

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BARAJ TAŞKIN RİSK ANALİZİ SAKARYA GEYVE
DOĞANTEPE BARAJI ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kağan ERGEN

Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Enstitü Bilim Dalı : HİDROLİK

Tez Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Osman SÖNMEZ

Mayıs 2019

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BARAJ TAŞKIN RİSK ANALİZİ SAKARYA GEYVE
DOĞANTEPE BARAJI ÖRNEĞİ

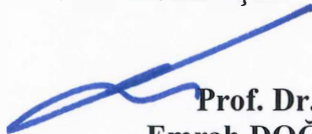
YÜKSEK LİSANS TEZİ

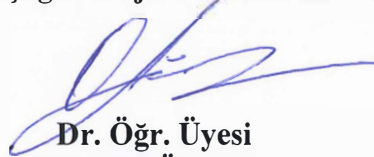
Kağan ERGEN

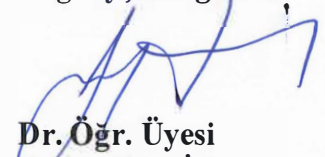
Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Enstitü Bilim Dalı : HİDROLİK

Bu tez 24.05.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.


Prof. Dr.
Emrah DOĞAN
Jüri Başkanı


Dr. Öğr. Üyesi
Osman SÖNMEZ
Üye


Dr. Öğr. Üyesi
Temel TEMİZ
Üye

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Kağan ERGEN

01.05.2019

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, araştırmanın planlanmasından yazılmasına kadar tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren değerli danışman hocam Dr. Öğretim üyesi Osman SÖNMEZ'e teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi ve birikimlerinden faydalandığım Prof. Dr. Emrah Doğan'a teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek Lisans eğitim süreci boyunca bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım başta DSİ 32. Şube Müdürü Abdurrahman CEBECİ olmak üzere DSİ 32. Şube Müdürlüğü mesai arkadaşlarımdan İnş. Müh. M. Emre YURDAKUL ve İnş. Müh. Yiğit KIZMAZ 'a teşekkürlerimi sunarım.

Tüm hayatım boyunca bana emek veren, maddi ve manevi her anlamda yanımda olan sevgili anne ve babama teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitim hayatım boyunca ve tez sürecinde manevi olarak desteğini benden esirgemeyen sevgili eşime teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
TABLOLAR LİSTESİ.....	ix
ÖZET.....	x
SUMMARY	xi
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2.	
KAYNAK ARAŞTIRMASI	2
BÖLÜM 3.	
TAŞKIN	5
BÖLÜM 4.	
BARAJLAR	6
4.1. Barajların Doğrudan Faydaları	6
4.2. Barajların Dolaylı Faydaları	6
4.3. Baraj Aks Yeri Seçiminde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar	9
4.4. Baraj Gövdesinin Yerleştirilmesindeki Jeolojik Kriterler.....	10
4.5. Baraj Tipini Seçerken Cevaplanması Gereken Sorular	11
4.6. Barajların Sınıflandırılması	11
4.6.1. Yapım araçlarına göre barajların sınıflandırılması.....	11

4.6.2. Gövde yapısında kullanılan malzemeye göre barajların sınıflandırılması	12
4.6.2.1. Dolgu barajlar	12
4.6.2.2. Beton barajlar.....	14
4.6.2.3. Karma tipte barajlar	16
BÖLÜM 5.	
ÇALIŞMANIN ÖNEMİ VE AMACI.....	18
BÖLÜM 6.	
ÇALIŞMA ALANI	20
6.1. Doğal Coğrafya	20
6.1.1. Baraj yeri	20
6.1.2. Topoğrafya	21
6.1.3. Sulanabilir alan.....	21
6.1.4. İklim	21
6.1.4.1. Meteoroloji istasyonları	21
6.1.4.2. Yağış	22
6.1.4.3. Sıcaklık	24
6.1.4.4. Buharlaşıma	24
6.2. Geyve Doğantepe Göleti	27
6.2.1. Göletin proje karakteristikleri	27
6.2.1.1. Gövde.....	27
6.2.1.2. Dolusavak	27
6.2.1.3. Derivasyon	28
6.2.1.4. Batardo.....	28
6.2.1.5. Enerji kırıcı	28
BÖLÜM 7.	
YÖNTEM.....	29
7.1. Hidrolik Analiz.....	29
7.2. NetCAD Programı.....	29

7.3. ArcMAP 10.1 Hakkında Genel Bilgiler	30
7.4. HEC-RAS 5.0.6 Hakkında Genel Bilgiler	30
BÖLÜM 8.	
UYGULAMA	34
8.1. Cad Verisinin CBS Ortamına Alınması ve İşlenmesi	34
8.2. Veri Altlığının Hazırlanması –TIN ve DEM Oluşturulması.....	34
8.3. Binaların Dem Üzerine İşlenmesi	35
8.4. Hecras Programında Yapılan İşlemler	37
BÖLÜM 9.	
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	51
9.1. Sonuçlar.....	51
9.2. Öneriler.....	52
KAYNAKÇA	53
ÖZGEÇMİŞ	62

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

1D	: Bir Boyutlu Model
2D	: İki Boyutlu Model
°C	: Santigrad Derece
%	: Yüzde
Ag	: Agregat
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
Cm	: Santimetre
Cm ²	: Santimetrekare
D	: Düşey
DHI	: Danimarka Hidrolik Enstitüsü
DMİ	: Devlet Meteoroloji İşleri
DSİ	: Devlet Su İşleri
Fç	: Çakıl Filtre
Fk	: Kum Filtre
GIS	: Geographical Information System
GPS	: Global Positioning System
Ha	: Hektar
HES	: Hidroelektrik Santral
K	: Koruyucu
Kg	: Kilogram
Km	: Kilometre
Ku	: Kaya Ufağı
M	: Metre
M ³	: Metreküp
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
Mm	: Milimetre

MaxSS	: Maksimum Su Seviyesi
NSS	: Normal Su Seviyesi
ÖYBK	: Ön Yüzü Beton Kaplı
Q25	:25 Yıllık Taşkın Tekerrür Debisi
Q50	:50 Yıllık Taşkın Tekerrür Debisi
SSB	: Silindirle Sıkıştırılmış Beton
SYM	: Sayısal Yükseklik Modeli
TIN	: Triangular Irregular Networks
Vb.	:ve Benzeri
Vs.	: vesaire
Y	: Yatay

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 4.1. Dalaman Akköprü Barajı ve Hes(Küsmez,2015)	7
Şekil 4.2. Muratlı Barajı ve Hes (Küsmez,2015).	10
Şekil 4.3. Homojen gövdeli baraj enkesiti (Küsmez,2015).	13
Şekil 4.4. Kum çakıl dolgu baraj enkesiti (Küsmez,2015).	13
Şekil 4.5. Kil çekirdekli kaya dolgu baraj enkesiti (Küsmez,2015).....	14
Şekil 4.6. Gökçekaya Barajı (Küsmez,2015)	15
Şekil 4.7. Deriner Barajı ve HES (Küsmez,2015).	16
Şekil 4.8. Keban Barajı (Dalkır,2013).	17
Şekil 4.9. Gümüşören Barajı ve HES (Dalkır,2013).....	17
Şekil 6.1. Barajın Türkiye'deki yeri.....	20
Şekil 6.2. Ali Fuat Paşa MGİ'nin 1929-2010 yılları arasında aylık maksimum yağış miktarları	22
Şekil 6.3. Ali Fuat Paşa MGİ'nin 1929-2010 yılları arasında yıllık toplam yağış miktarları	23
Şekil 6.4. Taraklı MGİ'nin 1964-1985 yılları arasında ayların maksimum yağış miktarları	23
Şekil 6.5. Taraklı MGİ'nin 1964-1985 yılları arasında yıllık toplam yağış miktarları	23
Şekil 6.6. Kurtköy (DSİ) Aylık Toplam Buharlaşma Değerleri (mm)	25
Şekil 6.7. Kurtköy (MGİ) Buharlaşma-Sıcaklık Korelasyonu.....	26
Şekil 6.8. Doğan-tepe Göleti net buharlaşma hesabı.....	26
Şekil 8.1. Düzenlenmiş raster veri	35
Şekil 8.2. Binaların işlenmiş olduğu birleştirilmiş raster	36
Şekil 8.3. Birleştirilmiş raster veri	37
Şekil 8.4. Hacim satıh eğrisinin girildiği ekran.....	38
Şekil 8.5. 2D Flow area menüsü değerleri	39

Şekil 8.6. Baraj gövdesi	39
Şekil 8.7. Storage area connection breach data menüsü gediklenme ara yüzü	40
Şekil 8.8. Storage area connection breach data menüsü parameter calculator arayüzü.....	41
Şekil 8.9. Baraj gövdesine ait hidrograf.....	42
Şekil 8.10. Mansap şartı	42
Şekil 8.11. Taşkın yayılım alanı, mansap şartları, baraj gövdesi, göl alanı	43
Şekil 8.12. Unsteady flow data menüsü	44
Şekil 8.13. Unsteady flow data initial conditions ekranı	45
Şekil 8.14. Mansap şartında friction slope değeri	46
Şekil 8.15. Unsteady flow analysis ekranı	46
Şekil 8.16. 10. dakikadaki taşkın yayılım haritası	47
Şekil 8.17. 20. dakikadaki taşkın yayılım haritası	47
Şekil 8.18. 30. dakikadaki taşkın yayılım haritası	48
Şekil 8.19. 40. dakikadaki taşkın yayılım haritası	48
Şekil 8.20. 50. dakikadaki taşkın yayılım haritası	49
Şekil 8.21. 1 saat sonundaki taşkın yayılım haritası	49
Şekil 8.22. Maximum derinlikteki taşkın yayılım haritası.....	50

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 6.1. Meteoroloji istasyonlarının özellikleri.....	22
---	----

ÖZET

Anahtar kelimeler: Baraj taşkın risk analizi, HEC-RAS, Geyve Doğantepe Göleti

Barajlar taşkın önleme, su temini, sulama, hidroelektrik enerji üretimi vb. amaçlarla inşa edilen su yapılarıdır. Barajlar rezervuarında çok büyük hacimlerde su biriktiren yapılar olduğundan yıkılmaları oluşabilecek ani taşkının büyüklüğü aşırı yağışlardan dolayı oluşabilecek taşkınların büyüklüğünden çok daha fazladır. Dolayısıyla olası bir yıkılma halinde çok büyük can ve mal kaybına sebep olabilirler. Çalışmanın amacı Geyve Doğantepe Göleti'nin yıkılması durumunda oluşabilecek taşkının mansap bölgesinde yer alan Geyve İlçe Merkezi'ne ulaşım ulaşmayacağı belirlenmesidir. Çalışmada analizler için USACE tarafından geliştirilmiş olan HEC-RAS programı kullanılmıştır. Söz konusu program kullanılarak yapılan analiz sonucunda mansap bölgesindeki bazı yerleşim bölgelerinin taşkından etkileneceği tespit edilmiştir. Analiz sonucunda taşkın yayılım haritaları oluşturularak oluşabilecek maksimum su seviyesi ve bu seviyelerin oluşma zamanları belirlenmiştir.

DAM FLOOD RISK ANALYSIS:AN EXAMPLE OF SAKARYA DOĞANTEPE DAM

SUMMARY

Keywords: Dam flood risk analysis, Hec-RAS, Geyve Doğantepe Dam,

Dams, flood prevention, water supply, irrigation, hydroelectric power generation etc. water structures constructed for purposes. Since the reservoirs in the reservoir contain very large volumes of water, the size of the sudden floods that may be caused by collapse is much greater than the size of the floods that may occur due to excessive rainfall. Therefore, they can cause great loss of life and property in case of a possible collapse. The aim of the study is to determine whether the floods that may occur during the demolition of Geyve Doğantepe Pond will reach the Geyve District Center in the downstream region. The HEC-RAS program, which was developed by USACE, was used in the study. As a result of the analysis conducted using the aforementioned program, it was determined that some settlements in the downstream region will be affected by flood. As a result of the analysis, flood propagation maps were formed and the maximum water level and the time of occurrence of these levels were determined

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Barajlar ve göletler rezervuarlarında çok büyük miktarlarda su bulundurduğundan dolayı olası bir patlama sonucunda oluşabilecek taşkının büyüklüğü aşırı yağışlardan dolayı oluşabilecek taşkının büyüklüğünden çok daha fazladır.

Baraj yıkılmasının birçok sebebi olmakla birlikte bu sebeplerin en başında kayma ve gövde üstünden şu aşması olayları gelmektedir. Baraj yıkılmaları ani gerçekleşen olaylar olduğundan dolayı genellikle sonucunda çok büyük can kaybı ve maddi hasar yaşanmaktadır. Can ve mal kaybının yanında çok büyük sosyal felaketlere de neden olmaktadır. Binlerce insanın buldukları yerleri tahliye ederek evsiz kalmasına, buldukları yerleri terk etmek zorunda kalan insanların açlık ve salgın hastalıklarla mücadele etmek zorunda kalmasına yol açmaktadır.

Tarihteki en büyük baraj yıkılmalarından biri olan İtalya'daki 267 m yüksekliğindeki Vajont Barajı'nın yıkılması sonucu 2000 'den fazla insan can vermesine yol açmıştır (Elçi ve ark. 2017). Türkiye'de ise henüz herhangi bir baraj yıkılması olayı gerçekleşmemiştir.

Bu çalışmada Sakarya Geyve Doğantepe Göleti'nin yıkılma analizleri HEC-RAS programı yardımıyla yapılmıştır. Gölet mansabında Geyve İlçe Merkezi bulunduğu göletin yıkılma analizlerinin yapılması çok büyük önem arz etmektedir.

BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Baraj yıkılmaları sonucu oluşacak taşkınların sebep olabileceği zararları önlemek için baraj yıkılmalarının sebeplerini, taşkına karşı alınabilecek önlemleri iyi tespit etmek gerekmektedir. Dolayısıyla bu bölümde bu konu ile alakalı bilimsel çalışmalara kısaca değinilmiştir.

Palamut (2014), çalışmasında baraj yıkılması sonucu taşkın hareketini ve barajın mansabında yerleşim yeri varsa tehlikenin belirlenmesi açısından önemli bir bilimsel araştırmadır. Çalışmada o yılda yapımı devam eden ve mansabında yerleşim bulunan Rahmanlar Barajı'nın tek boyutlu ve üç boyutlu yıkılma analizleri gerçekleştirilmiştir. Olası bir baraj yıkılması durumunda oluşacak taşkın mansapta bulunan 3 adet köye ulaşp ulaşmayacağı saptanmaya çalışılmıştır. Çalışmada tek boyutlu analizler için HEC-RAS programı, 2 boyutlu analiz için FLOW-3D hesaplamalı hidrodinamik yazılımı kullanılmıştır. 1 boyutlu HEC-RAS modelinde farklı senaryolar altında yapılan analiz sonucunda mansapta bazı bölgelerin taşkından etkilenebileceği belirlenmiştir. 1 boyutlu analizlerde akımın doğrusal bir şekilde ilerlediği varsayıldığından, akımın ve arazinin özelliklerinin gerekli ve yeterli ölçüde tanımlanabileceği 2 boyutlu analizlere gereksinim duyulmuştur. Bu yüzden FLOW-3D yazılımında en kritik yıkılma senaryosu için taşkın sonuçları elde edilmiştir. İki modelde de analiz yapılarak taşkın haritaları oluşturulmuş, yerleşim yerlerinde suyun maksimum ulaşabileceği seviye ve bunun için gerekli süre belirlenmiştir.

Kocaman (2002), çalışmasında baraj yıkılmasını deneysel, teorik ve sayısal olarak incelemiştir. Dikdörtgen bir kanalda iki farklı durgun suyu ayıran düşey kapağın kaldırılması sonucu oluşabilecek olan baraj yıkılması incelenmiştir. Söz konusu yıkılma sonucu oluşacak olan taşkın mansap boyunca yayılımı farklı kuyruk suyu

derinlikleri için incelenmiştir. Sayısal çözümler için FLOW-3D yazılımı kullanılmıştır.

Karakaya (2005), çalışmasında Kirazlıköprü Barajı'nın nümerik yıkılmasını değişik hidrolik senaryolar altında ele almıştır. Bu analizlerin amacı baraj yıkılmasının mansap bölgelerinde oluşturabileceği olumsuzlukları araştırmaktır. Nümerik benzeşimlerde FLDWAV modeli kullanılmıştır. Bu benzeşimlerin sonuçlarının acil eylem planlarının hazırlanmasında veri olarak kullanılabilirliği sonucuna ulaşmıştır.

Molu (1995), çalışmasında barajın gövdesinde oluşacak bir gedik sonucu oluşacak taşkın dalgalarının ötelenmesinde kullanılacak çözüm metotlarını incelemiştir. Ayrıca DAMBRK isimli bir program tanıtılarak Aslantaş Barajı üzerinde bir uygulama yapılmıştır.

Dal (2018), çalışmasında ardışık baraj yıkılmasını deneysel ve teorik olarak incelemiştir. Deneysel veriler görüntü işleme tekniği ve ultrasonik sensörler vasıtasıyla elde edilmiştir. Nümerik analizler ise FLOW-3D ve DualSPHysics yazılımları ile yapılmıştır. Nümerik ve deneysel sonuçlar birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda deneysel veriler ile nümerik verilerin genel olarak uyumlu olduğu sonucuna varılmıştır.

Turhan (2017), çalışmasında baraj yıkılmasını farklı yoğunluklu akışkanların davranışlarını araştırmak için deneysel ve nümerik yöntemlerle incelenmiştir. Farklı yoğunluklu akışkan olarak su, yağ ve tuzlu su seçilerek FLOW-3D ve (SPH) yöntemi uygulanmıştır.

Pakniyat (2015), çalışmasında FLOW-3D programını kullanarak Tahtalı Barajı'nın yıkılma analizlerini incelemiştir. Dalga hareketlerinin FLOW-3D'nin kendi çizim katı modeli oluşturulmuştur. Bu model üzerinde akım sınırları belirlenmiş, akışkan tanımlanmış, sınır koşulları uygun fiziksel özellikler programa girildikten sonra simülasyon çalıştırılarak, elde edilen sonuçlar incelenmiştir.

Bağ (2005), çalışmasında bir baraj yıkılması senaryosu çerçevesinde Bursa ilindeki Çınarcık Barajı'nın yıkılmasının etkileri incelenmiştir. Analizler sırasında Çınarcık Barajı'nın mansabında gerçekleşen akış profillerini, su yüzü kotlarını ve deşarj değerlerini, tahmin etmek amacıyla, FLDWAV yazılımı kullanılmıştır. Bu analizler sonucunda taşkın haritaları oluşturulmuş ve risk altındaki bölgeler tespit edilmiştir.

Bayraktar (2004), çalışmasında, risk analizi ve risk haritalarının oluşturulması için Alibeyköy Barajı (1966) incelenmiştir. Yıkılma senaryosu olarak barajın gövdesi üzerinden suyun aştığı düşünülmüştür. İstanbul Büyükşehir Belediyesi 'nden sağlanan sayısal haritalar yardımıyla ArcView CBS yazılımı içerisinde oluşturulan SYM üzerinden kesit verileri alınmış ve bu kesitler nümerik model için giriş verisi olarak kullanılmıştır. Risk haritası üretilmiş ve olası felaketin etkileri, CBS ve Uzaktan Algılama teknikleri kullanılarak belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda CBS ve Uzaktan Algılama teknikleri, risk haritası üretilmesinde yaygın biçimde ve başarılı olarak kullanılabileceği görülmüştür.

Bu çalışmada ise Sakarya Geyve Doğantepe Göleti'nin taşkın risk analizi incelenmiştir. Baraj yıkılma analizleri için HEC-RAS programı kullanılarak kullanılmıştır.

BÖLÜM 3. TAŞKIN

Taşkın bir akarsuyun çeşitli nedenlerle yatağından çıkararak, çevresindeki arazilere, meskun mahallere, meskun mahallerdeki altyapı tesislerine ve canlılara zarar vererek etki ettiği bölgede normal sosyo-ekonomik durumu kesintiye uğratabilecek ölçüde bir akış büyüklüğü oluşturması olarak tanımlanabilir. Bu tanıma deniz kıyısı bölgelerinde dalga hareketi kaynaklı kıyı taşkınlarını, göllerdeki seviye ve dalga hareketi kaynaklı göl taşkınlarını, buz kütlelerinin erimesinden ve buzul taşkınlarını ekleyebiliriz. Aşırı yağışlardan veya kar erimelerinden kaynaklı akarsu taşkınları en yoğun taşkın tiplerinden biridir. Taşkın söz konusu bölgenin iklim koşulları, topoğrafyası vb. birçok özelliğine bağlı bir doğa olayıdır. Ancak sel problemi veya afet tamamen insan kaynaklı bir problemdir. Taşkın sahasında bulunan bölgelerdeki kontrolsüz ve çarpık yapılaşma sel afetinin en önemli sebebidir (Su Havzalarının Korunması ve Yönetim Planlarının Hazırlanması Hakkında Yönetmelik, RG 2012; Uşak ve Aksu, 2002).

Bu çalışmada Geyve Doğantepe Göleti'nin yıkılması örneği ele alınarak baraj yıkılması durumunda oluşabilecek taşkın incelenmeye çalışılmıştır.

BÖLÜM 4. BARAJLAR

Çeşitli özel amaçlarla yapılanlar olduğu gibi genel olarak suların faydasını arttırmak maksadıyla vadilerin kapatılması suretiyle yapılan mühendislik yapılarına baraj denir. Barajlar inşa edildikleri yerlerde yaşayan insanların yaşam kalitelerini artıran önemli mühendislik yapılarıdır. Barajların faydaları doğrudan ve dolaylı olarak 2 başlıkta izah edilebilir (Küsmez, 2015).

4.1. Barajların Doğrudan Faydaları

1. Tarım alanlarının zamanında ve yeterli olarak sulanmasını sağlar.
2. Hidroelektrik enerji üretir.
3. İçme, kullanma ve endüstri için gerekli suyu düzenli ve sürekli sağlar.
4. Yerleşim ve tarım alanlarını taşkınlardan korur.

4.2. Barajların Dolaylı Faydaları

1. Nehirlerin akım rejimlerini düzenler.
2. Su üzerinde ulaşım olanak sağlar.
3. Su ürünleri üretimi, özellikle balıkçılığın gelişmesini sağlar.
4. Avcılığın gelişmesini sağlar.
5. Mesire yerleri sağlar.
6. Toprak erozyonunun önlenmesi veya azaltılması sureti ile toprak muhafazasını sağlar.
7. İklim üzerinde olumlu etkisi vardır.
8. İstihdama olumlu etkisi vardır.
9. Gelir dağılımının düzeltilmesine yardımcı olur.
10. Su kalitesinin ve kirlenmenin kontrolü sağlanabilir.

11. Su sporları yapılmasına olanak verir.

Şekil 4.1.'de Dalaman Akköprü Barajı ve HES'in görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.1. Dalaman Akköprü Barajı ve Hes (Küsmez,2015).

4.3. Baraj Tip Gövde Seçimini Etkileyen Faktörler

Baraj tip seçimini etkileyen faktörler temel başlıklar halinde şunlardır:

1. Topografya
2. Jeoloji ve temel şartları
3. Baraj yüksekliği
4. Kullanılacak malzemenin kalitesi, miktarı, taşıma mesafesi
5. Boşaltım tesisleri
6. Meteoroloji
7. Rezervuar
8. İnşaat süresi
9. Depremsellik

10. Amaç ve rantabilite (kar-maliyet) ilişkisi
11. Finans
12. Çevresel koşullar

Baraj gövde tipinin seçiminde birinci derece önemli olan konu baraj aks yerinin tasarlanan baraj tipine teknik yönden uygun olup olmadığıdır. Bazı özel durumların dışında, aks yeri birden fazla tipte baraj gövdesinin projelendirilmesine genellikle uygundur. Böyle bir durum diğer etmenler de göz önünde bulundurularak en ekonomik baraj gövde tipi baraj gövdesi olarak tasarlanır. Kısacası en iyi baraj tasarımı eldeki malzemeler ile en uygun yere yapılan barajdır (Küsmez,2015).

Tasarlanan barajın vadi genişliği baraj tipini etkileyen faktörlerden biridir. Geniş vadilerde beton barajlar ekonomik olmayıp; bu durumlarda kemer barajlar baraj tipi olarak değerlendirilebilir (Küsmez,2015).

Tasarlanan barajın aksındaki jeolojik yapı baraj tipinin seçimini etkiler. Örneğin baraj aksının alüvyon tabakanın bulunduğu bir yere yapılması gereken durumlarda baraj tipi olarak dolgu baraj önerilebilir (Küsmez,2015).

Dolgu malzemesi olarak seçilecek malzemenin baraj çevresinde yeterli miktarda ve ekonomik taşıma mesafesinde bulunması gereklidir. Ekonomik mesafede yeterli miktarda

dolgu malzemesinin bulunmadığı durumlarda beton baraj tipleri alternatif olarak değerlendirilebilir.

Baraj tasarlanan bölgenin 1. Derece deprem bölgesinde veya aktif fay hatlarına yakın olması durumlarında barajın temel ve yamaç şartları değerlendirilerek özel bir seçim yapılabilir (Küsmez,2015).

Gövde tipi olarak kil çekirdekli bir baraj seçilecek ise mutlaka iklim şartları göz önünde bulundurulmalıdır. Kilin ocaktan alınıp taşınması, serilmesi ve sıkıştırılması

için gerekli ve yeterli süre bulunmalıdır. Her mevsimin yağışlı ve ya uzun don periyoduna sahip yerlerde kil çekirdekli baraj tipi uygun bir tip seçimi değildir (Küsmesz,2015).

Baraj tipi seçiminde her inşaat projesinde olduğu gibi inşaat süresi en önemli etmenlerden biridir. Özellikle enerji üretme amaçlı olarak projelendirilen barajlarda bu konu daha da önem arz etmektedir.

Eğer kil malzeme temin etmek için ocak olarak verimli tarım arazileri kullanılmak zorunda kalınıyorsa baraj tipi olarak kil malzeme gerektirmeyen bir baraj tipi seçilmesi doğayı korumak anlamında çok önemlidir (Dalkır,2013).

4.3. Baraj Aks Yeri Seçiminde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Baraj aksı olarak seçilecek yer; jeolojik olarak da uygun ise vadinin en dar olduğu yer olmalıdır. Ayrıca barajın yapım amacı da düşünülerek istenilen gövde yüksekliğindeki barajın yapımına da uygun olmalıdır (Dalkır,2013).

Baraj aksının seçiminde jeolojik şartlar çok önemlidir. Jeolojik şartlar doğrudan baraj aksının yerini etkilediği gibi, diğer baraj elamanlarının yerleştirilmesinden dolayı ortaya çıkabilecek problemlerden dolayı da dolaylı olarak gövdenin yerini değiştirebilir (Dalkır,2013).

Baraj gövde aksının yeri, konumu ve eteklerin yayılımı, derivasyon sistemi, su alma yapısı, dolusavak, enerji tüneli, cebri borular, santral binası v.s. gibi diğer üniteleri etkilediğinden aks yerleşimi bu yapılar ile bir bütün olarak ele alınmalıdır (Dalkır,2013).

Baraj aksı olacak uygun yer seçilirken yerin jeolojik yapısının çok iyi araştırılması gereklidir. Yerin jeolojisi baraj gövdesi dolusavak, derivasyon vb. baraj elamanlarının yapılmasına uygun olmalıdır (Dalkır,2013). Şekil 4.2. Muratlı Barajı ve Hes'in mansaptan bir görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.2. Muratlı Barajı ve Hes (Küsmez,2015).

Baraj aksı mümkün mertebe yamaçlarda tesviye eğrilerine dik açı yapacak şekilde seçilmelidir. Bu konu yamaçlara uyum açısından ve kazı çalışmaları açısından çok büyük önem arz etmektedir (Dalkır,2013).

4.4. Baraj Gövdesinin Yerleştirilmesindeki Jeolojik Kriterler

Baraj yeri seçiminde etkili olan en önemli faktörlerden biri baraj yeri jeolojisidir. Baraj yapımlarında en temel amaç rezervuarda su biriktirmek olduğundan baraj gövdesinde geçirimsizliğin en ekonomik şartlarda sağlanabilmesi gereklidir (Küsmez,2015).

1. Baraj gövdesi zorunlu olmadıkça geçirimli bir arazi formasyonu üzerine oturtulmamalıdır.
2. Baraj temeli baraj tipine uygun bir taşıma gücüne sahip bir kaya formasyona oturtulmalıdır.
3. Baraj temelleri civarında aktif fay hatları bulunmamalıdır.
4. Baraj gövdesi civarında heyelan sahaları olmamalıdır.
5. Kazı sınırı belirlenirken mutlaka aks boyunca alınmış bir jeolojik kesit mevcut olmalıdır. Sadece yerin topoğrafik durumuna göre yapılan seçimlerde baraj temeli için uygun olamayan zemin kitleleri ile karşılaşılabilir (Küsmez,2015).

4.5. Baraj Tipini Seçerken Cevaplanması Gereken Sorular

Baraj tiplerini seçerken malzeme ocakları,rezervuar ve baraj gövdesi için bazı soruların yanıtlanması gerekmektedir (Dalkır,2013).

Malzeme ocakları için ;dolgu malzemesi ve beton agregası malzemelerine ait malzeme ocaklarının yerleri,alınabilecek miktarlar ve kazıdan çıkan malzemenin kullanım oranı önemlidir (Dalkır,2013).

Baraj rezervuarı için geçirimsizlik,şev stabilitesi ve sedimentasyon durumları incelenmelidir (Dalkır,2013).

Baraj gövdesi için aks yerinin uygunluğu,temeli oluşturmak için uygun kazı derinlikleri,geçirimsizlik,baraj gövdesi zonları ve sıkıştırma yöntemleri,temellerin iyileştirme ihtiyacı,dolusavak ve yardımcı yapıların baraj gövdesine etkileri gibi bir çok konu cevap bulmak zorundadır (Küsmez,2015).

4.6. Barajların Sınıflandırılması

Barajlar yapım araçlarına göre ve gövde yapısında kullanılan malzemeye göre çeşitli sınıflara ayrılmaktadır (Dalkır,2013).

4.6.1. Yapım araçlarına göre barajların sınıflandırılması

1. İçme, kullanma ve endüstri suyu sağlayan barajlar
2. Sulama suyu sağlamak amacıyla yapılan barajlar
3. Hidroelektrik enerji üretmek amacıyla yapılan enerji barajları
4. Taşkın koruma amacıyla yapılan barajlar
5. Atık barajları
6. Çok amaçlı barajlar

4.6.2. Gövde yapısında kullanılan malzemeye göre barajların sınıflandırılması

Gövde yapısında kullanılan malzemeye göre barajlar dolgu barajlar, beton barajlar ve karma tipte barajlar olarak sınıflandırılmaktadır. Bu baraj tiplerinde kendi içlerinde alt tiplere ayrılmıştır (Dalkır, 2013).

4.6.2.1. Dolgu barajlar

Dolgu barajlar rezervuarlarındaki su basıncını gövdelerinin ağırlığı ile baraj temellerine aktaran baraj tipleridir. Bu barajlarda gövde dolgusu olarak kaya, kum, çakıl ve kil gibi doğal malzemeler kullanılır (Dalkır, 2013).

Dolgu barajların temel sorunları; dolgu gövdenin ve baraj temelinin rezervuardaki su ve deprem yüküne karşı stabilitelerini kaybetme riski ve borulanma problemi (Dalkır, 2013)

Dolgu Barajlar şu sebeplerden dolayı tercih edilmektedir:

1. Dolgu malzemesinin kolay temin edilebilir olması
2. Dolgu malzemesinin işlenmesinin kolay olması
3. Ekonomik olması
4. Diğer baraj türlerine göre oluşabilecek depremlerden daha az etkilenmesi

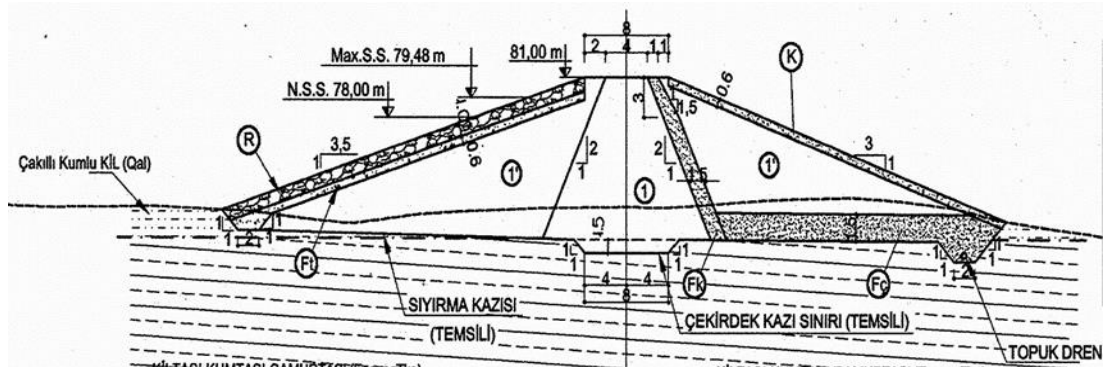
Dolgu barajlarda geçirimsizlik kil çekirdek ile sağlanır. Kil çekirdeğin kalınlığı kabuk dolgu malzemesinin cinsine, kil malzeme ocağının baraja olan mesafesine ve miktarına, bölgenin depremselliğine göre değişiklik gösterir (Dalkır, 2013).

Dolgu Barajlarda kil çekirdeğin memba ve mansap yüzlerinde filtre malzeme kullanılır. Çekirdekten olası bir sızıntı sonucu kil malzemenin sürüklenmemesi için mansap filtresi koruyucu görev yapar. Memba filtresi ise barajın olası bir ihtiyaç durumunda acil boşaltılması durumunda koruyucu olarak görev yapar. Filtre malzemelerde baraj gövdesine ince filtre (kum) bunun mansabında kalın

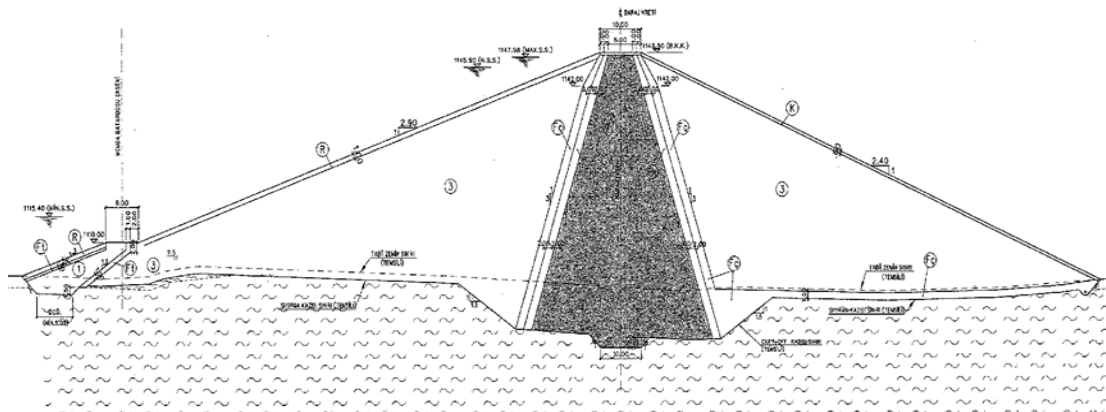
filtre(çakıl)olarak yerleştirilirler.İnce filtre kullanımında mümkün olduğunca kırmataştan kaçınılmalıdır (Dalkır,2013).

Riprap baraj gövdesinin membasında dolgunun su etkisiyle zarar görmesini önlemek amacıyla yapılır.Baraj mansabında toprak dolgu olması durumunda ise dolgu malzemesinin yağmur suları nedeniyle sürüklenmemesi için kaya ocağı artığı malzemeden koruyucu örtü tabakası kullanılır (Dalkır,2013).

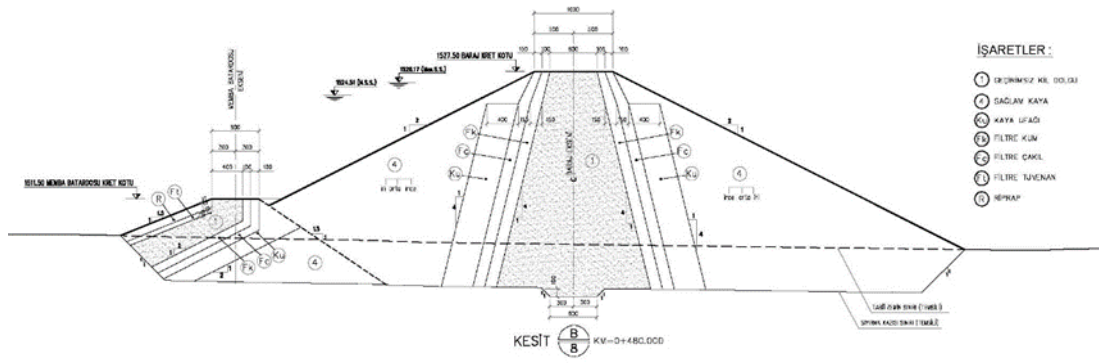
Dolgu barajlar da kendi içerisinde homojen dolgu barajlar ve zonlu dolgu barajlar olarak sınıflandırılırlar.Zonlu dolgu barajlar ise kendi içerisinde dolguda kullanılan malzemenin cinsine göre kum çakıl dolgu barajlar,kaya dolgu barajlar,karışık zonlu dolgu barajlar olarak alt sınıflara ayrılabilirler.Ülkemizde yaygın olarak kullanılan baraj tiplerine ait şekiller aşağıda verilmiştir. Şekil 4.3.'de örnek bir homojen gövdeli baraj enkesiti, Şekil 4.4.'te kum çakıl dolgu baraj enkesiti, Şekil 4.5.'te ise kil çekirdekli kaya dolgu baraj enkesiti verilmiştir (Küsmez,2015).



Şekil 4.3. Homojen gövdeli baraj en kesiti (Küsmez,2015).



Şekil 4.4. Kum çakıl dolgu baraj enkesiti (Küsmez,2015).



Şekil 4.5. Kil çekirdekli kaya dolgu baraj enkesiti (Küsmez,2015).

Dolgu barajlar ani ve tamamen yıkılma eğilimi göstermezler. Baraj gövdesinde oluşacak gedik hacmi barajın gövde hacmine oldukça küçüktür. Barajın kısmi olarak yıkılması saatler mertebesinde devam eder. Ayrıca gedik oluşumunda ani bir olay olmayıp belirli etmenlere belirli bir süre gerektiren bir olaydır. Bu etmenleri şu şekilde sıralayabiliriz: barajın dolgu malzemesinin cinsi, baraj gövdesinin temelden yüksekliği, dolgu malzemesinin birim ağırlığı, kohezyonu vb. özellikleri, dolgu malzemesinin sıkıştırılma yüzdesi (Düden, 2010).

Dolgu barajların yıkılma şekillerini aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

1. Gövde üzerinden su aşması
2. Borulanma
3. Dolgu malzemesi ve baraj temelinde zamanla meydana gelen zemin oturmaları
4. Memba ve mansap şevlerinin kayması (Düden, 2010).

4.6.2.2. Beton barajlar

Beton barajlar kendi içlerinde beton ağırlık barajları, beton kemer barajlar ve karma barajlar olarak alt sınıflara ayrılabilirler (Küsmez, 2015).

Beton barajların gövdeleri gevşek ve ayrışmış zemin kaldırıldıktan sonra sağlam kaya zemin üzerine inşa edilirler. Bu barajların diğer baraj tiplerine en büyük avantajı dolusavak, dipsavak v.b gibi barajın diğer bölümlerinin gövde üzerinde yer alabilmesidir (Küsmez, 2015).

Beton baraj gövdeleri, gevşek zemin ve ayrıışmış kaya kazılıp alındıktan sonra daima yeterli taşıma gücüne sahip sağlam kaya zemin üzerinde inşa edilirler. Beton barajların en önemli avantajı, dolusavak, enerji su alma, dipsavak vs. gibi diğer yapıların gövde üzerinde yer alabilmesidir. Beton barajlarda baraj gövdesinin tümünün geçirimsiz olması en önemli esastır. Şekil 4.6. ve Şekil 4.7.'de Ülkemizdeki beton baraj tiplerine örnek olarak Gökçekaya Barajı ve Deriner Barajı ve HES'in görüntüleri verilmiştir (Küsmez,2015).

Beton barajların yapımı sırasında gövde betonu ano mantığıyla ayrı ayrı döküldüğünden barajın yıkılması da betonu ayrı ayrı dökülen parçaların su etkisiyle sökülüp sürüklenmesi ile olur. Bu yüzden bu baraj tiplerinde yıkılmalar kısmi yıkılma cinsinde gerçekleşir (Düden,2010).



Şekil 4.6. Gökçekaya Barajı (Küsmez,2015).



Şekil 4.7. Deriner Barajı ve HES (Küsmez,2015).

4.6.2.3. Karma tipte barajlar

Genellikle dolgu ve beton gövdelerin birlikte kullanıldıkları baraj tipleridir. Genellikle geniş nehir yataklarında tercih edilen baraj tipleridir.Şekil 4.15.'de verilen Keban Barajı ve Şekil 4.16.'da verilen Gümüşören Barajı ve Hes bu tipin iyi birer örnekleridir (Küsmez,2015).



Şekil 4.8. Keban Barajı (Dalkır,2013).



Şekil 4.9. Gümüşören Barajı ve HES (Dalkır,2013).

BÖLÜM 5. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ VE AMACI

Barajlar taşkın önleme, su temini, sulama, hidroelektrik enerji üretimi vb. amaçlarla inşa edilen su yapılarıdır. Barajlar toplumun yaşam koşullarını iyileştirerek uygarlığa erişmesine yardımcı olurlar. Bu bağlamda bir ülkedeki var olan baraj sayısı o ülkenin uygarlık derecesinin önemli bir göstergesidir. Özellikle gelişmiş ülkelerde baraj ihtiyaçlarının tamamı karşılanmışken, gelişmemiş ve gelişmeye devam eden ülkelerde baraj sektörü hızla büyümektedir (Karakaya,2015).

Toplumların gelişmesinde bu kadar etkili olan barajlar genellikle proje ömrü 50 yıl olarak inşa edilirler. Barajlar rezervuarında çok büyük hacimlerde su biriktiren yapılar olduğundan yıkılmaları halinde çok büyük felaketslere yol açabilirler. Baraj yıkılması sonucu oluşacak ani taşkın büyüklüğü aşırı yağışlardan dolayı oluşacak taşkından rezervuarındaki büyük su hacimden dolayı oldukça fazladır. Ayrıca baraj mansabında yerleşim yeri var ise insanların bölgeyi tahliye etmesi gereken süre aşırı yağışlardan dolayı oluşan taşkına göre çok daha kısadır. Bu da mansaptaki yerleşim yeri için çok büyük risk teşkil eder.

Baraj yıkılmasını tamamen önlemek mümkün değildir. Baraj yıkılması olaylarının azaltılması için gözlemler yapmak, sayısal hidrolik modeller yaparak bu verilerden çeşitli çıkarımlar yapmak gereklidir. Bulduğumuz veriler ışığında yaptığımız çıkarımlara dayanarak taşkın yayılacağı alan tespit edilir. Bu alanda yapılaşmaya engelleyerek; eğer engelleyemiyorsak acil durum eylem planları yapılarak taşkın zararları azaltılabilir.

Bu sebeplerden dolayı baraj yıkılması sonucu oluşacak taşkın analizi baraj projelendirilmesi ile birlikte düşünülmelidir. Farklı baraj yıkılmaları senaryoları oluşturularak yapılan taşkın analizleri afet acil eylem planı oluşturulurken büyük

önem arz etmektedir. Bu tür bir çalışma ile baraj yıkılması sonucunda suyun hangi bölgelere yayılabileceği, hangi kota, ne kadar sürede çıkabileceği, mansapta ne kadar mesken ve iş yerine zarar verebileceği gibi çok önemli verilere ulaşılabilmektedir.

Bu çalışmada Sakarya Geyve İlçesi Doğantepe Göleti üzerinde baraj yıkılması analizi yapılmıştır. Söz konusu göletin mansabında ilçe merkezi bulunduğundan İlçe Merkezinin taşkın riski altında olup olmadığını çok önemlidir.

Bu çalışmanın amacı 2 boyutlu baraj yıkılma analizi yaparak Geyve Doğantepe Göleti mansabındaki yerleşim yerleri için taşkın riskini belirlemektir.

Geyve Doğantepe Göleti mansabındaki Geyve İlçe Merkezi için baraj yıkılma analizlerinin yapılması çok büyük önem arz etmektedir. Bu analizler sonucunda elde edilen veriler kullanılarak; olası bir afet durumu esnasında önceden hazırlanmış acil durum eylem planlarına göre gerekli ve yeterli güvenlik önlemleri alınabilir ve insanlar güvenli bölgelere tahliye edilebilir. Böylece olası bir afet durumunda çok sayıda insanın hayatını kaybetmesinin önüne geçilebilir.

Bu tez çalışmasında Geyve Doğantepe Göleti yıkılma analizleri USACE tarafından geliştirilmiş olan HEC-RAS programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

BÖLÜM 6. ÇALIŞMA ALANI

Çalışmanın bu bölümünde Geyve Doğantepe Göleti'nin bulunduğu yerin özellikleri ile alakalı bilgiler verilmiştir.

6.1. Doğal Coğrafya

6.1.1. Baraj yeri



Şekil 6.1. Barajın Türkiye'deki yeri

Baraj yeri; Şekil 6.1.'de de görüldüğü üzere Marmara Bölgesi'nde ve Orta Sakarya havzasındadır. 1/250000 ölçekli haritada H24-b1-b2, G24-c4 paftalarında yer almaktadır. Baraj sahasına Geyve ilçe merkezinden itibaren 3 km'si asfalt, 5 km'si stabilize olmak üzere toplam 8 km'lik bir yolla ulaşılmaktadır ve her mevsim ulaşım mümkündür.

6.1.2. Topoğrafya

Gölet yağış havzasının ortalama kotu 616 m olup, havzadaki belli başlı yükseklikler, Karabağ Tepe, Yaşlıkaya Tepe, Tuzluk Tepe, Yukarı köy Tepe ve Akçaalan Tepedir. Yağış alanı kuzeyden güneye doğru bir alçalma göstermekte olup, havza ortalama meyili % 4 - 8 arasında değişmektedir.

6.1.3. Sulanabilir alan

Sulama sahası, Doğantepe, Eşme, Burhaniye köyleri sınırları içerisinde kalmaktadır. Sulama sahası ortalama kotu, 150 m'dir. Sulama sahasındaki tarım arazilerinde eğim % 2 – 10 arasında değişmektedir.

Doğantepe göleti sulama alanı 552 ha brüt arazi ile sınırlandırılmıştır. Göletle bu arazi sulanmakta ve artan sular Pamukova sulamasını takviye amacıyla kullanılmaktadır.

6.1.4. İklim

Çalışma sahasının iklimi, Marmara Bölgesi iklimi ile Karadeniz Bölgesi iklimi özelliklerini taşır. Nemli bir havaya ve ılıman bir iklime sahiptir. Kışlar bol yağışlı ve ılık, yazlar ise sıcak olur. Bölge her mevsim bol yağış alan ve nem oranı yüksek bir yapıya sahiptir. Dağlar, gür ormanlarla kaplıdır. Yüksek kesimlerde görülen çayırılar ve dağ otlakları dışında kalan kısımlar böğürtlen, kocayemiş ve meşeden oluşan makiliklerle kaplıdır.

6.1.4.1. Meteoroloji istasyonları

Çalışma sahası ve civarında atmosferik bileşenlerden yağış, sıcaklık, buharlaşma, bağıl nem, rüzgar hızı, rüzgar yönü ve diğer iklim özelliklerini belirleyen ölçümler DMİ ve DSİ'ce yapılmaktadır. Çalışma sahası ve komşu havzalarında işletilmekte olan meteoroloji istasyonlarının özellikleri Tablo 6.1.de verilmiştir. Hidrolojik

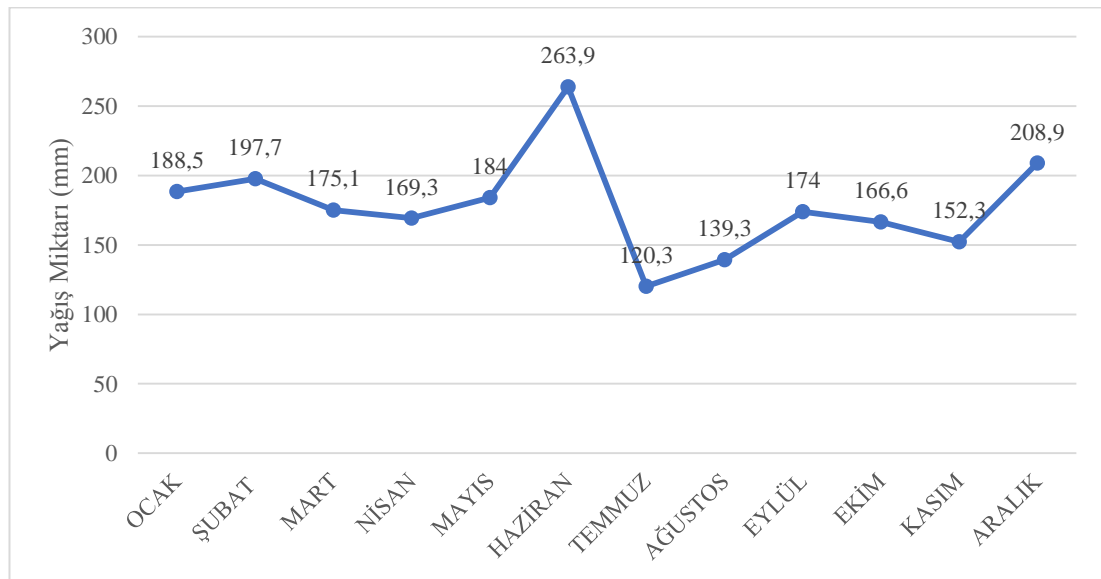
analizlerde Ali Fuat Paşa, Taraklı ve Kurtköy meteoroloji istasyonlarının verileri kullanılmıştır.

Tablo 6.1. Meteoroloji istasyonlarının özellikleri

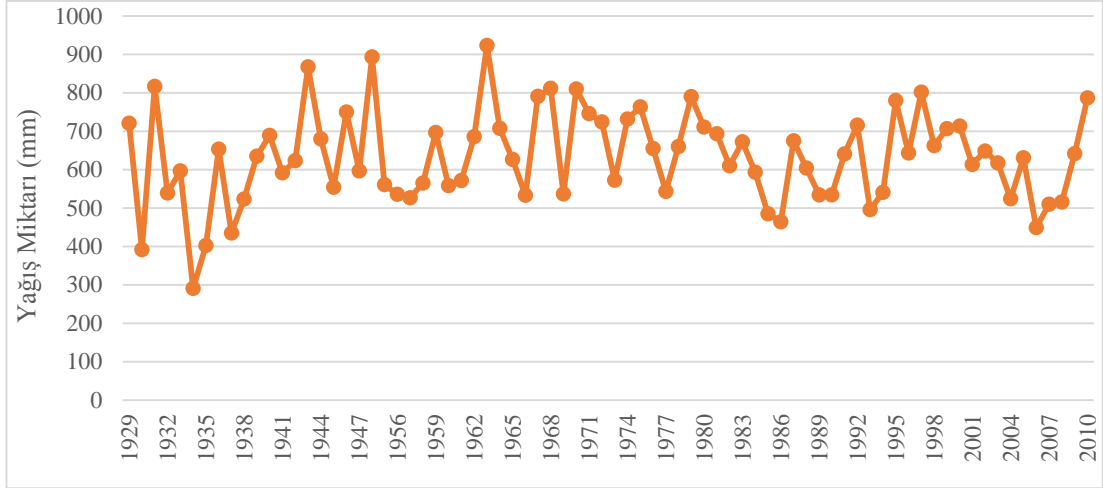
Sıra No	İstasyon Adı	İşleten Kuruluş	Kotu(m)	Yıllık Ortalama Yağış(mm)	Gözlem Periyodu	Yıl Sayısı
1	A.Fuat Paşa	DMİ	100	632,6	1929-2010	81
2	Kurtköy	DSİ	40	926,9	1965-2002	38
3	Taraklı	DMİ	350	549,6	1963-1986	22

6.1.4.2. Yağış

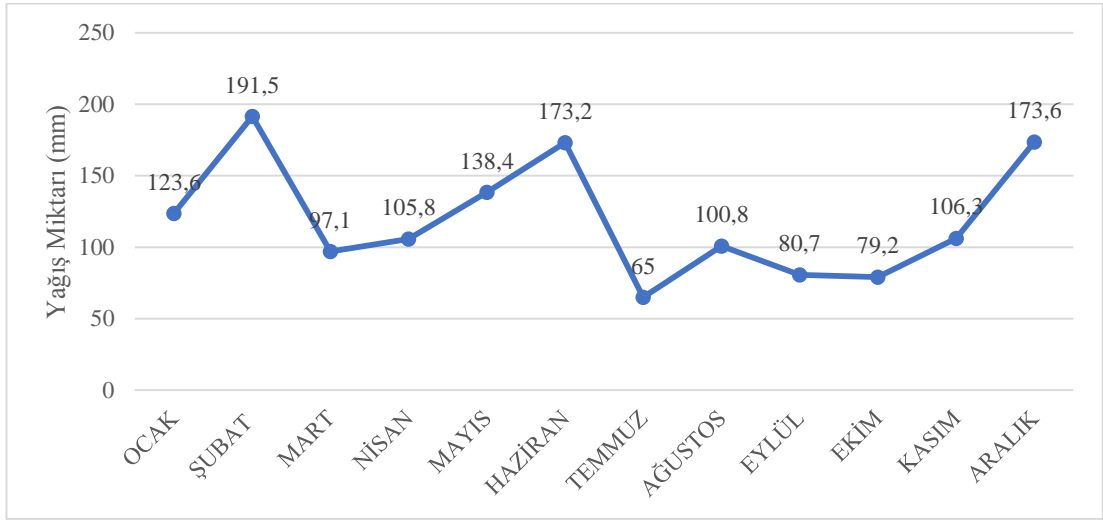
Çalışma sahasında işletilen meteoroloji istasyonlarının hepsinde yağış gözlemi yapılmaktadır. Gölet yeri ve sulama alanına en yakın mesafede yağış gözlemi; Ali Fuat Paşa meteoroloji istasyonunda yapılmaktadır. Ali Fuat Paşa MGI'de yıllık ortalama yağış 1929-2010 yılları arasında 632,6 mm ölçülmüştür. Ali Fuat Paşa MGI'nin 1929-2010 yılları arasında aylık maksimum yağış miktarları Şekil 6.2.'de ve 1929-2010 yılları arasında yıllık toplam yağış miktarları Şekil 6.3.'de gösterilmiştir. Taraklı MGI'nin 1964-1985 yılları arasında aylık maksimum yağış miktarları Şekil 6.4.'de ve 1964-1985 yılları arasında yıllık toplam yağış miktarları Şekil 6.5.'de verilmiştir.



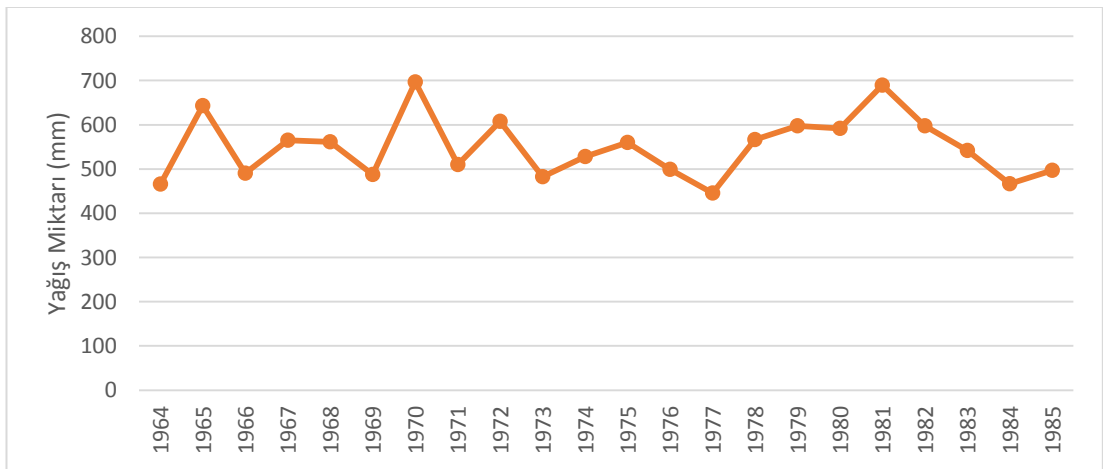
Şekil 6.2. Ali Fuat Paşa MGI'nin 1929-2010 yılları arasında aylık maksimum yağış miktarları



Şekil 6.3. Ali Fuat Paşa MGİ'nin 1929-2010 yılları arasında yıllık toplam yağış miktarları



Şekil 6.4. Taraklı MGİ'nin 1964-1985 yılları arasında ayların maksimum yağış miktarları



Şekil 6.5. Taraklı MGİ'nin 1964-1985 yılları arasında yıllık toplam yağış miktarları

6.1.4.3. Sıcaklık

Çalışma sahası sıcaklıkları Ali Fuat Paşa MGİ sıcaklık gözlemleri yardımıyla hesaplanmıştır. Gözlenen ortalama sıcaklık değerleri incelendiğinde, en düşük sıcaklık ortalamalarının Ocak ve Şubat aylarında, en yüksek sıcaklık ortalamalarının Temmuz ve Ağustos aylarında gerçekleştiği görülmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık 13,7 °C dir.

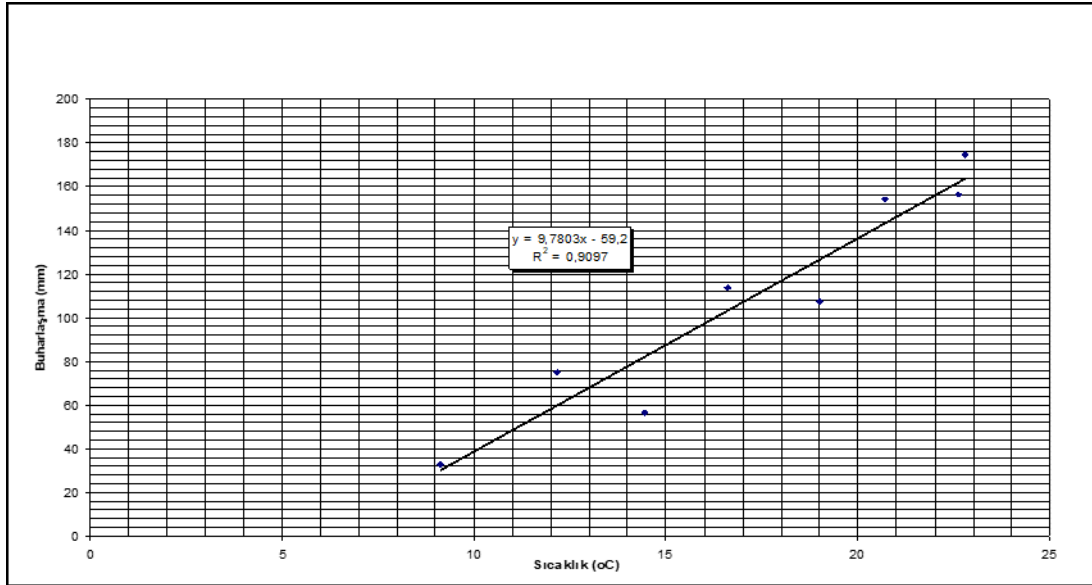
6.1.4.4. Buharlaşma

Çalışma sahasına en yakın buharlaşma gözlemi, Kurtköy (DSİ) meteoroloji istasyonunda 1965-2003 yılları arasında yapılmıştır. MGİ'nin buharlaşma gözlemleri Şekil 6.6.'da verilmiştir.

Doğantepe göletinin göl yüzeyinden oluşacak net buharlaşma değerlerinin hesaplanması amacıyla, Ali Fuat Paşa (DMİ) meteoroloji istasyonunun aylık toplam sıcaklıkları Kurtköy MGİ kotuna taşınmıştır. Kurtköy MGİ kotuna taşınana sıcaklıklarla Kurtköy MGİ aylık toplam buharlaşmaları arasında korelasyon yapılmıştır. Korelasyonun saçılma grafiği Şekil 6.7.'de gösterilmiştir. Ali Fuat Paşa meteoroloji istasyonu 100 m kotunda işletilmektedir. Doğantepe göleti NSS kotu 210 m dir. Ali Fuat Paşa MGİ'nin aylık ortalama sıcaklıkları, sıcaklığın 100 m de 0.5 °C azaldığı kabul edilerek Doğantepe göleti Normal Su Seviyesi(NSS) kotuna taşınmıştır. Korelasyon denklemi yardımıyla hesaplanan sıcaklıklara karşı gelen buharlaşma değerleri bulunmuş, 0,70 yuvarlatma katsayısıyla çarpılmış ve ilgili ayın buharlaşmalarından Ali Fuat Paşa MGİ'nin aylık toplam yağışları çıkarılarak, serbest su yüzünden oluşacak net buharlaşmalar hesaplanmıştır. Doğantepe göleti serbest su yüzeyinden oluşacak net buharlaşma 298,3 mm/yıl hesaplanmış ve Şekil 6.8.'de verilmiştir.

YILLAR	A Y L A R												YILLIK TOPLAM
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
1965				60,7	139,1	248,5	221,4	191,7	168,7	65,3	74,5		1169,9
1966					185,0	191,5	225,5	193,0	142,2	80,9	63,2		1081,3
1967				52,8	83,4	157,7	205,8	201,0	138,0	47,8			886,5
1968					155,5	172,2	208,8	137,6	81,0	41,1	19,6		815,8
1969					135,4	201,3	181,4	194,6	152,3	66,6	55,8	41,7	1029,1
1970					137,7	198,0	283,2	223,0	133,7	68,8			1044,4
1971						188,5	175,3	188,2	108,7	42,7			703,4
1972					144,8	155,6	146,8	158,3	85,6		30,4		721,5
1973					149,6	146,9	209,0	149,6	144,4	65,3			864,8
1974					134,7	174,9	222,6	160,8	117,0	108,8			918,8
1975					110,7	166,7	216,8	159,1	129,7	57,1	41,3		881,4
1976					127,6	165,3	205,5	134,4	115,8	60,7	32,1		841,4
1977				94,1	125,8	165,0	222,9	237,4	132,9	45,7	54,3		1078,1
1978				69,8	137,7	187,7	179,6	126,0	92,8	57,5	31,4	27,2	909,7
1979				77,7	93,5	171,4	159,5	152,6	84,5	49,1	39,0		827,3
1980				79,3	117,0	187,4	198,4	160,5	161,1	91,4	50,4	49,4	1094,9
1981				101,0	103,5	240,6	114,2	125,8	92,2	55,1	23,1	50,0	905,5
1982				62,4	102,3	165,7	134,8	142,3	99,2	59,6	39,3		805,6
1983				90,0	122,4	122,7	158,8	133,8	96,4	56,0	28,6	17,8	826,5
1984						128,3	119,7	117,3	104,0	60,7	27,8	16,1	573,9
1985				88,6	120,8	163,9	182,3	150,4	105,6	44,4	37,4	26,1	919,5
1986				113,6	96,0	146,6	158,6	157,0	85,8	42,6	18,2		818,4
1987				74,4	111,3	139,7	155,8	131,3	105,9	40,1	19,4	17,7	795,6
1988				54,6	99,1	125,9	239,0	361,7	159,8	100,7	33,1	42,8	1216,7
1989				103,2	105,2	129,1	121,5	136,9	84,6	59,4			739,9
1990					84,9	136,9	142,4	133,6	74,8	37,5			610,1
1991					79,9	104,9	125,1	118,0	60,2	41,0	15,5		544,6
1992				77,8	101,1	118,4	104,0	135,9	87,3	49,8	20,4		694,7
1993				74,5	64,0	143,0	157,0	130,6	92,9	55,6			717,6
1994				90,2	0,0	0,0	166,0	145,6	105,2	47,3			554,3
1995				64,3	133,0	130,4	123,3	116,9	90,8	41,5			700,2
1996				52,5	109,3	127,0	137,2	112,4	66,6	29,5	16,9		651,4
1997				48,5	102,6	103,3	99,3	65,1	64,6	36,8	15,6		535,8
1998				85,2	49,4	85,3	124,1	120,0	67,3	35,3	15,4		582,0
1999					112,9	121,6	178,0	133,5	106,4	42,5			694,9
2000				75,0	137,7	144,2	201,2	140,4	110,4	51,7			860,6
2001				81,5	120,3	191,5	215,4	170,4	140,0	72,3	24,4		1015,8
2002				45,7	131,7	161,5	181,8	147,7	105,2	58,5	38,2		870,3
2003				53,9	154,9	201,0	204,8	214,4	93,3	74,5	27,7		1024,5
Toplam				1871,3	4219,8	6010,1	6806,8	6108,8	4186,9	2141,2	893,0	288,8	32526,7
Ortalama				74,9	114,0	154,1	174,5	156,6	107,4	56,3	33,1	32,1	903,0

Şekil 6.6. Kurtköy (DSİ) Aylık Toplam Buharlaştırma Değerleri (mm)



Şekil 6.7. Kurtköy (MGİ) Buharlaşma-Sıcaklık Korelasyonu

Aylar	Geyve	Kurtköy		Geyve	Doğantepe Göleti NSS 210 m			
	Sıcaklık (°C) 100 m	Taşınan- Sıcaklık (°C) 40 m	Buharlaşma (mm) 40 m	Yağış (mm) 100 m	Sıcaklık (°C)	Buharlaşma (mm)	Göl Yüzeyinden Buharlaşma (mm)	Net Buharlaşma (mm)
Ocak	4,1	3,6		76,8	3,0			-
Şubat	5,3	4,8		69,6	4,2			-
Mart	7,9	7,4		60,5	6,8	7,2	5,03	-
Nisan	12,7	12,2	74,9	50,9	11,5	53,5	37,44	-
Mayıs	17,1	16,6	114,0	45,9	16,0	96,8	67,77	21,84
Haziran	21,2	20,7	154,1	43,0	20,1	136,9	95,85	52,87
Temmuz	23,3	22,8	174,5	25,2	22,1	157,2	110,07	84,89
Ağustos	23,1	22,6	156,6	23,5	22,0	155,6	108,95	85,47
Eylül	19,5	19,0	107,4	31,1	18,4	120,4	84,26	53,19
Ekim	14,9	14,4	56,3	53,5	13,8	75,7	53,00	-
Kasım	9,6	9,1	33,1	64,1	8,5	23,9	16,70	-
Aralık	6,1	5,6	32,1	88,5	5,0			-
Ortalama	13,7	13,2			12,6			
Toplam			903,0	632,6		827,2	579,1	298,3

Geyve MGİ Kotu	100 m
Geyve MGİ Enlemi	40°31' K
Kurtköy MGİ Kotu	40
Kurtköy MGİ Enlemi	40°42' K
Kurtköy MGİ Kot Düzeltmesi	-0,3
Kurtköy MGİ Enlem Düzeltmesi	-0,18
Kurtköy MGİ Toplam Düzeltme	-0,48
Doğantepe Göleti N.S.S	210 m
Doğantepe Göleti Enlemi	40°30'
Doğantepe Göleti Kot Düzeltmesi	-0,85 °C
Doğantepe Göleti Enlem Düzeltmesi	0,20 °C
Doğantepe Göleti Toplam Düzeltme	-0,65 °C

Şekil 6.8. Doğantepe Göleti net buharlaşma hesabı

6.2. Geyve Doğantepe Göleti

Doğantepe Göleti , Sakarya ili Geyve ilçe sınırları içindeki Doğantepe Köyü'nün yaklaşık 2,50 km güney doğusundaki Karakaya Deresi üzerindedir. Sakarya ilinden 35 km asfalt yol ile Geyve ilçesine oradan da güneydoğu istikametinde 10 km'lik asfalt yol ile Doğantepe Köyü'ne ulaşılır. Buradan da 2 km'lik asfalt yol ve 2 km'lik stabilize yol gidilerek bent yerine ulaşılmaktadır.Doğantepe Göleti ; sulama amacı ile yapılmış olup, Geyve ilçesi ve çevre köylerinin brüt 552 ha, net 482 ha tarım arazisini sulama amacı ile planlanmıştır.Ülkemizin en riskli deprem alanı konumundaki Kuzey Anadolu Fayı'na çok yakın mesafede bulunan Doğantepe Göleti, Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası'na göre 1.derece deprem bölgesi sınırları içerisinde yer almaktadır.

6.2.1. Göletin proje karakteristikleri

6.2.1.1. Gövde

Doğantepe Göleti ; ön yüzü beton kaplı kum-çakıl dolgu barajıdır. Baraj sulama amacı ile yapılmış olup gövdesi talvegden 50,50 m yüksekliğe sahiptir. Baraj gövdesi 8 m temel derinliğine sahiptir.209,90 m kret uzunluğu olan gölet, 10 m genişliğe sahiptir. Gövde membasında 1,00D:1,80Y ve mansabında 1,00D:2,10Y şev eğimine sahiptir. Gövde ön yüzünde beton hacmi 5500 m³ olup toplam gövde hacmi ise 692640 m³'tür.

6.2.1.2. Dolusavak

Gövdenin sol sahilinde bulunan dolusavak, karşıdan serbest alışlı bir yapıya sahiptir. Ötelenmiş 10000 yıllık tekerrür taşkın debisi baz alınarak 141,06 m³/sn bulunan debiye göre projelendirilen dolusavak üzerinde talvegden 45,6 m yüksekliğe sahip eşik yapısı bulunmaktadır. Eşik yapısı 10 m genişliğe sahip olup göletin maksimum su seviyesi talvegden 49,27 m yüksektedir.

6.2.1.3. Derivasyon

Sol sahil üzerinde bulunan derivasyon tünelinin kazı kesiti standart atnalı şekilde olup tünel içiyse 3 m çapında dairesel kesitlidir. 570,96 m uzunluğa sahip olan dipsavakın eğimi 0,0168 m/m'dir.

6.2.1.4. Batardo

Talvegden 6,5 m yüksekliğe sahip olan batardonun genişliği ise 4 m'dir. Eğik kil çekirdekli kum-çakıl dolgu türünde inşa edilmiştir. Batardo kreti 107,6 m uzunluğa sahiptir. Memba yüzünde 1,00D:2,00Y şev eğimi olan batarda mansap yüzünde ise 1,00D:1,60Y şev eğimine sahiptir.

6.2.1.5. Enerji kırıcı

Enerji kırıcı havuz (Design of Small Dams-Tip II) 35 m uzunluğa sahip olup havuzun en dip noktası temelden 4,55 m derindedir.

BÖLÜM 7. YÖNTEM

Bu çalışmanın temel amacı 2 boyutlu baraj yıkılma analizi yaparak Geyve Doğantepe Göleti mansabındaki yerleşim yerleri için taşkın yayılım, tehlike ve risk haritaları oluşturularak oluşabilecek maksimum su seviyesi ve bu seviyelerin oluşma zamanları belirlenmesidir.

7.1. Hidrolik Analiz

Taşkın yayılımlarının haritalarının elde edilebilmesi için 1D (1 boyutlu) ve 2D (2 boyutlu) analiz yapabilen çeşitli modelleme programları tasarlanmıştır. Bunların en bilinenleri Danimarka Hidrolik Enstitüsü (DHI) tarafından geliştirilen MIKE 11 ve MIKE 21 (2D) ile Birleşik Devletler Mühendisler Birliği Ordusu tarafından geliştirilmiş olan HEC-RAS programlarıdır. (Hırca,2018) Bu çalışmada Geyve Doğantepe Göleti yıkılma analizleri için HEC-RAS yazılımı tercih edilmiştir. Öncelikle Netcad tabanlı 1/1000 ölçekli halihazır haritalar gerekli düzenlemeler yapılarak Arcmap'e aktarılmıştır. Bu sırada üçgen modelleme yapılmıştır. Söz konusu altlık gerçek araziye temsiliyet düzeyi geliştirilerek analize hazır hale getirilmiştir. Son olarak da HEC-RAS programında baraj yıkılma analizi yapılarak taşkın yayılım haritaları oluşturulmuştur. Sonra HEC-RAS programında analizler yapılmış ve taşkın yayılım haritaları elde edilmiştir.

7.2. NetCAD Programı

Söz konusu program yol, baraj, gölet, imar işleri, halihazır, parselasyon gibi tüm CBS çalışmalarında kullanılmaktadır. Kullanıldığı sahaya göre birçok farklı modülü bulunmaktadır. İnşaat sektöründe NetPro yaygın olarak kullanılmaktadır. Kazı, dolgu kesit, kübaj, profil hazırlamak için yol, baraj gibi projelerde sıklıkla kullanılmaktadır.

Halihazır harita üretimi, imar planı çizimi, parselasyon haritaları yapımı ve imar uygulamalarının her türlü çizimi ile raporlarının hazırlanması, arazi toplulaştırma, kamulaştırma haritalarının üretimi, yağmurlama projeleri ve coğrafi bilgi sistemleri çalışmalarını yapabilen bir CAD programıdır.

7.3. ArcMAP 10.1 Hakkında Genel Bilgiler

ARCGIS, ESRI tarafından geliştirilmiş, ölçeklendirme yapılabilen bir coğrafi bilgi sistemi(CBS) programıdır. Ölçeklendirilebilir entegre bir Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımıdır. Yazılım bileşenlerinin ortak kütüphanesi ArcObjects üzerine kurulmuş bir sistemdir ArcGIS yazılımı temel olarak şu kısımlardan oluşur:

1. Desktop GIS: İleri düzeyde CBS uygulamalarının bütünüdür.
2. Mobile GIS: Arazide de CBS uygulamalarının gerçekleştirilmesini sağlayan bölümdür.
3. Server GIS: CBS yazılım objelerinin bulunduğu ortak kütüphanedir (Töreyan ve ark. 2010).

7.4. HEC-RAS 5.0.6 Hakkında Genel Bilgiler

USACE tarafından geliştirilmiş olan HEC-RAS 1 boyutlu (1D) ve 2 boyutlu (2D), sürekli akımlara ait su yüzü profillerini hesaplayan ve süreksiz akımlara ait modellemelerin yapıldığı bir programdır. HEC-RAS' da hidrolik modellemeden önce hidrolojik hesapların yapılması gerekmektedir. HEC-RAS programında ayrıca katı madde taşınımı ve su kalitesi modellenebilmektedir.

HEC-RAS programı belirlenen pürüzlülük değerleri, birim zamanda gelen debi, arazi topoğrafyası gibi veriler yardımıyla suyun 1 ve 2 boyutlu ilerleme simülasyonunu yapabileceğimiz bir hidrolik analiz programıdır.

HEC-RAS programı akarsuda su yüzeyinde küçük değişiklikler olduğunu kabul ederek hidrostatik basınç dağılımını esas alan Saint Venant denklemleri ile akımı

çözer. Bu denklemlerde üniform akım için kullanılan momentum denklemlerinde tüm yersel ve konumsal değişkenler ihmal edilerek hidrografın yükselen ve alçalan eğrilerinde farklılık olmadığı kabul edilir.

Saint Venant süreklilik denklemi şu şekildedir;

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q \quad (7.1)$$

Saint Venant momentum denklemi ise şu şekildedir:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \left(\frac{\partial z}{\partial x} + S_f \right) = 0 \quad (7.2)$$

Formüllerde yer alan t zaman, x suyun boyuna uzunluğu, A enkesit alanı, Q enkesit alanından (A) geçen akım miktarı, q çizgisel su girdi/çıktısı, g çekim kuvveti, z datum referanslı su yüzeyi seviyesi ve S_f ise eğim değeridir.

Reelde ise zamanla değişen bir akımda, anahtar eğrisinin yükselen ve alçalan kısımlarında aynı debi için tespit edilen seviyeler birbirinden farklıdır. Gerçek arazide taşkın dalgasının ilerlemesini tahmin etmek zemindeki kuru/ıslak alan geçişleri süresiz akımlar ve akarsu taban eğimindeki değişiklikler nedeniyle çok zordur. Baraj yıkılması sonucu taşkın dalgalarının oluşturacağı akım arazide hidrolik sıçrama yapabileceği gibi karışık rejimlerde de mansaba doğru akımını sürdürebilir. Dolayısı ile taşkının mansaba olan etkilerini basitleştirilmiş haliyle dinamik denklemleri çözen iki boyutlu modeller olması ya da bir boyutlu modellerin karışık akım rejimine uyumlu olması gerekir (Elçi ve ark. 2017).

HEC-RAS 'ta baraj yıkılma analizleri için 5 çeşit taşkın tahmin metodu içermektedir. Bunlar MacDonald , Froehlich (1995-2008), Von Thun & Gillete ve Xu & Zhang metodlarıdır.

MacDonald metodunda (Denklemler 7.3) gedik genişliği ; gediğe sebebiyet veren su hacmine ve baraj enkesitine göre hesaplanmaktadır.

$$W_b = \frac{V_{gedik} - h_b^2 (CZ_b + \frac{h_b Z_b Z_3}{3})}{h_b (C + \frac{h_b Z_3}{2})} \quad (7.3)$$

Bu denklemde W_b gedığın taban genişliği (m) , V_{gedik} gövde dolgusunda açılan gedik hacmi (m^3) , h_b kretten gedik tabanına olan yükseklik (m) , C kret genişliği (m) , Z_b gedığın kenar eğimleri, Z_3 barajın memba ve mansap şevlerinin eğimlerinin toplamı olarak ifade edilmiştir.

Von Thun & Gillete metoduna göre (Denklem 7.4) gedik genişliği su yüksekliğine ve rezervuar hacmine bağlı olarak hesaplanmaktadır. Bu çalışmada baraj yıkılma analizi için bu metod tercih edilmiştir. Bu metodun tercih edilmesinin sebebi diğer metodlara göre daha büyük gedik genişliği tanımlanabilmesi ve analizi yapılan baraj gövde tipine en uygun yöntem olmasıdır.

$$B_{ort} = 2.5h_w + C_b \quad (7.4)$$

Formülde yer alan B_{ort} ortalama gedik genişliği(m) , h_w yıkılma anındaki su yüksekliği (m) , C_b rezervuar hacmine bağlı olarak değişen katsayıdır.

Froehlich metodlarında (Denklem 7.5) baraj yıkılma süresi baraj yüksekliğiyle ters orantılı bir dağılım göstermektedir. Baraj yüksekliği arttıkça yıkılma süresi kısalmaktadır. Bu yöntemde su yüksekliği ve rezervuar hacmi gedik genişliğini etkileyen parametrelerdir.

$$B_{ort} = 0.1803K_0V_w^{0.32}h_b^{0.19} \quad (7.5)$$

Formülde yer alan B_{ort} ortalama gedik genişliği(m), K_0 sabit katsayı (üstten aşma durumunda 1.4, borulanma durumunda ise 1 olarak alınır.), V_w yıkılma anındaki rezervuar hacmi (m^3) , h_b yıkılma anındaki su yüksekliğidir (m).

Xu & Zhang metodunu (Denklem 7.6) diğer metodlardan ayıran en önemli özelliği baraj yıkılma süresinin diğer metodlardan daha uzun olmasıdır. Bu metodda da baraj

gedik genişliği; su yüksekliği ve rezervuar hacmi parametrelerine bağlı olarak hesaplanır.

$$\frac{B_{ort}}{h_b} = 0.787 \left(\frac{h_d}{h_r} \right)^{0.133} \left(\frac{V_w^{\frac{1}{3}}}{h_w} \right)^{0.652} e^{B_3} \quad (7.6)$$

Formülde yer alan B_{ort} ortalama gedik genişliği(m) , h_b yıkılma anındaki gedik yüksekliği (m) , h_d baraj yüksekliği (m) , h_r 15 m , V_w yıkılma anındaki rezervuar hacmi (m³) , h_w yıkılma anındaki yüksekliği , B_3 baraj özelliklerine göre değişen bir katsayıdır.

BÖLÜM 8. UYGULAMA

Sakarya Geyve Doğantepe Göleti yıkılma analizleri için Netcad, Arcgis ve HEC-RAS programı kullanılarak yapılmıştır. Sırasıyla aşağıda belirtilen aşamalar söz konusu programlarda tatbik edilerek taşkın yayılım haritası oluşturulmuştur.

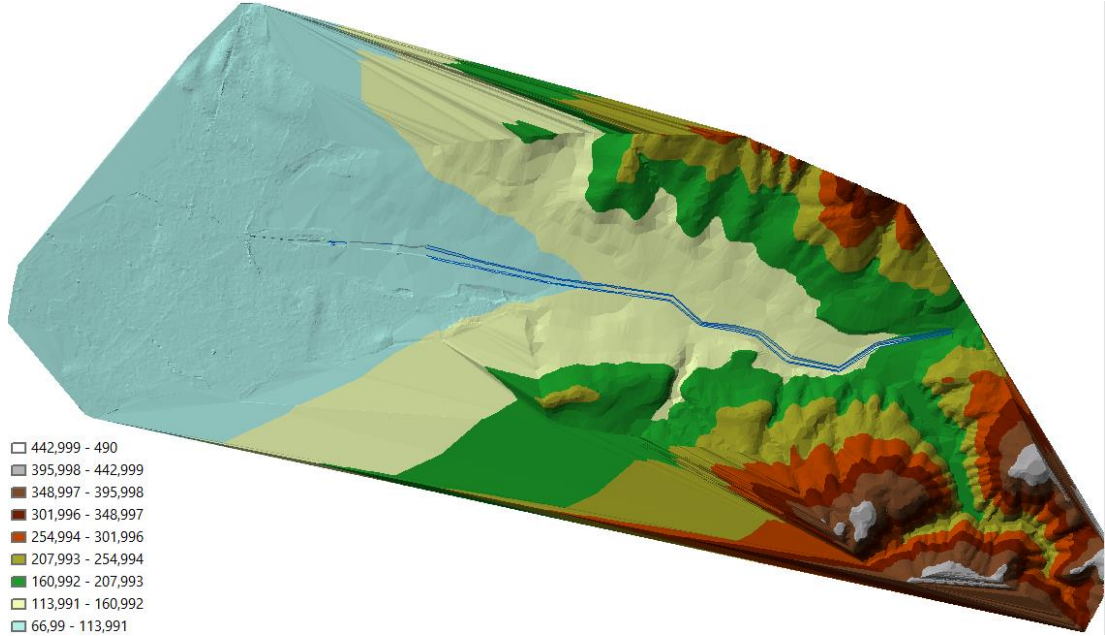
8.1. Cad Verisinin CBS Ortamına Alınması ve İşlenmesi

NetCad verisi ArcGIS'e eklenmiştir. Harita verisi ArcGIS'te açıldıktan sonra Cad dosyası içerisinde yer alan polyline dosyasının öznitelik tablosu (Attribute Table) açılmıştır ve bu tabloda Entity başlığı altında olan 3DFaces seçilmiştir. Ardından katmanlar (layers) sekmesinde bulunan cad dosyasında polyline alt başlığı sekmesinde export data simgesi yardımıyla seçtiğimiz üçgen model datası shape formatına çevrilmiştir.

8.2. Veri Altlığının Hazırlanması –TIN ve DEM Oluşturulması

Hazırlanan vektör verinin raster ve/veya TIN formatına çevrilebilmesi için arctoolbox menüsündeki data management kısından create TIN aracı seçilmiştir. Açılan menü doldurularak create TIN aracı çalıştırılmıştır. Oluşturulan üçgen modelin doğruluğu çalışmanın sağlıklı olması açısından çok önemlidir. TIN verisi oluşturulmadan önce ve sonra üçgen modelin arazi ile uygunluğu kontrol edilmiştir. Üçgenler düzgün değilse nokta ekleme, nokta silme ve üçgen döndürme işlemleri ile üçgen model düzenlenmiştir. Arazi şevlerinin, yolların düzgünlüğüne bakılarak düzenleme işlemleri bunlar içinde tekrarlanmıştır.

Oluşturulan TIN verisinin proje alanını doğru yansıttığından emin olduktan sonra arctoolbox menüsündeki TIN to raster aracı ile dönüşüm tamamlanmış olur. Şekil 8.1.'de düzenlenmiş olan raster veri gösterilmiştir.



Şekil 8.1. Düzenlenmiş raster veri

8.3. Binaların Dem Üzerine İşlenmesi

Taşkın alanında binaların etkisinin gösterilebilmesi için Cad dosyasından binaları ayırarak poligon olarak ArcGIS'e alınması gerekmektedir. Cad ham verisinden ilgili bina katmanları seçilerek ayrı bir dosyaya aktarılmıştır. Bina verisinin içerisinde olduğu Cad dosyası çizgi (Line) shape formatında ArcGIS'e alınmıştır. Daha sonra arctoolbox menüsü içerisindeki feature to polygon aracı kullanılarak, bina katmanı polygona çevrilmiştir.

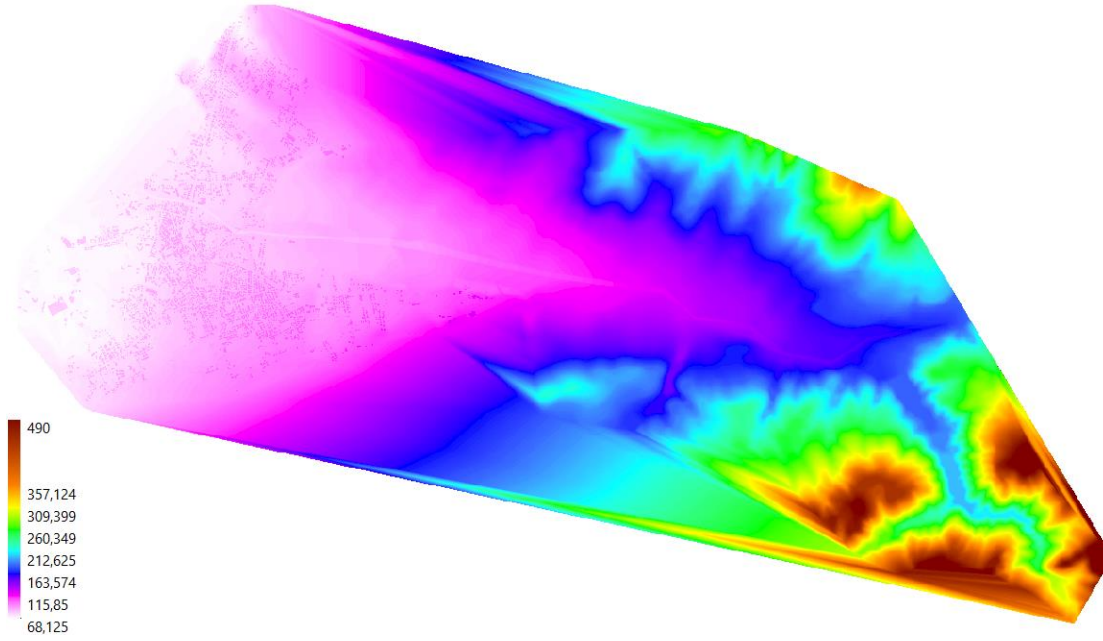
Oluşturulan bina poligonunun öznitelik tablosu (attribute table) açılarak alan ekle (add field) menüsünden "yükseklik" alanı eklenmiştir. Sakarya ili için imar izni verilen ortalama 3 kat yüksekliği değerine tekabül eden 10 m programa yüksekli verisi olarak girilmiştir. Böylece program binalara yükseklik verisi atamıştır. Önemli olan binaların taşkın alanında temsil edilebilmesidir.

ArcToolbox menüsündeki polygon to raster aracı kullanılarak binalar raster formatına dönüştürülmüştür. Şekil 8.2.'de binaların işlenmiş olduğu birleştirilmiş raster görülmektedir.



Şekil 8.2. Binaların işlenmiş olduğu birleştirilmiş raster

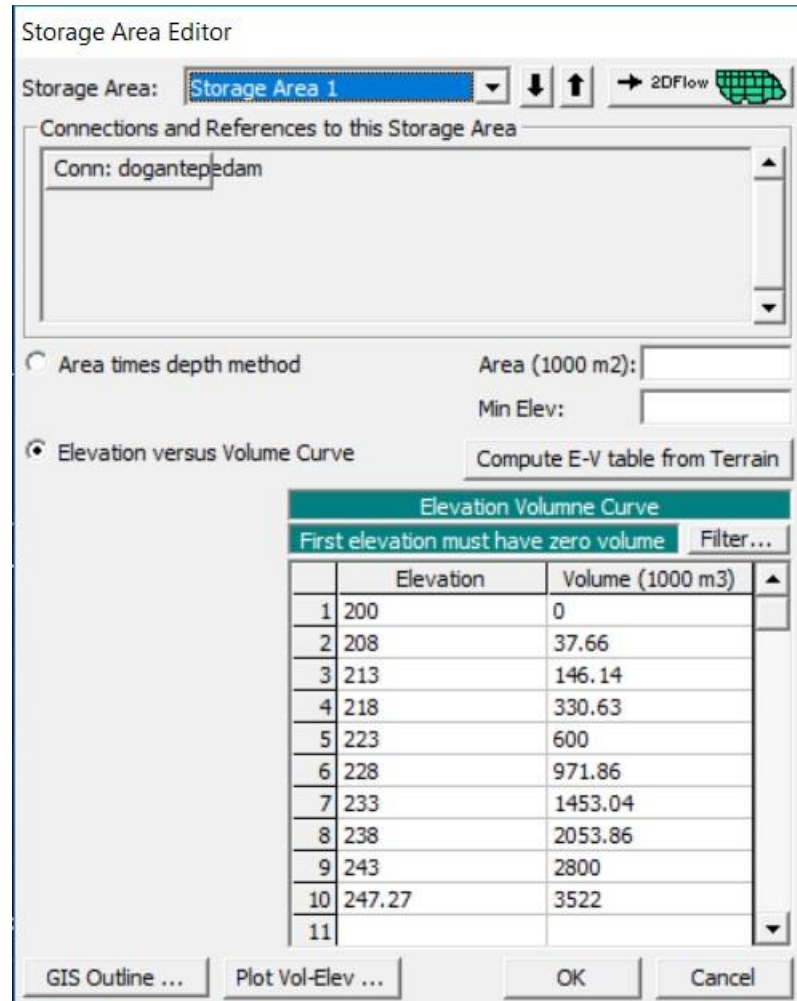
Şekil 8.1. gösterilen raster veri ile Şekil 8.2.'de gösterilen binaların işlenmiş olduğu raster veri birleştirilerek Şekil 8.3.'de gösterilen nihai raster verisi elde edilmiştir.



Şekil 8.3. Birleştirilmiş raster veri

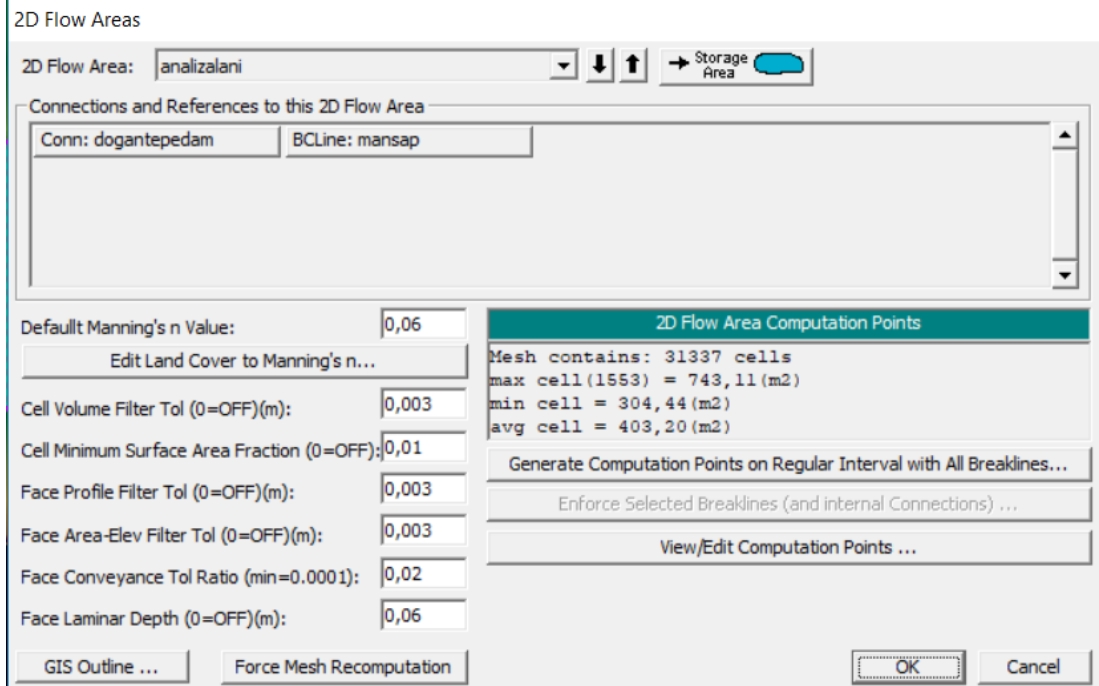
8.4. Hecras Programında Yapılan İşlemler

Geometric data bölümünde storage area kısmıyla göl alanı belirlenmektedir. Bu aşama çalışmada gölet projesinde bulunan göl alanı CAD sayısal projesinden programa import edilmiştir. Ardından göl alanına hacim satıh eğrisi Şekil 8.4.'te gösterildiği gibi tanımlanmıştır.



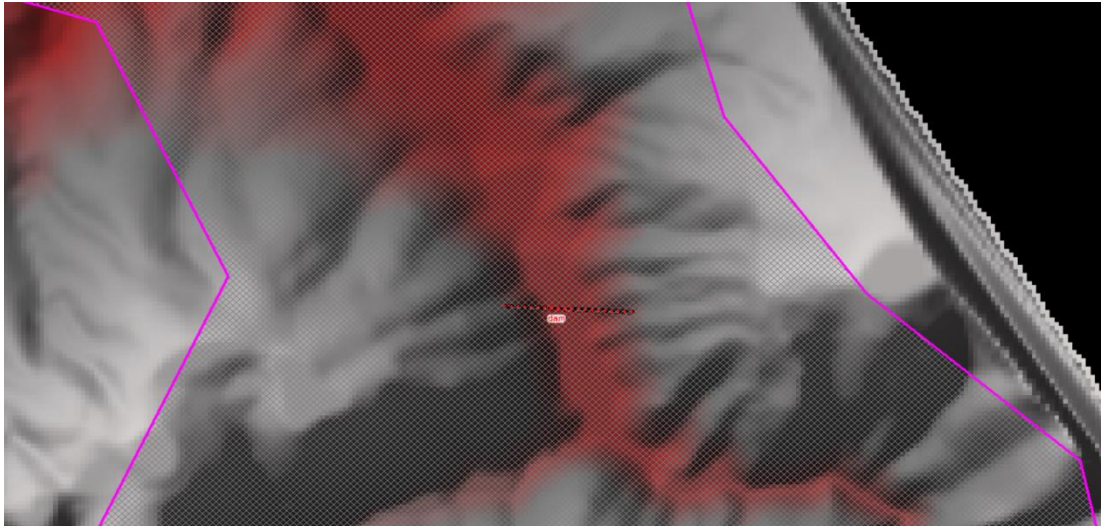
Şekil 8.4. Hacim sath eğrisinin girildiği ekran

Oluşturulan geometrik veri HEC-RAS programına eklenir. HEC-RAS programındaki edit menüsünden 2D flow area aracı yardımıyla taşkın yayılım alanı dönülmüştür. Taşkın yayılım alanı dönüldükten sonra edit menüsündeki 2D flow area aracı yardımıyla seçilen hücre alanları programa girilerek veri küçük hücrelere ayrılmıştır. Şekil 8.5.'de 2D flow areas menüsü görünmektedir.



Şekil 8.5. 2D Flow area menüsü değerleri

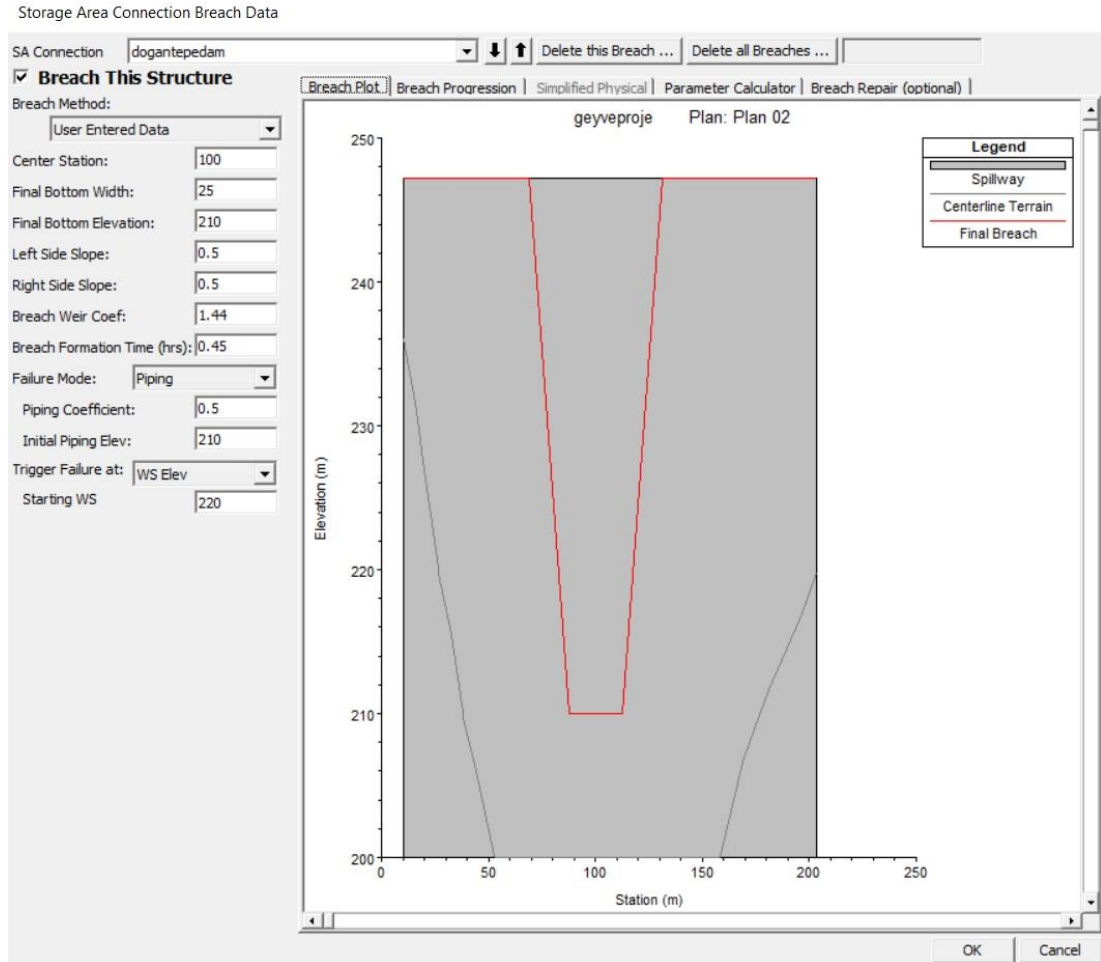
Hec-RAS menüsünden SA/2D Connection sekmesi seçilerek baraj gövdesi tanımlanmıştır. Tanımlanan baraj gövdesi Şekil 8.6.'da gösterilmiştir.



Şekil 8.6. Baraj gövdesi

Geometric plan kısmında baraj gövdesinde edit connection ara yüzünden weir / embarkment kısmı ile barajın gövdesinin parametrik detayları tanımlanmıştır. Ayrıca breach plan data ara yüzü ile Şekil 8.7.'de gösterildiği gibi baraj yıkılmasının parametreleri ayarlanmaktadır. Bu ara yüzde barajın borulanma ile baraj yıkılması

senaryosu hazırlanmaktadır. Oluşacak gedığın alt kotu ve gedik eğimleri gibi parametreler bu ara yüzde girilmiştir. Ayrıca parameter calculator ara yüzünden Şekil 8.8.'de gösterildiği üzere gövde tipine uygun Von Thun & Gillete yöntemi seçilerek, gerekli diğer parametreler girilmiştir.



Şekil 8.7. Storage area connection breach data menüsü gediklenme ara yüzü

Storage Area Connection Breach Data

SA Connection: dogantepedam [Delete this Breach ...] [Delete all Breaches ...]

Breach This Structure

Breach Method: User Entered Data

Center Station: 100

Final Bottom Width: 25

Final Bottom Elevation: 210

Left Side Slope: 0.5

Right Side Slope: 0.5

Breach Weir Coef: 1.44

Breach Formation Time (hrs): 0.45

Failure Mode: Piping

Piping Coefficient: 0.5

Initial Piping Elev: 210

Trigger Failure at: WS Elev

Starting WS: 220

Breach Plot | Breach Progression | Simplified Physical | Parameter Calculator | Breach Repair (optional)

Input Data

Top of Dam Elevation (m): 247.2 Breach Bottom Elevation (m): 210

Pool Elevation at Failure (m): 220 Pool Volume at Failure (1000 m3): 3283.61

Failure mode: Piping

MacDonald

Dam Crest Width (m): 193.13 Slope of US Dam Face Z1 (H:V): 1.8

Earth Fill Type: Non-homogeneous or Rockfill Slope of DS Dam Face Z2 (H:V): 2.1

Xu Zhang (and Von Thun)

Dam Type: Homogeneous/zoned-fill dam Dam Erodibility: Medium

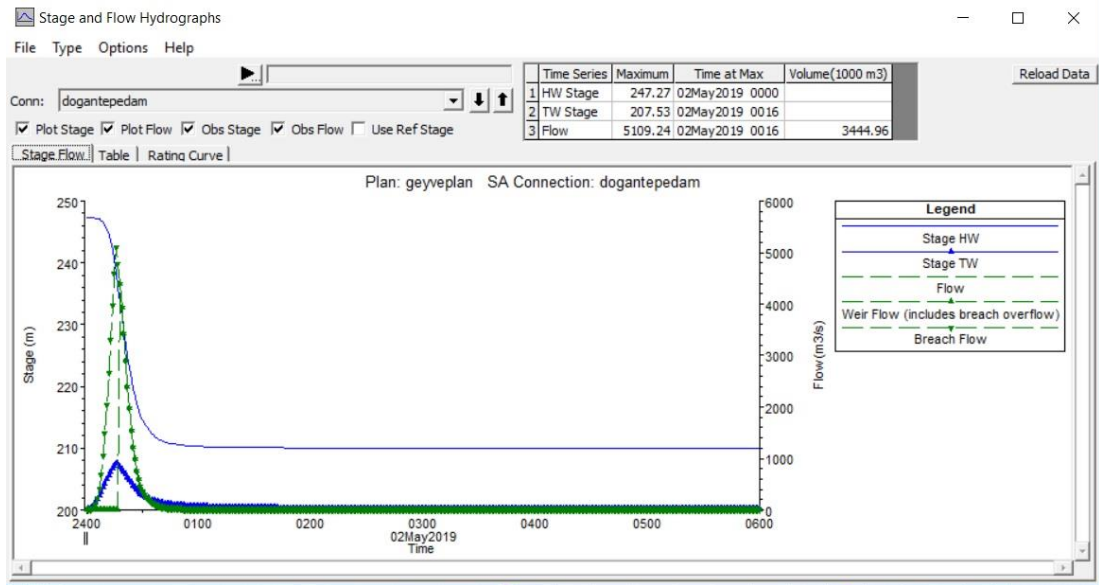
Method	Breach Bottom Width (m)	Side Slopes (H:V)	Breach Development Time (hrs)	
MacDonald et al	-16	0.5	0.49	Select
Froehlich (1995)	10	0.9	0.28	Select
Froehlich (2008)	12	0.7	0.27	Select
Von Thun & Gillete	25	0.5	0.45	Select
Xu & Zhang	66	0.65	4.06 *	Select

* Note: the breach development time from the Xu Zhang equation includes more of the initial erosion period and post erosion than what is used in the HEC-RAS breach formation time.

OK Cancel

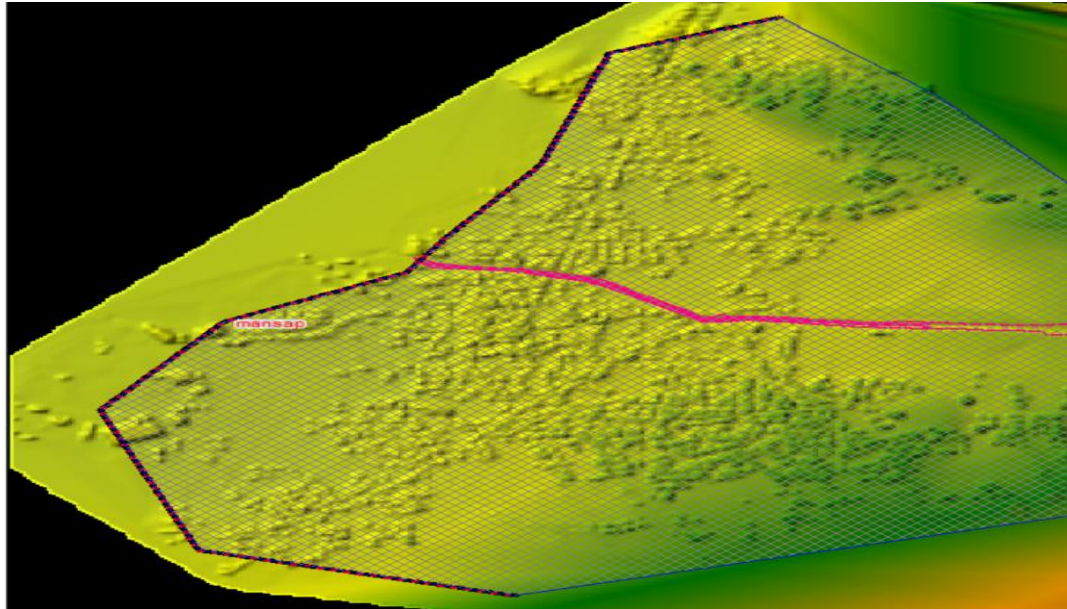
Şekil 8.8. Storage area connection breach data menüsü parameter calculator arayüzü

Ayrıca geometric data ara yüzünde tanımlanan baraj gövdesi ve breach data için girilen parametrelerden sonra plot stage and flow hydrograph menüsünden Şekil 8.9.'da görüldüğü üzere HEC-RAS tarafından çizdirilen baraj gövdesine ait hidrograflar görülmektedir.



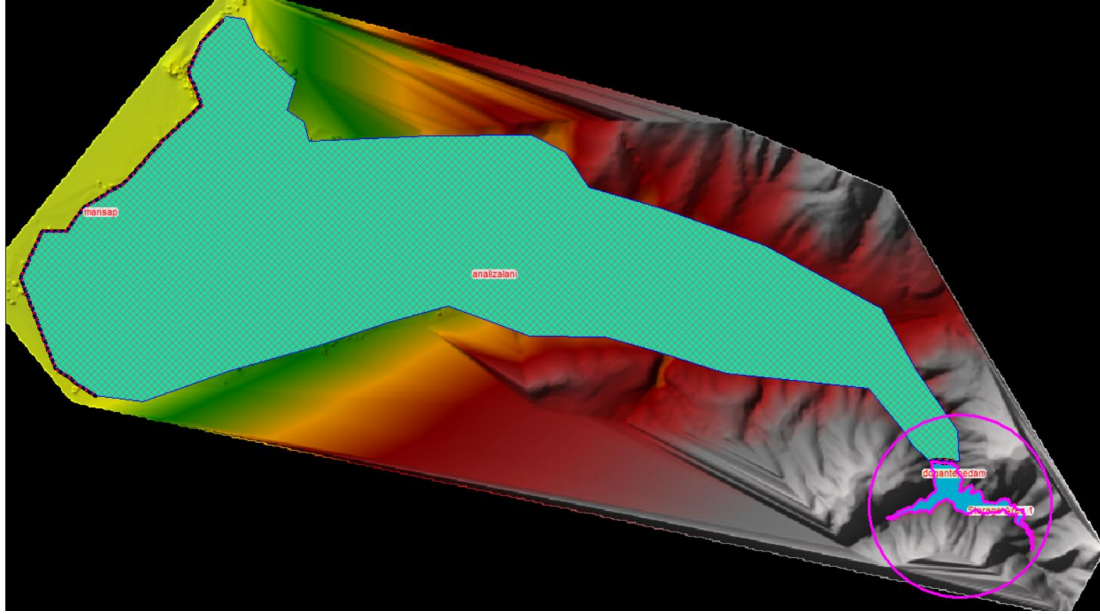
Şekil 8.9. Baraj gövdesine ait hidrograf

Hec-RAS menüsünden SA/2D BC lines sekmesi seçilerek mansap sınır şartları oluşturulmuştur. Çizilen mansap çizgisinde gerekli düzenlemeler edit komutu ile nokta ekleyerek veya silerek yapılmıştır. Şekil 8.10.'da mansap şartı gösterilmiştir.



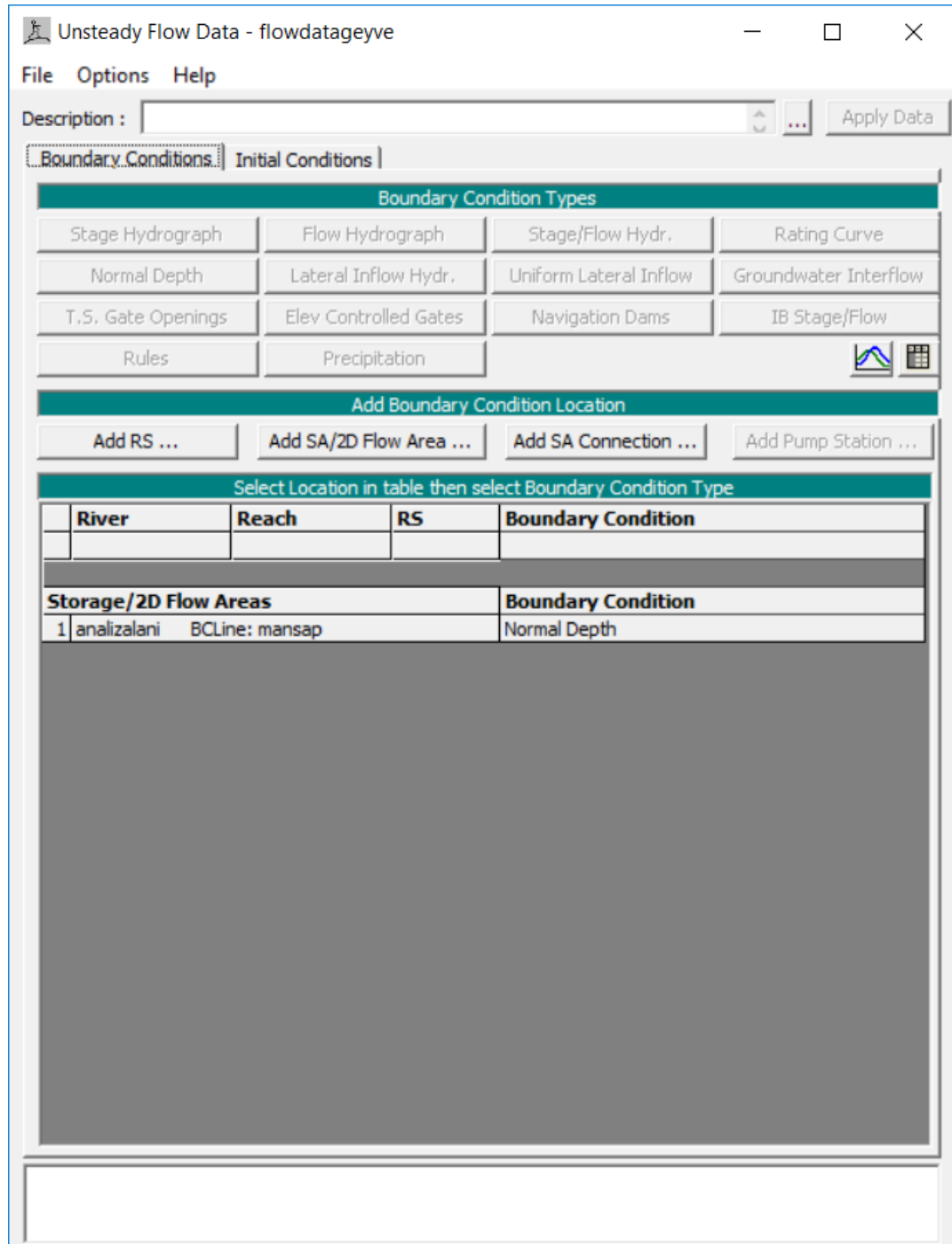
Şekil 8.10. Mansap şartı

Hec-RAS programını kullanarak tanımladığımız taşkın yayılım alanı, mansap şartları, baraj gövdesi ve göl alanı Şekil 8.11.'de gösterilmiştir.

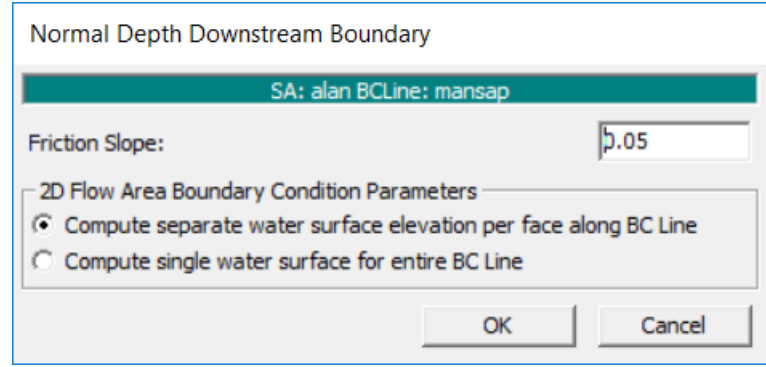


Şekil 8.11. Taşkın yayılım alanı, mansap şartları, baraj gövdesi, göl alanı

Edit menüsündeki unsteady flow data aracı seçilmiştir. Şekil 8.12.'de mansap için normal depth seçilerek boundary condition tanımlanmıştır. Ayrıca Şekil 8.13.'de initial conditions başlangıç koşullarının girildiği ekranda gölet rezervuarının maksimum seviyede olduğu ve rezervuarı besleyen herhangi bir akımın veya yağışın olmadığı kabulünde bulunulmuştur.

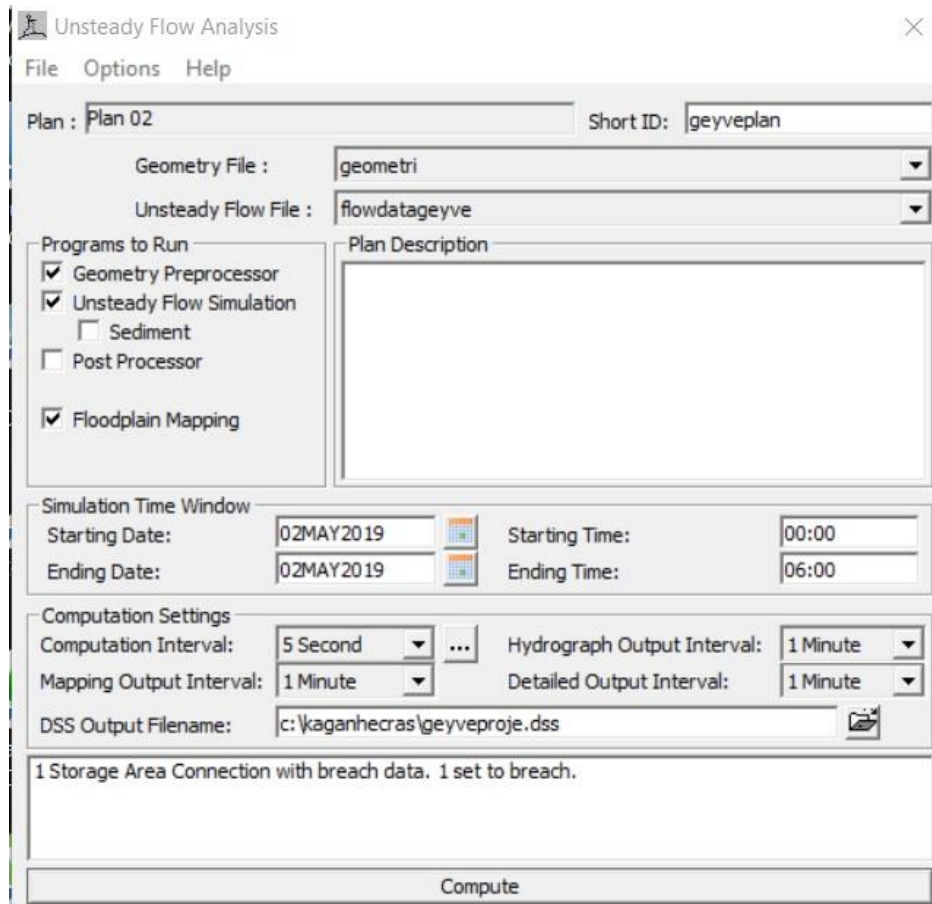


Şekil 8.12. Unsteady flow data menüsü

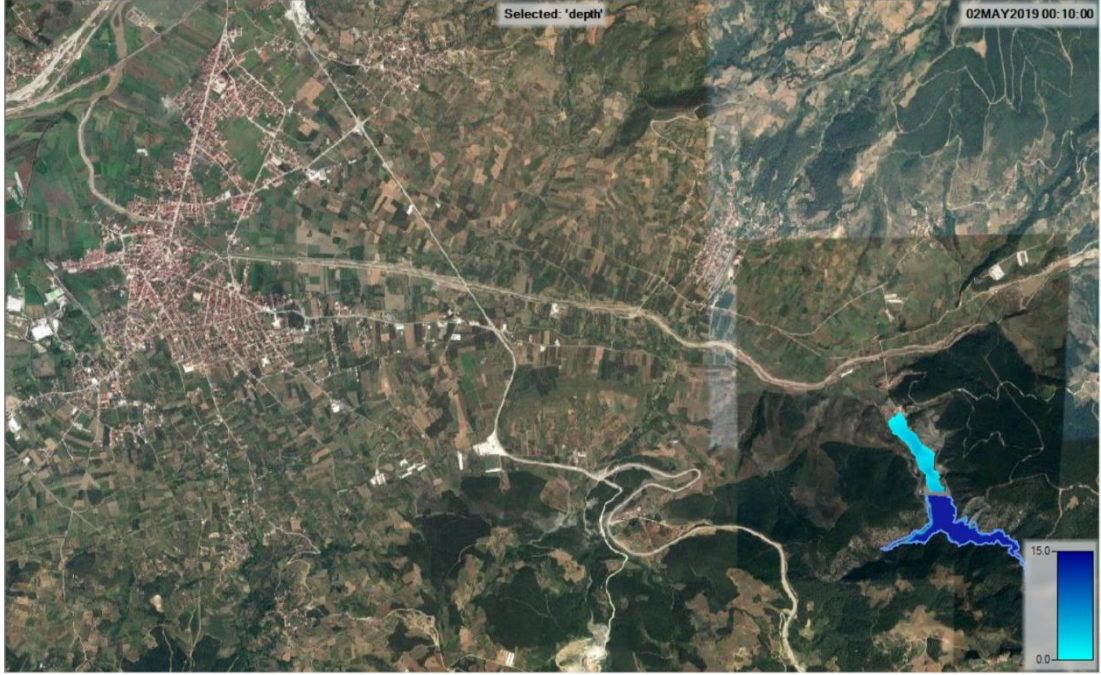


Şekil 8.14. Mansap şartında friction slope değeri

HEC-RAS programındaki run menüsünden Şekil 8.15.'teki ayarlar ile unsteady flow analysis aracı yardımıyla analiz işlemi tamamlanarak Şekil 8.22.'te gösterilen taşkın yayılım haritası elde edilmiştir. Ayrıca 10'ar dakikalık periyotlarla taşkın yayılım haritaları da Şekil 8.16., Şekil 8.17., Şekil 8.18., Şekil 8.19., Şekil 8.20., Şekil 8.21.'de gösterilmektedir.



Şekil 8.15. Unsteady flow analysis ekranı



Şekil 8.16. 10. dakikadaki taşkın yayılım haritası



Şekil 8.17. 20. dakikadaki taşkın yayılım haritası



Şekil 8.18. 30. dakikadaki taşkın yayılım haritası



Şekil 8.19. 40. dakikadaki taşkın yayılım haritası



Şekil 8.20. 50. dakikadaki taşkın yayılım haritası



Şekil 8.21. 1 saat sonundaki taşkın yayılım haritası

BÖLÜM 9. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

9.1. Sonuçlar

Baraj ve göletler rezervuarlarında depolanan çok büyük miktardaki su hacminden dolayı olası bir yıkılma durumunda oluşabilecek taşkının büyüklüğü aşırı yağışların sebep olduğu taşkınların büyüklüğünden çok daha fazladır. Dolayısı ile olası bir yıkılma sonucu meydana gelebilecek taşkın çok büyük felaketlere yol açabilmektedir.

Bu çalışmanın temel amacı 2 boyutlu baraj yıkılma analizi yaparak; yıkılma durumunda oluşması muhtemel Geyve Doğantepe Göleti mansabındaki yerleşim yerleri için taşkın riskini belirlemektir.

Bu çalışmada Geyve Doğantepe Göleti'nin yıkılma analizi HEC-RAS programı kullanılarak araştırıldı. HEC-RAS programı USACE tarafından geliştirilmiş bir yazılımdır. HEC-RAS programında bölüm 8. uygulama da ayrıntılı olarak anlatıldığı gibi çeşitli veriler programa girilerek yıkılma analizi gerçekleştirilmiştir.

Analiz sonucunda taşkın sularının 40 dakikada Geyve İlçe Merkezine ulaşarak mansap bölgesindeki Geyve İlçe Merkezi'nin büyük bir bölümünün sular altında kaldığı tespit edilmiştir. İlçe merkezinde 1458 adet yapının taşkından etkilendiği belirlenmiştir. Taşkın yayılım alanının 562.8 ha olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca İlçe Merkezi'nde suyun maksimum 3.30 m kotuna kadar çıktığı, İlçe Merkezi'nde ortalama su kotununun 1.5 m olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışma sonucunda taşkın yayılım haritası oluşturularak, oluşabilecek maksimum su seviyesi ve bu seviyelerin oluşma zamanları belirlenmiştir.

9.2. Öneriler

1. Baraj yıkılmalarının önlenmesi için baraj işletmesi sırasında kullanılan ölçüm aletlerinin kalibrasyonlarının daha titizlikle yapılarak daha gerçekçi ölçüm çalışmalarının yapılması gereklidir.
2. Baraj mansabında yerleşim yeri varsa ise mutlaka baraj projendirilmesi ile baraj yıkılma analizleri bir bütün olarak ele alınmalıdır.
3. Taşkın yayılım alanının gerçekçi olması için pürüzlülük değerlerinin doğru olarak seçilmesi gerekmektedir.
4. Analiz programlarında daha hassas halihazır haritalar kullanılmalıdır.
5. Farklı baraj yıkılma senaryoları altında deneysel ve sayısal araştırmalar bir bütün olarak ele alınmalıdır. Deneysel çalışmalarda edilen veriler sayısal hidrolik analiz yapan programlardan edilen verilerle birlikte incelenerek karşılaştırılmalıdır.
6. Tarihte meydana gelen baraj yıkılması olayları titizlikle araştırılmalıdır. Baraj yıkılma mekanizmaları belirlenerek bilgisayar programları yardımıyla gerçeği en yakın modeli oluşturulabilir. Bu model üzerinden çıkarımlar yapılabilir. Bu çıkarımlar, hem var olan barajların iyileştirilmesi çalışmaları için kullanılabilir; hem de yeni baraj tasarımlarında kriter olarak kullanılabilir.
7. Baraj yıkılması olayları çok sık meydana gelen olaylar değildir. Olası bir baraj yıkılması olayı sonucunda ise çok ciddi can ve mal kaybı meydana gelebilmektedir. Baraj yıkılma senaryoları incelendiğinde birbirine benzer senaryoların üretildiği görülmektedir. Ancak her bir barajın rezervuar hacmi, olası yıkılma durumunda taşkın yayılacağı alanın havza ve yatak özellikleri birbirinden farklıdır. Dolayısı ile senaryolar benzer olsa da her bir baraj için ayrı ayrı analizlerin yapılması gerekir.
8. Baraj yıkılması sonucu oluşabilecek taşkınlar için acil afet planları oluşturulmalıdır.

KAYNAKÇA

- Akın, M., Akın, G. 2007. Suyun önemi, Türkiye’de su potansiyeli, su havzaları ve su kirliliği. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi: 47(2):105-118.
- Akkaya, U. 2016. Meriç ve Tunca Nehirlerinin Edirne şehir merkezi kısmında 2 boyutlu taşkın modellemesi. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Doktora Tezi.
- Akyürek, Z. 2013. Taşkın Tehlike ve Taşkın Risk Haritalarının Oluşturulması. Taşkın ve Kuraklık Yönetimi Daire Başkanlığı Hizmet İçi Eğitim Programı, Afyonkarahisar.
- Arenal, I. M., Allen Y. J., Concepción O. G., García I. S., Hernández A. L. P., OteroC. R., Padrón P. B., Parrado R. P., Pérez M. B. 1998. The coastal floods in the Cuban territory, the most sensitive areas and the possible impact of the climate change. Institute of Meteorology.
- Atakuman, Ç. 2008. Su Fakirliği Kapımızda mı? Bilim ve Teknik Dergisi, 489: 48-55.
- Avdan, Z., Yıldız, D., Çabuk, A. 2015. Yağmur Suyu Yönetimi Açısından Yeşil Altyapı Sistemlerinin Değerlendirilmesi. II. International Sustainable Structure Symposium, Ankara, 733-740.
- Azagra, E., Olivera, F., Maidment, D. 1999. Floodplain visualization using tins. WR Online Report 99-5. The University of Texas, 7-14, 23-53.
- Bağ, F. Orhaneli Nehri üzerindeki Çınarcık Barajı yıkılmasının nümerik benzeşimi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Balcı, N. 1958. Elmalı Barajının İstasyondan Korunması imkânları ve Vejetasyon Su Düzeni Üzerine Araştırmalar. İstanbul Üniversitesi, Ormancılık Coğrafya ve Yakınşark Ormancılığı Enstitüsü ve Kürsüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Basheer, T., Wayayok, A., Yusuf, B., Kamal, R. 2017. Dam breach parameters and their influence on flood hydrographs for Mosul Dam. Journal of Engineering Science and Technology, 12(11): 2896-2908.

- Bayazıt, Y., Bakış, R. 2015. Seydisuyu Çayının Havza Taşkın Haritalarının Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Oluşturulması, VIII. Ulusal Hidroloji Kongresi, Şanlıurfa, 157-164.
- Bayraktar, Ö. Baraj yıkılmaları nedeniyle oluşacak su baskınlarının izlenmesi ve CBS yardımıyla analizi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Bedient, P., B., and Huber, W., C., 1992. Hydrology and Floodplain Analysis 2nd ed., Addison-Wesley, USA 14.
- Bear, J., Cheng, A., Sorek, S., Ouazar, D., Herrera I. 1999. Seawater Intrusion in Coastal Aquifers — Concepts, Methods and Practices. Kluwer Academic Publishers. 1-8.
- Benson, M.A. 1968. Uniform flood-frequency estimating methods for federal agencies. Water. Resour. Res. 4(5): 212-230.
- Berginnis, M., Wadsworth, I., Larson, L. 2016. Flood Risk Management in America: Reducing taxpayer costs and building economically stable communities. ASFPM Transition Brief, America, 1-4.
- Bulu, A., Yılmaz, E. 2002. Serbest Yüzeyle Akımlarda Pürüzlülük Katsayısının Belirlenmesi. Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi, 420(4): 79-81.
- Büyükkaracığan, N. 1997. Taşkın frekans analizinde kullanılan değişik dağılımların Konya havzası yıllık pik akım serilerine uygulanıp karşılaştırılması. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Bozkuş, Z. 2004. Afet Yönetimi İçin Baraj Yıkılma Analizleri, İmo Teknik Dergi, 3335-3350, 224.
- Casa, A., Benito, G., Thorndycraft, V.R., Rico, M. 2006. The topographic data source of digital terrain models as a key element in the accuracy of hydraulic flood modelling. Earth Surface Processes and Landforms, 31(4): 444-456.
- Chen, B., Krajewski, F., Goska, R., Young, N. 2017. Using lidar surveys to document floods: a case study of the 2008 Iowa flood. Journal of Hydrology, 553: 338-349.
- Dal, K. 2018. Eğimli kanalda ardışık baraj yıkılmasının deneysel ve sayısal incelenmesi. İskenderun Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Dalkır, Ö. 2013. Baraj tip seçimini etkileyen faktörler . Barajlar Sempozyumu, Ankara, 45-61.

- Demir, F. 2014. Aşağı Sakarya Nehri Adapazarı kesimi taşkın risk tayini. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Demirkesen, A.C., Evrendilek, F., Berberoğlu, S., Kılıç, S. 2007. Coastal flood risk analysis using landsat-7 etm+ imagery and SRTM DEM: a case study of Izmir, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 131(1-3): 293-300.
- Demirkesen, A. C. 2011. Multi-risk interpretation of natural hazards for settlements of the Hatay province in the east Mediterranean region, Turkey using SRTM DEM. *Environmental Earth Sci.*, 65:1895–1907.
- Dernek, E. 2012. Taşkın Yapıları Tasarımı Ve Kayı Deresi Örneği. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Dingguo, M.A., Jie, C., Zhang, W.J., Zheng, L., Liu, Y., 2007. Farmers' vulnerability to flood risk: a case study in the Poyang Lake Region. *Journal of Geographical Sciences*, 17(3): 269-284.
- Doğan, E., Sönmez, O., Yapan, E., Othan, K., Özdemir, S., Çitgez, T. 2013. Aşağı Sakarya Nehrinde taşkın yayılım haritalarının elde edilmesi. *SAÜ. Fen Bil. Der.*, 17(4): 363-369.
- Doğanoğlu, V.İ. 2000. Coupling of GIS with a hydraulic model for flood inundation mapping. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Devlet Su İşleri (DSİ). 2006. Teknik Şartnameler. İslah ve Taşkın Koruma Yapıları Uygulama Projeleri Yapım İşi, 6-8.
- Devlet Su İşleri (DSİ). 2015. Watersavr kullanımının su kalitesi ve canlı kaynaklar üzerindeki potansiyel etkisinin araştırılması sonuç raporu, AR-GE Yayın No: 5, Ankara.
- Dokuzuncu Kalkınma Planı (DPT). 2007. Toprak ve Su Kaynaklarının Kullanımı ve Yönetimi Raporu.
- Düden, İ. 2010. Darıdere Barajı'nın tedrici yıkılması ve yarıktan çıkan taşkın HEC-RAS ve DAMBRK programlarında incelenmesi . Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Eagleson, P. S. 1970. *Dynamic Hydrology*, McGraw-Hill Book Company, 1- 462.
- European Environment Agency Report (EAA). 2016. Flood risks and environmental vulnerability, 1: 9-11.

- Efe, H. 2014. Batman Çayı'nın taşkın analizinin hec-ras programıyla yapılması. Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Ekinci, D. 2003. İhsaniye Deresi Havzası (Zonguldak) taşkın analizi. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi, 11: 97-118.
- Elçi, Ş., Tayfur, G., Haltaş, İ., Kocaman, B. 2017. Baraj yıkılması sonrası iki boyutlu taşkın yayılımının yerleşim bölgeleri için modellenmesi. İMO Teknik Dergi, 21: 7955-7975.
- Erdem, U. 2013. Yerleşimlerin taşıdığı deniz taşkını, sel ve deprem afet tehlikelerinin CBS kullanılarak yorumlanması: Balıkesir örneği. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 15(2): 40-57.
- Eren, M. E. 2011. Boğluca (Kayalı) Deresinin taşkın riskinin irdelenmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Erkek, C. 1995. Bölgesel taşkın zararları ve taşkın kontrolü. Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi, 379: 42-46.
- Feng, L. H., Lu, j. 2010. The practical research on flood forecasting based on artificial neural networks. Expert Systems with Applications, 37(4): 2974-2977.
- Korycka, M., Magnuszewski, A., Suchożebrski, J., Jaworski, W., Marcinkowski, M., Szydłowski, M. 2006. Numerical estimation of flood zones in the Vistula River valley, Warsaw, Poland. Climate Variability and Change Hydrological Impacts, Cuba, 191-195.
- Gül, G.O., Harmancıoğlu, N., Ve Gül, A. 2009. A Combined Hydrologic and Hydraulic Modeling Approach for Testing Efficiency of Structural Flood Control Measures. Natural Hazards, 54(2): 245-260.
- Gümrükçüoğlu, M., Goodin, DG., Martin, C. 2010. Landuse change in upper Kansas river floodplain: following the 1993 flood . Natural Hazards, 55: 467-479.
- Güngör, Y. 2010. Afetler Tarihi. Acil Yardım Ve Afet Yönetimi Lisans Tamamlama Programı, İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi, 1-129.
- Hardmeyer, K., Spencer, M.A. 2007. Using risk-based analysis and geographic information systems to assess flooding problems in an urban watershed in Rhode Island. Environ Manage, 39: 563-574.
- Hoşgören, M. Y. 2015. Hidrografya' nın Ana Çizgileri I, Yeraltı Suları- Kaynaklar-Akarsular, 9. Baskı, Çantay Kitabevi, 1-166.

- HEC. 2009. HEC-GeoRAS GIS Tools for Support of HEC-RAS using ArcGIS User's Manual 4.2. U.S. ArmyCorps of Engineers, Institue for Water Resoruces.
- Intergovernmental Panel On Climate Change (Ipcc). 2013. Climate Change 2013. 1-222.
- Islam, M., Sado, K. 2002. Development of flood hazard maps of Bangladesh using NOAA-AVHRR images with GIS. Hydrologıcal Sciences-Jonnal-des Sciences Hydrologiques, 45(3): 337-355.
- Jonkman, S. N., Bočkarjova, M., Kok,M., Bernardini, P. 2008. Integrated hydrodynamic and eeconomic modelling of flood damage in the netherlands. Ecological Economics 66(1):77-90.
- Kadioğlu, M. 2007. Sel, Heyelan ve ığ İçin Risk Yönetimi. Sel – Heyelan – ığ Sempozyumu, Samsun, 186-197.
- Kadioğlu, M., 2008, Sel, heyelan ve çığ için risk yönetimi, Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri, JICA Türkiye Ofisi Yayınları No: 2, s251- 276.
- Kaleyci, H. 2004. Değirmendere Havzası'nda Taşkın Frekans Analizi ve Taşkın Sularının Belirlenmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Kara, S., Akar, İ. 2007. Sel ve Taşkınların; Nedenlerinin, Sonuçlarının ve Çözüm Önerilerinin Belirlenmesinde Coğrafı Bilgi Sistemlerinin (CBS) ve Uzaktan Algılamanın (UA) Kullanımı: Beşikdüzü-Solaklı Arasındaki Karadeniz Akkanı Örneği. 5. Türkiye Kuvaterner Sempozyumu, İstanbul.
- Kara, Ö. 2009. Su yüzü profillerinin hec-ras paket programıyla incelenmesi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Karakaya,K., 2005. Gökırmak Nehri üzerindeki Kırazlıköprü baraj yıkılmasının nümerik benzeşimi ODTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Keller, E.A. 1979. Environmental Geology. Bell & Howell Company, 1- 522.
- Kılıçer, Ü., ve Özgüler, T., 2002. Türkiye'de Taşkın Durumu, TMH, Türkiye Mühendislik Haberleri, 420-421-422: 4-5-6.
- Knebl, M.R., Yang, Z.L., Hutchison, K., Maidment, D.R. 2004. Regional Scale Flood Modeling Using NEXRAD Rainfall, GIS, and HEC-HMS/RAS: A Case Study for The San Antonio River Basin Summer 2002 Storm Event. Journal of Environmental Management, 75(4): 325-336.
- Koca, Y. C. 2014. Rize iyidere alt havzası ikizdere kesiti için birim hidrografın belirlenmesi. T. C. Orman ve su işleri bakanlığı. İnşaat Mühendisliği Bölümü, Uzmanlık Tezi.

- Kocaman, S. 2002. Baraj yıkılması analizi ve uygulaması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Kundzewicz, Z. W., Menzel, L. 2005. Natural flood reduction strategies – a challenge. *International Journal of River Basin Management*, 3(2): 125- 131.
- Küsmez, H. 2015. Baraj gövde tip seçimini etkileyen faktörler ve baraj tiplerinin sınıflandırılması. *Barajlar Sempozyumu*, Ankara, 78-137.
- Lastra, J., Fernandez, E., DiezHerrero, A., Marquinez, J. 2008. Flood hazard delineation combining geomorphological and hydrological methods: an example in the Northern Iberian Peninsula. *Nat Hazards.*, 45: 277-293.
- Malkoç, F. Ö., Yıldız, M., Malkoç, Y. 2008. Solaklı Deresi Havzası İçin Taşkın Hidrolojisi Çalışmaları. Taşkın, Heyelan ve Dere Yataklarının Korunması Konferansı, Trabzon, 89-100.
- McMahon, T. A., Srikanthan, R. 1981. LP3 distribution-is it applicable to flood frequency analysis of Australian streams?. *J. Hydrol.*, 52: 139-149.
- Meriç, B. T. 2004. Su kaynakları yönetimi ve Türkiye. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 28(1): 27-38.
- Molu, M. 1995. Doğal bir kanalda baraj yıkılması taşkın: Bir uygulama ODTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Onuşluel, G. 2005. Floodplain management based on the HEC-RAS modeling system. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Doktora Tezi.
- Onuşluel, G., Aygün, O. 2013. Taşkın potansiyeli yönünden Türkiye akarsu havzalarının mekânsal karakterizasyonu. VII. Ulusal Hidroloji Kongresi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, 393-402.
- Özbal, R. 2010. Taşkın Koruma Projelerinde Yapısal Tedbirler. II. Ulusal Taşkın Sempozyumu, Afyonkarahisar. Özcan E, 2006. Sel Olayı ve Türkiye. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 26 (1): 35-50.
- Özcan, O., Musaoğlu, N., Şeker, DZ., 2009. Taşkın Alanlarının CBS ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Belirlenmesi ve Risk Yönetimi; Sakarya Havzası Örneği. TMMOB Harita ve 75 Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel Teknik 2009 Kurultayı, Ankara.
- Özdemir H, 1978. Uygulamalı Taşkın Hidrolojisi. DSİ Basım ve Foto – Film İşletme Müdürlüğü Matbaası, Ankara.
- Özdemir, H. 2007. Havran Çayı Havzasının (Balıkesir) cbs ve uzaktan algılama yöntemleriyle taşkın ve heyelan risk analizi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Doktora Tezi.

- Özdemir, H. 2008. Havran Çayı'nın (Balıkesir) taşkın sıklık analizinde Gumbel ve Log Pearson Tip III dağılımlarının karşılaştırılması. Coğrafi Bilimler Dergisi,6(1), 41-52.
- Özşahin E, 2013. Arnavutluk'ta taşkın risk analizi. Uluslararası Avrasya Sosyal Bilimler Dergisi 12: 91-109.
- Öztürk, K. 2002. Küresel iklim değişikliği ve Türkiye'ye olası etkileri. G. Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi Cilt 22, Sayı 1 47- 65.
- Pakniyat, H. 2015. Tahtalı Baraj'ın yıkılması durumunda oluşacak taşkın dalgalarının modellenmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Palamut, N. 2014. Baraj yıkılma analizi ve uygulaması, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Rijswick, M., Kaufmann, M., Doorn-Hoekveld, W., Gilissen, H., Wiering, M. 2015. Flood Risk Management in the Netherlands. ECCA 2015, Copenhagen, Denmark.
- Rahman, A. S., Rahman, A., Zaman, M. A., Haddad, K., Ahsan, A., Imteaz, M. 2013. A Study on selection of probability distributions for at-site flood frequency analysis in Australia. Natural Hazards, Vol. 69 (3).
- Sakieh, Y, 2017. Y. Understanding The Effect Of Spatial Patterns On The Vulnerability Of Urban Areas To Flooding. International Journal of Disaster Risk Reduction, 25, 125 – 136.
- SAF, B., 2009. Regional flood frequency analysis using L-moments for the West Mediterranean region of Turkey. Water Resour Manage, 23(3): 531-551.
- Sargın, A. 2013. Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Taşkın Riski Ön Değerlendirmesi. DSİ Yayınları, 1-67.
- Seçkin, N. 2002. Ceyhan ve Seyhan havzalarının bölgesel taşkın frekns analizi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Sinnakaudan, S.K., Ab Ghani, A., Kiat, C.C., Ahmad, M.S.S., Zakaria, N.A. 2002. Integrated triangular irregular network (itin) model for flood risk analysis case study: Pari River, Ipoh, Malaysia. Advances in Hydraulics and Water Engineering, 12: 656-660.
- Sönmez O. 2013. Nehirlerde 2 boyutlu taşkın modellemesi ve taşkın haritalarının oluşturulması. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İnşaat Mühendisliği Bölümü, Doktora Tezi.
- Şahin E, Akıntuğ B, Yanmaz MA, 2013. Güzelyurt taşkını modellemesi ve çözüm önerileri. İMO Teknik Dergi, 6447-6462.

- Tayfur, G, 2013. Baraj Yıkılması Sonucu Meydana Gelen Taşkın Dalgası Simülasyonu Gerçekleştirme Aşamaları. Su Vakfı, Sayı 5.
- Tarlock, A. 2012. United States flood control policy: the incomplete transition from the illusion of total protection to risk management. *Duke Environmental Law & Policy Forum*, 23: 151-183.
- Tarbutck, E.J., Lutgens F.R. 1984. *The Earth: an Introduction to Physical Geology*. Bell & Howell Company, USA, 594.
- Taş, E., İçağa, Y., Zorluer, İ. 2016. Taşkın yayılım haritalarının oluşturulması ve taşkın zarar analizi: Akarçay Afyon Alt Havzası Örneği. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16: 711-721.
- Taşkın Koruma Raporu, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı- DSİ III. Bölge Müdürlüğü, Eskişehir, 1-24.
- Taşkın mevzuatı, T.C. Çevre Ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü.
- Taşkın Yönetim Planı. 2017. T.C. Orman ve Su İşleri Başkanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara, 1-228.
- Temiz, N., Aksoy, H. ve Ercanoğlu, M. 2004. Batı Karadeniz Bölgesi'nde potansiyel taşkın alanlarının belirlenmesine yönelik bir çalışma. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 47 (2): 41-48.
- The Ofda/Cred International Disaster Database (EM-DAT). 2017. *Disaster Data: A Balanced Perspective*, 48: 1-2.
- Turoğlu H, 2011. İstanbul'daki Sel ve Taşkınlar. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 3 (1): 39-46.
- Turan, B. 2002. Obtaining inundation maps by integration of gis and hydrologic and hydrologic-hydraulic model. *Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi*.
- Turhan, E. 2017. Baraj yıkılması akımının deneysel ve interpolasyonlu parçacık hidrodinamiği (SPH) yöntemi ile incelenmesi. *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi*.
- Türkkan, G. ve Korkmaz, S. 2015. Kaplıkaya Deresinin sayısal model ile taşkın analizi. VIII. Ulusal Hidroloji Kongresi, Şanlıurfa, 62-69.
- Uçar, İ. 2010. Trabzon Değirmendere Havzası'nda coğrafi bilgi sistemleri ve bir hidrolik model yardımıyla taşkın analizi yapılması. *Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi*.
- Usul, N. 2002. *Engineering Hydrology*. ODTÜ Basımevi, Ankara, 257-267.

- Usul, N. ve Turan, B. 2006. Flood forecasting and analysis within the Ulus Basin, Turkey, using geographic information systems. *Natural Hazards*, 39, 213-229.
- Usul, N. 2008. Çayboğazı Havzasında Hidrolojik-Hidrolik Model ve CBS ile Taşkın Çalışması. Taşkın, Heyelan ve Dere Yataklarının Korunması Konferansı Trabzon, 147-159.
- Usul, N. 2013. Mühendislik Hidrolojisi. ODTÜ Basımevi, Ankara, 1-396.
- Uşıkay, S. ve Aksu, S. 2002. Ülkemizde Taşkınlar, Nedenleri, Zararları Ve Alınması Gereken Önlemler. *TMH - Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi*, 420-421-422: 133-136.
- Vojinovic Z., Tutulic, D. 2009. On the use of 1D and coupled 1D-2D modelling approaches for assessment of flood damage in urban areas. *Urban Water Journal*, 6:183-199.
- WMO/GWP. 2008. Associated Program on Flood Management. Urban Flood Risk Management-A Tool for Integrated Flood Management. APFM Technical Document No. 11, Flood Management Tool Series.
- Wiles, J.J. ve Levine, N.S. 2002. A combined GIS and HEC model for the analysis of the effect of urbanization on flooding: the Swan Creek Watershed, Ohio. *Environmental and Engineering Geoscience*, 8 (1): 47-61.
- Yalçın, G. ve Akyürek, Z. 2004. Analysing Flood Vulnerable Areas With Multicriteria Evaluation. XX. International Society for Photogrammetry and Remote Sensing Congress, 12-23.
- Yaylak, M. 2016. Coğrafi bilgi sistemleri (cbs) yardimiyla Bitlis Deresi taşkın risk analizi. Bitlis Eren Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Yazıcılar F.ve Önder, H. 1998. Taşkın yatakları planlamasında HEC-RAS bilgisayar programı ile su yüzü profili hesaplanması-Bartın Nehrinde bir uygulama. *Su Mühendisliği Problemleri Semineri (V)*, Muğla, 1-21.

ÖZGEÇMİŞ

Kağan ERGEN, 06.03.1987 yılında İstanbul'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini İstanbul'da tamamladı. 2011 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 2011-2015 yılları arasında İstanbul'da inşaat mühendisi olarak çalıştı. 2015 yılında DSİ 32. Şube Müdürlüğü/Sakarya'da çalışmaya başladı. 2015 yılında Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği anabilim dalı Hidrolik bilim dalında yüksek lisans öğrenimine başladı. Halen DSİ 32. Şube Müdürlüğü/Sakarya'da çalışmaya devam etmektedir.