



# Bartın Üniversitesi Mühendislik ve Teknoloji Bilimleri Dergisi



## Dikdörtgen Kesitli Açık Kanallarda Batık Kanatların Şev Stabilitesi Üzerine Etkisi

Fikret KOCABAŞ<sup>1\*</sup>, Ercan GEMİCİ<sup>1</sup>, Mehmet ARDIÇLIOĞLU<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bartın Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bartın / TÜRKİYE

<sup>2</sup>Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Kayseri / TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 03.02.2016 Düzeltme Tarihi: 09.02.2016 Kabul Tarihi: 24.02.2016

### Özet

Suyun erozyon, taşkın gibi zararlarını önlemek için baraj, sedde, mahmuz gibi pahalı su yapıları inşa edilir. Tüm yapılarda temel proje kriteri dolaylı olarak hızdır. Hidrolik mühendisliği çalışmalarına giren şev koruması, taban koruması ve sediment taşınımı, araştırmalarında hız dağılımının veya akım kesitindeki noktalarda hız büyüklüğünün bilinmesi gereklidir. Yerel noktalarda düzenleme yapılmak istendiğinde inşası kolay ve çok daha ucuz olan batık kanatlar kullanılır. Kanatlar sediment taşınımını ve hız dağılımını değiştirerek şev ve yatak erozyonunu azaltır. Bu çalışmada farklı kanal genişliği/kanal derinliği, batıklık/kanat yüksekliği oranları, Froude sayıları, kanat dizilişleri, kanat uzunluğu/kanat yüksekliği ve yaklaşım açısı durumları için memba ve mansapta akış hızı üzerinde etkileri incelenmiştir. Çalışma sonunda, su yüksekliği azaldığında kanat tip veya yaklaşım açısı ne olursa olsun kanatların akış hızına etkisinin arttığı, aynı yaklaşım açıları için kanat genişliğinin kanat yüksekliğinden daha fazla akış hızlarına tesir ettiği, diziliş sayısı artmasının kanatların akış hızına etkisini artırdığı ve aynı kesitli kanatlar için yüksek yaklaşım açısının akışa etkisinin her zaman daha fazla olduğu sonuçları elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Batık Kanatlar, Froude Sayısı, Batıklık, Açık Kanal

## Effects of Submerged Vanes on the Bank Stability in a Rectangular Open Channel

### Abstract

Water structures, such as, dam, embankments, groynes have been built to prevent water damage (erosion, flooding). The main criteria considered for all water structures is velocity. In many hydraulic engineering studies of bank or bed protection and sediment transport the distribution of velocity and/or the magnitude of velocity at each point of flow section are required to be known very well. Since structures utilized for river training works are not cost-effective, another way to be conducted for river training works at local points is submerged vane easier and cheaper than others. These vanes reduce bed and bank erosion changing the sediment transportation and the distribution of velocity. In the current study, the effects of the ratio of channel width to channel depth and submergence to the height of channel ratio, Froude number, vane arrangements, vane length to vane height ratio and angle of approach on the flow velocity had been investigated at the location of upstream and downstream. As a result of the study, the following conclusions are obtained; when the submergence (or the height of water in the vane) decreases, the effect of the type of vane or angle of approach on the flow velocity increase no matter which value they have; for the same angle of approach the width of vane is much more effective on flow velocity than the height of vane; the effect of vane on the flow velocity increase when the number of vane rows increases; the effect of high angle of approach on flow is always higher for the vanes with the same dimension.

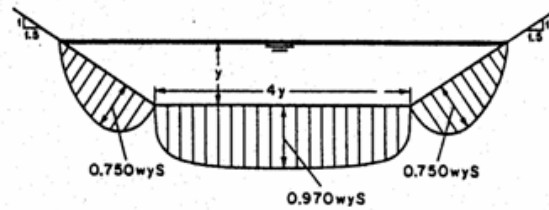
**Keywords:** Submerged Vanes, Froude Number, Submergence, Open Channel

### 1. Giriş

Türkiye havzalarında yıllık toplam akış hacmi 186 milyar m<sup>3</sup> civarındadır. Yağış sularının birleşerek oluşturduğu yüzey suyu eğim aşağı akarken, arazi eğimine bağlı olarak hız kazanarak toprak parçalarını beraberinde taşır. Yağış suları veya rüzgarla taşınan bu katı maddelere sediment adı verilir. Doğal yüzeyel kanal (yatak) içerisinde akan su kütleline akarsu adı verilir. Akarsuların hızı; yatağın eğimine ve en kesitte daralma ya da genişleme olmasına göre değişir. Hız, kıyılarda ve tabanda daha az; yatağın yüzüne doğru olan kısımda ise daha fazladır. Akarsular akış koşullarına bağlı olarak belli kapasitede sediment taşır. Taşınan sediment, akarsu kapasitesinin altında ise yatakta oyulma, kapasitesinin üzerinde ise yatakta çökme olacak şekilde nehir tabanı ve şevlerinde değişime sebep olur. Akarsu şev ve tabanında değişimleri önlemek, su yapılarının emniyetini sağlamak, taşkınları engellemek, gerekli akarsu derinliğini sağlamak, akarsuyun ıslahını sağlamak amacıyla yapılan yapılar akarsu düzenleme yapıları olarak adlandırılır. Akarsu düzenleme yapıları; koruma yapıları, darlaştırma yapıları, oyulmadan koruma yapıları, feyzan yapıları, sel kapanları, yarginlar ve menderesler şeklinde gruplandırılabilir.

Akarsu tabanında ve şevlerdeki oyulma, akarsu debisine bağlı olarak değişiklik gösterir. Kıvrımlı akarsularda iç kıyıda oluşan ikincil akımlar etkisiyle iç kıyıda hız azalırken dış kıyıda hız artar, artan hız etkisiyle dış şevde ve buraya yakın yatak tabanında oyulmalar oluşur.

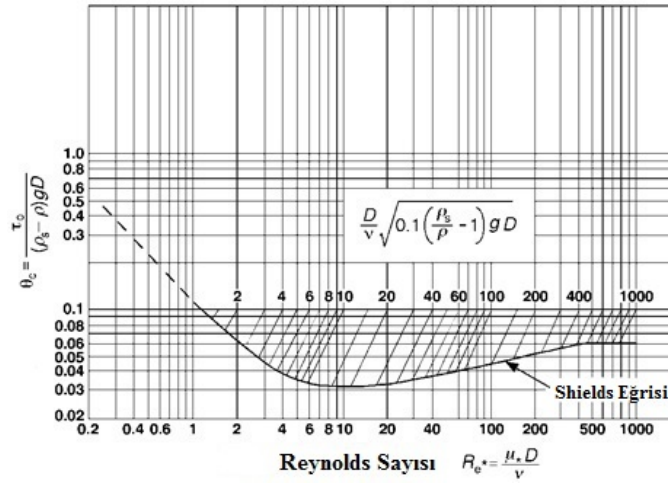
Taban ve şevlerde harekete sebep olan kayma gerilmeleri birbirinden farklı olup, bu farklılık Chow [1] tarafından aşağıdaki şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Trapez kesitli kanal ve şevlerinde kayma gerilmesi dağılımı [1]

Şekil 1'den görüldüğü üzere tabanda veya tabana yakın şevde kayma gerilmesi daha fazla olup, yerleştirilen batık kanatlarla kayma gerilmesinde farklılık oluşturulmaktadır. Nehir taban malzemesi çapı, akım hızı dikkate alındığında taban veya şev malzemesinin hareket edip etmeyeceğine dair en çok kullanılan diyagram Shields tarafından oluşturulmuş olan diyagramdır. Mevcut şartlar altında hesaplanan kritik kayma gerilmesi ve Reynolds sayısının kesişimini oluşturan nokta eğri üzerinde yer alıyorsa hareket oluşur [2].

Taban veya şevde hareket, başka bir deyişle oyulma oluşmasını engellemek için koruma yapıları tasarlanır. Akışı yönlendirerek taban ve şevlerde oluşan oyulma en aza indirilerek toprak kaybını önlemek amacıyla yatak genişlemesini engelleyen düzenlemeler yapılır. Taşınan sedimentin birikmesi akarsu kapasitesinin verimli kullanılmasına engel olur. Düzenlemelerde şevlerde akış hızını azaltmak ve akış yönünü değiştirmek amaçlanır. Akım ve sediment yönetimi Hidrolik mühendisliğinde karşılaşılan en zor problemlerendir. Koruma ve yönlendirme amaçlı olarak kıyıya dik, membaya doğru veya mansaba doğru ekonomik değer taşıyan su yapıları inşa edilir.



Şekil 2. Shields Diyagramı [1]

Ülkemizde batık kanatlar konusunda yapılmış çalışma sayısı yok denecek kadar az olup Kocabaş ve diğ. [4], yaptığı çalışma dışında makale yer almamaktadır. Bu çalışmada farklı kesite sahip üç farklı kanat tipi, farklı sıralama ve yaklaşım açıları ile yerleştirilerek dikdörtgen kesitli kanal şevlerinde (yan duvar) hız etkisi deneysel olarak incelenmiştir.

## 2. Önceki Çalışmalar ve Batık Kanat Çalışma Mekanizması

Değişen akım özellikleri ve kanat özellikleri dikkate alınarak batık kanatların farklı davranışları incelenmiştir.

Batık kanatlar konusunda ilk çalışma 1982 yılında Odgaard ve Kennedy [3] tarafından Sacramento Nehri üzerinde şev koruma amaçlı yapılmıştır. Boniforti ve diğ. [5], akış yönüne göre 10° ve 20° açılarla yerleştirdikleri dört farklı özellikli batık kanatla, kanat etrafında oluşan sediment hareketini incelemiştir. Ouyang [6], farklı genişlik ve yüksekliğe sahip dikdörtgen ve trapez kesitli tek kanat kullanarak sediment yönlendirme performansını araştırmıştır. Deneylerinde optimum kanat yüksekliğini su yüksekliğinin 0.65 katı olarak elde etmiştir.

Ouyang ve diğ. [7], kıvrımlı kanalda sıralı kanatların birbirine etkileşimini araştırmıştır. Art arda üç kanadın sıralandığı bir sistemde kanat aralığı azaldıkça sediment yönetimine etkisinin azaldığını belirtmiştir. Kanatlar arası mesafenin kanat uzunluğunun 0.6-1.5 katı olması durumunun uygun olduğu belirtilmiştir. Bu aralık içerisinde kanatların etkinliğini azaltan mansaptaki çevrıntiler daha tutarlı bir hal almaktadır. Kanat sayısının artması performansı artırırken sistemin verimliliğini azaltabilmektedir. Optimum kanat sisteminin belirlenmesiyle beklenen şev koruma ve inşaat işletim

Nehir taban ve şevlerinin korunmasına yönelik Mayıs 1982'de Odgaard ve Kennedy [3] tarafından hazırlanan "Kıvrımlı akan Sacramento nehrinin analizi ve şev stabilitesi için yeni metod geliştirilmesi" başlıklı raporda denenen Batık kanatlar alternatif bir metod olarak ortaya çıkmıştır. Akım doğrultusuyla belirli açı yapacak şekilde akarsu tabanına yerleştirilen üst kotu su yüzeyinin altında kalan beton, kaya veya çelik plakalar "batık kanat" olarak adlandırılır. Koruma yapıları kıyıyla birleşik yapıldığı için sedimenti engelleyip kanala su girişini azaltırken, batık kanatlar su girişine etkisinin daha az olması dolayısıyla daha avantajlıdır. Batık kanatlar dış şeve yakın olarak yerleştirilir, ters çevrinti (ikincil sirkülasyon) oluşturarak kanalda akış ve sediment dağılımını değiştirir ve kanal yatağının bozulmasını engeller. Diğer yapılara göre çok daha yeni bir yöntem olan batık kanatlar için belirlenmiş net bir tasarım kriteri yoktur. Günümüzde laboratuvar deneyleri ile elde edilen bilgiler kanat tasarımının temelini oluşturmaktadır. Şevlerde oluşan hızlar şev koruma yapılarının tasarımında kullanılan en önemli parametrelerden biridir.

maliyetinin sağlanabileceği belirtilmiştir. Tan ve diğ. [8], sediment yönlendirmesine batık kanat etkisini araştırmıştır. Voisin ve Townsend [9], Kanat yüksekliğinin akış yüksekliğine oranı ( $H/d$ ), kanat uzunluğunun kanal genişliğine oranı ( $L/B$ ) ve kanat yaklaşım açısının etkisini araştırmıştır. Duan ve diğ. [10], farklı çaplarda sediment kullanarak kanat etrafındaki akım ve sediment dağılımını, mamba ve mansapta hız ölçümlerini Mikro ADV ile yaparak incelemiştir. Bejestan ve Azizi [11], 0.14, 0.16 ve 0.20 Froude sayıları için mansap akım derinliğini 25cm'de sabit tutarak, yüksekliğini 7.5 cm, uzunluğunu 25 cm seçtiği 20° açıyla yerleştirdiği tek kanatın oyulma derinliğine etkisini deneysel olarak araştırmıştır. Ouyang ve Lai [12], batık kanatların optimize çalışmaları için genetik algoritma kullanmıştır. Moghadam ve Keshavarzi [13], yan kanalda sediment ve hız dağılımlarını incelemek için batık kanat kullanmıştır. Akım derinliği 15 cm yükseklikte, kanat açıları 10° ile 40° arasında ve debi 11 l/s ile 25 l/s arasında deneyler yapmıştır. Ghorbani ve Kells [14], Froude sayısını sabit tutarak (0.15) batık kanat yüksekliği, yaklaşım açısı ve sabit akım yüksekliklerinin (10-30 cm arası) silindirik ayak etrafında oyulmaya etkisini araştırmıştır.

Marelius and Sinha [15], batık kanat yerleşim açısı ve yan kanala sediment girişi arasındaki ilişkiyi araştırmış, kesin bir ilişki verilemeyeceğini ifade etmiştir.

Batık kanatların oluşturduğu çevrıntiler sonucu nehir tabanında kayma gerilmelerinin büyüklük ve doğrultusu, akış hızı, sediment ve akım derinliği değişir. Kanadın oluşturacağı sirkülasyonun tesiri kanatın yüksekliğine, derinliğine, şekline ve gelen akımın yaklaşım açısına bağlıdır. Batık kanatların en etkin kullanım alanı su alma ya da yönlendirme kanallarının başlangıcıdır.

### 3. Deney

Deneyler Bartın Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı Hidromekanik Laboratuvarında kurulan toplam uzunluğu 10 m, taban genişliği 0.5 m ve kanal yan duvarları 0.5 m yüksekliğinde camdan imal edilen döşemeden 1.80 m yüksekliğe oluşturulan açık kanal üzerinde yapılmıştır. Kanatların yerleştirilebilmesi için kanalın 5 nci metresinden başlayan 4 m uzunluğunda ve 15 cm derinlikteki düşünün içerisi elenerek yıkanmış kaba kum ile doldurularak sediment havuzu oluşturulmuştur. Kanal, batık kanat hakkında yapılan önceki çalışmalar dikkate alınarak inşa edilmiştir.

Batık kanatların tesirini deneysel olarak incelemek için Buckingham PI teoremi kullanılarak yapılan boyut analizinde aşağıdaki bağımsız büyüklükler kullanılmıştır.

$$f(\rho, g, \mu, d, V, S, L, H, \alpha) \quad (1)$$

Burada  $\rho$ =yoğunluk,  $g$ =yerçekimi ivmesi,  $\mu$ =viskozite,  $d$ =su yüksekliği,  $V$ =akış hızı,  $S$ =eğim,  $L$ =kanat uzunluğu,  $H$ =kanat

yüksekliği ve  $\alpha$ =kanat açısıdır. Analiz sonunda  $Fr = V/\sqrt{(g \cdot d)}$  (Froude sayısı) ve  $H/L$  elde edilmiştir. Yapılan deneylerde  $Fr$  sayısı,  $H/L$  ve  $\alpha$  dikkate alınarak grafikler oluşturulmuştur.

#### 3.1. Deney Ekipmanları

Çalışmada farklı en/boy oranına sahip dikdörtgen kanatlar kullanılmıştır. Dikdörtgen kesitli kanatlar çalışır en boy oranı 15 cm / 10 cm, 10 cm / 10 cm ve 10 cm / 15 cm olacak şekilde oluşturulmuştur. Kanat uzunlukları çalışır boyu 5 cm daha uzun yapılarak sediment havuzu içerisine yerleştirilmiştir. Kanatların yerleşim açılarının sağlanabilmesi ve akış etkisiyle kanatların hareket etmesini engelleyebilmek için 40 x 60 cm<sup>2</sup> lik özel bir levha üretilmiştir. Levhada her kanat için 6 adet delik açılarak sırayla içten dışa doğru açılan çift taraflı yuvalara kanatlar ve pimlerinin yerleştirilmesiyle kanat açılan 20°, 25° ve 30° olacak şekilde ayarlanabilmektedir. Deneylerde kullanılacak kanatlar ve kanatların yerleşimi Şekil 3'de gösterilmiştir.



Şekil 3. Kanatlar ve kanat yerleşimi [16]

Kanal içerisinde belirlenen noktalarda hız ölçümü için pervane ve dijital göstergeden oluşan Mikro Muline kullanılmıştır. Mulinenin farklı akış hızlarında kullanılmak üzere farklı çap ve açılarda pervaneleri bulunmaktadır. Hıza bağlı olarak seçilen pervaneler ölçüm değerinin  $\pm 1\%$  oranda hassasiyetle çalışmaktadır. Pervanelerin dönüşü sonucu elde edilecek devir sayısına göre suyun akış hızı elde edilmiştir. Cihazın kalibrasyonu DSİ-TAKK tarafından yapılmıştır. Muline 39-79 saniye arasında sürelerle ayarlanabilmektedir, seçilen süre arttıkça mulinenin hassasiyeti artmaktadır. Muline pervane çapına bağlı olarak 3 mm su seviyesinin üzerinde ölçüm yapabilmektedir [16].

Şekil 4'de görülen düzenek ana depo, ara depo, dikdörtgen kanal ve savaklandıktan sonra tekrar ana depoya dönüşü sağlayan toplama kanalından oluşmaktadır. Ana depo yaklaşık 10 m<sup>3</sup> hacme sahiptir. Depodan suyun kanala verilmesini sağlamak için 15 BG pompa kullanılmıştır. Ana depodan pompa vasıtasıyla kanala gelen su sakinleştirmek için önce 2 m<sup>3</sup> hacme sahip ara depoya aktarılmaktadır. Ara depoda 2 adet çukıl filtresinden geçerek sakinleşen su kanala ulaşmaktadır. Kanal sonuna yerleştirilen ayarlanabilir kapak yardımıyla su derinlikleri istenen seviyeye yükseltilebilmektedir.



Şekil 4. Deney düzeni

Kanallara su devir-daimini sağlayan pompa çıkışına yerleştirilen vana yardımıyla debi ayarlanmakta ve pompa girişine yerleştirilen Şekil 8’de gösterilen ultrasonik akışölçer yardımıyla da sisteme giren debi ölçülmektedir. Cihaz 0.03 – 12.2 m/s aralığında hız ölçümü yapabilmektedir.

### 3.2. Deneyin Yapılışı

Deneylerde mansapta akış hızlarının kanal ortasında ve şevlere yakın hız etkisi incelenmiştir. Bunu belirleyebilmek için kanat yerleştirilmeden ve farklı açı, kesit ve dizilişte kanat yerleştirilerek akış hızları ölçülmüştür. Ölçümler kanal en kesitinin orta noktası ve yan duvarlardan 10 cm uzaktaki noktalarda su yüzeyinden 0.6d derinlikte mansapta gerçekleştirilmiştir. Deney setlerinden kullanılacak kanat tipi, dizilişi ve açısı için ayarlama yapılarak kanatlar kanala yerleştirilir. Pompanın çalıştırılmasıyla ana depodan çekilen su çakıl filtresinden geçer ve sakinleşmiş olarak kanala ulaşır. İstenilen deney seti için debi vana yardımıyla ayarlanır, ultrasonik akışölçerle borudan geçip kanala verilen debi okunur. Ayarlanabilir kapak yardımıyla kanat üzerindeki batıklık ayarlanır. Akış şartlarının dengeye ulaşması için 15-20 dakika beklenir. Mulinle ölçüm yapılacak noktaya getirilir, lazermetre ile su yüksekliği okunur. Su yükseklikleri ve akış hızları kayıt altına alınır. Ölçümlerin bitmesiyle kanat tabanı düzelterek diğer deney için hazırlanır. Deneyler bu şekilde farklı şartlar oluşturularak tekrarlanır.

### 4. Tartışma

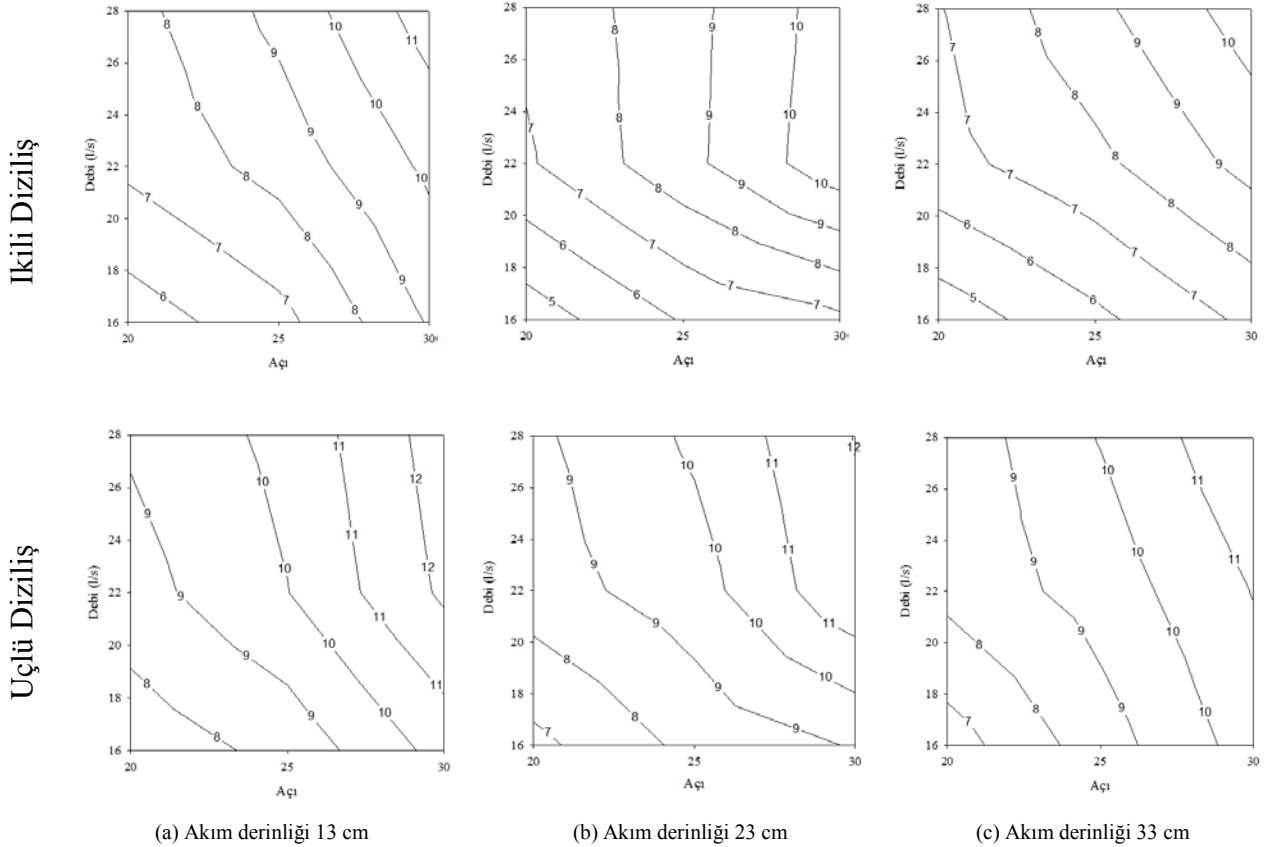
Deneylerde farklı debi, su yüksekliği, diziliş şartlarında kanatlar farklı yerleşim açılarında incelenmiştir. Deney verileri ile

farklı diziliş ve farklı Froude sayısı durumlarında akış hızlarına etkiler hesaplanmıştır. Deneylerde kanat kesitinde uzunluk/yükseklik oranı ( $L/H$ ) 10/10, 10/15 ve 15/10; debi ( $Q$ ) 16.0, 22.0 ve 28.0 l/s; kanat dizilişi ikili ve üçlü; kanat yerleşim açısı ( $\alpha$ ) 20°, 25° ve 30° olarak seçilmiştir. Akış hızında değişimi ifade eden rölatif hız, sağ duvar, orta ve sol duvarda  $|(V_{kanatsız} - V_{kanatlı}) / V_{kanatsız}| \times 100$  ifadesiyle hesaplanan değerlerin mutlak değerce toplanmasıyla bulunmuştur.

### 4.1. Debi ve Yerleşim Açısı Esas Alınarak Derinliklere Göre Rölatif Hız Değişimi

Kanal debisi 16, 22 ve 28 l/s; akım derinlikleri 13, 23 ve 33 cm iken ikili ve üçlü kanat dizilişi olması durumları için elde edilen veriler kullanılarak elde edilen rölatif hız sonuçları grafiğe aktarıldığında Şekil 5 elde edilmiştir.

Şekil 5’de kanal debisi 16, 22 ve 28 l/s olarak akım derinlikleri 13, 23 ve 33 cm iken, 20°, 25° ve 30° yaklaşım açıları ile ikili ve üçlü kanat dizilişi için elde edilen kontur grafiklerden aynı yaklaşım açısı ve debi için akım derinliği az olduğunda hızdaki değişimin daha fazla olduğu yani derinlik azaldıkça aynı şartlar için hız değişiminin derinlikteki azalmayla artış gösterdiği görülmektedir. Aynı şekilde şeklin üst kısmındaki ikili diziliş ile altta yer alan üçlü diziliş için aynı şartlarda hızdaki değişimin daha büyük olduğu görülmektedir. Yani kanat diziliş sırasının artmasıyla hız üzerindeki değişimin arttığı görülmektedir.

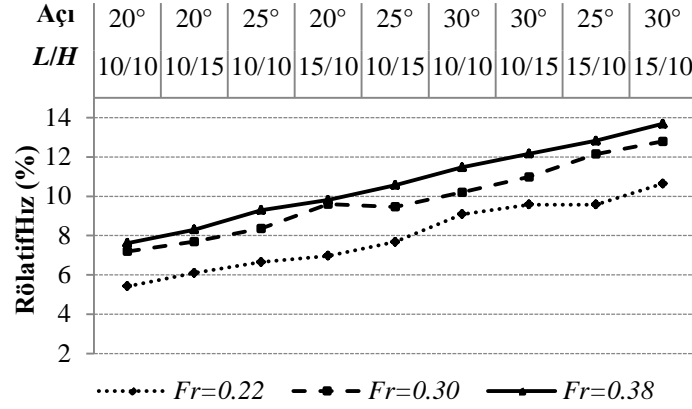


Şekil 5. Farklı derinlikler için ikili ve üçlü dizilişte açı ve debiye bağlı olarak hız değişimi

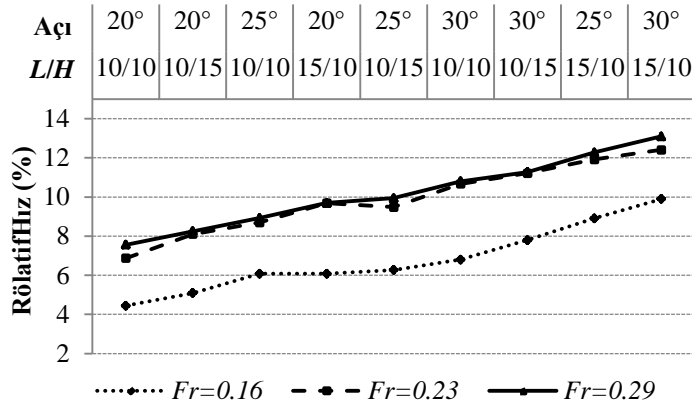
#### 4.2. Froude Sayısı Etkisiyle Rölatif Hız Değişimi

Deneylerde Froude sayısı 0.14-0.38 aralığında olacak şekilde veriler elde edilmiştir. Froude sayısına ( $Fr = V/\sqrt{g \cdot d}$ ) bağlı olarak veriler düzenlenmiştir. İkili kanat dizilişine göre verilerden faydalanılarak Şekil 6 elde edilmiştir.

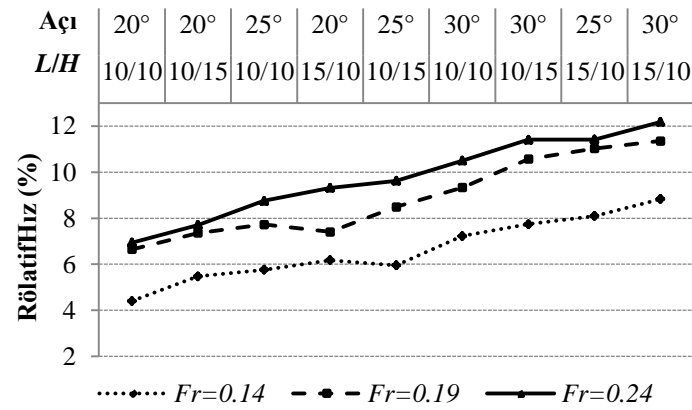
Üçlü kanat dizilişine göre verilerden faydalanılarak Şekil 7 elde edilmiştir.



(a) Akım derinliği 13 cm

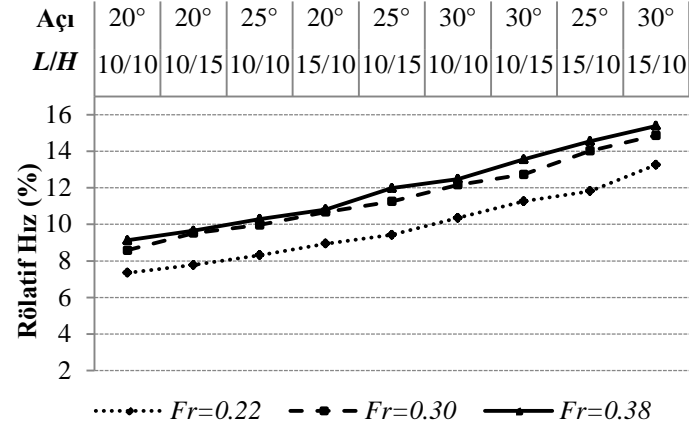


(b) Akım derinliği 23 cm

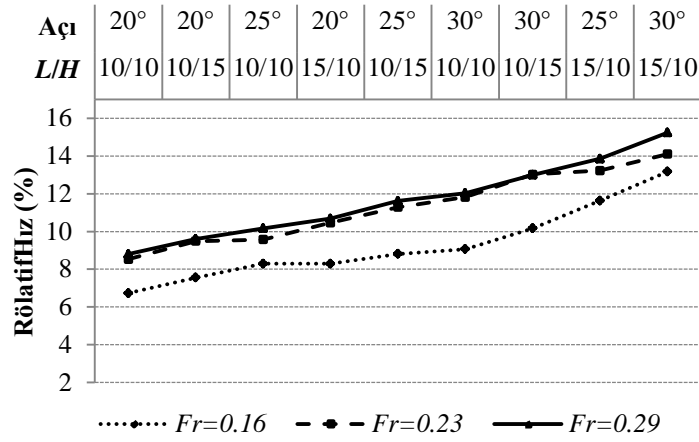


(c) Akım derinliği 33 cm

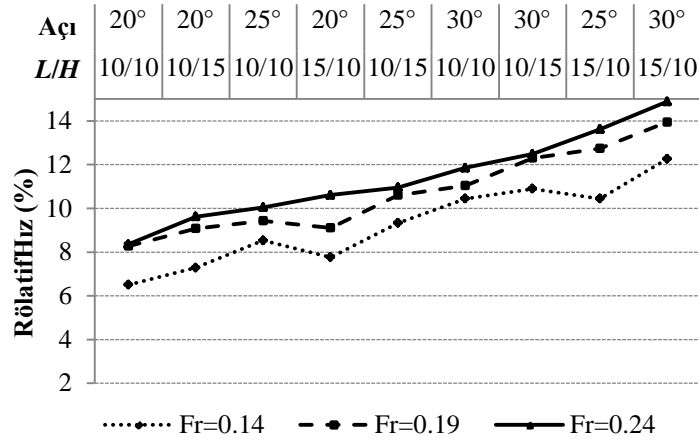
Şekil 6. İkili diziliş  $d=13$  cm;  $d=23$  cm ve  $d=33$  cm iken farklı  $Fr$  için hızdaki değişim



(a) Akım derinliği 13 cm



(b) Akım derinliği 23 cm



(c) Akım derinliği 33 cm

Şekil 7. Üçlü diziliş  $d=13$  cm;  $d=23$  cm ve  $d=33$  cm iken farklı  $Fr$  için hızdaki değişim

Froude sayısını içeren grafiklerin tamamı dikkate alındığında Froude sayısındaki artışın rölatif hızda değişimde artış yaptığı net olarak görülebilmektedir.

Froude sayısı ve debi değişimlerine göre kanat olmayan duruma göre artan kanat açısıyla akış yönüne göre sağ şevde akış hızlarında azalma olurken kanalin orta noktasında ve sol şevde akış hızlarının arttığı görülmüştür.

Kanat açısı ve kanat kesitlerine göre performanslar sıralandığında ilk değer açı ikinci değer  $L/H$  olmak üzere küçükten büyüğe etki gösteren açı ve kesit durumları aşağıdaki şekilde elde edilmiştir. Yerleşim açısı ve kanat kesit ölçüleri sırasıyla (20°-10/10), (20°-10/15), (25°-10/10), (20°-15/10), (25°-10/15), (30°-10/10), (30°-10/15), (25°-10/15) ve (30°-15/10) durumunda elde edilmiştir. Açı ve kanat kesit alanı birlikte arttığında kanat performansının daha çok arttığı görülmüştür. Grafiklerin en sağında 25°-15/10 ve 30°-15/10 kanat durumunun olması kesit uzunluğunun açıda daha fazla etkili olduğunu, en solunda yer alan 20°-10/10, 20°-10/15, 25°-10/10 kanat durumunun ise yaklaşım açısının kesit yüksekliğinden daha etkin rol oynadığını ifade etmektedir.

Akış hızında en fazla değişim 28 l/s debi ve 13 cm akım derinliği için yaklaşım açısı 30° olan 15/10 kanadında olmuştur, bu durumda akış hızında %15.39 değişim meydana gelmiştir.

## 5. Sonuç

Açık kanalda yapılan deneylerde farklı debi, farklı su yüksekliği ile farklı kanat dizilişi durumlarında kanat yaklaşım açısı ve kesitinin değiştirilmesiyle mansapta su yüzeyinden 0.6d derinlikte akış hızına kanat etkisi araştırılmıştır. Deneyler sonunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Diziliş sayısının artması ile kanatların akış hızına etkisi artmıştır.
2. Kanat üzerindeki batıklık azaldığında kanatların akış hızına etkisi artmaktadır.
3. Aynı kesitli kanatlar için yüksek yaklaşım açısının akışa etkisi her zaman daha fazla olmuştur.
4. Genel olarak aynı yaklaşım açıları için kanat genişliği kanat yüksekliğinden daha fazla akış hızlarına tesir etmektedir.

## Teşekkür

Yazarlar olarak, bu çalışmayı kapsamlı araştırma projesi (2013.1.94 nolu BAP projesi) ile destekleyen Bartın Üniversitesi BAP Koordinatörlüğüne ve ilgili hazırlık ve değerlendirme komisyonlarına teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

1. Chow, V. T., Open Channel Hydraulics, Mc Graw-Hill Book Co., New York, USA, 1959.
2. Kocabaş, F., Gemici, E., Bartın Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi (BAP 2013.1.94 no' lu proje), 2015.
3. Odgaard, A. J., Kennedy, J. F., Analysis of Sacramento River Bend Flows, and Development of a New Method for Bank Protection. IHHR Report 328, University of Iowa, Iowa City, 86s, 1982.
4. Kocabaş, F., Ünal, B., Çobaner, M. ve Ünal, S., Su Alma Yapılarında Batık Kanatlarla Sediment Kontrolü, Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 22 (1), 269-278, 2007.
5. Boniforti, M. A., Guercio, R., Magini, R., Effects of Submerged Sheet Pile Vanes on Mobile River Beds. Journal of Zhejiang University-Science, 16 (3): 182-193, 2015.
6. Ouyang, H. T., Investigation on the Dimensions and Shape of a Submerged Vane for Sediment Management in Alluvial Channels. Journal of Hydraulic Engineering, ASCE 135 (3): 209-217, 2009.
7. Ouyang, H. T., Lai, J. S., Yu, H., Interaction Between Submerged Vanes for Sediment Management. Journal of Hydraulic Research, 46 (5): 620-627, 2008.
8. Tan, S. K., Yu, G. L., Lim, S. Y., Flow Structure and Sediment Motion Around Submerged Vanes in Open Channel. Journal of Waterway Port Coastal and Ocean Engineering, ASCE, 131 (3): 132-136, 2005.
9. Voisin, A., Townsend, R. D., Model Testing of Submerged Vanes in Strongly Curved Narrow Channel Bends. Canadian Journal of Civil Engineering, 29 (1): 37-49, 2002.
10. Duan, J. G., Acharya, A., Yeager, M., Sediment Sorting Experimental Spur Dike, World Environmental and Water Resource Congress, May 12-16, 2008, Honolulu, Hawaii, USA.
11. Bejestan, M. S., Azizi, R., Experimental Investigation of Scour Depth at the Edge of Different Submerged Vanes Shapes. World Environmental and Water Resource Congress, May 20-24, 2012, Albuquerque, New Mexico, USA, 2012.
12. Ouyang H.T., Lai, J. S., Design Optimization of a Submerged Vane with Streamlined Profile for Sediment Management in Rivers. Journal of Marine Science and Technology-Taiwan 21 (3): 325-332, 2013.
13. Moghadam, M. K., Keshavarzi, A. R., An Optimised Water Intake with the Presence of Submerged Vanes in Irrigation Canals. Irrigation and Drainage 59 (4): 432-441, 2010.
14. Ghorbani, B., Kells, J. A., Effect of Submerged Vanes on the Scour Occuring at a Cylindrical Pier. Journal of Hydraulic Research, 46 (5): 610-619, 2008.
15. Marelius, F., Sinha, S. K., Experimental Investigation of Flow Past Submerged Vanes – Closure. Journal of Hydraulic Engineering, ASCE 125 (8): 898-899, 1999..
16. Gemici, E., Açık Kanallarda Batık Kanatlarla Akım Yönetimi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2015.