



## ARAŞTIRMA MAKALESİ

## Şüt Kanalları Üzerine Yerleştirilen Blokların Enerji Sönümlenme Etkilerinin Araştırılması

## Öne Çıkan Sonuçlar:

- Blok dizilim şekli akım hızını azaltır.
- 2 nolu dizilim 1 nolu dizilimden daha fazla enerji sönümlenmiştir.
- Düşük debilerde blok dizilim şekli daha fazla etkindir.

## Yazışma yazarı:

Mahmut AYDOĞDU,  
mahmut.aydogdu@ozal.edu.tr

## Referans:

Aydoğdu, M., ve Dursun, Ö.F., (2020), Şüt Kanalları Üzerine Yerleştirilen Blokların Enerji Sönümlenme Etkilerinin Araştırılması, Su Kaynakları, 5, (2) 34-39

Makale Gönderimi : 27 AĞUSTOS 2020

Online Kabul : 25 EYLÜL 2020

Online Basım : 25 EYLÜL 2020

Mahmut AYDOĞDU<sup>1</sup>, Ömerul Faruk DURSUN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Darende Bekir Ilıcak Meslek Yüksekokulu, İnşaat Bölümü, Darende Malatya, Türkiye. ORCID:0000-0002-7339-2442

<sup>2</sup>İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Battalgazi, Malatya, Türkiye. ORCID:0000-0003-3923-5205

**Özet** Açık kanal akımlarında, akımın sahip olduğu fazla miktardaki enerjiyi sönümlenmek için enerji kırıcı yapılar inşa edilir. Bazen de akım, enerji kırıcı yapıya ulaşmadan enerjisini azaltacak engel bloklarına maruz bırakılır. Bu suretle akımın fazla hızlanması engellendiği gibi enerji kırıcı yapının boyutları da azaltılır. Kaskatlarda veya yüksek eğimli bir şüt kanalında enerji kırıcı bloklar kullanılarak hızların azaltılması, barajların ve benzer hidrolik yapıların güvenliği açısından oldukça önemlidir. Bu çalışmada, enerji kırıcı blokların enerji sönümlenme oranları araştırılmıştır. Açık kanal içerisine dizilmiş olan küp blokların iki farklı dizilim şekli için enerji sönümlenme oranındaki değişimler gözlenmiştir. Yapılan bu deneylerde; 2 nolu blok diziliminin 1 nolu dizilim şekline göre daha fazla enerji kıldığı ortaya çıkmıştır. Debi miktarı arttıkça, kırılan enerji miktarının blok diziliminden daha az etkilendiği belirlenmiştir. Bu çalışmada sonuç olarak, aynı özelliklere sahip blokların kanal içerisinde dizilim şeklini değiştirilerek daha fazla enerji kırılabileceği gözlemlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Enerji kırıcı yapılar, şüt kanalı, enerji kırıcı blok, açık kanal

## Investigation of Energy Dissipation Effects of Blocks Placed on Chute Channels

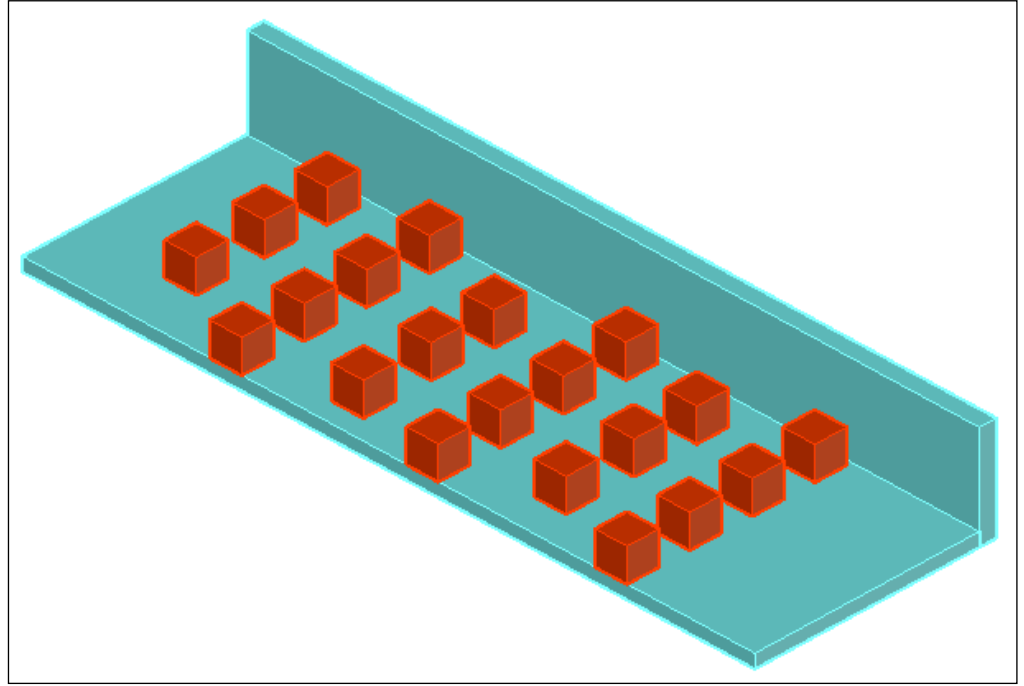
**Abstract** Energy dissipating structures are built to reduce the excessive amount of energy of the flow in open channels. Sometimes, the flow is exposed to blocks that will reduce the energy of the flow before it reaches energy dissipating structure. By this way, excessive acceleration of the flow is prevented. Also, the size of energy dissipating structure is decreased. It is extremely important for the safety of dams and similar hydraulic constructions to reduce the speed of flow over the cascades or highly inclined chute channels by using baffle blocks. In this study, the rates of energy dissipating of baffle blocks are investigated. The rates of energy reducing of cube blocks in open channels are observed for two different arrangements of blocks. In the experiments, it has been revealed that Number 2 block lines dissipated more energy than Number 1 block lines. As flow rate increases, it is seen that the amount of dissipated energy has been effected less from block lines. As a result of this study; it has been observed that the blocks with similar feature can dissipate much more energy by changing their set of lines in channels.

**Keywords:** Energy dissipating structures, chute channel, baffle block, open channel

### 1. Giriş

Kullanım amacı farklı olan su yapılarında, birikmiş halde olan su çok yüksek miktarda enerjiye sahiptir. Suyun sahip olduğu bu enerji mabdan mansap kısımlarına geçişte çok büyük hıza sahip olur ve yüksek basınçla içinde bulunduğu ortamda hareket eder. Sudaki bu durum birikmiş olan potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüşümüdür. Yüksek hız ve basınç suyun mansaba geçişinde su yapısının hasar görme veya tamamen yıkılmasına sebep olur. Özellikle baraj gibi çok büyük su kütlelerinin biriktiği yapıların deşarj elemanları olan dolusavak ile dipsavaklarında oyulma ve aşınmalara sebep olur. Suyun bu etkisini ortadan kaldırmak için enerji kırıcı yapıların inşa edilmesi gerekir. Bu konu ile ilgili literatürde yapılmış birçok çalışma mevcuttur. "Chamani ve Rajaratnam (1994), basamaklı dolusavaklar üzerine yaptıkları çalışmada enerjiyi sönümlenmede kritik akım derinliğinin ve basamak yüksekliklerinin etkili olduğunu vurgulamışlar ve bu ikisi arasındaki değişimi incelemişlerdir. Alhamid (1994), yaptığı çalışmada farklı yoğunluğa sahip ahşap bloklar kullanarak sabit uzunluktaki bir kanal içerisinde deneyler yaparak enerji sönümlenme etkilerini incelemiştir. Izadjoo ve Shafai-Bejestan (2007), de yaptıkları çalışmanın sonucuna göre trapez şeklindeki bloklu ve pürüzlü bir kanaldaki hidrolik sıçrama değerlerinin düz bir kanala göre on kat daha iyi çıktığını ispatlamışlardır. Kaya ve

Emirođlu (2010), tarafından yapılan çalışmada enerji kırıcı blokların, řút kanalı içerisinde kullanıldıklarında enerjiyi dağıtma sorununa ekonomik bir çözüm sunduklarını belirtmişlerdir. Peterka (1984), yaptığı çalışmada özellikle, řút kanalının içerisine şaşırtmalı olarak yerleştirilen enerji kırıcı blokların akım hızının değişken olmasını engellediğini bildirmiştir. Yaptığımız bu çalışmada da řút kanalı içerisine enerji kırıcı blokların yerleştirme düzenleri değiştirilerek enerji kırma etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, farklı debi değerlerinde mansap su hızları ölçülerek sonuçlar karşılaştırılmıştır. Böylece blok dizilim şeklinin değişmesi sonucu meydana gelen enerji kaybının nasıl değiştiği gözlenmiştir. şekil 1'de bir řút kanalına yerleştirilmiş enerji kırıcı blokların genel bir görüntüsü yer almaktadır.



şekil 1. řút kanalı üzerine yerleştirilmiş enerji kırıcı bloklar.

Literatürde enerjiyi sönümlemek için kullanılan bu blokların dizilimi ile ilgili bazı araştırmacılar birtakım kurallar belirlemişlerdir (Peterka, 1984; Blasidell, 1947 ve El-Masry AA, 2001). Bu kurallar blok şekilleri, bloklar arası mesafeler, kanal içerisinde blok diziliminde dikkat edilmesi gereken sınır şartları şeklinde sıralanabilir.

## 2. Metod ve Deneysel alışma

### 2.1 Enerji kırıcı blok tasarımı dikkat edilmesi gereken kurallar

Enerji kırıcı bloklar hakkında geçmişten günümüze literatürde birçok çalışma yer almıştır. Bunlardan Blasidell (1947), yaptığı deneysel çalışmalarda akım taban genişliğinin belirli bir oranda bloklarla kaplandığında su akımına karşı en uygun enerji kırma işleminin gerçekleşeceğini belirtmiştir. Blok yüzey alanının kanal genişliğine oranı %40-55 arasında bir değer olması gerektiğini yaptığı deneylerle ispatlamaya çalışmıştır. Ayrıca blokları gerçek sahada inşa ederken, bakımının kolay ve herhangi bir tıkanma olmayacak şekilde kendi kendini temizleyebilme özelliğine sahip olması gerektiğini de söylemiştir.

Yine Peterka (1984), bu konu ile ilgili kapsamlı bir çalışma yapmış bu konu ile ilgili bir tasarım notu yayınlamıştır (şekil 2). Bunlar aşağıda verilmiştir;

•Kullanılacak blokların ön yüzünün akıma dik olması gerekir.

•Tek sıra blok dizilimi yapılarak bloklar kullanılmalıdır. Çünkü ikinci sıranın etkisi birinci sıraya göre düşüktür.

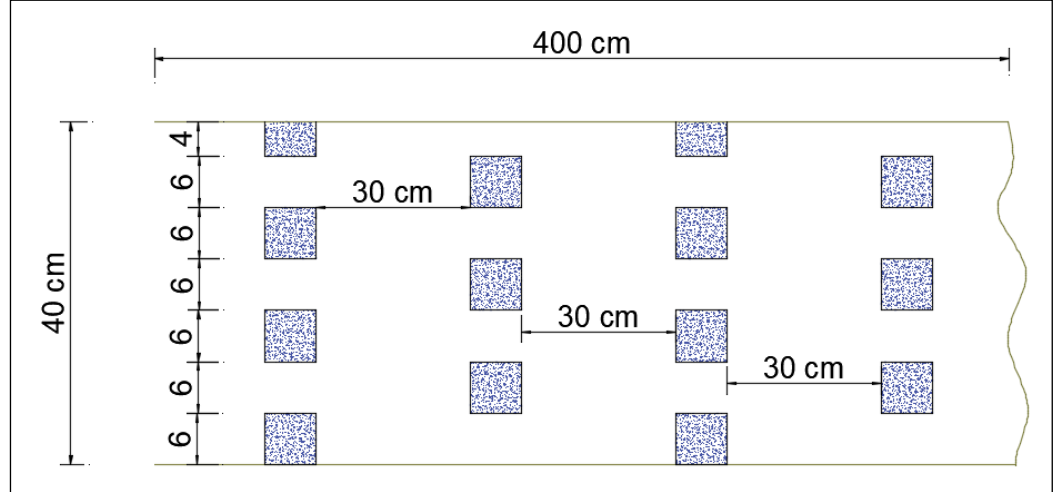
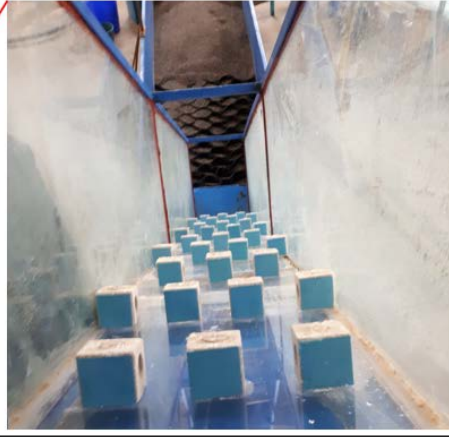
•Yaklaşım kanalı tabanı ile řút kanalı arasındaki kret yüksekliği, sakinleştirici havuz ya da seçilebilir bir hız değerini oluşturabilmek için kullanılır.

•Enerji kırıcı blokların yüksekliği, H, dikdörtgen kanaldaki kritik derinliğin %80'i kadar olmalıdır.

•Enerji kırıcı bloklar, maksimum debi değerine göre tasarlanmalıdır. Birim tasarım debisi en fazla 1.70 m<sup>3</sup>/s.m'ye kadar olmalıdır.

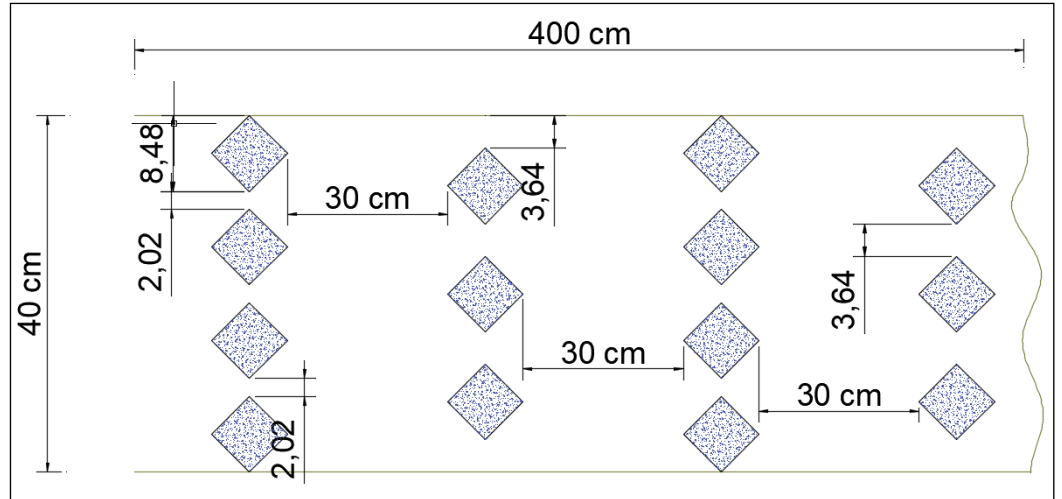
•Enerji kırıcı blokları genişliği ile her iki blok arasındaki genişliğin birbirine eşit olmakla birlikte blok boyunun 1.50 katı kadar tasarlanabilirken blok boyundan küçük olmamalıdır. Kenarlardaki parça blokların genişliği 1/3 H ile 2/3 H aralığında olabilir. Bu parça bloklar 1.-3.-5. sıralara ya da 2.-4.-6. sıralara yerleştirilebilir.





Şekil 3. 1 nolu blok diziliminin şüt kanalı içerisinde üstten görünüşü.

Yaptığımız bu çalışmada blok dizilim şekillerinin enerji kırma etkisi araştırıldığı için Şekil 4'de 2 nolu blok dizilim hali yer almaktadır.



Şekil 4. 2 nolu blok diziliminin şüt kanalı içerisinde üstten görünüşü.

Buradaki amacımız, aynı sayıda blok ile farklı dizilim sağlayarak şüt kanalının mansabındaki hızları karşılaştırmaktır. Bundan dolayı 2 nolu dizilim şeklinde bloklar arası mesafeler değişmiş ancak iki blok sırası ara mesafe 1 nolu dizilim şekli ile aynı alınmıştır.

### 3. Deneysel Verilerinin Değerlendirilmesi

Deney düzeneği hazırlandıktan sonra öncelikle 1 nolu dizilim şekli ile ilgili ölçümler yapılmıştır. Bunun için 50° sabit açığa sahip şüt kanalında farklı debi değerleri ile sisteme su temini sağlanmıştır. 5, 10, 15, 20 l/s 'lik dört farklı debi değeri ile çalışılmıştır. Her bir debi değeri için şüt kanalı mansabındaki su hızı mikro muline yardımıyla ölçülmüştür. Aşağıda Tablo 1'de farklı debi değerlerinde şüt kanalı mansabında ölçülen hızlar görülmektedir.

Tablo 1. 1 Nolu Dizilime Şeklinin Debi ve Hız Değerleri.

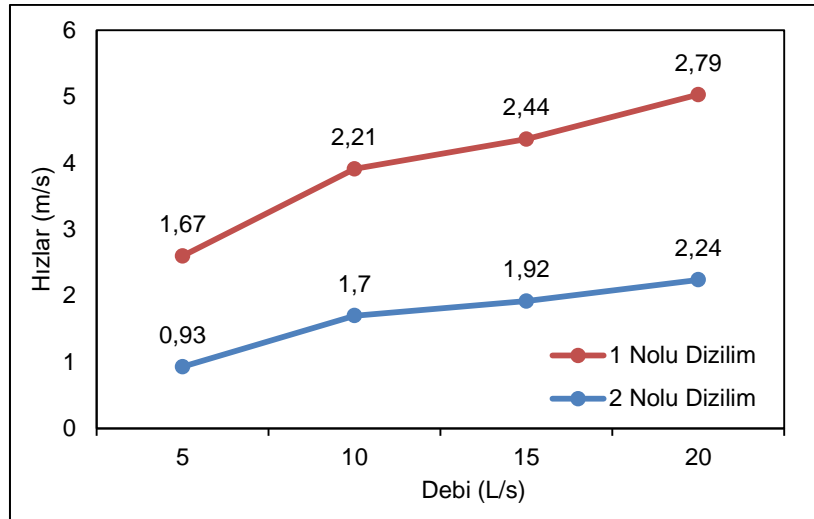
Debi(l/s)	Hızlar (m/s)
5	1.67
10	2.21
15	2.44
20	2.79

Yukarıdaki tablodan da görüleceği üzere farklı debi değerlerine karşılık gelen hız değerleri okunurken şüt kanalı 50° sabit açıda kaldığı için mulinenin de suyun akım yönüne ve kanala dik bir şekilde konumlanmasına ve bu şekilde ölçüm yapılmasına ayrıca dikkat edilmiştir. 1 nolu blok dizilimi ile ilgili deneyler bittikten sonra 2 Nolu dizilim şekline göre bloklar şüt kanalına dizilmiş ve deneyler yapılmaya başlanmıştır. Bulunan değerler Tablo 2' de görüldüğü gibidir.

Tablo 2. 2 Nolu Dizilime Şeklinin Debi ve Hız Değerleri

Debi(l/s)	Hızlar (m/s)
5	0.93
10	1.70
15	1.92
20	2.24

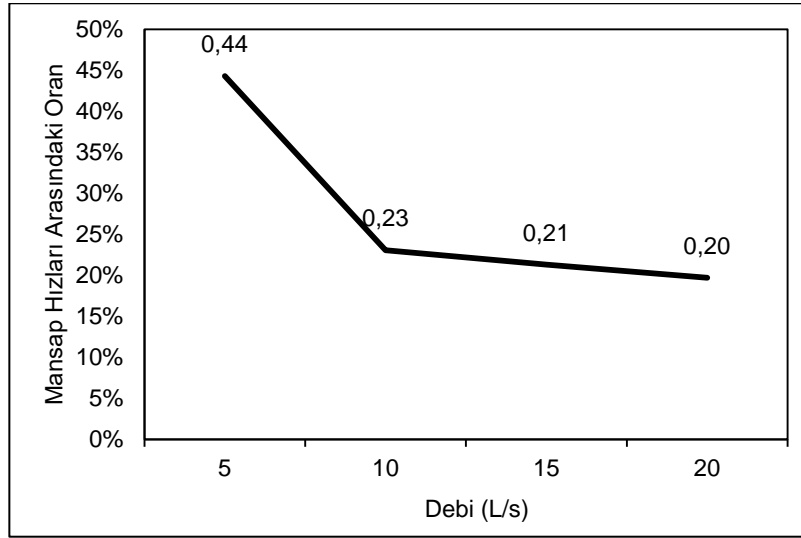
Tablo 2'den de görüldüğü üzere, aynı taban açısı için eşit debi değerleri ile sisteme su verilmesine rağmen sadece blok dizilim şeklinin değişmesiyle ciddi anlamda mansap su hızlarında bir düşüş olduğu görülmüştür. 2 nolu dizilim şeklinin 1 nolu dizilim şekline göre 5 l/s' lik debi değerinde oluşturduğu hız farkı %44 oranında olmuştur. Diğer debi değerlerine baktığımızda %20' den az olmayacak şekilde bir hız farkının 2 nolu dizilimle elde edildiği görülmüştür. Ayrıca Şekil 5'te her iki dizilim şekline göre debi-hız dağılımları verilmiştir.



Şekil 5. 1 ve 2 nolu Blok Dizilimine Göre Hızların Değişimi.

Şekil 5'te debi değerleri arttıkça her iki blok dizilim şekline göre de hızların arttığı görülmektedir. Ancak kıyaslama yapıldığında 2 nolu dizilim şekli ile oluşan hızlarının 1 nolu dizilime göre daha düşük olduğu görülmektedir. Bu da 2 nolu dizilimde daha fazla enerjinin kırıldığını göstermektedir. Şekil 6'da aynı sayıdaki enerji kırıcı blokların farklı dizilimleri sonucunda mansap hızları arasındaki fark, yüzdeler olarak verilmiştir. Böylece, enerji kırıcı blokların 2 nolu diziliminin 1 nolu dizilime kıyasla, mansap hızının düşürülmesi üzerinde, daha etkili olduğu, bu sebepten ötürü enerji sönmüleme oranının daha fazla olduğu görülmektedir. Ayrıca debi değeri azaldıkça enerji kırıcı blokların mansap hızları üzerinde etkisi daha fazla olduğu, dolayısı ile enerji sönmüleme üzerinde daha etkili olduğu görülmektedir.

Şekil 6'da 5 l/s' lik debi değeri için mansap su hızları arasındaki yüzdeler 2 nolu blok dizilimi değerinin 1 nolu blok dizilim değerine oranı %44 olarak elde edilirken, 20 l/s lik debi için bu değer %20 olarak bulunmuştur. Böylece blok sayıları şüt kanalı içerisinde aynı sayıda olmasına karşın, dizilim şeklinin değiştirilmesiyle daha fazla enerjinin kırılacağı sonucu elde edilmiştir.



Şekil 6. Mansap Hızları Arasındaki Oranların Debi Değerleri ile Değişimi.

#### 4. Sonuç ve Tartışma

Yapılan bu çalışmada, şüt kanalı içerisindeki enerji kırıcı blokların dizilim şekli değiştirilerek enerji kırılma oranlarının nasıl etkileyeceği araştırılmıştır. Buna göre 2 nolu dizilim şekli 1 nolu dizilim şekline göre akım hızını daha fazla azaltmış ve dolayısıyla daha çok enerji sönmülemiştir. Blok sayısı ve şüt kanalı açısı aynı olmasına rağmen daha fazla enerjinin sönmülmesi, daha az sayıda blokla 1 nolu dizilim halinin kırabileceği enerjiyi kırmaya ve bu sayede blok maliyetini azaltmaya yarayacaktır. 5 l/s'lik debi değeri için mansap su hızları arasındaki yüzdelik fark, 2 nolu blok dizilimi değerinin 1 nolu blok dizilim değerine oranı %44 olarak elde edilirken, 20 l/s debi değeri için bu değer %20 olarak bulunmuştur. Bu da düşük debi değerlerinde dizilim şeklinin enerji kırma üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Enerji kırıcı blokların bu şekilde kullanımı şüt kanalı veya yapılacak olan enerji kırıcı havuz boyutlarını küçültür ve daha az bir maliyetle inşa edilmesine olanak sağlar. Bu çalışma ileride bu konu ile ilgili yapılacak olan çalışmalara bir altlık oluşturacak olup farklı tipteki bloklar, farklı şüt kanalı açısı değerleri ve farklı debi değerleri kullanılarak blokların enerji kırma oranı dizilim şekillerine bağlı olarak ölçülebilir. Bu şekilde su yapıları arasında önemli bir yere sahip olan enerji kırıcı yapıların maliyeti azalacak ve sahaya uygulanabilir çalışmalarda ülke ekonomisine önemli oranda katkı sağlanmış olacaktır.

#### 5. Teşekkür

Bu çalışma, İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından FDK-2018-1394 kod numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

**NOT:** Bu çalışma 27-31 Ekim 2018 tarihlerinde 5th International Symposium On Dam Safety 2018 adlı sempozyumda sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

#### 6. Kaynaklar

- Alhamid, A.A., 1994. Effective roughness on horizontal rectangular stilling basins. Trans. Ecol. Environ., 8: 39-46.
- Blaisdell FW. "Development Hydraulic design of St. Anthony Falls Stilling Basin" Proc J Hydraulic Eng, ASCE;1947.
- Chamani M. R. and Rajaratnam N., 1994, "Jet flow on stepped spillways", Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, Vol. 120, No. 2, February, pp. 254-259.
- El-Masry AA, Sarhan TE. "Minimization of scour downstream heading-up structure using a single line of angle baffles", Eng Res J Helwan Univ., 2000:69.
- El-Masry AA, "Minimization of scour downstream heading-up structure using double line of angle baffles", In. Proc of sixth international water technology conference (IWTC). Alexandria, Egypt; 2001.
- Izadjoo, F. and M. Shafai-Bejestan, 2007. Corrugated bed hydraulic jump stilling basin. J. Applied Sci., 7: 1164-1169.
- Kaya, N., and Emiroglu, M. E. (2010, October). Study of oxygen transfer efficiency at baffled chutes. In Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Water Management (Vol. 163, No. 9, pp. 447-456). Thomas Telford Ltd.
- Peterka AJ (1984) Hydraulic Design of Stilling Basins and Energy Dissipators. United States Department of the Interior Bureau of Reclamation, USA. A Water Resources Technical Publication, Engineering Monograph, No. 25, Denver, Colorado.