



Meral Korkmaz

Munzur University, meralkorkmaz@munzur.edu.tr, Tunceli-Türkiye

DOI	http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2022.17.4.1A0482
ORCID ID	0000-0001-5689-2560
Corresponding Author	Meral Korkmaz

TAŞKIN RİSK ANALİZİNDE HEC-RAS MODELLEMESİNİN KULLANIMI

ÖZ

Küresel ısınma ve iklim değişikliği nedeniyle ani yağışların sonucunda taşkınlar meydana gelmektedir. Taşkınlar, ekonomiyi, altyapıyı ve insan yaşamını olumsuz etkileyen doğal afetlerdendir. Taşkınlardan kaynaklanan zararların en aza indirilmesi için taşkınların meydana geldiği nehir ve dere yataklarında hidrolik analizlerin yapılması oldukça önemlidir. Hidrolik analizlerde akarsu havzalarının incelenmesi, havzalardaki su yüzeyi profillerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu analizlerde birçok bilgisayar yazılımı kullanılmaktadır. Bu çalışma da, Elazığ ilinde bulunan Gümüşkavak mahallesi taşkın yatağı alanı HEC-RAS yazılımı ile incelenmiştir. HEC-RAS ile oluşturulan dere yatağının enkesit modellerinde Q_{25} , Q_{50} , Q_{100} ve Q_{500} taşkın tekerrür debileri ile hesap analizi yapılmıştır. Bu sayısal analiz sonucunda kritik en kesitlerde meydana gelecek taşkın alanı kolayca tespit edilmektedir. Geliştirilen taşkın modeli, nehir geliştirme planlaması, taşkın azaltma önlemleri, taşkın tahliye planlaması ve kamu bilincinin ele alınması açısından oldukça önemlidir. Aynı zamanda bu çalışma ile HEC-RAS'ın taşkın analiz ve modelleme için etkili araçlardan biri olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Taşkınlar, HEC-RAS, Hidrolik Model, Taşkın Koruma, Akarsu Düzenleme

THE USE OF HEC-RAS MODELING IN FLOOD RISK ANALYSIS

ABSTRACT

Floods result from sudden precipitation due to global warming and climate change. Floods are natural disasters that negatively affect the economy, infrastructure, and human life. In order to minimize the damages caused by floods, it is very important to carry out hydraulic analyzes in the river and stream beds where floods occur. In hydraulic analysis, it is necessary to examine the river basins and determine their water surface profiles. Much computer software is used in these analyzes. This study examined the floodplain area of Gümüşkavak district in Elazığ province with HEC-RAS software. Calculation analysis was made with Q_{25} , Q_{50} , Q_{100} , and Q_{500} flood recurrence rates in the cross-section models of the stream bed created with HEC-RAS. As a result of this numerical analysis, the flood area that will occur at critical cross-sections is easily determined. The developed flood model is significant for river development planning, flood mitigation measures, flood evacuation planning, and addressing public awareness. At the same time, this study showed that HEC-RAS is one of the practical tools for flood analysis and modeling.

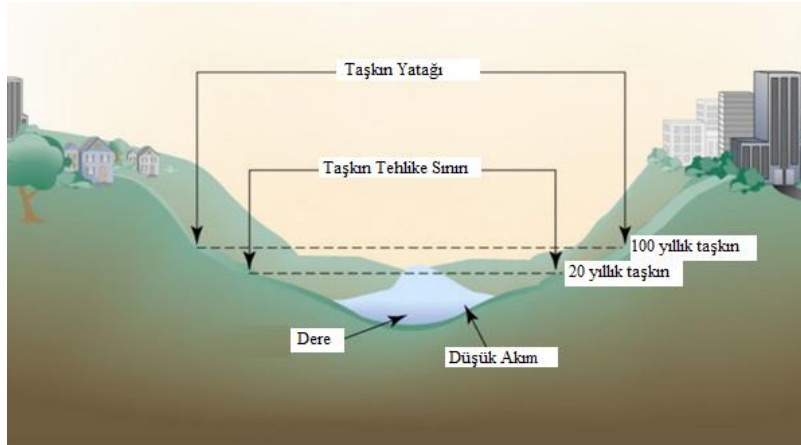
Keywords: Floods, HEC-RAS, Hydraulic Model, Flood Protection, Stream Regulation

How to Cite:

Korkmaz, M., (2022). Taşkın Risk Analizinde HEC-RAS Modellemesinin Kullanımı. Engineering Sciences, 17(4):54-66, DOI: 10.12739/NWSA.2022.17.4.1A0482.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Dünyanın her yerinde meydana gelen en yaygın ve geri dönüşü olmayan en büyük doğal afetlerden biri taşkınlardır. Günümüzde taşkınlar, dünyanın birçok yerinde ve Türkiye de oldukça sık rastlanan bir olay olmuştur. Taşkın alanları ve taşkın yolları, yağmur veya kar olaylarından sonra büyük miktarlarda su tutmaktadır. Taşkın, drenaj sisteminin yâda dere yatağının maksimum debisinin sistemin geçirebileceği maksimum kapasiteyi aşması durumunda meydana gelen doğal bir afettir. Taşkın sorunu, nehir suyunun nehir kıyısına taşmasına neden olarak o bölgede ciddi zararlara neden olmaktadır [1 ve 2]. Akarsu havzasına gelen ani ve şiddetli yağışlar veya yüzeydeki kar kütlelerinin ani erimesi sonucu taşkınlar meydana gelmektedir. Kıyılarda ise dalgalanmalardan dolayı kıyı taşkınları meydana gelmektedir. Ani yağış, fırtına, kar erimesi ve drenaj sistemlerinin yetersizliği gibi nedenlerden dolayı farklı taşkın tipleri oluşmaktadır. Gelişmiş ülkelerde taşkın tespit hizmetlerinin gelişmesi nedeniyle daha büyük taşkınlarda can kayıpları ve hasar azalırken, az gelişmiş ülkelerde basit bir ani yağış daha büyük sorunlara neden olmaktadır [2 ve 3]. Taşkın yataklarının düzenlenmesinin temel nedenleri, halk sağlığı, güvenliği ve genel refahı teşvik etmek ve belirli bölgelerde sel koşullarından kaynaklanan can ve mal kayıplarını en aza indirmektir [4]. Şekil 1, "taşkın yatağı" ve "taşkın tehlike sınırı" alanlarını göstermektedir. FEMA (Federal Acil Durum Yönetim Kurumu) taşkın tehlike sınırı taşkın yatağının içinde yer almaktadır. Ancak taşkın tehlike sınırı içerisinde yapı ve bina yapılmamalıdır. Buna karşılık, belirli kısıtlamalara tabi olarak, taşkın yatağı düzenlemeleri, 100 yıllık taşkın yatağı içinde uygun şekilde inşa edilmiş bina ve yapıların inşa edilmesine izin vermektedir. 100 yıllık taşkın yatağı, herhangi bir yılda meydana gelme olasılığı %1 olan, 100 yıllık bir fırtına sırasında taşacağı tahmin edilen arazidir [5].



Şekil 1. Düzenlenmiş bir taşkın yatağının imar özellikleri [5]
(Figure 1. Zoning characteristics of a regulated floodplain [5])

Taşkın tehlikesi alanı genellikle 100 yıllık taşkın yatağında tanımlanmaktadır. Taşkın yatağı, sel ve su baskınları nedeniyle oluştuğu yerde drenajın dışarı akmasını sağlayacak bir alandır. Taşkın yataklarının düzenlenmesi, farklı akış koşullarında su yüzeyi profillerinin belirlenmesi ve hesaplamayı kolaylaştırmak için birçok bilgisayar yazılımı kullanılmaktadır. Hesaplanan su yüzeyi kotları, taşkın yataklarını betimlemek için kağıt haritalarda manuel olarak çizildiğinden zaman almaktadır. Ancak bilgisayar yazılımı ile çizim hem zamandan hem de kaynaktan önemli ölçüde tasarruf sağlayacaktır.

Hidrolojik mühendislik Merkezin Nehir Analiz Sistemi (HEC-RAS), bu tür işler için ideal bir ortam sağlar [1]. Araştırmacılar HEC-RAS yazılımı ile birçok çalışma yapmıştır.

Alaghmand ve ark. (2010), Malezya'da Kuala Lumpur'un batı kesiminde yer alan Sungai Kayu Ara nehir havzası için nehir taşkın tehlikesi haritalaması için HEC-RAS ve HEC-HMS modellerini kullanmışlardır. HEC-GeoRAS kullanılarak, sayısal yükseklik modelinden (DEM) akış geometrisi verileri çıkartmışlardır. Oluşturulan nehir taşkın tehlikesi, CBS ortamında hidrolik model sonuçlarına göre su derinliği ve akış hızı haritaları temel alınarak hazırlanmıştır [6].

Hidrolik model HEC-RAS ve GIS kullanılarak Karkheh Nehri'nin taşkın bölgesi üzerinde bir çalışma Kamanbedastel ve diğerleri tarafından yapılmıştır. Çalışma için topoğrafik harita, sayısal yükseklik modeli ve hidrolojik veriler kullanılmıştır. Sonuçlar, HEC-RAS modelinin entegre edilmesiyle hidrolik simülasyonun, CBS'nin çeşitli taşkın yatağı yönetimi türleri ve farklı nehir eğitim uygulamaları senaryoları için etkili bir araç olarak kullanılabilirliğini göstermişlerdir [7]. Yalçın yapmış olduğu çalışmada, 2B hidrodinamik HEC-RAS modeli kullanarak su altında kalma derinliklerini, akış hızlarını etkilerini değerlendirmiştir [8]. Ardiçlioğlu ve Kuriqi (2019) çalışmalarında, HEC-RAS modelinin Sarımsaklı deresindeki akış rejimini referans istasyonunun akış yukarısında ve akış aşağısında çeşitli enine kesitlerden elde edilen dağıtılmış verileri kullanarak analiz etmişlerdir [9]. Oğraş ve Önen çalışmasında, Dicle Nehri üzerindeki köprüler ve bu hidrolik yapıların neden olduğu kesit değişimleri ile mevcut doğal kesit değişimleri HEC-RAS programı ile belirlenmiştir. Sonuç olarak, sel yayılım haritalarının Dicle Üniversitesi hastaneleri, sosyal ve üretim (ağaç sanayi, balıkçılık ve meyve üretimi) tesisleri, yerleşim alanları, tarihi On Gözlü Köprü üzerindeki etkilerini incelemiştir [10].

Hameed ve Ali, HEC-RAS modelini kullanarak kalibrasyon yoluyla Hilla Nehri için Manning'in pürüzlülük katsayısını tahmin etmişlerdir [11]. Efe çalışmasında büyük bir akıntıya sahip olan ve bazen can ve mal kaybına neden olan Batman Çayı üzerinde çalışmış ve Batman Nehri'nin HEC-RAS paketi kullanılarak inşası için DSİ tarafından yapılan Batman Nehri düzenleme çalışmalarının yeterli olacağı sonucuna varmıştır [12]. Abdelbasset vd. kuzey Fas'ın Sebou havzasında Al Wahda Barajı'nın altındaki seçilen alanda taşkın sınırlarına karşılık gelen su yüzeyi profillerini hesaplamak için HEC-RAS modelini uygulamıştır [13].

Ulah vd. Kalpani Nehri'nin taşkın tahmin çalışmalarını elde etmek için Pakistan uzaktan kumanda, coğrafi bilgi sistemi (GIS), HEC-RAS (1D) ve HECGeo RAS kombinasyonunu kullanmışlardır [14]. Yaylak çalışmasında zaman zaman büyük akımlara ulaşabilen ve bu nedenle can kayıplarına neden olabilen Bitlis Çayı'nın HEC-RAS programı ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) kullanarak Bitlis İli'ne taşkın etkisini belirlemeye çalışmıştır [15]. Romali vd. Malezya'nın Segamat kasabasında taşkın yatağı haritalaması için HEC-RAS ve ARC GIS uygulamasını sunmuştur [16]. Khalfallah ve Saidi, Tunus, Mejerda Nehri'nde HEC-RAS-GIS araçlarını kullanarak uzay-zamansal taşkın yatağı haritalaması ve tahmini sunmuştur [17]. Dysarz, HEC-RAS simülasyonlarının kontrolü ve otomasyonu için Python komut dosyası oluşturma tekniklerinin uygulamasını araştırmıştır [18].

Hırca ve Sönmez Akyazı sanayi bölgesinde sel baskını haritalarını belirlemeye çalışmışlardır. Bu çalışmada, Dicle Nehri üzerindeki köprüler ve bu hidrolik yapıların neden olduğu kesit değişimleri ile mevcut doğal kesit değişimleri HEC-RAS programı ile belirlenmiştir. Sonuç olarak, taşkın yayılma haritalarının Dicle



Üniversitesi hastanelerine, sosyal ve üretime (odun endüstrisi, balıkçılık ve meyve üretimi) etkileri araştırılmıştır [19].

Bagatur ve Hamidi baraj inşaatından sonra mansap taşkın problemlerinin akarsu özelliklerini değerlendirmiştir. Şan gelecekteki taşkınları en aza indirmek için belirlenen boşluklar üzerinde daha fazla araştırma ve geliştirme yapılması gerektiğini bildirmiştir. Çalışma aynı zamanda planlama ve uygulama sürecindeki boşlukları keşfetmek için farklı taşkın yataklarında uygulanan taşkın azaltma önlemleri vakalarını da incelenmiştir. Bu kritik inceleme, gelecekteki sel riski yönetimi stratejilerinin geliştirilmesinde yeni boyutları ortaya çıkarmıştır [20]. Coşgun, taşkın olayını iki önemli noktada; sayısal modelleme ve yasal mevzuat olarak değerlendirilmiştir. Bu nedenle mevcut çalışma ile Eşkinöz Deresi koruma alanı içerisinde yer alan özel okul yerleşkesindeki binalarda meydana gelen maddi hasarlarda kamu kurum ve kuruluşlarının kusur ve sorumluluklarını belirlemiştir [21]. Bu çalışma da ise Elazığ ilinde bulunan Gümüşkavak Mahallesi taşkın yatağı alanı HEC-RAS yazılımı ile incelenmiştir. HEC-RAS analiz sonucunda bölgede meydana gelecek taşkın alanı kolayca tespit edilecektir ve alınacak taşkın azaltma önlemleri incelenecektir.

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Taşkın olayının incelenmesinde birçok bilgisayar yazılımı kullanılmaktadır. Bu çalışmada HEC-RAS yazılımı kullanılmıştır. Gümüşkavak mahallesindeki dere üzerindeki köprüler ve bu hidrolik yapıların neden olduğu kesit değişimleri ile mevcut doğal kesit değişimleri HEC-RAS programı ile incelenmiştir. HEC-RAS ile oluşturulan dere yatağının enkesit modellerinde Q_{25} , Q_{50} , Q_{100} ve Q_{500} taşkın tekrür debileri ile hesap analizi yapılmaktadır. Bu sayısal analiz sonucunda kritik en kesitlerde meydana gelecek taşkın alanı kolayca tespit edilmektedir. Elde edilen kesitler HEC-RAS yazılımında tanımlanarak, Gümüşkavak mahallesi taşkın yatağının hidrolik karakteristikleri ve Q_{25} , Q_{50} , Q_{100} ve Q_{500} su yüzeyi profilleri ve Nehri'nin tek boyutlu taşkın yatağı analizleri belirlenmiştir. Geliştirilen taşkın modeli, nehir geliştirme planlaması, taşkın azaltma önlemleri, taşkın tahliye planlaması ve kamu bilincinin ele alınması açısından oldukça önemlidir. Bu çalışma ile HEC-RAS'ın taşkın analiz ve modelleme için etkili araçlardan biri olduğu görülmüştür.

Önemli Noktalar (Highlights):

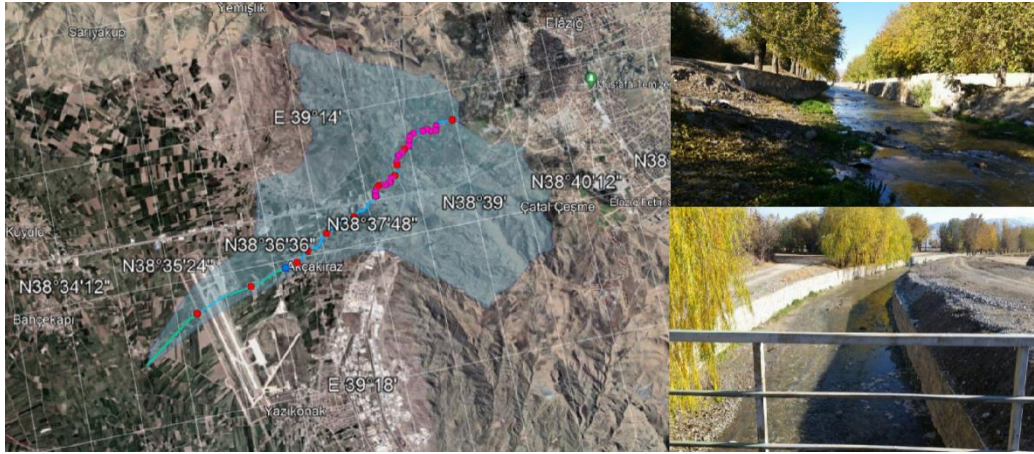
- Elazığ ili merkezinin kuzeyinde bulunan havzaya ait yağışlar Gümüşkavak mahallesinden geçen dereye toplanmaktadır. Bu derenin taşkınlardan korunması ve islah edilmesi büyük önem arz etmektedir.
- HEC-RAS yazılımının taşkın analiz ve modellemede oldukça etkili bir programdır. Bu çalışmada HEC-RAS yazılımı kullanılmıştır.
- Kesitler HEC-RAS yazılımında tanımlanarak hidrolik hesapları yapılmıştır. Mevcut durum ve iş sonu durumunun sayısal analizi görselleştirilmiştir.

3. MATERYAL VE METOT (MATERIALS AND METHOD)

3.1. Çalışma Alanı (Study Area)

Elazığ ili, Doğu Anadolu Bölgesinin güneybatısında, Yukarı Fırat Bölümünde yer almaktadır. Yüzölçümü 8.455km^2 'si kara, 826km^2 'si baraj ve doğal göl alanları olmak üzere toplam 9.281km^2 'dir. Denizden yüksekliği 1067 metre olan Elazığ, yeryüzü şekilleri açısından topraklarını dağlık alanlar, platolar ve ovalar oluşturmaktadır. Elazığ ili, $40^{\circ} 21'$ ile $38^{\circ} 30'$ doğu boylamları, $38^{\circ} 17'$ ile $39^{\circ} 11'$ kuzey enlemleri arasında kalmaktadır. Şekil 1'de gösterilen proje

alanı Elazığ İli Merkez İlçesi Gümüşkavak Mahallesi'inde yer almaktadır. Havza Yağış Alanı 1 No'lu derenin yağış alanı 136.92km²'dir. Proje alanı iklimi, normalde karasal iklim görülmektedir ancak yakında yer alan baraj göllerinin etkisi ile ılıman iklimi tesiri altındadır. 1 No'lu derenin yağış alanı, Maden DMİ meteoroloji istasyonu etkilemektedir. Proje alanında yerinde yapılan gözlem ve daha önce hazırlanan rapor ve çalışmalar kapsamında belirtildiği üzere, derelerin geçtiği üst havzadan gelmesi beklenen sediment miktarı 650m³/yıl'dır.



Şekil 2. Elazığ ili Gümüşkavak mahallesi 1 nolu dere
(Figure 2. Elazığ Province Gumuskavak Neighborhood Number 1 Stream)

Genel olarak, bu çalışma Elazığ ili Gümüşkavak mahallesi 1 nolu dere HEC-RAS hidrolik modelini sunmaktadır. 1 nolu derenin taşkın yatağı alanını belirlemek ve taşkın koruma yapısı makalenin sonunda tartışılacaktır.

3.2. Veri Toplama (Data Collection)

Uygun ve kapsamlı veri toplama, taşkın yatağı haritalamanın etkinliği için önemlidir. Taşkın yatağı modellenmesi yapılmadan önce; Zemin etüdü: Saha ziyareti ve zemin etüdü gerçekleştirmenin amacı, sele eğilimli alanı ve selden etkilenen alanları tanımak, belirlemek ve araştırmaktır. Taşkın yatağının fiziksel karakteristiği, mevcut taşkın durumu, taşkın öncesi ve sonrası olayların akış davranışı gibi birçok veri çok önemlidir ve saha ziyaretleri sırasında toplanması gerekmektedir.

- **Geçmiş taşkın verileri:** Validasyon ve kalibrasyon işlemi sırasında, taşkın hassas bölgesinin analiz sürecine yardımcı olduğu için tarihi taşkın verileri toplanması gereken en önemli verilerdir. Tarihsel sel olayı raporu, ilgili alanlardaki sel haritaları, gazete raporları veya seçilen alandaki önceki sel olayıyla ilgili makale, su seviyesi kaydı, akarsu akışı ve buharlaşma kaydı gibi veriler alınacaktır. Şekil 3'te Elazığ'daki geçmiş yıllara ait Gümüşkavak mahallesinde bazı seraların, sağanak yağışın ardından sular altında kaldığını göstermektedir. Bu da bölgenin özellikle tarımsal anlamda selden olumsuz etkilendiği göstermektedir.



Şekil 3. Elâzığ'da etkili olan sağanak yağış, Gümüşkavak Mahallesi'ndeki seraları sular altında bırakmıştır [21]
(Figure 3. The heavy rain in Elazig flooded the greenhouses in Gümüşkavak District [21])

3.3. HEC-RAS Hidrolik Model (HEC-RAS Hydraulic Model)

HEC-RAS, su yüzeyi profillerinin hesaplanması için tasarlanmış tek boyutlu bir sürekli akış modelidir. HEC-RAS programı ile dört ana nehir analizi yapılmaktadır:

- Nehirlerde düzenli akım su yüzü profilinin hesaplanması
- Kararsız akımın modellenmesi
- Nehir yatağının tortu taşınımı ve değişikliklerinin hesaplamaları
- Su kalitesinin analizi çalışmalar

Çeşitli uygulamalar için taşkın haritaları geliştirmek için çok uygun olan işlevinin yanı sıra, taşkın evriminin tek boyutlu veya iki boyutlu simülasyonu için de kullanılabilir. HEC-RAS'ın model sonuçları, taşkın yolu ihlallerinin etkilerini değerlendirmek için tipik olarak taşkın yatağı yönetimi ve taşkın sigortası çalışmalarında uygulanmaktadır [1]. HEC-RAS programında, nehir kanalı akışının hidrolik geometrisi ve su hareketi analizi işlemi için birkaç veri gerekmektedir. Bu parametreler, akış boyunca bir dizi kesit elde etmek için kullanılmaktadır. Nehir istasyonu (kesit) numarası, her arazi noktası için yanal ve yükseklik koordinatları, bitişik kesitlerin sol taşkın yolu, akarsu merkez hattı ve sağ taşkın yolu arasındaki erişim uzunlukları, Manning'in pürüzlülük katsayıları, kanal daralma ve genişleme katsayıları, köprüler ve menfezler gibi herhangi bir hidrolik yapının geometrik açıklaması gibi parametreler gerekmektedir.

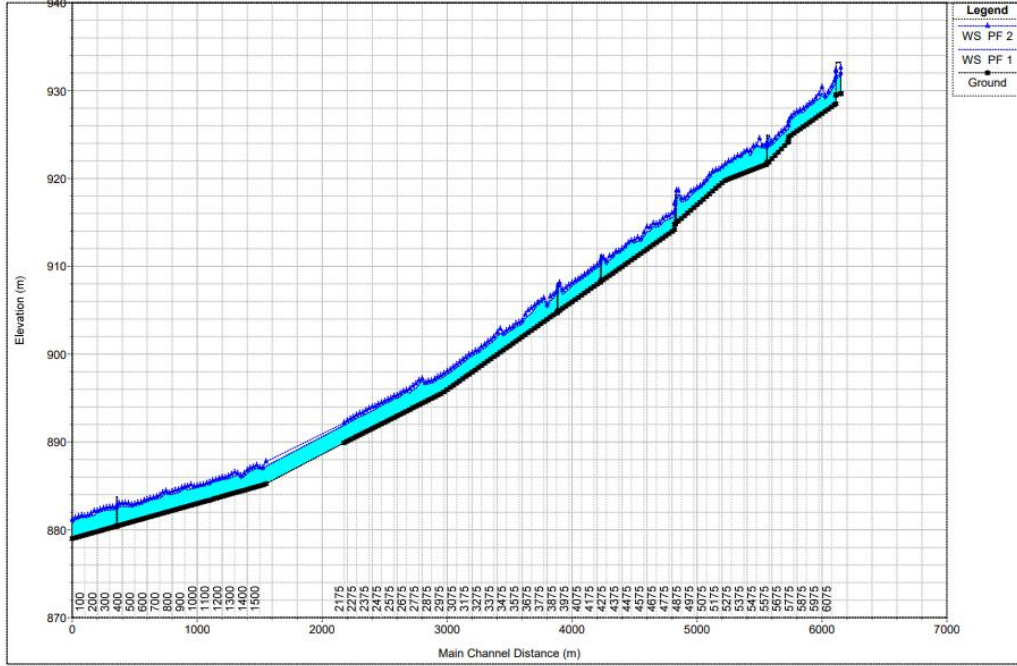
1 No'lu Derenin mevcut-doğal durumunun taşkın debileri geçerken oluşan su seviyeleri, HEC-RAS River Analysis System Model Version 4.1.0 isimli bilgisayar programı kullanılarak hesaplanmıştır. Programda sabit akım koşullarında, "Su Profili Bölümü" sabit akımdaki su yüzeylerini hesaplamaktadır. Sabit Akım Bölümü; kritik altı, kritik üstü ve kritik akım durumunda su yüzeyi profilini modelleyebilmektedir. Programda temel hesaplama işlemi, tek boyutlu enerji denkleminin çözümüne dayanmaktadır. Enerji kayıpları olarak, Manning formülü ile hesaplanan sürtünme kayıpları kabul edilmektedir. Nehir kesitindeki daralmalar ve genişlemeler, hız yükündeki değişikliğin katsayılarla çarpımı ile hesaplanmaktadır.

Dere yatağı taşkın profilini analiz etmek için, onaylı hali hazır haritasından 25m ara ile kesit alınmıştır. DSİ 9. Bölge Müdürlüğü'nden temin edilen güncel taşkın debilerine göre hidrolik model çalışmaları yapılmıştır.

Taşkın debi değerleri [22];

km	Q ₅₀₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)
0+000-6+175	146.54	109.36
6+175-6+975	109.36	88.43

Su seviyesindeki artışı belirlemek ve ayrıca nehre akan ilave suyu taşıma kabiliyetini belirlemek için toplam 2 debi değeri veya profil akışı (PF1, PF2) (Q₅₀₀, Q₁₀₀) (m³/s) uygulanmıştır.



Şekil 4. 1 nolu derenin su yüzeyi simülasyonunun bir görünümü
(Figure 4. A view of the water surface simulation of stream number 1)

Sürtünme parametreleri Manning'in pürüzlülük katsayısının (n) formu olarak kabul edilmiştir. Manning pürüzlülük katsayı, mevcut durum modellenirken, mevcut ıslah yapılarında ve projelendirilen kanal tabanında kaplama olduğu için 0.022 alınmış ayrıca işletme sırasında kanal tabanında oluşabilecek bitkilenme, kirlenme sedimentasyon etkileri düşünülerek, 0.028 ve 0.032 Manning pürüzlülük katsayıları için de su yüzü profilleri hesaplanarak, kanal yüksekliğinin taşkın sırasındaki yeterliliği kontrol edilmiştir. Bir kesitin diğerine olan su yüzeyi profilleri, eşitlik 1'deki enerji denklemi yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$y_2 + Z_2 + \alpha_2 \left(\frac{V_2^2}{2g} \right) = y_1 + Z_1 + \alpha_1 \left(\frac{V_1^2}{2g} \right) + h_e \quad (1)$$

y_1, y_2 : Su derinlikleri

Z_1, Z_2 : Ana kanalın yükseklikleri

V, V_2 : Ortalama hızlar

α_1, α_2 : Kütle momentum hızının katsayılarıdır

g : Yerçekimi ivmesi

h_e : Enerji seviyesi kaybıdır.

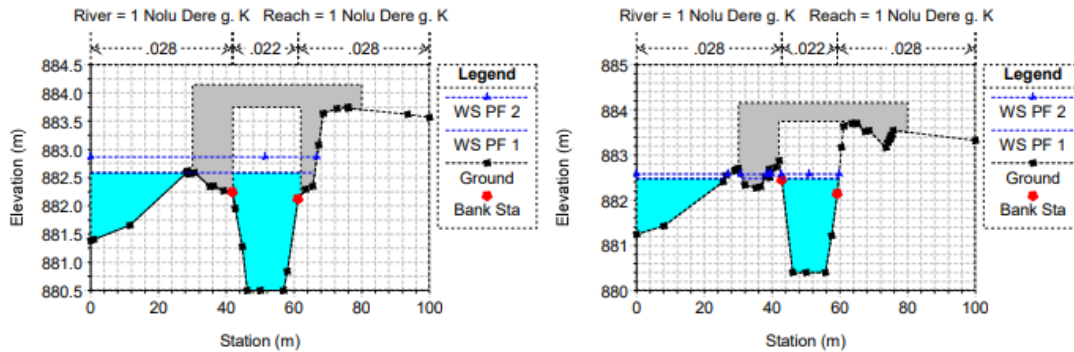
4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR (FINDINGS AND DISCUSSIONS)

4.1. Taşkın Deresi Mevcut Durumunun HEC-RAS Programında İncelenmesi (Analysis of the Current Situation of the Flood Stream in the HEC-RAS Program)

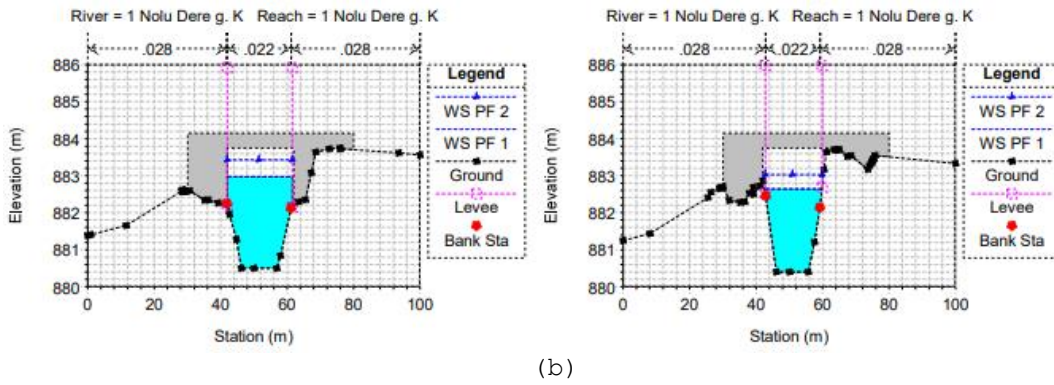
Elazığ şehir merkezindeki Gümüşkavak ilçesindeki kaynaklanabilecek olası sel olayları ile oluşabilecek hasarın ciddiyetini göstermek için sel tehlike haritalarının hazırlanmasına yönelik çalışma üç ana aşamadan oluşmaktadır:

- Taşkın hidrograflarının tahminleri,
- Taşkın alanının tanımı, taşkın risk bölgesinin arazi örtüsü haritası
- Olası taşkın tehlikelerinin incelenmesi

Araştırmamızın amacı, taşkın azaltma ve değerlendirilen alanın korunması amacıyla taşkın riski değerlendirmesi ve taşkın tehlikesi tanımlaması için pratik bir yöntem sunmaktır. Bu amaçla, bir nehir yakınındaki potansiyel sel alanlarını belirlemek ve göstermek için verimli araçların bir kombinasyonu olarak kullanılmak üzere HEC-RAS yazılım paketleri seçilmiştir. Bu çalışmada DSİ 9. Bölge Müdürlüğü, "Elazığ Merkez Gümüşkavak Mahallesi Taşkın Koruma" plan raporundan alınan veriler kullanılmıştır [23]. Bu raporda 1 No'lu Dere mevcutta yer alan ıslah kanalının ve onaylı kesin projesi dikkate alınarak yeni ıslah edilecek dere yatağının taşkın kapasitesi incelenmiş, Q_{500} ve Q_{100} taşkın debilerini güvenle geçirecek şekilde uygulama projeleri incelenmiştir. Elazığ Merkez Gümüşkavak Mahallesi taşkın koruma plan raporlarında 1 No'lu Deresi'nin Km:0+000-7+000 m'leri arasında mevcut güzergâhı boyunca oluşturulan su yüzü profillerinden ve en kesitlerden kritik olanlar Şekil 5'de gösterilmiştir. Şekil 5a'da 1 Nolu dere mevcut su yüzü profillerini göstermektedir. Şekil 5b'de 1 Nolu dere uygulamalı proje su yüzü profillerini göstermektedir. Bu şekilde düzenlenen kesit gösterilmiştir. Düzenlenen kesite eklenen set(levee) ile kullanıcının herhangi bir kesitte sol ve/veya sağ bir set ve yükseklik oluşturmasına olanak tanımaktadır. Levee istasyonları açıkça tanımlanmalıdır. Setler kurulduğunda, set yüksekliklerinden herhangi biri aşıncaya kadar sol set istasyonunun soluna veya sağ set istasyonunun sağına su gidemez. Kesitin mevcut geometrisinin üzerine bir set kotu yerleştirilirse, o istasyonda belirlenen set yüksekliğine kadar dikey bir duvar yerleştirilir. Su set duvarı ile temas ettiğinde ilave ıslak çevre dahil edilmektedir.

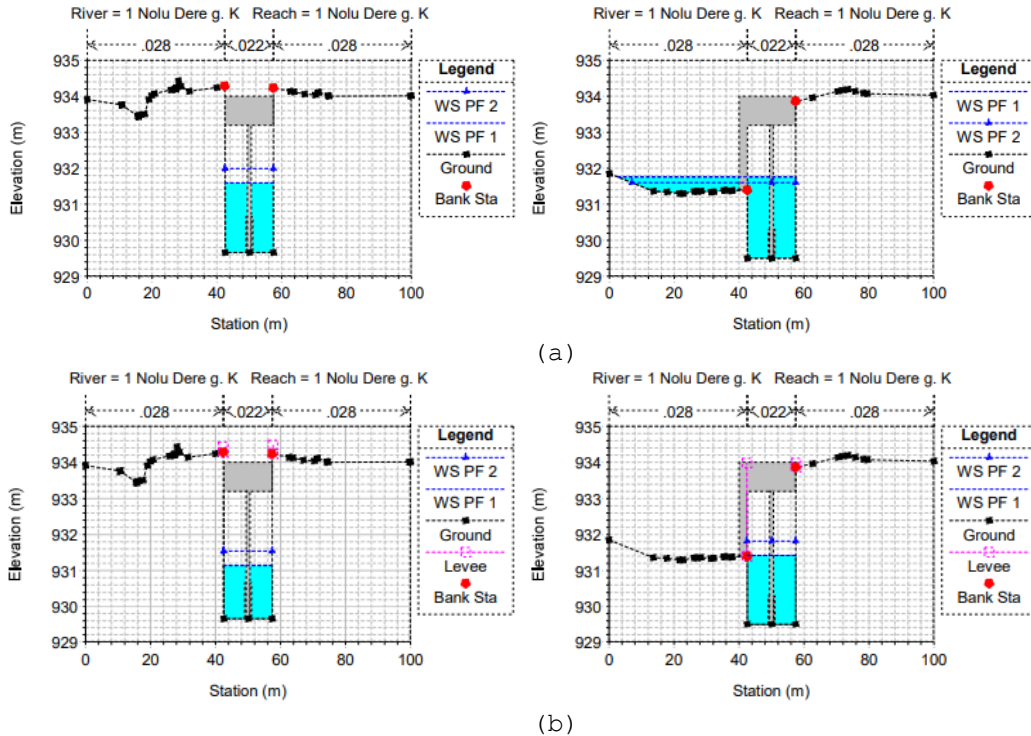


(a)



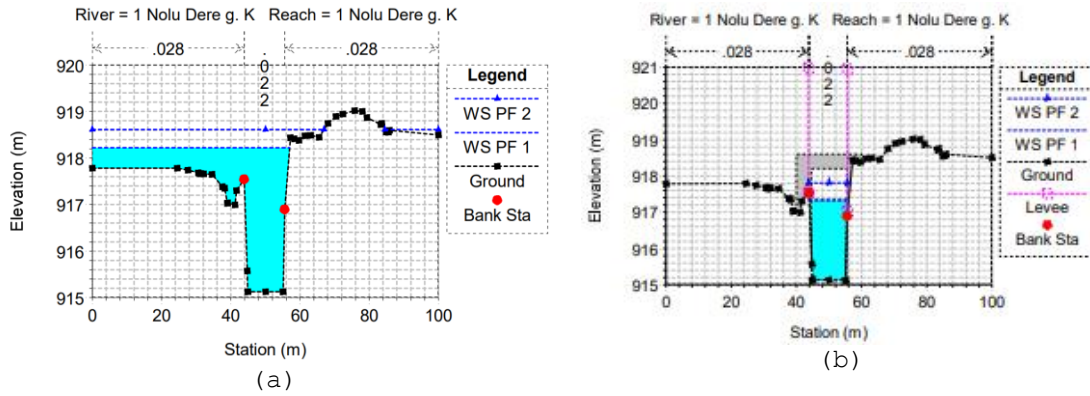
(b)
Şekil 5. 0+300km'lerdeki su yüzü profilleri (a)mevcut durum, (b) projeli durum
(Figure 5. Water surface profiles at 0+300km (a) current status, (b) projected status)

HEC-RAS, Şekil 6'da bazı istasyonlar için 6+275km'deki su yüzeyi profili görülmektedir. Farklı debi değerleri kullanılarak gerçekleştirilen sürekli akış simülasyonunun hidrolik analizi, su yüzeyinin farklı kotunu göstermektedir. Şekil 6 da görüleceği üzere ulaşım köprüsünün hidrolik modelleme ile taşkın kapasitesi kontrol edilmiş, köprü tabliyesinin derinliğinin kanal net yüksekliğini azaltması nedeniyle taşkın sırasında su profilinin batık çalıştığı belirlenmiştir. Köprü geçişinde 3.00m net yüksekliği sağlayacak şekilde köprü tabliyesinin yükseltilmesinin elzem olduğu görülmektedir. Aksi durumda ani bir feyzan debisinde köprü sanat yapısının zarar görmesi muhtemeldir.



(a)
(b)
Şekil 6. 6+275km'deki su yüzü profilleri (a)mevcut durum, (b) projeli durum
(Figure 6. Water surface profiles at 6+275km (a) current status, (b) projected status)

Şekil 7’de mevcut durum ve projeli durum örneklendirilmiştir. İlk durumda söz konusu kesitin taşkın debisini taşıyamadığı görülmektedir. Analiz sonrası 3 metre yüksekliğinde kargir duvar ve 11 metre beton kaplı taban betonu yapılması uygun görülmüştür. Böylelikle Q_{500} $146.54m^3/s$ ’lik taşkın debisini taşıyabilecek kesit tasarımı sayısal analiz ile gerçekleştirilmiştir. İncelenen akarsu güzergâhı boyunca 50 yılda bir gelebilecek taşkın debisinde tarım arazilerinin çok az bir kısmı etkilenmektedir. Ancak 100 yılda bir gelebilecek taşkın debisinde değişmektedir. Bu durumda tarım arazilerinin daha fazla etkilenmektedir. Köprülerin yapıldığı Q_{100} ’lük bir taşkın debisinde yalnızca 3m hava payıyla kapasitesinin maksimumunu karşılayabilecek durumdadır.



Şekil 7. 4+875km’deki su yüzü profilleri (a)mevcut durum, (b) projeli durum

(Figure 7. Water surface profiles at 4+875km (a) current situation, (b) projected situation)

4.2. Taşkın Koruma Yapısının İncelenmesi (Investigation of Flood Protection Structure)

Elazığ Merkez Gümüşkavak Mahallesi taşkın koruma plan raporlarında 1 No’lu Deresi’nin Km:0+000-7+000m’leri arasında hidrolik modelleme hesapları yapılarak taşkın debilerini güvenle geçirecek şekilde mevcut ıslah kanalları ve mevcut dere yatağı onaylı kesin projesi dikkate alınarak incelenmiştir. Şekil 8’de 1 No’lu dere 1.kısım Beton kaplamalı trapez kanal kesitleri gösterilmiştir. 1 No’lu Dere’nin Km: 0+000-7+000m’leri arasında, memba-mansap boyunca Hec-ras bilgisayar programı ile modellenerek taşkın debileri geçerken oluşan su seviyeleri belirlenmiştir.

Mevcut kanalın yetersiz olduğu belirlenerek;

- Şekil 8a’da mevcut ıslah kanalı Km: 0+000-3+625m’leri arasında beton kaplamalı trapez kanal olup yüksekliği yer yer değişmekle birlikte genellikle 2.00m civarındadır. Sağ ve sol sahilde ağaçlandırma yapılmıştır. Hidrolik modelleme sonuçlarına göre Q_{500} hava paysız ve Q_{100} hava paylı kanal kapasitelerini sağlayan kanal yüksekliğinin 3.00m olması gerektiği görülmüştür. Bu sebeple kanal çevre yükseltisi de dikkate alınarak beton ağırlık yükseltme yapısı ile gerekli duvar yüksekliği sağlanmıştır.
- Şekil 8b’de, Km:3+625 m’leri arasındaki bölümü 2. Kısım harçlı kargir kanalın yükseklikleri, yükseltme yapıları ile artırılarak taşkın kapasitesi sağlanmıştır.
- Şekil 8c’de mevcut ıslah kanalı Km: 3+625-6+175m’leri arasında harçlı kargir duvarlı kanal olup yüksekliği genellikle 1.80m civarındadır.

- Şekil 8d'de mevcut dere yatağında Km: 6+175-6+975m'leri arasında beton ağırlık duvarlı taşkın kanalı ve kılavuz kanalı tasarlanmış olup, beton ağırlık duvarı yüksekliği, çevre kotu da dikkate alınarak 2.50m olarak belirlenmiştir. Kanal toplam yüksekliği, kılavuz kanalı tabanından itibaren 3.25m'dir. Yeni projelendirilen Km: 6+175-6+975m'leri arasındaki kanal tabanında, 100m ara ile kanal 7 adet betonarme brit yapısı tasarlanmıştır. Bu sayede kanaldaki su hızı yavaşlatılmıştır.



(a)



(b)



(c)



(d)

Şekil 8. 1 Nolu dere 1. kısım beton kaplamalı trapez kanal
(a)0+000-3+625, (b)3+625, (c)3+625-6+175 (d)6+175-6+975
(Figure 8. Stream No. 1, Part 1, Concrete covered trapezoidal channel
(a)0+000-3+625, (b)3+625, (c)3+625-6+175 (d)6+175-6+ 975)

5. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS)

Bu çalışmada Elazığ ili Gümüşkavak mahallesine DSİ tarafından yapılmış olan bir taşkın koruma yapısı hidrolik açıdan güvenliği ve analizi HEC-RAS programıyla incelenerek ve yorumlanmıştır. Yapılan analiz sonucunda yapılacak taşkın koruma yapısının hesabında hidrolik verilerin de dikkate alınmasının ne kadar önemli olduğu vurgulanmıştır. Analiz sonuçlarında mevcut durum ve projeli durum kıyaslandığında da kesitin taşkın debisini taşıyamadığı görülmektedir. İncelenen akarsu güzergahı boyunca 50 yılda bir gelebilecek taşkın debisinde tarım arazilerinin çok az bir kısmı etkilenmektedir. Ancak 100 yılda bir gelebilecek taşkın debisinde tarım arazileri daha fazla etkilenmektedir. Hidrolik modelleme sonuçlarına göre Q_{500} hava paysız ve Q_{100} hava paylı kanal kapasitelerini sağlayan kanal yüksekliğinin 3.00m olması gerektiği görülmüştür. Bu sebeple kanal çevre yükseltisi de dikkate alınarak; kanalın yükseklikleri, yükseltme yapıları ile artırılarak taşkın kapasitesi sağlanmıştır. Hecras Analiz programı dere güzergahında bulunan sanat yapılarının da taşkın anındaki riskleriyle ilgilide sümülasyon yapmaktadır. Bu sebeple sadece dere yataklarının değil taşkın anındaki köprülerin menfezlerinde risklerden

uzak tutularak baştan projelendirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Su profillerinin çizimi ile kritik kesit alanlarının taşkın debilerini geçirme hususunda yetersiz kaldığı görülmektedir. Hec-Ras sayısal analiz programı hızlı ve birçok kritik kesit üzerinde çalışma olanağı sunmaktadır. Ülkemizde son dönemlerde meydana gelen ani yağışlar maalesef can ve mal kaybına neden olmaktadır. Hecras ve CBS programlarının daha etkin kullanılarak olası taşkınların tespiti büyük önem arz etmektedir. Son dönemlerde ülkemizde meydana gelen taşkınlardan sonra havza bazlı çalışmaların yapılacağı düşünülmektedir.

SEMBOLLER

y_1, y_2 : Su derinlikleri
 Z_1, Z_2 : Ana kanalın yükseklikleri
 V, V_2 : Ortalama hızlar
 α_1, α_2 : Kütle momentum hızının katsayılarıdır
 g : Yerçekimi ivmesi
 h_e : Enerji seviyesi kaybıdır

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENT)

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Elazığ 9. Bölge Müdürlüğü'nden çalışma için aldığım bilgilerden dolayı teşekkür ederim.

ÇIKAR ÇATIŞMASI (CONFLICT OF INTEREST)

Yazar çalışmada çıkar çatışması olmadığını bildirmektedir.

FİNANSAL AÇIKLAMA (FINANCIAL DISCLOSURE)

Yazar bu çalışma için herhangi bir mali destek almadığını beyan etmiştir.

ETİK STANDARTLAR BEYANI (DECLARATION OF ETHICAL STANDARDS)

Makalenin yazar'ı bu çalışmada kullanılan materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel izin gerektirmediğini beyan eder.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Razi, M.A.M. Marimin, N.A., Ahmad, M.A., Adnan, M.S., and Rahmat, S.N., (2018). HEC-RAS hydraulic model for floodplain area in Sembrong River. International Journal of Integrated Engineering, 10(2).
- [2] Korkmaz, M., (2022). Nehirlerde Taşkın Tekerrür Debisi Hesabı ve Taşkın Risk Değerlendirmesi. El-Cezeri, 9(2):532-541. DOI: 10.31202/ecjse.974134.
- [3] Erkek, C. ve Ağırallıoğlu, N., (2010). Su kaynakları mühendisliği. Beta Basım Yayım Dağıtım.
- [4] Floodplain Regulations Technical Guidance Document, (Mart 2008). <https://charlottenc.gov/StormWater/Regulations/Documents/FloodplainRegulationsTechGuidanceDoc.pdf>.
- [5] Floodway, Ekim 2022, <https://fmdiversion.gov/clarification-of-floodplain-vs-floodway/>.
- [6] Alaghmand, S., Abdullah, R.B., Abustan, I., and Vosoogh, B., (2010). GIS-based river flood hazard mapping in urban area (a case study in Kayu Ara River Basin, Malaysia). International Journal of Engineering and Technology, 2(6):488-500.
- [7] Jagadeesh, B. and Veni, K.K., (2021, April). Flood Plain Modelling of Krishna Lower Basin Using Arcgis, Hec-Georas And Hec-Ras. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 1112(1):012024, IOP Publishing.

- [8] Yalcin, E., (2020). Assessing the impact of topography and land cover data resolutions on two-dimensional HEC-RAS hydrodynamic model simulations for urban flood hazard analysis. *Natural Hazards*, 101(3):995-1017.
- [9] Ardiçlioğlu, M. and Kuriqi, A., (2019). Calibration of channel roughness in intermittent rivers using HEC-RAS model: Case of Sarımsaklı creek, Turkey. *SN Applied Sciences*, 1(9):1-9.
- [10] Oğras, S. and Onen, F., (2020). Flood analysis with HEC-RAS: a case study of Tigris River. *Advances in Civil Engineering*.
- [11] Hameed, L.K. and Ali, S.T., (2013). Estimating of Manning's roughness coefficient for Hilla River through calibration using HEC-RAS model. *Jordan Journal of Civil Engineering*, 7(1):44-53.
- [12] Efe, H., (2014). Batman Çayı'nın taşkın analizinin hec-ras programıyla yapılması. Dicle Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- [13] Abdelbasset, M., Abderrahim, L., Ali, C.A., Abdallah, B., Lahcen, B., and Laila, B., (2015). Integration of GIS and HEC-RAS in floods modeling of the Ouergha river, Northern Morocco. *European Scientific Journal*, 11(2).
- [14] Ullah, S., Farooq, M., Sarwar, T., Tareen, M. J., and Wahid, M.A., (2016). Flood modeling and simulations using hydrodynamic model and ASTER DEM-A case study of Kalpani River. *Arabian Journal of Geosciences*, 9(6):1-11.
- [15] Yaylak, M.M., (2016). Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yardımıyla Bitlis Deresi taşkın risk analizi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- [16] Romali, N.S., Yusop, Z., and Ismail, A.Z., (2018). Application of HEC-RAS and Arc GIS for floodplain mapping in Segamat town, Malaysia. *GEOMATE Journal*, 15(47):7-13.
- [17] Khalfallah, C.B. and Saidi, S., (2018). Spatiotemporal floodplain mapping and prediction using HEC-RAS-GIS tools: Case of the Mejerda river, Tunisia. *Journal of African Earth Sciences*, 142:44-51.
- [18] Dysarz, T., (2018). Application of python scripting techniques for control and automation of HEC-RAS simulations. *Water*, 10(10):1382.
- [19] Hırca, T. and Sönmez, O., (2019). Determination of flood inundation maps: a case study of Akyazi industrial zone. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23(2):301-307.
- [20] Bağatur, T. and Hamidi, N., (2014). Evaluation with stream characteristics of downstream flood problems after dam construction. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 22(2):96-104.
- [21] Cosgun, T., Peker, İ B., Sayin, B., Gülbaz, S., and Durgut, R., (2022). Assessment of flood event based on numerical models and legal statute: A case of Eşkinoz Stream in Istanbul, Turkey. *Arabian Journal of Geosciences*, 15(7):1-15.
- [22] <https://www.23haber.com/elazig/saganak-yagis-seralari-da-vurdu-h10093.html>.
- [23] Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü 9. Bölge Müdürlüğü, Ocak 2017. Elazığ Merkez Gümüşkavak Mahallesi Taşkın Koruma İş Uygulama Projesi Hesap Raporu.