

Bileşik Kesitlerde Enerji ve Momentum Düzeltme Katsayılarının Deneysel İrdelenmesi

Galip SEÇKİN*

Mehmet ARDIÇLIOĞLU**

Neslihan SEÇKİN***

Serter ATABAY****

ÖZ

Bu çalışmada kinetik enerji ve momentum düzeltme katsayılarını incelemek amacıyla kompozit kesite sahip bir deney düzeneği üzerinde, 8 farklı debi için, enkesit düzeyinde ve yanıl doğrultuda hız dağılımı ölçümleri yapılmıştır. Deneyler kritiküstü akım şartlarında yapılmış olup Froude sayısı (Fr) 1.04 ve 1.1 arasında, relatif derinlik (Dr) ise 0.16 ve 0.48 arasında değişmiştir. Kinetik enerji ve momentum düzeltme katsayıları (α ve β) herbir deney durumu için hesaplanmıştır. Sonuçlar, daha önce farklı enkesit şekline sahip deney düzeneği üzerinde yapılan çalışmalardan elde edilen bulgularla karşılaştırılmıştır. Sonuçta, 48 farklı deney durumu için, kinetik enerji ve momentum düzeltme katsayıları, $\alpha=1,15$ ve $\beta=1,08$ olarak hesaplanmıştır.

ABSTRACT

An Experimental Investigation of Kinetic Energy and Momentum Correction Coefficients in Compound Channels

In this study, vertical and lateral velocity distribution in a compound channel cross section was measured to investigate kinetic energy and momentum correction coefficients for eight different test discharges. Experiments were carried out for supercritical flow conditions. Froude number (Fr) was varied between 1.04 and 1.1, as depth ratio (Dr) changed 0.16 and 0.48. Kinetic energy and momentum correction coefficients, α and β , were computed for each experimental condition. Results were compared with findings taken from the

Not: Bu yazı

- Yayın Kurulu'na 14.11.2002 günü ulaşmıştır.
- 31 Aralık 2004 gününe kadar tartışmaya açıktır.

* Çukurova Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Adana - gseckin@mail.cu.edu.tr

** Erciyes Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Kayseri - mardic@erciyes.edu.tr

*** Çukurova Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Adana - nseckin@mail.cu.edu.tr

**** Birmingham University, School of Civil Engineering, Birmingham, UK - atabay@civ-fs3.bham.ac.uk

Bileşik Kesitlerde Enerji ve Momentum Düzeltme Katsayılarının Deneysel İrdelenmesi

experimental works carried out in different cross-sectional shaped flumes. As a result, for 48 different experimental test case, kinetic energy and momentum correction coefficients, α and β , were computed as 1.15 and 1.08, respectively.

1. GİRİŞ

Açık kanal enkesiti üzerinde hız dağılımının üniform olmamasından dolayı, açık kanal hidroliğinde herhangi bir su derinliğine tekabül eden hız yükü değeri, $U_{ort}^2/2g$ formülüyle hesaplanan hız yükü değerinden daha büyüktür [1], [2], [3], ve [4]. Burada U_{ort} kesitsel ortalama hızı temsil etmektedir. Hidrolik hesaplarda enerji prensipleri kullanıldığı zaman, hız yükünün bu tam değeri α katsayısıyla çarpılmaktadır ($\alpha \cdot U_{ort}^2/2g$). Burada U_{ort} ortalama hızı, g yerçekimi ivmesini, ve α kinetik enerji düzeltme katsayısını (veya Coriolis katsayısı) temsil etmektedir. Yapılan deneyler, α katsayısının düz prizmatik kanallar için 1.03 ile 1.36 arasında değiştiğini göstermiştir [1].

Açık kanal enkesiti üzerindeki hız dağılımının düzensiz olması aynı zamanda momentum hesaplarını da etkiler. Bir açık kanal kesitinden geçen akımın momentumu $\beta \omega Q U_{ort}/g$ formülüyle hesaplanmaktadır. Burada Q debiyi, ω suyun birim ağırlığını, ve β momentum düzeltme katsayısını (veya Boussinesq katsayısı) temsil etmektedir. β katsayısı düz prizmatik kanallar için 1.01 ile 1.12 arasında değişmektedir [1].

Akımın sadece ana yatakta seyretmesi durumunda kinetik enerji düzeltme katsayısı α ve momentum düzeltme katsayısı β aşağıdaki eşitliklerle hesaplanmaktadır [1]:

$$\alpha = 1 + 3 \varepsilon^2 - 2 \varepsilon^3 \quad (1)$$

$$\beta = 1 + \varepsilon^2 \quad (2)$$

(1) ve (2) eşitliklerindeki ε terimi (3) bağıntısıyla hesaplanmaktadır:

$$\varepsilon = \frac{u_m}{U_{ort}} - 1 \quad (3)$$

Burada: u_m , maksimum hızı, U_{ort} ise kesitsel ortalama hızı temsil etmektedir.

Akımın hem ana yatak hem de taşkın yatağında seyretmesi durumunda ise, bileşik yatak kesiti için (ana yatak ve taşkın yatakları), enerji düzeltme katsayısı, α , ve momentum düzeltme katsayısı, β , sırasıyla (4) ve (5) bağıntılarıyla hesaplanmaktadır:

$$\alpha = \frac{\sum_{N=1}^N (\alpha_N K_N^3 / \Delta A_N^2)}{\left(\sum_{N=1}^N K_N \right)^3 / A^2} \quad (4)$$

$$\beta = \frac{\sum_{1}^{N} (\beta_N K_N^2 / \Delta A_N)}{\left(\sum_{1}^{N} K_N \right)^2 / A} \quad (5)$$

Burada: N, alt kesit numaralarını (ana yatak ve sağ ve sol taşkın yatakları), K, konveyansı, ΔA , alt kesit alanını, A, toplam bileşik kesit alanını temsil etmektedir. (4) ve (5) no'lu eşitlikteki konveyans, K, aşağıdaki eşitlikle hesaplanmaktadır:

$$K = \frac{1}{n} AR^{2/3} \quad (6)$$

Burada: n, Manning pürüzlülük katsayısını, R, hidrolik yarıçapı, A ise kesit alanını temsil etmektedir.

Bu çalışma bileşik kesitli bir yatakta, enkesit üzerinde, yanal ve düşey doğrultudaki hız dağılımını incelemek ve α ve β katsayılarını tesbit etmek amacıyla 8 farklı kritiküstü akım durumu için yapılmıştır. Bilindiği üzere akım rejiminin belirlenmesi Froude sayısının (Fr) hesabına dayanmaktadır. Bileşik kesite sahip olmayan yataklar için Froude sayısı aşağıdaki eşitlikle verilmektedir [1]:

$$Fr = \frac{U_{ort}}{\sqrt{g D}} \quad (7)$$

Burada: g, yerçekimi ivmesini, D ise hidrolik derinliği temsil etmektedir.

Bileşik kesitli yataklarda ise Froude sayısı hesabı için birçok yöntem geliştirilmiştir. Lee ve ark. [5] literatürde en yaygın kullanılan yöntemlerin Blalock ve Sturm [6] ve Chaudry ve Bhallamudi [7] yöntemleri olduğunu ve bu iki yöntem arasında çok küçük farklar bulunduğunu belirtmişlerdir. French [8] ise Konemann [9] yönteminin Blalock ve Sturm [6] yöntemi kadar yaklaşık sonuçlar verdiğini ve hesap kolaylığı açısından Konemann [9] yönteminin uygulama açısından daha basit olduğuna işaret etmiştir. Konemann [9] yöntemi aşağıdaki eşitlikle verilmektedir:

$$Fr = \left[\frac{Q^2}{2g} \left(\frac{3 B dM - M dB}{M^4} \right) \right]^{1/2} \quad (8)$$

$$B = \sum_{i=1}^{N} \left[\left(\frac{1}{n_i} R_i^{2/3} \right)^3 A_i \right] \quad (8a)$$

$$dB = 3 \sum_{i=1}^N \left[\left(\frac{1}{n_i} R_i^{2/3} \right)^3 T_i \right] \quad (8b)$$

$$M = \sum_{i=1}^N \left[\left(\frac{1}{n_i} R_i^{2/3} \right) A_i \right] \quad (8c)$$

$$dM = \frac{5}{3} \sum_{i=1}^N \left[\left(\frac{1}{n_i} R_i^{2/3} \right) T_i \right] \quad (8d)$$

Burada: n , Manning pürüzlülük katsayısını, R , hidrolik yarıçapı, A , kesit alanını, T , kesit üst genişliğini, i , kesit numarasını, N ise alt kesit sayısını temsil etmektedir.

Bu çalışmada ayrıca, bileşik kesite sahip olmayan tek kesitli deneysel düzeneklerde, daha önce Ardıçlıoğlu [10] ve Mohammadi [11] tarafından yapılan deneylerde elde edilen hız dağılım ölçümleri de, bileşik kesitli deneysel düzenek üzerinde elde edilen bu yeni verilerle karşılaştırmak ve çalışmayı zenginleştirmek amacıyla kullanılmıştır.

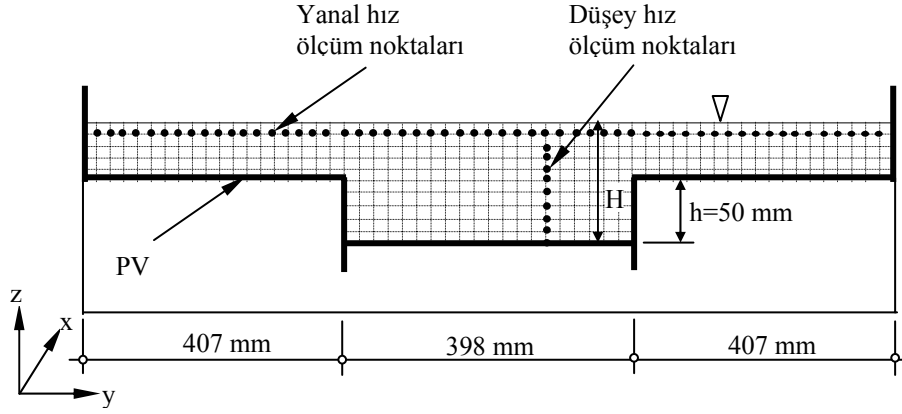
2. DENEY DÜZENEĞİ VE YÖNTEM

Bu çalışmada kullanılan deney düzeneği Seçkin ve Ark. [12] ve Atabay ve Ark. [13] tarafından detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Bu sebeple burada sadece özetlenecektir.

Deney düzeneği, 18 m uzunluğunda 407 mm genişliğinde taşkın yatakları ve 398 mm genişliğe sahip ana yataklardan oluşan kompozit kesitli bir düzenektir. Yatak taban eğimi 2.024×10^{-3} tür. Hem ana yatak hem de taşkın yatakları hidrolik cilalı yüzeye sahip PVC malzemeden yapılmıştır. Üniform su yüzü profilleri 8 farklı deney durumu için seviye ölçerlerle (pointer gauge) ölçülmüştür. Debi ölçümleri elektromanyetik akım ölçer ve venturimetreler yardımıyla ölçülmüştür. Hız ölçümleri mini bir muline yardımıyla yapılmıştır. Şekil 1'de görüldüğü gibi hız ölçümleri y doğrultusunda 20 mm aralıklarla, z doğrultusunda ise 10 mm aralıklarla tüm kompozit enkesit üzerinde ölçülmüştür. Kesitsel ortalama hız ölçümleri ise hem ana yatakta hem de taşkın yataklarında, yatak tabanından itibaren su derinliğinin 0.4 katı yükseklikte yapılmıştır. Bütün deneyler kritiküstü akım şartlarında gerçekleştirilmiştir. Relatif derinlik, $Dr=(H-h)/h$, 0.16 ile 0.48 arasında değişmiştir. Burada h ana yatak derinliğini, H ise toplam derinliği temsil etmektedir.

3. DATA TEMİNİ

Ardıçlıoğlu [10] ve Mohammadi [11] açık kanallarda hız dağılımını incelemek amacıyla bir dizi deney yapmıştır. Ardıçlıoğlu (1994) ve Mohammadi (1998) tarafından yapılan deneyler burada kısaca özetlenmektedir.



Şekil 1. Deney düzeneği üzerinde noktasal hız ölçümünün yapıldığı aralıkların şematik gösterimi

Ardıçlıoğlu [10] 10 m uzunluğunda, 0.30 m genişlik ve 0.40 m derinliğe sahip dikdörtgen kesitli bir deney düzeneği üzerinde hız dağılımını incelemek amacıyla bir dizi deney yapmıştır. Deneylerde, 0.05% ve 0.2% olmak üzere iki farklı eğim kullanılmıştır. Bütün deneyler kritikaltı akım şartlarında, 4 farklı debi değeri için yapılmıştır ($Q=19.5, 14.5, 10,$ ve 6 l/s). Yanal doğrultuda (y) hız ölçümleri, 20 mm aralıklarla, düşey doğrultuda (z) ise, çeşitli aralıklarda, 0.2 mm, 0.3 mm, 0.5 mm, 1 mm, 2 mm, 5mm, ve 10 mm aralıklarla, Laser Doppler Anemometresi kullanılarak yapılmıştır. Burada 5 mm den küçük aralıklar, yatak tabanına yakın bölgelerde hassas ölçüm yapabilmek için seçilmiştir.

Mohammadi [11] yine aynı amaçla 15 m uzunluğunda, 0.46 m genişlik ve 0.38 m derinliğe sahip V taban kesitli bir deney düzeneği üzerinde bir dizi deney yapmıştır. Deneylerde, 0.1%, 0.2%, 0.4% ve 0.9% olmak üzere dört farklı eğim kullanılmıştır. Deneyler hem kritikaltı hem de kritiküstü akım şartlarında, 5 farklı debi değeri için yapılmıştır ($Q=125, 85, 50, 25$ ve 10 l/s). Yanal doğrultuda (y) hız ölçümleri, 20 mm aralıklarla, düşey doğrultuda (z) ise, 10 mm aralıklarla, mini muline (velocity propeller) kullanılarak yapılmıştır. 0.1% ve 0.2% eğim değerleri için kritikaltı akım, 0.4% ve 0.9% eğim değerleri için kritiküstü akım gözlenmiştir.

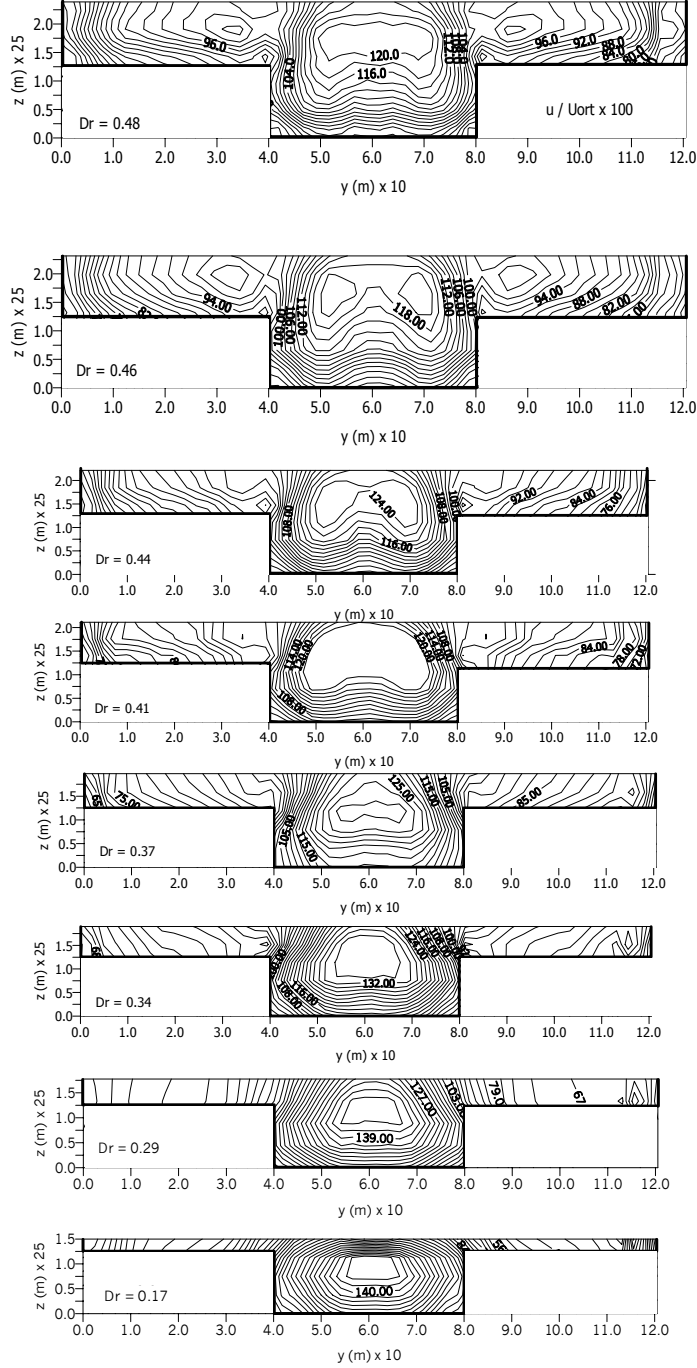
4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Kompozit kesitli deney düzeneği enkesiti üzerinde y ve z doğrultusunda ölçülen nokta hızları SURFER 1.07 paket programı yardımıyla çizilmiştir (Şekil 2a-h).

Şekil 2'den de görüleceği üzere maksimum hız izovelleri açık kanal su yüzeyinde değil, daha düşük bir seviyede meydana gelmektedir. Knight ve Shiono [14] ve Mohammadi [11] benzer durumu trapez kesitli yataklarda da gözlemlemişlerdir.

Bileşik kesitli yatak enkesiti üzerinde yapılan hız ölçümlerinden, α ve β katsayıları (1-5) eşitlikleri yardımıyla hem bileşik kesitli yatak için hem de dikdörtgen düz (Ardıçlıoğlu 1994) taban kesitli yatak için hesaplanmıştır. Mohammadi [11] yaptığı çalışmada zaten α ve β katsayılarını yayınlamıştır. Bu yüzden Mohammadi [11]'nin çalışmasında hesapladığı α ve β katsayısı değerleri direkt olarak kullanılmıştır.

Bileşik Kesitlerde Enerji ve Momentum Düzeltme Katsayılarının Deneysel İrdelenmesi



Şekil 2. Simetrik bileşik kesitli yataкта, farklı rölâtif derinliklerde oluşan boyutsuz akım dağılımı ($0.15 < Dr < 0.5$)

Bu çalışma (kompozit kesitli yatak) ve Ardiçlioğlu [10]'nun hız ölçümlerine dayanarak hesaplanan α ve β katsayılarının minimum ve maksimum değerleri, Mohammadi'nin yayınladığı değerlerle birlikte Çizelge 1'de verilmektedir.

Çizelge 1. Farklı enkesitlere sahip deney düzenekleri üzerinde ölçülen α ve β katsayılarının minimum ve maksimum değerleri

Kesit şekli	Kinetik enerji düzeltme katsayısı		Momentum düzeltme katsayısı	
	α (Min)	α (Max)	β (Min)	β (Max)
Kompozit (bu çalışma)	1.048	1.3087	1.031	1.149
Dikdörtgen (Ardiçlioğlu, 1994)	1.003	1.5225	1.001	1.2652
V taban kesitli (Mohammadi, 1998)	0.901	1.366	0.9230	1.197

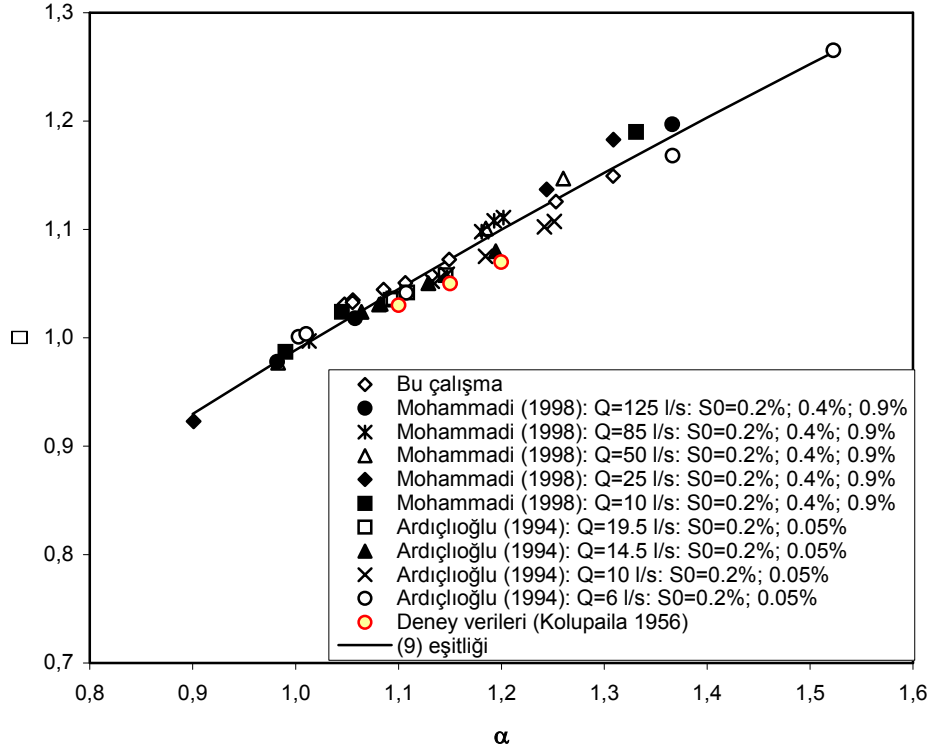
Chow [1] Kolupaila'nın [15] çalışmasına atıfta bulunarak, α ve β katsayılarının minimum ve maksimum değerlerini, deneyler ve gerçek akarsu verilerine göre çizelge halinde vermiştir. Chow [1] deneysel düzeneklerde enerji ve momentum düzeltme katsayılarını: $\alpha_{\min}=1.10$; $\alpha_{\max}=1.20$; $\beta_{\min}=1.03$; $\beta_{\max}=1.07$ şeklinde vermektedir. Oysa bu çalışmada, bütün veriler dikkate alındığında, α ve β katsayılarının minimum ve maksimum değerleri: $\alpha_{\min}=0.901$; $\alpha_{\max}=1.5225$; $\beta_{\min}=0.923$; $\beta_{\max}=1.197$ olarak hesaplanmıştır. Chow [1] ve Massey [2] α ve β katsayılarının matematiksel olarak "1" den daha küçük bir değer alamayacağına işaret etmiştir. Bu çalışmada kompozit kesitli yatak için ve Ardiçlioğlu (1994)'nun dikdörtgen kesitli yatak üzerinde ölçtüğü hız dağılımlarına dayanarak hesaplanan minimum α ve β katsayısı değerleri bu limitin üstünde çıkmıştır. Oysa Mohammadi [11]'nin yayınladığı minimum α ve β katsayısı değerleri bu limitin altındadır. Massey [2] herhangi bir debi değeri için α değerinin β değerinden daima daha büyük olacağını söylemiştir. α ve β arasındaki ilişki Şekil 3' te görülmektedir. Bu çalışmada hesaplanan α ve β değerlerinin üssel ifadesi (9) eşitliği ile verilmektedir:

$$\beta = 0.9887 \alpha^{0.5836} \quad (9)$$

(9) eşitliğinin determinasyon katsayısı $R^2 = 0.9715$ 'tir.

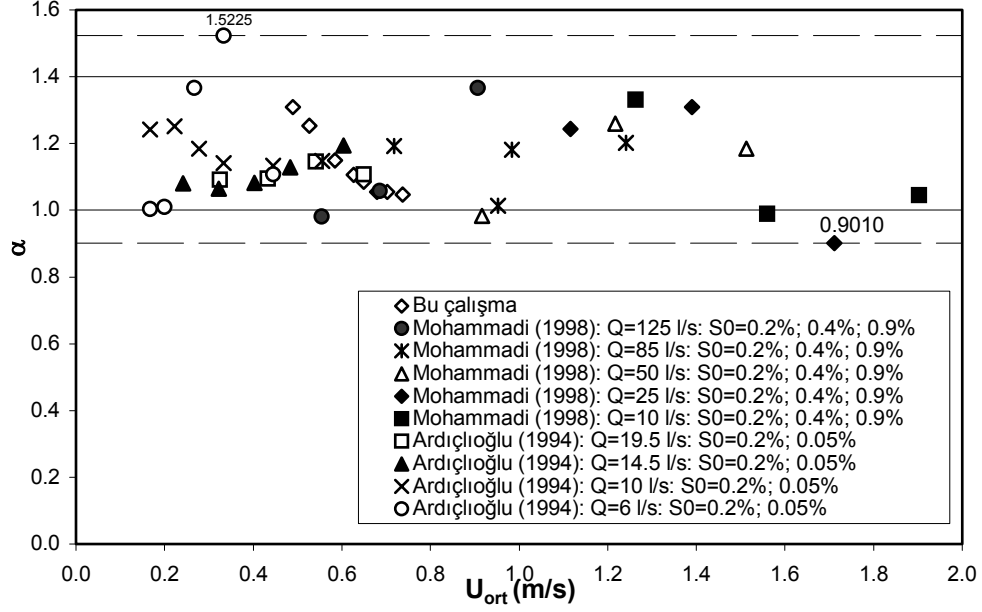
Şekil 3' te görülmektedir ki Kolupaila'nın [15] deneysel düzenekler için verdiği minimum maksimum ve ortalama α ve β değerleri, verilen aralıkta (1.10 – 1.20), bu çalışmada elde edilen verilerle uyum içerisindedir.

α ve β katsayılarının ortalama hız (U_{ort}) ve Froude sayısı (Fr) ile ilişkisi Şekil 4, 5, 6 ve 7'de görülmektedir. Şekil 4 ve 5'te görüldüğü gibi α katsayısı 0.9010 ile 1.5225 arasında değişmektedir. Ancak bütün data noktaları incelendiğinde limit değer "1" in altında sadece 5 adet data noktası mevcuttur. Yine 1.4 değerinin üzerinde sadece tek data noktası görülmektedir. Bütün α değerleri, açık kanal hidroliğinde en önemli parametrelerden ortalama hız ve Froude sayısı ile, her aralıkta 1 ve 1.4 arasında değişmektedir. Yukarıda bahsedilen 5 data noktası ihmal edilip ortalama değer alındığında $\alpha=1.16$ olarak hesaplanmıştır.

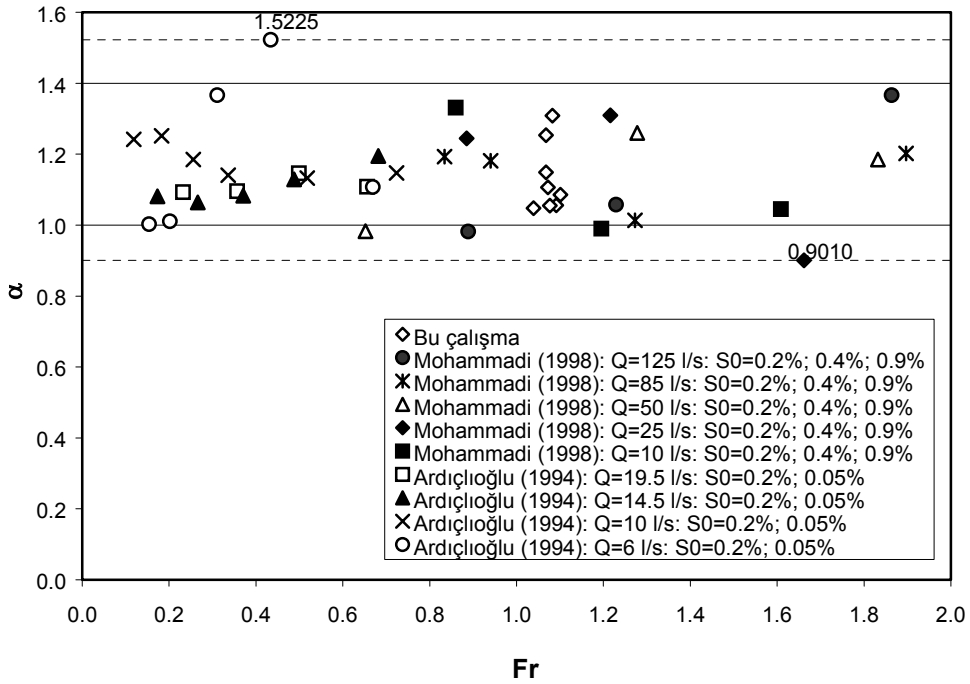


Şekil 3. α ve β arasındaki ilişki

Şekil 6 ve 7’de görüldüğü gibi β katsayısı 0.923 ile 1.2652 arasında değişmektedir. Ancak yine bütün data noktaları incelendiğinde limit değer “1” in altında sadece 5 adet data noktası mevcuttur. Yine 1.2 değerinin üzerinde sadece tek data noktası görülmektedir. Bütün β değerleri, açık kanal hidrolüğünde en önemli parametrelerden ortalama hız ve Froude sayısı ile, her aralıkta 1 ve 1.2 arasında değişmektedir. Yukarıda bahsedilen 6 data noktası ihmal edilip ortalama değer alındığında $\beta=1.08$ olarak hesaplanmıştır. İhmal edilen 6 data noktası hesaba katıldığında ise α ve β nın ortalama değerleri sırasıyla 1.15 ve 1.07 olarak hesaplanmıştır. Ancak 5 data noktası değerinin “1” limit değerinin (Massey 1989) altında olması ve bir adet data noktasının α ve β değerlerinin dağılımı dışına çıkmasından dolayı, bu çalışmada $\alpha=1.16$ ve $\beta=1.08$ olarak önerilmektedir.

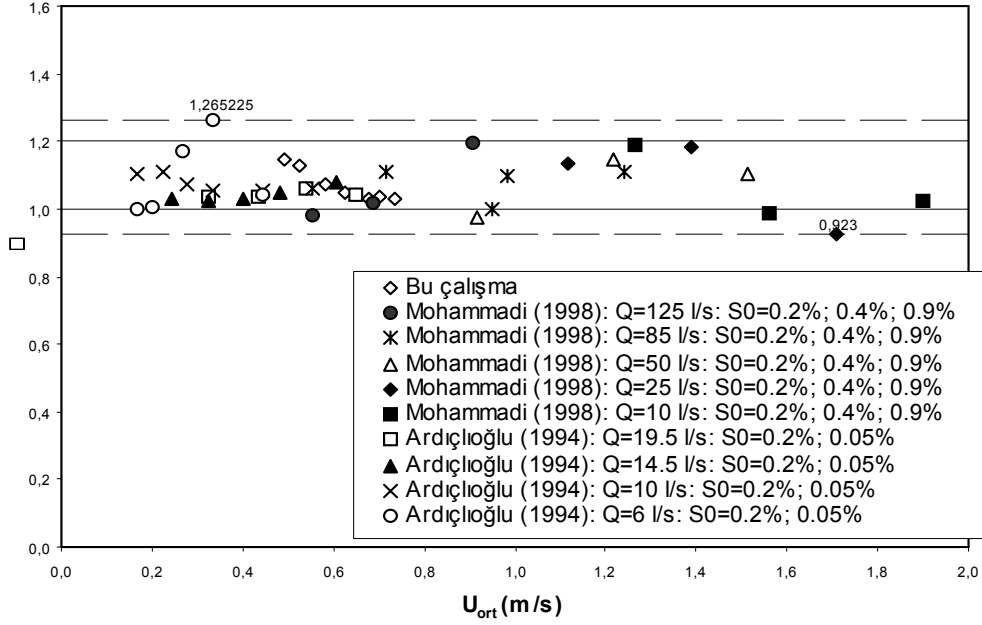


Şekil 4. α ve U_{ort} arasındaki ilişki

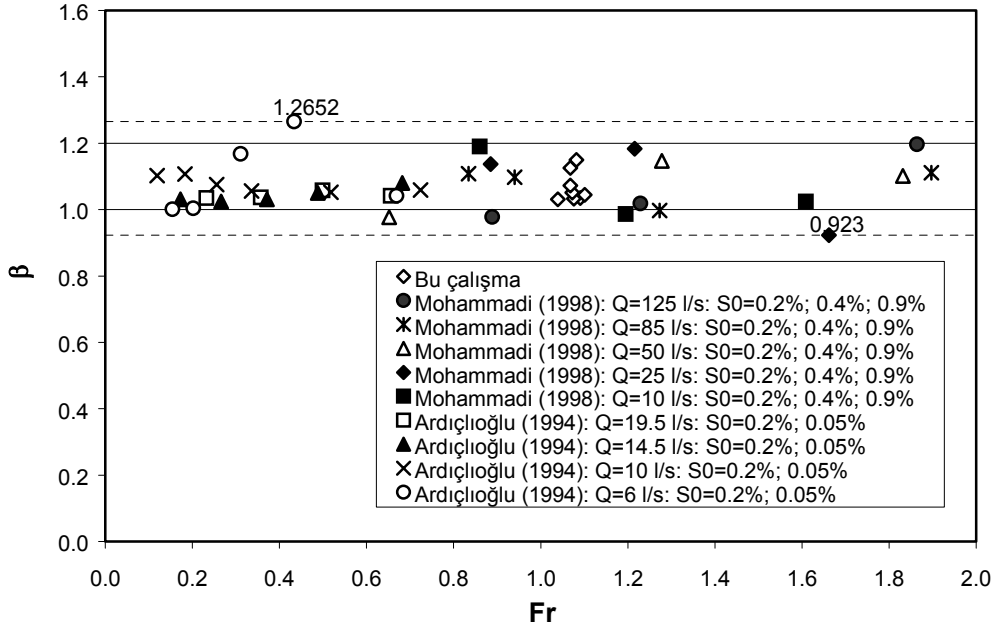


Şekil 5. α ve Fr arasındaki ilişki

Bileşik Kesitlerde Enerji ve Momentum Düzeltme Katsayılarının Deneysel İrdelenmesi



Şekil 6. β ve U_{ort} arasındaki ilişki



Şekil 7. β ve Fr arasındaki ilişki

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada kinetik enerji ve momentum düzeltme katsayısı ile (sırasıyla α ve β) kesitsel ortalama hız (U_{ort}) ve Froude sayısı (Fr) ilişkisi irdelenmiştir. Üç farklı enkesit şekline sahip deneysel düzenek üzerinde yapılan hız dağılımı ölçümlerine dayanarak, kinetik enerji ve momentum düzeltme katsayıları, $\alpha=1.16$ ve $\beta=1.08$ olarak hesaplanmıştır. Bu katsayı değerleri Kolupaila [15] tarafından $\alpha=1.15$ ve $\beta=1.05$ şeklinde önerilmektedir. Bu çalışmada elde edilen kinetik enerji ve momentum düzeltme katsayısı ortalama değerleri Kolupaila'nın [15] önerdiği değerlerden çok az bir miktar daha büyüktür. Ancak α ve β nin maksimum değeri, Kolupaila'nın [15] önerdiği $\alpha=1.20$ ve $\beta=1.07$ değerlerinden daha yüksek değerde hesaplanmıştır.

Bu çalışmada ayrıca α ve β arasında $\beta=0.9887\alpha^{0.5836}$ şeklinde üssel bir ifade bulunmuştur. Eşitliğin determinasyon katsayısı $R^2 = 0.9715$ 'tir.

Bu çalışmada üç farklı enkesit şekline sahip deneysel düzeneklerden elde edilen bulgular sunulmaktadır. Üç deney düzeneği de hidrolik cilalı (pürüzsüz) yatak tabanı ve pürüzsüz yatak yan duvarlarına sahiptir. Bu nedenle, pürüzlü yatak tabanı ve pürüzlü yatak yan duvarlarına sahip deneysel düzenekler üzerinde ilave çalışmaların yapılması ve bu çalışmada elde edilen bulgularla karşılaştırılması bu alanda yapılan çalışmalara büyük bir katkı sağlayacaktır.

6. SEMBOLLER

- A : Toplam bileşik enkesit alanı
D : Hidrolik derinlik
Dr : Relatif derinlik
Fr : Froude sayısı
g : Yerçekimi ivmesi
h : ana yatak derinliği
H : Toplam derinlik
K : Konveyans
n : Manning pürüzlülük katsayısı
R : Hidrolik yarıçap
Q : Debi
T : Kesit üst genişliği
 u_m : Maksimum nokta hızı
 U_{ort} : Kesitsel ortalama hız
 α : Kinetik enerji düzeltme katsayısı
 β : Momentum düzeltme katsayısı
 ΔA : Alt kesit alanı

Kaynaklar

- [1] Chow, V. T., "Open-Channel Hydraulics", McGraw-Hill, New York, 1959.
- [2] Massey, B. S. (1989). Mechanics of fluids. 6th ed., Chapman and Hall Ltd., London.
- [3] Roberson and Crowe (1998). Engineering Fluid mechanics. 8th ed., John Wiley & Sons, Inc., Canada.

Bileşik Kesitlerde Enerji ve Momentum Düzeltme Katsayılarının Deneysel İrdelenmesi

- [4] Streeter, V. L., and Wylie, E. B., "Fluid Mechanics", McGraw-Hill, New York, 1979.
- [5] Lee P. J., Lambert M. F. and Simpson A.R., "Critical depth prediction in straight compound channels". Proceedings of the institution of civil engineers, Water & Maritime Engineering, 154, No.4, 317-332, 2002.
- [6] Blalock, M. E. and Sturm, T. W., "Minimum specific energy in compound open channel". Journal of the Hydraulics Division, ASCE, 107 (1981) 699-717, 1981.
- [7] Chaudhry M. H. and Bhallamudi, S. M., "Computation of critical depth in symmetrical compound channels". Journal of Hydraulic Research, 26, No.4, 377-396, 1988.
- [8] French, R. H., "Open-Channel Hydraulics", McGraw-Hill, New York, 1987.
- [9] Konemann, N., Discussion of "Minimum specific energy in compound open channel". Journal of the Hydraulics Division, Proceedings of the ASCE, 108 (HY3), 462-464, 1982.
- [10] Ardıçlıoğlu, M., "Pürüzsüz açık kanal akımlarında türbülanslı hız dağılımının Laser Doppler Anemometresi ile incelenmesi", Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye, 1994.
- [11] Mohammadi, M., "Resistance to flow and the influence of boundary shear stress on sediment transport in smooth rigid boundary channels", PhD Thesis, University of Birmingham, Birmingham, England, 1998.
- [12] Seçkin, G., Atabay, S., ve Yurtal, R., "Pürüzsüz dikdörtgen kesitli yataklarda cidar kayma gerilmesinin deneysel analizi", İnşaat Mühendisleri Odası, Teknik Dergi, Cilt 3, Sayı 2, 2627-2643, 2002.
- [13] Atabay, S., Seçkin, G., ve Yurtal, R., "Asimetrik bileşik kanallar için seviye-debi ilişkisinin laboratuvar deneyleriyle incelenmesi", İnşaat Mühendisleri Odası, Teknik Dergi, Cilt 12, Sayı 1, 2261-2272, 2001.
- [14] Knight, D. W. And Shiono, K., "River Channel and flood plain hydraulics", Flood plain processes, M. Anderson, D. Walling, and P. Bates, eds., Wiley, U.K., 139-181, 1996.
- [15] Kolupaila, S., "Methods of determination of The kinetic energy factor", The Port Engineer, Calcutta, India, Vol. 5, No. 1, pp. 12-18, 1956.