

## ARAŞTIRMA MAKALESİ/RESEARCH ARTICLE

### SİMETRİK VE ASİMETRİK BİLEŞİK KESİTLİ DÜZ AKARSU YATAKLARINDA SEVİYE-DEBİ İLİŞKİSİ

Serter ATABAY<sup>1</sup>, Galip SEÇKİN<sup>2</sup>, Recep YURTAL<sup>2</sup>

#### ÖZ

Bu çalışmada bileşik kesitli yataklardaki seviye-debi ilişkisi deneysel olarak irdelenmiş ve bu ilişkiyi matematiksel olarak hesaplayan COH (Coherence) yönteminin uygulanabilirliği araştırılmıştır. Taşkın durumundaki akım hali için, debi ölçümleri, farklı su derinlikleri ve pürüzlülük için iki seviyeli deneysel bir düzenek üzerinde yapılmıştır. Ackers (1991) tarafından, trapez kanallar üzerindeki deneysel verilerin kullanılması ile geliştirilen COH yöntemi, bu çalışmada dikdörtgen kesitli kanaldaki tüm deneysel verilere uygulanarak, elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Pürüzlü ve pürüzsüz taşkın yataklarına sahip iki seviyeli düz bir yatak için, COH yönteminin seviye-debi ilişkisini oldukça iyi hesap edebildiği gözlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** COH (Coherence) Yöntemi, Seviye-Debi İlişkisi, Simetrik ve Asimetrik Bileşik Kesitli Düz Yataklar, Taşkın Yataklarında Akım.

### STAGE-DISCHARGE RELATIONSHIPS IN SYMMETRIC AND ASYMMETRIC STRAIGHT COMPOUND CHANNELS

#### ABSTRACT

In this study, stage-discharge relationships in compound channels and reliability and performance of COH (Coherence) Method were investigated. Discharge measurements for overbank flow were conducted in a two stage straight channel flume with various water depths and roughnesses. COH method developed by Ackers (1991) for the trapezoidal cross-sectional compound channels was applied to all the experimental data obtained from the rectangular cross-sectional compound channels and these results were compared. It was observed that COH method predicts the stage-discharge relationships well for two-stage channels, which have smooth and rough floodplains.

**Key Words:** COH (Coherence) Method, Stage-Discharge Relationships, Symmetric and Asymmetric Straight Compound Channels, Overbank Flood Flows.

#### 1. GİRİŞ

Doğal akarsular, nehirler ve yapay drenaj kanalları kar erimelerinden veya şiddetli yağmurlardan dolayı taşmakta ve çevredeki yerleşim birimlerine zarar vermekte ve hatta can kayıplarına sebep olmaktadır. Bileşik kesitli kanallarda su derinliğinin doğru tahmini, herhangi bir taşkın durumunda debinin hesabı için önem arz etmektedir. Bundan dolayı debi kapasitesinin hesabı için geliştirilen yöntemlerin taşkın kontrolünde ve yapay su yollarının tasarımında büyük bir önemi vardır. Taşkın yatağı genişliğinin, kurak mevsim yatağının ge-

nişliğinden ve taşkın yatağındaki su derinliğinin kurak mevsim yatağının derinliğinden çok büyük olmaması hallerinde, mevcut hesap yöntemleri debinin hemen hemen tamamının ana yataktan geçeceği şeklinde sonuçlar vermektedir.

İki seviyeli bileşik kesite sahip bir yatak için taşkın yatakları pürüzlülüğünün ana yatak pürüzlülüğünden büyük olması durumunda, debinin doğru tahmini oldukça güçtür (Wormleaton ve Merrett, 1990). Bazı yataklarda ana yatakla taşkın yatağı arasındaki etkileşim oldukça fazladır. Bundan dolayı bu etkileşimi ihmal

<sup>1</sup> School of Civil Engineering, The University of Birmingham, Birmingham, ENGLAND.

<sup>2</sup> Çukurova Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, ADANA.

eden geleneksel yöntemler genellikle büyük hatalar vermektedir (Wormleaton ve Merrett,1990). Bununla birlikte literatürde bu etkileşimi dikkate alan değiştirilmiş yöntemler vardır (Ervine ve Baird,1982, Radojkovic ve Djordjevic, 1985, Stephenson ve Kolovopoulos, 1990, Wormleaton ve Merrett, 1990). Ackers (1991) tarafından geliştirilen COH (Coherence) yöntemi bu etkileşimi dikkate alan en etkili yöntemlerden biridir.

Bu makalede iki seviyeli deneysel bir düzenek üzerinde yapılan seviye-debi ilişkisi verileri (Atabay ve Knight, 1998, Atabay ve Seçkin, 2000) ve son yılların popüler COH yönteminin uygulanabilirliği tartışılmaktadır.

## 2. SEMBOLLER

A	: Toplam bileşik yatak kesit alanı
$A_c$	: Ana yatak kesit alanı
$A_f$	: Taşkın yatağı kesit alanı
$A^*$	: $A_f/A_c$
B	: Kanalın toplam yatak genişliğinin yarısı
b	: Ana yatak taban genişliğinin yarısı
COH	: Kanal koheransı
$c$ indisi	: Ana yatağı temsil etmektedir
DISADF	: Debi ayarlama faktörü
$\Delta Q$	: Toplam debi azalma miktarı
f	: Darcy-Weisbach sürtünme veya direnç katsayısı
$f^*$	: $f_f/f_c$
$f$ indisi	: Ana yatağı temsil etmektedir
G	: 1. Bölgede debi azalma miktarında kullanılan parametre
g	: Yerçekimi ivmesi
H	: Ana yataktaki su derinliği
h	: Taşkın yatak tabanı ile ana yatak tabanı arasındaki mesafe
$H^*$	: $(H-h)/H$
$H'$	: 2. Bölge için ayarlanmış ana yataktaki akım derinliği
N	: Taşkın yatağı sayısı
n	: Manning direnç katsayısı
P	: Islak çevre
$P^*$	: $P_f/P_c$
$Q_t$	: Ölçülen kanal debisi

$Q_{bc}$	: Standard direnç formülleri kullanılarak hesaplanan ana yatak debisi
$Q_{bf}$	: Standard direnç formülleri kullanılarak hesaplanan taşkın yatağı debisi
$\%Q_{fp}/Q_t$	: Taşkın yatağı debisinin toplam debiye oranı (% cinsinden)
$\%Q_{mc}/Q_t$	: Ana yatak debisinin toplam debiye oranı (% cinsinden)
QR	: Akım hareketinin derinlikle değiştiği kabul edilen bölgelerdeki kanal toplam debisi
$Q^*$	: $(V_c-V_f)*H*h$ ile normal hale dönüştürülmüş debi azalma miktarı
R	: Hidrolik yarıçap
S	: Kanal yatak eğimi
$s_c$	: Ana yatak yan duvarının eğimi
$s_f$	: Taşkın yatağı yan duvar eğimi
shift	: 2. Bölgedeki ana yataktaki akım derinliği ayarlama faktörü
$t$ indisi	: Toplam enkesit alanını temsil etmektedir
V	: ortalama hız
$w_c$	: Ana yataktaki su yüzü genişliğinin yarısı

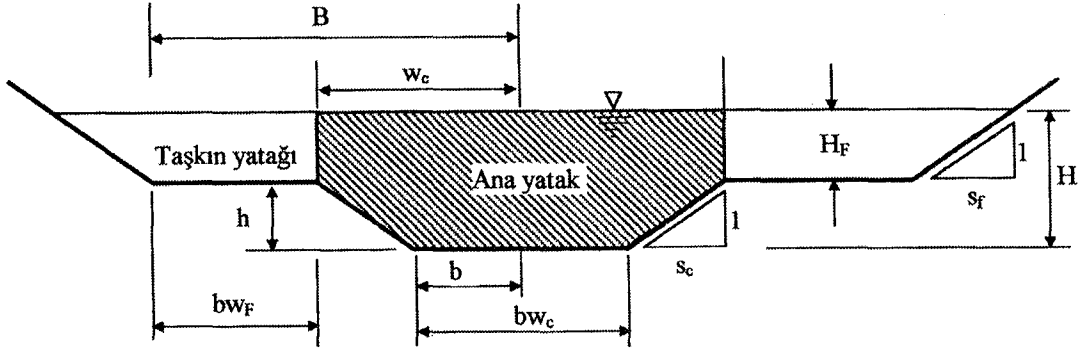
## 3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bileşik kesitli bir yatak için debi kapasitesinin tahmininde kullanılan geleneksel yöntemler Chezy, Manning ve Darcy-Weisbach bağıntıları gibi standard üniform akım formüllerine dayanmaktadır.

Wormleaton, Allen ve Hadjipanous (1982) ve Knight ve Hamed (1984) pürüzlülüğü düşük ve pürüzlülüğü yüksek bileşik kesitli yataklardaki debi kapasitesini belirlemek için geliştirilen çok sayıda yöntemin yeterliliğini karşılaştırmıştır. Onlar taşkın yataklarında su derinliğinin azaldığı zaman bütün yöntemlerde hata miktarının arttığını görmüşlerdir.

Yöntemlerin başarısızlığı ana yatak ve taşkın yatağı arasındaki etkileşimin karmaşıklığından kaynaklanmaktadır. Bu etkileşimi açıklayabilmek amacıyla çok sayıda araştırmacı çalışmalar yapmıştır. Myers ve El-sawy (1975), Myers (1978), Wormleaton, Allen ve Hadjipanous (1982), Knight ve Demetriou (1983), Knight ve Shiono (1990), Ackers (1991) ve Shiono ve Knight (1996) bu çalışmalardan bazılarıdır.

Bu çalışma Ackers'in geliştirdiği COH Yöntemi (1991) üzerinde yoğunlaşmıştır. Ackers (1991), ana yatak ve taşkın yatağı arasındaki etkileşimi belirleyebil-



Şekil 1. COH Yöntemi'nin geliştirilmiş olduğu Trapez Kanal Kesiti ve İlgili Tanımlamalar.

mek için DISADF, COH, H\*, ARF vs.. gibi çeşitli boyutsuz parametreler tanımlamıştır (Şekil 1):

$$\text{DISADF} = \frac{Q_t}{\sum Q_i} \quad (1)$$

$$\text{COH} = \frac{K_t}{\sum K_i} \quad (2)$$

Tanımlarda,  $Q_t$ , tüm enkesitten geçen ölçülmüş debiyi,  $Q_i$ , alt kesitlere ait hesapla bulunan debileri göstermek üzere DISADF, debi ayarlama faktörünü,  $K_t$ , tüm enkesite ait konveyansı (yatak iletim kapasitesini) ve  $K_i$ , alt kesitlere ait konveyansları göstermektedir. Chow (1959) konveyans kavramını

$$K_v = \frac{Q}{\sqrt{S}} \quad (3)$$

şeklinde tanımlamış, Ackers (1991), DARCY-WEISBACH direnç bağıntısını da kullanarak, bu tanımlı dönüştürmüştür:

$$K_D = \frac{K_v}{\sqrt{8gS}} = A (A / (f \cdot P))^{1/2} \quad (4)$$

Son bağıntıda  $Q$ , enkesitten geçmekte olan debiyi;  $A$ , enkesit alanını;  $f$ , Darcy-Weisbach direnç (sürtünme) katsayısını;  $P$ , ıslak çeperi;  $g$ , yerçekimi ivmesini;  $S$ , hidrolik eğimi (sürtünme eğimini) göstermektedir. Bu son tanım (2) bağıntısında yerleştirildiği takdirde, herhangi bir  $H$  su derinliği için

$$\text{COH}(H) = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} A_i \sqrt{\sum_{i=1}^{i=n} A_i / \sum_{i=1}^{i=n} (f_i P_i)}}{\sum_{i=1}^{i=n} [A_i \sqrt{(A_i / f_i P_i)}]} \quad (5)$$

veya

$$\text{COH}(H) = \frac{(1 + A^*) \sqrt{[(1 + A^*) / (1 + f^* P^*)]}}{1 + A^* \sqrt{A^* / f^* P^*}} \quad (6)$$

elde edilir. Son bağıntı çıkarılırken

$$A^* = \frac{N_f \cdot A_f}{A_c} \quad P^* = \frac{N_f \cdot P_f}{P_c}$$

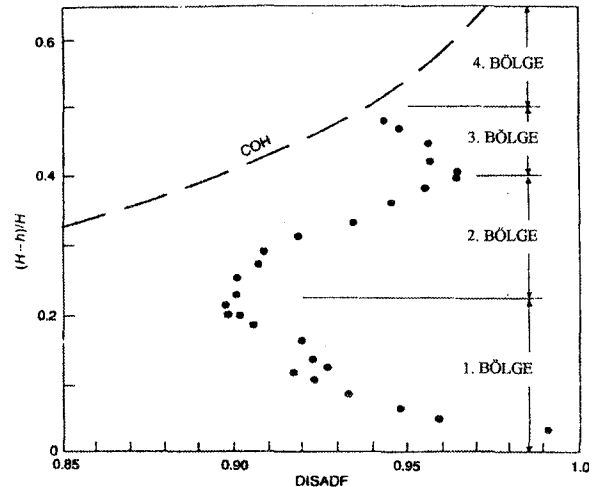
$$H^* = \frac{H - h}{H} \quad f^* = \frac{f_f}{f_c}$$

tanımları kullanılmıştır ve  $f_f, f_c$  direnç katsayıları

$$f_f = 8g \frac{n_f^2}{R_f^{1/6}} \quad \text{ve} \quad f_c = 8g \frac{n_c^2}{R_c^{1/6}}$$

bağıntıları yardımıyla belirlenecektir. Bağıntılarda ana yatak parametreleri için "c" endisi; taşkın yatağı parametreleri için "f" endisi kullanılmıştır. Kullanılmış olan notasyon ise şunlardır:  $N$ , taşkın yatağı sayısı;  $H$ , toplam su derinliği (taşkın yatağındaki su derinliği + kurak mevsim yatağının derinliği);  $h$ , taşkın yatağı derinliği (kurak mevsim yatağı ile, taşkın yatağı arasındaki kot farkı);  $A$ , enkesit alanı;  $P$ , ıslak çeper;  $f$ , Darcy-Weisbach direnç katsayısı;  $n$ , Manning direnç katsayısı;  $R$ , hidrolik yarıçap.

Ackers (1991) akarsuyun bileşik enkesitli olması halinde COH'un derinlikle değiştiğini ve ana yataktan taşkın yatağına geçiş bölgesinin üzerinde, akımın davranışının 4 farklı bölgede ele alınması gerektiğini belirtmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Debi Ayarlama Faktörü DISADF'ın Derinlik Oranı ile Değişimi ve Ackers Tarafından Tanımlanan Akım Bölgeleri.

Ackers bu kabulü yaptıktan sonra her bir bölge için farklı debi ayarlama faktörleri gerektiğini belirtmiştir.

**1. BÖLGE:** Şekil 2'den de anlaşılacağı gibi bu bölgede rölatif akım derinliği çok düşük ve ana yatak ve taşkın yatağı arasındaki etkileşim derinlikle artmaktadır. Çünkü ana yatak ve taşkın yataklarındaki hız dağılımları ve akım derinlikleri benzersizlik göstermektedirler (Ackers, 1993).

• Ana yatakta debi hesabı

$$Q_c = Q_{bc} - \Delta Q_c \quad (7a)$$

$$V_c = Q_c / A_c \quad (7b)$$

$$DISADF_c = Q_c / Q_{bc} \quad (7c)$$

• Taşkın yatağında debi hesabı

$$Q_f = Q_{bf} - \Delta Q_f \quad (8a)$$

$$V_f = Q_f / A_f \quad (8b)$$

$$DISADF_f = Q_f / Q_{bf} \quad (8c)$$

• Bileşik yataktaki toplam debi hesabı

$$Q_t = Q_{bt} - \Delta Q_t \quad (9a)$$

$$V_t = Q_t / A_t \quad (9b)$$

$$DISADF_t = Q_t / Q_{bt} \quad (9c)$$

Yukarıdaki  $\Delta Q_c$ ,  $\Delta Q_f$  terimleri ana yatak ve taşkın yatağındaki etkileşim sonucu bu bölgelerdeki debi miktarındaki azalmaları göstermektedir. Ackers (1991) bu iki terimi etkileyecek faktörlerin kanal geometrisine ait boyutlar ile ana yataktaki ve taşkın yataklarındaki hız büyüklüklerindeki farklılıklar olduğunu göstermiş ve aşağıdaki formülleri kullanmıştır:

$$\Delta Q_c = Q_{*c} (V_{bc} - V_{bf}) \cdot H \cdot h \cdot ARF \quad (10a)$$

$$\Delta Q_f = Q_{*f} (V_{bc} - V_{bf}) \cdot H \cdot h \cdot ARF \quad (10b)$$

$$\Delta Q_t = \Delta Q_c + N_f \Delta Q_f \quad (10c)$$

$$Q_{*c} = -1.24 + 0.395(B/W_c) + GH_* \quad (10c)$$

$$Q_{*f} = -H_* / f_* \quad (10d)$$

$$\text{if } Q_{*c} < 0 \Rightarrow Q_{*c} = 0.5; Q_{*f} = 0 \quad (10e)$$

$$s_c \geq 1 \quad G = 10.42 + 0.17f_* \quad (10f)$$

$$s_c < 1 \quad G = 10.42 + 0.17s_c \cdot f_* + 0.34(1 - s_c) \quad (10g)$$

$$ARF = (2b/h)/10 \quad (10g)$$

**2. BÖLGE:** Bu bölgede ana yatak ve taşkın yatağı arasındaki etkileşim azalmaktadır (Şekil 2). Bu bölgedeki akım hesapları  $DISADF'$ 'a dayanmaktadır. Bu

bölgede denklem 6. da görülen  $A^*$ ,  $P^*$  ve  $f^*$  gerçek rölatif derinliğe göre değil ( $H^*$ ),  $H^* + \text{shift}$  değerine göre hesaplanmaktadır. Burada shift ana yatak derinliği ayarlama faktörüdür.

• Ana yatakta debi hesabı

$$Q_c = DISADF_c \cdot Q_{bc} \quad (11a)$$

$$V_c = Q_c / A_c \quad (11b)$$

$$DISADF_c = DISADF_c \quad (11c)$$

• Taşkın yatağında debi hesabı

$$Q_f = Q_t - Q_c \quad (12a)$$

$$V_f = Q_f / A_f \quad (12b)$$

$$DISADF_f = Q_f / Q_{bf} \quad (12c)$$

• Bileşik kanaldaki toplam debi hesabı

$$Q_t = DISADF_t \cdot Q_{bt} \quad (13a)$$

$$V_t = Q_t / A_t \quad (13b)$$

$$DISADF_t = COH(H') \quad (13c)$$

Bu durumda:

$$H' = h / [1 - (H_* + \text{shift})] \quad (14a)$$

$$s_c \geq 1 \quad \text{shift} = 0.05 + 0.05N_f \quad (14b)$$

$$s_c < 1 \quad \text{shift} = -0.01 + 0.05N_f + 0.6s_c \quad (14c)$$

**3. BÖLGE:** Bu bölge gerçek rölatif derinlikle  $COH'$  un bir fonksiyonu olarak  $DISADF$  tarafından temsil edilen akımın rölatif olarak dar olduğu bir bölgedir.

$$DISADF_t = 1.567 - 0.667COH(H) \quad (15)$$

**4. BÖLGE:** Bu bölgede bileşik kanalın tek bir kesit gibi davrandığı kabul edilmektedir.

$$DISADF_t = COH(H) \quad (16)$$

**BÖLGE TAYİNİ:** Toplam debi aşağıdaki kriterler gözönüne alınarak belirlenmektedir:

$$Q_c = Q_{bc} - \Delta Q_c \quad (7a)$$

$$\text{Eğer } Q_t^{B1} \geq Q_t^{B2} \text{ ise } Q_t = Q_t^{B1} \quad (17)$$

$$\text{Eğer } Q_t^{B1} < Q_t^{B2} \text{ ve } Q_t^{B3} \geq Q_t^{B2} \text{ ise } Q_t = Q_t^{B2} \quad (18)$$

$$\text{Eğer } Q_t^{B1} < Q_t^{B2} \text{ ve } Q_t^{B3} < Q_t^{B2} \text{ ise } Q_t = Q_t^{B3} \quad (19)$$

$$\text{Eğer } Q_t^{B4} > Q_t^{B3} \text{ ise } Q_t = Q_t^{B4} \quad (20)$$

Burada B1, B2, B3 ve B4 bölgeleri temsil etmektedir.

#### 4. GELİŞTİRİLEN LABORATUVAR MODELİ ve DENEYSEL YÖNTEM

Çalışmalar, laboratuvarda geliştirilen, 18 m. uzunluğunda deneysel bir düzenek üzerinde yapılmıştır. Deneysel düzenek, 0.4 m derinliğinde ve 0.398 m genişliğinde bir ana yatak ve 0.4073 m genişliğinde iki simetrik taşkın yatağından oluşan ve toplam 1.212 m genişliğinde iki seviyeli bir kanaldır (Şekil 3).

Ana yatak ve simetrik taşkın yatakları tabanları ve duvarları düzgün yüzeyli PVC malzemeden yapıldı. Deneysel düzende suyu mansap kısmındaki tanktan alıp memba kısmına boşaltan, yani devridaim sistemine sahip olan iki pompanın yanında, yüksek akımlar için suyu laboratuvarın ana deposundan sağlayan büyük bir pompa bulunmaktadır. Devridaim sistemi üzerindeki plastik borular 50 mm ve 100 mm çapında olup büyük pompa üzerindeki plastik borunun çapı 150 mm dir. Değişik büyüklükteki debiler, 50 mm lik çapa sahip boru üzerindeki bir elektromanyetik akım ölçer, 100 mm ve 150 mm lik çapa sahip borular üzerindeki akım miktarları ise venturimetrelere yardımı ile ölçülmüştür. Her bir deney için üniform akım, deneysel düzeneğin mansap tarafındaki 3 adet keskin kenarlı, ayarlanabilir, dikdörtgen savaklar yardımı ile elde edilmiştir. Sadece ana yatak üzerindeki akım için tek bir savak ve taşkın durumunda ise diğer iki savak M1 ve M2 profili elde edebilmek için ayarlanmıştır. Su yüzü profili eğiminin yatak eğimine ( $2.024 \times 10^{-3}$ ) eşit olduğu durumdaki su yüksekliği üniform akım yüksekliği olarak kabul edilmiştir. Su yüzü profilleri, hassasiyet derecesi 0.1 mm olan, ayarlanabilir aletler ile (pointer gauges) ölçüldü. Bu çalışmada üç farklı durum için seviye-debi ilişkisi araştırılmıştır:

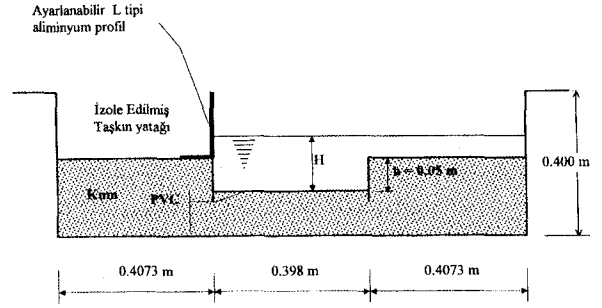
**DURUM 1:** Şekil 3'de görüldüğü gibi asimetrik kesit elde etmek için taşkın yataklarından birinin üzerine L kesitli alüminyumdan yapılmış bir profil monte edilmiştir. Bu durumda 13 farklı debi için yukarıda bahsedilen yöntemle üniform akım profilleri elde edildikten sonra debi okumaları yapılarak her bir debiye karşılık gelen su derinlikleri tesbit edilmiştir (Şekil 5).

**DURUM 2:** L kesitli alüminyum profil sökülerek simetrik kesit elde edilmiştir. 12 farklı debi için seviye-debi değerleri bulunmuştur.

**DURUM 3:** Taşkın yatakları üzerine pürüzlülüğü artırmak için, üniform şekilde malzemeler yerleştirilmiş ve 7 farklı debi için deney yapılmıştır. Her bir debiye karşılık gelen su derinliği tesbit edilmiştir.

#### 5. BULGULAR VE TARTIŞMA

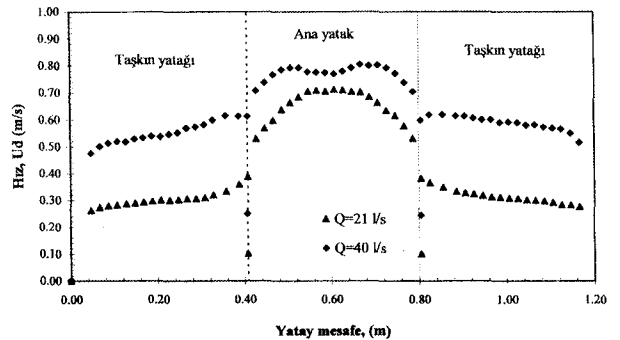
Her bir deney durumu için üniform akım derinliklerinin tesbitinden sonra ana yatak ve taşkın yataklarındaki akım hızları Navor-Nixon hız ölçüm aleti ile ölçülmüştür. Hız ölçümleri yatay doğrultuda her 2 cm de bir



Şekil 3. Deneylerin Yapıldığı Düzeneğin Enkesiti.

ve düşey doğrultuda ana yatakta  $0.4 \cdot H$  ve taşkın yataklarında ise  $0.4 \cdot (H-h)$  yüksekliklerinde yapılmıştır. Bu düşey doğrultudaki yükseklikler yatak tabanından itibaren tesbit edilmiş olup, her bir noktada 10 saniyede bir olmak üzere 5 okuma yapılmıştır (Şekil 4). Bu okumaların ortalaması alınarak yatak kesitlerindeki hız dağılımları Şekil 4. te görüldüğü gibi her bir deney için tesbit edilmiştir. Şekil 4. teki iki farklı debiye ait hız dağılımları açıkça göstermektedir ki ana yatak ve taşkın yataklarındaki hızlar, seviye ve debi arttıkça birbirine yaklaşmaktadır.

Ve yine bilinmektedir ki iki bölgedeki hız ne kadar farklı ise aralarındaki momentum transferi o kadar fazladır. Bu hız ölçümleri ıslak çevre boyunca 2 cm aralıklarla integrasyonu alınarak ana yatak ve taşkın yatakları için ortalama hız değerleri tesbit edilmiştir. Bu değerler toplam yatak kesit alanı ile çarpılarak tekrar yataktaki debi miktarı hesaplanmıştır ( $Q_{\text{hesap}}$ ). Bu değerler denklem (21) yardımı ile sisteme verilen ölçülmüş akım miktarları ile karşılaştırılmıştır. Bu değerlerin eşitliği sağlandıktan sonra ana yatak ve taşkın yataklarında ölçülmüş olan ortalama hız değerleri bu bölgelerdeki direnç katsayılarının ve debilerinin hesabında kullanılmıştır. Bu katsayıların hesabında denklem (22), (23) ve (24)te görülen geleneksel formüller kullanılmıştır (Atabay ve Knight, 2000).



Şekil 4. Simetrik Geometriye Sahip Bileşik Yatakta Enkesit Boyunca Hız Dağılımları.

$$\% Q_{\text{hata}} = \frac{100 * (Q_{\text{hesap}} - Q_{\text{ölçülen}})}{Q_{\text{ölçülen}}} \quad (21)$$

$$f = 8gRS_f / U^2 \quad (22)$$

$$n = R^{2/3} S_f^{1/2} / U \quad (23)$$

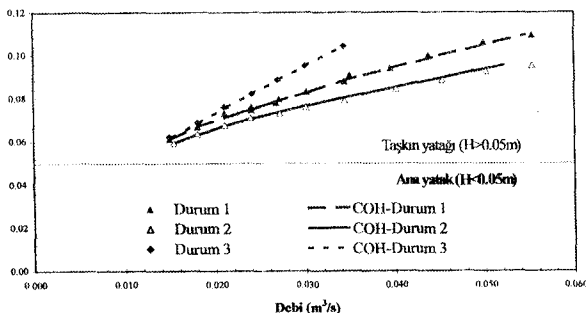
$$C = U / \sqrt{RS_f} \quad (24)$$

Burada  $f$ ,  $n$  ve  $C$  sırasıyla Darcy - Weisbach, Manning ve Chezy sürtünme katsayıları,  $R$  hidrolik yarıçap,  $S_f$  sürtünme eğimi ve  $g$  yerçekimi ivmesidir.

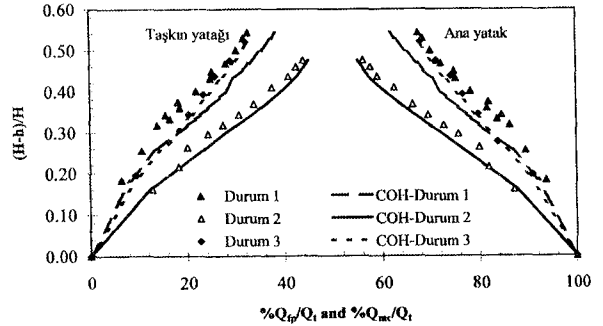
Ana yatak ve taşkın yataklarında ölçülmüş olan debi miktarları yüzde olarak Şekil 6. da gösterilmektedir. Şekilden de anlaşılacağı üzere seviye arttıkça ana yatağın taşıma kapasitesi azalmakta, taşkın yatağında ise artmaktadır. Şekil 6. aynı zamanda simetrik geometriye sahip pürüzlü (Durum 3) ve pürüzsüz kanaldaki (Durum 2) taşıma yataklarındaki farklılığı göstermektedir. Aynı seviye için pürüzlülük arttıkça taşıma kapasitesi azalmaktadır.

Yukarıda bahsedildiği gibi ana yatak ve taşkın yataklarındaki ortalama akım hızları, akım derinlikleri ve debi miktarları tesbit edildikten sonra seviye-debi hesaplarında ana yatak ve taşkın yataklarındaki momentum transferini de hesaba katan COH Yöntemi (Ackers, 1991) bu çalışmada elde edilen deney sonuçlarına uygulanmıştır (Şekil 5 ve 6). COH Yöntemi bileşik kesite sahip kanalı Şekil 1. deki gibi alt bölgelere (ana yatak ve taşkın yatakları) hayali bir yüzeyle ayırıp bu bölgelere üniform akım direnç formüllerini uygulayarak bu bölgelerdeki debileri ( $Q_{bc}$  ve  $Q_{bf}$ ) hesaplamaktadır.

Şekil 5'ten de anlaşılacağı üzere COH Yöntemi bu deneysel çalışmada elde edilen verilerle çok iyi bir uyum içerisindedir. Bununla birlikte Şekil 6. da gösterilen ana yatak ve taşkın yataklarının debi taşıma kapasiteleri COH Yöntemi sonuçlarıyla karşılaştırıldığında 1. Bölge haricinde iyi sonuçlar vermemektedir. Ackers (1991) bu bölgeler için debi ayarlama faktörlerini geliştirememiş ve bu bölgeler için daha detaylı deneyler yapılarak bu faktörlerin geliştirilmesi gerektiğini söylemiştir.



Şekil 5. Deneysel Seviye-Debi İlişkisinin COH Yöntemi ile Karşılaştırılması.



Şekil 6. Deneysel Olarak Bulunan Rölatif Debi-Rölatif Derinlik İlişkisinin COH Yöntemi ile Karşılaştırılması.

## 6. SONUÇLAR ve ONERILER

1. Bileşik kesite sahip yataklar için, debi arttıkça derinliğin de önemli derecede arttığı gözlenmiştir.
2. Deneysel sonuçları göstermiştir ki taşkın yataklarındaki akım derinliği arttıkça ana yatak ve taşkın yatakları arasındaki akım hızlarındaki farklılık azalmakta ve bunun sonucu olarak momentum transferinde de önemli derecede azalma görülmektedir.
3. Ackers (1991) tarafından geliştirilen ve ana yataktan taşkın yatağına momentum transferini de hesaba katan COH yönteminin bu çalışmada sunulan veriler için toplam yatak debisini hesaplamada iyi sonuçlar verdiği, fakat bölgesel debilerin hesabında çok iyi sonuçlar vermediği gözlenmiştir.
4. Yapılan bu deneylerin matematiksel model geliştirme çalışmalarına önemli bir kaynak olacağı düşünülmektedir.
5. COH Yönteminin geçerlilik durumlarının iyi bir şekilde tesbit edilebilmesi için değişik kesitlerde ve değişik hidrolik şartlar altında ilave deneylerin yapılması gerekmektedir.

## KAYNAKÇA

- Ackers, P. (1991). Hydraulic design of straight compound channels. Report SR 281, HR Wallingford, Vols 1 & 2, ss. 1-131 & 1-141.
- Ackers, P. (1993). Stage-discharge functions for two stage channels: The impact of new research. *Journal of International Water & Environmental Management*, 7(1), 52-61.
- Atabay, S. ve Knight, D. W. (1998). Stage-discharge and resistance relationships for laboratory alluvial channels with overbank flow. *Proceedings of the Seventh International Symposium on River Sedimentation*, Hong-Kong, ss.223-229.
- Atabay, S. ve Seckin, G. (2000). Comparison of sediment transport rates between symmetric and

- asymmetric straight compound channels. *Proceedings of the Eighth International Symposium on Stochastic Hydraulics*, Beijing, Çin, ss.139-144.
- Chow, V.T. (1959). *Open Channel Hydraulics*. McGraw-Hill, New York.
- Ervine, D.A. ve Baird, J.I. (1982). Rating curves for rivers with overbank flow. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Part 2*, 73, 465-472.
- Knight, D.W. ve Demetriou, J.D. (1983). Floodplain and main channel flow interaction. *Journal of Hydraulic Engineering*, ASCE, 109(8), 1073-1092.
- Knight, D.W. ve Hamed, M.E. (1984). Boundary shear in symmetrical compound channels. *Journal of Hydraulic Engineering*, ASCE, 110(10), 1412-1430.
- Knight, D.W. ve Shiono, K. (1990). Turbulence measurements in a shear layer region of a compound channel. *Journal of Hydraulic Research*, 28(2), 175-194.
- Knight, D.W. ve Shiono, K. (1996). River and floodplain hydraulics. *Floodplain Processes*, M. G. Anderson, D. E. Walling, and P. D. Bates, Eds., Wiley, Chichester, U.K., ss.139-181.
- Myers, W.R.C. ve Elsayy, J.D. (1975). Boundary shear in channel with flood plain. *Journal of Hydraulics Division*, ASCE, 101, 933-946.
- Myers, W.R.C. (1978). Momentum transfer in a compound channel. *Journal of Hydraulic Research*, 16(2), 139-150.
- Radojkovic, M. ve Djordjevic, S. (1985). Computation of discharge distribution in compound channels. *Proceedings, 21-st Congress of International Association for Hydraulic Research*, Melbourne, Australia, c.3, ss.367-371.
- Stephenson, D. ve Kolovopoulos, P. (1990). Effects of momentum transfer in compound channels. *Journal of the Hydraulics Division*, ASCE, 116(12), 1512-1522.
- Wormleaton, P.R., Allen, J. ve Hadjipanous, P. (1982). Discharge assessment in compound channel flow. *Journal of the Hydraulics Division*, ASCE, 108(9), 975-994.
- Wormleaton, P.R. ve Merrett, D.J. (1990). An improved method of calculation for steady uniform flow in prismatic main channel-flood plain section, *Journal of Hydraulic Research*, 28(2), 157-174.
- Serter Atabay**, 1971 yılında Konya'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Konya'da tamamladıktan sonra 1988 yılında S.Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği bölümünü kazandı. 1992 yılında bu bölümden mezun oldu. Özel bir şirkette 3 aylık kısa bir dönem şantiye şefi olarak çalıştıktan sonra 1992 yılında Ereğli Meslek Yüksekokulu'nda öğretim görevlisi olarak göreve başladı. Bu kurumda 2 yıl çalıştıktan sonra Milli Eğitim Bakanlığı'nın açmış olduğu yurtdışı yüksek lisans ve doktora sınavını kazandı. 1996 yılında yüksek lisansını İngiltere'de Newcastle Üniversitesinde tamamladı. Doktorasını ise 2001 yılında İngiltere'de Birmingham Üniversitesinde tamamlamıştır. Halen aynı üniversitede post doktora yapmaktadır.
- Galip Seçkin**, 1967 yılında Adana'nın Kadırlı ilçesinde doğdu. İlkokulu Antakya Vali Teoman İlkokulu'nda, ortaokul ve liseyi sırasıyla Kadırlı Cevdet Paşa Ortaokulu ve Kadırlı Lisesi'nde bitirdi. 1986 yılında S.Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği bölümünü kazandı. 1990-1991 öğretim yılında buradan mezun oldu. Özel bir şirkette bir buçuk yıl çalıştıktan sonra, S.Ü. Ereğli Meslek Yüksek Okulu İnşaat Bölümü'nde Öğretim Görevlisi olarak göreve başladı. 1995 yılında Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Bölümü Hidrolik Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı. 1996 yılında Ç.Ü. nin açmış olduğu Araştırma Görevlisi ve doktora sınavını kazandı. 1998-1999 yılları arasında Ç. Ü. Fen bilimlerinin görevlendirmesiyle doktorasının deneysel aşamasını İngiltere'de Birmingham Üniversitesinde tamamladı. 13 Haziran 2001 yılında Ç.Ü. de doktorasını tamamladı.
- Recep Yurtal**, 1962 yılında Adana'nın Ceyhan kazasında doğdu. İlk, Orta ve Lise Eğitimi'ni Ceyhan'da tamamladı. 1982 yılında ise Ç.Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği bölümünden mezun oldu. Yine aynı üniversitenin, aynı bölümünde Hidrolik Anabilim dalında Yüksek Lisans çalışmasını 1986 yılında doktora çalışmasını ise 1993 yılında tamamladı. Bu arada 1983-1993 yılları arasında kesintisiz olarak DSİ Diyarbakır ve Adana Bölgelerinde İnşaat Mühendisi olarak çalıştı. 1993 yılında Ç.Ü. Osmaniye Meslek Yüksekokulu'nda öğretim görevlisi olarak yeni görevine başladı. Dünya Bankası II. Endüstriyel Eğitim Projesi kapsamında 22 Ekim 1993 - 21 Mayıs 1994 tarihleri arasında 7 aylık süreyle İngiltere'ye eğitim için gönderildi. Bu eğitimi belirtilen tarihte tamamladı. Aralık 1994 tarihine kadar Ç.Ü. Osmaniye Meslek Yüksekokulu'nda Yardımcı Doçent ünvanı ile öğretim üyeliği ve Müdür yardımcılığı yaptı. Ocak 1995 tarihinde Ç.Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği bölümünde Yardımcı Doçent kadrosuna atandı. 1997 yılında TÜBİTAK ve British Council desteği ile İngiltere'de Exeter Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği bölümünde, 3.5 ay süreli bir post doktora çalışması yaptı. 1998 yılında Doçent ünvanını aldı. Halen Ç.Ü. İnşaat Mühendisliği Bölümünde öğretim üyesi olarak göreve devam etmektedir.