

HAVUZLU BALIK GEÇİDİ HİDROLİĞİNİN DENEYSEL İNCELENMESİ

Ahmet Alper ÖNER*, **Oğuz SORGUCU**

İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, Türkiye

Geliş / Received: 19.04.2016

Düzeltilmelerin gelişi / Received in revised form: 24.05.2016

Kabul / Accepted: 25.05.2016

ÖZ

Bu çalışmada, ülkemizde ve dünyada en çok kullanılan balık geçitlerinin başında gelen havuzlu balık geçidi hidrolöği deneysel olarak incelenmiştir. Deneyler açık kanal düzeneğinde gerçekleştirilmiştir. Kapaklar yerleştirilmek suretiyle oluşturulan beş ayrı havuzdaki hız alanı akustik dopler hız ölçüm cihazı ile ölçülmüştür. Orifisli perde duvarları, literatürde gölge balığı ya da üst alabalık kuşağı balıklarının geçmesi için tasarlanmış olanlara nispeten 1/2 oranında küçültülmüştür. Deneylerde kullanılan 6,2 L/s'lik debi için, birinci perde mamba ve mansabı arasında 2 cm'lik bir yükseklik farkı olurken, bu fark diğer kapaklarda 1 cm olarak belirlenmiştir. Bu farklar 12,2 L/s'lik debi için ise 5,5 cm olarak ölçülmüştür. Havuzlardaki en büyük hızların orifislerin hemen mansabında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca orifisler yakınındaki bu yüksek hız bölgelerinden uzaklaştıkça, balıkların geçerken dinlenebileceği daha düşük hızların olduğu akım alanları olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Havuzlu balık geçidi, akustik dopler hız ölçüm cihazı, açık kanal, orifis

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE HYDRAULICS OF POOL AND WEIR FISHWAY

ABSTRACT

In this study, the pool and weir fishway which is the most commonly used fishway in the world and in our country, was investigated experimentally. The experiments were conducted in an open channel system. The velocity area of the flow in five pools created by using weirs was measured by using aquistic doppler velocimeter. The orifices on the weirs were reduced in the ratio of 1/2 that of given in the literature for the grayling (*Thymallus thymallus*) or the brown trout (*Salmo trutta*) to pass. In the experiments for a discharge value of Q=6.2 L/s, the difference between the height of the water surface of downward and upward side of the first weir was found to be 2 cm and 1 cm for the others. For Q=12.2 L/s, these differences between the water surface heights were 5.5 cm for all weirs. The maximum velocities were obtained next to downward of the orifices. Moreover, far from the high velocity areas near the orifices, lower velocity areas in the pools that fishes could rest during the passes were determined.

Keywords: Pool and weir fishway, aquistic doppler velocimeter, open channel, orifice

*Corresponding author / Sorumlu yazar. Tel.: +90 352 437 00 80; e-mail/e-posta: alperoner@erciyes.edu.tr

*HAVUZLU BALIK GEÇİDİ HİDROLİĞİNİN DENEYSEL İNCELENMESİ***1. GİRİŞ**

Özellikle son yüzyılda, dünya nüfusunun artması ve sanayinin gelişmesiyle birlikte su ve enerjiye olan gereksinime paralel olarak akarsular üzerine yapılan; bent, bağlama, baraj, hidroelektrik santrali gibi su yapılarında hızlı bir artış meydana gelmiştir. Özellikle günümüzde, çevreye uyumlu, temiz, yenilenebilir, yüksek verimli, uzun ömürlü, yatırım-geri ödeme süresinin kısa olması, işletme giderinin düşük ve yerli bir kaynak olması gibi sebeplerle hidroelektrik santrallere olan ilgi artmıştır. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü 2014 yılı faaliyet raporuna göre özel sektöre gerçekleştirilecek hidroelektrik projelerinin toplam sayısı 1536, işletmede olan HES sayısı 485, inşaatı devam eden HES sayısı ise 145 olarak verilmiştir. Sadece Doğu Karadeniz Bölgesinde 430'dan fazla nehir tipi HES projesi planlanmaktadır [1]. Ayrıca Devlet Su İşleri verilerine göre hali hazırda işletmede olan 504 adet baraj mevcuttur. İhtiyaç doğrultusunda sayıları her geçen gün daha da artan, akarsular üzerine inşa edilen su yapılarının akarsulardaki ekosistem üzerinde önemli değişikliklere sebep olduğu ve sucul organizmaları etkilediği belirtilmektedir [2]. Yumurtlama ya da beslenme için, membadan mansaba ya da mansaptan membaa göç etmek zorunda olan diadrom balıkların göç yollarına yapılan bu tür su yapıları pek çok balık türünün popülasyonlarında azalmalara sebep olmuştur [3].

Akarsular üzerine yapılan yapıların bu tür olumsuz etkilerini azaltmak, su canlılarının popülasyonlarına ve ekosisteme verilen zararı minimuma indirebilmek amacıyla su canlılarının geçişini sağlayacak geçitler inşa etme zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Balıkların yumurtlama ya da beslenmeleri için göç dönemlerinde akarsular üzerine sonradan inşa edilmiş engelleri aşabilmeleri amacıyla tasarlanan yapılara "Balık Geçidi" denir. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de gerekli olması durumunda su yapıları üzerine balık geçitleri yapılması yasal bir zorunluluktur. 1380 sayılı Su Ürünleri Kanununun 22. maddesinde; "Tarım Orman ve Köy işleri Bakanlığının müsaadesi alınmadan akarsularda su ürünlerinin geçmesine veya yetişmesine engel olacak şekilde ağlar kurulması, bent, çit ve benzeri engeller yapılması yasaktır. Akarsular üzerinde kurulmuş ve kurulacak olan baraj ve regülatör gibi tesislerde su ürünlerinin geçmesine mahsus balık geçidi veya asansörlerin yapılması ve bunların devamlı olarak işler durumda bulundurulması mecburidir." denmektedir.

Zaman içerisinde birçok balık geçidi tipi geliştirilmiştir. Bunların belli başlıları (i) Havuzlu Geçitler, (ii) Yarıklı Geçitler, (iii) Denil Geçitler, (iv) Yılan Balığı Merdivenleri, (v) Balık Eklüzleri ve (vi) Balık Asansörleri şeklinde sıralanabilir [4].

Farklı tiplerdeki balık geçitleri ile ilgili geçmişte, ülkemizde [1, 4-7] ve dünyada [2, 3, 8-16] birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada dünyada ve ülkemizde en çok kullanılan balık geçidi tiplerinden biri olan "Havuzlu Balık Geçidi" incelenmiştir. Bu amaçla bir açık kanal düzeneği içerisinde yerleştirilen perdeler ile oluşturulan havuzlar içerisindeki hızlar akustik dopler hız ölçüm cihazı kullanılarak deneysel olarak ölçülmüştür.

Havuzlu balık geçitlerinde canlının membadan mansaba veya mansaptan membaa ilerlemesini sağlamak amacıyla oluşturulan kanal, basamaklı havuzlar oluşturacak şekilde bölümlere ayrılmaktadır. Su, bölümleri oluşturan perde duvarlarında yer alan boşluklardan (orifislerden) geçer. Böylece suyun enerjisi de, belli miktarlarda, bu bölmelerde/havuzlarda kırılmış olur. Su canlıları, perde duvarların tabanındaki orifislerden veya üst kısımlarında açılan çentiklerden geçerek bir havuzdan diğerine ulaşır. Göç sırasında, perde duvarlardaki ofris veya çentiklerde yüksek hıza maruz kalan canlılar havuzlarda hızın nispeten düşük olduğu kısımlarda dinlenme imkânı bulurlar. Ayrıca omurgasız, dip canlılarının ya da küçük balıkların saklanıp dinlenebilmesine imkân sağlamak amacıyla kanal tabanı doğal ortamına benzer çakıl, taş gibi malzemeler ile pürüzlendirilir. Şekil 1'de klasik bir şaşırtmalı tip "Havuzlu Balık Geçidi" görülmektedir.



Şekil 1. Havuzlu Balık Geçidi

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Deney Kanalı

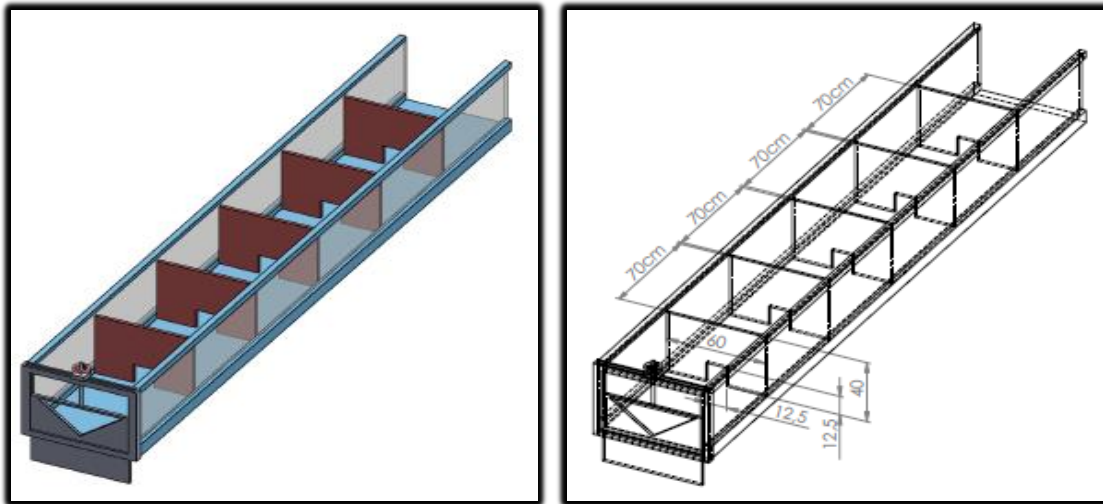
Deneyler Şekil 2’de verilen Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Hidrolik Laboratuvarında yer alan açık kanal deney düzeneğinde gerçekleştirilmiştir. Kanalın başlangıcında 5 m^3 hacimli silindirik bir fiber besleme tankı bulunmaktadır. Su bu depodan kanala boru yardımıyla kendi cazibesiyle verilmektedir. Kanala ulaşan su öncelikle kanal başındaki hazneye girmektedir. Hazneden kanala geçecek olan suyun mümkün olduğu kadar çalkantısız ilerlemesi için hazneye delikli bir ızgara yerleştirilmiştir. Bu ızgaradan geçen su dikdörtgen kesitli ($0,60 \times 0,60 \text{ m}$) taban ve yan yüzeyler camdan imal edilen, $9,5 \text{ m}$ uzunluğundaki kanala girmektedir. Kanala maksimum % 2,5 eğim verilebilmektedir.



Şekil 2. Açık kanal deney düzeneği

2.2. Havuz ve Perde Duvar Ölçüleri

Şekil 3’te görüldüğü gibi, deneylerde dört havuz oluşturmak amacıyla 5 perde duvarı kullanılmıştır. Perde duvarları arasında 70 cm ’lik mesafe ayarlanmıştır. İlk perde duvar kanal başlangıcından yaklaşık $5,7 \text{ m}$ uzaklığa yerleştirilmiştir. 40 cm yüksekliğe 60 cm genişliğe sahip perde duvarlarının alt kısmına, tam ortaya yerleştirilen orifisler, $12,5 \times 12,5 \text{ cm}$ ölçülerine sahiptir.



Şekil 3. Ortadan boşluklu kapak tipi ve ölçülendirilmesi

HAVUZLU BALIK GEÇİDİ HİDROLİĞİNİN DENEYSEL İNCELENMESİ

Şekil 3'te verilen ölçüler, gölge balığı ya da üst alabalık kuşağı balıklarının geçmesi için tasarlanmış, orifisli perde duvarlarının $\frac{1}{2}$ oranında küçültülmesi ile elde edilmiş ölçülerdir. Çalışmamızda Froud benzerliği kullanılmıştır, bu benzerliğe göre $\frac{1}{2}$ uzunluk ölçeği için hız ölçeği 1/1,414, debi ölçeği ise 1/5,66 olarak hesaplanmıştır. Bu ölçekler kullanılarak deney sonuçlarına model etkisi de göz önüne alınmıştır.

2.3. Debi ve Hız Ölçümü

Deneylerde debi, Ultrasonik Debi Ölçme cihazı ile ölçülmüştür. Şekil 4'de görülen Ultrasonik Debi Ölçme cihazı ile 5 cm'den 100 cm çapına kadar bütün cebri borularda geçen debi $\pm\%$ 3'lük hata ile belirlenebilmektedir.



Şekil 4. Ultrasonik Debi Ölçer

Balık geçidi içerisindeki hızlar, İnşaat Mühendisliği Bölümünde yer alan akustik dopler hız ölçüm cihazı ile ölçülmüştür. Şekil 5'te verilen akustik dopler hız ölçüm cihazı, ultrasonik ses dalgalarının yayılma prensibinden yararlanarak hız ölçmek için geliştirilmiş bir cihazdır. Hareketli bir akışkan içerisinde akışkan hızını tam olarak takip edebilen küçük gaz, duman, katı parçacıklar var ise bu taneciklerden saçılan dalganın frekansının ölçülmesi ile bu taneciklerin dolayısıyla akışkanın hızı ölçülebilir. FlowTracker (SonTek, İngiltere) marka akustik dopler hız ölçüm cihazı üç boyutlu hız ölçümü yapabilmektedir. Akım içerisinde sensörün 10 cm önündeki 6 mm çap ve 10 mm yüksekliğindeki silindir bir kontrol hacmi içerisinde yer alan hız değerlerini (V_x , V_y ve V_z) her bir saniye içerisinde ölçerek, 10 s ile 1000 s arasında istenilen zaman aralığında ortalamasını belirlemektedir. Noktasal hız ve debi ölçme fonksiyonları bulunan aletin 4 Mb'lık hafızası maksimum 64 data dosyasına ölçüm değerlerini kaydedebilmektedir. Laboratuvar ve arazide ölçüm yapabilen bu alet bilgisayara bağlanarak ölçüm değerlerini kopyalamak ve üzerinde çalışmak mümkün olmaktadır [18].

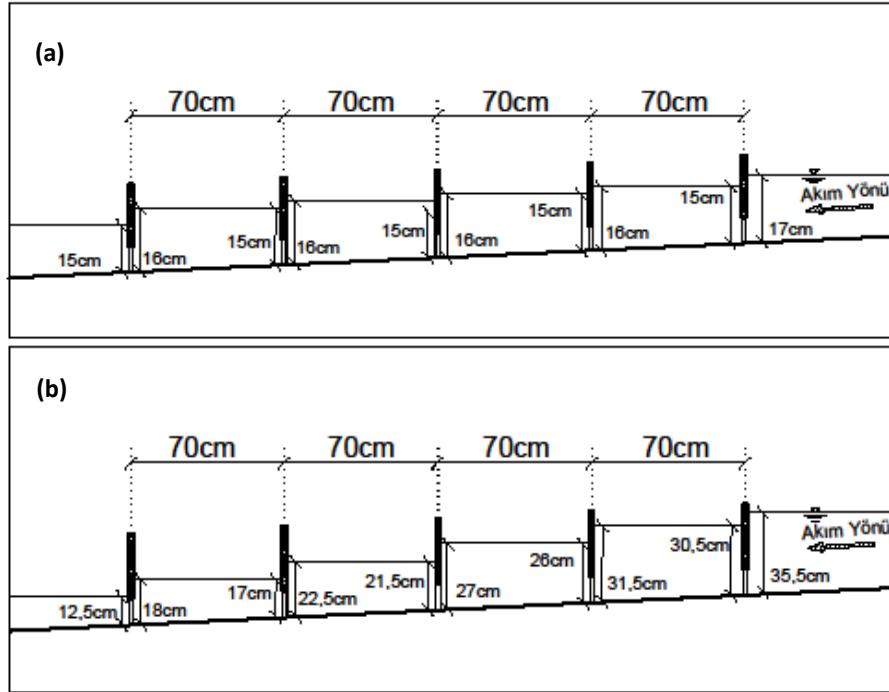


Şekil 5. Akustik dopler hız ölçüm cihazı

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, % 2,5 kanal taban eğimine sahip bir açık kanal içerisinde oluşturulan havuzlu balık geçidi içerisindeki akım alanı, iki farklı debi için incelenmiştir. Şekil 6'da da görüldüğü gibi, kanal içerisinde oluşturulan havuzlar içerisindeki su yüzü profili mansaba doğru ilerledikçe azalmaktadır. Özellikle $Q=6,2$ L/s'lik debi değerinde son havuzdaki su derinliği 12,5 cm olmaktadır. Akustik dopler hız ölçüm cihazı ile yapılan ölçümlerde belli bir kontrol hacmi içerisindeki hızlar ölçülebilmektedir. Bu durum, katı sınırlara ve su yüzüne yakın bölgelerde hassas ölçüm yapılmasını zorlaştırmaktadır. Memba tarafındaki havuzlarda su derinliği daha fazla olması sebebiyle farklı derinliklerde ölçüm yapma olanağına sahip olmamıza karşın son havuzdaki su derinliği sınırlayıcı bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sebeple, bu bölümde karşılaştırma yapabilmek için bütün havuzlarda ve debilerde ölçüm yapabildiğimiz iki farklı derinlik olan tabandan 2 cm ve orifisin yaklaşık olarak orta noktasına karşılık gelen, 6 cm yüksekliklerdeki hızların verilmesi uygun görülmüştür.

Şekil 6'da görüldüğü gibi, $Q=6,2$ L/s'lik debi durumundaki 1. perde duvarın memba ve mansap yüzeyleri arasında 2 cm'lik bir su yükseklik farkı meydana gelirken bu fark diğer perde duvarlarında 1 cm olarak belirlenmiştir. Perde duvarları arasındaki bu fark $Q=12,2$ L/s için ise 5,5 cm olduğu Şekil 6 (b)'de görülmektedir.



Şekil 6. (a) $Q=6,2$ L/s için, (b) $Q=12,2$ L/s için havuzlardaki su yüzü değişimi

Perde duvarının tabanında, tam orta noktada yer alan orifisin sağ ve sol kenarında yapılan ölçümler akımın simetrik olduğunu göstermiştir. Dolayısıyla sadece tek sahilde yapılan ölçümlerin verilmesi yeterli görülmüştür. Şekil 7, Şekil 8, Şekil 9 ve Şekil 10'da görüldüğü gibi, "x" doğrultusundaki maksimum hızlar orifis çıkışlarında oluşmaktadır.

Yapılan deneylerde kanal içerisindeki maksimum hız, $Q=12,2$ L/s için tabandan 6 cm yükseklikte ilk perde duvarının hemen mansabında 1,207 m/s olarak ölçülmüştür. Çalışmada kullanılan Froud benzerliğine göre hız ölçeğinin 1/1,414 olduğu düşünüldüğünde prototipteki gerçek hız değeri yaklaşık 1,71 m/s olmaktadır. Havuzlu balık geçitlerinde müsaade edilen maksimum hız değeri 2,0 m/s'dir [7]. Dolayısıyla elde edilen gerçek hız değerimiz müsaade edilen sınırlar içerisinde yer almaktadır. Yatay doğrultudaki hızlar incelendiğinde, ofristen geçen düzlem doğrultusunda nispeten yüksek hızlar olduğu, buna karşın havuzların kenarlarına doğru hızların azaldığı hatta negatif değerler aldığı, yani ters yönde akım olduğu görülmektedir. Giriş bölümünde de bahsedildiği gibi, yüksek hızlı kısımlarda yorulan canlıların bu bölümlerde dinlenmesi ve gücünü topladıktan sonra göçüne devam etmesi mümkün görülmektedir.

Azami akış hızları orifislerde oluşur ve teorik olarak

HAVUZLU BALIK GEÇİDİ HİDROLİĞİNİN DENEYSEL İNCELENMESİ

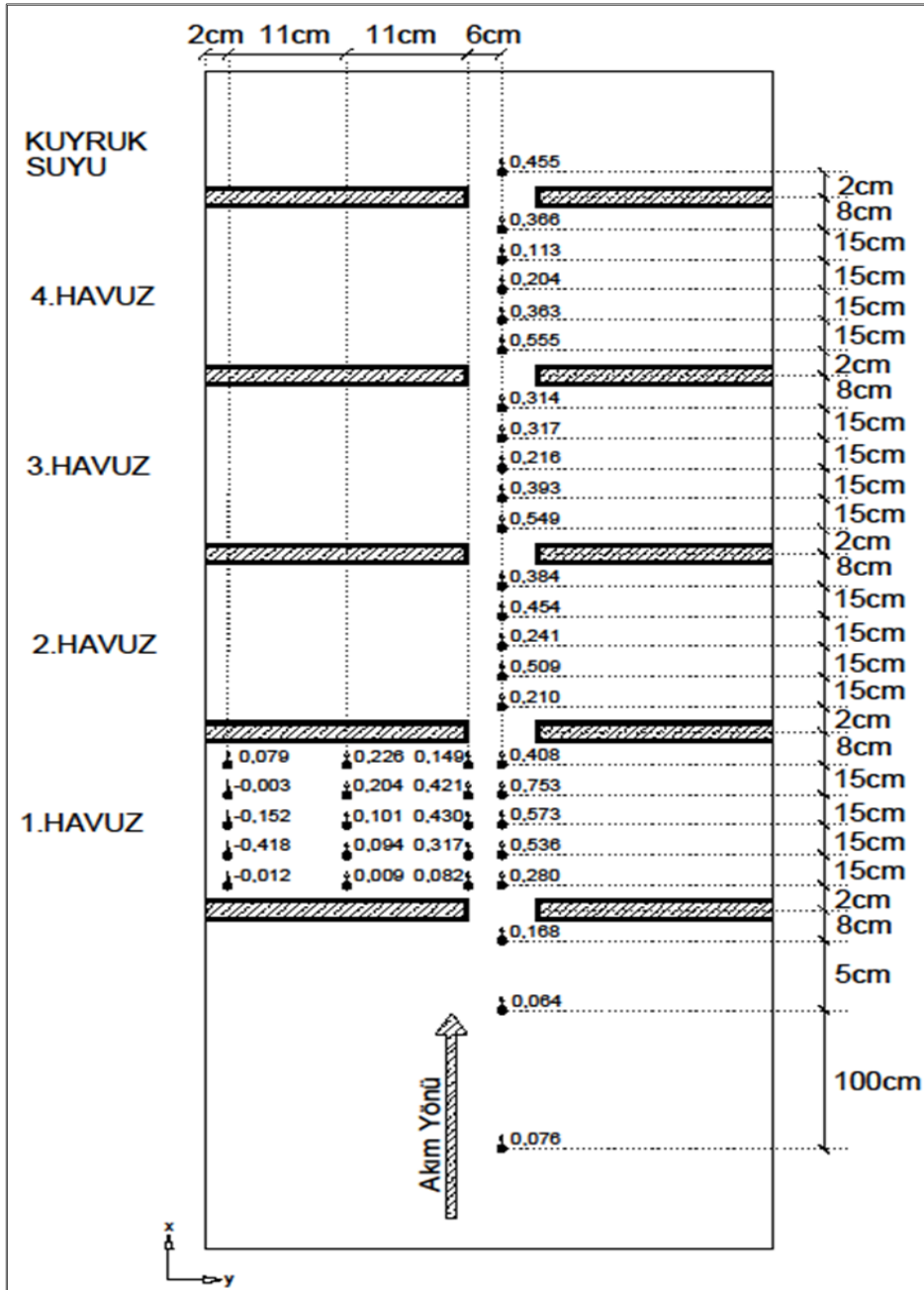
$$V_{maks} = \sqrt{2g\Delta h} \tag{1}$$

formülü ile hesaplanır (Δh =perde duvarlardaki su kotu farkı) . Ayrıca debi ise;

$$Q = \psi A_s \sqrt{2g\Delta h} \tag{2}$$

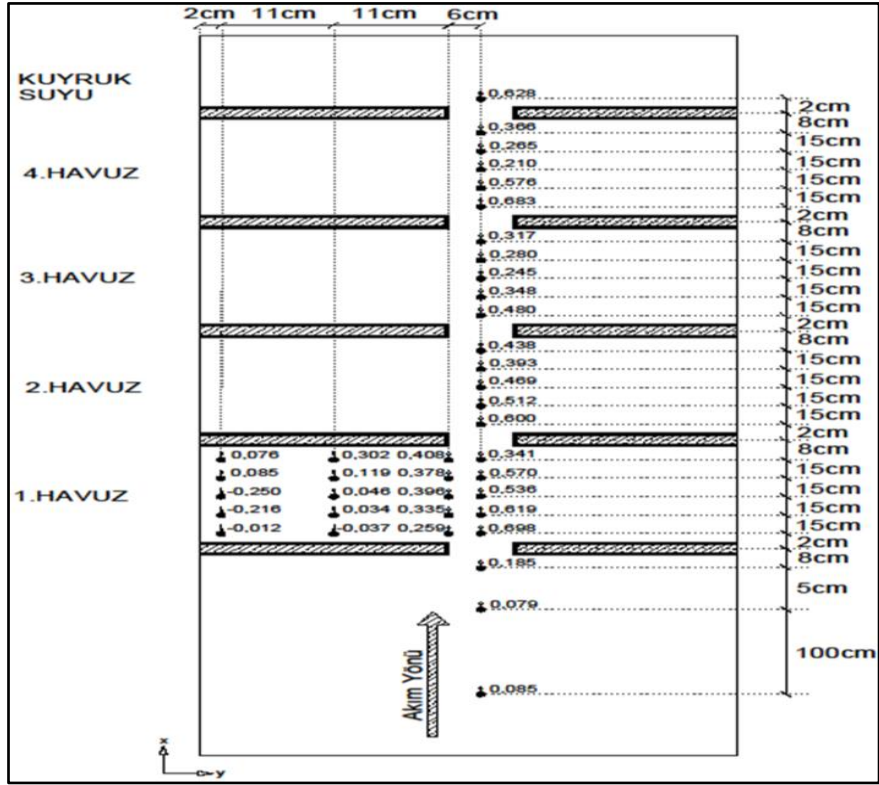
formülü ile hesaplanmaktadır [7]. Denklem 2’de geçen ψ debi katsayısı (=0,65 ila 0,85 arasında bir değer alınır), A_s ise orifis alanıdır (12,5x12,5cm) [7].

Bu formülleri kullandığımızda, örneğin $Q=12,2$ L/s için, perde duvarlar arasında $\Delta h = 5,5$ cm’lik yükseklik farkı düşünüldüğünde $V_{maks}=1,04$ m/s olarak elde edilir. Debi ise ($\psi=0,75$ alındığında) $Q=12,18$ L/s olarak bulunmaktadır ki bu değerlerin deneysel ölçümlerle son derece uyumlu olduğu görülmektedir.

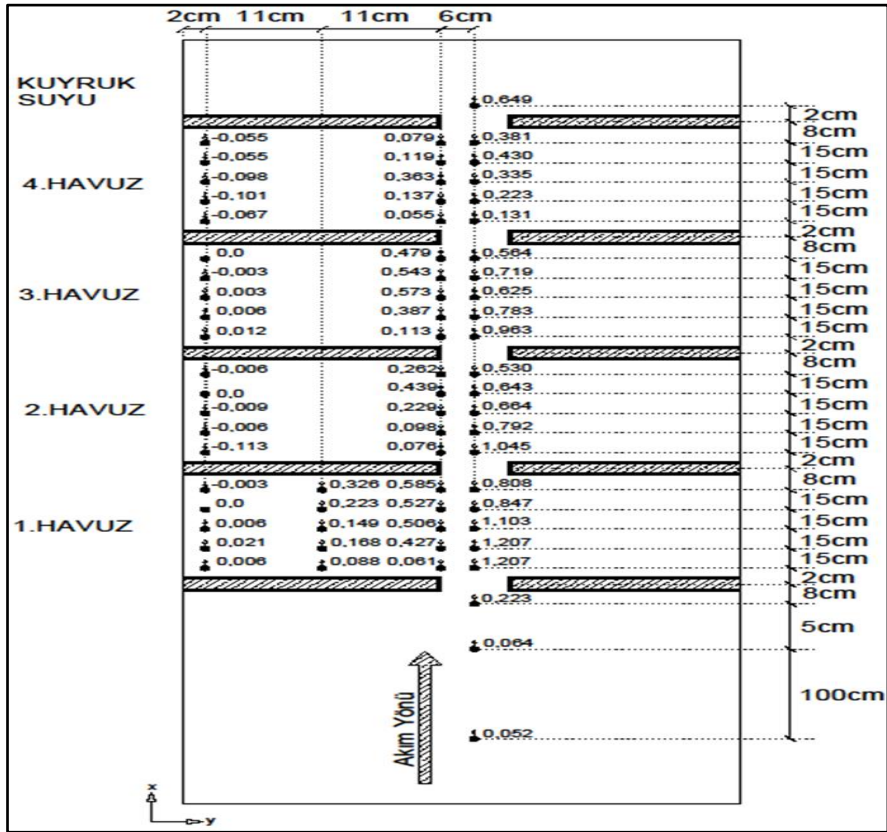


Şekil 7. $Q=6,2$ L/s için tabandan 2 cm yüksekte elde edilen yatay hız dağılımları

A.A. ÖNER, O. SORGUCU

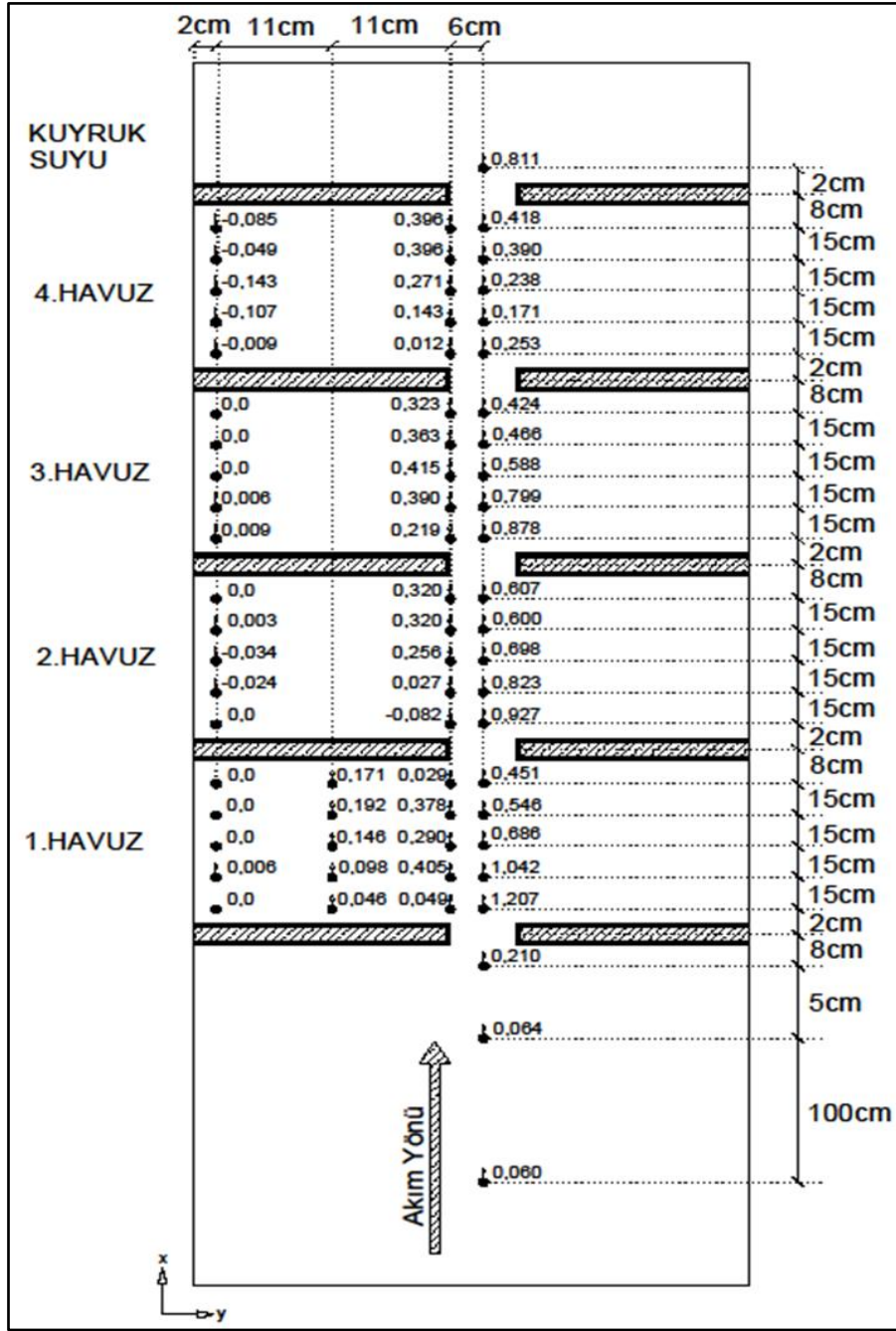


Şekil 8. Q=6,2 L/s için tabandan 6 cm yüksekte elde edilen yatay hız dağılımları



Şekil 9. Q=12,2 L/s için tabandan 2 cm yüksekte elde edilen yatay hız dağılımları

HAVUZLU BALIK GEÇİDİ HİDROLİĞİNİN DENEYSEL İNCELENMESİ



Şekil 10. Q=12,2 L/s için tabandan 6 cm yüksekte elde edilen yatay hız dağılımları

4. SONUÇLAR

Enerji ihtiyacına paralel olarak sayıları sürekli artan HES, baraj ve bağlamalar, yapıldıkları akarsuda bulunan canlı hayatı üzerinde çok önemli değişikliklere/etkilere sebep olmaktadır. Bu etkileri minimuma indirmek ve akarsudaki habitatı korumak amacıyla geliştirilen yöntemlerden biri de “Balık Geçitleri”dir. En basit ifadeyle; membadan mansaba ya da mansaptan membaa göç etmek zorunda olan canlıların göç yolları üzerinde inşa edilen dikey yapıları aşmaları için yapılan geçitlere “Balık Geçidi” denmektedir.

Bu çalışmada, inşa edilmesi aynı zamanda yasal bir zorunluluk da olan, teknik balık geçitlerinden, ülkemizde ve dünyada en çok kullanılan “Havuzlu Balık Geçidi” hidrolüğü deneysel olarak incelenmiştir. Laboratuvar

A.A. ÖNER, O. SORGUCU

şartları açısından ½ ölçeğinde küçültülen balık geçidi deneylerinde Froud benzerliği kullanılmıştır. Bu benzerliğe göre ½ uzunluk ölçeği için hız ölçeği 1/1,414, debi ölçeği ise 1/5,66 olarak hesaplanmıştır.

Deneylerde, 6,2 L/s ve 12,2 L/s'lik debilerle çalışılmıştır. En büyük hızlar perde duvarı tabanlarındaki orifis çıkışlarında oluşmuştur. Ölçülen en büyük hız değeri 12,2 L/s debi değerinde ve h=6 cm yükseklikte 1,207 m/s'dir ki hız ölçeği ele alındığında bu hızın prototipteki gerçek değeri yaklaşık 1,7 m/s olmaktadır. Bu hız, ülkemizde çokça bulunan alt alabalık kuşağı balıkları için verilen maksimum yüzme hızı değeri olan 2,0 m/s'den küçüktür. Yatay hız dağılımları incelendiğinde, orifis ekseninde nispeten yüksek hızların meydana geldiği, orifisten uzaklaştıkça hızların azaldığı hatta havuz kenarlarında düşük, negatif hızların oluştuğu tespit edilmiştir. Hız dağılımlarından, orta kesitteki yüksek hızlardan geçerken yorulan balıkların dinlenebilmesine uygun düşük hız bölgelerinin mevcut olduğu görülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı FYL-2015-5703 proje kodu ile destekleyen, Erciyes Üniversitesi BAP Koordinasyon Birimine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- [1] AKSUNGUR, M., AK, O., OZDEMİR, A., "Nehir Tipi Hidroelektrik Santrallerinin Sucul Ekosisteme Etkisi: Trabzon Örneği", Journal of Fisheries Sciences.com, 5, 79-92, 2011.
- [2] SCHILT, C.R., "Developing Fish Passage and Protection at Hydropower Dams", Applied Animal Behaviour Science, 104, 295-325, 2007.
- [3] BLESS, R., LELEK, A., WATERSTRAAT, A., Rote Liste und Artenverzeichnis der in Deutschland in Binnenge wässern vork ommen den Rund mäuler und Fische (Cyclostomata&Pisces). In E. NOWAK, J. BLAB, R. BLESS (Eds.), Rote Liste der gefahrdeten Wirbeltiere in Deutschland-Graven, (pp. 137-156), Kilda-Verlag, Graven, Germany, 1994.
- [4] TÜFEK, Ö.M., Balık Geçitleri-Tasarım, Boyutlandırma ve İzleme, DSİ Yayınları, Ankara, Türkiye, 2009.
- [5] DSİ/FAO/DVWK, Balık Geçitleri Tasarım, Boyutlandırma ve İzleme, DSİ/FAO/DVWK Yayınları, Ankara, Türkiye, 2009.
- [6] KADIOĞLU, C., Balık Geçitlerinin Sayısal Analiz ile Modellenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 2010.
- [7] KOCABAŞ, M., BAŞÇINAR, N., KUTLUYER, F., AKSU, Ö., "HES"ler ve Balıklar", Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 6, 128-131, 2013.
- [8] KATOPODIS, C., RAJARATNAM N, A., Review and Lab Study of Hydraulics of Denil Fishways, Can. Tech. Rep. Fish. Aquatic Sci., 1145, Canada, 1983.
- [9] KATOPODIS, C., Introduction to Fishway Design, Working Document, Freshwater Institute, Central and Arctic Region, Department of Fisheries and Oceans, Winnipeg, Manitoba, Canada, 1992.
- [10] CALTRANS PROJECT, Fish Passage Design for Road Crossings, Fishways, August 2009.
- [11] DENİL, G., "Les Échelles à poissons et leur application aux barrages de Meuse et d'Ourthe", Annales des Travaux Publics de Belgique Série II/XIV, 66, 253-395, 1909.
- [12] LARINIER, M., TRAVADEF., PORCHER, J.P., "Fishways: Biological Basis, Design Criteria and Monitoring", Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture, 364, 39-53, 2002.
- [13] SCHWALME, K., MACKAY, W.C., "Suitability of Vertical Slot and Denil Fishways For Passing North-Temperate, Nonsal moniod Fish", Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 42, 1815-1822, 1985.
- [14] LWA (Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen), Biotopgestaltung an Talsperren, Hoch wasser rück halte becken und Flußstauen, Merkblatt Nr. 9, 1992.
- [15] LAINIER, M., "Lespasses à ralentisseurs-Bull", Fr. PêchePiscic., 326/327, 73-94, 1992.
- [16] EAD, S.A., KATOPODIS, C., SIKORA, G.J., RAJARATNAM, N., "Flow Regimes and Structure Pool and Weir Fishways", Can. J. Env. Eng. & Sci., 3, 379-390 (Special Issue on Environmental Hydraulics), 2004.
- [17] BAYDAR, Ş., Doğu Akdeniz Bölgesindeki Balık Geçidi Sistemlerinin Yapısal Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. 2014.
- [18] ARDIÇLIOĞLU, M., ÖZTÜRK Ö., YAKUPOĞLU, A., "Açık Kanallarda Hız Ölçüm Cihazlarının Kullanımı ve Karşılaştırılması", TMMOB Makina Mühendisleri Odası, VI. Ulusal Ölçümbilim Kongresi, 19-23, Eskişehir, Türkiye, 2005.