



Kapulukaya Barajı Olası Yıkılma Sonrası Taşkın Etkilerinin Araştırılması

Assessing Flood Effects After the Possible Break of the Kapulukaya Dam

Akın DUVAN^a , Osman YILDIZ^a 

^aKırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kırıkkale, Türkiye

akinduvan@kku.edu.tr, osmanyildiz@kku.edu.tr

Araştırma Makalesi/Research Article

ARTICLE INFO

Article history

Received :24 March 2020

Accepted : 28 April 2020

Keywords:

The Kızılırmak river, Dam break, The Kapulukaya dam, Peak flow, The USBR method, HEC-RAS.

ABSTRACT

The objective of this study is to estimate the peak flow rate and investigate the flood effects in the downstream area in case of a possible break of the Kapulukaya dam located on the Kızılırmak river within the city of Kırıkkale. For this purpose, firstly, the peak flow value that will occur due to the dam break was calculated with the USBR method. Then, the spread of the peak flow along the downstream of the dam and its effects on the Bahşılı district center, the Celal Bayar recreation area and the Bahşılı highway bridge on the Kızılırmak river with the HEC-RAS program were examined by one-dimensional flood routing analysis. The study results indicate that the estimated peak flow (approximately 21,000 m³/s) will cause an increase in the river water level up to 27 meters resulting in very serious floodings along the study area. Accordingly, it has been observed that a significant part of the Bahşılı district and the entire Celal Bayar recreation area will be heavily flooded, while the estimated peak flow will not be able to pass through the Bahşılı highway bridge creating a weir flow.

© 2020 Bandırma Onyedi Eylül University, Faculty of Engineering and Natural Science. Published by Dergi Park. All rights reserved.

MAKALE BİLGİSİ

Makale Tarihleri

Gönderim : 24 Mart 2020

Kabul : 28 Nisan 2020

Anahtar Kelimeler:

Kızılırmak nehri, Baraj yıkılması, Kapulukaya Barajı, Pik debi, USBR metodu, HEC-RAS.

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Kırıkkale il sınırları içerisinde Kızılırmak üzerinde kurulu bulunan Kapulukaya Barajı'nın olası yıkılma sonrası pik debinin tahmini ve mansap bölgesinde taşkın etkilerinin araştırılmasıdır. Bu amaçla, ilk olarak, barajın yıkılması dolayısıyla oluşacak pik debi değeri USBR metodu ile hesaplanmıştır. Daha sonra, hesaplanan bu debinin baraj mansabı boyunca yayılımı ve Bahşılı ilçe merkezi ile Celal Bayar rekreasyon alanına ve Kızılırmak nehri üzerindeki Bahşılı karayolu köprüsüne olan etkileri HEC-RAS programı ile bir boyutlu taşkın öteleme yapılarak incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, tahmin edilen pik debinin (yaklaşık olarak 21.000 m³/s) çalışma alanında nehirdeki su seviyesinin 27 metreye kadar ulaşmasına ve neticede çok ciddi taşkınlara sebep olacağı anlaşılmıştır. Bunlara bağlı olarak, Bahşılı ilçesinin önemli bir bölümü ile Celal Bayar rekreasyon alanının tamamının taşkın suları altında kalacağı, tahmin edilen pik debinin Bahşılı karayolu köprüsünden geçemeyeceği ve savak akımı oluşturacağı görülmüştür.

© 2020 Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Mühendislik ve Dağa Bilimleri Fakültesi. Dergi Park tarafından yayınlanmaktadır. Tüm Hakları Saklıdır.

1. GİRİŞ

Akarsu yatağındaki mevcut su seviyesinin artması olayı taşkın olarak ifade edilmektedir. Taşkına kısa süreli aşırı şiddetli yağışlar, uzun süreli yağışlar, kar erimesi, baraj yıkılması veya bu olayların birden fazlasının bir arada yaşanması neden olmaktadır. Taşkınlar da her doğal afet gibi önlenmesi mümkün olmayan fakat gerekli tedbirler alınması durumunda yıkıcı etkileri azaltılabilen doğal olaylardır. Bu tedbirler kapsamında taşkınların sebep olabileceği olası zararlar önceden tahmin edilip gerekli önlemler alınmalıdır.

Oldukça güvenli yapılar olmasına rağmen, geçmişte yaşanan birçok felaket barajların da yıkılma riskinin olduğunu göstermektedir. Bir barajın yıkılması durumunda baraj gerisinde bulunan su hacmi oluşacak gedikten boşalarak, mansapta bulunan birçok yerde can ve mal kaybına neden olabilir. Bu nedenle baraj yıkılma debisinin doğru tahmin edilerek olası yıkılma senaryosunun vereceği zararlar önceden tahmin edilmelidir [2]. Türkiye’de son yıllarda artan baraj inşaatları da baraj yıkılması ile oluşabilecek taşkınların önceden tahmin edilmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Bu kapsamda, Türkiye’de baraj yıkılma modelleri üzerine son yıllarda çeşitli çalışmaların yapıldığı görülmektedir. Bozkuş (2004) çalışmasında, Kestel Barajı’nın sayısal yıkılma analizini farklı modeller yardımıyla gerçekleştirerek barajın mansap tarafından seçmiş olduğu en kesitlere ait pik debi, kot ve zaman verilerini belirlemiş ve ayrıca, taşkından en çok etkilenen bölgelerin baraja en yakın bölgeler olduğunu göstermiştir [3]. Özdemir ve arkadaşları (2011) Çanakkale Çokal Barajı çökme modelinin taşkın analizinde HEC-RAS programını kullanmış ve baraj çökmesi sonucu oluşan taşkın Evreşe Ovası’nda 2011 yılında tahmini 12 milyon TL tutarında tarımsal zarara sebep olacağını hesaplamıştır [4]. Haltaş ve Kocaman (2015) Ayvalı Barajı’nın yıkılma senaryosu durumunda Kahramanmaraş il merkezi ile çevredeki bölgelerin taşkın risk durumunu incelemiştir. Burada elde edilen sonuçlara göre il merkezinde bazı mahalleler ile Kahramanmaraş Havaalanı’nın tamamen ve ayrıca Kahramanmaraş-Gaziantep karayolunun yaklaşık 4 km’lik bir kısmının taşkına maruz kaldığını göstermiştir [5]. Elçi ve arkadaşları (2017) Porsuk ve Alibey Barajları için yıkılma senaryolarını oluşturmuş ve buna göre Alibey Barajı’nın 9,5 km², Porsuk Barajı’nın ise 32,5 km² alanı tehdit ettiğini hesaplamıştır [6]. Dursun ve Gül (2018) Sürgü Barajı’nın yıkılma senaryosunu oluşturarak pik debinin 15.300 m³/s olduğunu ve bu değere yaklaşık olarak bir saatte ulaşıldığını saptamıştır. Söz konusu çalışmada yapılan analizlere göre, yaklaşık olarak 1.000 kişinin taşkından etkileneceği tahmin edilmiştir [7]. Kemalöglü ve arkadaşları (2019) tarafından Ödemiş İlçesi’nde (İzmir) inşa edilen Rahmanlar Barajı’nın bir boyutlu yıkılma analizleri HEC-RAS yazılımı ile gerçekleştirilmiş ve adı geçen barajın yıkılması sonucu oluşacak taşkının mansapta yer alan üç adet köye ulaşım ulaşılamayacağı belirlenmiştir. Buna ilave olarak, taşkına maruz kalan yerlerde taşkın alanları model sonuçlarına göre çizilmiş ve maksimum su yüzeyi yükseklikleri ile pik debilerin oluşma zamanları tespit edilmiştir [8].

Kırıkkale il sınırları içerisinde Kızılırmak nehri üzerinde kurulu Kapulukaya Barajı’nın olası yıkılması sonrası oluşacak etkilerine ilişkin halihazırda bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma ile toprak dolgu tipindeki bu barajın olası yıkılması durumunda baraj mansabında bulunan yerleşim bölgelerindeki taşkın etkilerinin araştırılması ve literatürdeki bu eksikliğin giderilmesi amaçlanmıştır. Bunun için HEC-RAS programı [9, 10] yardımıyla baraj mansabında bir boyutlu taşkın ötelemesi yapılarak pik debinin çalışma alanındaki yayılımı ve barajdan yaklaşık olarak 12 km mesafede yer alan Bahşılı ilçesi sınırları içerisindeki Celal Bayar rekreasyon alanı ve Kızılırmak üzerindeki Bahşılı karayolu köprüsüne olan etkileri araştırılmıştır.

2. ÇALIŞMA ALANI

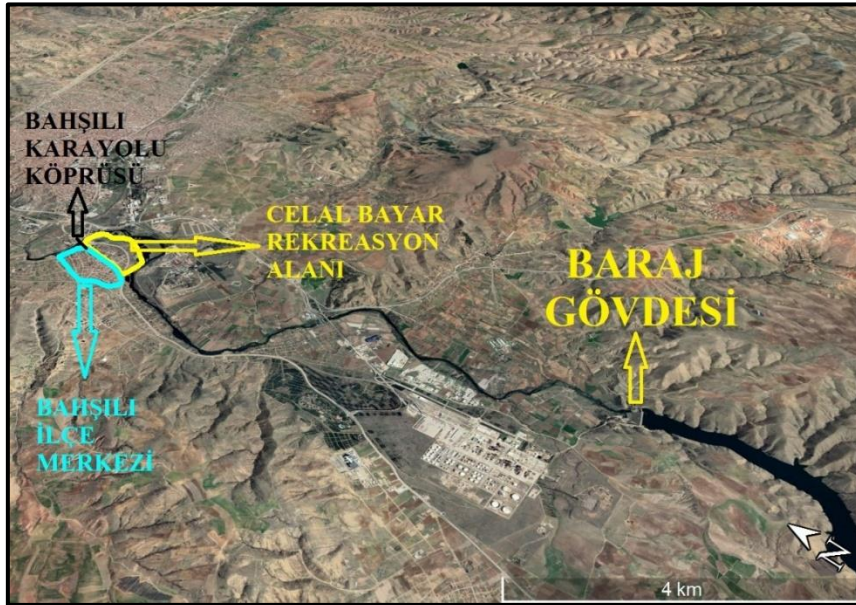
Kızılırmak nehri üzerinde bulunan Kapulukaya Barajı, Kırıkkale ili ve çevresinde yaklaşık olarak 300 bin kişiye içme, kullanma ve sulama suyu temini yanında elektrik enerjisi üretimi amacıyla 1979-1989 yılları arasında inşa edilmiştir (Şekil 1). Toprak dolgu tipindeki baraj gövdesinin hacmi 1,56 milyon m³, maksimum göl hacmi ise 285 milyon m³ dür. Baraj seddesinin talvegden yüksekliği 44 m, kret genişliği 10 m ve kret uzunluğu ise 300 m dir (Tablo 1). Hidrolik modelleme için seçilen çalışma alanı, baraj mansabından başlayarak Bahşılı karayolu köprüsüne kadar olan bölgeyi kapsamaktadır (Şekil 2). Bu bölge içerisinde, Kızılırmak üzerinde bulunan Rafineri ve Bahşılı karayolu köprüleri, Kırıkkale Tüpraş Rafinerisi, içme suyu arıtma tesisi, Bahşılı ilçe merkezi, Celal Bayar rekreasyon alanı, Kırıkkale-Konya ve Ankara-Kayseri karayollarına ait belli kısımlar ve çeşitli tarım alanları bulunmaktadır (Şekil 3). Bahşılı ilçe nüfusu yaklaşık olarak 7.500 civarında olup nehir kenarında çeşitli sayfiye alanları, hobi bahçeleri ve tarım arazileri bulunmaktadır. Yaklaşık olarak 500 dönümlük bir alana kurulu bulunan Celal Bayar rekreasyon alanı özellikle yaz aylarında Kırıkkale ve çevresinden çok sayıda ziyaretçi tarafından dinlenme ve piknik amacıyla tercih edilmektedir. Yoğun dönemlerde günlük ziyaretçi sayısı birkaç bin kişiyi bulmaktadır.



Şekil 1. Kapulukaya Baraj yeri uydu görüntüsü ve memba tarafından görünümü

Tablo 1. Kapulukaya Barajı'na ait temel karakteristik veriler

Parametre	Birim	Değer
Talvegden Yükseklik	m	44,0
Minimum Göl Hacmi	$10^6 m^3$	180
Maksimum Göl Hacmi	$10^6 m^3$	285
Kret Genişliği	m	10
Kret Uzunluğu	m	300
Dolu Savak Kret Kotu	m	714,7
Talveg Kotu	m	682
Gövde Memba Şevi	m/m	1/3
Gövde Mansap Şevi	m/m	1/2,5



Şekil 2. Kapulukaya Baraj mansabından itibaren göz önüne alınan çalışma alanı



Şekil 3. Bahşılı karayolu köprüsü ve Celal Bayar rekreasyon alanı

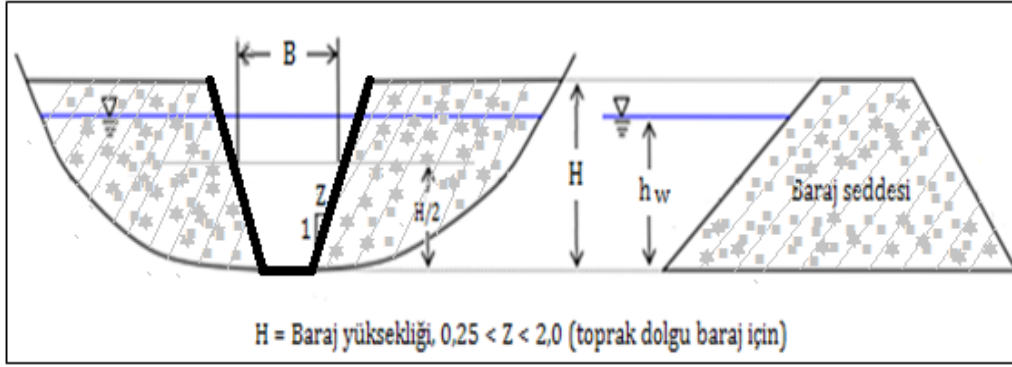
Bahşılı ilçe girişinde yer alan Bahşılı karayolu köprüsü Kızılırmak üzerinde Kırıkkale-Konya karayolu için önemli bir bağlantı noktası konumundadır. Köprünün nehir tabanından yüksekliği 8 metre civarında olup toplam açıklığı ise tabliye seviyesinde yaklaşık olarak 150 metreyi bulmaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Bahşılı karayolu köprü açıklığını gösteren bir fotoğraf

3. MATERYAL VE METOT

Son yıllarda baraj yıkılma hidrografları, bu hidrografların ötelenmesi ve olası zararların önceden tahmini amacıyla bilgisayar destekli modeller geliştirilmektedir. Barajların yıkılma türleri ve bunlara bağlı olarak ortaya çıkacak maksimum veya pik debinin tahmini için araştırmacılar baraj göl hacmi, baraj yüksekliği, su derinliği gibi parametreleri birlikte kullanarak regresyon tabanlı bazı metotlar geliştirmişlerdir. Bu çalışmada, United States Bureau of Reclamation (USBR) (1982, 1988) metodu kullanılmıştır [11-12]. Bu metodun başlıca kullanılma nedeni, ortalama gediklenme genişliği (B), çökme zamanı (tf) ve pik debinin (Qp) tek bir parametreye bağlı olması ve bu parametrenin kolay ölçülebilen/tahmin edilebilen gediklenme üzerindeki su yüksekliği (hw) olmasıdır (Şekil 5). Çalışma alanında HEC-RAS yazılımı için gerekli nehir en kesitlerine ait geometrik veriler Kızılırmak nehri boyunca yapılan batimetrik ölçümlerden elde edilmiştir. Bahşılı karayolu köprüsünün boyutları ise köprü yerinde yapılan ölçümlerden sağlanmıştır.



Şekil 5. USBR metodunda kullanılan gediklenme parametreleri

3.1. USBR Metodu ile Pik Debi ve Çökme Zamanı Hesaplanması

USBR tarafından önerilen pik debi, gediklenme genişliği ve çökme zamanı formülleri Tablo 2’de verilmiştir. Bu formüllerde h_w metre cinsinden gediklenme üzerindeki su derinliğini ifade etmektedir.

Tablo 2. USBR tarafından önerilen formüller

Parametre	Formül
Pik Debi (m^3/s)	$Q_p = 19,1(h_w)^{1,85}$
Gediklenme Genişliği (m)	$B = 3(h_w)$
Çökme Zamanı (saat)	$t_f = 0,011(B)$

Çalışma kapsamında, Kapulukaya Barajı için en kötü senaryo olarak gediklenme yüksekliği h_w talvegden yüksekliğe eşit kabul edilerek 44 metre olarak alınmıştır. Buna göre hesaplanan pik debi, gediklenme genişliği ve çökme zamanı değerleri Tablo 3’de gösterilmiştir.

Tablo 3. Kapulukaya Barajı olası yıkılma değerleri

Parametre	Değer
Pik Debi (m^3/s)	$Q_p = 20.961$
Gediklenme Genişliği (m)	$B = 132$
Çökme Zamanı (saat)	$t_f = 1,45$

3.2. HEC-RAS Yazılımı ile Modelleme

Önceki bölümde Kapulukaya barajının olası yıkılması sonucu hesaplanan pik debinin Kızılırmak nehrinde belirlenen 12 km’lik güzergah boyunca ötelenmesi için HEC-RAS yazılımı ile taşkın modellemesi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla seçilen nehir en kesitlerine ait geometrik veriler sahadan birebir ölçüm yapılarak elde edilmiştir. Seçilen güzergah üzerinde nehir batimetrik verilerinin elde edilmesinde, uzaktan kumanda ile yönlendirilen 61x41x20 cm boyutlarında bir bota bağlı olarak çalışan akustik sonar cihazı kullanılmıştır (Şekil 6). Hidrolik modellemede kullanılacak en kesitlerin geometrisini yeterince doğru şekilde tanımlayabilmek için nehir kesiti üzerinde olabildiği kadar sık aralıklarla ölçüm alınmaya çalışılmıştır (Şekil 7). Su yüzeyinde hareket halindeki botun yatay mesafe tespiti için derecelendirilmiş ip ve 250 metre mesafeli lazer metre kullanılmıştır.



Şekil 6. Akustik sonar cihazının bağlı olduğu uzaktan kumandalı bot



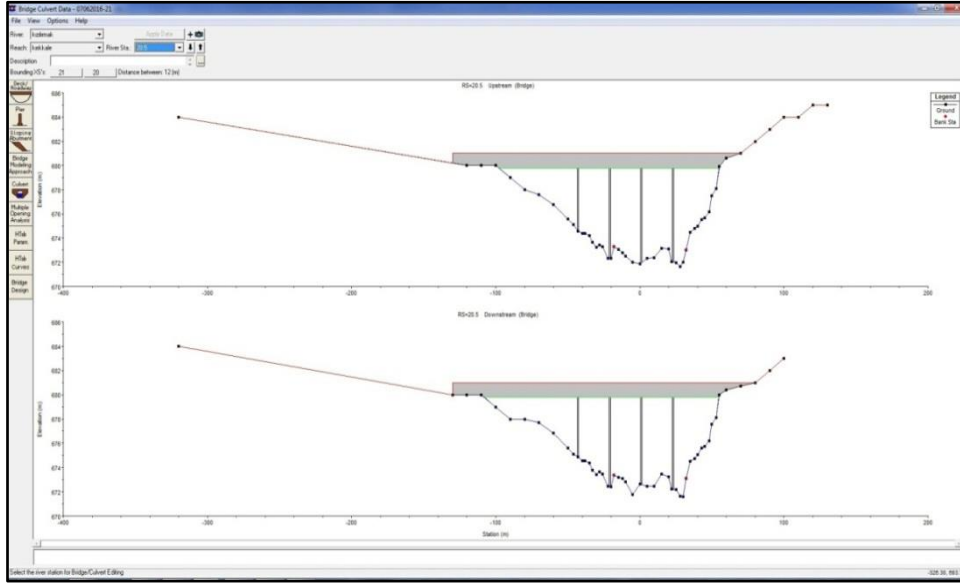
Şekil 7. Akustik sonar cihazı ile nehirde derinlik ölçümü

Bu saha çalışmasında nehir taban kotu değerleri, akustik sonar cihazıyla ölçülen derinlik değerlerinin sahilde alınan ve kot değeri bilinen bir referans noktasının kotundan çıkarılmasıyla elde edilmiştir. Baraj mansabından itibaren 12 km'lik mesafede nehir üzerinde toplam 38 adet en kesit alınmıştır. Bahşılı karayolu köprüsünün modellenmesi için 4 adet en kesit seçilmiştir. Bunlardan 2 tanesi köprü'nün memba ve mansap yüzeylerinde, diğer 2 tanesi ise köprü'nün memba ve mansap kısmından köprü genişliği kadar uzaklıkta elde edilmiştir. Köprü üzerinde yapılan ölçümlerde, derecelendirilmiş bir ipin ucuna bağlı 20 kg ağırlığında bir demir parçası kullanılmıştır (Şekil 8).



Şekil 8. Bahşılı karayolu köprüsü üzerinden yapılan batimetrik ölçümler

Elde edilen geometrik veriler yardımıyla HEC-RAS'a tanımlanan Bahşılı karayolu köprüsünün memba ve mansap kesitleri Şekil 9'da görülmektedir.

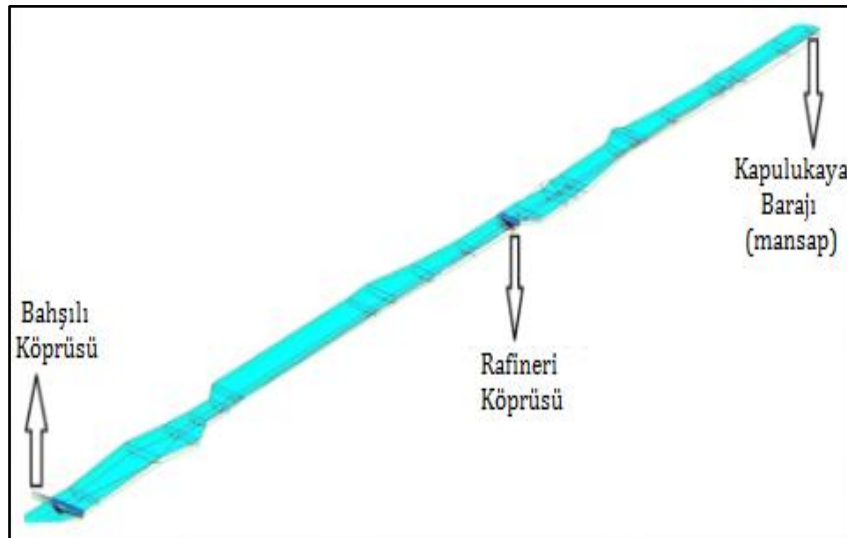


Şekil 9. HEC-RAS programında tanımlanan Bahşılı karayolu köprüsü kesiti

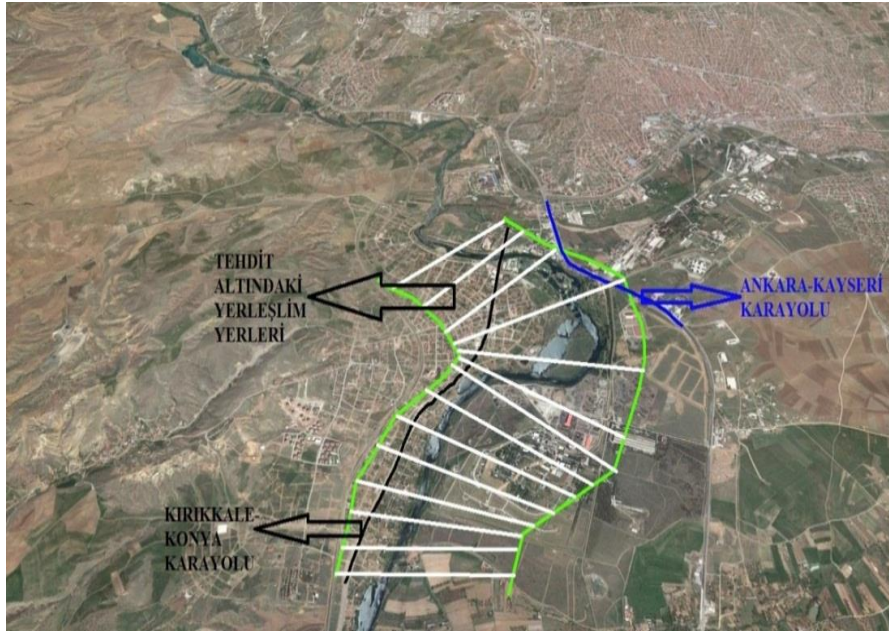
Baraj yıkılma senaryosu sonucu oluşacak pik debi değeri $21.000 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak kabul edilmiştir. Çalışma alanının başlangıç ve bitiş noktasına ait nehir taban kotlarından nehir taban eğimi $0,00078$ olarak hesaplanmıştır. Memba ve mansap noktalarında sınır şartı olarak üniform akım derinliği seçilmiştir. Manning pürüzlülük katsayısının hesabında, çalışma sahasında yapılan gözlemler ve ilgili güncel literatür kullanılmıştır [13-14]. Buna göre, pürüzlülük katsayısı ana yataкта $0,035$ ve sel yatağında ise $0,05$ olarak kabul edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

HEC-RAS ile gerçekleştirilen hidrolik modelleme sonucunda elde edilen üç boyutlu su yüzeyi profili Şekil 10'da görülmektedir. Elde edilen su yüzeyi profilinden alınan kotlar ile taşkına maruz kalan yerleşim alanlarının uydu haritası üzerindeki işaretlenmiş hali Şekil 11'de verilmiştir. Buna göre, Kapulukaya Barajı'nın olası yıkılma sonucu tahmin edilen pik debinin, Bahşılı ilçe merkezinin önemli bir kısmını, Kırıkkale-Konya ve Ankara-Kayseri karayollarının belli bölümleri ile Celal Bayar rekreasyon alanı ve Bahşılı karayolu köprüsünün tamamını taşkına maruz bıraktığı görülmektedir.

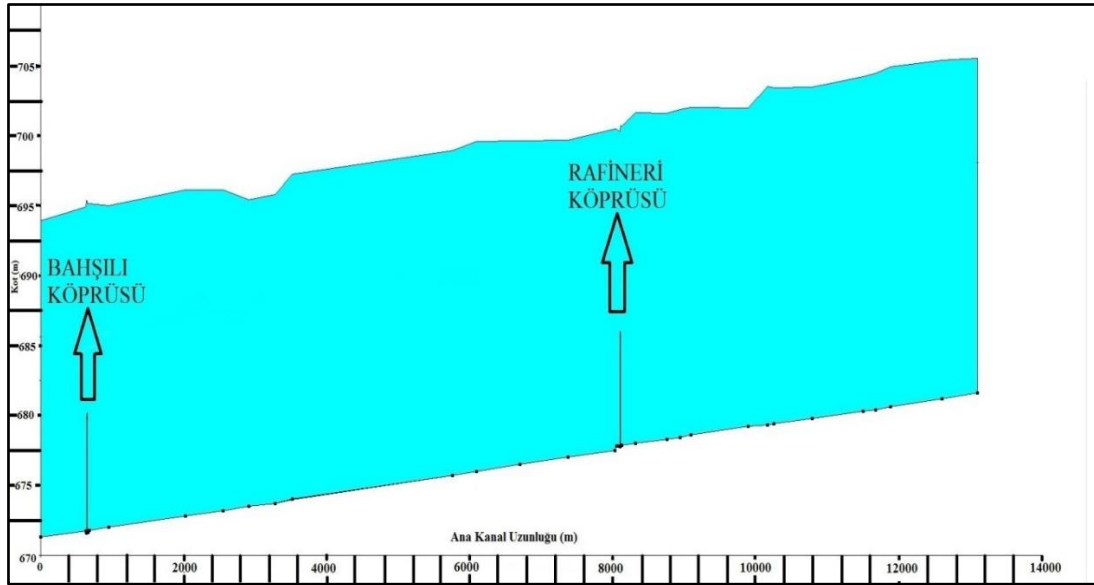


Şekil 10. HEC-RAS ile edilen 3D su yüzeyi profili



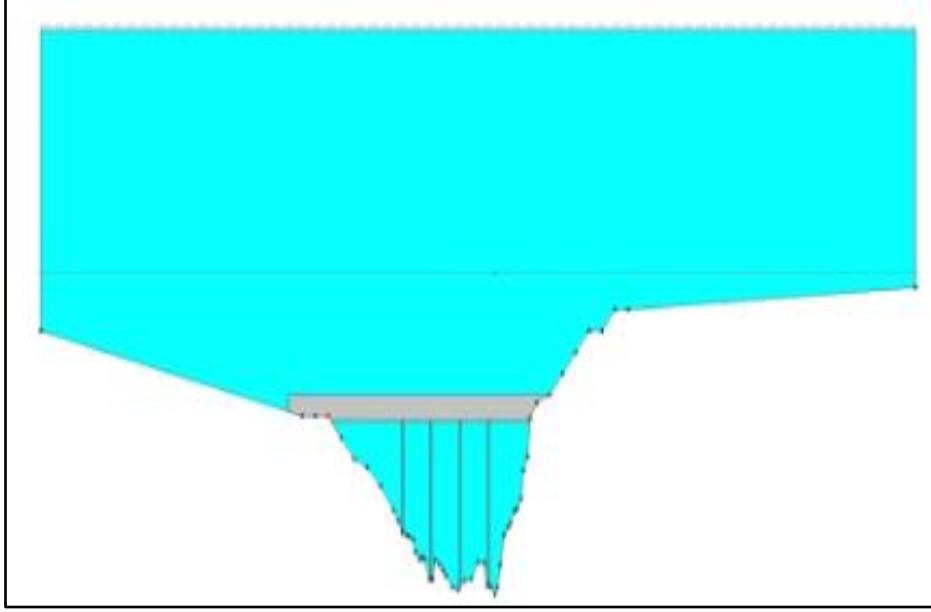
Şekil 11. Tahmini pik debinin gelmesi durumunda taşkın riski altında bulunan alanlar

Taşkın dolayısıyla Bahşılı karayolu köprüsünün olduğu mevkide su yüzeyi kotunun 698 metreye yükseldiği ve nehir su yüksekliğinin yaklaşık olarak 27 metreye ulaştığı hesaplanmıştır (Şekil 12). Nehir su seviyesinde oluşan artışın, köprü'nün tabliye üst kotunu yaklaşık olarak 17 metre aştığı ve köprüde savak akımı meydana getirdiği görülmektedir (Şekil 13).



Şekil 12. Çalışma alanında nehir boyunca elde edilen su yüzeyi profili

Taşkın öteleme modellemesinde, ortalama taşkın dalga hızının 5,25 m/s olduğu hesaplanmıştır. Dolayısıyla, barajdan çıkan taşkın dalgasının yaklaşık olarak 38 dakikada çalışma bölgesine ulaşacağı, bu süreye USBR yöntemi ile elde edilen 87 dakikalık (1,45 saat) çökme süresinin de ilave edilmesiyle taşkın buraya toplamda 125 dakikada ulaşacağı tahmin edilmiştir.



Şekil 13. Bahşılı karayolu köprüsü için elde edilen akış kesiti

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Kızılırmak nehri üzerinde kurulu Kapulukaya Barajı'nın olası yıkılma sonrası pik debinin tahmini ve mansap bölgesinde taşkın etkileri araştırılmıştır. Bu kapsamda, ilk olarak muhtemel pik debi değeri USBR metodu ile yaklaşık olarak 21.000 m³/s olarak hesaplanmıştır. Bunu müteakiben, hesaplanan bu debisinin 12 km'lik mansap güzergahındaki yayılımı, yerleşim yerlerine (özellikle Bahşılı ilçe merkezi ile Celal Bayar rekreasyon alanı) ve Kızılırmak nehri üzerindeki Bahşılı karayolu köprüsüne muhtemel taşkın riskleri HEC-RAS programı ile bir boyutlu taşkın öteleme yapılarak incelenmiştir. Hidrolik modelleme sonuçlarına göre, tahmin edilen pik debinin seçilen çalışma alanında nehirdeki su seviyesinin 27 metreye kadar ulaşmasına ve dolayısıyla Bahşılı ilçe merkezindeki yerleşim yerlerinin önemli bir bölümü ile Celal Bayar rekreasyon alanının ve Bahşılı karayolu köprüsünün tamamının taşkın suları altında kalmasına sebebiyet vereceği görülmüştür.

Çalışmada, Kapulukaya Barajı'nın yıkılması durumunda taşkın dalgasının Bahşılı ilçe merkezine ve Celal Bayar rekreasyon alanına ulaşma süresinin yaklaşık olarak 2 saat olduğu hesaplanmıştır. Bu sürenin, özellikle yaz aylarında nüfus yoğunluğunun bir hayli arttığı bu bölgede gerekli erken uyarı sistemlerinin tasarımı ve acil tahliye işlemlerinin yürütülmesi açısından kritik bir öneme sahip olduğu düşünülmektedir. Diğer taraftan, Bahşılı karayolu köprüsü, ülkemizin önemli bir ulaşım güzergahı olan Kırıkkale-Konya karayolu üzerinde Kızılırmak nehri geçişini sağlaması sebebiyle önemli bir geçiş noktası konumundadır. Bu nedenle, bu büyüklükte muhtemel bir taşkın durumunda Bahşılı karayolu köprüsünü kullanan yaya ve araç sürücülerinin can ve mal güvenliğinin sağlanması için gerekli tedbirlerin alınması büyük önem arz etmektedir. Bu kapsamda, öncelikle karayolunun araç ve yaya trafiğine kapatılması, kurtarma ve acil müdahale amaçlı alternatif ulaşım güzergahlarının belirlenmesi, bölge halkının olası taşkın ve zararları konusunda önceden bilgilendirilmesi vb. tedbirler düşünülebilir.

Bu çalışmada elde edilen hidrolik modelleme sonuçlarının iyileştirilmesi amacıyla çalışma güzergahı üzerinde daha fazla en kesit ölçümünün yapılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yardımıyla yüksek çözünürlükte haritalar kullanılarak bölgede taşkın haritalamasının ve risk analizinin daha etkili bir şekilde gerçekleştirilmesi mümkündür.

Teşekkür

Bu çalışma Kırıkkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. **Proje numarası 2014-51.**

KAYNAKÇA

- [1] A. Duvan, "Kızılırmak Nehri Kırıkkale Bölgesinde Hidrolik Yöntemlerle Taşkın Ötelemesi", Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale, 2016.
- [2] A. Duvan, O. Yıldız, E. Korkmaz. "Predicting Peak Discharge Due to Break of Kapulukaya Dam and Assessing Its Effects", 12th International Congress on Advances in Civil Engineering, Abstract Book, p.118, 21-23 September 2016, Boğaziçi University, İstanbul, Turkey.
- [3] Z. Bozkuş. "Afet Yönetimi İçin Baraj Yıkılma Analizleri", Teknik Dergi, vol.15, no.74, pp. 3335-3350, 2004.
- [4] H. Özdemir, C. Akbulak, H. Özcan. "Çokal Barajı (Çanakkale) çökme modeli ve taşkın risk analizi", Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi, vol.8, no.2, pp. 659-698, 2011.
- [5] İ. Haltaş, B. Kocaman. "Ayvalı Barajı Olası Yıkılma Taşkın Tehlike Modellenmesi ve Haritalandırması", VIII. Ulusal Hidroloji Kongresi, pp. 70-78, 2015.
- [6] Ş. Elçi, G. Tayfur, İ. Haltaş, B. Kocaman. "Baraj Yıkılması Sonrası İki Boyutlu Taşkın Yayılımının Yerleşim Bölgeleri İçin Modellenmesi", Teknik Dergi, vol.28, no.3, pp. 7955-7975, 2017.
- [7] Ö. Dursun, E. Gül. "İki Boyutlu Baraj Yıkılma Modellenmesi; Sürgü Barajı Örneği", Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, vol. 30, no. 3, pp. 97-104, 2018.
- [8] N. P. Kemaloğlu, M. B. Koçyiğit ve H. Akay. "Baraj Yıkılması Taşkın Dalgası Yayılımının 1-Boyutlu Sayısal Simülasyonlarla İncelenmesi: Rahmanlar Barajı Örneği", Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji, vol.7, no.1, pp. 97-111, 2019.
- [9] U.S. Army Corps of Engineers, Institute for Water Resources. HEC User Guide, HEC-RAS River Analysis System, 2010.
- [10] U.S. Army Corps of Engineers, Institute for Water Resources. Hydraulic Reference Manual 4.1, HEC-RAS River Analysis System, 2010.
- [11] U.S. Bureau of Reclamation, Guidelines for Defining Inundated Areas Downstream from Bureau of Reclamation Dams, Reclamation Planning Instruction, 1982.
- [12] U. S. Bureau of Reclamation, Downstream Hazard Classification Guidelines, ACER Technical Memorandum, 1988.
- [13] A. Bulu, E. Yılmaz, "Serbest yüzeyli akımlarda pürüzlülük katsayısının belirlenmesi", Türkiye Mühendislik Haberleri, pp. 421 - 423, 2002.
- [14] Dere Yatakları İçin Pürüzlülük Katsayısı Belirleme Kılavuzu, Orman ve Su İşleri Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, 2016.