

ISSN: 1012 - 0726 (Baskı)
ISSN: 1308 - 2477 (Online)



SAYI: 142
YIL : TEMMUZ 2023

DEVLET SU İŞLERİ
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

DSİ

TEKNİK

BÜLTENİ

DSİ TEKNİK BÜLTENİ

Sahibi

DEVLET SU İŞLERİ
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
Adına Genel Müdür
Mehmet Akif BALTA

Sorumlu Müdür

Aydın SAĞLIK

Yayın Kurulu (DSİ)

Murat Ali HATİPOĞLU
Hayreddin ERŞAN
İsmail KARABULUT
Uğur DAL
Harun MEYDAN
Vehbi ÖZAYDIN
Hakkı KILAVUZ
Menderes LALE

Editörler

Figen ÖZYURT KUŞ
Özgür KÜÇÜKALİ

Yönetim Yeri Adresi

DSİ Teknik Araştırma ve
Kalite Kontrol (TAKK)
Dairesi Başkanlığı 06100
Yücetepe - Ankara

Tel (312) 454 38 00
Faks (312) 454 38 05
bulten@dsi.gov.tr

Basıldığı Yer

Destek Hizmetleri Dairesi
Başkanlığı
Basım ve Foto-Film Şube
Müdürlüğü
Etilik - Ankara

SAYI : 142
YIL : TEMMUZ 2023

Yayın Türü

Yaygın süreli yayın
Altı ayda bir yayınlanır
(Ocak, Temmuz)

ISSN

1012 - 0726 (Baskı)
1308 - 2477 (Online)

İÇİNDEKİLER

KONYA İLİ TAŞKIN KORUMA TESİSLERİNDE KARŞILAŞILAN PROBLEMLER Cengiz KUTSAL, Şerife Yurdağül KUMCU	1
AYDIN SÖKE SARIÇAY BARAJI SİLİNDİRLE SIKIŞTIRILMIŞ VE KONVANSİYONEL BETONLARINDA GNAYS KAYACININ AGREGA OLARAK KULLANIMININ ARAŞTIRMASI Aydın SAĞLIK, Mehmet Emin UYANIK, Hüseyin DEMİR, Süleyman AYDOĞAN	23
YANDAN ALIŞLI DİKDÖRTGEN KAPAĞIN DEŞARJ KAPASİTESİNİN ARAŞTIRILMASI Veysi KARTAL, Muhammet Emin EMİROĞLU	40

DSİ Teknik Bülteni TÜBİTAK ULAKBİM (Ulusal Akademik Ağ ve Bilgi Merkezi) ve uluslararası veritabanı EBSCO (Elton B. Stephens Company) tarafından taranmaktadır.

DSI TECHNICAL BULLETIN

Publisher

On behalf of GENERAL
DIRECTORATE OF
STATE HYDRAULIC
WORKS
Mehmet Akif BALTA
General Director

Director in charge

Aydın SAĞLIK

Editorial Board (DSI)

Murat Ali HATİPOĞLU
Hayreddin ERŞAN
İsmail KARABULUT
Uğur DAL
Harun MEYDAN
Vehbi ÖZAYDIN
Hakkı KILAVUZ
Menderes LALE

Editors

Figen ÖZYURT KUŞ
Özgür KÜÇÜKALİ

Management Address

DSİ Teknik Araştırma ve
Kalite Kontrol (TAKK)
Dairesi Başkanlığı 06100
Yücetepe – Ankara /
TURKEY

Tel (312) 454 38 00
Faks (312) 454 38 05
bulten@dsi.gov.tr

Place of Publication

Destek Hizmetleri Dairesi
Başkanlığı
Basım ve Foto-Film Şube
Müdürlüğü
Etilik – Ankara / TURKEY

ISSUE: 142

YEAR : JULY 2023

Publication Type

Widely distributed
periodical
Published semi-annual
(January, July)

ISSN

1012 - 0726 (Press)
1308 - 2477 (Online)

CONTENTS

PROBLEMS ENCOUNTERED AT FLOOD CONTROL FACILITIES OF KONYA Cengiz KUTSAL, Şerife Yurdağül KUMCU	1
INVESTIGATION OF GNEISS ROCK UTILIZATION AS AGGREGATE IN ROLLER COMPACTED CONCRETE (RCC) AND CONVENTIONAL CONCRETE (CVC) OF AYDIN SÖKE SARIÇAY DAM Aydın SAĞLIK, Mehmet Emin UYANIK, Hüseyin DEMİR, Süleyman AYDOĞAN	23
INVESTIGATION OF THE DISCHARGE CAPACITY OF THE RECTANGULAR SIDE GATE Veysi KARTAL, Muhammet Emin EMİROĞLU	40

DSI Technical Bulletin is indexed by TUBITAK ULAKBİM (Ulusal Akademik Ağ ve Bilgi Merkezi) and international database EBSCO (Elton B. Stephens Company).

DSİ TEKNİK BÜLTENİ'NİN AMACI

DSİ Teknik Bülteni'nde, su ile ilgili konularda, temel ve uygulamalı mühendislik alanlarında gönderilen makaleler yayınlanır. Makaleler, ilk önce konunun uzmanı tarafından incelenir ve değerlendirilir. Daha sonra, Hakem Kurulu uzman görüşünü de esas alarak makalenin yayınlanıp yayınlanmamasına karar verir. Makalelerin tamamı veya büyük bir kısmı diğer yayın organlarında yayınlanmamış olması gereklidir. DSİ Teknik Bülteni TÜBİTAK ULAKBİM (Ulusal Akademik Ağ ve Bilgi Merkezi) ve Eylül 2016 tarihi itibarı ile uluslararası veritabanı kuruluşu EBSCO (Elton B. Stephens Company) tarafından taranmaya başlamıştır.

DSİ TEKNİK BÜLTENİ BİLDİRİ YAZIM KURALLARI


1. Gönderilen yazılar kolay anlaşılır dilde ve Türkçe kurallarına uygun şekilde yazılmış olmalıdır.
2. Yazıların teknik sorumluluğu yazarına aittir (yazılardaki verilerin kullanılması sonucu oluşabilecek maddi ve manevi problemlerde muhatap yazardır).
3. Yayın Kurulu, makaleler üzerinde gerekli gördüğü düzeltme ve kısaltmaları yapar.
4. Makaleler bilgisayarda Microsoft Word olarak bir satır aralıkla yazılmalı ve Arial 10 fontu kullanılmalıdır. Makaleler A4 normundaki kâğıdın her kenarından 25 mm boşluk bırakılarak yazılmalıdır.
5. Sadece ilk sayfada, yazı alanı başlangıcından sola dayalı olarak, italik 10 fontunda Arial kullanılarak ilk satıra "*DSİ Teknik Bülteni*" yazılmalıdır.
6. Konu başlığı: Yazı alanı ortalanarak, "*DSİ Teknik Bülteni*" yazısından sonra dört satır boş bırakıldıktan sonra Arial 12 fontu kullanılarak büyük harflerle koyu yazılmalıdır.
7. Yazar ile ilgili bilgiler: Adı (küçük harf), soyadı (büyük harf), yazarın unvanı ile bağlı olduğu kuruluş (alt satıra) ve elektronik posta adresi (alt satıra) yazarın ORCID ID'si (ORCID ID'si olmayan yazarlar <https://orcid.org/signin> linkinden alabilirler.) (alt satıra) başlıktan iki boş satır sonra ilk yazardan başlamak üzere Arial 10 fontu ile yazı alanı ortalanarak yazılmalıdır. Diğer yazarlar da ilk yazar gibi bilgileri bir boşluk bırakıldıktan sonra yazılmalıdır.
8. Türkçe özet, elektronik posta adresinden dört boş satır sonra, özetten bir boş satır sonra ise anahtar kelimeler verilmelidir. Aynı şekilde, Türkçe anahtar kelimelerden iki boş satır sonra İngilizce özet, bir boş satır sonra ise İngilizce anahtar kelimeler verilmelidir.
9. Bölüm başlıkları yazı alanı sol kenarına dayandırılarak Arial 10 fontu kullanılarak koyu ve büyük harfle yazılmalı. Bölüm başlığının üzerinde bir boş satır bulunmalıdır.
10. Ara başlıklar satır başında başlamalı, üstlerinde bir boş satır bulunmalıdır. Birinci derecedeki ara başlıktaki bütün kelimelerin sadece ilk harfi büyük olmalı ve koyu harflerle Arial 10 fontunda yazılmalıdır. İkinci ve daha alt başlıklar normal harflerle Arial 10 fontu ile koyu yazılmalıdır.
11. Yazılar kâğıda iki sütün olarak yazılmalı ve sütün aralarındaki boşluk 10 mm olmalıdır.
12. Paragraf sola dayalı olarak başlamalı ve paragraflar arasında bir boş satır bırakılmalıdır.
13. Eşitlikler bilgisayarda yazılmalı ve numaralandırılmalıdır. Eşitlik numaraları sayfanın sağına oturmali ve parantez içinde yazılmalıdır. Her eşitlik alttaki ve üstteki yazılardan bir boş satır ile ayrılmalıdır. Eşitliklerde kullanılan bütün semboller eşitlikten hemen sonraki metinde tanımlanmalıdır.
14. Sayısal örnekler verildiği durumlarda SI veya Metrik sistem kullanılmalıdır. Rakamların ondalık kısımları virgül ile ayrılmalıdır.
15. Yararlanılan kaynaklar metinde kaynağın kullanıldığı yerde köşeli parantez içerisinde numaralı veya [Yazarın soyadı, basım yılı] olarak belirtilmelidir. Örneğin: "..... basamaklı dolusavaklar için geometri ve eşitlikler [1]" veya basamaklı dolusavaklar için geometri ve eşitlikler [Aktan, 1999]" gibi.
16. Kaynaklar yazar soyadlarına göre sıralanmalı, listelenirken yazar (veya yazarların) soyadı, adının baş harfi, yayın yılı, kaynağın ismi, yayımlandığı yer ve yararlanılan sayfa numaraları belirtilerek, köşeli parantez içerisinde numaralandırılmalı ve yazarken soldan itibaren 0,75 cm asılı paragraf şeklinde yazılmalıdır. Makale başlıkları çift tırnak içine alınmalı, kitap isimlerinin altı çizilmelidir. Bütün kaynaklara metin içinde atıf yapılmalıdır.
17. Çizelgeler, şekiller, grafikler ve resimler yazı içerisine en uygun yere gelecek şekilde yerleştirilmelidir. Fotoğraflar net çekilmiş olmalıdır. Şekil ve grafikler üzerine el yazısı ile ekleme yapılmamalıdır.
18. Makalenin tamamı 20 sayfayı geçmemeli, şekil, çizelge, grafik ve fotoğraflar yazının 1/3'ünden az olmalıdır.
19. Sayfa numarası, sayfaların karışmaması için sayfa arkalarına kurşun kalem ile hafifçe verilmelidir.
20. Yazım kurallarına uygun olarak yazılmış makalenin tam metni eğer e-posta ortamında gönderilebilecek kadar küçük boyutta ise e-posta adresine, değilse; hem A4 kâğıda baskı şeklinde (2 adet) hem de dijital ortamda (CD veya DVD) yazışma adresine gönderilmelidir.
21. Yayınlanan bütün yazılar için "Kamu Kurum ve kuruluşlarınca ödenecek telif ve işlenme ücretleri hakkındaki yönetmelik" hükümleri uygulanır.
22. Makaleyi gönderen yazarlar yukarıda belirtilenleri kabul etmiş sayılırlar.
23. Yazışma adresi aşağıda verilmiştir:


Yasal Uyarı

Bu Teknik Bülten yalnızca genel bilgilendirme amacıyla yayımlanmaktadır ve içeriğinde yer alan malzemelerin, prosedürlerin veya yöntemlerin tek mevcut ve uygun malzeme, prosedür veya yöntem olduğunu ima etmemektedir. Malzemeler, prosedürler veya yöntemler özel koşullara, yerel imar kanunlarına, tasarım şartlarına veya tüzel ve yasal şartlara göre değişebilir. Bu Teknik Bülten'deki bilgilerin doğru ve güvenilir olduğuna inanılmakla beraber, yayımlayıcı olarak Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü bu Teknik Bülten'in içeriğinde bulunan yöntemlerin, malzemelerin, talimatların veya fikirlerin herhangi bir şekilde kullanılması kaynaklı mal veya can kaybından veya oluşabilecek zararlardan sorumlu değildir.

DSİ TEKNİK BÜLTENİ DSİ Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol (TAKK) Dairesi Başkanlığı Saray Osmangazi Mah. Alparslan Türkeş Cad. No:6/5 Pursaklar / ANKARA
Tel (312) 454 38 00
Faks (312) 454 38 05
E-posta bulten@dsi.gov.tr, dsiteknikbulten@gmail.com
Web <https://dsiteknikbulteni.dsi.gov.tr/>

KONYA İLİ TAŞKIN KORUMA TESİSLERİNDE KARŞILAŞILAN PROBLEMLER

Cengiz KUTSAL 
DSİ Genel Müdürlüğü, Mustafa Kemal Mahallesi Anadolu Bulvarı No:5/1 Çankaya/ANKARA
cengizkutsal@gmail.com

Şerife Yurdağül KUMCU* 
Necmettin Erbakan Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü 42090, Meram KONYA
yurdagulkumcu@gmail.com

(Makalenin geliş tarihi: 29.11.2021, Makalenin kabul tarihi: 17.04.2023)

ÖZ

Son yıllarda ülkemizde, küresel ısınmanın etkisi ile mevsimsel değişiklikler yaşanmakta, olağan dışı ani yağışlardan dolayı yaz aylarında kuruyan derelerde, yağış hızlıca akışa geçmekte ve taşkınlara neden olmaktadır. Bu taşkınlar, taşkın koruma tesislerinin yeterliliğini ve verimli çalışıp çalışmadığını sorgulatmaktadır. Ülkemizde taşkın koruma tesislerinden sorumlu kurum olan Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) tarafından yapılan taşkın koruma tesisleri, planlama ve projelendirme aşamalarından sonra inşa edilmektedir. Taşkın koruma tesislerinde yapılan genel incelemelerde, gerçek ve tüzel kişilere ait olan arazilerden geçen taşkın tesislerine gerçek ve tüzel kişiler tarafından zamanla yapılan müdahaleler ile kanal kesiti daralmakta bu da taşkın riskini artırmaktadır. Aynı şekilde, taşkınlara sebep olan başka bir neden de kurumlar arası koordinasyon eksikliğidir. Dere yatağına DSİ dışında izinsiz yapılar yapan diğer kurumların, kendi tasarladıkları yapı projelerinde, dere yatağından geçen maksimum debiyi göz ardı etmeleri durumunda, dere yatağında olması gereken kesit genişliği sağlanamamakta ve taşkınlar meydana gelebilmektedir. Bu çalışma kapsamında taşkın tesislerinde gözlemlenen sorunlar başlıklar halinde sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırılan başlıklar altında incelenen Konya ilindeki 28 adet Taşkın Koruma Tesisi, membadan mansaba doğru gezilerek tespit edilen sorunların taşkına mahal verme olasılığı ile can ve mal güvenliği açısından riskleri irdelenmiştir. Taşkın tesislerindeki kapasite kayıpları hesaplanmış ve çözüm önerileri sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Taşkın Tesisine Müdahale, Taşkın Koruma Tesisi, Menfez, Geçiş Yapısı

PROBLEMS ENCOUNTERED AT FLOOD CONTROL FACILITIES OF KONYA

ABSTRACT

In recent years, seasonal changes have been experienced in our country with the effect of global warming. Due to unusual sudden rains, the rainfall and causes floods in the streams which is expected to be dry during summer time. These floods the adequacy and efficiency of flood protection facilities. Flood protection facilities are built after planning and designing stages by General Directorate of State Hydraulic works (DSI), the institution which is responsible for flood protection facilities. In a general examination carried out at flood protection facilities, it is founded that, channel section narrows and causes floods with the interventions made by real and legal persons to the flood facilities which is passing through their lands. Likewise, another reason is the lack of coordination among the institutions. When unauthorized structures are built on the stream bed by some institutions other than DSI, the maximum flow through stream bed is generally ignored and required cross section width cannot be achieved in the stream bed, therefore, floods may occur. In this study, the problems observed at flood facilities are classified under the related headings. 28 Flood Protection Facilities in Konya Province were investigated from upstream to downstream and the risks of the problems in terms of life and property safety and the possibility of flooding were investigated.

Keywords: Expropriation to Flood Protection Structure, Flood Protection Structure, Culvert, Crossing Structure

*Coressponding Author: Şerife Yurdağül KUMCU e-posta: yurdagulkumcu@gmail.com

1 GİRİŞ

Taşkın, bir nehir veya derenin, havzaya düşen beklenmedik miktardaki yağışın etkisi ile yatağından taşarak çevresindeki canlılara, arazilere, mal ve mülke zarar vermesidir. Taşkın olayları doğanın bir parçası olup Ülkemizin de önemli sorunlarından birisi olan dere yataklarına müdahaleler nehir havzalarındaki doğal durumu bozmakta ve taşkınların afete dönüşmesine ve taşkın zararlarının artmasına sebep olmaktadır. Taşkın tesislerinde veya bölgelerinde, özellikle taşkın yatağına yapılan müdahalelerden sonra karşılaşılan problemler, taşkına sebebiyet verenler ve sonuçları üzerine birçok araştırmacı çalışma yapmıştır.

O'Hara yaptığı çalışmada Jamaika'da 1979 yılında meydana gelen taşkın olayından sonra, yol, bina ve çevrede taşkından dolayı meydana gelen hasar çalışmasının değerlendirmesinin yanında, taşkınlara karşı arazi planlaması ve imar planlarının yapılması gerektiğinden bahsetmiştir [O'Hara, 1988].

Önsoy 2002 yılında bir araştırma yaparak, Doğu Karadeniz bölgesinde yaşanan taşkınlara neden olan müdahaleleri ve faaliyetleri incelemiştir [Önsoy, 2002].

2006 yılında Buldur ve diğ. tarafından yapılan çalışma ile, 5-7 Mart 2004 tarihinde Göksu Nehri'nin taşmasıyla Silifke ve çevresinde yaşanan taşkınların sebebinin kar erimelerinin olduğu, havzadaki tek baraj olan Gezende Barajı'nın kapasitesinin yetersiz olduğu için taşkını önleyemediği tespit edilmiştir. Yaşanan taşkın sonucunda, Silifke'de bazı belde ve köy gibi yerleşim birimleri ile 4887,3 da tarım arazisinin zarar gördüğünü tespit etmişlerdir [Buldur, 2006].

Dursun çalışmasında taşkın kanallarının kesitlerini irdelenmiş ve kanal üstünün kapatılması ile muhtemel taşkın rislerini ortaya koymuştur [Dursun, 2008].

Yapılaşmaların neden olduğu sel ve taşkınlar hatalı şehirleşmenin bir sonucudur [Turoğlu, 2011]. Zeybek, 2009 yılında yaptığı çalışmada, 2-3 Mart 2005 tarihli Tokat ili Turhal İlçesi taşkınlarının nedenleri, oluşumu ve sonuçlarının coğrafi bakış içerisinde değerlendirilmiş, taşkına karşı hassas olan bölgede gelecekte yaşanabilecek afetlere karşı alınabilecek önlemler verilmiştir [Zeybek, 2009]. Son yıllarda artan taşkın olayları ile İngiltere yönetimi taşkın yataklarının rehabilitasyonu çalışmalarını araştırmıştır [Potter, 2012].

Buldur ve Sarı (2012), Konya ili Bozkır İlçesi taşkınlarının nedenleri ve sonuçları üzerinde durmuştur. Yaşanan taşkın olayının asıl sebebinin kar ve yağmur olduğunu, ayrıca ilçede yaşayan insanların da taşkın oluşumunda etkileri olduğunu belirtmişlerdir. Özellikle vatandaşlar tarafından dere yatağına yapılan müdahaleleri

ile dere yatağı daraltıldığını tespit etmişlerdir [Buldur ve Sarı, 2012].

Hayta çalışmasında taşkın tesisleri ile ilgili müdahaleler ile kurumlar arası koordinasyon eksiklikleri gibi sorunları genel olarak ele almıştır. DSİ'nin taşkınla ilgili görev ve yetkisinin, Büyükşehir Belediyelerinin taşkınla ilgili görev ve sorumluluklarıyla örtüşmesi, Büyükşehir Belediyelerinin taşkınla ilgili görevlerinin kanunla yeniden düzenlenmesi, dere yatakları gibi devletin hüküm ve tasarrufu altındaki yerlere yapılan müdahalelerin kısa sürede tespiti ve tahliyesine ilişkin kanunlarda daha açık düzenlemeler yapılması, akarsu ve kuru dere yataklarında yapılacak olan her türlü yapı için DSİ'nin uygun görüş alınmasının ve bu görüşte belirtilen hususlara uyulmasının mevzuatta açık olarak düzenlenmesi gibi tespit ve önerilerde bulunmuştur [Hayta, 2013].

Kirmencioğlu çalışmasında dere yatağına müdahaleler ve taşkın hususunda Türkiye'deki yasal mevzuatı incelemiş, Türkiye'de dere yataklarına müdahalelerin, neden, nasıl oluştuğunu belirtmiş, son yıllarda Türkiye'de yaşanan can ve maddi kayıpları yüksek bazı tarihi taşkınları inceleyerek dere yataklarına olumsuz müdahalelerin bu taşkınlardaki etkilerini değerlendirmiştir [Kirmencioğlu, 2015].

Naamani yaptığı çalışmasında gelişmekte olan Umman ülkesinde art arda yaşanan taşkın olaylarından sonra, Umman nüfusunu taşkın olayları sırasında riskten korumak için taşkın yönetimi ve şehir planlama sistemindeki gelişmelere odaklanmış, bunun için de gelişmekte olan Ülke için planlama yapılırken kurumlar arası iş birliğinin önemine vurgu yapmıştır [Naamani, 2016].

Özcan 2016 yılında ülkemizdeki taşkınlar ile ilgili taşkın mevzuatını değerlendirmiş, ülkemizin taşkın ile ilgili mevzuatından 31 kanun, 4 kanun hükmünde kararname, 9 yönetmelik, 4 genelge ve tebliğ ile ilgili strateji belgeleri ve eylem planlarını incelemiştir [Özcan, 2016].

Eroğlu, çalışmasında taşkın tesislerine yapılan müdahaleleri sınıflandırmış, şekil ve fotoğraflarla örneklendirilmiş ve alınması gereken önlemler ve önerileri sunmuştur [Eroğlu, 2016].

Samsun ili Atakum ilçesinde yaşanan sel ve taşkınların Atakum'un doğal ortam özellikleri ile hızlı kentleşme ve alansal yayılma ilişkileri Yılmaz tarafından incelenmiştir. Yılmaz, daha sonra dere yataklarının işgal edilerek doğal çevrenin zamanla bozulma süreci ve bu sürecin Atakum'da meydana gelen sel ve taşkın afetleri ile ilişkisini ve sel sonucu ortaya çıkan zararları ele almıştır [Yılmaz, 2018]. Ayrıca, dere yataklarına yapılan müdahaleler Yüksek tarafından da irdelenmiştir [Yüksek, 2016].

Taşkınların sebepleri ve mevzuat üzerine çalışmalar da yapılmıştır. Taşkın mevzuatı, sel

ve taşkınların sebepleri, ülkemizde yaşanmış taşkınlar ve zararları, akarsu yataklarına yapılan müdahaleler, taşkın ve rüsubat kontrolü çalışmaları, taşkın tehlike haritaları Kağnıcıoğlu tarafından incelenmiştir [Kağnıcıoğlu, 2018].

Bu çalışma kapsamında, Konya İli sınırları içinde bulunan 28 adet taşkın koruma tesisinin incelenmesinin ardından tespit edilen ve taşkına sebebiyet verecek sorunlar sınıflandırılmıştır. Müdahale edilen taşkın tesislerindeki kapasite kayıpları, taşkın kanalı arazi enkesit ölçümleri ile proje değerleri karşılaştırılarak hesaplanmıştır. Bu sorunların nedenleri ve olası taşkın durumunda meydana gelebilecek mal ve can kayıplarına dikkat çekilmiştir. Herbir yaşanan müdahale ve sorun için çözüm önerisinde bulunulmuştur.

2 TAŞKIN

Taşkın, bir akarsuyun çeşitli sebeplerle yatağından taşarak çevresindeki arazilere, yerleşim yerlerine, altyapı tesislerine ve canlılara zarar vermek suretiyle etki bölgesinde normal sosyoekonomik hayatı kesintiye uğratabilecek ölçüde bir akış büyüklüğü oluşturması olayını ifade eder [Resmi Gazete, 2012]. Ayrıca toprağın geçici olarak bir akarsu ya da çok miktarda yağmur veya diğer nedenlerle oluşan büyük su kütlelerinin baskınına uğramasına taşkın denir. Taşkınlar daha çok vadi tabanlarında ve aşağı havzalarda meydana gelen yüksek su akışlarını ifade ederler.

Ülkemizde sel ve taşkın afetleri, depremlerden sonra en büyük can ve mal kayıplarına neden olan doğal afetlerdir. Taşkın afetlerini yalnızca meteorolojik oluşumlara bağlı olarak ifade etmek mümkün değildir. Özellikle Türkiye gibi ekonomik gelişme faaliyetinin yoğun bir biçimde devam ettiği şartlarda, sanayileşme ve sektörel çeşitliliğin beraberinde getirdiği kentleşme aktivitesi, akarsu havzalarının muhtelif kesimlerindeki insan faaliyetinin çeşitliliğini ve yoğunluğunu da büyük ölçüde arttırmaktadır. Bu durum havza bütünündeki hidrolojik dengeyi bozmakta can ve mal kaybına yol açan taşkın afetlerine sebep olmaktadır [Özcan, 2009]. Türkiye’de taşkın zararı yılda ortalama 100 milyon \$’dır. Taşkın yatırımı ise yılda ortalama 30 milyon \$’dır [Akyürek, 2013]. Ülkemizde son 20 yılda 300’den fazla taşkın olayı meydana gelmiş, bu taşkınlarda yaklaşık 500 kişi hayatını kaybetmiştir.

Taşkınlar her ne kadar doğal afetler olsa da, etkilerinin bu derece büyük olmasının temel sebebi insan faaliyetleridir. Taşkın alanlarındaki yerleşimler, dere yataklarına müdahaleler, gelişen kentleşme ve sanayileşme faaliyetleri sebebiyle yüzey akışındaki artışlar bunlardan bazılarıdır. İnsan faaliyetlerinin dışında, iklim değişikliği etkileriyle kısa sürelerde birim alana

düşen yağış miktarında artış olacağı öngörülmektedir. Bunlar bir arada değerlendirildiğinde, taşkın sayısında ve meydana getirebileceği hasarlarda artış olacağı beklenmektedir. Bu sebeple, taşkın yönetiminin önemi her geçen gün daha da artmaktadır [TOB, 2017].

2.1 Taşkın Ana Sebepleri

Taşkın olayında yağışın ne zaman ve ne şiddette yağdığı önemlidir. Sonbahar yağışları ile doyumluğa ulaşan toprak, kış mevsiminden sonra ısınan hava ile birlikte ani kar erimeleri ile akışa neden olmakta, bunun sonucunda da taşkınlar meydana gelmektedir. Ayrıca, yaz aylarında kuruyan dere yatakları, ani ve şiddetli yağışlarda toprağın suyu emmesine izin vermeyerek doğrudan akışa neden olmakta ve ciddi taşkınlar meydana gelmektedir.

Taşkınlar sebep olan bu doğa olaylarına paralel olarak, deprem ve heyelanların meydana gelmesi ile dere yataklarının önünde engeller oluşmakta, suların geriye doğru şişmesi ile oluşan taşkınlarla dere yatağı kenarlarındaki yerleşim alanları ve tarım arazileri zarar görmektedir. Ayrıca, beşeri faktörlerin etkisi ile de taşkınlar meydana gelebilmektedir. Taşkın yatağına yapılan yapılar, taşkınlar sebebiyet vermekte, can ve mal güvenliğini riske atmaktadır. Bunun yanı sıra, proje kapsamında şehir geçişlerinde kapalı kesit olarak projelendirilen taşkın tesislerinin, gerçek ve tüzel kişiler tarafından dere yatağına yapılan müdahaleler, atılan çöpler veya biriken rüsubat etkisiyle kesiti daraltmakta ve aşırı yağışlarda yetersiz kesitten dolayı taşkınlar olmaktadır.

Ayrıca yol inşaatı çalışmalarında, arazi şartlarının engebeli olduğu bölgelerde, yol güzergâhı dağın yamaçlarından geçmekte, proje maliyetleri de göz önünde bulundurularak, yol platformunun büyük kısmı dolguda geçilerek, yamaç dibindeki dere kesitleri daraltılmakta, geçiş bölgelerinde yol kotunun proje boyuna eğiminden şaşmaması için proje kotuna uygun menfezler ve köprüler inşa edilmekte, bu şekilde dere yatağındaki maksimum debiler göz ardı edildiğinden olası taşkın durumlarında ciddi hasarlar oluşmaktadır.

Bu gibi sebeplerin yanında, vatandaşlar tarafından dere yataklarına yapılan müdahaleler, kaçak kum ve çakıl alım faaliyetleri, izinsiz geçiş yapılarının yapılması gibi nedenlerden de taşkınlar meydana gelmektedir.

2.2 Taşkın Etkileri

Taşkınlar; insan ölümüne, büyük göçlere ve çevresel zarara sebep olabilecek, ekonomik gelişmeye zarar verebilecek ve toplumun ekonomik gelişmesinin zayıflamasına neden olabilecek etkilere sahiptir. Taşkınlar,

engellenemeyen doğa olayları olmasına rağmen, bazı beşeri aktiviteler (yerleşim alanların genişlemesi, taşkın bölgelerinde ekonomik yatırımlar ve arazi kullanımı yüzünden su tutulmasındaki azalma gibi) ve iklim değişikliği, taşkınların oluşma riskinin ve neden olduğu olumsuz etkilerin artmasına sebep olmaktadır. Taşkın riskini azaltmak, özellikle insan sağlığı ve hayatı, çevre, kültürel miras, ekonomik faaliyetler ve altyapı sistemleri için çok önemlidir. Ancak, riskin azalması ve etkin önlemler için nehir havzası boyunca kurumlar arası koordinasyonunun sağlanması gerekmektedir [Taşkın Direktifi, 2019].

Doğal olaylar olan taşkınların, zamanında alınacak doğru önlemlerle yıkıcı etkileri azaltılabilmektedir. Taşkınların, sanayileşmiş ülkelerde uzun yıllar süregelen sağlık etkilerinin, fiziksel etkilerinden daha riskli olduğu ortaya konulmuştur. Taşkın sularının yaşanan kirlilikle beraber toksinleri artırabileceği ve oluşan patojenlerin insan sağlığı üzerinde etkili olacağı bilinmekle beraber toplumun ruh sağlığı üzerinden de etkileri görülmüştür. İçme suyundan kaynaklı hastalıklar; kolera, hepatit, tifo vb. olmakla beraber gıda sıkıntısından kaynaklı sorunlar da hastalıkları tetiklemektedir. Son zamanlarda, küresel ısınmanın etkisiyle değişen mevsim şartlarına bağlı ülkemizde oluşan taşkın olayları, en büyük afetlerden olan depremden sonra ülkemizde ikinci sırayı almıştır. Dolayısıyla ülkemiz açısından da ciddi ekonomik etkileri olmaktadır.

1975-2020 yılları arasında Ülkemizde yaşanan taşkın olaylarının etkileri Çizelge 1'de listelenmiştir. Bu çizelge incelendiğinde, 2006-2020 yılları arasındaki 15 yıllık taşkın olayları sayısının 1528 olduğu bunun da toplam 45 yıllık taşkın olayları sayısı olan 2084'ün % 73,3'üne tekabül ettiği görülmektedir. Bu durum, son yıllarda küresel ısınma, sanayileşme vb. etkenlerin taşkınlar üzerindeki etkisini bariz göstermektedir.

Çizelge 1- Ülkemizde 1975-2020 yılları arasında meydana gelen taşkın olayları ve etkileri (DSİ)

Tarih	Taşkın Sayısı	Can Kaybı	Etkilenen Alan (ha)
1975-1985	263	126	293.167
1986-1995	143	271	241.403
1996-2005	150	120	175.068
2006-2015	683	212	184.295
2015-2020	845	57	6.064
TOPLAM	2.084	786	959.997

2.3 Ülkemizde Taşkın Yönetimi

Ülkemizde taşkın afetlerinin yönetimi konusunda günümüze kadar pek çok çalışma yapılmış, bunların büyük bir bölümünü de yapısal proje faaliyetleri ile taşkın sırasındaki kurtarma ve acil

yardım faaliyetleri oluşturmuştur. Son yıllarda erken uyarı sistemleri de bu faaliyetlere eklenmiştir. Akarsu havzalarında, taşkın koruma ve kontrol maksadını da içeren, su kaynaklarının havza bazlı yönetimini öngören projelerin hizmete girmesi ile taşkınların sıklıkları ve zararlarında önemli azalmalar beklenmektedir. Ancak, taşkın zararlarının azaltılması çalışmalarında en etkin ve ekonomik çözüm, taşkın yaşanmadan önce havza genelinde insan faaliyetlerini düzenleyen ve çoğunlukla yapısal unsur içermeyen nitelikte halkın eğitiminden ağaçlandırma faaliyetlerine kadar birbirini tamamlayan çoklu tedbirlerin, bir plan dahilinde, ilgili kurum ve kuruluşlarca eşgüdümü ele alınmasıdır. Tarım ve Orman Bakanlığı kuruluş mevzuatına göre Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'nün (SYGM) taşkınlarla mücadelede stratejik ve taktiksel seviyede görev ve sorumlulukları bulunmaktadır. Bununla birlikte taşkın öncesi, taşkın anı ve sonrasındaki çalışmalar için gereği büyük ölçüde yerelde ve çok farklı kurum ve kuruluşlar tarafından yapılmaktadır. Havzalar, bütünüyle ya da kısmen içinde kalan il ve ilçeden oluşur. Diğer bir deyişle, havzalarda aynı anda görülebilecek bir veya birden fazla sayıdaki taşkın, yine birden fazla il ve ilçenin sorumluluğuna girebilir. Bu nedenle, taşkın çalışmalarında, farklı idari birimler ve yerel idareler arasında yakın iş birliği ve eşgüdümü ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun için de havzalarda taşkın maruz kalacak iller arasında havza koordinatör valisi operasyonda eş güdümlü, sevk ve idareyi sağlamaktadır. Ülkemizde taşkın yönetimi ve koordinasyonu sağlayan kurum, kurul ve heyetler; Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (SYGM), Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ), Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Valilikler, İl Özel İdareleri, Büyükşehir Belediyeleri, Belediyeler, Su Yönetimi Koordinasyon Kurulu (SYKK), Havza Yönetimi Merkez Kurulu (HYMK), İl Su Yönetimi Koordinasyon Kurulu (İSYKK), Havza Yönetim Heyeti (HYH), v.b olarak sıralanabilir [21].

2.4 İklim Değişikliğinin Konya Kapalı Havzası üzerindeki Etkileri

Küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliğinin, kar örtüsünün, kara ve deniz buzullarının erimesi, deniz seviyesi yükselmesi, iklim kuşaklarının yer değiştirmesi, şiddetli hava olaylarının, taşkınların ve sellerin daha sık oluşması ve etkilerinin kuvvetlenmesi, kuraklık, erozyon, çölleşme, salgın hastalıklar, tarım zararlıları gibi, insan yaşamını ve sağlığını, sosyoekonomik sektörleri ve ekolojik sistemleri doğrudan ya da dolaylı

olarak etkileyebilecek önemli sonuçlarının olabileceği öngörülmektedir [IPCC, 2012; Silkin, 2014; Zoray, 2007].

IPCC 4. değerlendirme 1. çalışma grubu raporuna göre, 2090-2099 yılları ortalama yüzey sıcaklığı ile 1980-1999 yılları ortalama yüzey sıcaklığı arasındaki farkın, değişik emisyon senaryolarına göre; en iyimser senaryoda ortalama 1.8°C, en yüksek emisyonla göre ise ortalama 4.0 °C olacağı tahmin edilmektedir. Bu tahminin gerçekleşmesi halinde, bundan en çok etkilenen alanların başında, ülkemizde tarımsal açıdan büyük önem arz eden Konya Ovası gelmektedir. Çünkü, İklim değişikliği sonucu Subtropikal Yüksek Basınç kuşağının kuzey enlemlere doğru kaymasının, Konya Ovası'nda yağış azlığına ve dolayısıyla kuraklığa sebep olması ihtimali vardır [26]. Konya Kapalı Havzası'nda mevsimsel özelliklere bağlı olarak yağış değerlerinde önemli azalmalar olacağı öngörülmektedir. Yağışlarda %20-30 seviyelerinden başlaması öngörülen azalmaların, özellikle bitki deseni üzerinde önemli etkileri olacağı öngörülmektedir. 2030'lu yılların sonuna kadar Konya Kapalı Havzası'nda mevcut ortalamalara yakın düzeyde yağışlar beklenirken; 2040'tan 2099 yılına kadar genellikle kurak bir dönemin yaşanacağı tahmin edilmektedir. 2057 yılı ortalama 157 mm'lik yağış miktarı ile gelecek 100 yıllık periyodun en kurak yılı olarak öngörülmektedir. Küresel ısınmaya bağlı olarak 2015, 2030, 2050 ve 2057 yılları için modelleme çalışmaları ile belirlenen yağış miktarları Konya Kapalı Havzası için alt havzalar da değerlendirilmiş ve havzanın su bütçesi hesaplanmıştır. Havza için sırasıyla 2015 yılı için 1.538 hm³/yıl, 2030 yılı için 1.884 hm³/yıl, 2050 yılı için 1.451 hm³/yıl ve 2057 yılı için 915 hm³/yıl yeraltı suyu rezerv miktarları; 2015 yılı için 335.6 hm³/yıl, 2030 yılı için 250,9 hm³/yıl, 2050 yılı için 302 hm³/yıl ve 2057 yılı için 202,9 hm³/yıl yüzey suyu rezerv miktarları öngörülmüştür. Buna karşılık gelen toplam su kaynakları ise yıllara göre sırasıyla 1.873,6 hm³/yıl, 2.134,9 hm³/yıl, 1.753 hm³/yıl, 1.117,9 hm³/yıl'dır [WWW, 2010]. Konya İli, Türkiye'nin en az yağış alan bölgesinde olup, yağış miktarının ciddi anlamda azalacağına öngörülmesine rağmen; zaman ve şiddet açısından değerlendirildiğinde, taşkına sebebiyet verme riskinde herhangi bir azalma olmayacaktır. Konya ili için yerel ve ulusal basından derlenen son 20 yılda meydana gelen bazı taşkın haberleri ve sonuçları aşağıda listelenmiştir. Haber detayları, Konya İlinin en az yağış alan bir bölgede yer almasına rağmen ani ve şiddetli yağışlar sonucu oluşan taşkınlarda can ve mal kayıplarının olduğunu göstermektedir.

- 1) 06/02/2020 tarihinde Konya'nın Meram ilçesi Hatunsaray Mahallesi'nde başlayan ve kısa sürede sele dönüşen yağmur sonrası ilçede bir ev ile ahır sular altında kalmıştır [Anadolu'da Bugün, 2020].
- 2) 20/06/2019 tarihinde Konya'nın Meram İlçesi Çomaklar Mahallesi'nde sağanağın ardından meydana gelen sel nedeniyle farklı yerlerde mahsur kalan 8 kişi AFAD ekipleri tarafından kurtarıldı. İki ayrı bölgede taşkın nedeniyle 97 koyun telef olurken yıkılma tehlikesi olan evler tahliye edilmiştir [Haber7, 2020].
- 3) 12/06/2018 tarihindeki şiddetli yağış nedeniyle oluşan taşkında, başta Necmettin Erbakan Üniversitesi Köyceğiz Yerleşkesi civarında etkili olmak üzere, kentde 166 iş yerini su basmış olup 3 adet araç sulara kapılmıştır (Şekil 1) [Hürriyet, 2019].



Şekil 1- Necmettin Erbakan Üniversitesi Köyceğiz Yerleşkesi'nde 12.06.2018 tarihinde meydana gelen taşkına ait bir görüntü

- 4) 31/05/2018 tarihinde Konya İli Cihanbeyli İlçesinde aşırı yağışlar sonucu 200'e yakın ev ve işyerini su basmıştır [AFAD, 2019].
- 5) 21/05/2018 tarihinde Meteoroloji Konya Bölge Müdürlüğü verilerine göre, Kulu'ya 29,4 kg/m² yağış düşmüştür [KonHaber, 2019].
- 6) 04/08/2017 tarihinde Konya'nın Kulu İlçesi'nde sele kapılıp şarampole devrilen hafif ticari araçtaki 5 kişi yaralanmıştır [Hürriyet, 2019].
- 7) 12/06/2015 tarihinde Konya'nın Altınekin ilçesi Yeniköy Mahallesi'nde etkili olan sağanak yağış ve dolu, yaklaşık 100 bin dekar ekili tarım arazisine zarar vermiştir [KarizmaHaber, 2019].
- 8) 27/03/2015 tarihinde etkili yağışlar, Konya İli Hadim ve Taşkent ilçelerinde taşkına yol açmış, Hadim'e bağlı Korualan Mahallesi'nin içinden geçen dereler taşmış, bazı evlerin zemin katları ile tarım arazileri sular altında kalmış, mahalle halkının geçim kaynağı olan çilek bahçeleri ve kiraz ağaçları zarar görmüş ve okullar tatil edilmiştir [Yeni Meram, 2019].
- 9) 31/10/2014 tarihinde Konya'nın Kulu İlçesinde Canımana Mahallesi ve Soğukkuyu Mahallesi'nde yağın yağmurdan dolayı oluşan taşkın, 25.000 TL hasara neden olmuştur [36].

- 10) 18/09/2014 tarihinde Selçuklu ilçesi Kızılcaкую Mahallesi'nde aşırı yağışlar nedeniyle meydana gelen taşkında bir çiftçi hayatını kaybetmiştir [Son Dakika, 2019].
- 11) 29/05/2011 tarihinde Konya İli Güneysınır İlçesinde yağışla birlikte dere yataklarının taşması sonucu meydana gelen sel felaketi nedeniyle birçok ev ve işyerini su basmış, ekili alanlar zarar görmüştür. Ayrıca kanalizasyon, içme suyu şebekesi, menfez, köprü ve yollarda selin verdiği tahribattan dolayı yaklaşık 500 bin lira civarında maddi hasar meydana gelmiştir [38].
- 12) 15/12/2010 tarihinde Konya İli Bozkır İlçesinde 200 ev ve işyeri; Seydişehir İlçesinde ise 70 ev sular altında kalmıştır [Haberler, 2019].
- 13) 24/09/2007 tarihinde Konya'nın Kadınhanı ilçesinde sele kapılan 10 yaşındaki çocuk hayatını kaybetmiştir [Mynet, 2019].
- 14) 08/03/2004 tarihinde Konya ili genelindeki yağışlar ve kar erimeleri neticesinde, Bozkır ilçesinde, ırmak sırtlarındaki taraçalarda bulunan çoğu meyve bahçesi, yaklaşık bin 500 dekar ekilebilir alan sel sularından etkilenmiş, kent merkezinde ise bazı ev ve iş yerlerini su basmış, Taşkent İlçesi'nde de ekili alanlar selden zarar görmüştür. İlçeye bağlı Sazak köyündeki, Osmanlı döneminde, İç Anadolu Bölgesi'ni Alanya şehrine bağlayan ve tarihi "Liman Yolu" üzerinde bulunan tarihi "Üç Köprü" yıkılmıştır [Hürriyet, 2019].
- 15) 03/07/2002 tarihinde Konya Bozkır İlçesine bağlı Dereiçi Mahallesi'nde şiddetli yağış sonrası meydana gelen taşkında 1 kişi hayatını kaybetmiş, 500 dönüm ekili alan zarar görmüştür [Radikal, 2019].
- 16) 08/05/2001 tarihinde Konya'nın Cihanbeyli ilçesine bağlı Çöl köyünde meydana gelen taşkın felaketinde 3 kişi boğularak hayatını kaybetmiştir [Türkiye Gazetesi, 2019].

3 MATERYAL VE METOT

Bu çalışma kapsamında Konya İli sınırları içerisinde bulunan 28 adet taşkın koruma tesisi;

- Kamulaştırma sorunu
- Taşkın tesisine müdahale
- Kurumlar arası koordinasyon eksikliği

Başlıkları altında incelenerek tespit edilen sorunlar irdelenmiştir. Metot olarak, gezilen taşkın koruma tesisleri memba kısmından mansaba doğru, yine yukarıda bahsi geçen nedenlerden dolayı kapasite kaybı göz önünde bulundurularak alınması gereken önlemlerin neler olduğu üzerinde çalışmalar yapılmıştır.

3.1 Kamulaştırma Sorunu Olan Taşkın Tesisleri

Taşkın; can ve mal kaybına, büyük göçlere, salgın hastalıklara, çevresel ve ekonomik zararlara neden olabilecek etkilere sahiptir. Taşkınlar, engellenemeyen doğal olaylardır. Buna rağmen, bazı beşeri aktiviteler (yerleşim alanların genişlemesi, taşkın bölgelerinde ekonomik yatırımlar ve arazi kullanımı yüzünden su tutulmasındaki azalma gibi) ve iklim değişikliği, taşkınların oluşma riskinin ve yarattığı olumsuz etkilerin artmasına sebep olmaktadır. Taşkını önlemek ve/veya taşkın riskini azaltmak, özellikle insan sağlığı ve hayatı, çevresel etkiler, kültürel miras, ekonomik faaliyetler ve altyapı sistemleri için çok önemlidir. Ancak, bu riskleri azaltmak için kurumlar arası koordinasyonun eksikliğini de içeren kamulaştırmanın da etkin bir şekilde yapılması gerekmektedir.

Taşkın koruma tesislerinde, genel olarak taşkın koruma tesisinin yapılacağı dere güzergâhının kadastro durumu, kanalın geçeceği güzergâhtaki gerçek ve tüzel kişi arazilerinin tapu durumları detaylı olarak incelenmeden, projelendirme yapılmaktadır. Bazen de proje kesitinin çok geniş tutulmasının yanında, tasarlanan kanal güzergâhının, menderesler yaparak devam eden dere yatağından götürülmesi yerine mevcut dere yatağı güzergâhı dışına çıkılması, hem ciddi kamulaştırma sorunlarına neden olmakta hem de kanalda akım hızını artırarak taşkın riskini artırmaktadır [Taşkın Direktifi, 2019].

3.1.1 Kulu Canımana Mahallesi Taşkın Koruma Tesisi

Kulu İlçesi Canımana Mahallesi'nde Soğukkuyu ve Fataraş Deresi üzerine tesis edilmesi planlanan Kulu Canımana Mahallesi Taşkın Koruma Tesisi ile 58 bina, 1 Okul, 1 Cami, 1 Sağlık Ocağı ve 550,00 da tarım arazisinin taşkınlardan korunması amaçlanmıştır. İş kapsamında **Soğukkuyu Deresi üzerinde yaklaşık 2300 m tabanı ve temeli beton, çift taraflı kargir taş duvarlı kanal, yaklaşık 4190 m trapez kesitli toprak kanal düzenlemesi, 8 adet betonarme menfez, 26 adet kargir brit, korkuluk imalatları ile yan kol olan Fataraş Deresi üzerine yaklaşık 1547 m trapez kesitli toprak kanal düzenlemesi, 3 adet betonarme menfez ve korkuluk imalatlarının yapılması planlanmıştır [DSİ, 2016].**

"Konya Kulu Canımana Mahallesi Taşkın Koruma İnşaatı" proje kapsamında Km:0+000 – 3+340 ve Km : 5+640 – 6+391.27 arası ve 0+000 – 1+527 Fataraş Deresi toprak trapez kanal olarak projelendirilmiştir. Ayrıca Km: 3+340 – 5+640 arası çift taraflı kargir taş duvar ve 7,7 m² kesitli olarak projelendirilmiştir.

Toprak trapez kanal kesimlerindeki onaylı kadastro genişliği 4 m ve projedeki trapez kanal üst kesit genişliği 10 m'dir. Bu durumda ilgili tapulu alanlardaki maliklerden muvafakat vermeyeceklerin çoğunlukta olması nedeniyle imalatta süreklilik sağlanamayacağından toprak trapez kesiminde DSİ tarafından inşaat çalışmalarına başlanılamamıştır. Ayrıca Km:4+160-4+380 arasının tapulu şahıs arazileri olmasından ve bahçe duvarları ile sınırlar oluşturulduğundan mevcut dere yatağı tapulu arazilerden geçmekte ve genişliği 4 m'dir. Projesine göre yapılacak kanal temel genişliği ise 6,2 m'dir (Şekil 2).



Şekil 2- Tapulu araziler üzerine projelendirilen Canımana Mahallesi dere yatağına ait görüntü

Kulu İlçesi Canımana Mahallesi Taşkın Koruma Tesisi üzerinde kamulaştırma sorunu bulunan trapez kanala ait yaklaşık hesaplanan Çizelge 2'deki debi hesabında görüleceği üzere proje debisi olan $Q_{500} = 25,40 \text{ m}^3/\text{s}$ 'nin trapez kanaldan $14,51 \text{ m}^3/\text{s}$ 'nin geçebileceği görülmekte, bu da trapez kanala gelebilecek maksimum debinin % 43'ünü taşıyacağı ve yan taraflardaki yerleşim yerlerine zarar vereceğini göstermektedir.

Çizelge 2- Kulu İlçesi Canımana Mahallesi Taşkın Koruma Tesisi üzerindeki kamulaştırma sorunu olan bölgeye ait debi tablosu

Konum	Q_{500}	Q_{hes}	% kayıp
Km: 4+160 – 4+380 arası trapez kanal debisi	25,40	14,51	43

Bahsi geçen kesitte kadastro genişliğinin yeterli olmamasından dolayı kamulaştırma süreci durmuş olup, Canımana Mahalle merkezi dışında olan mansap kesimi Soğukkuyu Deresi Km:0+000 – 3+340 ve memba kesimi Km: 5+640 – 6+391.27 arası ile 0+000 – 1+527 Fataraş Deresi kesiminde DSİ tarafından tasarlanan toprak trapez kesit sahaya tatbik edilememiştir. Aynı şekilde, Km: 4+160-4+300 arasında da aynı sorunlardan dolayı kargir duvar imalatı yapılamayıp, taşkın kanalında süreklilik sağlanamamıştır. Sonuç olarak, kamulaştırma probleminden dolayı, taşkın kanalının memba ve mansap kesimlerinde duvarlı kanal inşaatı tamamlanmış, ancak orta kesimde yer alan 140

m'lik kesimin inşaatı tamamlanamadığından, memba ve mansap kesiminde tabanı beton olarak yapılan kanalda, suyun hızı artmış ve kamulaştırma sorunu olan bölgede Şekil 1'de de görüleceği gibi, mevcut dere yatağının solunda bulunan 2 adet evin olası taşkın durumunda can ve mal güvenliği açısından zarar görme riski daha da artmıştır. Sahanın kamulaştırma sorununun yanında, projelendirme aşamasında durumu iyi gözlemlenmediği, proje kanal güzergâhının mevcut dere yatağında menderesler oluşturularak aynı paralelde devam etmesi gerekirken, bazı kesimlerde alıymanda götürülerek hem tarım arazileri zarar görmüş hem de kamulaştırma sorunu ortaya çıkmıştır. Çözüm olarak vatandaşlarla görüşülüp kamulaştırma işlemi yapılmalıdır. Vatandaşların onay vermemesi durumunda ise kamulaştırma kanuna göre acele kamulaştırma işlemi yapılarak kanalda akış için süreklilik sağlanmalı ve taşkın anında tesisin verimli çalışması için gerekenler ivedi şekilde yapılmalıdır.

3.1.2 Akören İlçesi Akören Mahallesi Taşkın Koruma Tesisi ile Güneysınır İlçesi İlçe Merkezi Taşkın Koruma Tesisi

Akören ilçesinde bulunan taşkın koruma tesisi ile Güneysınır ilçesi taşkın koruma tesisi memba kısmındaki kamulaştırma sorunundan dolayı, mevcutta bulunan tesis aktif çalışmamaktadır (Şekil 3). Memba kısmında gerekli kamulaştırma işlemleri ve düzenlemeler yapıp olası yağış durumunda akışa dönüşecek suların toplanıp tesisin memba kısmına yönlendirilmesi ve tesisin aktif şekilde çalıştırılması gerekmektedir. Aksi halde yerleşim yerleri açısından can ve mal güvenliği risk altındadır. Kamulaştırma işlemi yapılarak yağış esnasında biriken suların tesisin memba kısmına yönlendirilmesi için uygun şekilde trapez kanal ile tesise bağlantı yapılmalıdır.



Şekil 3- Kamulaştırma sorunundan memba kısmı tamamlanamamış tesise ait görüntü

3.1.3 Bozkır İlçesi Dereköy Taşkın Koruma Tesisi

Bozkır ilçesi Dereköy'de bulunan taşkın koruma tesisinin yerleşim yerine paralel geçen kesimdeki evlerin kamulaştırmasının yapılamamasından dolayı taşkın koruma tesisinin sol duvarı projesine göre yapılmış ancak sağ duvarın yapılacağı yerde evlerden dolayı imalat yapılamamış ve evlerin zemin

katlarının duvarı taşkın koruma tesisinin sağ duvarı olarak görev yapmaktadır (Şekil 4). Bu da bahsi geçen evlerde yaşayan insanlar için olası taşkın durumunda can ve mal güvenlikleri açısından büyük risk oluşturmaktadır. Çözüm olarak vatandaşlara olası taşkın durumunda sonuçlar hususunda gerekli bilinçlendirmeler yapılmalıdır. İzinleri alınarak tesisin yarım kalan sol duvar inşaatı tamamlanmalıdır. Sorunun çözülmemesi durumunda gerekli bütçenin ayrılarak kamulaştırma ile sorun çözümlenmelidir.



Şekil 4- Kamulaştırması yapılamayan ev duvarlarının taşkın tesisi duvarı görevini yaparak risk teşkil etmesine ait görüntü

3.2 Müdahale Sorunu Bulunan Taşkın Tesisleri

Kesiti yetersiz köprü ve menfez gibi yapıların inşa edilmesi, dere yatağının üzerinin çeşitli amaçlar için yollarla kapatılması ve yapıların inşa edilmesi, taşkın alanlarının yatağının imara açılması gibi sebeplerle taşkın meydana gelmekte veya meydana gelen taşkın zarar boyutunu artırmaktadır [TOB, 2017]. Sorumluluğu DSİ'ye ait olan taşkın tesislerine, kurum görüşü ve izni alınmadan herhangi bir yapı yapılamaz, yapıldığı takdirde ilgili kaymakam veya vali tarafından yıktırılır [Resmi Gazete, 2019]. Bu gibi yaptırım ve yasal mevzuatlar olmasına rağmen, taşkın tesislerine vatandaşlar tarafından can ve mal güvenliklerini tehlikeye atacak müdahaleler yapılmaktadır.

3.2.1 Kulu İlçesi Yaraşlı Mahallesi Taşkın Koruma Tesisi

Kulu İlçesi Yaraşlı Mahallesi'nde yapılan taşkın koruma tesisi, mahalleyi taşkınlardan korumayı amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda inşaatı tamamlanan taşkın koruma tesisinde, tesisin hizmete alınmasından sonra vatandaşlar tarafından müdahalelerde bulunulmuştur. Yaraşlı Mahallesi'nde bulunan Yaraşlı Merkez Camii' de vatandaşların abdest alması için kullanılan şadırvan yapısı, cami yakınından geçen taşkın koruma tesisi üzeri kullanılarak kanala müdahalede bulunulmuştur (Şekil 5). Müdahale edilirken de kanal genişliği ve yüksekliği de daraltılarak, olası taşkın durumunda kesit darlığından, şadırvanın yapıldığı kesimde kesit yetersizliği meydana

gelecek ve kanalda taşma sonucundan başta cami olmak üzere çevre yapılar can ve mal güvenliği açısından zarar görecektir. Çözüm olarak ilgili kanun ve mevzuatlar çerçevesinde Kulu Kaymakamlığı'na gerekli bilgilendirme yapılarak tesis üzerindeki bu müdahalenin yıkılıp kaldırılması ve ilgililerin tespit edilerek gerekli cezai müeyyidenin uygulanması gerekmektedir.



Şekil 5- Vatandaşlar tarafından taşkın tesisi üzerine yapılan müdahaleye ait görüntü

Kulu ilçesi Yaraşlı Mahallesi taşkın koruma tesisi üzerinde yer alan tarihi köprüye ait yaklaşık hesaplanan Çizelge 3'deki debi hesabında görüleceği üzere proje debisi olan $Q_{500} = 16,65 \text{ m}^3/\text{s}$ 'nin tesiste şadırvan yapılan bölgede $11,07 \text{ m}^3/\text{s}$ 'nin geçebileceği görülmekte bu da kanalın kapasitesini bu bölgede % 33 düşürmektedir.

Çizelge 3- Yaraşlı Mahallesi Taşkın Koruma tesisi üzerinde yapılan şadırvandan dolayı oluşan darkesite ait debi tablosu

Konum	Q_{500}	Q_{hes}	% kayıp
Taşkın koruma tesisi	16,65	11,07	33

Aynı taşkın tesisi üzerinde vatandaş tarafından yapılan başka bir müdahale ise, taşkın tesisinin mansap kısmında, vatandaş tarafından yapılan yapının yağışlardan dolayı zarar görmemesi için yapı çevresinde biriken suları büzler vasıtasıyla taşkın kanalına bağlama müdahalesidir. Bu müdahalede bulunulurken, sorumlu kurumdan herhangi bir izin alınmamış olup aksine projesine göre yapılan taşkın duvar kanalın bir kısmı düzensizce yıkılıp büz bağlantısı yapılmıştır (Şekil 6). Bu şekilde taşkın duvarı stabilitesi zarar görmüş, olası taşkın durumunda en zayıf yer olan bu kesimin yıkılmasına neden olacak ve vatandaşın yapısını koruması için yapmış olduğu büz bağlantısı noktasından, kanaldan gelen daha yüksek debide akış direk yapıya zarar vererek daha büyük sorunlara neden olacaktır. Çözüm olarak ilgili kanun ve mevzuatlar çerçevesinde Kulu Kaymakamlığı'na gerekli bilgilendirme yapılarak tesis üzerindeki bu müdahalenin yıkılıp kaldırılması ve ilgililerin tespit edilerek gerekli cezai müeyyidenin uygulanması gerekmektedir.



Şekil 6- Vatandaşlar tarafından taşkın tesisi üzerine yapılan müdahaleye ait görüntü

3.2.2 Bozkır İlçesi Bozkır Regülatörü ve Taşkın Koruma Tesisi

Bozkır şehir merkezinde akarsu kanalının kapasitesi sınırlı olup kanal içinde süs amaçlı yapılan yapıların akımı bozduğu tespit edilmiştir. Diğer taraftan Bozkır ilçesi çıkışında yerel sulama amaçlı kurulmuş regülatörün de akım üzerinde olumsuzluklar yaptığı görülmüştür (Şekil 7). Bu regülatörün kapaklarının açılmasının taşkını azalttığı Bozkır Belediyesi yetkililerince teyit edilmiştir (Buldur ve Sarı, 2012). Çözüm olarak, her ne kadar yaz aylarında yerel sulama amaçlı olarak kullanılarak fayda sağlasa da, bahse konu regülatörün kaldırılması gerekmektedir. Çünkü sulama açısından sağladığı fayda ile olası taşkın durumunda ilçeye verebileceği zarar kıyaslandığında kaldırılmasının uygun olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 7- Tesis mansabında yapılan ve taşkın riskini artıran regülatör yapısına ait görüntü

Çizelge 4- Bozkır Regülatörü ve taşkın koruma tesisi üzerindeki regülatörün daralttığı kesite ait debi hesabı

Konum	Q ₅₀₀	Q _{hes}	% kayıp
Regülatörün daralttığı kesit	184	101.25	45

Bozkır ilçesi Bozkır Regülatörü ve taşkın koruma tesisi üzerinde yer alan regülatörden dolayı oluşan kesite ait Çizelge 4'teki debi hesabında görüleceği gibi proje debisi olan $Q_{500}= 184 \text{ m}^3/\text{s}$ 'nin regülatör yapılan bölgede $Q_{hes}=101.25 \text{ m}^3/\text{s}$ 'nin geçebileceği fazlasının geriye doğru

kanalı şişirerek veya kanaldan taşarak çevreye yayılacağı görülmekte bu da kanalın kapasitesini bu bölgede yaklaşık % 45 oranında düşürmektedir.

3.2.3 Bozkır İlçesi Dereköy Taşkın Koruma Tesisi

Bozkır ilçesi Dereköy taşkın tesisinin memba kısmı Sorkun Köyünden gelmekle beraber mansap kısmı ise Çağlayan köyüne doğru giderek oradan da Bozkır ilçe merkezine ulaşmaktadır. Dereköy taşkın tesisi üzerinde vatandaşlar tarafından yapılan kemer köprü, taşkın tesisinin kesitini daraltmaktadır (Şekil 8). Köprünün yerleşim yerlerinin yoğun olduğu bir yerde olmasından dolayı olası taşkın durumunda çevre evlere ve tarım arazilerine ciddi anlamda can ve mal riski oluşturacaktır. Bunun yanı sıra, tesisin mansabındaki taşkın koruma duvarları, sulama pompalarına yer oluşturma ve ark olarak kullanma amaçlı vatandaşlar tarafından yıkılmış, müdahalelerde bulunulmuştur. Çözüm olarak, ilgili kanun ve mevzuatlar çerçevesinde Bozkır Kaymakamlığı'na gerekli bilgilendirme yapılarak tesis üzerindeki bu müdahalenin yıkılıp kaldırılması ve ilgililerin tespit edilerek gerekli cezai müeyyidenin uygulanması gerekmektedir. Bu şekilde taşkın tesisinin verimli şekilde çalışması sağlanacaktır.



a)

b)

Şekil 8- Dereköy taşkın tesisi üzerine yapılan a) kemer köprü b) vatandaşın sulama için müdahalesi

Çizelge 5- Bozkır ilçesi Dereköy taşkın tesisi üzerinde yer alan kemer köprünün bulunduğu kesitdeki debi kaybı tablosu

Konum	Q ₅₀₀	Q _{hes}	% kayıp
Kemer köprü kesiti	58.03	38,13	34

Kemer köprünün inşa edildiği kesitte kapasite kaybı Çizelge 5'de verilmiştir. Çizelge 5'deki debi hesabından da görüleceği gibi proje debisi olan $Q_{500}= 58,03 \text{ m}^3/\text{s}$ 'nin kemer köprünün inşa edildiği kesitte $38,13 \text{ m}^3/\text{s}$ 'nin geçebileceği görülmekte bu da kanalın kapasitesini bu bölgede yaklaşık % 34 oranında düşürmektedir.

3.2.4 Bozkır İlçesi Harmanpınarı Taşkın Koruma Tesisi

Bozkır İlçesi Harmanpınarı taşkın tesisi üzerine vatandaş tarafından yapılan bağ evi, olası taşkın durumunda hem bağ evi maliklerinin can güvenliğini hem de çevre tarım arazilerini risk altında bırakmaktadır. Çözüm olarak ivedi şekilde ilgili kurumlar tarafından bu tür yapılar yıkılmalı, vatandaş bilinçlendirilmeli ve bu tür yapıları yapanlar hakkında ilgili mülki idare amirleri tarafından gerekli cezai müeyyideler uygulanmalıdır (Şekil 9).



Şekil 9- Harmanpınarı taşkın tesisi üzerine yapılan vatandaş müdahalesine ait görüntü

Çizelge 6- Bozkır ilçesi Harmanpınarı taşkın tesisi üzerinde yapılan yapıdan dolayı oluşan yetersiz kesite ait debi hesabı

Konum	Q ₅₀₀	Q _{hes}	% kayıp
Daralan kesit	34,7	33,48	4

Bozkır ilçesi Harmanpınarı taşkın koruma tesisi üzerine yapılan yapıdan dolayı oluşan yetersiz kesite ait yaklaşık hesaplanan Çizelge 6'daki debi hesabında görüleceği gibi proje debisi Q₅₀₀= 34,70 m³/s olan tesisten 33,48 m³/s'nin geçebileceği görülmekte bu da kanalın kapasitesini bu bölgede yaklaşık % 4 oranında düşürmektedir.

3.2.5. Seydişehir İlçesi Madenli Köyü Taşkın Koruma Tesisi

Seydişehir İlçesi Madenli köyü taşkın tesisi ile 5 adet kargir konut ve 3,54 dekar tarım alanının taşkınlardan zarar görmesi önlenmiştir. Üzerine vatandaş tarafından yapılan ev, olası taşkın durumunda başta evde yaşayan insanlar olmak üzere çevresindeki yerleşim yerlerinde can ve mal güvenliğini tehlikeye atmaktadır. Çözüm olarak ivedi şekilde ilgili kurumlar tarafından bu tür yapılar yıkılmalı taşkın tesisi eski haline getirilmelidir (Şekil 10).



Şekil 10- Maden Köyü taşkın tesisi üzerine yapılan vatandaş müdahalesine ait görüntü

Çizelge 7- Seydişehir İlçesi Madenli köyü taşkın tesisi üzerinde yapılan yapıdan dolayı oluşan yetersiz kesite ait debi tablosu

Konum	Q ₅₀₀	Q _{hes}	% kayıp
Daralan kesit	8,02	5,94	26

Seydişehir İlçesi Madenli köyü taşkın koruma tesisi üzerinde yapılan yapıdan dolayı oluşan yetersiz kesite ait debi hesabı Çizelge 7'de verilmiş olup, Q₅₀₀= 8,02 m³/s'den 5,94 m³/s'ye düşmüş ve kanalın kapasitesi yaklaşık % 26 azalmıştır

3.2.6. Bozkır İlçesi Sorkun Köyü Taşkın Koruma Tesisi

Bozkır İlçesi Sorkun Köyü taşkın tesisi üzerine yapılan işletme tesisi, Konya'da yaşayan herkes tarafından bilinen ve rağbet gören bir tesistir (Şekil 11). Olası bir taşkın durumunda, kanal kesiti daraltılarak yapılan tesisten dolayı tesis çalışanları ve çevre tarım arazileri açısından risk oluşturmaktadır. Çözüm olarak tesis üzerindeki bu müdahalenin kaldırılması ve ilgililerin tespit edilerek gerekli cezai müeyyidenin uygulanması gerekmektedir.



Şekil 11- Sorkun Köyü taşkın tesisi üzerine yapılan müdahaleye ait görüntü

Bozkır ilçesi Sorkun Köyü taşkın koruma tesisi üzerine yapılan yapıdan dolayı oluşan kesit daralması % 47 olup Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8- Sorkun Köyü taşkın tesisi üzerinde yapılan yapıdan dolayı oluşan yetersiz kesite ait debi tablosu

Konum	Q ₅₀₀	Q _{hes}	% kayıp
Daralan kesit	58	31,05	47

3.2.7. Selçuklu İlçesi Başarakavak Mahallesi Taşkın Koruma Tesisi

Selçuklu İlçesi Başarakavak Mahallesi taşkın tesisi üzerine yapılan işletme, olası bir taşkın durumunda, tesis çalışanları ve çevre yerleşim yerleri açısından büyük risk oluşturacağı düşünülmektedir (Şekil 12). Çözüm olarak tesis üzerindeki bu müdahalenin yıkılıp kaldırılması ve ilgililerin tespit edilerek gerekli cezai müeyyidenin uygulanması gerekmektedir.



Şekil 12-Başarakavak Mahallesi taşkın tesisi üzerine yapılan müdahaleye ait görüntü

3.2.8. Seydişehir İlçesi Bostandere Mahallesi Taşkın Koruma Tesisi

Seydişehir İlçesi Bostandere Mahallesi taşkın tesisi ile Sulu Dere ve Yanderelerinin taşkınlarından koruyarak muhtemel zararların önlenmesi amaçlanmıştır. Taşkın tesisi üzerine yapılan işletme, önce belediye binası olarak kullanılmış şu anda ise kiraathane olarak kullanılmaya devam etmektedir (Şekil 13). Olası bir taşkın durumunda, kesiti daraltarak yapılan tesisteki başta çalışanlar olmak üzere çevre yerleşim yerleri için büyük risk taşımaktadır. Çözüm olarak ilgili kanun ve mevzuatlar çerçevesinde Seydişehir Kaymakamlığı'na gerekli bilgilendirme yapılarak tesis üzerindeki bu müdahalenin yıkılıp kaldırılması ve ilgililerin tespit edilerek gerekli cezai müeyyidenin uygulanması gerekmektedir. Taşkın koruma tesisi üzerinde yapılan yapıdan dolayı kanal kapasitesindeki değişim Çizelge 9'da verilmiştir. Bu çizelgeden de görüleceği gibi proje debisi olan % 62 oranında azalmaktadır.



Şekil 13- Bostandere Mahallesi taşkın tesisi üzerine yapılan müdahaleye ait görüntü

Çizelge 9- Seydişehir ilçesi Bostandere Mahallesi taşkın tesisi üzerinde yapılan yapıdan dolayı oluşan yetersiz kesite ait debi tablosu

Konum	Q ₅₀₀	Q _{hes}	% kayıp
Daralan kesit	12,59	4,75	62

3.2.9. Kulu İlçesi Tavşançalı Mahallesi Taşkın Koruma Tesisi

Kulu ilçesindeki Tavşançalı Kasabasında zaman zaman oluşan taşkınların yerleşim yerlerine ve tarım arazilerine zarar verdiği bilinmektedir. Bu yüzden yağış alanı 15,58 km² olan Bireşik deresinin yerleşim alanlarında ve tarım alanlarında taşkın ve rüsubat sorunu yaratmasından dolayı göllenen yağış sularının mansaba ulaştırılması amacıyla Tavşançalı Mahallesi Taşkın Koruma Tesisi inşa edilmiştir. İnşa edilen tesis ile 25 dekar tarım arazi ile 32 adet evin taşkınlardan korunması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda inşaatı tamamlanan tesiste yapılan incelemelerde, memba kısmında yapılan 2 adet 200'lük beton boru ile su alma yapısının oluşturulduğu görülmüştür. Bahse konu yapının arka kısmında yol olduğu, dolayısı ile herhangi bir sürekliliğin sağlanmadığı ve olası yağış durumunda, akışa dönüşecek suyun, taşkın tesisi memba kısmından kanal içerisine akamayacağı tespit edilmiştir (Şekil 14).



Şekil 14- Taşkın koruma tesisinin memba kesiminin aktif çalışmamasına ait görüntü

Çizelge 10- Taşkın tesisi üzerine yapılan yapıdan dolayı oluşan yetersiz kesite ait debi hesabı

Konum	Q ₅₀₀	Q _{hes}	% kayıp
Daralan Kesit	22,66	0,99	96

Çizelge 10'dan da görüleceği gibi proje debisi olan Q₅₀₀= 22,66 m³/s'nin tesisten 1,00 m³/s'nin altında debi geçebileceği görülmekte bu da

kanalın kapasitesini bu bölgede yaklaşık % 96 oranında azaltmaktadır. Konuyla ilgili Tavşançalı Mahalle Muhtarı ile yapılan görüşmede, yağışlar esnasında memba kısmının aktif olarak çalışmadığı için kanala su akışının olmadığı ve kanalın pasif olarak durduğu belirtilmiştir. Olası taşkın durumunda mahallenin zarar görmemesi açısından ivedi şekilde memba kısmındaki yetersiz büzler kaldırılarak yolun arka kısmından uygun çapta büzler vasıtasıyla yol altından geçiş sağlanmalı, memba girişinde toplanacak suların kanala girişi için uygun bir su alma yapısı inşa edilmelidir.

3.2.10. Kulu İlçesi Zincirlikuyu Mahallesi Taşkın Koruma Tesisi

Kulu İlçesi Zincirlikuyu Kasabasında yağış alanları toplam 6,31 km² olan Gördoğlu ve Çatal derelerinin yerleşim alanlarında ve tarım alanlarında taşkın ve rüsubat sorunu yaratmasından dolayı, göllenen yağış sularının mansaba ulaştırılması ve 25 dekar tarım arazi ile 21 adet evin taşkınlardan korunması amacıyla Zincirlikuyu Mahallesi Taşkın Koruma Tesisi inşa edilmiştir. Taşkın koruma kanalı mevcut yapılaşmayı kapsayacak şekilde inşa edilmiş olup yerleşim yerlerinin hızlı bir şekilde artması mevcut taşkın kanalını yetersiz kılmıştır. Yörede yoğun yapılaşma, yer yer dere yatak kapasitesinin yetersizliği, derenin memba kısmında çeşitli sebeplerle harekete geçen rüsubatın mansaba intikali taşkınlara neden olmaktadır (Şekil 15).



Şekil 15- Zincirlikuyu Mahallesi taşkın koruma tesisi kanal içerisinde taşkına sebep olabilecek kadar biriken rüsubatın görüntüsü

Bu nedenle mevcut taşkın kanalı memba ve mansap kısmında uzatılmıştır. Çözüm olarak ilgili kanun ve mevzuatlar çerçevesinde Kulu Kaymakamlığı'na gerekli bilgilendirme yapılarak tesis üzerindeki bu müdahalenin yıkılıp kaldırılması ve ilgililerin tespit edilerek gerekli cezai müeyyidenin uygulanması gerekmektedir. Ayrıca yıkılacak bu sanat yapılarının projesine göre uygun şekilde revize edilmesi ve kanal içerisinde biriken rüsubatların düzenli şekilde temizlenmesi gerekmektedir.

Çizelge 11- Kulu İlçesi Zincirlikuyu Mahallesi taşkın tesisine yapılan müdahale ve biriken rüsubatın neden olduğu kesit yetersizliği

Konum	Q ₅₀₀	Q _{hes}	% kayıp
Yetersiz Kesit	3,33	2,44	27

Çizelge 11'de görüleceği gibi, proje debisi Q₅₀₀= 3,33 m³/s olan taşkın koruma tesisinden, tesisteki kapalı kesitli yapı ve tabanda biriken rüsubattan dolayı 2,44 m³/s'nin geçebileceği görülmekte, bu da kanalın kapasitesini bu bölgede yaklaşık % 27 oranında düşürmektedir.

3.2.11. Cihanbeyli İlçesi Bulduk Kasabası Taşkın Koruma Tesisi

Bulduk Kasabası içinden geçen Bulduk Deresinin yağış havzası 17,10 km² ve ana kol uzunluğu 6,96 km'dir. Proje alanı içinde kapasite yetersizliği nedeniyle geçmişte sık sık taşkınlar yaşanmış ve kasaba merkezindeki 12 dekar tarım arazisi, 25 adet konut, 14 adet ahır ve 16 adet samanlığın taşkınlardan korunması amacıyla, Bulduk Mahallesi Taşkın Koruma Tesisi inşa edilmiştir. Ancak, tesisin inşa edilmesi esnasında ilgili kurumlar tarafından yapılan yol geçişlerindeki menfezler revize edilemediği için bu bölgelerde kesit yetersizliği oluşmuştur. Oluşan bu kesit yetersizliğinin olası taşkın durumunda can ve mal kayıplarına neden olma ihtimali yüksektir (Şekil 16).



Şekil 16- Bulduk Kasabası taşkın koruma tesisinde kesiti daraltan yol geçişine ait görüntü

Çözüm olarak ilgili kanun ve mevzuatlar çerçevesinde Cihanbeyli Kaymakamlığı'na gerekli bilgilendirme yapılarak tesis üzerindeki müdahalenin kaldırılması ve ilgililerin tespit edilerek gerekli cezai müeyyidenin uygulanması gerekmektedir. Ayrıca kaldırılacak bu sanat yapılarının projesine göre uygun şekilde revize edilmesi ve kanal içerisinde biriken rüsubatların düzenli şekilde temizlenmesi gerekmektedir. Bulduk Kasabası Taşkın Koruma Tesisini kesen yoldan dolayı yapılan debi hesabından da görüleceği gibi proje debisi olan Q₅₀₀= 17,70 m³/s'nin yerine 8,80 m³/s'nin geçebileceği görülmekte bu da kanalın kapasitesini bu bölgede yaklaşık % 50 oranında düşürmektedir.

Çizelge 12- Bulduk Kasabası taşkın koruma tesisinde kesiti daraltan yoldan dolayı debi kaybı

Konum	Q ₅₀₀	Q _{hes}	% kayıp
Kesit Daralması	17,70	8,80	50

3.2.12. Yunak İlçesi Turgut Mahallesi Taşkın Koruma Tesisi

Proje ile Kuru Dere'nin neden olduğu taşkınları engellemek ve gerekli ıslah çalışmalarının yapılması amaçlanmıştır. Yunak İlçesi Turgutlar Mahallesi taşkın koruma tesisinin belirli bir kesimi okul bahçesi altından kapalı kesit olarak geçmesinden dolayı olası ani ve şiddetli yağışlarda hem kesitin yetersiz olması hem de kapalı olarak okul bahçesi altından geçmesinden dolayı taşkın oluşturma ihtimali çok yüksektir. Bu durumda güzergâhın okul bahçesinden geçmesi ve eğitim anına denk gelmesi durumunda başta öğrenciler olmak üzere yerleşim yeri açısından ciddi risk oluşturacaktır (Şekil 17). Çözüm olarak ivedi şekilde kanal güzergâhı ya okul bahçesi dışına alınmalı ya da okul bahçesi içinden giden büz sistemi kaldırılarak uygun kesitli kapalı sistem menfez geçişinin yapılmalıdır. Taşkın koruma tesisini proje debisi $Q_{500}= 12,31 \text{ m}^3/\text{s}$ olan tesisin 1,98 m^3/s 'nin geçebileceği görülmekte bu da kanalın kapasitesini bu bölgede yaklaşık % 84 oranında düşürmektedir.



Şekil 17- Yunak İlçesi Turgutlar Mahallesi taşkın koruma tesisi üzerine yapılan okul ve okul bahçesi altından geçen kapalı kesit

Çizelge 13- Yunak İlçesi Turgutlar Mahallesi taşkın koruma tesisi debi tablosu

Konum	Q ₅₀₀	Q _{hes}	% kayıp
Kesit Daralması	12,31	1,98	84

3.3. Kurumlar Arası Koordinasyon Eksikliği Sorunu Olan Taşkın Tesisleri

3.3.1 Konya İli Güneysınır İlçe Merkezi Taşkın Koruma Tesisi

Konya İli Güneysınır İlçe Merkezi Pazarpınarı Deresi üzerinde tesis edilen Güneysınır İlçe Merkezi Taşkın Koruma Tesisi, 1936 da tarım arazisi ile birlikte 2 adet betonarme konut ve 5

adet yığma konutun taşkınlardan korunmasını amaçlamıştır. İş kapsamında, 295 metre trapez kesitli toprak kanal düzenlemesi, 920 m tabanı beton kaplı çift taraflı taş duvarlı kanal yapımı, 4 adet 4m x 2m menfez ile duvarlı kanal üzerine korkuluk imalatlarının yapılması planlanmıştır. Konya İli Güneysınır İlçe Merkezi Taşkın Koruma Projesi kapsamında taşkına neden olan Pazarpınarı Deresi ve yan kollarıdır. Pazarpınarı Deresi, 1500 m kotundaki Armasun Beli Mevkii ve 1316 m kotundaki Memil Tepe'nin yamaçlarından Pazarpınarı Dere ve Sorgun Dere olmak üzere iki ayrı kol şeklinde doğmaktadır.

Armasun Beli Tepesi'nin 1496 m kotundan doğan ve en uzun kolun memba bölümü olan Pazarpınarı Deresi, kuzeydoğu yönünde yaklaşık 2,5 km aktıktan sonra Akpınaraltı Mevkiinden geçerek akışını sürdürmektedir. Kuzeybatı yönüne yaklaşık 2 km devam ettikten sonra Kumluk Mevkii'nde Sorgun Dere ile birleşmektedir. Proje alanını geçtikten sonra güneydoğudan gelen Akpınar Deresi ile birleştikten sonra yüzey üstü akışı ortadan kalkmaktadır. Havza alanı: 27.32 km^2 'dir. Proje alanı güzergâhı 1215 m'dir.

"Konya Güneysınır İlçe Merkezi Taşkın Koruma İnşaatı" projesi kapsamında Km:0+000 – 0+175 ve Km: 1+094 – 1+215.22 arası toprak trapez kanal olarak projelendirilmiştir. Ayrıca Km: 0+185 – 1+094 arası 9 m^2 kesit alanlı çift taraflı kargir taş duvar olarak projelendirilmiştir. Proje kapsamında kargir taş duvar imalatı tamamlanmıştır. Tamamlanan kargir taş duvar kesiminde, proje güzergâhını dik kesen ve Konya Güneysınır Belediyesi Protokol Yolu olarak isimlendirilen bölünmüş yolun Pazarpınarı Deresi geçişinde bulunan ve taşkın koruma inşaatı öncesi belediye tarafından Km: 0+575 - 0+600 arasında 1 adet 1,5 m x 1,5 m kutu menfez ile 1 adet 1m x 1 m kutu menfez toplamda 3,25 m^2 kesitli kutu menfez imalatı yapılmıştır (Şekil 18a). Km: 0+575 - 0+600 arasında 1 adet 1,5m x 1,5m kutu menfez ile 1 adet 1m x 1m kutu menfezlere ait hesaplar Çizelge 13'de verilmiştir.



a) Menfez 1

b) Menfez 2

Şekil 18- Pazarpınarı Deresi yol geçişi Menfez-1 ve Menfez-2 yapısı

Km: 0+575 - 0+600 arasında 1 adet 1,5m x 1,5m kutu menfez ile 1 adet 1m x 1m kutu menfezlere

ait hesaplar Çizelge 14'de verilmiştir. Bu çizelgeden görüleceği gibi, iki kutu menfez kesitinden proje debisi olan $Q_{500}=27,72\text{m}^3/\text{s}$ yerine $Q_{\text{mevcut}}=11,21\text{m}^3/\text{s}$ geçebilmektedir. Kanal kapasitesi yaklaşık %60 düşmüştür. Aynı şekilde diğer protokol yolu geçişi altında, Km: 0+944 – 0+980 arasında bulunan 2m x 2m kesitli kutu menfez belediye tarafından yapılmıştır (Şekil 18b). Bu kesit daralmasına ait verilerle hesaplanan Çizelge 14'de görüldüğü gibi, proje debisi olan $Q_{500}=27,72\text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{\text{mevcut}}=18,03\text{ m}^3/\text{s}$ 'e düşmüş ve kanal kapasitesi yaklaşık % 34 azalmıştır. Şekil 17'de, DSİ tarafından maksimum debiye göre projelendirilen taşkın koruma tesisinin; Güneysınır Belediyesi tarafından yapılan protokol yolunun, dere geçişlerinde menfez kesit genişliğini daralttığı görülmektedir. Taşkın koruma tesisinin kanal güzergâhında yer alan yapı ve araziler can ve mal güvenliği açısından risk altındadır. Bu noktalardaki, mevcut menfezlerin yıkılarak yerine projesine göre yeni menfezlerin ivedilikle yapılması gerektiği mütalaa edilmektedir.

Çizelge 14- Güneysınır İlçe Merkezi Taşkın Koruma Tesisi için deşarj kapasitesi çizelgesi

Km	Menfez	Q_{500}	Q_{mevcut}	% kayıp
	1,0mx1,0m		2,84	
0+575-	kutu menfez	27,72		60
0+600	1,5mx1,5m		8,37	
	kutu menfez			
0+944-	2,0mx2,0m	27,72	18,03	34
0+980	kutu menfez			

3.3.2 Konya İli Selçuklu İlçesi Sızma Kasabası Taşkın Koruma Tesisi

Konya İli sınırları içerisinde yer alan Selçuklu ilçesindeki Sızma kasabasında zaman zaman oluşan taşkınların yerleşim yerlerine ve tarım arazilerine zarar verdiği bilinmektedir. Taşkın koruma tesisinin üzerinde bulunduğu Derin Deresi, yerleşim yerlerinde ve tarım arazilerinde rüsubat sorunu yaratmaktadır. Yapılan taşkın tesisi ile araziye yayılan taşkın suları tesis membaasında toplanarak duvarlı kanal vasıtasıyla mansaba aktarılarak kasabanın taşkından korunması amaçlanmıştır. Konya ilinin 25 km kuzeybatısında yer alan taşkın tesisinin proje alanı Kara Tepe eteklerinden başlamakta, Sızma kasabası yerleşim alanı içerisinde geçmekte ve Yozkoyağı eteklerinde son bulmaktadır. Kuru tarım yapılan Sızma kasabasının Derin deresinin yağış alanı yüzölçümü $33,29\text{ km}^2$ 'dir. Söğüt deresinin yağış alanı yüzölçümü $12,68\text{ km}^2$ 'dir. Bu derenin ana kol uzunluğu $6731,54\text{ m}$ 'dir [DSİ, 2015]. Bu

kapsamda, Derin Deresi üzerinde Km:0+000,00-Km:0+561,00 arası çift tarafı taş duvarlı kanal yapımı, Km:0+753,00-Km:1+363,58 arası çift tarafı taş duvarlı kanal yapımı, Söğüt Deresi üzerinde Km:0+000,00-Km:0+545,00 arası çift tarafı taş duvarlı kanal yapımı, Km:0+545,00-Km:2+085,00 arası toprak trapez kanal düzenlemesi, Çiğedibeli Deresi; Km:0+000,00-Km:0+438,00 arası çift tarafı taş duvarlı kanal yapımı ile Km:0+438,00-Km:0+840,00 arası toprak trapez kanal düzenlemesi gibi imalatlar iş bünyesinde yapılmıştır [DSİ, 2019]. Sızma Kasabası yerleşim merkezi giriş kısmında bulunan iki kemer gözlü Sızma Harman Kemer tarihi köprüsü, yapılan taşkın koruma güzergâhı içerisinde yer almaktadır. Kurumlar arası koordinasyon eksikliği nedeniyle bu bölümde taşkın koruma inşaatında süreklilik sağlanamamıştır. Ayrıca, memba tarafında yapılan tabanı beton taşkın koruma tesisinden dolayı suyun akışı hızlanmış olup mevcutta bulunan tarihi köprünün zarar görmesi açısından riski daha da artırmıştır (Şekil 19). Bu kesimde taşkın tesisinde süreklilik olmaması ve kesit yetersizliğinden dolayı olası taşkın anında gelecek akım can ve mal güvenliği açısından tehlike oluşturacaktır. Bu nedenle ilgili kurumlar arası gerekli koordinasyon sağlanmalı, mevcutta bulunan tarihi köprünün başka yere taşınma ihtimali çok zor olduğundan taşkın tesisi güzergâhının tarihi köprü istikametinden çıkarılması veya tarihi köprünün yerinde gerekli koruma önlemleri alındıktan sonra köprünün sağ ve sol tarafında gerekli kamulaştırma işlemi yapılarak bu kesimde kesit genişliği artırılmalı, gelen debi köprünün sağ ve sol tarafından geçebilecek şekilde projelendirilmesi yapılarak hem tarihi köprü korunmalı hem de taşkın tesisinin verimli çalışması sağlanmalıdır.



Şekil 19- Sızma Kasabası taşkın koruma tesis güzergâhı üzerindeki tarihi Harman Kemer Köprüsü'ne ait görüntü

Çizelge 15- Sızma Kasabası Taşkın Koruma Tesisinde tarihi Harman Kemer Köprüsündeki kesit yetersizliğine ait debi çizelgesi

Konum	Q_{500}	Q_{hes}	% kayıp
Harman Kemer Köprüsü	39,46	11,91	70

Çizelge 15'deki debi hesabından da görüleceği gibi proje debisi $Q_{500}= 39,46 \text{ m}^3/\text{s}$ olan kemer köprüden $Q_{\text{mevcut}}=11,91 \text{ m}^3/\text{s}$ 'nin geçmekte, bu da kanalın kapasitesini, % 70 düşürmektedir.

3.3.3 Sarayönü İlçe Merkezi Taşkın Koruma Tesisi

Sarayönü ilçe merkezinde oluşan taşkınların yerleşim yerlerine ve tarım arazilerine zarar verdiği bilinmektedir. Bu nedenle, yağış alanı $29,80 \text{ km}^2$ olan Yanbay Çayı Deresi'nin taşkın ve rusubat sorunu yaratmasından dolayı Sarayönü İlçe Merkezi Taşkın Koruma Tesisi inşa edilmiştir. İnşa edilen tesis ile 30 da tarım arazisi ile 24 adet binanın taşkınlardan korunması amaçlanmıştır. Sarayönü İlçe merkezi girişine paralel uzanan tren yolunu dik kesen taşkın koruma tesisi güzergâhının, Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları (TCDD) tarafından yapılan tren yolu inşaatı geçişinde taşkın güzergâhı tek göz kemerli köprü ile geçilmiştir (Şekil 20). Daha sonra DSİ tarafından yapılan taşkın koruma tesisinin bu noktasında yetersiz kesit olduğu gözlemlenmiştir. Olası taşkın durumunda, başta tren yolunun risk altında kalması, yolcu ve yük trenlerinin bu noktada kaza ihtimalini artıracığından can ve mal güvenliğini tehlikeye atmaktadır. Ayrıca, çevre yerleşim yerleri ve tarım arazileri, kesit yetersizliğinden dolayı herhangi bir taşkın anında zarar görecektir. Çözüm olarak, iki kurum arasında gerekli koordinasyon sağlanarak kemer köprü'nün yerine, projesine göre debiyi karşılayacak uygun köprü ve menfez imalatının yapılması, daha sonra TCDD kurumu da tren yolu bağlantısını kendi proje kriterlerine göre tekrar inşa etmelidir.



Şekil 20- Sarayönü ilçe merkezi taşkın koruma tesisi güzergâhı üzerindeki TCDD geçişi

Çizelge 16- Sarayönü ilçe merkezi taşkın koruma tesis güzergâhı üzerindeki TCDD Köprüsüne ait debi çizelgesi

Konum	Q_{500}	Q_{hes}	% kayıp
TCDD Kemer Köprüsü	18,11	12,72	30

Sarayönü ilçe merkezinde bulunan taşkın tesisi membasındaki TCDD Kemer Köprüsü'ne ait yaklaşık hesaplar Çizelge 16'da verilmiştir. Proje debisi olan $Q_{500}=18,11 \text{ m}^3/\text{s}$ olmasına rağmen kemer köprü kapasitesi $Q_{\text{mevcut}}=12,72 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir.

Bu da kanalın kapasitesini, bu noktada yaklaşık % 30 oranında düşürmektedir.

3.3.4 Bozkır İlçesi Sorkun Taşkın Koruma Tesisi

DSİ tarafından inşa edilen Sorkun Mahallesi ile Dere Mahallesi arasında bulunan Sorkun Taşkın Koruma Tesisi'nde Çarşamba Çayı üzerinde bulunan betonarme köprü normalde gelen akışı geçirebilecek şekilde imal edilmiştir. Ancak betonarme köprü'nün memba kısmında yer alan tarihi Yukarı Kemer Köprüsünde, Konya Kültür ve Tabiat Koruma Varlıkları Koruma Bölge Kurulu proje onayından sonra Karayolları 3.Bölge Müdürlüğü ile yüklenici firma arasında 05.06.2018 tarihinde imzalanan sözleşme gereği restorasyon çalışmalarına başlanılmıştır. Çalışma kapsamında, mevcutta yer alan betonarme köprü memba kısmına üç göz açıklıklı tarihi Yukarı Kemer Köprüsü restorasyon çalışması ile inşa edilmiştir (Şekil 21a ve Şekil 21b). Kurumlar arası koordinasyon eksikliğinden, tarihi yapıları koruma amacı güdülen çalışmalar yapılırken, taşkın durumunda gelen yüksek debinin hem tarihi köprüye zarar vermesi hem de çevre yerleşim yeri ve tarım arazilerine zarar vermesi gibi etkileri düşünülmemiştir. DSİ ile Kültür ve Turizm İl Müdürlüğü arasında gerekli koordinasyonun sağlanması ile arazi yapısının uygun olmasından dolayı akış yönünün sol tarafına doğru kesit genişletilerek tarihi köprüye uyumlu kemer köprü imalatı yapılarak sorun çözülebilir.



Şekil 21- Bozkır ilçesi Sorkun Taşkın Koruma Tesisi güzergâhı üzerindeki Yukarı Kemer tarihi köprüsünün Karayolları 3. Bölge Müdürlüğüne restore edilmiş halinin görüntüsü

Çizelge 17- Bozkır İlçesi Sorkun Taşkın Koruma Tesisi üzerindeki Yukarı Kemer tarihi Köprüsünün bulunduğu kesite ait debi çizelgesi

Konum	Q_{500}	Q_{hes}	% kayıp
Yukarı Kemer Tarihi Köprüsü	58,03	32,67	44

Sorkun Köyü ve Dereköy arasında bulunan tarihi Yukarı Kemer Köprüsü'ne ait yaklaşık hesaplanan $Q_{500}= 58,03 \text{ m}^3/\text{s}$ 'nin, mevcut hali ile $Q_{\text{mevcut}}=32,69 \text{ m}^3/\text{s}$ 'ye düştüğü Çizelge 17'de görülmektedir. Kanalın kapasitesi, bu bölgede yaklaşık % 44 azalmıştır.

3.3.5 Cihanbeyli İlçesi İlçe Merkezi Taşkın Koruma Tesisi

İnsuyu Deresi yağış havzası 672 km² olup bu havza üzerinde bulunan Taşkın Koruma Tesisi, Ankara-Konya Yolunu dik keserek Tuz Gölüne kadar uzanmaktadır. Kanal güzergâhının yaklaşık 70 km uzunluğunda olmasından dolayı taşkın koruma tesisinin belirli bölümleri önceki yıllarda yapılmıştır. Ayrıca, İnsuyu Deresi üzerinde bitki örtüsünün gelişmesi sonucu pürüzlülüğün artması, gelişen bitki örtüsünün kesiti daraltması ve kanal kapasitesinin azalması, memba kesimindeki mevcuttaki dere kesitinin yetersizliği, vatandaşlar ve ilgili kurumlar tarafından boru, büz vs. geçişlerde kesitin daraltılması, dere yatağına çöp vs. atılarak kesit kapasitesinin azaltılması ve mevcut menfez vb. yapıların kapasitesinin yetersizliği bu bölgede taşkın oluşumunun sebepleridir. Bunları minimize etmek adına yerel yönetim ve idarelerce gerekli tedbirlerin alınması ve iş birliğinin yapılması gerekmektedir. Konya-Ankara bölünmüş yolunun sol tarafı olan memba kesiminde yeni taşkın koruma inşaatı devam etmektedir. Olası maksimum yağışlara göre projelendirilen tesisin inşaatı Konya-Ankara yolunu kestiği noktaya kadar yapılmıştır (Şekil 22). Ancak, Konya-Ankara yolu geçişinde, önceden bölünmüş yol altında yapılan menfezin, kesit yetersizliği oluşturduğu tespit edilmiştir. Olası taşkın durumunda debiyi geçiremeyecek olan menfezden taşma ile Konya-Ankara yolunda ulaşım sıkıntısı, Belediye, Otogar, Anadolu Lisesi, Cihanbeyli Mesleki Eğitim Merkezi gibi yapılar da taşkına maruz kalacaktır. Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından yapılan, Konya-Ankara bölünmüş yol altındaki dar kesitli menfezin revize edilerek proje kriterlerine uygun boyutlarda tekrar inşa edilmesi, olası taşkın durumunda can ve mal güvenliği açısından önemlidir.



Şekil 22- Cihanbeyli İlçesi taşkın koruma tesis güzergâhı üzerinde bulunan, Ankara-Konya karayolunu dik kesen menfez yapısının kesit yetersizliğini oluşturmasına ait görüntü

Çizelge 18- Cihanbeyli İlçesi merkez taşkın koruma tesis güzergâhı üzerinde kesit yetersizliği bulunan bölgeye ait debi çizelgesi

Konum	Menfez	Q ₅₀₀	Q _{hes}	% kayıp
Taşkın Koruma Tesisi	2,0mx2,0m kutu menfez	95,76	18,03	81

Ankara-Konya karayolunu dik kesen 2m x 2m kutu menfeze ait Çizelge 18'de verilen hesaplardan da görüleceği gibi proje debisi Q₅₀₀= 95,76 m³/s'den Q_{mevcut}=18,03 m³/s'ye düşmüş ve kanalın kapasitesi % 81 azalmıştır.

3.3.6 Meram Çayı Taşkın ve Rusubat Kontrolü ve Meram Çayı Sulaması Mansap Islahı

Karayolları tarafından yapılan Hasanköy Üst Geçidi ile TCDD tarafından yapılan tren yolu inşaatları sırasında taşkın güzergâhı üzerinde menfez imalatları yapılmıştır (Şekil 23a). Menfez imalatlarının konumu taşkın güzergâhında düzensizlik oluşturduğundan, olası yüksek debili taşkında, gelen akış menfez kanatlarına çarparak ve geriye doğru şişerek, tren yoluna ve çevreye zarar verme ihtimalini artıracaktır. Çözüm olarak, TCDD tarafından yapılan menfez imalatlarının revize edilmesi, mevcut durumda üst kısımda da Karayollarına ait üst geçidin olması sebebiyle, çok zor olmasından dolayı DSİ tarafından menfezin mansap kısmındaki taşkın kanalına ait duvarlar revize edilerek, gerekli kamulaştırma işleminden sonra kanal güzergâhı uzatılarak kurp şeklinde menfezin mansap kısmına debiyi karşılayacak ve rüsubat birikmeyecek şekilde revize edilmelidir. Ayrıca, aynı taşkın tesisi ve güzergâh üzerinde KOSKİ tarafından dere yatakları üzerinden sulama vb. boruları geçirilmiştir (Şekil 23b). KOSKİ'nin mevcut boru geçişlerini, menfezin üst kısmında yolun banket tarafında kalacak şekilde kapalı bir biçimde geçirmesi, trapez kesitli kanallarda ise yine askıda veya kanal altından uygun yöntemlerle geçirmesi gerekmektedir.

Çizelge 19- Meram Çayı Taşkın ve Rusubat Kontrolü ve Meram Çayı Sulaması Mansap Kısım Islahı tesisi üzerinde bulunan kesit yetersizliklerine ait debi çizelgesi

Konum	Q ₅₀₀	Q _{hes}	% kayıp
3 gözlü menfez önünden geçen KOSKİ borusu	193,15	173,3	10

Çizelge 19'da görüleceği gibi, 3 gözlü kutu menfez önünden geçirilen şebeke hattından dolayı kanaldan, proje debisi olan $Q_{500}=193,150$ m³/s'nin yerine menfez önündeki KOSKİ borusundan dolayı %10 kapasite kaybına uğrayarak $Q_{mevcut}=173,3$ m³/s'lik debi geçişi mümkün olmaktadır.



a)



b)

Şekil 23- a) Karayolları tarafından yapılan Hasanköy Üst Geçidi ile TCDD tarafından yapılan tren yolu inşaatları sırasında taşkın güzergâhı üzerinde yapılan uygun olmayan menfez imalatına ait görüntü b) KOSKİ tarafından dere yatakları üzerinden sulama vb. boruların geçirilmesine ait görüntüler

3.3.7 Kulu İlçesi Kozanlı Taşkın Koruma Tesisi

Kulu ilçesi Kozanlı Mahallesi girişinde bulunan ve ilgili belediye veya diğer kurumlar tarafından yapılan yol çalışmasında üç adet kutu menfez ile dere geçilerek yol imalatı yapılmıştır. Yapılan imalat incelendiğinde, hem dökülen betonun dayanımının düşük olduğu, hem de koyulan kutu menfezlerin olası taşkın debisini karşılayamayacağı tespit edilmiştir (Şekil 24). Bu durumda kesit yetersizliği durumunun giderilerek yeni menfez veya köprü ile yol onarımı yapılmalı ve olası taşkınlarda can ve mal güvenliği sağlanmalıdır.



Şekil 24- Kulu ilçesi Kozanlı Mahallesi girişinde bulunan ve ilgili belediye veya diğer kurumlar tarafından yapılan yol geçişi altı yetersiz kesit kutu menfezlere ait görüntü

Çizelge 20- Kulu ilçesi Kozanlı Mahallesi girişinde bulunan ve ilgili belediye veya diğer kurumlar tarafından yapılan yol geçişi altındaki yetersiz kesitli kutu menfezlere ait debi çizelgesi

Konum	Menfez	Q_{500}	Q_{hes}	% kayıp
Kulu İlçesi Kozanlı Mahallesi	3 gözlü kutu	9,72	8,37	14

Konya İli Kulu ilçesi Kozanlı Mahallesi girişinde bulunan ve ilgili belediye veya diğer kurumlar tarafından yapılan yol geçişi altındaki yetersiz kesitli kutu menfezlere ait yaklaşık hesaplanan Çizelge 20'den görülebileceği gibi, menfezlerden proje debisi $Q_{500}=9,72$ m³/s yerine $Q_{mevcut}=8,37$ m³/s'nin geçebileceği görülmekte bu da kanalın kapasitesini % 14 düşürmektedir.

3.3.8 Bozkır İlçesi İlçe Merkezi Taşkın Koruma Tesisi

4 bin yıllık tarihiyle birçok medeniyete ev sahipliği yapan Konya İli Bozkır İlçe merkezinden geçen Çarşamba Çayı üzerinde yer alan 13. Yüzyılda yapılan tarihi Selçuklu Köprüsü, 2016 yılında restore edilerek koruma altına alınmıştır. Köprü'nün boyu 21m, genişliği ise 3,85m'dir. Orta kemer açıklığı 5,55m olup doğudaki kemer 5.10m batıdaki kemer ise 3,50m'dir. Selçuklu Tarihi Köprüsü olası taşkın debilerini geçirebilmekteyken ilçe merkezinin hızla gelişmesi, yapılaşmanın artması ile dere yatağının daralması gibi sebeplerden taşkın debisini geçirememektedir. DSİ tarafından yapılan taşkın koruma tesisi ile olası taşkınlar kontrol altına alınmaya çalışılmaktadır. Ancak, tarihi köprülerin tarihi bakımdan korunması ve restore edilmesi durumu ile yerleri değiştirilememekte ve günümüzdeki iklim değişikliğinden dolayı yağış rejimlerinin değişmesi ile artan taşkın debilerini karşılayamadıkları görülmektedir. Bozkır ilçe merkezinde yer alan tarihi Selçuklu Köprüsü de zamanla yerleşim yerinin merkezinde kaldığından taşkın zamanlarında debileri karşılayamamakta ve gelen debiyi geriye doğru şişirmekte kesitin tam kapasite çalışmamasına veya taşırmaya neden olmaktadır (Şekil 25). Bu durum da yaklaşık 26.000 nüfuslu Bozkır ilçesi sakinlerinin hem can hem de mal güvenlikleri açısından büyük risk teşkil etmektedir. Bozkır ilçesinin geçmiş yıllarda da taşkınlara maruz kaldığı maddi anlamda ciddi kayıpların olduğu düşünüldüğünde bu sorunların ivedi şekilde ilgili kurumların koordinasyonu ile çözülmesi sağlanmalıdır. Çözüm olarak tarihi köprü'nün yeni restore edildiği düşünüldüğünde, yerinin revize edilmesi mümkün gözükmemektedir. Bu durumda kanalın sağ ve sol kısımlarının gerekli kamulaştırma işlemlerinin yapılmasına

müteakip, genişletilerek tarihi köprü ile uyumlu uygun sayıda ve genişlikte kemer köprü imalatı yapılarak proje debisinin kesitten geçebilecek şekilde projelendirilmesi gerekmektedir.



Şekil 25- Bozkır ilçe merkezi taşkın koruma tesisi üzerinde yer alan tarihi Selçuklu Köprüsü'nün tesis üzerinde kesit yetersizliği oluşturmasına ait görüntü
Bozkır ilçe merkezi taşkın koruma tesisi üzerinde yer alan tarihi Selçuklu Köprüsü'ne ait yaklaşık hesap Çizelge 21'de verilmiştir. Proje debisi $Q_{500}= 184,00 \text{ m}^3/\text{s}$ 'nin kemer köprü açıklıklarından $Q_{mevcut}=132,903 \text{ m}^3/\text{s}$ 'si geçmekte, kanal kapasitesi %28 düşmektedir.

Çizelge 21- Bozkır ilçe merkezi taşkın koruma tesisi üzerinde yer alan tarihi Selçuklu Köprüsü'nün ait debi çizelgesi

Konum	Q_{500}	Q_{hes}	% kayıp
Tarihi Selçuklu Köprüsü	184	132,9	28

3.3.9 Akören İlçe Merkezi Taşkın Koruma Tesisi

Akören ilçe merkezinde doğal yapıya müdahale sonucu taşkın zamanlarında zararlar oluşmaktadır. Bu amaçla ilçe merkezinde Kervankonağı ve Kayı dereleri üzerinde inşa edilen Akören ilçe merkezi taşkın koruma tesisi ile ilçe yerleşim yerlerinde ve tarım arazilerinde oluşabilecek zararların önlenmesi amaçlanmıştır. Mema kesiminin yağış alanı $16,0 \text{ km}^2$ olan Kervankonağı deresi ve yağış alanı $29,0 \text{ km}^2$ olan Kayı derelerinde olası taşkınlarda 18 adet yığma bina, 1 adet 5 katlı bina ile 1 adet yurdun zarar görme ihtimaline karşı Akören ilçe merkezi taşkın koruma tesisi inşa edilmiştir.

Akören ilçe merkezi taşkın koruma tesisi üzerinde bulunan tarihi köprü, taşkın tesisi inşaatı sırasında hem kesit yetersizliği oluşturmuş hem de tarihi eser olduğundan tesisin köprüye bağlantısı projesine göre yapılamamıştır (Şekil 26). Bu durumdan dolayı da köprü, taşkın tesisi kotundan yüksek kaldığından yol bağlantısı açısından sorun oluşturmakta ve vatandaş tarafından şikâyetlere neden olmaktadır. Çözüm olarak yukarıda da aynı sorunların bulunduğu Bozkır İlçesi Sorkun

Taşkın Koruma Tesisi üzerinde bulunan tarihi Yukarı Kemer Köprüsü, Bozkır İlçe Merkezi Taşkın Koruma Tesisi üzerinde bulunan tarihi Selçuklu Köprüsü ile Selçuklu İlçe Merkezi Sızma Kasabası'ndaki tarihi Harman Köprüsü için sunulan önerilerin burada da uygulanması gerekmektedir. Akören ilçe merkezi taşkın koruma tesisi üzerinde yer alan tarihi köprüye ait yaklaşık hesaplanan Çizelge 22'deki debi hesabında görüleceği üzere proje debisi olan $Q_{500}= 100,48 \text{ m}^3/\text{s}$ 'nin kemer köprüsünden $Q_{mevcut}=62,48 \text{ m}^3/\text{s}$ 'nin geçebileceği, kanalın kapasitesi yaklaşık % 38 düşmektedir.



Şekil 26- Akören ilçe merkezinde taşkın koruma tesisi üzerinde yer alan tarihi köprü

Çizelge 22- Akören ilçe merkezinde taşkın koruma tesisi üzerinde yer alan tarihi köprüye ait debi çizelgesi

Konum	Q_{500}	Q_{hes}	% kayıp
Tarihi köprü	100,48	62,48	38

3.3.10 Seydişehir İlçesi Ortakaraören Kasabası Taşkın Koruma Tesisi

Seydişehir ilçesi Ortakaraören Kasabası'ndaki $3,7 \text{ km}^2$ yağış alanı olan Kuru Dere, $13,0 \text{ km}^2$ yağış alanı olan Malkaya Deresi, $11,9 \text{ km}^2$ yağış alanı olan Derin Dere ve $33,3 \text{ km}^2$ yağış alanı olan ana Kanal yataklarının hidrolik açıdan yetersiz olmasından dolayı taşkın sularının yataktan taşarak yerleşim yerlerine ve tarım arazilerine zarar vermektedir. Bu zararın önlenmesi için ilgili kurum tarafından yapılan Seydişehir İlçesi Ortakaraören Kasabası Taşkın Koruma Tesisi'nin yol geçişlerinde yapılan sanat yapılarının yol boyuna eğimi ile uyumlu olması öncelikli düşünüldüğünden olası taşkın durumunda kesit yetersizliği oluşmakta ve taşkın riskini artırmaktadır (Şekil 27). Menfezin yıkılarak projesine uygun kesitte menfez imalatı yapılarak ilgili kurumlar tarafından da uygun kotlarda yol bağlantılarının yapılması gerekmektedir.

Ortakaraören Kasabası Taşkın Koruma Tesisi üzerinde yer alan menfeze ait yaklaşık hesaplanan Çizelge 23'de verilen debi hesabında görüleceği üzere proje debisi olan $Q_{500}=61,60 \text{ m}^3/\text{s}$ 'nin menfezden $Q_{mevcut}=30,10$

m³/s'nin geçebileceği görülmekte bu da kanalın kapasitesini bu bölgede yaklaşık % 51 oranında düşürmektedir.



Şekil 27- Yetersiz kesitli sanat yapısına ait görüntü

Çizelge 23- Seydişehir İlçesi Ortakaraören Kasabası Taşkın Koruma Tesisi üzerindeki dar kesitli menfeze ait debi çizelgesi

Konum	Q ₅₀₀	Q _{hes}	% kayıp
Menfez Kesiti	61,6	30,1	51

4 SONUÇLAR

Konya ili sınırları içerisinde bulunan ve DSİ Kurumu tarafından inşa edilen taşkın koruma tesislerinden 28 adet taşkın koruma tesisi membadan mansaba doğru teknik olarak yerinde görülmüş, tesislerin aktif olarak çalışmasına engel olan, olası taşkın durumunda can ve mal güvenliği açısından tehlike oluşturacak sorunlar incelenmiş ve sınıflandırılmıştır.

Yapılan incelemeler neticesinde, seçilen 28 adet taşkın tesisinden kurumlar arası koordinasyon eksikliği sorunları tespit edilen tesislerde, sorunların nedenleri irdelenmiş ve çözüm önerilerinde bulunulmuştur. Ayrıca bahsi geçen konulardan kaynaklı tesis içerisinde akışa engel olacak yapı ve durumlardan dolayı proje debisi ile mevcut kesitten geçebilecek maksimum debi miktarları hesaplanarak kesit kapasite kaybı belirlenmiştir.

Ayrıca yapılan incelemelerde tespit edilen ve taşkına neden olabilecek ana etkenler genel olarak aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır.

- Uygun olmayan yol geçişleri,
- Dere yatağıyla uyumlu olmayan ve kesiti yetersiz olan köprü ve menfezler,
- Dere yatakları üzerinde bulunan tarihi köprüler, KOSKİ, TCDD ve diğer kurumlar tarafından yapılan müdahaleler
- Gerçek ve tüzel kişiler tarafından kesiti daraltan yapıların yapılması veya müdahaleler,
- Taşkın koruma tesisinin ve derelerin üzerinin kapatılması,

- Dere yataklarına ve tesislerine moloz ve hafriyat dökülmesi,
- Kurumlar veya vatandaşlar tarafından dere yataklarının çöp depolama veya malzeme ocağı olarak kullanılması,
- Dere yataklarına veya taşkın koruma tesislerine yapılan izinsiz müdahalelere karşı mevzuatın ilgili hükümlerinin ilgili kurum ve yetkililer tarafından uygulanmaması ve caydırıcılığın oluşturulmaması,
- Küresel ısınma ile yaşanan kuraklıktan ötürü, DSİ kurumu dışında yapılan planlama ve proje aşamalarında tesisin karşılayabileceği maksimum debi hesaplamalarında, maliyet göz önünde bulundurularak 500 yıllık debi yerine 100 yıllık debilere göre projelendirme yapılması,
- Dere yataklarının menderesler yaparak faaliyet gösterdiği yerlerde şehirleşmenin etkisiyle, mendereslerin iptal edilerek tesis güzergâhının düzleştirilmesi ile akım hızının artması
- Dere yataklarında biriken rusubatların düzenli olarak temizlenmemesi,
- Vatandaşlar tarafından taşkın koruma tesisi duvarlarının yıkılarak arazilerine su hatlarının döşenmesi veya tesis içinde setler oluşturularak su pompası ile arazilere su iletilmesi,
- Küresel ısınma ile değişen mevsim şartlarına göre öngörülen yağış miktarının üzerinde yağış olacağı düşünüldükçe mevcut tesislerin tekrar gözden geçirilmemesi,

Konya ili bazında incelenen taşkın tesislerinde tespit edilen sorunların değerlendirilmesi ve yapılması gerekenlerin Konya ilindeki ilgili kurum ve kuruluşlara iletilmesi ile Konya'da yaşayan gerçek ve tüzel kişilerde taşkın olayları hakkında farkındalık oluşturulması amaçlanmaktadır [Kutsal, 2020].

DSİ'nin taşkınla ilgili görev ve yetkisinin, Büyükşehir Belediyelerinin taşkınla ilgili görev ve sorumluluklarıyla örtüşmesi, mahalli idareler genel seçimi ile birlikte 6360 sayılı Kanun kapsamında Büyükşehir Belediyelerinin sayısının otuza çıkarılması ve sınırlarının il mülki sınırlarına dönüştürülmesi karşısında, Büyükşehir Belediyelerinin taşkınla ilgili görevlerinin kanunla yeniden düzenlenmesi gerekmektedir. Ayrıca, ülke genelinde taşkın risk yönetim ve eylem planlarının hazırlanması, hazırlanan planların uygulamaya konulmasına yönelik mevzuat alt yapısının tamamlanması, toplumsal farkındalığın yeterli düzeye ulaşması ile taşkın zararlarının asgari düzeyde yönetilmesi mümkün olacaktır.

Sonuç olarak, taşkından dolayı ülkemizde can ve mal kayıplarının önüne geçilebilmesi ve taşkın ihtimalini minimize etmek adına ülke genelinde aşağıda sıralanan önerilere azami ölçüde dikkat edilmeli ve geç kalınmadan gerekenler yapılmalıdır.

- 3091 ve 4373 Sayılı Kanunlar ile 2006/27 ve 2010/5 sayılı Başbakanlık Genelgelerine azami ölçüde uyulması, ilgili kurumlar ve yetkililer tarafından sağlanmalıdır.
- Taşkın riski taşıyan bölgelerde alt yapı standartlarının gözden geçirilmesi ve ihtiyaca göre yenilenmesi gerekmektedir.
- Dere yataklarının çöp depolama yeri ve malzeme ocağı olarak kullanılmasının önüne geçilmesi gerekmektedir.
- Taşkına büyük ölçüde sebep olacak akarsular üzerine barajlar veya göletler yapılması gerekmektedir.
- Yerleşim yerlerinin oluşturulması sürecinde, arazi topoğrafyası incelenip çukur bölgelere yerleşim yerleri kurulmamalıdır.
- Şehirlerde, olası taşkın durumunda oluşacak debiyi karşılayacak alt yapı çalışmaları yapılmalı, caddelerde, sokaklara ve alt geçitlerde biriken suların önüne geçebilmek için uygun yöntemler ve yapılar inşa edilmelidir.
- DSİ dışındaki diğer kurum ve kuruluşlarca akarsular üzerinde inşa edilecek köprü, menfez, taşkın kontrol tesisleri gibi yapıların proje debisi ile hidrolik kesit tahkikleri, projeyi hazırlayan kurum ve kuruluşlarca hesaplandıktan sonra DSİ'nin görüşüne sunulurken, DSİ'nin hidrolik açıdan uygun görüş verdiği kesitlerde, DSİ'den onay almadan değişikliğe gidilmemelidir. Akarsular üzerinde köprü, menfez, taşkın ve rüsubat kontrol tesislerinin inşaatı sırasında DSİ'nin önerdiği tedbirler dikkate alınmalıdır [Resmi Gazete, 2019].
- Taşkın risk yönetim ve eylem planlarının uygulanması ve takibi gerekmektedir
- Dere yataklarının ve tesislerinin, ilgili kurumların teknik personelleri tarafından taşkın sezonundan önce detaylı kontrolünün sağlanması ve taşkına sebep olabilecek her türlü sorunun ivedilikle giderilmesi sağlanmalıdır.
- İlgili kurumlar tarafından taşkın öncesi koordinasyona önem verilmeli taşkın anında her türlü ekip ve ekipmanın hazır bulundurulması gerekmektedir.
- Taşkınların önceden tahmin edilerek gerekli tedbirlerin alınması, oluşabilecek maddi hasarların ve can kaybının en aza indirilmesi için Orman ve Su İşleri Bakanlığı bünyesinde "Taşkın Tahmini ve Erken Uyarı Merkezi" kurulmuş ve tedbir alınabilecek bir

süre öncesinde taşkınları tahmin etmek üzere gerekli çalışmalara başlanılmıştır. Yapılan çalışmaların sürdürülebilirliği için, çalışmaların devamında karşılaşılabilecek problemlerden taşkın tesislerine yapılan müdahaleler takip edilmelidir.

- Dere yatakları üzerinde yer alan tarihi köprü geçişlerinde kesitin genişletilerek, proje debisinin rahat şekilde tesisten geçmesi sağlanmalı, TCDD ve diğer kurumlar DSİ'den uygun görüş almadan dere yataklarına müdahalelerde bulunmamalı, KOSKİ tarafından yapılacak boru geçişleri sanat yapıları üzerinden geçirilmelidir.
- Kamu kurumları, belediyeler ve muhtarlıklar tarafından halkın taşkın konusunda bilinçlendirilmesi gerekmektedir.

5 KAYNAKLAR

- [1] AFAD, <https://konya.afad.gov.tr/tr/28128/Cihanbeyli-Ilcesinde-Sel>, (erişim tarihi: 07.06.2019).
- [2] Anadolu'da Bugün, "Taşkın olayı hakkında", <https://anadoludabugun.com.tr/konya-meram-da-sel-felaketi-yasandi-107317>, (erişim Tarihi: 20.04.2020).
- [3] Akyürek, Z., "Taşkın tehlike ve taşkın risk haritalarının oluşturulması", Taşkın ve Kuraklık Yönetimi Daire Başkanlığı, Hizmet İçi Eğitim Programı, Afyon 2013.
- [4] Buldur, A. D., Pınar, A. ve Başaran, A., "05-07 Mart 2004 tarihli Göksu Nehri taşkını ve Silifke'ye etkisi", DSİ IV. Bölge Müdürlüğü, Konya 2006.
- [5] Buldur, A. ve Sarı S., "Çarşamba Çayı'nın 15 Aralık 2010 tarihli taşkını ve bozkır'daki (Konya) etkisi", Marmara Coğrafya Dergisi, sayı:25, sayfa: 81-107, İstanbul 2012.
- [6] DSİ 4. Bölge Müdürlüğü, "Canımana Mahallesi taşkın koruması", Konya 2014.
- [7] DSİ, Güneysınır taşkın koruma hakkında, <http://www.dsi.gov.tr/haberler/2016/11/23/konyaC3%BCneys%C4%B1n%C4%B1r-ileC3%A7e-merkezi-2.-k%C4%B1s%C4%B1m-ta%C5%9Fk%C4%B1n-koruma-s%C3%B6zle%C5%9Fmesi-imzalandı%C4%B1>, (erişim tarihi: 07.06.2019).
- [8] DSİ Haberler, Sızma Kasabası taşkın koruma hakkında, <http://www.dsi.gov.tr/haberler/2016/08/19/dsi-konya-b%C3%B6lge-m%C3%BCd%C3%BCrl%C3%BC%C4%9F%C3%BC-nden-4-i-mza> Konya 2016, (erişim tarihi: 07.06.2019).
- [9] DSİ Konya 4. Bölge Müdürlüğü, 41. Şube Müdürlüğü İşletme ve Bakım Şube Şefliği, "Sızma Kasabası taşkın koruması", 2016.
- [10] Dursun, Ö. F., "Dere yataklarının üzerlerinin kapatılmasının neden olduğu taşkınların incelenmesi", 5. Dünya Su


- Forumu Türkiye Bölgesel Hazırlık Toplantıları, Taşkın, Heyelan ve Dere Yataklarının Korunması Konferansı Bildiri Kitabı, sayfa: 201-206, Malatya 2008.
- [11] Eroğlu, H., "Taşkın tesisleri ve dere yataklarına yapılan müdahaleler", DSİ Genel Müdürlüğü Taşkın Tesisleri Şube Müdürlüğü, Rize 2016.
- [12] Haberler, <https://www.haberler.com/kuluda-bir-mahalle-sular-altinda-kaldi-6644103-haber/>, (erişim tarihi: 07.06.2019).
- [13] Haber7, Taşkın Olayı Hakkında <https://www.haber7.com/guncel/haber/2871092-konyada-selde-mahsur-kalan-8-kisi-afad-tarafindan-kurtarildi>, (erişim tarihi: 20.04.2020).
- [14] Hayta, M. A., "Taşkın mevzuatı ile dere yataklarına ve taşkın tesislerine yapılan müdahalelerin önlenmesi", Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, 3.Ulusal Taşkın Sempozyumu, İstanbul 2013.
- [15] Hürriyet, <http://www.hurriyet.com.tr/galeri-konyada-sel-felaketi-40865414>, (Erişim tarihi: 07.06.2019).
- [16] Hürriyet, <http://www.hurriyet.com.tr/gundem/konya-da-sel-magduru-208045>, (erişim tarihi: 07.06.2019).
- [17] Hürriyet, <http://www.hurriyet.com.tr/selekapilan-arac-sarampole-devrildi-5-yarali-40539964>, (erişim tarihi: 07.06.2019).
- [18] IPCC, "The Global Climate of the 21st Century WG I (Science) summary for policy-makers", 2001b: Third assessment report, 2012.
- [19] Kağnıcıoğlu, N., "DSİ Genel Müdürlüğü taşkın ve rüsbat kontrolü faaliyetleri sunumu", DSİ Genel Müdürlüğü Etüt ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara 2018.
- [20] KarizmaHaber, <https://karizmahaber.com/guncel/konyada-sel-ve-dolu-ekili-tarim-alanlarina-zarar-verdi/>, (erişim tarihi: 07.06.2019).
- [21] Kirmencioğlu, B., "Türkiye'de dere yataklarına müdahalelerin taşkınlar üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi", Tarım ve Orman Bakanlığı, Uzmanlık Tezi, Ankara 2015.
- [22] KonHaber, http://www.konhaber.com/haber/kulu_da_yogun_yagis_1_5_metreyi_bulan_su_baskinlari-849865.html, (erişim tarihi: 07.06.2019).
- [23] Kutsal, C. "Taşkın koruma tesislerinde karşılaşılan problemler", Yüksek Lisans Tezi, Konya 2020.
- [24] Mynet, <https://www.mynet.com/konyada-sel-can-aldi-110100321156>, (erişim tarihi: 07.06.2019).
- [25] Naamani, A. N., "Strategic work between agencies in the planning system for sustainable flood management: The case of Oman", Heriot-Watt University School of Energy, Geoscience, Infrastructure and Society Edinburgh, United Kingdom, 2016.
- [26] O'Hara, M., "Floods, flood damage and flood risk assessment in tropical environments: a Jamaican case study", Ph.D Thesis, University of Exeter, 1988.
- [27] Önsoy, H., "Doğu Karadeniz'de kıyılara ve dere yataklarına müdahaleler ve beklenen taşkınlar", TMH – Türkiye Mühendislik Haberleri, Trabzon 2002.
- [28] Özcan, O. ve Musaoğlu, N., "Taşkın risk analizinde hidrolik modelleme ve çok kriterli karar verme yöntemi", TUFUAB 5. Teknik Sempozyumu, Şubat 2009.
- [29] Özcan, S., "Türkiye'de taşkın mevzuatı ve AB taşkın direktifi", Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Uzmanlık Tezi, Ankara 2016.
- [30] Potter, K. C., "Battle for the floodplains: An institutional analysis of water management and spatial planning in England", Liverpool University, 2012.
- [31] Radikal, <http://www.radikal.com.tr/turkiye/konyada-sel-1-olu-637151/>, (erişim tarihi: 07.06.2019).
- [32] Resmi Gazete, "Devlet Su İşleri Umum Müdürlüğü Teşkilat ve Vazifeleri", 15/07/2018 tarihli ve 4 No'lu Bakanlıklara Bağlı, İlgili, İlişkili Kurum ve Kuruluşların Teşkilatı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi", 2018.
- [33] Resmi Gazete, "Su havzalarının korunması ve yönetim planlarının hazırlanması" Yönetmelik Birinci Bölüm Tanımlar, Madde 4 Bent (II), 17/10/2012.
- [34] Resmi Gazete, "Taşkın ve rüsubat kontrolü yönetmeliği", 30763, dördüncü bölüm, "Akarsu yatakları ile taşkın kontrol tesislerine yapılan müdahalelere ilişkin önlemler", Madde 17-5, 2019.
- [35] Silkin H., "İklim değişikliğine uyum özelinde bazı uygulamaların Türkiye açısından değerlendirilmesi", Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara 2014.
- [36] Son Dakika, <https://www.sondakika.com/haber/haber-sel-sularina-kapilan-ciftci-odu-6495679/>, (erişim tarihi: 07.06.2019).
- [37] SYGM, "Taşkın Direktifi", Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2019.
- [38] Şen E. ve Başaran, N., "Küresel ısınma sürecinde Konya Ovasının bazı iklim verilerinde meydana gelen değişimler ve eğilimler, uluslararası", Küresel İklim Değişikliği ve Çevresel Etkileri Konferansı, Konya 2007.
- [39] Tarım ve Orman Bakanlığı (TOB), "Taşkın Yönetimi", 2017.

- [40] Turoğlu, H., "İstanbul'da meydana gelen sel ve taşkınlar", Fiziki Coğrafya Araştırmaları; Sistemik ve Bölgesel, Türk Coğrafya Kurumu Yayınları, sayı:5, sayfa: 411-430, İstanbul 2011.
- [41] TürkiyeGazetesi, <https://www.turkiye-gazetesi.com.tr/Genel/a108640.aspx?/Genel/a108640.aspx&>, (erişim tarihi: 07.06.2019). [27] WWW, "Türkiye'nin yarınları projesi sonuç raporu", WWF-Türkiye Doğal Hayatı Koruma Vakfı, Nisan 2010.
- [42] Yeni Meram, <http://www.yenimeram.com.tr/mahalleyi-su-basti-100522.htm>, (erişim tarihi: 07.06.2019).
- [43] Yılmaz, C., "Oluşum sebepleri, verdiği zararlar ve alınan önlemler bağlamında Samsun - Atakum sel ve taşkınları", TÜCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu, Ankara 2018.
- [44] Yüksek, T., "Rize İli sel ve taşkınları, nedenleri, zararları ve alınması gereken tedbirler", Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Rize 2016.
- [45] Zeybek, H.İ., "2-3 Mart 2005 Turhal sel afeti ve sonuçları", Doğu Coğrafya Dergisi, Cilt: 21, sayı:1, 2009.
- [46] Zoray, F. ve Pır, A., "Küresel ısınma problemi: Sebepleri, sonuçlar, çözüm yolları", Yıldız Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul 2007.

AYDIN SÖKE SARIÇAY BARAJI SİLİNDİRLE SIKIŞTIRILMIŞ VE KONVANSİYONEL BETONLARINDA GNAYS KAYACININ AGREGA OLARAK KULLANIMININ ARAŞTIRMASI

Aydın SAĞLIK* 


Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü, Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol Dairesi Başkanlığı, Ankara
aydinsaglik@dsi.gov.tr

Mehmet Emin UYANIK 

Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü, Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol Dairesi Başkanlığı, Ankara
meuyanik@dsi.gov.tr

Hüseyin DEMİR 

Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü, Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol Dairesi Başkanlığı, Ankara
huseyindemir@dsi.gov.tr

Süleyman AYDOĞAN 
DSİ 21. Bölge Müdürlüğü, Aydın
saydogan@dsi.gov.tr

(Makalenin geliş tarihi: 04.01.2023, Makalenin kabul tarihi: 16.05.2023)

ÖZ

Gövde tipi silindirle sıkıştırılmış beton (SSB) olarak tasarlanan, temelden yüksekliği 125,0 metre olarak içme suyu temini amacı ile projelendirilen Aydın Söke Sarıçay Barajı, Büyük Menderes Nehri'nin kollarından birisi olan Sarıçay Deresi üzerinde konumlandırılarak yapımına devam edilmektedir. Beton agregası olarak kullanılması düşünülen en ekonomik malzemenin Ege Bölgesi'nde yoğun miktarda bulunan, Menderes Masifine ait gnays kayalarının olabileceği düşünülerek bu malzemenin kullanımını hususunda bir araştırma faaliyetine ihtiyaç duyulmuştur. DSİ Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol (TAKK) Dairesi Başkanlığınca gerçekleştirilen bu çalışmada, Sarıçay Barajı SSB ve konvansiyonel (CVC) betonlarında gnaysların beton agregası olarak kullanılabilirliğinin uygulamalı olarak araştırılması amaçlanmıştır. Kaya ocağı ve dere yatağından temin edilen iki grup gnaystan kırma eleme tesislerinde elde edilen agrega sınıfları (0-5mm, 5-25mm, 25-50mm) ve kalker (kireçtaşı), uçucu kül, çimento ve kimyasal katkı gibi malzemeler bu çalışmada kullanılmıştır. Çalışma 2019, 2021 ve 2022 yılında gerçekleştirilen kapsamlı laboratuvar uygulamaları ve baraj şantiyesinde gerçekleştirilen yerinde gerçek ölçekli deneme dolgusu faaliyetlerini içermektedir.

Anahtar Kelimeler: Silindirle sıkıştırılmış beton (SSB), Agregası, Gnays, Baraj, Su yapıları

INVESTIGATION OF GNEISS ROCK UTILIZATION AS AGGREGATE IN ROLLER COMPACTED CONCRETE (RCC) AND CONVENTIONAL CONCRETE (CVC) OF AYDIN SÖKE SARIÇAY DAM

ABSTRACT

Aydın Söke Sarıçay Dam under construction as a roller compacted concrete (RCC) body has a height of 125.0 m from the foundation and designed for the purpose of supplying drinking water, is located on Sarıçay Stream, one of the branches of the Büyük Menderes River. Considering that the most economical material to be used as concrete aggregate may be gneiss rocks, which are abundant in the region where the dam body is located, a research activity was needed on the use of this material. In this in the studies were provided under the control of the Regional Directorate of DSİ. This research carried

*Corresponding Author: Aydın SAĞLIK e-posta: aydinsaglik@dsi.gov.tr

out in 2019, 2021 and 2022, includes extensive laboratory study and on-site research activities such as RCC and CVC full scale trial production at the dam site, RCC paving and compaction.

Keywords: Roller compacted concrete (RCC), Aggregate, Gneiss, Dam, hydraulic structures

1 GİRİŞ

Beton hacminin yaklaşık dörtte üçünü oluşturan agregaların kalitesi ve özellikleri kaçınılmaz olarak taze ve sertleşmiş beton üzerinde önemli etkilere sahiptir. Dolayısıyla agrega tipinin seçimi beton kalitesi açısından baskın bir faktör olarak ön plana çıkar ve betonun performansını büyük ölçüde etkiler. İster doğal aşınma ve ayrışmalar şeklinde oluşmuş olsun ister yapay olarak kırma parçalamayla oluşturulmuş olsun, agrega olarak kullanılan malzeme başlangıçta daha büyük boyutlardaki bir kaynak kayanın parçasıdır. Bundan dolayı beton üretiminde kullanılacak agreganın fizikomekanik ve petrografik özellikleri kaynak kayanın özelliklerine bağlıdır ve bu içsel özelliklerin araştırılması mühendislik yapılarındaki olası sorunların teşhisi ve önlem alınması bakımından önem arz eder. Agreganın değerlendirilmesinde istenilen kalite ve standartları sağlamanın yanında üretim aşamasının da ekonomik olması beklenir. Beton imalatında büyük miktarlarda agregaya ihtiyaç duyulan projelerde sahaya en yakın olan malzeme ocaklarının tercih edilmesi agreganın kalitesi kadar önemli bir husustur. Burada amaç mümkün olan en düşük maliyetle tasarım kriterlerini karşılayabilen bir beton elde etmektir. Bu tip projelerde ocağa ait malzemeler ile yapılacak olan beton tasarım çalışmaları sonucunda taze ve sertleşmiş beton performanslarının proje kriterleri ve çevresel etkiler açısından değerlendirilmesi sonucunda malzeme ocağının kullanımı konusunda karar verilebilmektedir. Taze ve sertleşmiş beton performanslarının değerlendirilmesi en az birkaç aylık çalışma sürecini kapsamaktadır. Beton agregası için malzeme ocağı tespitinde, agrega uygunluk deneyleri ile taze ve sertleşmiş beton özelliklerinin proje kriterleri ve çevresel etkiler açısından değerlendirilmesi gövde tipi kütle betonu sınıfında olan barajlarda en önemli aşamalardan bir tanesidir.

Sarıçay Barajı Aydın İli, Söke İlçesi, Bağarası Beldesi, Çalışlı Köyü sınırları içerisinde yapılmaktadır. Aydın'a 41 km, Söke'ye 15 km ve Bağarası'na 3,5 km mesafede yer alacak olan bu baraj Büyük Menderes havzasında, Büyük Menderes Nehrinin kollarından biri olan Sarıçay deresi üzerinde yapılmaktadır. Gövde SSB dolgu

hacmi yaklaşık 1.618.023,610 m³, konvansiyonel beton hacmi ise 83.992,496 m³'dür. Gövde temelden yüksekliği 125,00 m, talvegden 100,70 m ve kret uzunluğu ise 482,86 m' dir.

Barajın proje alanı Batı Anadolu'da oldukça geniş bir alana yayılan Menderes Masifi içerisinde yer alır. Kuzeydoğu-Güneybatı uzanımlı Menderes Masifi 40.000 km²'den daha fazla bir alan kaplar. Prekambriyen yaşlı Pan-Afrikan temele ait birimlerin yüzlekler verdiği bu çekirdek kompleks Batı Anadolu'nun en büyük kristal segmentlerinden birini oluşturur. Batı Anadolu'da Alpin Orojenezi ile oluşmuş olan bu masif genç Oligosen-Erken Miyosen'den beri gelişen Ege Graben sistemi içerisinde yer alır ve kuzey ve kuzey batıda İzmir-Ankara Zonu, güneyde Likya Napları tarafından tektonik olarak üzerlenir ve batı uzantısı Ege Denizi'ndeki Kiklad adalarında gözlenir ([1-6]). Menderes Masifi çekirdeğinde gözlü gnaysların olduğu bir temel ve bunun etrafını zarf şeklinde saran sırasıyla şist ve mermerden oluşur. Dürr (1975) bunu soğan yapısına benzetmiştir ve metamorfizmanın çekirdeğe doğru arttığını belirtmiştir [7]. Proje alanı ve çevresinde hakim kaya birimleri Menderes Masifi çekirdek serilerini oluşturan gnayslardır. Masifin en temel kaya türlerinden olan gnaysların granitik bir köken kayadan türediği jeokimyasal ve jeokronolojik çalışmalarla ortaya konmuştur [8]. Bu gnayslar genel olarak gözlü ve bantlı gnays olarak türlere ayrılabilirken, metamorfizma derecesine bağlı olarak granitik gnays olarak da adlandırılabilir (Şekil 1). Gnayslar gerek metamorfik dokuları (foliasyon; yapraklanma) gerekse de mineralojik açıdan ICOLD (Uluslararası Büyük Barajlar Komitesi)'un agrega sınıflamasında "genel olarak uygun" olarak değil "uygun olabilir" olarak sınıflanmıştır [9]. Öte yandan baraj gövdesini meydana getirecek olan silindirle sıkıştırılmış ve konvansiyonel betonların agregalarında bahsi geçen gnaysların kullanımı sahaya en yakın ve en ekonomik durumun tesis edilmesi bakımından kritiktir. Literatür araştırmaları neticesinde, gnaystan meydana gelen ana kaya ve jeolojik formasyon üzerine baraj gövdesi inşa edilmesi örneklerine az da olsa rastlanılan bir durum olduğu görülmüştür. Bundan dolayı mevcut çalışma gövdenin inşasında

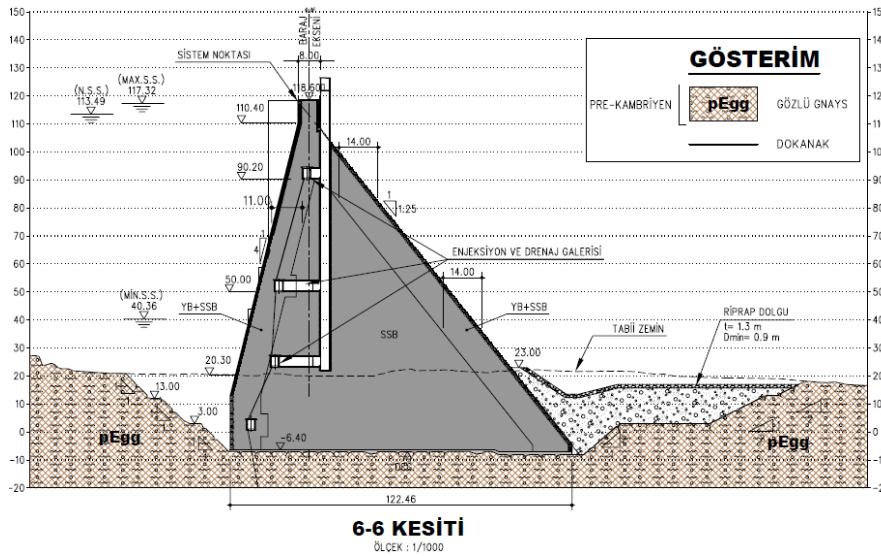
beton agregası olarak lokal gnays malzemesinin standartlara uygunluğunun araştırılması ve değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Çalışma gnays malzemesinin hem bu proje hem de gelecekteki projelerde kullanımının uygulamalı araştırılması hem de literatüre kazandırılması açısından önem arz etmektedir.

Literatüre bakıldığında gnaysların beton üretiminde kullanıldığı örneklere rastlanmaktadır. Leroy vd. (2017) ince agregalarla yaptığı çalışmada dere agregası yerine ganystan üretilen kırma agregayı kullanarak 7 ve 28 günlük basınç dayanımlarında sırasıyla %5.5'lik ve %8.33'lük iyileşme elde etmiştir [10]. Ling vd. (2010) gnayslardan agrega üretiminde kırma teknolojisine dikkat çekmiş, kırma yönünün fazla miktarda yapraksı mineral (mika) açığa çıkaracak şekilde olmaması gerektiğini vurgulamıştır. Bazalt, granit, kireçtaşı ve gnays agregaların kullanıldığı bu çalışmada Los Angeles deneyinde en yüksek direnci bazaltın gösterdiğini bunu da sırasıyla granit, gnays ve kireçtaşının takip ettiğini belirtmiştir [11]. Woode vd. (2015) boyutlarındaki iri gnays agregalarıyla yürüttüğü çalışmasında daha küçük tane boyutlarındaki agregayla yapılan betonun daha yüksek dayanımlara ulaştığını belirterek bunun nedeninin iri tane boylarında heterojenliğin ve mikro kırık oluşumlarının artması olduğu sonucuna varmıştır [12]. Nanayakkara vd. (2022) farklı metamorfik kayaların beton agregası olarak kullanılabilirliğini araştırdığı çalışmasında

hornblend-gnays ve granitik gnaysların uygun şartları sağladığı sonucuna varmıştır. Aynı çalışmada mika minerallerinin beton performansını olumsuz etkilediğini ve bunun yanında illit ve piritin de istenmeyen minerallerden olduğunu belirtmiştir [13]. Trotta vd. (2021) migmatitik gnayslar üzerinde yaptığı çalışmada heterojenliğe dikkat çekerek kırma teknolojisinin bu heterojen parçalardan en dayanıklısına göre ayarlanması gerektiğini vurgulamıştır. Aynı çalışmada heterojen kayaç yapısına örnek alım aşamasında da dikkat edilmesi gerektiğinin üzerinde durmuştur [14]. Vishalakshi vd. (2018) yaptığı çalışmada beton üretiminde aralarında granit, kireçtaşı ve gnaysların da bulunduğu farklı tipte agregaları kullanarak yüksek dayanımlarda agrega tipinin belirleyici olduğu sonucuna varmıştır. Aynı çalışma normal dayanımlarda agrega tipine göre belirgin farklılıkların ortaya çıkmadığı belirtilmiştir. Çalışmada ayrıca petrografik ve mineralojik özelliklerin beton performansında doğrudan etkili olduğunu vurgulamıştır [15].

2 LABORATUVAR ÇALIŞMALARI

Aydın Söke Sarıçay Baraj gövde tasarımında proje müelliflerince kota bağlı olarak gövde betonlarında dayanım azaltma işlemi uygulanmış ve gövde analiz sonuçlarına göre -14,0 ila 3,0 m kotları arasında 12 MPa, 3,0 m ila 45,0 m kotları arasında 10 MPa, 45,0 m ila 60,0 m kotları arasında 8 MPa ve 60,0 m ila 118,0 m kotları arasında ise 7 MPa 270 günlük hedef basınç dayanımlarının belirlenmiştir.



Şekil 1 - Aydın Söke Sarıçay Barajı gövde kesiti ve gözlü gnayslar (eksenler metre cinsinden verilmiştir.)

Bu çalışmada belirtilen basınç dayanımları ile karışım oranları ve toplam bağlayıcı miktarları arasında ilişkiler kurularak proje kriterlerini karşılayacağı düşünülen karışımların belirlenmesi amaçlanmıştır. Sarıçay Barajı İnşaatı işinde gövde dolgusu için silindire sıkıştırılan beton (SSB) ile konvansiyonel beton tasarımlarının yapılması için baraj sahası kaya ocağına ait gnays cinsi kayaç ve dere yatağından alınan doğal şekillenmiş gözlü gnays malzemeler ile kırma eleme tesisinde elde edilen maksimum tane büyüklüğü $D_{maks}=50,8$ mm olan dört sınıf agregası (0-4,75 mm, 4,75- 12,7 mm ve 12,5-25,4 mm ve 25,4,0-50,8 mm), 1 tip çimento (CEM I 42,5R) ve 1 adet tip II mineral katkı (Yatağan Termik Santrali uçucu külü) malzemeleri üzerinde çalışılmıştır. İlave olarak daha önce beton imalatında kullanıldığı bilinen kalker (kireçtaşı) türü malzeme de benzer şekilde 4

sınıf agregası olarak gnays ile karşılaştırma yapılması amacıyla gönderilmiştir. Laboratuvarımızda gnays türü malzeme ile SSB ve konvansiyonel beton tasarımları hazırlanarak agregası fiziksel ve kimyasal parametreler bakımından uygun olduğu bilinen kalker malzeme ile tasarlanan SSB ve konvansiyonel beton tasarımları ile karşılaştırma yapılmıştır. Laboratuvar çalışmalarının akabinde karışım oranları uygun olduğu düşünülen tasarımların şantiye imkânları ile yerinde deneme üretimleri, serimleri ve sıkıştırma faaliyetleri gerçekleştirilmiştir.

2.1 Agregası Fiziksel ve Kimyasal Deneyleri

Uygulamalı araştırma çalışması kapsamında, farklı zaman aralıklarında gerçekleştirilen agregası deneylerine ait bilgiler Çizelge 1’de belirtilmiştir.

Çizelge 1 - Gerçekleştirilen agregası deneyleri

Deney	Deney Standardı
Agregası Karışımlarının Elek Analizi	ASTM C136
Taneler Arası Boşluklu Birim Hacim Kütle ve Boşluk Oranı	ASTM C29
Yoğunluk, Bağlı Yoğunluk ve Su Emme Oranı Tayini (İri Agregası)	ASTM C 127
Yoğunluk, Bağlı Yoğunluk ve Su Emme Oranı Tayini (İnce Agregası)	ASTM C 128
Parçalanma Direncinin Tayini (Los Angeles, 500 Devir)	ASTM C 131
Dona Dayanıklılığın Kimyasal Yöntemle Tayini (Na_2SO_4)	ASTM C 88
Agregası Kırılma Değeri Tayini	BS 812-110
Metilen Mavisi Tayini	TS EN 933-9
Beton Agregalarında Tabii Don Tayini	TS EN 1367-1
Petrografik inceleme	TS EN 12407
Doğal Taşlar Terimler ve Tarifler (Kayaç Tanımlama İşlemi)	TS EN 12670

2019 yılında Sarıçay Barajı gnays malzemesi araştırma çalışması için araziden alınan ilk numune grubu üzerinde laboratuvar ortamında başlanmıştır. Bu tarihte gerçekleştirilen Sarıçay Barajı agregaları elek analizi sonucunda 0-4,75 mm, 4,75- 12,7 mm ve 12,7-25,4 mm ve 25,4-50,8 mm olarak 4 sınıf olarak çeşitlendirilmiştir. Gnays cinsi malzemenin ince agregasında kirlilik yönünden incelenmesi için gerçekleştirilen metilen mavisi deney sonuçlarında kırma gnays için 3,3 ve dere yatağından alınan gnays malzeme ince agregasında 1,3 değeri tespit edilmiştir. Çok ince malzeme içeriği (0,075 mm’den geçen malzeme) kırma malzemede yaklaşık %12 ve dere malzemesinde %6,2 civarında elde edilmiştir. Yaklaşık %16 çok ince malzeme içeren kireçtaşı malzeme için yapılan metilen mavisi deneyinde ise 3,3

metilen mavisi değeri elde edilmiştir. DSİ Beton İşleri Teknik Şartnamesi’nde [16] magmatik kökenli kayaçlar için metilen mavisi için sınır değeri 3,5 ve sedimanter kökenli kayaçlar için 2,0 verilmiştir. Özgül ağırlıkları yaklaşık olarak 2,65 olan gözlü gnays 0-5 mm kırma agregasında ve dere yatağından alınan gözlü gnays 0-5 mm agregasında su emme değerleri sırası ile %1 ve %0,8 olarak elde edilmiştir. Kalker malzemede ise bu değeri %1,7’dir. Dona dayanıklılığın kimyasal yöntemle tayini (sodyum sülfat) deney sonuçları ise kırma ve dere agregası (0-5 mm) gnayslarında sırası ile %9 ve %4 olarak elde edilmiştir. Orta ve iri agregalarda da bu değerlere yakın sonuçlar elde edilmiştir. Bu değerler şartname kriterlerini (İnce agregası için %10, iri agregası için %12) sağlamaktadır. Parçalanmaya karşı direnç tayini Los

Angeles deneyinde kırma ve dere gnayslarında 25-50 mm anma boyut aralığında 100 devirde sırası ile %17 ve %15, 500 devirde ise sırası ile %54 ve %51 değerleri elde edilmiştir. Bu değerler şartname kriterinin (%50) üzerinde olduğundan aşınmaya maruz betonlarda kullanılması önerilmemektedir.

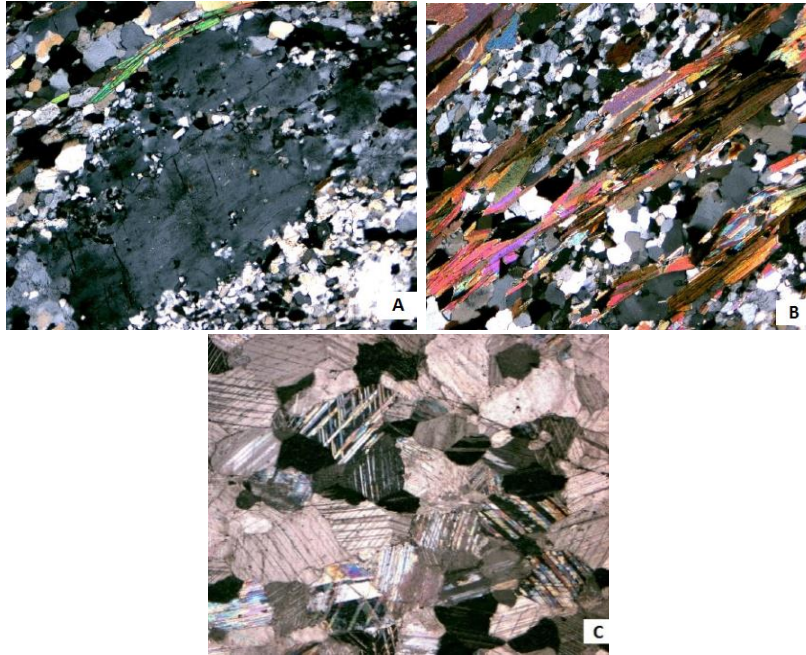
Agrega kırılma değeri tayini sonuçları kırma ve dere gnaysları 15-25 mm anma boyut aralığı için sırası ile %29,4 ve %29,6 olarak ölçülmüştür. SSB imalatında kullanılan agregalar için şartnamede agregası kırılma değeri sınırı %30 olarak verilmiştir.

2021 yılında, Sarıçay Barajı kaya ocağının farklı derinlik ve konumlarından elde edilen ikinci grup gözlü gnays kırma malzemeleri üzerinde laboratuvar çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Agregalarda gerçekleştirilen elek analizi neticesinde malzemelerin 0-4,75 mm, 4,75- 25,4 mm ve 25,4-50,8 mm olarak 3 sınıf olarak sınıflandırıldığı tespit edilmiştir. Gnays cinsi

malzemenin ince agregasında kirlilik yönünden incelenmesi sonucunda metilen mavisi deney sonuçlarında 2,0 değeri tespit edilmiştir. Çok ince malzeme içeriği (0,075 mm'den geçen malzeme) kırma malzemede yaklaşık %8,4 olarak elde edilmiştir. İnce agregada dona dayanıklılık (sodyum sülfat ile) %8, tabii donma çözülmeye karşı direnci ise 5-19,1 mm agregası için %1,3'dür. Şartname kriterleri sağlanmaktadır.

25,4-50,8 mm anma boyut aralığında gnays ve kireçtaşı agregaları üzerinde petrografik inceleme ve tanımlama işlemleri gerçekleştirilmiştir. Numunelerden hazırlanan ince kesitler, polarizan mikroskopta incelenmiş, numunelere ait doku ve yapı, mineralojik bileşimi, alterasyon gibi mikroskobik özellikleri tespit edilerek tanımlama işlemi gerçekleştirilmiştir. Kayaçların bir kısmının bantlı gnays, ekseriyetinin ise gözlü gnays olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 2 - Gözlü (A) ve bantlı (B) gnays ve kristalize kireçtaşı (C) dokularının mikroskobik incelemesi (x25,xpl)

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen mikroskobik inceleme sonuçlarının bir kısmı Şekil 2'de verilmiştir. Şekil 2-A mikro fotoğrafta numunenin gözlü gnays dokusu görülmektedir. Ortadaki gri renkli mineral göz halindeki alkali feldspat kristalidir. Kuvars çatlağı ile kesilmiş olduğu anlaşılmıştır. Porfiroblastın üstünde kuvars bandı ile mika seviyesi, altta ise kuvarsofeldspatik bant tespit edilmiştir. Foliyasyon gösteren numunenin dokusunun

bazen kıvrımlı, düzgün ve devamlılık gösteren ince granoblastik bantlar ile lepidoblastik seviyelerin ardanması şeklinde gözlenen lepidogranoblastik gnays dokusu olduğu ve porfiroblastik ve mirmekitik doku gibi dokusal çeşitlilik gösterdikleri tespit edilmiştir.

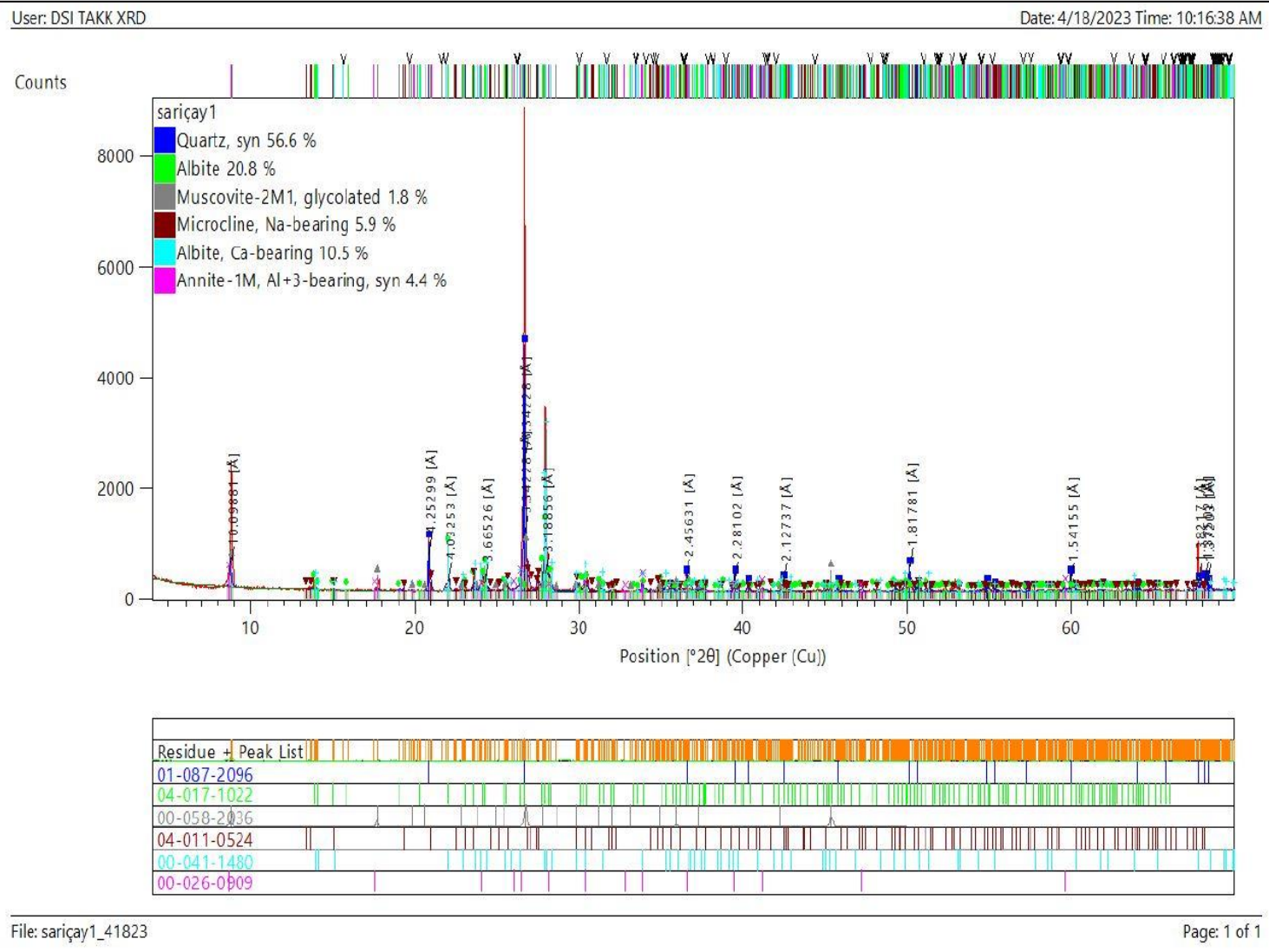
Şekil 2-B'de ise numunenin bantlı gnays dokusu görülmektedir. Gri, beyaz renkli mineraller kuvars bantları ile kuvarsofeldspatik bantları oluşturdukları

anlaşılmasıdır. Renkli yapraksı ve şeritimsi kristaller ise mika seviyelerini göstermiştir. Ardalanma net biçimde görülmüştür. Foliyasyon gösteren numunenin dokusu, düzgün ve devamlılık gösteren ince granoblastik bantlar ile lepidoblastik seviyelerin ardalanması şeklinde gözlenen lepidogranoblastik gnays dokusu olduğu anlaşılmıştır.

Gözlü ve bantlı gnaysların ana mineralinin kuvars olduğu tespit edilmiştir. Esas minerallerinin kuvars, alkali feldspat, plajiyoklaz, biyotit, muskovit olduğu belirlenmiştir. Tali minerallerin zirkon olduğu belirlenirken, alterasyon ürünü olarak az oranda yer yer killeşmelere rastlanmaktadır. Şekil 2-C'de mikroskobik olarak yönlenme gösteren, hemen hemen eş boyutlu ve

mozaik (granoblastik) dokulu kristalize kireçtaşı numunesinin, poligonal şekilli kalsit ve az orandaki dolomit kristallerinin düzgün, basit kristal sınırları boyunca kenetlenmesinden oluştuğu görülmüştür. Ortalama 0,8 mm tane iriliğine sahip, kaba taneli (makrokristalin) kalsitler, polisentetik ikizli (kayma ikizli), rombohedral dilinimli, kristaller halinde gözlenmiştir.

Numunelerin tamamında alkali silika reaksiyonuna neden olacak minerale raslanmamış, killeşmenin ise feldspat minerallerinin şişme özelliği bulunmayan kaolin minerallerine dönüşmesi şeklinde oluştuğu tespit edilmiştir. Numune ile XRD analizi yapılmış olup analiz sonucu aşağıda verilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3 – Numunenin XRD analizi

2.1.1 Agregada Fiziksel ve Kimyasal Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Sarıçay Barajı SSB ve CVC betonlarında incelenen gözlü gnays malzemesinin kullanıma elverişli olup olmadığının belirlenmesi için DSİ Beton İşleri Teknik Şartnamesine başvurulmuştur. Bu şartnamenin, DSİ Genel Müdürlüğüne tamamlanan birçok su yapısı, sanat yapısı, arıtma tesisi, köprü, tünel ve taşkın koruma gibi betonun yoğun bir biçimde kullanıldığı yapıların inşaat ve kullanım süresince edinilen bilgi ve kurumsal tecrübe ile ortaya çıkarılmış olan inşaat yapım ve malzeme kriter ve gerekliliklerine ait bilgileri içerdiği görülmüştür. Örneğin beton agregası hususunda TS EN 206 ve onun tamamlayıcısı olan TS 13515, TS 706 EN 12620, ASTM C33 gibi standartlarda belirtilen bazı kriter değerler ile tecrübeye dayalı olarak tayin edilen değerleri içerisinde barındırdığı anlaşılmıştır.

Araştırma kapsamında agregalar üzerinde yapılan ayrıntılı petrografik ve X ışını difraktometresi (XRD) analiz sonuçları kayanın ana bileşen olarak kuvars, feldispat (Na,Ca plajikolaz, K,Na-feldispat) ve mika (K ve Fe'li mikalar) grubu minerallerden oluştuğu tali olarak da zirkon minerali içerdiğini ortaya koymuştur. Gnays olarak adlandırılan bu kayanın kayda değer miktarda zararlı mineral içermediği tespit edilmiştir. Gnays cinsi malzemenin özgül kütle (yoğunluk) ve su emme değerleri şartname kriterlerini sağlamıştır. Gnays türü

malzeme üzerinde yapılan Los Angeles aşınma kaybı deneyinde limit değerinin bir miktar üzerinde aşınma kaybı elde edilmiştir. Bu nedenle bu agreganın aşınmaya maruz betonlarda kullanılması önerilmemiştir. Dona dayanıklılığın kimyasal yöntemle tayini deneyinde tüm sonuçlar sınırın altında kalmış olup gnays cinsi kayacın dona dayanıklılığı şartname kriterlerini sağlamıştır. Özellikle SSB türü betonlarda silindire sıkıştırılması sırasında agregaların parçalanması istenmediğinden agreganın kırılma değeri tayini deneyi yapılmış olup maksimum %30 olan sınırın altında sonuç elde edilmiştir. Metilen mavisi deney sonuçlarının, DSİ Beton İşleri Teknik Şartnamesi'nde verilen magmatik kökenli kayalar için 3,5 ve sedimanter kökenli kayalar için 2,0 değeri ile kıyaslandığında DSİ Beton İşleri Teknik Şartname [16] kriterini sağladığı görülmüştür.

Yukarıda belirtilen çıkarımların, şantiye sahasından temin edilen kayaç ve agregaların beton agregası olarak kullanımı hususunun olumlu şekilde neticelenmesi ile gerek SSB ve gerekse konvansiyonel beton tasarımlarında gnays malzemenin kullanımının taze ve sertleşmiş beton parametreleri bakımından araştırılması kısmına geçilmiştir.

2.2 Taze ve Sertleşmiş Beton Deneyleri

Uygulamalı araştırmanın ikinci kısmında, farklı zaman aralıklarında gerçekleştirilen taze ve sertleşmiş beton deneylerine ait bilgiler Çizelge 2'de belirtilmiştir.

Çizelge 2 - Gerçekleştirilen taze ve sertleşmiş beton deneyleri

Deney Adı	Deney Standardı
Taze beton deneyleri, vebe deneyi, kıvam tayini	ASTM C1170
Titreşim tablası kullanılarak silindir kalıplarda SSB yapımı	ASTM C1176/1176M
Taze betonda hava içeriğinin tayini	TS EN 12350-7
Sertleşmiş betonda basınç dayanımı tayini	TS EN 12390-3
Sertleşmiş betonda yarmada çekme dayanımı tayini	TS EN 12390-6
Sertleşmiş betonda geçirgenlik katsayısı tayini	TS 3455
Sertleşmiş betonda sekant elastisite modülü tayini	TS EN 12390-13
Sertleşmiş betonda direkt çekme dayanımı tayini	DSİ işletme içi yöntem*

* Taze beton silindir kalıplara doldurulurken tam merkeze iki ucu birleştirilmiş nervürlü demir donatı yerleştirilir ve beton sertleştikten sonra demir donatıdan çekme deneyine tabi tutulur. Gerçekte donatı değil beton çekilmeye maruz kalmaktadır.

Aydın Söke Sarıçay Barajı taze ve sertleşmiş beton çalışmaları 2019, 2021 ve 2022 yıllarında gerçekleştirilmiştir. 2019 yılında gerçekleştirilen kısmında proje mukavemet parametreleri proje müellifleri

tarafından henüz belirlenmemiştir. Bu yılda gerçekleştirilen araştırma ile beton agregası olarak kullanımı uygun olduğu sonucuna varılan gnays malzemesinin betonun kıvam, işlenebilirlik, basınç dayanımı gibi taze ve

sertleşmiş SSB ve CVC parametrelerine etkisinin araştırılması amacı ile çalışmalara devam edilmiştir.

2021 yılında revize süreçleri akabinde proje müellifleri tarafından 270 günlük SSB Basınç Mukavemeti 10 MPa, SSB doğrudan çekme mukavemeti (asgari): 0,60 MPa, SSB Tabakalararası doğrudan çekme mukavemeti (asgari): 0,50 MPa, SSB dinamik doğrudan çekme mukavemeti 0,9 MPa, SSB elastisite modülü 17,7 GPa, CVC beton elastisite modülü 28,0 GPa verilmiş olup, CVC beton karakteristik basınç dayanımı için 90 günlük C20/25 değerlerinin sağlanmasına yönelik çalışmalar laboratuvar ve şantiyede gerçekleştirilmiştir.

2022 yılında baraj gövdesinde SSB beton mukavemet parametreleri proje müellifleri tarafından son revize işlemine tabi tutulmuş ve gövde betonunda -14,0 ila 3,0 m kotları arasında 12 MPa, 3,0 m ila 45,0 m kotları arasında 10 MPa, 45,0 m ila 60,0 m kotları arasında 8 MPa ve 60,0 m ila 118,0 m kotları arasında ise 7 MPa 270 günlük hedef basınç dayanımlarının elde edilmesi gerektiği ifade edilmiştir. 2022 yılında, kesinleşen bu değerlere yönelik 2021 yılında belirlenen mevcut karışım oranları üzerinde teorik bir çalışma gerçekleştirilerek 2022 yılına ait SSB nihai karışım oranları belirlenmiştir.

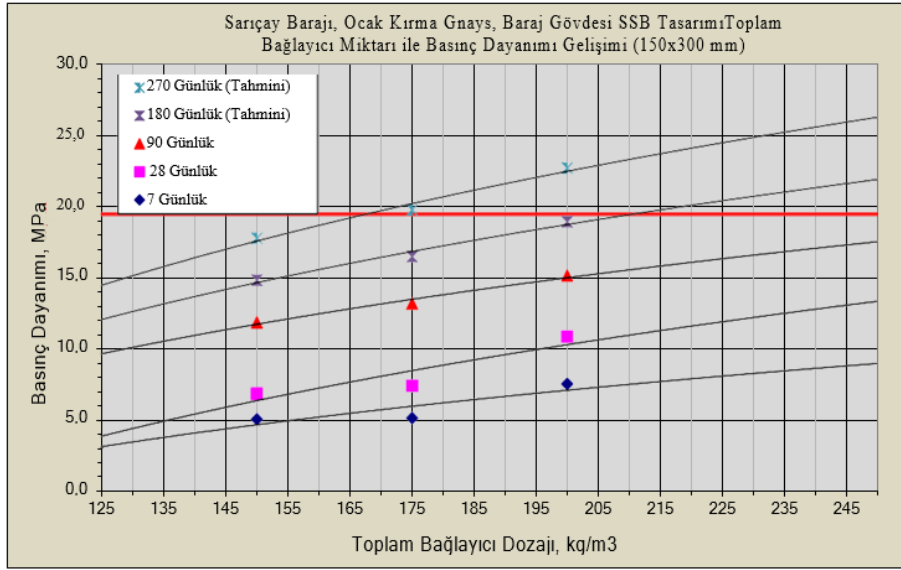
2.1.1 Taze ve Sertleşmiş Beton Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Araştırma faaliyetlerinin 2019 yılında gerçekleştirilen kısmında Sarıçay Barajı, Baraj Gövdesi SSB kütle betonu tasarımı için en yakın fabrikadan TS EN 197-1'e

uygun CEM I 42,5 R sınıfı çimento ve TS EN 450-1'e uygun Yatağan Termik Santrali F sınıfı uçucu kül ile farklı toplam bağlayıcı dozajlarında ve toplam bağlayıcıya %40 oranında uçucu kül kullanarak her bir agrega malzemesi için 3 farklı toplam bağlayıcı dozajında karışımlar hazırlanmış olup farklı deneyler için numuneler alınmış ve normal şartlarda kür ile elde edilen 90 günlük sonuçlarından hareketle 90 ile 180 gün arasında %25'lik artışla tahmini 180 günlük ve 180 ile 270 gün arasında %15'lik tahmini artışla 270 günlük sonuçlar elde edilerek değerlendirmeler yapılmıştır. Uçucu kül üzerinde yapılan deneylerde CaO miktarının bir miktar yüksek olduğu (%10 civarı) ve inceliğinin de yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle SSB'de su ihtiyacında yaklaşık %30'luk artış meydana gelmiştir. Vebe deneyinde SSB yerleştirme ve sıkıştırma süresi 15 ila 25 s arasında ayarlanacak şekilde su içeriği 150 kg/m³ olarak belirlenmiştir. Diğer taraftan VeBe süresi normal bir SSB için beklenen değerlerdir. Tüm beton karışımlarında hava içeriği dâhil taze beton birim ağırlığı bu deney ile elde edilmiştir. Ayrıca, SSB için elde edilen teorik birim kütle değerleri ile karşılaştırma yapılmıştır. Bu makalede verilen çalışmalar arazide bulunan kaya ocağı kırma gnays ve dere malzemesi gnaysı kullanılarak gerçekleştirilen tasarım çalışmalarını içerir. Makalenin bu kısmında, sadece kaya ocağından temin edilen kırma gnayslar ile üretilen SSB'lere ait sonuçlar ve bu sonuçlar arasından da basınç dayanım gelişim grafiği paylaşılmıştır.

Çizelge 3 - SSB tasarımına yönelik kaya ocağı kırma gnays agreganın özgül kütle, su emme oranı, karışım oranları ve incelik modülü değerleri

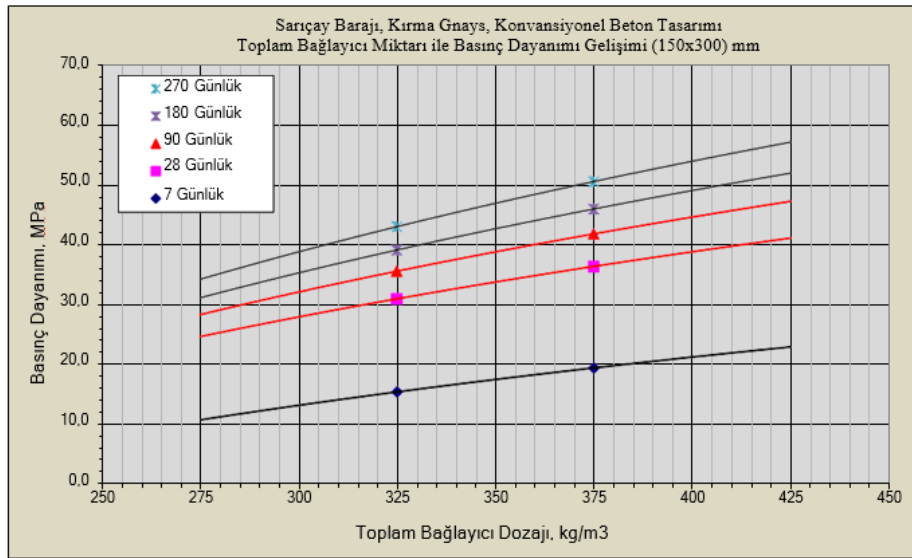
Agrega Tane Anma Boyut Aralığı (mm)	Özgül Ağırlık	Su Emme Oranı (%)	Tasarımda Kütlece Agregası Karışım Oranları (%)	İnce Agregası ve Tüvenan İçindeki Kum İncelik Modülü
25-40	2,65	0,5	20	Tüvenan içerisindeki kumun incelik modülü 2,42
15-25	2,65	0,5	20	
5-15	2,65	0,7	20	
0-5	2,61	1,0	40	



Şekil 4 - 2019 yılı kaya ocağı kırma gnays malzemesi ile yapılan SSB tasarımından elde edilen basınç dayanımı ile toplam bağlayıcı içeriği arasındaki ilişki

Elde edilen 7, 28, 90 ve tahmini 180 ve 270 günlük deney sonuçları ve bu sonuçlardan hareketle en emniyetli şekilde SSB karışım oranları tespit edilmiştir. Elde edilen deney sonuçlarının değerlendirilmesi amacıyla grafiğe aktarılarak örneğin 180 ve/veya 270 günlük hedef dayanım yaşına olabilecek olan emniyet payı ile birlikte 20 MPa basınç dayanımı değerinin hangi toplam bağlayıcı içeriğinde elde edilebileceği Şekil 4'te belirtilmiştir. 20 MPa hedef dayanım değeri 2019 yılında yapılan çalışmada bir hedef dayanımı belirtilmediği için örnek ve yaklaşık olarak belirlenmiştir. Kırma gnays malzeme ile üretilen konvansiyonel beton

tasarımlarının toplam bağlayıcı dozajı ile basınç dayanımı arasındaki ilişki Şekil 4'te verilmiştir. Hedef dayanım yaşına ve dayanıma bağlı olarak toplam bağlayıcı miktarları tahmin edilmiştir. 2019 yılında proje kriteri olarak belirlenmemesine karşın C30/37 WR geçirimsiz konvansiyonel beton için beton tasarımı oluşturulmuştur. Bu tasarımın karışım oranlarındaki toplam agreganın % 49 oranında 0-4,75 mm, %25 4,75-12,7 mm % 26 oranında ise 12,7-25,4 mm anma boyut aralığına sahip kırma gnayslar kullanılmıştır. Bunlarla birlikte CVC beton tasarımında süper akışkanlaştırıcı kimyasal katkıları kullanılmıştır.



Şekil 5 - 2019 yılı kaya ocağından elde edilen kırma gnays malzeme ile yapılan konvansiyonel betonlara ait basınç dayanımı ile toplam bağlayıcı içeriği arasındaki ilişki

Taze betonda 1 m³ beton için su ihtiyacı normal bir SSB'de bulunan su miktarına göre bir miktar yüksek (5-10 kg/m³) elde edilmiştir. Bunun nedeni, ince malzeme içeriğinin yüksek olması, agrega özgül yüzey alanının fazla olması, uçucu külün inceliğinin fazla olması ve az da olsa kaolin kil içermesinden kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Ancak, kalker malzeme ile su ihtiyacı değerleri kıyaslandığında 5 ila 10 kg/m³ daha fazla tespit edilmiş olup bu değerler önemli mertebede olmadığı çıkarımında bulunulmuştur. Su içeriğinin bir miktar artması ile sonuç olarak betondaki çimento miktarının da artmasına da neden olduğu tespit edilmiştir.

SSB'nin işlenebilirliği, kıvamı ve kohezyonu istenilen düzeyde bulunmuş olup betonda herhangi bir segregasyon gözlenmemiştir. Tasarımlarda vebe süresi 15-25 s arasında olacak şekilde ayarlanmıştır.

SSB tasarımında örneğin 270 günde hedef dayanımın 20 MPa olduğu bir betonda dere yatağından alınan gnays ile yapılan SSB için toplam bağlayıcı 160 kg/m³, kaya ocağından elde edilen kırma gnays malzeme ile tasarlandığında toplam bağlayıcı miktarı yaklaşık 165-170 kg/m³ ve kireçtaşı (kalker) ile yapılan SSB tasarımında toplam bağlayıcı içeriği 135 kg/m³ olarak elde edilmiştir.

Gnays malzeme ile SSB tasarımlarının yapılmasında herhangi bir olumsuzluğa rastlanmamıştır. Elde edilen dayanımlar yeterli düzeyde bulunmuştur. Hedef dayanım yaşının 90 gün yerine 180 veya 270 gün seçilmesi ile toplam bağlayıcı miktarının büyük oranda azalabileceği grafiklerden anlaşılmıştır.

Konvansiyonel beton tasarımında kırma gnays kullanılan betondaki su ihtiyacı SSB'de tespit edildiği gibi kalker malzemeye göre bir miktar daha artmıştır. Betondaki su ihtiyacını mümkün mertebe azaltmak için yüksek oranda su azaltıcı ve akışkanlaştırıcı kimyasal katkıdan yararlanılmış ve slump değerleri pompa ile iletilen betonunkine eşdeğer olacak şekilde 10-15 cm şeklinde ayarlanmıştır. Ancak, betonun su ihtiyacı artmasına rağmen dayanımlarda belirgin bir şekilde azalma görülmemiştir.

Beton tasarımlarında yaklaşık 300 – 375 kg/m³ arasında toplam bağlayıcı kullanılmış olup bu değerlerin %25'i uçucu kül olarak belirlenmiştir. Su ihtiyacının artmasında kilin

varlığı ve uçucu külün inceliği etkili olduğu çıkarımında bulunulmuştur.

Çok ince malzeme içeriği yüksek olan kırma malzemelerle kimyasal katkı miktarı toplam bağlayıcıya oranla %1,5 olarak kullanılırken dere malzemesinde çok ince malzeme içeriği daha düşük olduğundan bu oran %1,2 olarak belirlenmiştir.

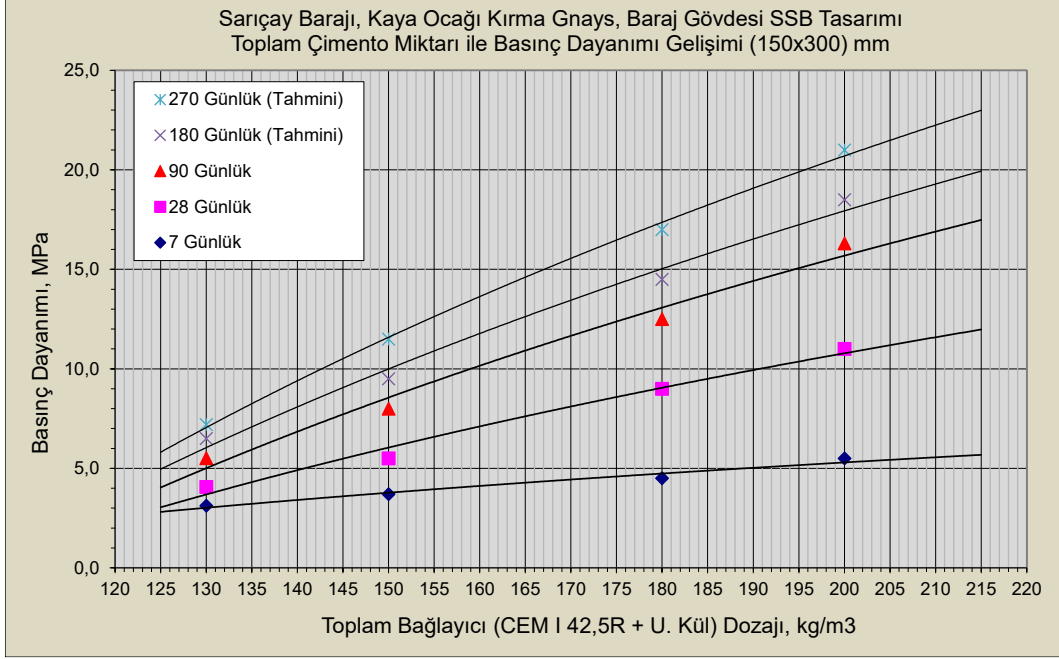
CVC beton tasarımında örneğin hedef dayanım yaşının 90 gün olduğu C30/37 WR geçirimsiz beton sınıfı için hedef dayanımın küp numune için 37+6=43,0 MPa olduğu bir betonda kaya ocağından elde edilen kırma gnays ile yapılan beton için toplam bağlayıcı 375 kg/m³, dere yatağından elde edilen doğal gnays malzeme ile tasarlandığında toplam bağlayıcı miktarı yaklaşık 330-340 kg/m³ ve kireçtaşı ile yapılan SSB tasarımında toplam bağlayıcı içeriği 350 kg/m³ olarak elde edilmiştir. Elde edilen konvansiyonel beton tasarımlarında standart beton küp numuneler (150x150x150) mm kullanılmıştır.

Normal agrega ile yapılan konvansiyonel beton (CVC) için belirlenen toplam bağlayıcı içeriği ve gnays malzeme ile yapılan betonların toplam bağlayıcı içeriğinde fazla bir artış olmamış olup kırma gnays ile karşılaştırıldığında 25 kg/m³ bir fark tespit edilmiştir. Bu değerlendirme C30/37 geçirimsiz beton sınıfı için geçerlidir.

2.2.2 Taze ve Sertleşmiş Beton Deney Sonuçları

2021 yılı Sarıçay Barajı proje paftasında belirtilen kriterler doğrultusunda SSB ve CVC betonlar için toplam bağlayıcı dozajları belirlenmiştir. SSB için basınç dayanımı ve doğrudan çekme dayanımı (150x300) mm silindir numuneler için 270 günde sırasıyla 10 MPa ve 0,60 MPa olması gerektiği proje müellifleri tarafından belirlenmiştir. Bu değere ve basınç dayanımına göre kırma gnays, dere malzemesi gnaysı ve kalker malzemesi kullanılarak SSB karışım oranları çalışılmıştır.

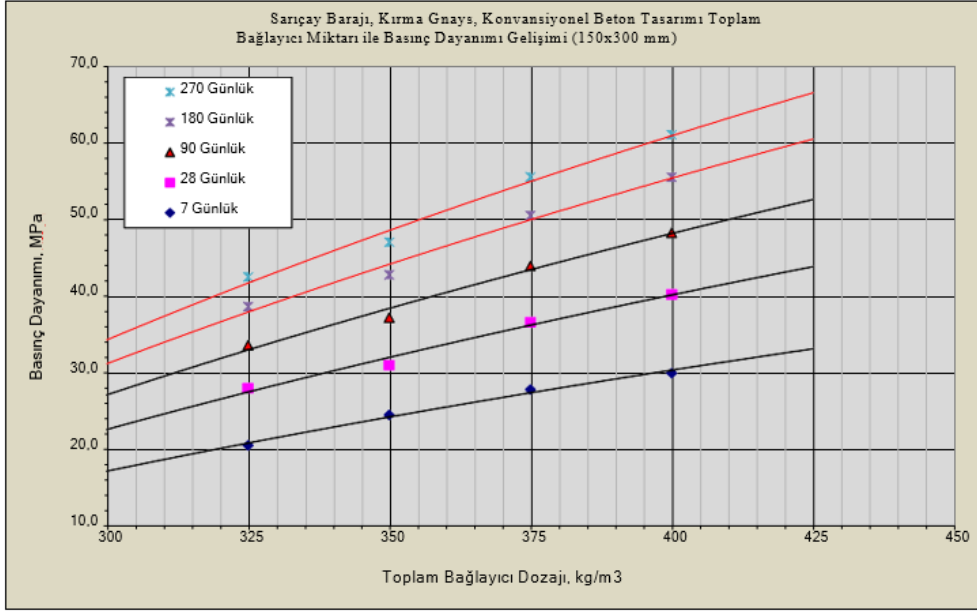
180 ve 270 günlük deney sonuçları, boyutları 150x300 mm olan silindir numunelerden elde edilen 7, 28 ve 90 günlük deney sonuçları üzerinden hesaplanarak elde edilmiştir. Araştırmanın 2021 yılına ait deney sonuçlarından yalnızca kırma gnays malzemesi kullanılarak elde edilen numunelere ait sonuçların bir kısmı paylaşılmıştır.



Şekil 6 - 2021 yılı kaya ocağı kırma gnays malzemesi ile yapılan SSB tasarımlarından elde edilen basınç dayanımı ile toplam bağlayıcı içeriği arasındaki ilişki

Yukarıdaki şekilde elde edilen sonuçlar uygulamalı araştırma çalışmasının en önemli sonuç grafiğidir. 2021 yılı proje kriterlerine göre üretilen SSB silindir betonlarına ait sonuçlarla çizilen bu grafik 2022 yılında tekrar ve gövde üzerinde kademeli olarak revize edilen basınç dayanımlarına teorik olarak geçiş çalışmasında kullanılmıştır. Grafikten anlaşılacağı üzere bu çalışmada 130, 150, 180 ve 200 kg/m³ toplam bağlayıcı miktarları ve bu miktarların %40'ı oranında F sınıfı uçucu kül, her bir karışımda 165 litre karışım suyu kullanılmıştır. Kullanılan orta düzey akışkanlaştırıcı ve priz geciktirici özelliklere sahip kimyasal katkı miktarı her bir karışım için %1,5 olarak kullanılmıştır. Ölçülen vebe süresi 25 - 30 s aralığındadır. Karışımda kullanılan toplam agreganın içerisindeki kütlece dağılım oranları; 0-5 mm ince agrega

%38, 5-25,4 mm %35 ve 25,4-50,8 mm agrega ise %33 oranındadır. Verilen grafikte (Şekil 6) proje kriteri olarak belirtilen 10,0 MPa 270 günlük basınç dayanımı değerini ve buna karşılık gelen 0,60 MPa direk çekme dayanımı değerini ihtiyat payı ile en az 155 kg/m³ toplam bağlayıcı değerinin sağladığı tespit edilmiştir. Elde edilen karışım doğrulama çalışma sonuçları ve proje parametrelerindeki değişikliklere göre gerek taze beton ve gerekse sertleşmiş beton özellikleri değerlendirilerek bu yıla ait son karışım oranlarına karar verilmiştir. 2021 yılında gerçekleştirilen konvansiyonel beton tasarımlarının toplam bağlayıcı dozajı ile basınç dayanımı arasındaki ilişkiler Şekil 7'de verilmiştir. Hedef dayanım yaşına ve dayanıma bağlı olarak toplam bağlayıcı miktarları tahmin edilebilmektedir.



Şekil 7 - 2021 yılı kaya ocağı kırma gnays malzemesi ile yapılan CVC tasarımlarından elde edilen basınç dayanımı ile toplam bağlayıcı dozajı arasındaki ilişki

Şekil 7'den anlaşıldığı üzere CVC beton tasarımlarında yaklaşık 325, 350, 375 ve 400 kg/m³ arasında toplam bağlayıcı kullanılmış olup bu değerlerin %25'i uçucu kül olarak belirlenmiştir. CVC beton tasarımında bu yıl için proje kriteri olarak C20 beton sınıfı tarif edilmiş olup bu değer geçirimsizlik için yeterli bulunmamıştır. Beton sınıfının en az C30/37 WR beton sınıfı olması hedeflenmiştir. Hedef dayanım silindir numune için en az 30,0 MPa olan bir beton için kaya ocağından elde edilen kırma gnays ile yapılan beton için toplam bağlayıcı yaklaşık 350 kg/m³ olarak tespit edilmiştir.

2.2.2.1 2021 Yılı Taze ve Sertleşmiş Beton Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Kırma gnays malzeme ile yapılan SSB tasarımında vebe süresine bağlı olarak yaklaşık 160 kg/m³ ila 170 kg/m³ karışım suyu içeriği ve konvansiyonel beton tasarımında yaklaşık 190 ila 200 kg/m³ su içeriği tespit edilmiştir. Yüksek su içeriğinin nedenlerinden bir tanesi gnays türü ince agreganın özgül yüzey alanının fazla olması ve karışımlarda Termik santralden temin edilen F sınıfı uçucu külün inceliğinin ve CaO içeriğinin yüksek olması da karışım suyu içeriğinin artmasına yol açtığı çıkarımında bulunulmuştur. Taze betonda 1 m³ beton için su ihtiyacı normal bir SSB'de bulunan su miktarına göre bir miktar yüksek elde edilmiştir. Su içeriğinin bir miktar artması, sonuç olarak betondaki çimento miktarının artmasına da neden olmuştur.

SSB'nin işlenebilirliği, kıvamı ve kohezyonu istenilen düzeyde bulunmuş olup betonda herhangi bir segregasyon gözlenmemiştir. Tasarımlarda 165 kg/m³ su içeriği ile 20-30 s vebe süresi elde edilirken su içeriği 170 kg/m³ olan karışımlarda 15-25 s arasında olacak şekilde ayarlanmıştır. SSB tasarımında 270 günde basınç dayanımı 10 MPa ve doğrudan çekme dayanımının 0,60 MPa olduğu durumda SSB için toplam bağlayıcı 155-165 kg/m³ olarak belirlenmiştir. Gnays türü agregalar ile SSB tasarımlarının yapılmasında herhangi bir olumsuzluğa rastlanmamıştır. Elde edilen dayanımlar yeterli düzeyde bulunmuştur. Konvansiyonel beton tasarımında betondaki su ihtiyacı SSB'de tespit edildiği gibi normal betonda olduğundan daha fazla bulunmuştur. Betondaki su ihtiyacını mümkün mertebe azaltmak için yüksek oranda su azaltıcı ve akışkanlaştırıcı kimyasal katkıdan yararlanılmış ve slump değerleri pompa ile iletilen betonunkine eşdeğer olacak şekilde 15±3 cm şeklinde ayarlanmıştır. Ancak, betonun su ihtiyacı artmasına rağmen dayanımlarda belirgin bir şekilde azalma görülmemiştir. Su ihtiyacının artmasında şişebilen kil olmayan ve nispeten sertleşmiş betona zarar vermeyen fakat taze beton parametrelerine etki edebilen kaolin kilinin varlığı ve uçucu külün inceliği etkili olabileceği düşünülmüştür.

2.2.3 2022 Yılı Teorik Olarak Karışım Oranlarının Belirlenmesi Çalışmaları

2022 yılı Sarıçay Barajı Gövde Dinamik Analiz Raporunda kota bağlı dayanım azaltması uygulaması bölümünde verilen analiz sonuçlarına göre baraj gövdesi -14,0 ila 3,0 m kotları arasında 12 MPa, 3,0 m ila 45,0 m kotları arasında 10 MPa, 45,0 m ila 60,0 m kotları arasında 8 MPa ve 60,0 m ila 118,0 m kotları arasında ise 7 MPa hedef dayanımların belirlendiği ifade edilmiştir. Bu rapor içerisinde geçtiği belirtilen basınç dayanımı ile toplam bağlayıcı arasındaki

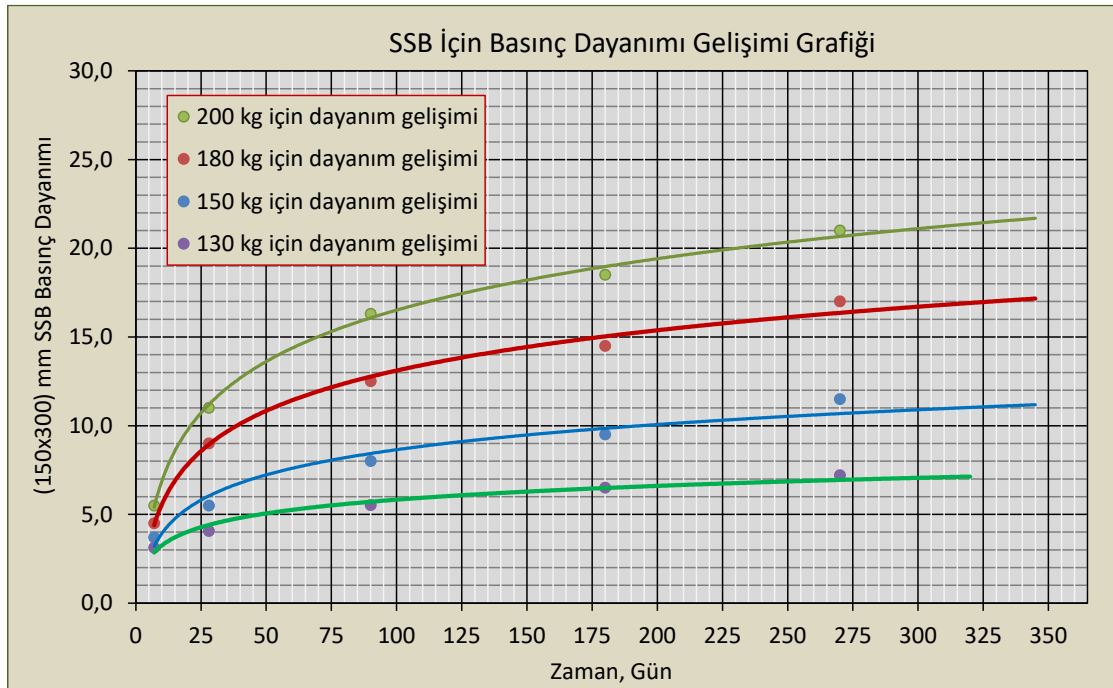
ilişkiler kullanılarak yapılan değişiklik bilgilerine göre SSB için yeni karışım oranlarının grafiksel yaklaşımla hesaplanması amaçlanmıştır. 2021 yılında gerçekleştirilen ve 270 günlük 10 MPa silindir basınç dayanımı toplam bağlayıcı dayanım gelişimini gösteren grafik üzerinden revize edilen ve kota dayalı 7, 8, 10 ve 12 MPa basınç dayanımlarına karşılık gelen karışım oran ve çimento miktarlarının teorik olarak hesaplama işlemi gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 4 - 2021 yılı çalışmasından elde edilen basınç dayanım gelişimlerine karşılık gelen toplam bağlayıcı miktarı ve çimento içeriği

Çimento İçeriği, kg/m ³	Toplam Bağlayıcı, kg/m ³	SSB Silindir Basınç Dayanımları (150x300 mm), MPa				
		7 gün	28 gün	90 gün	180 gün	270 gün
90,0	150,0	3,7	4,8	6,7	8,1	8,9
108,0	180,0	4,5	8,0	12,5	14,5	16,6
120,0	200,0	5,5	11,0	16,3	19,6	21,5

Öncelikle toplam bağlayıcı yerine Portland çimentosu (CEM I 42,5R) ile basınç dayanımı gelişimi yaklaşımı üzerinden bir hesap gerçekleştirilmiş ve 2 farklı kül oranı (%40 ve %35) için grafiksel yaklaşım ile toplam bağlayıcı miktarları elde edilmiştir (Şekil 7). Bu çalışma 2021 yılında toplam

bağlayıcısı %40 kül ve %60 çimento oranına göre elde edilen Şekil 6 grafiği üzerinden gerçekleştirilmiştir. Grafiksel değerlendirme yöntemi ile 270 günlük basınç dayanımları ile toplam bağlayıcı dozajları ile %40 ve %35 uçucu küllü karışımların çimento ve uçucu kül miktarları Çizelge 5'te verilmiştir.



Şekil 8 - 130, 150, 180 ve 200 kg/m³ toplam bağlayıcı dozajları için elde edilmiş olan ve hesaplanan teorik dayanım gelişim grafikleri

Çizelge 5'te hesaplanan çimento ve uçucu kül miktarları ile onlara karşılık gelen proje kriterleri hedef dayanımları belirtilmiştir. %40

ve %35 uçucu kül içeren, hesaplanan teorik SSB karışım oranları ise Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 5 - 270 günlük proje hedef dayanımları için %40 ve %35 kül oranları ile hesaplanan çimento ve toplam bağlayıcı miktarları

270 günlük hedef dayanımları, MPa	Emniyet katsayısı ile 270 günlük hedef dayanımlar, MPa	Hesaplanan çimento dozajı CEM I 42,5R, kg/m ³	Toplam Bağlayıcı (CEM I + %40 Uçucu kül), kg/m ³	Toplam Bağlayıcı (CEM I + %35 Uçucu kül), kg/m ³
7	8,5	90	150	140
8	10	93	155	145
10	12	95	160	150
12	15	102	170	160

Çizelge 6 - Proje hedef dayanımlarına ulaşmak için %35 ve %40 toplam bağlayıcı uçucu kül oranları bilgilerini içeren, hesaplanan teorik SSB karışım oranları

Karışım No.	Beton Karışım Kodu	Toplam Bağlayıcı (CEM I 42,5R+Uçucu Kül) kg/m ³	CEM I 42,5R kg/m ³	Uçucu Kül kg/m ³	Karışım Suyu Miktarı (DKY) kg/m ³	Su/ Bağlayıcı Oranı (w/cm)	Kimyasal Katkılar (Su Azaltıcı/Priz Geckitirici)		Agrega Karışım Oranları ve Miktarları, (DKY) kg/m ³		
							%	kg/m ³	Ince Agrega - 0 - 5 mm	İri Agrega - 1 : 5 - 25,4 mm	İri Agrega - 2 : 25,4 - 50,8 mm
									2,65	2,61	2,64
12 Mpa	%40 Kül	170	102,0	68,0	160,0	0,94	% 1,50	2,550	685,1	664,9	664,9
12 Mpa	%35 Kül	160	102,0	58,0	160,0	1,00	% 1,50	2,400	689,1	668,8	670,1
10 Mpa	%40 Kül	160	95,0	65,0	160,0	1,00	% 1,50	2,400	689,7	669,4	669,4
10 Mpa	%35 Kül	150	95,0	55,0	160,0	1,07	% 1,50	2,250	693,6	673,2	673,2
8 Mpa	%40 Kül	155	93,0	62,0	160,0	1,03	% 1,50	2,325	685,1	664,9	664,9
8 Mpa	%35 Kül	145	93,0	52,0	160,0	1,10	% 1,50	2,175	689,1	668,8	670,1
7 Mpa	%40 Kül	150	90,0	60,0	160,0	1,07	% 1,50	2,250	689,7	669,4	669,4
7 Mpa	%35 Kül	140	90,0	50,0	160,0	1,14	% 1,50	2,100	693,6	673,2	673,2

2022 yılı teorik SSB karışım oranlarının belirlenmesi çalışmasının sonunda Tablo 6'da verilen karışım oranları hesaplanarak elde edilmiştir. 12, 10, 8 ve 7 MPa proje 270 günlük hedef dayanımlarını elde edeceği düşünülen karışımlarda toplam bağlayıcı dozajının %35'i ve %40'ı oranlarında F sınıfı kül içerdiği durumlarda ayrı ayrı hesaplamaları gerçekleştirilmiştir.

3 YERİNDE (ARAZİ) DOĞRULAMA ÇALIŞMALARI

2019, 2021 ve 2022 yıllarında gerçekleştirilen Aydın Söke Sarıçay Barajı

gözlü gnays kayalarının beton agregası olarak kullanılabilirliğinin araştırılması, SSB ve CVC tasarımlarının uygulamalı araştırılarak gerçekleştirilmesi faaliyetleri yine aynı yıllarda gerçekleştirilen arazi çalışmaları ile devam etmiştir. Laboratuvarda uygun olduğu görülen karışımlar şantiye olanakları ile üretilip, deneme serimleri ve silindire sıkıştırma işlemlerinin gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Şantiye sahasına farklı yıllarda teknik seyahatler düzenlenerek uygun olduğu düşünülen ve revize edilen proje kriterlerine göre üretilen karışımların

işlenebilirlik, kıvam, sıkıştırılabilirlik yönünden ve deneme serimlerinden alınan karotlar üzerinden de mukavemet

parametreleri bakımından araştırılması amaçlanmıştır.



Şekil 9 - 2021 yılı arazi çalışmalarına ait bazı görseller

Yapılan arazi çalışmalarında örneğin 2021 yılında şantiyede hazırlanan dolgu sahasına serilmek üzere deneme karışımları hazırlanmıştır. 130 kg/m^3 , 150 kg/m^3 ve 170 kg/m^3 toplam bağlayıcı içeren deneme dolguları 3 tabaka halinde serimleri yapılmış ve serim süresince $150 \times 300 \text{ mm}$ silindir numuneler alınmıştır. SSB için yapılan deneme dolgu betonlarında farklı agrega oranları, toplam bağlayıcı ile su içerikleri de denenmiş ve numuneler alınarak 7, 28 ve 90 günlük elde edilecek sonuçların değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmaların neticesinde laboratuvar ortamında gerçekleştirilen SSB ve CVC tasarımlarının yerinde başarı ile üretimleri gerçekleştirilmiş ve uygun miktarda sıkışma sağlandığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, betonun sıkıştırma faktörünü bulmak amacıyla hava hariç teorik birim ağırlıktan hesaplanan kango tokmağı ile sıkıştırılmış betonun birim ağırlıkları belirlenmiştir. Çalışmada örneğin, betonun silindirle sıkıştırılması sonucunda elde edilen birim ağırlığının ölçüm sonucu hava hariç teorik birim kütle değerinin nükleer cihaza girilerek en az %98 sıkışma elde edilmesi amaçlanmıştır. Örneğin, 150 kg/m^3 toplam bağlayıcı içeren dolguda betonun silindirle sıkıştırılması sonucunda elde edilen birim ağırlık ölçüm sonucu hava hariç teorik birim kütle değerinin $(2328 / [(100 - 1,0) / 100] = 2351 \text{ kg/m}^3)$ yaklaşık %98'i ve tek problu nükleer cihazla ıslak birim kütle değeri asgari $2351 * 0,98 = 2304 \text{ kg/m}^3$ olarak okunmuştur. Betonun maksimum kuru birim hacim kütlesi $2328 - 170 = 2158 \text{ kg/m}^3$ olarak tespit edilmiştir. İnce agreganın su emme oranı belirlenerek değişiklik gözlemlendiği durumda maksimum kuru birim ağırlık tekrar hesaplanmıştır. Sıkıştırma sonrası kontrollerde betonun önceden belirlenen toplam rutubet değerini sağlamasına dikkat edilmiştir. 150 kg/m^3

toplam bağlayıcı içeren bu örnek karışımda toplam bağlayıcı miktarının %40 oranında F sınıfı uçucu kül kullanılmıştır. Aynı harmandan alınan taze beton silindir numunelere ($150 \times 150 \times 150 \text{ mm}$ anma boyutlarında, 270 günlük) ait basınç dayanımları $10-12 \text{ MPa}$ aralığında, yarmada çekme dayanımı $1,70-1,90 \text{ MPa}$, direkt çekme dayanımı yaklaşık $0,80 \text{ MPa}$ ve sekant elastisite modülü ise yaklaşık $18,0 \text{ GPa}$ olarak elde edilmiştir.

4 SONUÇ

Uygulamalı araştırma çalışması, teorik ve uygulamalı karışım oranlarının başarı ile çalışıldığı, kapsamlı arazi çalışmaları ile yerinde uygulandığı bir çalışma olmuştur. Baraj gövdesinin konumlandırıldığı jeolojik formasyonun ve ana kayanın gözlü gnaysdan oluşması ve baraj SSB dolgu malzemesi için de gözlü gnays kullanılıyor olması çalışmayı özgün kılan hususlardandır.

2019 yılında dere yatağı ve kaya ocağından alınan gözlü ve bantlı gnays kayaları üzerinde yapılan detaylı araştırmalar neticesinde bu malzemenin SSB ve CVC beton agregası olarak kullanılabilceği sonucuna varılmıştır. Proje kriteri henüz belirlenmemiş olmasına karşın SSB ve CVC tasarımları gerçekleştirilerek kontrol numuneleri üretilmiştir. Taze ve sertleşmiş beton özellikleri detaylı olarak incelenmiştir. 2021 yılında proje kriterleri proje müellifleri tarafından belirlenmiş ve bu kriterlere yönelik çalışmalar farklı konumlardan alınan gnays kayaç ve agrega numuneleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Laboratuvar ve arazi çalışmaları neticesinde uygun karışım oranları belirlenmiştir. 2022 yılında baraj gövdesi SSB beton mukavemet parametreleri tekrar revize edilmesi akabinde 2021 yılında başarı ile doğrulama

çalışmalar gerçekleştirilen karışım oranları üzerinden hesaplamalar gerçekleştirilerek 2022 yılına ait teorik karışım oranları belirlenmiş ve arazi çalışmalarında karışımların gerçeği yansıttığı görülmüştür. Ülkemizde henüz hazır beton sektöründe gnays türü agregalar ile beton üretimi ve imalatı yapılmamaktadır. Kullanılması yönünde talep oluşması halinde daha ileri düzeyde araştırmaların yapılması ve elde edilen sonuçların uzman bilim insanları tarafından değerlendirilmesi ve literatüre kazandırılması önerilir.


5 KAYNAKLAR

- [1] Sengör AMC, Yılmaz Y (1981) "Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach" *Tectonophysics* 75 : 181-241
- [2] Okay AI, Siyako M (1991) "The new position of the IZmir-Ankara Neo-Tethyan suture between Izmir and Balıkesir. In: Turgut S (ed) *Tectonic and hydrocarbon potential of Anatolia and surrounding regions*", Proc Symp Ozan Sungurlu, pp 333-355
- [3] Seyitoglu G, Scott BC (1991) "Late Cenozoic crustal extension and basin formation in west Turkey" *Geol Mag* 128 : 155-16
- [4] Bozkurt E, Park RG, Winchester JA (1993) "Evidence against the core/cover interpretation of the southern sector of the Menderes Massif, west Turkey". *Terra Nova* 5 : 445-451
- [5] Candan, O., Dora, O.Ö., Oberhänsli, R., Çetinkaplan, M., Partzsch, J., Warkus and F. C., Dürr, S., "Pan-African High Pressure Metamorphism in the Precambrian Basement of the Menderes Massif, Western Anatolia" Turkey, *Int. J. Earth Sciences*, 89, 793-811, 2001
- [6] Okay, A.I., *Stratigraphic and Metamorphic Inversions in the Central Menderes Massif: A New Structural Model*, *Int. J. Earth Sciences*, 89, 709-727, 2001
- [7] Dürr S (1975) "Über Alter und geotektonische Stellung des Menderes Kristallines/SW-Anatolien und seine Aquivalente in der mittleren Agavis. Habilitation Thesis", University of Marbug, Marbug 'Lahn, Germany, pp 1-107
- [8] Dora, O.Ö., Candan, O., Kaya, O., Koralay, E., Akal, C. "Menderes Masifi Çine Asmasifindeki Bafa-Yatağan-Karacasu Arasında Uzananan Gnays/Şist Dokanağının
- [9] Niteliği: Jeolojik, Tektonik, Petrolojik ve Jeokronolojik Bir Yaklaşım. Tübitak Projesi, İzmir, 2005
- [10] ICOLD 2012, "Committee on Concrete Dams, Selection of Materials for Concrete in DAMS
- [11] Leroy, M. N. L., Molay, T. G. G., Joseph, N., Colince, F. M., & Bienvenu, N. J. M. (2017). A comparative study of concrete strength using metamorphic, igneous, and sedimentary rocks (crushed gneiss, crushed basalt, alluvial sand) as fine aggregate. *Journal of Architectural Engineering Technology*, 6(1), 1-6
- [12] Pang, L., Wu, S., Zhu, J., & Wan, L. (2010). "Relationship between retrographical and physical properties of aggregates". *Journal of Wuhan University of Technology-Mater. Sci. Ed.*, 25(4), 678-681
- [13] Woode, A., Amoah, D. K., Aguba, I. A., & Ballou, P. (2015). "The effect of maximum coarse aggregate size on the compressive strength of concrete produced in Ghana". *Civil and Environmental Research*, 7(5), 7-12
- [14] Nanayakkara, A., Premasiri, R., Arulmoly, B., & Konthesingha, C. (2022). "Metamorphic rocks for manufactured sand and coarse aggregate for concrete and mortar." *Magazine of Civil Engineering*, 113(5), 11308
- [15] Trotta, R. P., Barroso, E. V., & da Motta, L. M. G. (2021). "Migmatitic gneiss aggregates: Compositional, mechanical, and morphological responses to innate heterogeneity". *Engineering Geology*, 283, 106002
- [16] Vishalakshi, K. P., Revathi, V., & Reddy, S. S. (2018). "Effect of type of coarse aggregate on the strength properties and fracture energy of normal and high strength concrete". *Engineering Fracture Mechanics*, 194, 52-60
- [17] DSİ Beton İşleri Teknik Şartnamesi, 2018

YANDAN ALIŞLI DİKDÖRTGEN KAPAĞIN DEŞARJ KAPASİTESİNİN ARAŞTIRILMASI

Veysi KARTAL* 

Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Elazığ
vkartal@firat.edu.tr

Muhammet Emin EMİROĞLU 

Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Elazığ
memiroglu@firat.edu.tr

(Makalenin geliş tarihi: 26.12.2022, Makalenin kabul tarihi: 16.06.2023)

ÖZ

Açık kanallarda debi ölçmek ve seviye kontrolü yapmak, hidrolik yapı sisteminin yönetimini desteklemek için önemlidir. Yanal akım yapıları; bir kanaldan belirli miktarda debinin alınması, su yüksekliğinin düzenlenebilmesi için fazla suyun tahliyesi gibi amaçlar için kullanılır. Doğrusal kanallarda karşıdan alışlı akımlarda kapaklar ile ilgili literatürde birçok çalışma yürütülmüştür. Yanal akımda kapak yapılarının akım özelliklerinin deneysel olarak araştırılması, kapakların deşarj kapasitesinin belirlenmesinde önemli yer tutar. Hidrolik yapılarda karşıdan alışlı akımlar için kapak yapıları yaygın olarak kullanılsa da aynı durum yanal akımlar için geçerli değildir. Bu nedenle mevcut çalışmada yanal akımlarda kapak yapılarının hidrolik karakteristikleri, doğrusal bir kanalda deneysel olarak incelenmiştir. Farklı akım koşulları, geometrilere sahip kapak için nehir rejiminde kapsamlı deneyler yürütülmüştür. Yan kapak yapısının deşarj kapasitesini etkileyen parametreler boyut analizi yapılarak belirlenmiş ve kapak debi katsayısını elde edilen boyutsuz parametreler dikkate alınarak detaylı olarak incelenmiştir. Bu çalışmada, nehir rejimi için yanal kapağın akım özelliklerini belirlemek için 167 adet deney dizisi yürütülmüştür. Yan kapak debi katsayısının memba Froude sayısı, kapak açıklığının memba akım derinliğine oranı, kapak uzunluğunun memba akım derinliğine oranı ve kapak uzunluğunun ana kanal genişliğine oranına bağlı olduğu belirlenmiştir. Yan kapak yapısının deşarjı için doğrusal olmayan eşitlikler geliştirilmiş, elde edilen eşitliklerin güvenilirlik analizleri yapılmıştır. Elde edilen eşitliklerle deneysel çalışma verileri arasında çok iyi bir uyum elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hidrolik, açık kanal, yan kapak, debi katsayısı

INVESTIGATION OF THE DISCHARGE CAPACITY OF THE RECTANGULAR SIDE GATE

ABSTRACT

Flow measurement and level control in open channels are important to support the management of the hydraulic structure system. Lateral flow structures are used for purposes such as discharging a certain amount of flow from a channel, discharging excess water to regulate the water depth. Several studies have been carried out in the literature on rectangular gates for frontal flows in straight channels. Experimental investigation of the flow characteristics of side gates flow is important in determining the discharge capacity of the gates. Although gate structures are widely used in hydraulic structures for frontal flows, the same is not true for lateral flows. Therefore, the hydraulic characteristics of side gate are investigated experimentally in a straight channel. Extensive experiments were carried out in the subcritical flow regime for different flow conditions and gate geometries. The parameters affecting the discharge capacity of the side gates were determined by dimensional analysis and the discharge coefficient of gate was investigated in detail by considering the obtained dimensionless parameters. In this study, 167 experimental runs were conducted to determine the flow characteristics of the lateral gate for the subcritical regime. It was determined that the discharge coefficient of the side gate depends

*Corresponding Author: Veysi KARTAL e-posta: vkartal@firat.edu.tr

on the upstream Froude number, the ratio of the gate opening to the upstream flow depth, the ratio of the gate length to the upstream flow depth and the ratio of the gate length to the width of main channel. Nonlinear equations were developed for the discharge coefficient of the side gate and reliability analysis of the obtained equations were performed. A very good agreement was obtained between the obtained equations and the experimental data.

Keywords: Hydraulic, open channel, side gate, discharge coefficient

1 GİRİŞ

Su yapıları hidroelektrik ve dalga enerjisi üretimi, çevresel düzenleme ve rekreasyon alanları oluşturma, sulama suyu temini, içme ve kullanma suyu temini, kıyı ve liman yapıları oluşturma, meskûn bölge drenajı, atık suların uzaklaştırılması, taşkın kontrolü gibi mühendislik hizmetleri su yapılarının başlıca kullanım alanlarından [1]. Suyu kontrol altında tutma ve düzenleme olayı insanlık tarihi ile başlamış ve suyu kontrol etme çalışmaları tarihte büyük medeniyetlerin gelişmesinde etkili olmuştur. Su kaynaklarını verimli bir şekilde kullanmak, değerlendirmek, işletebilmek ve aynı zamanda mevcut tesislerden dolayı oluşabilecek riskleri minimize etmek; canlı ve özellikle de insan hayatı için hayati derecede önem taşımaktadır. Yirminci yüzyılın başlarında su ve su yapıları ile ilgili kaynakların geliştirilmesi amacıyla yapılan çalışmalarda artış yaşanmış olup; barajlar, bağlamalar, akarsu düzenleme yapıları, açık kanallar gibi birçok hidrolik yapı toplumların gelişimine önemli katkı sağlamıştır. Bununla birlikte su yapılarının uygun yöntemlerle kontrol altına alınması ve hidrolik yapıların emniyetinin temin edilmesi de gerekmektedir. Güvenilir yapılar inşa etmek için güvenilir deneysel verilere dayanarak tasarımlar yapmak önem taşımaktadır. Yanal akımlarda ana kanaldan yan kapak uzunluğu boyunca suyun deşarj edilmesiyle ana kanalın debisi gittikçe azalmaktadır. Yanal akımlardaki akım; azalan debili üniform-olmayan akımdır. Bir başka deyişle $\frac{\partial Q}{\partial x} \neq 0$ olmaktadır. Kapaklar, açık kanal akımlarında uzun zamandan beri hem kontrol yapısı olarak hem de debi ölçüm aracı olarak kullanılmaktadır. Kapaklar, nehir mühendisliğinde işletme çalışmalarına esas olacak verilerin elde edilmesinde ve su iletim kanallarının kontrol kesiti ve çevirme yapılarında uygulanabilmektedir. Literatürde açık kanallarda, kapak altı akımı için oldukça fazla çalışma mevcuttur. Ancak açık kanallarda, karşıdan alımlı akımlardaki kapak altı akım yanal akımlardaki akıma göre daha çok araştırılmıştır. Bir yanal akımdaki kapak, akımın bir kısmının yandan dökülmesini sağlayan bir kanalın yan tarafına

yerleştirilmiş kapak altı akımı ve ölçüm dağıtma yapısıdır.

Bir yan kapak, yan kanala yanal çıkışın gerçekleştiği bir kanalın yan tarafındaki bir açıklıktır [2]. Yan kapaklar sulama, arazi drenajı, kentsel kanalizasyon sistemleri, sıhhi tesisat mühendisliği, fırtına tahliyesi ve dağıtımların baş düzenleyicileri olarak kullanılmaktadır. Bir yan kapaktan geçen akış, azalan deşarj ile uzamsal olarak değişen akışın tipik bir durumudur (Şekil 1). Yan kapakların hidrolik mühendisliğindeki önemine rağmen, bu yapıların akım karakteristikleri ile ilgili çalışmalar literatürde sınırlı sayıdadır. Yanal akımlardaki kapaklar; sulama, arazi drenajı, kentsel kanalizasyon sistemleri, birleşik kanalizasyon sistemlerinde ve taşkın tahliyesinde ve dağıtım şebekelerinde önemli bir hidrolik yapı olarak kullanılmaktadır.

Panda [3] tez çalışmasında, yanal kapak altı akımının karakteristiklerini hem serbest hem de batmış akım koşulları için incelemiştir. Araştırmacı, yanal kapakların debi katsayısını elde etmek için De Marchi yaklaşımını kullanmıştır. Panda [3] kapak debi katsayısının Froude sayısının artmasıyla azaldığını belirtmiştir. $0.06 < F_1 < 0.40$ akım koşulları için debi katsayısını elde etmek için Eşitlik (1)'i önermiştir.

$$C_{dg} = 0.30F_1^{-0.40} \quad (1)$$

burada C_{dg} =kapak debi katsayısı (-), F_1 =Kapağın memba ucunda, kanal eksenindeki Froude sayısıdır.

Gill [4] orifisten geçen yanal akımın teorik analizini incelemiştir. Araştırmacı, ana kanaldaki yan orifisin uzunluğu boyunca sürtünme kayıplarını ve ana kanalın eğimini ihmal etmiştir. Gill [4], çalışmasında hem serbest yüzeyli hem de basınçlı akımı incelemiştir. Neredeyse sürtünmesiz akımlar ve yataya yakın kanallar için basit cebirsel çözümler elde edilmiştir. Bu basitleştirmelerin nispeten kısa yandan alımlı orifisler için geçerli olduğunu belirtmiştir.

$$\frac{dQ_s}{dx} = C_{ds} s_a \sqrt{2g \left(y - s - \frac{s_a}{2} \right)} \quad (2)$$

$$= - \frac{dQ}{dx}$$

burada Q_s = orifis debisini (m^3/s), C_{ds} = orifis debi katsayısı, s_a = orifis açıklığı (m), s = orifisin tabandan itibaren yüksekliğini (m) temsil etmektedir. Eşitlik (2), dikdörtgen orifis için sadeleştirildiğinde;

$$\frac{dy}{dx} = \frac{2C_{ds} s_a \sqrt{(E-y)(y-s-\frac{s_a}{2})}}{B(3y-2E)} \quad (3)$$

$y=y_2=E$ için

$$\frac{C_{ds} s_a b_s}{B}$$

$$= \frac{3}{2} \left[\sqrt{(E-y_1)(y_1-s-\frac{s_a}{2})} \right]$$

$$- \frac{1}{2} \left[E \right]$$

$$- 3 \left(s + \frac{s_a}{2} \right) \sin^{-1} \left(\sqrt{\frac{E-y_1}{E-s-\frac{s_a}{2}}} \right) \quad (4)$$

burada b_s = orifis genişliğini, y_1 ve y_2 sırasıyla memba ve mansap akım derinliğini göstermektedir. Nihai olarak yan kapak için basitleştirilirse;

$$\frac{dQ_g}{dx} = -C_{dg} a \sqrt{2g \left(y - \frac{a}{2} \right)} \quad (5)$$

Burada y akım derinliğini a ise kapak açıklığını temsil etmektedir.

Swamee vd. [2] yan kapağın deşarjı hesaplamak için, kapak uzunluğundaki küçük bir kesitin diferansiyelini alarak debi katsayısı elde edilebileceğini söylemişlerdir. Karşıdan alışı bir kapağa benzer şekilde, serbest akım koşulları için yan kapak debi katsayısının, kanaldaki akım derinliğinin kapak yüksekliğine oranının bir fonksiyonu olduğu bulunmuştur. Ayrıca batmış akım koşulları için de kapak arkasındaki su derinliğinin (kuyruk suyu) kapak yüksekliğine oranına da bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Kalın kenarlı bir yan kapak için ise, debi katsayısının plak kalınlığının kapak açıklığına oranına da bağlı olduğu dile getirmişlerdir. Swamee vd. [2] Eşitlik (6)'ı önermişlerdir.

$$C_{dg} = 0.611 \left(\frac{y-a}{y+a} \right)^{0.216} \quad (6)$$

Ojha ve Subbaiah [5] orifis debi katsayısını incelemek için hem küçük açıklı orifis için hem de büyük açıklıklı orifisler için

varsayımlar kullanılarak formüle edilmiştir. Bu amaçla Gill [4]'in kullandığı Eşitlik (2)'i aşağıdaki şekliyle geliştirilmiştir.

$$\frac{dQ_s}{dx} = \frac{2}{3} C_{ds} \sqrt{2g} [(y-s)^{1.5} - (y-s-s_a)^{1.5}] \quad (7)$$

Ghodsian [6] yan kapakların hidrolik özelliklerini incelemek için deneysel bir çalışma yürütmüştür. Ayrıca, yan kapakların deşarj katsayılarını belirlemek için de De Marchi yaklaşımını kullanmıştır. Yaptığı çalışma sonucunda özgül enerjinin yan savak boyunca sabit kaldığı tespit edilmiştir. Serbest akım koşullarında, yan kapak debi katsayısının ana kanaldaki Froude sayısı ve akım derinliğinin kapak açıklığına oranına bağlı olduğunu bildirmiştir. Ayrıca batmış akım koşulları içinde yukardaki değişkenlerin yanı sıra kapak arkasındaki kuyruk suyu derinliğinin kapak açıklığına oranına da bağlı olduğu dile getirmiştir. Ghodsian [6] hem serbest akım için hem de batık akım için ayrı ayrı aşağıda eşitlikler önermiştir. Serbest akım için

$$C_{dg} = 0.611 \left(\frac{\frac{y_1}{a} - 1}{\frac{y_1}{a} + 1} \right)^{0.216} \quad (1)$$

$$+ 0.558 F_1^{0.1526})^{0.46} \quad (8)$$

Esmailzadeh vd. [7] çalışmalarında kritik altı akımda (nehir rejimi) yan kapakları inceleyerek yan kapakların 3 boyutlu (x , y ve z yönü) hızlarını Akustik Doppler Meter kullanarak ölçmüşlerdir. Araştırmacılar, kritik altı akımda x yönündeki hızın en büyük değerinin membanın yakınında en küçük değerlerinin ise mansabın yakınında olduğunu bulmuşlardır. Araştırmacılar, y ve z yönündeki hızların en büyük değerlerinin ise yan kapağın ortasında oluştuğunu gözlemlemişlerdir.

Azamathulla et al. [8] çalışmalarında genetik programlamanın (GP) bir uzantısı olan gen ekspresyon programlamasını (GEP) kullanarak serbest akım koşulları altında bir dikdörtgen yan kapaktan çıkan deşarjın tahminini sunmuşlardır. Bir yan kapaktan geçen akışı orifis akışı olarak kabul ederek, deşarj tahmini için kapalı form bir denklem elde edilmiştir. Yan kapak debi katsayısı, ana kanaldaki memba Froude sayısı ve membadaki akım derinliğinin kapak açıklığının oranı ile ilgili belirtmişlerdir. GEP ve mevcut veriler kullanılarak yan kapak debi katsayısı için önerilen denklem, istatistiksel yaklaşıma dayalı olarak türetilen yan kapak debi katsayısı eşitliklerine kıyasla daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Aşağıdaki

eşitliliği bir dikdörtgen yan kapak debi katsayısı tahmini için önermişlerdir. Önerilen eşitliğin zorlanarak elde edildiği ve çok karmaşık olduğu görülmektedir.

$$C_{dg} = \frac{\tan^{-1} \left(\tan^{-1} \left(\sin \left(\log \left(\frac{y_1}{a} \right) \right) \right) + F_1 \right)}{7.953} - \frac{\tan^{-1} \left(\sin \left(\cos \left(\sin \left(\frac{y_1}{a} \right) \right) \right) \right)}{7.348} + \tan^{-1} \left(\cos \left(\frac{F_1}{-\frac{8.54}{F_1} + \left(\frac{y_1}{a} \right)^{\frac{1}{3}}} \right) \right) \quad (9)$$

Kianmehr vd. [9] nehir rejiminde serbest ve batık akış koşullarında keskin kenarlı dikdörtgen yan kapağın su yüzeyi profilini ve akım karakteristiklerini incelemişlerdir. Bu çalışma ayrıca serbest veya batık akış koşullarını ayırt etmek için bazı yaklaşımlar sunmaktadır. Bu amaçla, yan kapaktan geçen akım denkleminin çözümüne yönelik iki yaklaşım kullanılmıştır. Bu çalışmada, kritik altı bir akım rejiminde yan kapakların akım özelliklerinin belirlenmesinde yan kapakların deşarj denkleminin doğrudan çözümü ve tedrici olarak değişken akımı deneysel olarak incelenmiştir.

Birim debi için:

$$\frac{dQ_g}{dx} = -\frac{2}{3} C_{dg} \sqrt{2g} [(y)^{1.5} - (y-a)^{1.5}] \quad (10)$$

Dikdörtgen kapak için debi:

$$Q_g = \frac{2}{3} C_{dg} b_g \sqrt{2g} [y_1^{1.5} - (y_1 - a)^{1.5}] \quad (11)$$

Kullanılan farklı çözümlerin sonunda Gill [4]'in tedrici değişken akım için önerdiği eşitliğin en iyi sonuçları verdiği tespit edilmiş ve ayrıca her iki yaklaşımın da birbirine yakın sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Ayrıca araştırmacılar serbest akım koşulları için Eşitlik (12)'i önermiştir.

$$C_{dg} = 0.5665 \left(\frac{y_1}{a} \right)^{0.0513} \quad (12)$$

Kartal ve Emiroğlu [10] kapakları deneysel olarak inceleyerek birleşik savak-kapak yapılarının hidrolik karakteristiklerini detaylıca incelemişlerdir. Ayrıca, Kartal ve Emiroğlu [11] dikdörtgen yan kapakları deneysel olarak inceleyerek birleşik savak-kapak yapılarının hidrolik karakteristiklerini incelemişler ve birleşik debi değerini belirlemek için doğrusal olmayan eşitlikler sunmuşlardır.

Literatürde yanal akımlar için kullanılan kapak kullanımı oldukça sınırlıdır. Mevcut çalışmada, dikdörtgen enkesitli doğrusal kanalda, serbest akım koşulları ve nehir akım rejiminde yanal akımlarda farklı Froude sayıları, farklı akım derinlikleri için kapak altı akımı deneysel olarak incelenmiştir. Bu çalışma ile literatüre yanal akımlarda kapakların hidrolik karakteristikleri detaylı inceleyerek hidrolik mühendisliğine katkı sunulması amaçlanmıştır. Bu çalışmada; dikdörtgen kapak modelleri üzerinde geniş bir deney dizisi ile akım ve geometrik özelliklerin deşarj kapasitesi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Elde edilen sonuçların konuyla ilgili sınırlı sayıda olan literatüre katkı sağlaması, konuyla ilgili ilerideki çalışmalara katkı sunarak ilgili alandaki eksikliklerin giderilmesi hedeflenmektedir.

2 METOT VE MATERYAL

Bu çalışma kapsamında; yanal akımlarda kapak altı akımı deneysel olarak araştırılmıştır. Bu çalışmayı yürütmek için (Şekil 1)'de verilen yapılar imal edilmiştir. Bu bölümde deneylerde kullanılan kapaklarla ilgili bilgiler ve boyut analizi verilmiştir. Dikdörtgen kapak için boyut analizi yapılmıştır. Deneysel çalışmada göz önüne alınan boyutsuz parametreler kapak yapısı için boyut analizi yardımıyla belirlenmiştir. Bu çalışma kapsamında Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Hidrolik laboratuvarında bulunan doğrusal bir kanalda yan kapak için bir dizi deneyler yürütülmüştür (Şekil 2). Deney setlerine ait plan, kesit ve görünüşler Şekil 2'de verilmiştir.

Bu çalışmayı yürütmek için, Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Hidrolik Laboratuvarında mevcut deney sistemi kullanılmıştır. Mevcut deney düzeneği, bir ana kanal ve bir adet toplama kanalından oluşmaktadır. Ana kanal 0.40 m genişliğinde, 0.50 m yüksekliğinde ve 12 m uzunluğundadır. Toplama kanalı 0.40 m genişliğinde, 0.40 m yüksekliğindedir ve 6 m uzunluğundadır. Hem ana kanal hem de toplama kanalı sonunda 90° keskin kenarlı üçgen savaklar bulunmaktadır. Yan savakların yerleştirileceği kısımların karşısındaki toplama kanalı genişliği, 1.20 m boyunda trapez şeklinde inşa edilmiştir. Bu şekilde, yan kanala savaklanan suyun serbest olarak savaklanması ve meydana gelen akımın etkilenmemesi temin edilmiştir. Ana kanala verilen suyun miktarı elektromanyetik bir debimetre (Krohne marka) kullanılarak ölçülmüştür. (Şekil 2). Ana kanala verilen debiler "L/s" cinsinden

ölçülmüştür. Ölçülen debiler doğrusal çıkış kanalı ve toplama kanalı sonunda bulunan 90° ince kenarlı üçgen savaklar yardımıyla karşılaştırılarak doğrulama yapılmıştır.

2.1 Yan Kapak Akımları için De Marchi Yaklaşımı

Yanal kapakların altından akan akım, tipik değişken debili üniform olmayan bir akımdır. Enerji denklemi, yanal akımlardaki kapak altından geçen akımı elde etmek için yaygın olarak kullanılır. Şekil 1'de yanal akımlarda kapak altından geçen akımın plan ve yan görünüşü verilmiştir. Bir yanal kapak boyunca kapak altından akan değişken debili üniform olmayan akım aşağıdaki şekilde ifade edilir [12].

$$\frac{dy}{dx} = \frac{S_0 - S_f - \alpha \frac{Q^2 dQ}{gA^2 dx}}{1 - \alpha \frac{Q^2 T}{gA^3}} \quad (13)$$

burada y = akım derinliği (m); x = yanal kapakta memba ve mansap uçları arasındaki mesafe (m); S_0 = ana kanal eğimi; S_f = sürtünme eğimi; α = kinetik enerji düzeltme faktörü; Q = Debi (m^3/s); dQ/dx = birim debi ($m^3/s/m$); g = yerçekimi ivmesi (m/s^2); A = kesitsel akım alanı (m^2); ve T = kanal bölümünün üst genişliği (m)'dir. $\alpha \frac{Q^2 dQ}{gA^2 dx}$ ifadesi dinamik hız düzeltmeleri kullanılarak elde edilmiş $\frac{Q^2 T}{gA^3}$ ise Froude sayısıdır.

Yatay ($S_0=0$) prizmatik dikdörtgen bir ana kanal için; kinetik enerji düzeltme faktörünü sabit kabul ederek ve sürtünme kayıplarını da ihmal ederek ($S_f=0$), Eşitlik (13) sadeleştirilmiştir.

Eşitlik (18) ve (19) birleştirilirse [3,6]

$$\frac{2ab_g C_{dg}}{BE} = 3 \left\{ \left[\frac{y_1}{E} \left(1 - \frac{y_1}{E} \right) \right]^{0,5} - \left[\frac{y_2}{E} \left(1 - \frac{y_2}{E} \right) \right]^{0,5} \right\} + \sin^{-1} \left(\frac{y_1}{E} \right) - \sin^{-1} \left(\frac{y_2}{E} \right) \quad (20)$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{Qy}{gB^2 y^3 - Q^2} \left(- \frac{dQ}{dx} \right) \quad (14)$$

burada; B = ana kanal genişliğidir (m). Swamee vd. [2] Ojha ve Subbaiah [5] ve Ghodisan [6] yanal akımlardaki kapak altından akan birim debiyi aşağıdaki şekilde vermiştir.

$$\frac{dQ}{dx} = -a C_{dg} \sqrt{2gy} \quad (15)$$

burada; C_{dg} =kapak deşarj katsayısı, a ise kapak açıklığını (m) temsil etmektedir. Kapak boyunca özgül enerjiyi sabit varsayarsak ana kanaldaki debi;

$$Q = By \sqrt{2g(E - y)} \quad (16)$$

Eşitlik (15) ve (16) Eşitlik (14)'te yerine yazılırsa

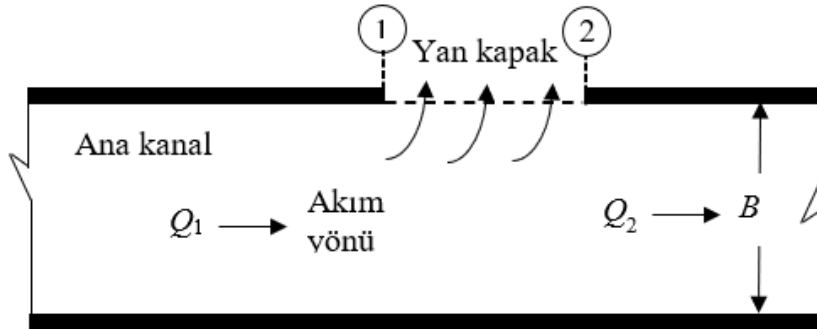
$$\frac{dy}{dx} = \frac{2a C_{dg} [(E - y)y]^{0,5}}{B (3y - 2E)} \quad (17)$$

$x=0$ ve $x= b_g$ arasında (1 ve 2 no'lu kesit) Eşitlik (17)'nin integrali alınır

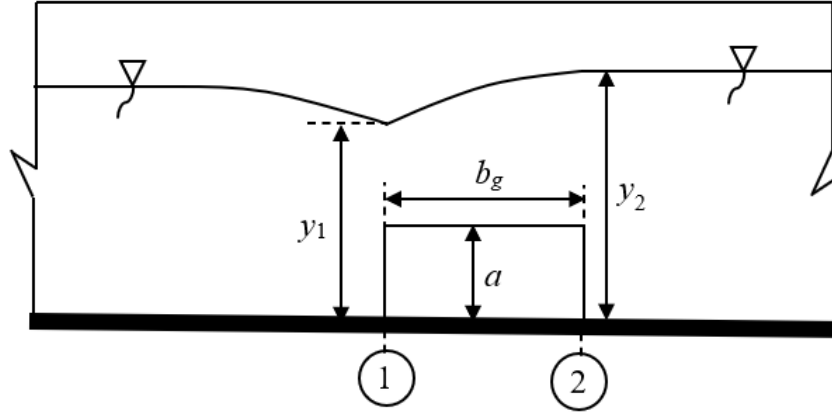
$$b_g = x_2 - x_1 = \frac{BE}{2a C_{dg}} (\phi_1 - \phi_2) \quad (18)$$

Yanal akımlarda kapak altından akan akım De Marchi yaklaşımına göre [3,6]

$$\phi = \sin^{-1} \left(\frac{y}{E} \right) + 3 \left[\frac{y}{E} \left(1 - \frac{y}{E} \right) \right]^{0,5} \quad (19)$$

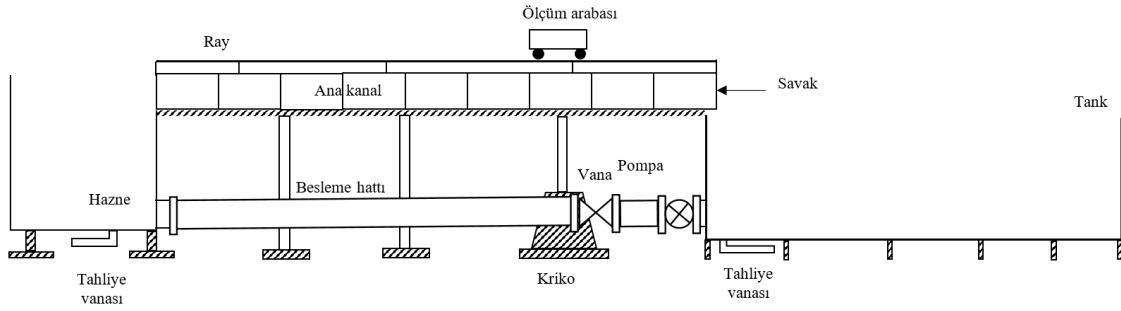


(a) plan



(b) Yan görünüş

Şekil 1 (a-b) - Yanal akımlarda kapak altından geçen akım: (a) plan, (b) yan görünüş



(a)



(b)

Şekil 2 (a-b) - Deney düzeneğinin görünümü

Yan kapakları etkileyen değişkenler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1 - Yanal akımlarda kapak altı akımını etkileyen parametreler

DEĞİŞKENLER	SİMGE	BİRİM (SI)	BOYUT
Ana kanala ait değişkenler			
Kanal taban eğimi	S_0	-	
a) Kanal genişliği	B	m	L
b) Kanal yüksekliği	H	m	L
1) Akım ilgili değişkenler			
a) Ana kanal giriş debisi	Q_1	m^3/s	L^3T^{-1}
b) Ana kanal çıkış debisi	Q_2	m^3/s	L^3T^{-1}
c) Yan kapak debisi	Q_g	m^3/s	L^3T^{-1}
d) Akım derinliği	y_1	m	L
e) Memba kesitindeki hız	V_1	m/s	LT^{-1}
f) Ana kanaldaki akımın sapma açısı	φ	°	
2) Akışkana ait değişkenler			
a) Suyun dinamik viskozitesi	μ	kg/ms	$ML^{-1}T^{-1}$
b) Suyun kinematik viskozitesi	ν	m^2/s	L^2T^{-1}
c) Yüzeysel Gerilme	σ	kg/s^2	MT^{-2}
d) Yerçekimi İvmesi	g	m/s^2	LT^{-2}
3) Kapaklara ait değişkenler			
a) Kapak yüksekliği	a	m	L
b) Kapak açıklığı	b_g	m	L

Yanal akımlarda dikdörtgen yan kapakların debi katsayısı (C_{dg}) Çizelge 4.1'deki değişkenlere bağlı bir fonksiyon olmaktadır. Boyut analizi sonucunda, dikdörtgen yan kapakların debi katsayısı (C_{dg}) şu şekilde yazılabilir.

$$\begin{aligned}
 C_{dg} &= f\left(\frac{b_g}{y_1}, \frac{a}{y_1}, \frac{b_g}{B}, F_1, \right. \\
 &= \frac{V_1}{\sqrt{g y_1}}, Re \\
 &= \frac{\rho V_1 y_1}{\mu}, We \\
 &= \left. \frac{\sigma}{\rho g y_1^2}, S_0 \right) \quad (21)
 \end{aligned}$$

burada burada, a = kapak açıklığını b_g =kapak genişliğini, V_1 =memba kesitindeki akım hızını (m/s), B =ana kanalın genişliğini, S_0 =ana kanalın taban eğimini, y_1 =memba akım

derinliğini, φ =akım çizgilerinin sapma açısını, μ = dinamik viskoziteyi, σ =yüzey gerilimini, g =yerçekimi ivmesini, ρ =akışkanın özgül kütleini ifade etmektedir. F_1 , Re ve We , yan kapakların memba Froude sayısı, Reynolds sayısı ve Weber sayısıdır. Deneylerde kullanılan her model için kanalın taban eğimi sabit olduğundan (S_0 =%0.1) olduğundan ihmal edilmiştir [13]. Aynı şekilde, yanal akımlarda kapak altındaki akım üzerindeki sınırlı etkisi nedeniyle Re ve We sayıları ihmal edilmiştir [14]. İhmal edilen değişkenler çıkarılırsa yanal akımlarda yan kapağın deşarj katsayısını etkileyen parametreler aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$C_{dg} = f\left(\frac{b_g}{y_1}, \frac{a}{y_1}, \frac{b_g}{B}, F_1 = \frac{V_1}{\sqrt{g y_1}}\right) \quad (22)$$

Yanal kapaklarda debi katsayısını elde etmek için De Marchi yaklaşımı kullanılmıştır.

Çizelge 2 - Deneilerin gerçekleştirildiği fiziksel ve hidrolik koşulların değerleri ve değişim aralıkları

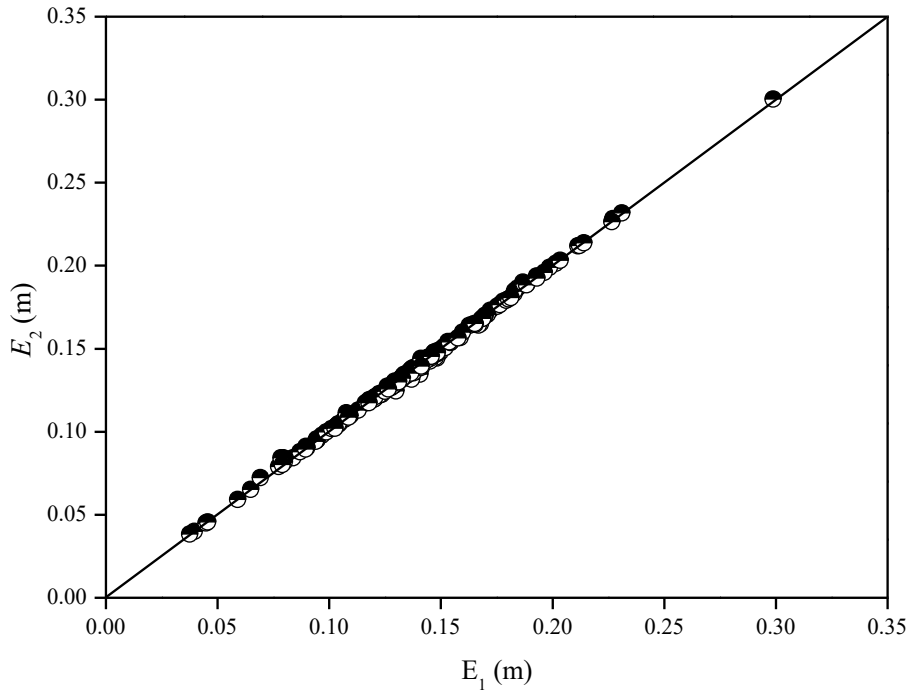
	Değişkenler	Sınır Değerleri
Ana kanal	Ana kanalın genişliği, b (m)	0.40
	Ana kanalın yüksekliği, z (m)	0.50
	Ana kanalın taban eğimi, S_0	0.001
	Kapak genişliği, b_g (m)	0.04-0.16
Yan kapak	Kapak açıklığı, a (m)	0.02-0.04
	Kanala giren debi, Q_1 (m ³ /s)	0.0031-0.0409
	Memba Froude sayısı, F_1	0.07-0.98
	Akım derinliği, y_1 (m)	0.05-0.225
	Yan kapak debisi, Q_g (m ³ /s)	0.00032-0.0081

3 BULGULAR VE TARTIŞMA

Mevcut çalışmada yanal akımlarda kapak altı akımı daha iyi analiz edebilmek için farklı kapak uzunluklarına sahip yanal kapaklar detaylı bir şekilde incelenerek kapak debi katsayısı ve akım karakteristikleri incelenmiştir. Yanal kapaklar için debi katsayısı elde edilirken literatürde mevcut olan De Marchi yaklaşımı kullanılmıştır. Mevcut çalışmada yanal kapaklar $0 < F_1 < 1$ ve $0.10 \leq b_g/B \leq 0.40$ koşulları altında incelenmiştir.

Şekil 3'te doğrusal bir kanalda nehir rejiminde kapak altı akımında meydana gelen memba

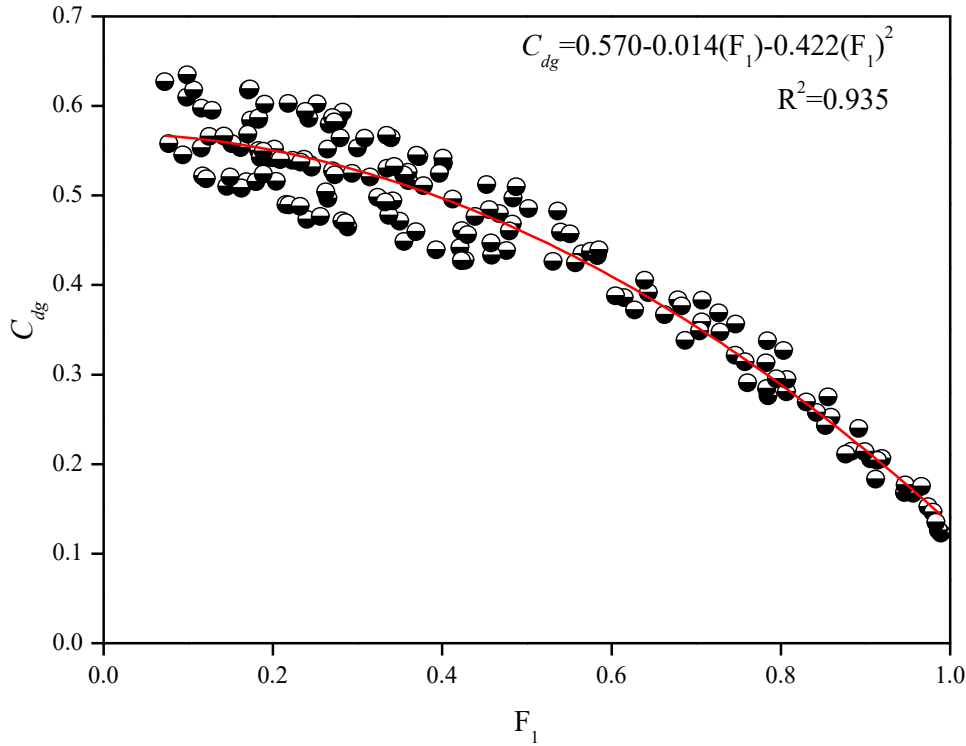
ve mansap özgül enerji değişimi verilmiştir. Grafik incelendiğinde memba ve mansaptaki özgül enerjinin neredeyse bir birine eşit olduğu ve birbirleriyle mükemmel bir şekilde eşleştiği görülmektedir ($E_1 \cong E_2$). Dolayısıyla kapak debi katsayısı elde edilirken kullanılan De Marchi yaklaşımının kabulü olan ana kanal boyunca özgül enerji sabittir kabulünün doğru olduğu gözlemlenmektedir. Sonuç olarak memba ve mansaptaki özgül enerjinin neredeyse bir birine eşit olması De Marchi yaklaşımının yanal kapaklar için güvenli bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir ($E_1 \cong E_2$).



Şekil 3 - Yanal kapaklar için memba ve mansaptaki özgül enerji değişimleri

Şekil 4'te farklı geometriler için yanal kapak debi katsayısının memba Froude sayısı ile değişimi verilmiştir. Grafikten de anlaşılacağı üzere memba Froude sayısının artmasıyla kapak debi katsayısı azalmaktadır. Başka bir deyişle C_{dg} ile memba Froude sayısı arasındaki değişim $y = ax + b$ fonksiyonu şeklinde olmaktadır. Her ne kadar $y = ax + b$ eşitliğindeki a ve b katsayıları farklı geometriler için değişiklik gösterse de bütün durumlarda, a katsayısı negatif değerler almakta ve dolayısı ile C_{dg} , memba Froude sayısının azalan bir fonksiyonu olarak

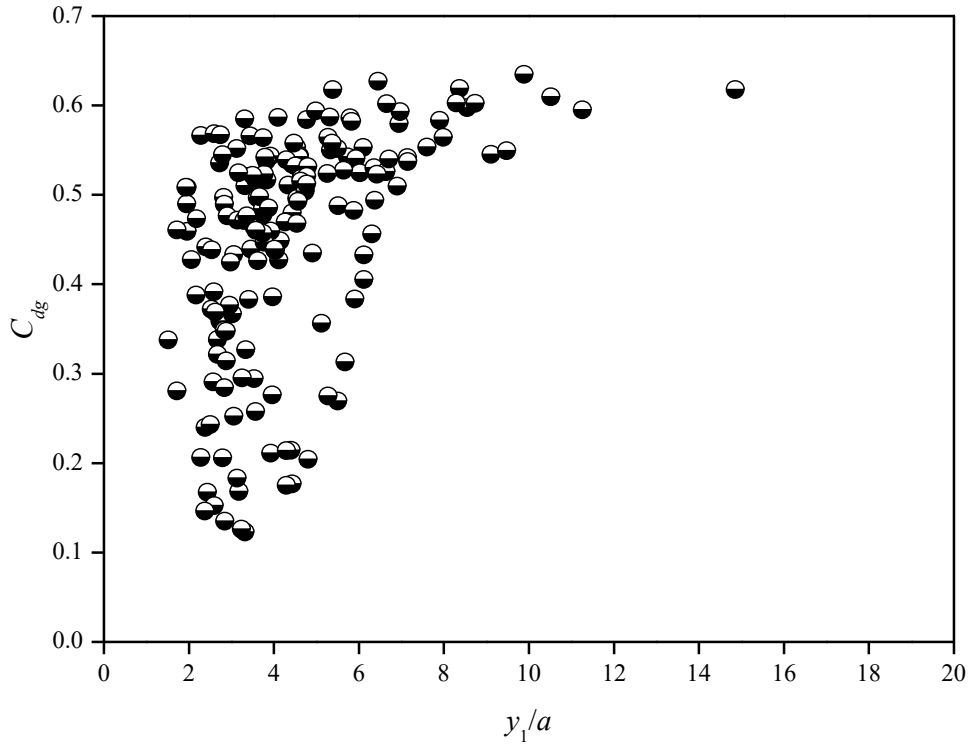
davranmaktadır. Sonuç olarak, akım hızının azalması veya akım derinliğinin artması C_{dg} değerini artırmaktadır. Kapak arkasındaki su yüksekliğinin artması sonucu kapak altından geçen akımın hızını artmakta dolayısıyla deşarj edilen su miktarı daha fazla olmaktadır. Aynı zamanda kapak arkasındaki su derinliğinin azalmasıyla savaklanan su miktarı azalmakta ve memba Froude sayısının artmasıyla kapak altı akımın jet yörüngesinde sapmalar oluşmaya başlamaktadır.



Şekil 4 - Yanal kapak debi katsayısının memba Froude sayısı ile değişimi

Şekil 5'te farklı geometri ve hidrolik koşullar için yanal kapak debi katsayısının y_1/a ile değişimi verilmiştir. Şekil incelendiğinde büyük y_1/a değerlerinde büyük debi katsayıları elde edildiği görülmektedir.

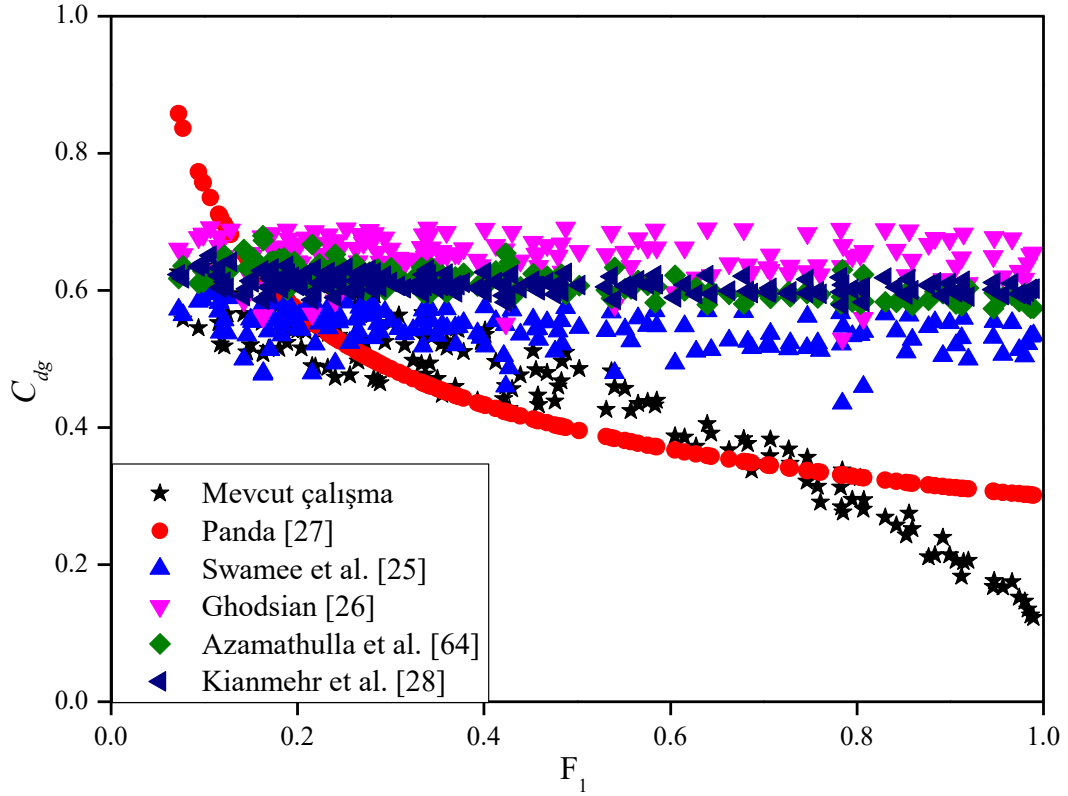
Memba akım derinliğinin artmasıyla kapak arkasındaki toplam yük artmakta dolayısıyla kapak altı akımdan deşarj olan akımın hızı artmaktadır. Büyük y_1/a değerlerinde daha fazla akım deşarj olmakla birlikte debi katsayısı da artmaktadır.



Şekil 5 - Yanal kapak debi katsayısının y_1/a ile değişimi

Şekil 6'da mevcut çalışmada elde edilen debi katsayısı ile literatürde araştırmacılar tarafından önerilen eşitliklerden elde edilen debi katsayılarının karşılaştırılması verilmiştir. Mevcut çalışma Swamee vd. [2], Panda [3], Ghodsian [6], Azamathulla vd. [8] ve Kianmehr vd. [9]'nin çalışmalarıyla karşılaştırılmıştır. Kianmehr vd. [9] tarafından yapılan çalışmada yan al kapak debi katsayısı $0.056 \leq F_1 \leq 0.32$ koşulları altında incelenmiştir. Aynı şekilde Panda [3] yaptığı çalışma neticesinde önerdiği eşitliğin $0.06 < F_1 < 0.40$ koşulları için geçerli olduğunu dile getirmiştir. Panda [3], Ghodsian [6] yan al kapak debi katsayısını elde ederken mevcut çalışmada da kullanılan De Marchi yaklaşımını kullanmışlardır. Azamathulla vd. [8] ise Ghodsian [6]'nın deneysel çalışmada elde ettiği verileri yapay zekâ yöntemleri uygulayarak yan al kapaklar için bir debi katsayısı eşitliği önermişlerdir. Şekil 6, küçük Froude sayılarında yan savak kapaklarının deşarj katsayılarının literatürle uyumlu olduğunu, ancak yüksek Froude sayılarında çalışma sonuçlarının literatürden farklı olduğunu göstermektedir. Bu durum, mevcut çalışmada b_g/y_1 ve b_g/B boyutsuz parametrelerinin dikkate alınmasının bir sonucu olabilir ya da büyük b_g/B değerlerinde meydana gelen sekonder akımın etkisiz olabilir. Dikkat etmek gerekir ki literatür incelendiğinde yapılan çalışmalarda boyut

analizi sonucu çıkan b_g/y_1 ve b_g/B boyutsuz parametrelerinin önerilen eşitliklerde dikkate alınmadığı veya deneylerde tek bir kapak genişliğinin (b) kullanıldığı görülmektedir. Borghei vd. [15] ve Bagheri vd. [16] b/B oranının bir yan savağın deşarj katsayısı üzerinde sekonder akımın oluşmasında etkisi olduğunu bildirmişlerdir. Literatürde yan kapaklarla ilgili yapılan çalışmalar test edilen deney şartları Çizelge 3'te verilmiştir. Bu çizelgeden yola çıkarak literatürden farklı olarak mevcut çalışmada sekiz farklı b_g/B değeri (0.10, 0.125, 0.15, 0.20, 0.225, 0.25, 0.30, 0.40) çalışılmıştır. Aynı şekilde mevcut çalışmada b_g/y_1 değerleri 0.135 ile 1.75 değerleri çalışılmıştır. Dolayısıyla bu çalışmada literatürden farklı olarak farklı b_g/y_1 and b_g/B boyutsuz parametrelerinin yan al kapak debi katsayısına etkisi de incelenmiştir. Grafik incelendiğinde debi katsayısının literatürle uyumlu olarak memba Froude sayısının artmasıyla azaldığı görülmektedir. Ayrıca, ana kanalda test edilen büyük kapak uzunlukları ($b_g/B > 0,2$) küçük kapak uzunluklarına ($b_g/B < 0,2$) kıyasla daha fazla dalgalanmanın oluşmasına neden olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, daha küçük ters akış bölgesinin ve daha büyük ayırma bölgelerinin, Ghodsian vd. [17] çalışmasına benzer şekilde, küçük yukarı akış Froude sayılarında meydana geldiği gözlemlenmiştir.

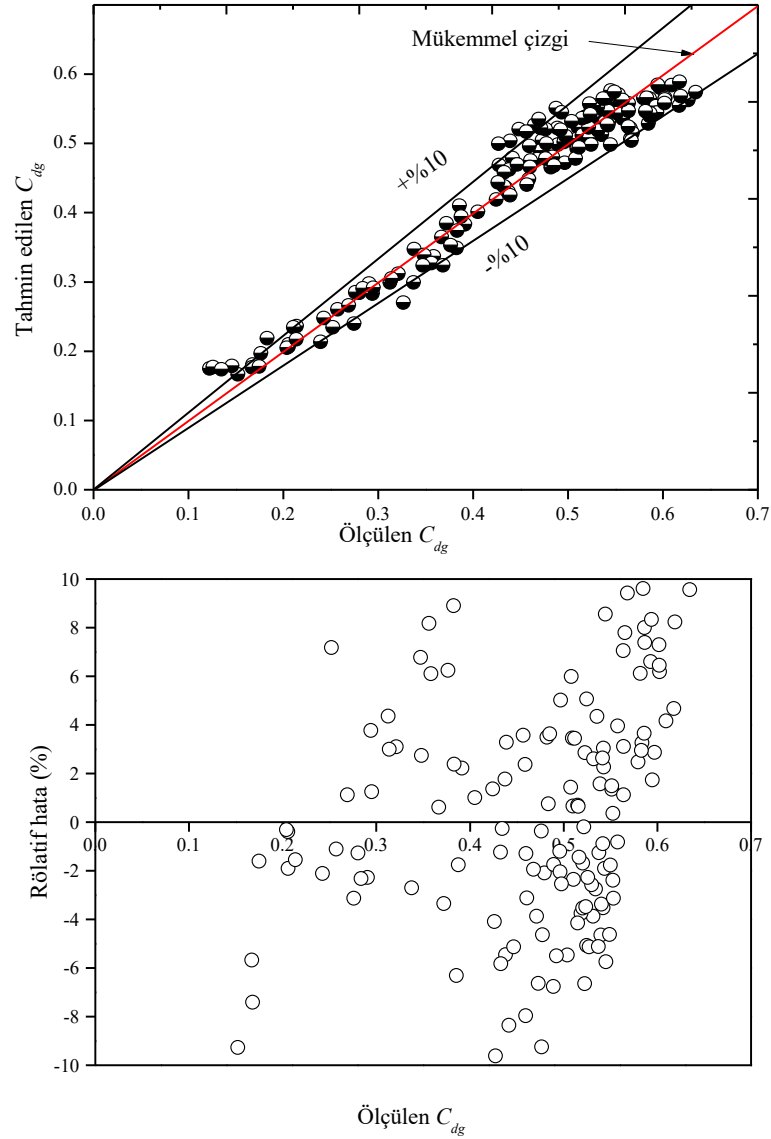


Şekil 6 - Mevcut çalışmada elde edilen yanıl kapak debi katsayısının literatür ile karşılaştırılması

Mevcut çalışmada, yanıl kapak için yapılan boyut analizi neticesinde etkili olan parametreler dikkate alınarak deneysel çalışmadan elde edilen verileri kullanarak en küçük kareler yöntemi ile serbest akım koşulları ve nehir rejiminde doğrusal bir kanalda yanıl kapakların debi katsayısını tahmin etmek için aşağıdaki eşitlik elde edilmiştir. Mevcut çalışmada elde edilen eşitliğin belirginlik katsayısı değeri oldukça yüksektir ($R^2=0.95$). Dolayısıyla önerilen eşitliğin serbest akım, nehir rejimi ve $0 < F_1 < 1$ and $0.10 \leq b_g/B \leq 0.40$ koşulları altında yanıl kapaklar için debi katsayısı tahmin etmede kullanılmasının güvenli olduğu söylenebilir.

$$C_{dg} = \left(\frac{1 + 0.95 (F_1)^{3.61} \left(\frac{b_g}{y_1}\right)^{-0.27}}{0.75 - 0.28 \left(\frac{a}{y_1}\right)^{0.75} \left(\frac{b_g}{B}\right)^{0.485}} \right)^{-1.74} \quad (23)$$

Şekil 7'de deneysel çalışmada elde edilen debi katsayısı değeri ile önerilen eşitlikten elde edilen debi katsayısı değerlerinin karşılaştırılması verilmiştir. Grafik incelendiğinde verilerin uyumlu bir şekilde saçıldığı daha doğrusu mükemmel çizgiyi takip ettiği ve verilerin neredeyse $\pm\%10$ 'luk hata çizgisi dışına çıkmadığı görülmektedir. Dolayısıyla hem ölçülen hem de tahmin edilen debi katsayısı değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Yukarıda ifade edildiği gibi mevcut çalışmada elde edilen veriler ve boyut analizi sonucu önerilen eşitlik debi katsayısı tahmininde güvenli bir şekilde kullanılabilir.



Şekil 7 (a-b) - Ölçülen ve tahmin edilen C_{dg} değerlerinin karşılaştırılması

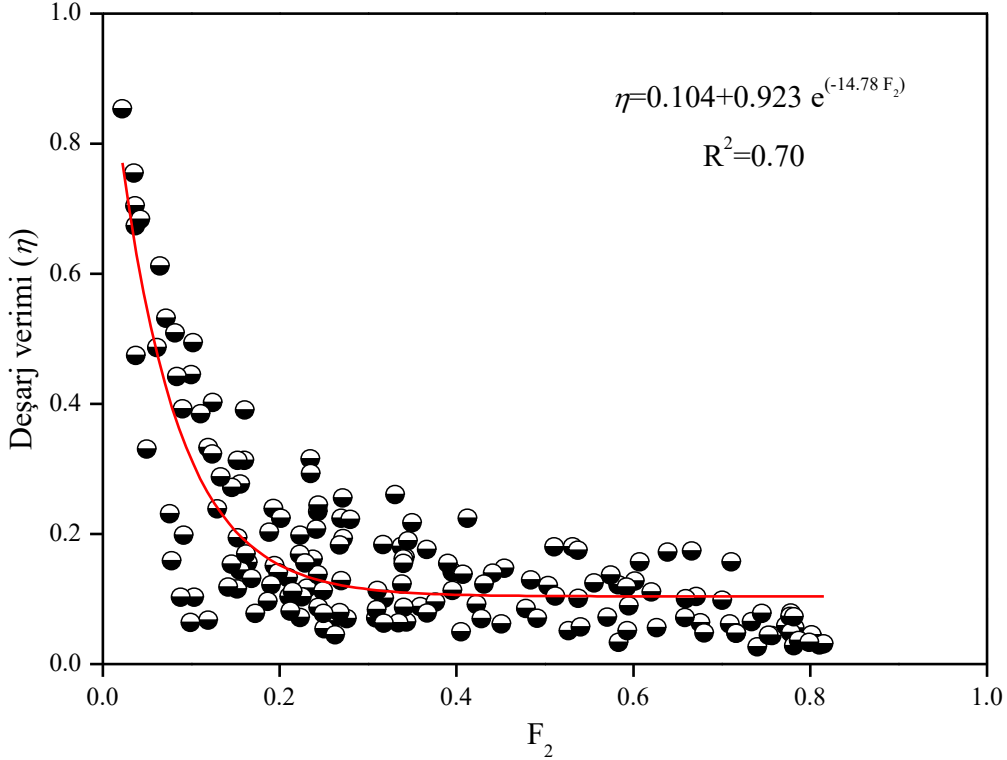
Çizelge 3'te literatürde yan kapaklar ile ilgili çalışmaların gerçekleştirildiği deney koşulları verilmiştir.

Çizelge 3 - Literatürde yan kapaklarla ilgili çalışmalarda çalışılan deney şartları

b_g/B	a (m)	y_1 (m)	F_1 (-)	Q_g (m ³ /s)	Q_1 (m ³ /s)	Çalışma adı
0.60	0.02-0.07	0.13-0.57	0.056-0.32	0.011-0.081	0.065-0.154	Kianmehr vd. [9]
0.60	0.01-0.08	0.30-0.75	0.05-0.40	0.005-0.097	0.016-0.129	Panda [3]
1.00	0.01-0.10	0.07-0.37	0.105-0.948	0.003-0.090	0.010-0.097	Swamee vd. [2]
1.00	0.01-0.10	0.05-0.78	0.02-0.94	0.005-0.099	0.01-0.098	Ghodsian [6]
0.10-0.40	0.02-0.04	0.05-0.22	0.09-0.98	0.0002-0.0081	0.0034-0.0041	Mevcut çalışma

Deşarj verimi (η), yan kapak altından deşarj edilen akımın Q_g 'nin ana kanala giren Q_1 debisine oranı şeklinde ifade edilmektedir. Şekil 8'de yanal kapakların verimliliği ile mansap Froude sayısının değişimi verilmiştir ($Q_g/Q_1=\eta$). Maranzoni vd. [18], Kılıc ve Emiroglu [19] Kartal ve Emiroglu [10] yılında yaptıkları çalışmada savaktan geçen debiyi toplam debiye bölerek yan savak yapısının verimliliğini hesaplamışlardır. Araştırmacılar, elde ettikleri verimliliği literatürden farklı

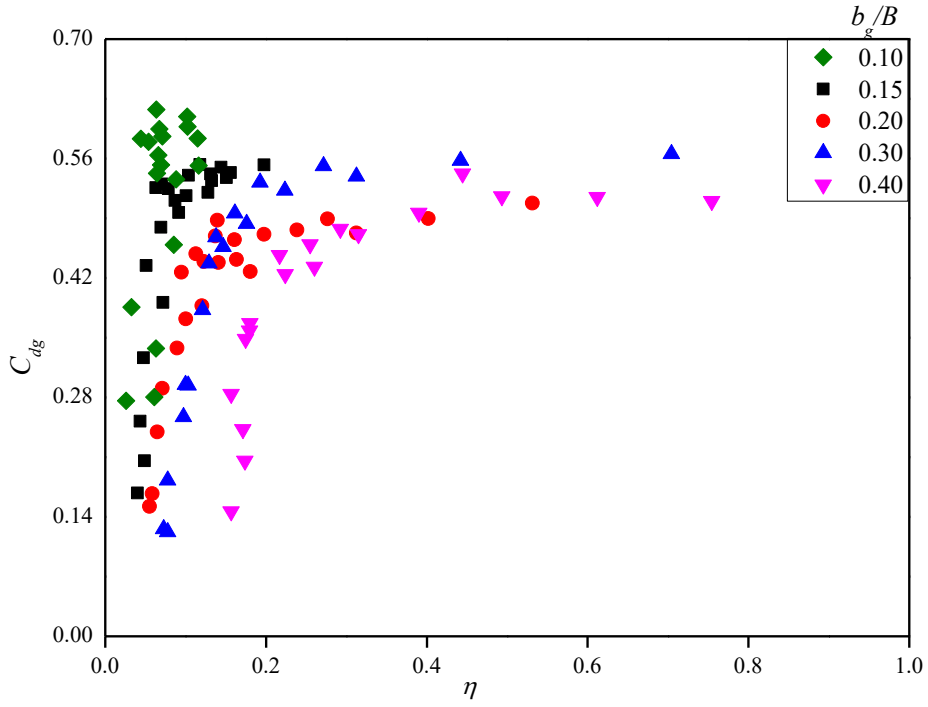
olarak mansap Froude sayısı ile karşılaştırmışlardır. Benzer şekilde mevcut çalışmada elde edilen yanal kapakların verimliliği, mansap Froude sayısı ile karşılaştırılmıştır. Şekil 8'den görüldüğü üzere mansap Froude sayısının artmasıyla yanal kapakların deşarj veriminin düştüğü görülmektedir. Küçük Froude sayılarında verimlilik en yüksek değerlerini almaktadır. Bu çalışmada, Maranzoni vd. [18], Kılıc ve Emiroglu [19] ve Kartal ve Emiroglu [10]'un elde ettikleri bulgulara benzer sonuçlar elde edilmiştir



Şekil 8 - Verimlilik ile mansap Froude sayısının değişim

Şekil 9'da yanal kapakların debi katsayısı ile verimliliğin değişimi farklı b_g/B değerleri için verilmiştir. Yukarıda ifade edildiği gibi, Maranzoni vd. [18], Kılıc ve Emiroglu [19] ve Kartal ve Emiroglu [10] yaptıkları çalışmada savaktan geçen debiyi toplam debiye bölerek yan savak yapısının verimliliğini hesaplamışlardır. Araştırmacılar, elde ettikleri verimliliği literatürden farklı olarak mansap Froude sayısı ile karşılaştırmışlardır. Şekil 9'da C_{dg} ile deşarj veriminin değişimi arasında b_g/B

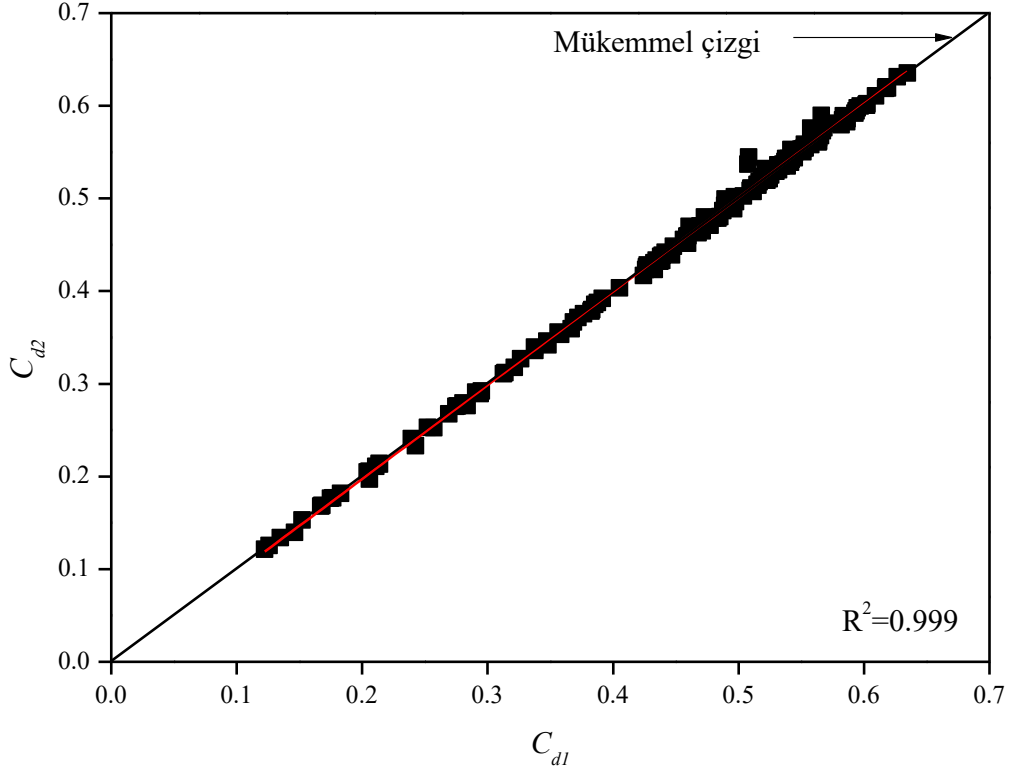
oranının etkili olduğu görülmektedir. Özellikle küçük b_g/B oranının ($b_g/B=0.10$) C_{dg} ile deşarj verimi ilişkisinde b_g/B oranının etkisinin yok denecek kadar az olduğu görülmektedir. Şekil 9'dan anlaşıldığı üzere bu değişimde b_g/B değerinin artmasıyla C_{dg} ile deşarj verimi değişimi trendinde daha düzenli saçılmalar olduğu görülmektedir. Sonuç olarak, mevcut çalışmada, küçük verimlilik değerlerinde küçük debi katsayı değerleri elde edilmiştir.



Şekil 9 - Debi katsayısının verimlilik ile değişimi

Şekil 10'da memba ve mansap akım derinlikleri kullanılarak yan kapaklar için elde edilen debi katsayılarının karşılaştırılması verilmiştir. De Marchi yaklaşımında elde edilen debi katsayıları memba ve mansap akım derinliklerinin yerlerine konulmasıyla elde edilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi hem memba

hem de mansap akım derinlikleri kullanıldığında elde edilen debi katsayıları arasında neredeyse bir farkın olmadığı görülmektedir. Farklı akım derinlikleri kullanarak elde edilen debi katsayısı verileri arasında çok iyi bir uyum olduğu görülmektedir ($R^2=0.999$).



Şekil 10 - Debi katsayısının verimlilik ile değişimi

Literatürde yan kapaklarla ilgili yapılan çalışmalarda dikkate alınan deney şartları Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4 - Literatürde yan kapaklarla ilgili çalışmalarda çalışılan deney şartları

Tip	RMSE	MAE	MAPE (%)	SI	R ²	Eşitlik No
Kapak	0.029	0.023	5.706	0.065	0.95	Eşitlik (23)

4 SONUÇLAR

Bu çalışmada yanal akımlarda dikdörtgen kapak yapılarının akım karakteristikleri serbest akım koşulları, nehir rejimi ve doğrusal bir kanal için, Fırat Üniversitesi Hidrolik Laboratuvarı'nda yürütülen deneyler ile detaylı bir şekilde incelenmiştir. Yürütülen deneyler ve analizler sonucunda elde edilen bulgular aşağıda özetlenmiştir.

- Yan kapakta, akım derinliğinin yapı boyunca arttığı, Froude sayısı ve ana kanaldaki debi miktarı arttıkça kapağın memba ve mansap uçları arasındaki akım derinliği farkının artmakta olduğu ve yapı boyunca su yüzünde dalgalanmalar oluştuğu,
- Memba Froude sayısının artmasıyla yan kapak debi katsayısının azaldığı,
- Deşarj veriminin $\eta = Q_g/Q_1$ mansap Froude sayısının artmasıyla azaldığı
- Yan kapaklar için literatürle uyumlu olarak De Marchi yaklaşımı ile debi katsayıları elde edilebileceği,
- Deney sonuçlarının, MAPE, RMSE ve SI değerleri sırasıyla %5.706, 0.029 ve 0.065 olup, deney ve sayısal bulguların birbiriyle uyumlu olduğu,
- Mevcut çalışmanın sonuçları yan kapak literatürü ile uyumlu olduğu
- De Marchi yaklaşımının kapak yapılarına uygulanabileceği belirlenmiştir.

- E_2 : Yanal akımda mansapta enerji yüksekliği (L)
 φ : Akım çizgileri sapma açısı (°)
 F_1 : Membada kanal ekseninde Froude sayısı ($M^0L^0T^0$)
 F_2 : Mansapta kanal ekseninde Froude sayısı ($M^0L^0T^0$)
 g : Yerçekimi ivmesi ($L T^{-2}$)
 η : Yan kapaktan savaklanan debinin ana kanal debisine oranı ($M^0L^0T^0$)
 S_0 : Kanal taban eğimi ($M^0L^0T^0$)
 S_f : Enerji çizgisinin eğimi ($M^0L^0T^0$)
 μ : Akışkanın dinamik viskozitesi ($M^1L^{-1}T^{-1}$)
 ρ : Özgül kütle ($M L^{-3}$)
 Q : Debi (L^3/T^{-1})
 q : Birim debi (L^2T^{-1})
 Q_g : Yan kapak debisi (L^3T^{-1})
 Q_1 : Yan savak akımında ana kanalın debisi (L^3T^{-1})
 Q_2 : Yan savağın mansap ucundaki ana kanal debisi ($L^3 T^{-1}$)
 Q_g : Yan kapak debisi ($L^3 T^{-1}$)
 Re : Reynolds sayısı ($M^0L^0T^0$)
 σ : Suyun yüzey gerilimi (M^1T^{-2})
 V_1 : Ana kanal eksenindeki ortalama akım hızı ($L T^{-1}$)
 We : Weber sayısı ($M^0L^0T^0$)
 y_1 : Nehir rejiminde yan savak membasında ana kanal eksenindeki su derinliği (L)
 y_2 : Nehir rejiminde yan savak membasında ana kanal eksenindeki su derinliği (L)
 z : Kanal tabanının kıyas düzlemine mesafesi (L)

Kısaltmalar

- RMSE : Hata kareler ortalamasının karekökü
MAE : Hatanın mutlak ortalaması
MAPE : Ortalama Mutlak Yüzde Hata
SI : Saçılma indeksi
R² : Belirginlik katsayısı

Simgeler

- a : Kapak yüksekliği (L)
 α_1, α_2 : Enerji düzeltme katsayıları ($M^0L^0T^0$)
 b_g : Kapak açıklığı, kapak genişliği (L)
 B : Ana kanal genişliği (L)
 C_{dg} : Yan kapak debi katsayısı ($M^0L^0T^0$)
 Δh_s : Sürtünme kayıpları (L)
 E_1 : Yanal akımda membada enerji yüksekliği (L)

5 KAYNAKLAR

- [1] M. Berkün, Su Yapıları, 2007 (2022) 102250
<https://doi.org/10.1016/j.flowmeasinst.2022.102250>
- [2] P.K. Swamee, S.K. Pathak, M.S. Ali, Analysis of Rectangular Side Sluice Gate, *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. 119 (1993) 1026–1035, [https://doi.org/10.1061/\(asce\)0733-9437\(1993\)119:6\(1026\)](https://doi.org/10.1061/(asce)0733-9437(1993)119:6(1026))
- [3] S. Panda, Characteristics of side sluice flow, University of Roorkee, 1981
- [4] M.A. Gill, Flow through side slots, *Journal of Environmental Engineering*. 113 (1987) 1047–1057
- [5] C.S.P. Ojha, D. Subbaiah, Analysis of Flow through Lateral Slot, *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. 123 (1997) 402–405
[https://doi.org/10.1061/\(asce\)0733-9437\(1997\)123:5\(402\)](https://doi.org/10.1061/(asce)0733-9437(1997)123:5(402))
- [6] M. Ghodsian, Flow through Side Sluice Gate, *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. 129 (2003) 458–463. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)0733-9437\(2003\)129:6\(458\)](https://doi.org/10.1061/(asce)0733-9437(2003)129:6(458))
- [7] M. Esmailzadeh, M. Heidarpour, S.S. Eslamian, Flow Characteristics of a Sharp-Crested Side Sluice Gate, *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. 141 (2015) 06014007. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)ir.1943-4774.0000852](https://doi.org/10.1061/(asce)ir.1943-4774.0000852)
- [8] H.M. Azamathulla, Z. Ahmad, A. Ab. Ghani, Computation Of Discharge Through Side Sluice Gate Using Gene-Expression Programming, *Irrigation and Drainage*. 62 (2013) 115–119
<https://doi.org/10.1002/ird.1698>
- [9] S.R.K. and M.R. H. Kianmehr, Analysis of Sharp-Crested Rectangular Side Sluice Gates in Sub-Critical Flow Regimes, Based on Spatial Variable Flow Theory and Sluice Gate Discharge Equation, *Irrigation and Drainage Structures Engineering Research*. 20 (2020) 17–38
<https://doi.org/10.22092/idser.2019.124471.1366>
- [10] V. Kartal, M.E. Emiroglu, Experimental analysis of combined side weir-gate located on a straight channel, *Flow Measurement and Instrumentation*. 88 (2022) 102250
<https://doi.org/10.1016/j.flowmeasinst.2022.102250>
- [11] V. Kartal, Yanal Akımlarda Birleşik Çalışan Savak ve Kapak Akımının Deneysel ve Nümerik Analizi, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fırat Üniversitesi, 2022
- [12] V.T. Chow, *Open-channel hydraulics*. International student edition, McGraw-Hill, Tokyo, 1959
- [13] F.M. Henderson, *Open channel flow*, 1966
- [14] G.L. Hussain, A., Ahmad, Z., Asawa, Discharge characteristics of sharp-crested circular side orifices in open channels, *Flow Measurement and Instrumentation*. 21 (2010) 418–424
- [15] S.M. Borghei, M.R. Jalili, M. Ghodsian, Discharge coefficient for sharp-crested side weir in subcritical flow, *Journal of Hydraulic Engineering*. 125 (1999) 1051–1056
- [16] S. Bagheri, A.R. Kabiri-Samani, M. Heidarpour, Discharge coefficient of rectangular sharp-crested side weirs Part II: Domínguez's method, *Flow Measurement and Instrumentation*. 35 (2014) 116–121
<https://doi.org/10.1016/j.flowmeasinst.2013.10.006>
- [17] M. Ghodsian, F. Feyzollahi, M. Ghodsian, Flow through side-combined structure in a channel bend under subcritical flow regime, *ISH Journal of Hydraulic Engineering*. 00 (2020) 1–9
<https://doi.org/10.1080/09715010.2020.1861487>
- [18] A. Maranzoni, M. Pilotti, M. Tomirotti, Experimental and Numerical Analysis of Side Weir Flows in a Converging Channel, *Journal of Hydraulic Engineering*. 143 (2017) 04017009
[https://doi.org/10.1061/\(asce\)hy.1943-7900.0001296](https://doi.org/10.1061/(asce)hy.1943-7900.0001296)
- [19] Z. Kilic, M.E. Emiroglu, Study of hydraulic characteristics of trapezoidal piano key side weir using different approaches, *Water Supply*. 22 (2022) 6672–6691
<https://doi.org/10.2166/ws.2022.264>

