



Çankırı İlindeki Bazı Baraj ve Göletlerde Enerji Kırıcı Yapı Tipleri

 Mehmet Salih YILDIZ ^{a,*},  Fatih SAKA ^b

^a Mülkiyet Koruma ve Güvenlik Bölümü, Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Çankırı, TÜRKİYE

^b İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Karabük Üniversitesi, Karabük, TÜRKİYE

* Sorumlu yazar e-mail adresi: mehmetalihyildiz@karatekin.edu.tr

Özet

Çankırı ilinin İç Anadolu Bölgesi'nde yer alması ve kırsal kesimin temel geçim kaynağının tarım ürünleri yetiştiriciliği olması bölgede suyu vazgeçilmez kılmaktadır. Gerek içme suyu gerekse sulama suyu bölge için temel ihtiyaç olma özelliği taşır. Bu sebepten dolayı bölgede pek çok su yapısı inşa edilmiştir. Bu çalışmada; Çankırı ilindeki Güldürcek, Koyunbaba, Devrez Prof. Dr. Hasan Zuhuri Sarıkaya (Kızlaryolu) ve Dereçatı Barajları ile Ekinne, Yakalı, Alanpınar ve Yukarıöz Göletleri'nin kullanım amaçları, toplam depolama hacimleri, gövde malzemeleri, kullanılan dolusavak tipleri ve enerji kırıcı yapılar incelenmiştir. Çalışma alanındaki su yapılarında; yan kanal, basamaklı ve şüt dolusavak tipleri tercih edilirken, enerji kırıcı yapı tipi olarak USBR Tip I, Tip II, Tip III ve Özel tip gözlemlenmiştir. Ayrıca bölgede Silindirle Sıkıştırılmış Beton (SSB) imalatında iki adet baraj incelenmiş ve bu barajlarda dolusavak tipi olarak basamaklı dolusavak kullanıldığı tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Baraj, Dolusavak, Enerji Kırıcı, Çankırı

Energy Dissipation Structure Types in Some Dams and Ponds in Çankırı Province

Abstract

The fact that the main source of income of the rural population is the cultivation of agricultural products and Çankırı province is located in the Central Anatolia Region makes water indispensable in the region. Both drinking water and irrigation water are basic needs for the region. For this reason, many water structures have been built in the region. In this study; The usage purposes, total storage volumes, body materials, spillway types used, and energy dissipating structures of Güldürcek, Koyunbaba, Devrez Prof. Dr. Hasan Zuhuri Sarıkaya (Kızlaryolu) and Dereçatı Dams and Ekinne, Yakalı, Alanpınar and Yukarıöz Ponds in Çankırı province were examined. In the water structures in the study area; While side channel, stepped and chute spillway types were preferred, USBR Type I, Type II, Type III, and Special type were observed as energy dissipating structure types. Additionally, two dams in the region Roller Compacted Concrete (RCC) were examined and it was determined that stepped spillway was used as the spillway type in these dams.

Keywords: Dam, Spillway, Energy Dissipation, Çankırı

1. Giriş

Akarsuların akış rejimlerinin düzenli olmamasından dolayı suyun fazla olduğu mevsimlerde biriktirilerek az olduğu mevsimlerde kullanılması gerekir. Bu maksatla bir takım su yapıları teşkil edilir. Bu su yapıları barajlar ve göletlerdir. Su yapılarında tutulan sular insanların ve tüm canlıların ortak ve en temel ihtiyacı olan içme suyu ihtiyacını karşılamanın yanında, kullanma, sulama, sanayi suyu, enerji üretme veya ulaştırma gibi pek çok faydayı da beraberinde sağlayabilir [1].

Su tutucu yapılarda bazen normalin üzerinde gelen yağışlar sebebiyle rezervuar alanı dolabilir. Bu durum özellikle dolgu tipi barajlar için ciddi bir tehlikedir. Suyun dolgu tipi bir barajın üzerinden aşması durumunda dolgu zarar görerek yapı tehlikeye girebilir. Beton barajlar için de depolanan suyun artması yapı üzerinde büyük bir yük oluşturarak yapının dayanım değer eşiğini aşabilir ve yapı hasar görebilir. Barajlarda meydana gelen hasarlar üzerine yapılan istatistiki çalışmalar, bu hasarların en önemli sebebinin suyun baraj gövdesi üzerinden aşması olduğunu tespit etmişlerdir [2]. Bu tip durumlar için yapılarda dolusavaklar inşa edilerek baraj rezervuar alanında oluşacak herhangi bir taşkın durumunda memba kısmından mansap kısmına suyun güvenle geçmesi sağlanır [3].

Tarihsel olarak, uygun olmayan tasarıma sahip dolusavaklar, kapasite yetersizliğinden dolayı su yapılarının zarar görmesine neden olmuşlardır. Rezervuarın depolama kapasitesi aşıldığı takdirde, dolusavaklar hidrolik ve yapısal anlamda yeterli düzeyde değilse; su, kretin üzerinden aşar ve hızla aşağı doğru yönelir. Bu durum tehlikeli oyulmalara mahal verebilir [4].

Suyun taşkın debi enerjisiyle mansap kısmına geçmesi istenmeyen bir durumdur çünkü bu enerji çok şiddetli olduğundan karşısına gelen yapı, zemin, yol vb. unsurları tahrip edebilir. Suyun yüksek enerjideki tahrip gücünün kaynağı kavitasyonlu akması ve geçtiği yerlerde oyulmalara neden olmasından ileri gelir. Hidrolik yapıların mansapında meydana gelen oyulmaların incelenmesi mühendislik uygulamaları için önemli bir araştırma konusu teşkil etmektedir [5]. Oyulma kavramı nehir ve akarsulardaki su akışının neden olduğu doğal bir olay olarak tanımlanır. Genel olarak oyulma farklı zaman aşamalarında sınıflandırılabilir. Başlangıçtaki oyulma çok hızlı gerçekleşirken daha sonra denge durumuna ulaşır [6].

Su yapısı yerinin çok sağlam kayalardan oluşması veya topoğrafik yapısının uygun olması halleri dışında mansap kısmına yüksek enerjiye sahip bir deşarjın, nispeten tesirsiz hızlarda akmasını sağlayan yapılara ihtiyaç vardır. Bu işlevi yürüten tesislere enerji kırıcı yapılar, bu yapıların üzerindeki, farklı geometrik şekillere ve dizilimlere sahip yapılara ise enerji kırıcı bloklar adı verilmektedir [7]. Enerji kırıcılar mansap kısmındaki aşırı erozyonu önlerler [8]. Ancak enerji kırıcı bloklar lüzumundan fazla kullanılırsa yeterince su geçişi sağlanamayacağından bir nevi eşik gibi rol oynarlar. Blasidell tarafından gerçekleştirilen deneysel çalışmalar sonucunda enerji kırıcı blokların enerji kırıcı havuz genişliğinin %40-55 oranında teşkil ettirilmesi gerekliliği tespit edilmiştir [9].

Enerji kırıcı bloklar tek sıra halinde veya birden fazla sıra şeklinde kullanılabilir. Birden fazla sıra kullanılacağı durumlarda ikinci veya daha sonraki blokların bir önceki blokların boşluklu kısımlarına teşkil edilmesi enerji sönümleme açısından gereklidir [8].

Enerji kırıcı yapılar genellikle, enerji kırıcı havuzlar, yuvarlak uçlu kırıcılar, fırlatma uçlu enerji kırıcılar ve özel kırıcılar olmak üzere dört farklı şekilde ifade edilmektedir [10]. Günümüzde barajlarda basamaklı enerji kırıcılar da uygulanmaktadır. Bu esasen yeni bir yöntem olmayıp tarihi üç bin yıldan öteye dayanmaktadır. Ancak son zamanlarda yeniden ilgi görmeye başlamıştır [11]. Basamaklı dolusavakta, dolusavak yüzeyi kretin yakınından başlayarak en alt seviyeye kadar devam

eden basamaklarla enerji dağılımı sağlanır. Basamakların neden olduğu enerji sönümlenme dolu savak ucunda bulunan enerji kırıcıların boyutunun azaltılmasına katkıda bulunur [12].

Bu çalışmanın amacı Çankırı il sınırları içerisinde bulunan çeşitli baraj ve göletler hakkında bilgiler toplamak, depolama hacmi, kullanılan dolusavak tipi ve enerji kırıcı yapı mekanizması üzerinde genel bilgilerini derlemek ve özellikle dolusavak sonunda tercih edilen enerji kırıcı yapılar hakkında değerlendirmelerde bulunmaktadır.

2. Materyal Metot

Çalışma kapsamında dolusavaklar ve enerji kırıcı yapılarla ilgili Çankırı İli içerisinde bulunan su yapıları hakkında bilgiler DSİ 52. Şube Müdürlüğü tarafından ve yerinde yapılan incelemeler yoluyla elde edilerek bu yapıların; işlevleri, rezervuar hacimleri, dolusavak tipleri ve enerji kırıcı mekanizmaları tespit edilmiştir. Araştırma konusu içinde bulunan su yapıları: Güldürcek, Koyunbaba, Devrez Prof. Dr. Hasan Zuhuri Sarıkaya (Kızlaryolu) ve Dereçatı Barajları ile Ekinne, Yakalı, Alanpınar ve Yukarıöz Göletleri'dir.

2.1. Dolusavaklar ve enerji kırıcılar

Bir su yapısının güvenli bir şekilde ekonomik ömrünü sürdürmesi için dolusavak yapıları ve enerji kırıcılar son derece hayati öneme sahiptir. Dolusavakların tesis edilmesinde barajla ilgili belli başlı kriterler göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu kriterler şunlardır: Baraj tipinin özellikleri, topoğrafik, jeolojik, hidrolojik ve ekonomik durum [2]. Tüm kriterler değerlendirilerek en uygun şartları sağlayan dolusavak tipinin seçilmesi ve inşası gereklidir. Dolusavaklar, serbest düşülü, ogee, saft, şüt, yan kanal, sifon ve labirent olmak üzere sınıflandırılabilir [13].

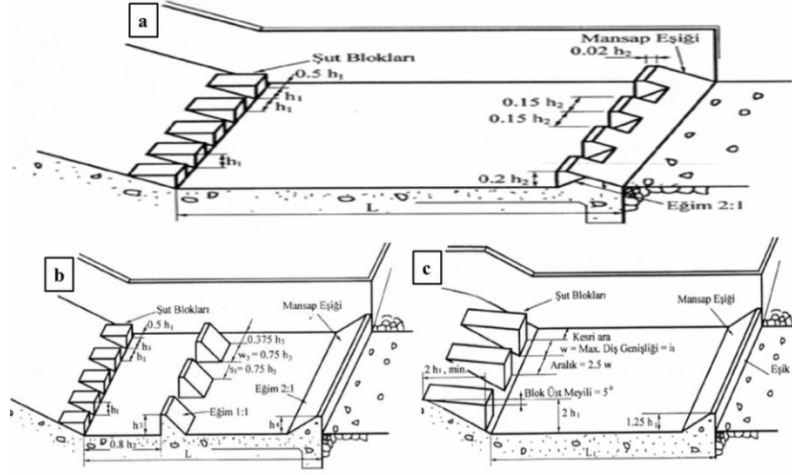
Baraj için dolusavak yapısı kadar enerji kırıcı bloklar da önem arz etmektedir. Taşkın suyunun güvenli bir şekilde mansaba aktarılması ve mansap kısmındaki yapıların ve/veya arazilerin zarar görmemesi suyun enerjisinin kırılmasına bağlıdır. Taşkın debisinin hız kesmeden mansap kısmında devam etmesi oldukça büyük tehlikelere, maddi ve manevi kayıplara neden olabilmektedir. Enerji kırıcı yapıların tesis edilmesinde Froude sayısı referans olarak kullanılmaktadır. Bununla beraber şüt kanalındaki mansap ucu su hızı da dikkate alınmaktadır [2].

Enerji kırıcı havuzlar ile akımın sel rejiminden nehir rejimine geçişinde meydana gelen hidrolik sıçrama sayesinde suyun enerjisinin çevrintiyle kırılması sağlanmaktadır. Froude sayısı (Fr) ile enerji kırıcı tipi seçilmektedir. Denklem 1'de " V_1 " suyun ortalama akım hızı, " g " yerçekimi ivmesi ve " h_1 " suyun derinliğidir. $1 < Fr < 1,7$ olması durumunda pratik olarak sıçramanın olmadığı ve basit havuzlarla enerji kırılması sağlanmaktadır. Bundan farklı olarak 4 Tip düşü havuzlu enerji kırıcı vardır. Bunlar USBR Tip I, USBR Tip II, USBR Tip III ve USBR Tip IV'tür (Tablo 1) [10].

$$Fr = V_1 / (g \cdot h_1)^{0,5} \quad (1)$$

Tablo 1. USBR tip enerji kırıcı havuzların genel tercih kriterleri

Enerji Kırıcı Tipi	Fr	Havuz Yaklaşım Hızı (m/s)
USBR Tip I	1,7 - 2,5	
USBR Tip IV (Şekil 1c)	2,5 - 4,5	
USBR Tip III (Şekil 1b)	> 4,5	< 18.3
USBR Tip II (Şekil 1a)	> 4,5	> 18.3



Şekil 1. Düşü havuzlu enerji kırıcı tipleri a) USBR Tip II b) USBR Tip III c) USBR Tip IV

Yuvarlak uçlu enerji kırıcılar, biri yüzeyde ve saat ibresinin tersi yönde diğeri ise tabanda ve saat ibresi yönünde iki türlü çevrinti oluşmasına sebep olur. Mansap su derinliği hidrolik sıçramaya neden olmayacak kadar derinse yuvarlak uçlu enerji kırıcılar kullanılabilir. Tek parçalı ve dişli tip olmak üzere iki tipte uygulanmaktadır. Fırlatma uçlu enerji kırıcılar, mansap kanalı çıkışında suya yön veren bir parça ile inşa edilmektedir. Türkiye’de oldukça fazla kullanılmaktadır. Suyu yapıdan uzak bir kesimde akarsuya vermek, havayla temasta enerjisinin bir bölümünü kırmak, akarsuya düştüğü yerde ters yönde oyulma yapan çevrimle yapı mansabını kısmen korumak gibi amaçlarla uygulanmaktadır. Düşü havuzları, yuvarlak uçlu ve fırlatma uçlu enerji kırıcılara ek olarak, çarpma kirişi tipinde ve dişli (bloklı) kırıcılar (şütlü dolusavak ve kanallar) gibi özel enerji kırıcı yapılar da inşa edilebilmektedir [10].

3. Sonuçlar ve Tartışma

3.1 Güldürcek barajı

Bu baraj Çankırı ili sınırları içerisinde toprak dolgu bir barajdır. Yazı nehri üzerinde yer alan havza, Çankırı ili Orta ilçe merkezine 14,5 km mesafede yer almaktadır. Barajın ana işlevi içme suyu temini ve tarım arazilerini sulamaktır. İçme suyu temini noktasında Çankırı ilinin Merkez ilçesi, Orta, Şabanözü ve Eldivan ilçeleri, bu barajdan faydalanmaktadır.

Barajın tasarımı 1977 yılında tamamlanmış ve 1981 yılında inşasına başlanarak 1988 yılında bitirilmiştir. Barajın inşa alanındaki jeolojik oluşumların başlıcaları, andezit, tuf ve aglomeralardır. Baraj planı Şekil 2’de gösterilmiştir. Barajın altında geçirimsiz bir yüzey oluşturmak maksatlı 3 m aralıklı 20 m derinliğe kadar giden enjeksiyon uygulaması yapılmıştır.

Barajın temelden yüksekliği 68 m olup, nehir yatağından yüksekliği 51 m’dir. Barajın gövde hacmi 1,1 milyon m³ ve toplam depolama hacmi 55 milyon m³’tür. Kret uzunluğu 264 m ve genişliği 10 m’dir. Baraj dolgusu kum ve çakıldan oluşmakta ve çekirdekte kil kullanılmıştır [14].

Güldürcek barajında yan kanal dolusavak uygulaması yapılmıştır. Dolusavağın sonunda enerji kırıcı olarak USBR Tip I düşü havuzu uygulamasına gidilmiştir.

3.2 Koyunbaba barajı

Koyunbaba Barajı; Çankırı ve Ankara il sınırında, Kızılırmak havzası drenaj alanı içerisinde. Terme Çayı üzerinde inşa edilmiştir. Şabanözü ve Kalecik ilçe sınırında bulunan depolamalı su yapısı, Kalecik ilçesine bağlı Koyunbaba köyünün yaklaşık üç kilometre kuzeyinde yer almaktadır. Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından 2011 yılında yapımına başlanan baraj 2014 yılında su tutmaya başlamıştır. Barajın gövde tipi, önyüzü beton kaplı kum-çakıl dolgu tipidir. Gövde dolgunun hacmi 1,7 milyon m³'tür. Temelden yüksekliği 52 m olan barajın toplam su tutma hacmi 228 milyon m³'tür. Bu su tutma hacmi ile Çankırı il sınırları içerisindeki en büyük baraj olma ünvanını barındırır.

Barajın kullanım amacı sulama ve kullanma suyu teminidir. Yaklaşık 11.000 hektar alanın sulanmasını sağlamakla birlikte Çankırı Yakıncık Organize Sanayi Bölgesi (ÇYOSB)'ne de su sağlamaktadır. Koyunbaba Barajı'nda şüt dolusavak tercih edilmiştir. Ayrıca dolusavak ucunda enerji kırıcı olarak USBR Tip III kullanılmıştır.

3.3 Devrez Prof. Dr. Hasan Zuhuri Sarıkaya barajı

Çankırı İli, Kurşunlu İlçesi sınırları içerisinde ve Devrez çayı üzerinde inşa edilen barajın temel kullanım amaçları Enerji ve Sulama'dır. Silindirle Sıkıştırılmış Beton gövdeye sahip barajın temelden yüksekliği 91,5 m olacaktır. Toplam su tutma hacmi 130 milyon m³ olan baraj Çankırı (İlgaz-Kurşunlu), Kastamonu (Tosya) ve Çorum (Kargı) arazilerine su temin edecek. Toplam 142.000 dekar arazi sulamaya açılacak. 2021 yılında yapımına başlanan baraj inşaatının 2023 Kasım sonunda son betonu dökülmüştür.

Barajın gövdesi silindirle sıkıştırılmış beton malzemeyle imal edilmiştir. Önce kamyonlarla getirilen beton alana serilerek silindirler aracılığıyla sıkıştırılarak gövde yükseltilmektedir. Barajda kullanılan dolusavak tipi basamaklı ve suyun doğrudan gövdenin üzerinden mansap kısmına geçebileceği şekilde tasarlanmış ve enerjinin bu şekilde kırılması hedeflenmiştir (Şekil 2a).

Gövde olarak beton tercih edilen barajda betonun tam olarak geçirimsiz bir malzeme olmayışından dolayı baraj içerisinde birtakım galeriler teşkil edilmiştir. Uygun eğim verilen galerilerden gövdeye sızan su yine düşü havuzuna kadar cazibeli bir akım planlanmıştır. Ayrıca bu galeriler aracılığıyla enjeksiyon makinesi barajın içine girerek temel altı zeminin de geçirimsiz olması için çimento enjeksiyonu gerçekleştirilmektedir. Her 3 m'de bir belirli bir basınç altında enjeksiyon gerçekleştirilerek baraj temelinin altında kalan zemin de suya karşı dayanımlı hale getirilmektedir. Böylece hem su tutucu yapı olarak inşa edilen barajın amacı yerine gelmekte hem de temel altı zemininin su ile dayanımını kaybederek su yapısına zarar vermesinin önüne geçilmektedir.



Şekil 2. Basamaklı ve düşü havuzlu enerji kırıcı örnekleri a) Devrez Prof. Dr. Hasan Zuhuri Sarıkaya Barajı b) Dereçatı Barajı

3.4 Dereçatı barajı

Çankırı İli Merkez İlçesi'ne bağlı Dereçatı köyüne 2 km mesafede bulunan Dereçatı Barajı 2021 yılında inşası bitirilerek açılmıştır. Barajın temelden yüksekliği 50,5 m'dir. Gövde tipi olarak silindire sıkıştırılmış beton kullanılan barajın toplam su tutma hacmi 2,16 milyon m³'tür. Barajın yapılma amacı bölge halkı için sulama ve içmesuyu ihtiyacıdır. Yapılan baraj ile 8 köy içme suyuna kavuşurken aynı zamanda 7000 dekar arazi de sulamaya açılmıştır. Dereçatı Barajında dolusavak tipi olarak basamaklı dolusavak tercih edilmiş ve enerjinin bu şekilde kırılması hedeflenmiştir (Şekil 2b).

3.5 Ekinne göleti

Çankırı İli, Eldivan İlçesi Ekinne deresi üzerine inşa edilen göletin temelden yüksekliği 58 m olup toplam su tutma hacmi 1,62 milyon m³'tür. Göletin tipi dolgu gövdelidir. Göletin yapılma amacı bölge arazisinin sulanmasıdır. Yapılan gölet sayesinde 5000 dekar tarım arazisi sulu tarıma açılmış olacak. Ekinne Göleti'nde şüt dolusavak tercih edilmiştir. Dolusavak ucunda ise USBR Tip II enerji kırıcı yapı uygulanmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Ekinne Göleti'nden bir görünüm

3.6 Yakalı göleti

Çankırı İli Şabanözü İlçesi'nde bulunan göletin temelden yüksekliği 28,9 m olup toplam depolama hacmi 800.000 m³'tür. 2014 yılında tamamlanan göletin yapılma amacı bölge halkının tarımsal arazilerinin sulanmasıdır. Yakalı Göleti'nde şüt dolusavak tipi ve USBR Tip III tercih edilmiştir.

3.7 Alanpınar göleti

Çankırı İli Merkez İlçesi'ne bağlı Alanpınar köyünde inşa edilen göletin yapım amacı tarım arazilerinin sulanmasıdır. Göletin temelden yüksekliği 38,5 m olup toplam su tutma hacmi 1,7

milyon m³'tür. 2009 yılında yapımı tamamlanan gölet sayesinde bölgedeki 4500 dekar arazi sulamaya açılmıştır. Alanpınar Göleti'nde şüt dolusavak tipi ve USBR Tip III tercih edilmiştir.

3.8 Yapraklı Yukarıöz göleti

Çankırı İli Yapraklı İlçesi'nde bulunan göletin temelden yüksekliği 43 metredir. Su biriktirme hacmi 1,62 milyon m³'tür. 4.570 dekar arazinin sulanmasına hizmet etmektedir. Yapılma amacı çevre köylere içmesuyu ve sulama suyu sağlamak olan gölet 2016 yılında hizmete alınmıştır. Bu yapıda şüt dolusavak tipi ve USBR Tip I düşü havuzu enerji kırıcı tercih edilmiştir.

4. Değerlendirme

Çalışma kapsamında Çankırı ilinde bulunan su yapıları incelenmiş olup bu yapıların yapılış gayesi, rezervuar hacimleri, ne tür bir dolusavak ve enerji kırıcı tesis kullanıldığı ile alakalı bilgiler elde edilmiştir.

Bir İç Anadolu şehri olan Çankırı'da temel geçim kaynaklarından birisinin tarım olduğu düşünüldüğünde tüm su yapılarının bu amaca hizmet ediyor olmaları gayet makul bir yaklaşımdır. Bununla beraber en büyük depolama hacmine sahip olan Koyunbaba Barajı'nın aynı zamanda organize sanayi bölgesinin suyunun da temin ediyor olması bölge halkının istihdam olanaklarını artırmaktadır. Devrez Prof. Dr. Hasan Zuhuri Sarıkaya (Kızlaryolu) Barajı ise diğer su yapılarından farklı olarak elektrik enerjisi üretimine de hizmet edecektir.

Tablo 2. Çankırı su yapılarının işlev, depolama hacmi, dolusavak ve enerji kırıcı sınıflandırması

Su Yapıları	İşlevi	Depolama Hacmi (Milyon m ³)	Dolusavak Tipi	Enerji Kırıcı Yapı Tipi
Güldürcek Barajı	İçme suyu ve Sulama	55	Yan Kanal	USBR Tip I
Koyunbaba Barajı	Sulama ve Sanayi	228	Şüt	USBR Tip III
Devrez Prof. Dr. Hasan Zuhuri Sarıkaya Barajı	Enerji ve Sulama	130	Basamaklı	Özel Tip
Dereçatı Barajı	İçme ve Sulama	2,16	Basamaklı	Özel Tip
Ekinne Göleti	Sulama	1,62	Şüt	USBR Tip II
Yakalı Göleti	Sulama	0,8	Şüt	USBR Tip III
Alanpınar Göleti	Sulama	1,7	Şüt	USBR Tip III
Yukarıöz Göleti	İçme suyu ve Sulama	1,62	Şüt	USBR Tip I

Tablo 2'de de görüleceği gibi su yapılarında; şüt, basamaklı ve yan kanal dolusavak tercih edilmiştir. Ayrıca dolusavak ucunda enerji kırıcı mekanizma olarak USBR Tip I, Tip II ve Tip III ile Özel Tip enerji kırıcılar tercih edildiği gözlemlenmiştir.

Semboller

Fr	Froude sayısı
V_1	Suyun ortalama akım hızı (m/s)
g	Yerçekimi ivmesi (m/s^2)
h_1	Suyun derinliği (m)

Teşekkür ve Finansman

Yazarlar, çalışmaya olan katkılarından dolayı DSİ 52. Şube Müdürlüğü ekibine teşekkür eder.

Deklarasyon ve Etik Standartlar

Yazarlar bu makalenin araştırılması, yazarlığı ve/veya yayınlanmasıyla ilgili olarak herhangi bir potansiyel çıkar çatışması beyan etmemiştir. Bu makalenin yazarları, bu çalışmada kullanılan materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel izin gerektirmediğini beyan eder.

Yazar Katkısı

Yazar 2 sunulan fikri tasarladı. Yazar 1 yerinde incelemelerde bulundu ve çalışma konusunda ilgili kurumlardan veri temini sağladı. Yazar 1 ve 2 elde edilen verileri işleyerek bulguları tartıştı ve makaleyi son haline getirdi.

Kaynaklar

- [1] Oğraş, S. ve Önen, F., "Barajların deşarj yapılarındaki akış karakteristikleri ve enerji kırıcı yapıların etkinliğinin sayısal analizi", DÜMF Mühendislik Dergisi, 4: 749–770, (2022). Doi: 10.24012/dumf.1184570
- [2] Gül, E., "Dolusavak ve enerji kırıcı yapı tip seçiminin uzman sistemler ile belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (2015).
- [3] İspir, K., "Enerji kırıcı havuzlarda farklı tip enerji kırıcı blokların enerji sönmüleme oranlarının fiziksel ve sayısal modellenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (2021).
- [4] Chatila, J. G. and Jurdi, B. R., "Stepped spillway as an energy dissipater", Canadian Water Resources Journal, 3: 147–158, (2004).
- [5] Eghlidi, E., Barani, G. A. and Qaderi, K., "Laboratory investigation of stilling basin slope effect on bed scour at downstream of stepped spillway: physical modeling of javeh RCC dam", Water Resources Management, 1: 87–100, (2020). Doi: 10.1007/s11269-019-02395-5
- [6] Gijs, B., Hoffmans, C. M. and Pilarczyk, K. W., "Local scour downstream of hydraulic structures", Journal Of Hydarulic Engineering, 4: 326–340, (1995). Doi: 10.1061/(ASCE)0733-9429(1995)121:4(326)
- [7] Kaya, N., "Enerji kırıcı havuzlarda iki sıralı enerji kırıcı blokların enerji sönmüleme oranlarının incelenmesi", Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları, 1:67–72, (2007).

- [8] Kaya, N., "Enerji kırıcı havuzlarda farklı tip kırıcı blokların enerji sönümlenme oranlarının incelenmesi", Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (2003).
- [9] Blasidell, F. W., "Development and hydraulic design, Saint Anthony Falls stilling basin", Transactions Of The American Society Of Civil Engineers, 1: 483–520, (1948). Doi: 10.1061/TACEAT.0006103
- [10] T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, "Baraş hidrolik yapılar tasarım rehberi", Ankara, (2012).
- [11] Chanson, H., "Energy dissipation on stepped spillways and hydraulic challenges—Prototype and laboratory experiences", Journal Of Hydrodynamics, 1: 52–62, (2022). Doi: 10.1007/s42241-022-0005-8
- [12] Rajaratnam, N., "Skimming flow in stepped spillways", J. Hydraul. Eng., 4: 587–591, (1990). Doi: 10.1061/(ASCE)0733-9429(1990)116:4(587)
- [13] Anupoju, S., ‘7 Different types of spillways’, The constructor.org, 02.11.2023.
- [14] Özkan, M. Y., Özyazicioglu, M. and Aksar, U. D., "An evaluation of Güldürcek dam response during 6 June 2000 Orta earthquake", Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 5: 405–419, (2006). Doi: 10.1016/j.soildyn.2005.10.007

Yazar Biyografileri

(Yazar 1)	Mehmet Salih YILDIZ, Çankırı Karatekin Üniversitesi Mülkiyet Koruma ve Güvenlik Bölümü’nde ders veren bir öğretim görevlisidir. Afetler ve zemin özellikleri üzerine çalışmaları vardır.
(Yazar 2)	Fatih SAKA, Karabük Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü’nde ders veren bir öğretim üyesidir. Hidrolik alanında yayınları bulunmaktadır.