Yönetim Kurulu tarafından alınacak tüm kararlara uyacağımı bildiririm.

**Yukarıdaki Akademik Çalışma Beyannamesini okuyup onayladığımızı ve her türlü hatadan ve yanlış beyandan doğacak yasal sorumluluğun bizlere ait olduğunu beyan ederiz.**

22/11/2023

22/11/2023

**Edanur AKTÜRK**

(Adı ve Soyadı)

**Öğrenci**

**Prof. Dr. Fahri ÖZKAN**

(Unvanı, Adı ve Soyadı)

**Tez Danışmanı**

**AÇIKLAMA**

**Akademik Çalışma Beyannamesi tek bir sayfada bulunmalı, bölünmemelidir.**