

AĞUSTOS 2021 BATI KARADENİZ SEL FELAKETİ NEDENİYLE BOZKURT VE AYANCIK İLÇELERİNDE OLUŞAN HASARLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF DAMAGES IN BOZKURT AND AYANCIK DISTRICTS DUE TO AUGUST 2021 WESTERN BLACK SEA FLOOD DISASTER

İlknur BOZBEY ¹, M. Kubilay KELEŞOĞLU ², Rasim TEMÜR ³, Sezar GÜLBAZ ⁴,
Nurdan MEMİŞOĞLU APAYDIN ⁵, C. Melek KAZEZYILMAZ-ALHAN ⁶

ÖZET

11 Ağustos 2021 tarihinde Batı Karadeniz bölgesinde etkili olan yağışları takiben özellikle Sinop ve Kastamonu illeri içerisinde kalan birçok ilçede sel felaketleri yaşanmıştır. Sinop'tan Zonguldak'a kadar geniş bir coğrafyada etkili olan selin yaşandığı dönemde, Bozkurt ve Ayancık ilçelerinde günlük 400 mm'ye kadar artan yağış yükseklikleri ölçülmüştür. Sel suları ile birlikte ormanlık bölgeden sürüklenen ağaçlar, taş ve bloklar nedeniyle, dereler üzerinde yer alan köprü ve menfez gibi tüm sanat yapılarının kesit alanları daralmıştır. Bozkurt ilçesinde köprü geçişlerinin tıkanması baraj etkisine neden olmuş, köprü arkasında biriken sel suları meskûn mahallere doğru taşarak can ve mal kaybına neden olmuştur. Sel suları ile birlikte sürüklenen ağaç ve tomruklar, özellikle Ayancık ilçesindeki köprü ayaklarında gözlenen hasarlar üzerinde etkili olmuştur. Dere kenarlarında inşa edilen betonarme ve yığma duvarların birçok bölgede hasar gördüğü ve/veya yıkıldığı tespit edilmiştir. Özellikle Bozkurt ilçesinde can kaybının ana sebeplerinden bir tanesinin dere kesitlerini korumak üzere inşa edilen istinat yapılarının yıkılması olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bozkurt-Ayancık Sel Felaketi, Oyulma Etkisi, Saha Gözlemleri, Sel Etkisinde Yapısal Hasar

¹ Prof. Dr., İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Geoteknik Anabilim Dalı, bozbey@iuc.edu.tr (Sorumlu yazar)

² Doç. Dr., İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Geoteknik Anabilim Dalı, kelesoglu@iuc.edu.tr

³ Doç. Dr., İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mekanik Anabilim Dalı, temur@iuc.edu.tr

⁴ Doç. Dr., İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Hidrolik Anabilim Dalı, sezarg@iuc.edu.tr

⁵ Prof. Dr., İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ulaştırma Anabilim Dalı, nurdan.apaydin@iuc.edu.tr

⁶ Prof. Dr., İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Hidrolik Anabilim Dalı, meleka@iuc.edu.tr

ABSTRACT

The heavy rainfalls that were effective in the Western Black Sea region caused flood events in many districts around Sinop and Kastamonu cities on August 11, 2021. The flood event was effective in wide range of area from Sinop to Zonguldak, and the measured precipitation was up to 400 mm/day in Bozkurt and Ayancık districts, thus the flood can be considered to be one of the most devastating flood disaster in Turkey. The flood debris consisting of trees and stones drifting from the forest area blocked the flow or reduced the capacity of the waterway of the structures such as bridges and culverts. In Bozkurt district the bridges were blocked in a few minutes causing dam effect thus the flood waters accumulating behind the bridges moved towards the residential areas, causing loss of life and property. Trees and logs drifting along with the flood waters had an impact on the observed damages, especially on the bridge piers in Ayancık district. It was determined that reinforced concrete and masonry walls built on the river sides were damaged and/or collapsed in many locations. It was also observed that one of the main causes of loss of life, especially in Bozkurt district, was due to the destruction of these protection type of retaining structures along the stream sections.

Keywords: *Bozkurt-Ayancık Flood Disaster, Scour Effect, Site Reconnaissance, Flood-Induced Structural Damage*

1. GİRİŞ

Karadeniz Bölgesi, Akdeniz ve Batı Anadolu Bölgeleriyle birlikte ülkemizin sel konusunda en riskli bölgeleri arasında yer almaktadır (Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2019; Oğuz vd., 2016). Yaşanan sel felaketlerinde insani ve ekonomik bakımından en büyük kayıplar Karadeniz Bölgesinde görülmektedir (Koç, 2021). 1998 yılında Batı Karadeniz Bölgesi'nde meydana gelen sel felaketlerinden 2 milyondan fazla kişi etkilenmiş, 30'dan fazla can kaybı olmuştur (Ceylan vd, 2007; Ergunay, 2007; Zeybek, 1998).

10 Ağustos 2021 tarihinde Batı Karadeniz'i etkisi altına alan yağışlar, bir gün sonra 11 Ağustos'ta birçok ilçeyi etkisi altına alan bölgesel bir sel felaketi haline dönüşmüştür. Toplam 76 kişi hayatını kaybetmiş ve 30 binden fazla insan bu felaketten etkilenmiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2021) tarafından açıklanan rakamlara göre 10 Ağustos 16:00 – 11 Ağustos 16:00 tarihleri arasındaki 24 saatlik zaman diliminde Abana'da 228.6 mm, Mamatlar'da 399.9 mm, Kuzköy'de 333.3 mm, Devrekani'de 132.8 mm, Akören'de 163.3 mm, Ayancık'da 279.7 mm ve Çangal'da 202.1 mm yağış düşmüştür. Bölgede ölçülen bu yağış değerlerinin 100 yıllık tekerrür aralığına sahip yağış miktarlarının üzerinde olduğu görülmektedir.

Bozkurt ilçesinde meydana gelen sel afeti ilçenin içerisinden geçen Ezine Çayı'nın taşması sonucu oluşmuştur. Ezine Çayı, yaklaşık 375 km² havza alanına sahip olup Bozkurt ilçesini geçtikten sonra Abana ilçesinden Karadeniz'e dökülmektedir (Şekil 1). Sel felaketinin en yoğun yaşandığı Bozkurt ilçesi havzanın mansabına yakın bir konumda yer almaktadır ve bu nedenle ilçe sınırları içinde kalan yerleşim alanları havza yüzeyinde oluşan maksimum akışa maruz kalmıştır. Ezine Çayının doğu ve batı kıyı aksları T tipi betonarme duvar ya da ağırlık

tipi istinat duvarlar ile korunmaktadır, yaklaşık 32 m genişliğinde ve kıyıları ıslah edilmiş bir kesit içerisinde akış halindedir.

Sel felaketinden iki gün sonra Bozkurt ve Ayancık ilçeleri ağırlıklı olmak üzere bölgede tarafımızca bir inceleme yapılmıştır. Bozkurt ilçesinde sel suları ile birlikte sürüklenen ağaç, kum ve kaya parçalarından oluşan kaba malzemenin; (i) dere kenarı boyunca tesis edilen duvarlara ağır hasar verdiği veya yıkılmasına neden olduğu, (ii) dere üzerinde yer alan köprü ve menfez gibi tüm sanat yapılarının kesit alanını daralttığı görülmüştür. Sel suları ile ormanlık bölgeden taşınan ağaç parçalarının ve tomrukların (özellikle Abana ilçesinde), köprü ayaklarında önemli derecede hasara neden oldukları tespit edilmiştir. Köprü hava paylarının tıkanması ve baraj etkisi nedeniyle köprü arkasında biriken sel suları kısa süre içerisinde taşarak meskûn mahallerde can ve mal kaybının artmasına neden olmuştur. Bu bildiri kapsamında yapılan incelemede, sel felaketinin yaşandığı Bozkurt ve Ayancık ilçelerinde farklı mühendislik yapıları üzerinde tespit edilen problemlerin tartışılması planlanmıştır.



Şekil 1. Kastamonu ili Bozkurt ilçesi Ezine Çayı Havzası (Keleşoğlu ve diğ., 2021)

2. BOZKURT İLÇESİNDE GÖZLENEN SEL HASARLARI – NEDENLERİ

Sel felaketi sonrasında bu bildiri yazarlarından Keleşoğlu ve Temur tarafından iki günlük bir saha ziyareti yapılmış ve farklı seviyelerde hasar almış birçok mühendislik yapısı incelenmiştir. Gözlemler ve değerlendirmeler Keleşoğlu ve diğ. (2022) makalesinde detaylı olarak sunulmuştur. Hasar almış olan mühendislik yapı türleri binalar, istinat yapıları, köprüler-menfezler ve yollar olmak üzere dört başlık altında incelenebilir.

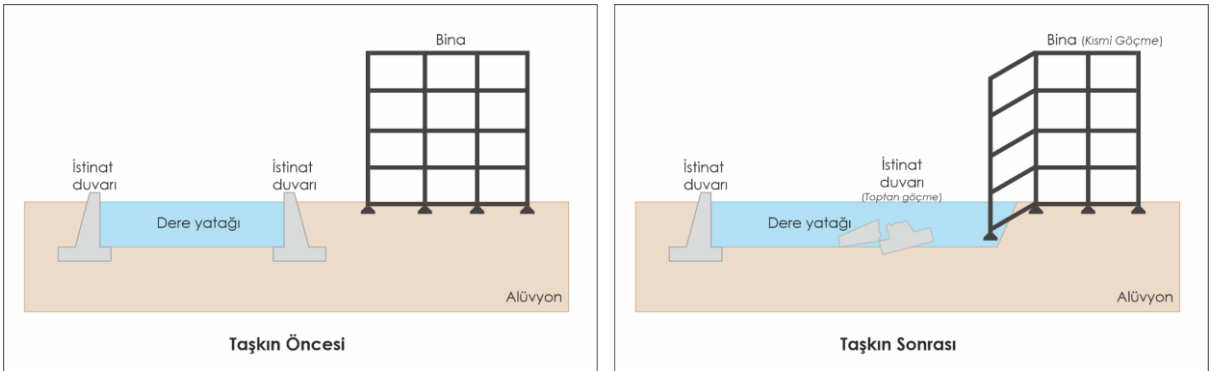
Binalarda oluşan hasar seviyesi, binanın dere yatağına göre hangi konumda olduğuna ve dereye olan yakınlığına göre artmakta ya da azalmaktadır. Binalarda gözlenen hasarlar aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- Hasar almış ya da yıkılmış binaların tamamı dere kenarında ve taşkın yatağındadır (Şekil 2). Bu binaların neredeyse tamamı iri bloklu ve çakıl içerikli, kumlu dere alüvyonu üzerine inşa edilmiştir ve temel derinlikleri zemin yüzeyinden itibaren birkaç metre olarak kabul edilebilir. Yıkılan çok katlı binaların temel kotlarının dere kret üst kotunun üzerinde olduğu belirlenmiştir.

- Dere hattını korumak üzere inşa edilen istinat yapılarının yıkılması ile birlikte duvar arkasındaki zemin sel suları ile sürüklenmiş ve duvarların hemen arkasındaki binaların oturduğu zemin, hızla oyularak ortamdaki taşınmıştır. Buna bağlı olarak, temel zemininin yapıyı taşıma kapasitesini tamamen ya da kısmen kaybetmesi sonucu birçok yapıda göçme gözlenmiştir. Bu mekanizmayı anlatan şematik bir çizim Şekil 3'te verilmektedir.
- Sel suyunun yüksek debisi ve hızına ilaveten sürüklenen ağaç, taş vb. iri malzeme nedeniyle Ezine Çayının doğu kesiminde yer alan yapılarda taşkın seviyesi altında kalan bina dış duvarların hasar aldığı gözlenmiştir (Şekil 2). Ezine çayının doğu kesiminde bu tür hasarların daha yoğun görülmesinin sebebi bu bölgedeki arazi kotlarının batı kesimine göre daha düşük olmasıdır.



Şekil 2. Ezine Çayı boyunca binalarda gözlenen yapısal hasarlar ve temel altı oyulmalar



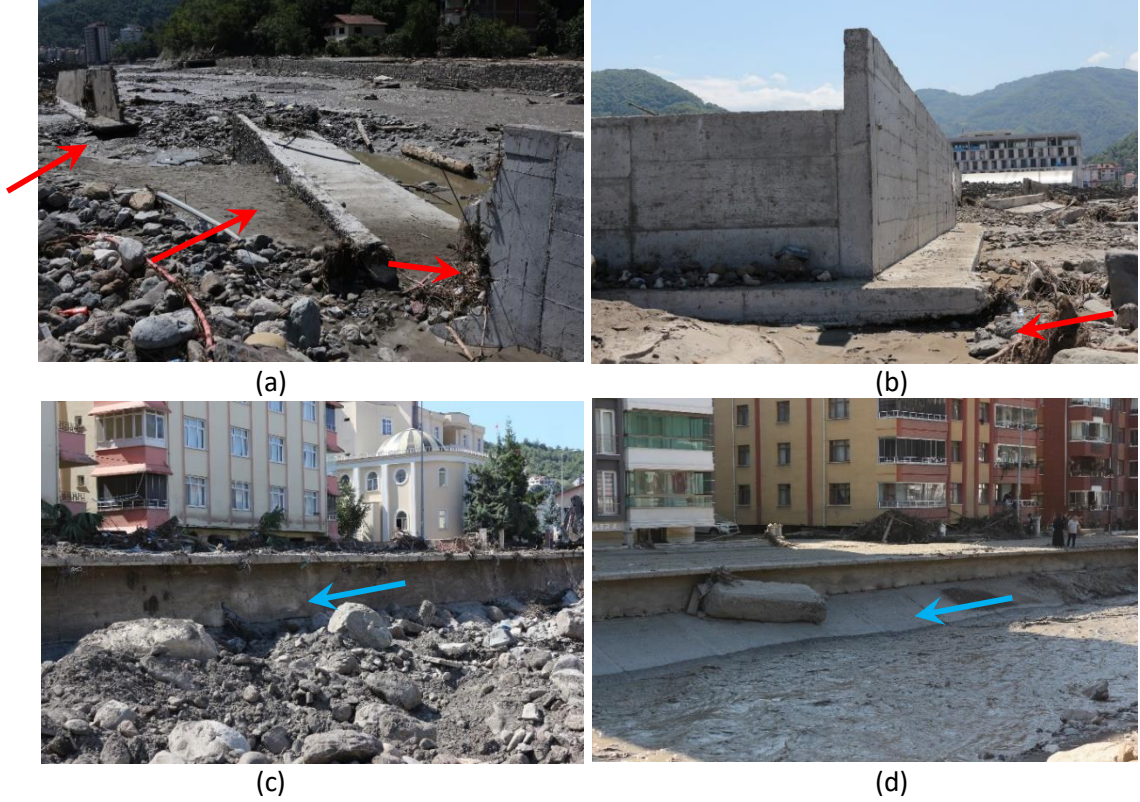
Şekil 3. Yapısal göçmeye neden olan oyulma mekanizmasının şematik gösterimi (Keleşoğlu ve diğ., 2021)

Bozkurt ilçesinde dere kenarında gözlenen yapısal hasarların ve bu yapılarda meydana gelen can kayıplarının ana nedeni istinat yapılarında gözlenen yapısal sorunlar ile bu sorunların başlatmış olduğu zincirleme problemler olarak özetlenebilir. Biraz daha açmak gerekirse:

- Dere kenarlarında ıslah ve koruma amacıyla inşa edilen T tipi betonarme duvarlar ile trapez kesitli ağırlık tipi yığma duvarların temel derinlikleri net bir şekilde bilinmemektedir. Ancak, Şekil 4 ve Şekil 5'te görüldüğü gibi bütünlüğünü koruyarak devrilen istinat duvarlarında yapılan görsel değerlendirmelere dayanarak, istinat yapılarının sığ temeller üzerinde olduğu anlaşılmaktadır. Şekil 5'te verilen fotoğraflarda istinat temellerindeki oyulma açıkça görülmektedir. Sel sularının yüksek debisi ve hızına bağlı olarak, temel altındaki alüvyon tabakanın kısmen veya tamamen oyulduğu ve istinat duvarlarının stabilitesini tamamen yitirdiği anlaşılmaktadır.
- Oyulma türü davranış hem betonarme hem de ağırlık tipi istinat yapılarında benzer ölçüde geçerlidir. Temel derinliği sığ oldukça duvar tipinin ağırlık veya betonarme olmasının bir önemi olmadığı açıkça görülmektedir. Sel sularının neden olduğu hidrostatik kuvvetler ve zamanla su seviyesindeki artışla beraber etkiyen kuvvetlerdeki artışa bağlı olarak, duvarların inşa edildikleri koruma aksından uzaklaştıkları, hatta bazı duvar anolarının (parçalarının) dere hattı boyunca sürüklendiği gözlenmiştir.



Şekil 4. Dere kenarında ıslah ve koruma amacıyla inşa edilen duvarların tamamının yıkıldığı bir bölgenin fotoğrafı



Şekil 5. “Ezine Çayı’nda inşa edilmiş koruyucu duvarların sel sonrası durumu (a) Devrilmiş duvar, (b) Temel altında oyulma, (c-d) hasarsız duvarlar”

Batı Karadeniz sel felaketi sırasında en ciddi hasarı köprülerin aldığı söylemek yerinde olacaktır.

- Ezine Çayı üzerindeki yedi köprüden altı tanesi yıkılmıştır (Şekil 6). Köprülerin altındaki suyun akışını tarifleyen hava paylarının zamanla azalmasıyla birlikte her bir köprü birer baraj gibi davranmaya başlamıştır. Bu durumda iki olumsuz etki gözlenmektedir: (i) köprü arkasında biriken suların taşarak meskûn mahallere doğru hızla ilerlemesi, (ii) biriken suyun ve taşınan rüsubatın etkisiyle köprünün yıkılarak dere kesitinin küçülmesi veya bir sonraki köprüye kadar sürüklenerek çarptığı ortama hasar vermesi.
- Köprülerde görülen büyük hasarların ana nedeni orta ayaklarda gözlenen stabilite kayıplarıdır. Ormanlık alanlardan sürüklenen ağaç ve tomruklar nedeniyle kenar ayaklarda gözlenen hasarların arttığı da söylenebilir. Tarafımızca yapılan incelemelerde özellikle Ayancık ilçesinde işlenmiş tomrukların da köprüler üzerinde etkili olduğuna dair bulgular tespit edilmiştir (Şekil 7). Bozkurt ilçesinde ormanlık alandan sürüklenen ağaçlar etkili olmuştur. Özetlemek gerekirse, sel suları ile sürüklenen ağaç gövdeleri ve kütükler köprü ayaklarına çarparak yapısal hasara neden olmuştur.
- Sel sularının hızı ve köprü ayaklarının oturduğu daneli alüvyonel malzemenin nispeten kolayca oyulabilir çimentolaşmamış bir malzeme olması nedeniyle bir yaya köprüsünün ayak temellerinde stabilite sorunları gözlenmiştir (Şekil 8). Ayancık ilçesindeki köprülerde oluşan hasarların önemli bir bölümü temellerdeki oyulma sorununa bağlı olarak gerçekleşmiştir.

- Köprü geçişlerinin tıkanması ile oluşan baraj etkisi nedeniyle köprüler üzerinde ilave yatay hidrodinamik basınç oluştuğu tahmin edilmektedir.
- Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (2019)'nün yürürlükteki mevzuatına göre meskûn mahaller içindeki köprüler 500 yıllık taşkın debisine karşılık gelen su yüksekliği dikkate alınarak boyutlandırılmalıdır. Bozkurt ve Ayancık ilçelerinde hasar gören köprüler önceki mevzuata göre, yaklaşık 100 yıllık taşkın verisine göre tasarlanmıştır.
- 11 Ağustos 2021 tarihli yağışların 100 yıllık tekerrür aralığına sahip yağış miktarının üzerinde olduğu değerlendirildiğinde, gerçekleşen taşkın debisi için köprülerin hidrolik kesitlerinin yetersiz kaldığı değerlendirilmektedir.



Şekil 6. Köprü ve köprü ayaklarında gözlenen hasarlar - kusurlar

Şekil 7’de resimleri gösterilen Ayancık Köprüsü dört adet kenar ayaktan oluşmaktadır. Bunlardan sadece Ayak-1’de hasar görülmektedir. Sel felaketi sırasında çekilen videoların (URL 2) incelenmesi sonucunda; dere boyunca sürüklenen tomrukların, derenin içbükey kesitinde olması nedeniyle Ayak-1’e doğru hareket ettikleri, Ayak-3 ve Ayak-4’e neredeyse hiç tomruk isabet etmediği görülmektedir. Bu nedenle dere kesitinin geometrisi nedeniyle bu yapısal elemanın diğer ayaklara kıyasla daha fazla zorlandığı söylenebilir.



Şekil 7. Ayancık Köprüsü vaziyet planı ve orta ayakta gözlenen hasarlar



Şekil 8. Bozkurt ilçesinde, bir ayağında oyulmaya bağlı hasar oluşan yaya köprüsü

3. SONUÇLAR

Batı Karadeniz Bölgesinde 11 Ağustos 2021’de meydana gelen, büyük can ve mal kaybına neden olan sel felaketi ülkemizdeki en büyük afetlerden birisidir. Depremler ve heyelanlar gibi, sel felaketleri de geoteknik mühendisleri tarafından irdelenmeli ve bu konuda yapılabilecek çalışmalar ve getirilebilecek katkılar değerlendirilmelidir. Sel afetinin getirdiği bütün yanal ve düşey kuvvetleri taşıyabilen istinat yapılarının dere kenar akslarının korunmasında kritik bir öneme sahip olduğu bu sel felaketinde bir kez daha görülmüştür. Bu çalışmanın genelinde İnşaat Mühendisliği bakımından genel bir inceleme yapılmış; Hidrolik, Geoteknik, Yapı ve Ulaştırma Anabilim Dalları tarafından yürütülen bütünsel bir çalışma neticesinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından altı yılda bir hazırlanan taşkın yönetim planlarına göre özellikle sel oluşma riski yüksek olan bölgelerde, taşkın öncesinde, taşkın sırasında ve sonrasında alınabilecek önlemler, yerel idareleri de sürecin bir parçası yaparak planlanmalı ve hayata geçirilmelidir.
- Ülkemizde aşırı yağış alan ve taşkın yaşanması muhtemel bölgelerle ilgili eskiye nazaran yeterli veri ve bilgi bulunmaktadır. Son yıllarda köprü tasarımı 500 yıl tekerrürlü taşkın debisi kullanılmaktadır. Bununla birlikte, geçmiş yıllarda yapılmış köprülerin kesit alanlarının gözden geçirilmesi taşkın öncesi yapılabilecek çalışmalar arasında önem arz etmektedir. Sel riskinin yüksek olduğu bölgelerde yapılan köprülerde, köprü ayak ve temellerinde oyulmayı önleyici ilave tedbirlerin alınması gerekmektedir.
- Taşkın riski yüksek olan bölgelerde, taşkın debisini azaltmaya yönelik olarak planlanan yapay gölet ve sel kapanı gibi “En İyi Yönetim Uygulamaları” planlanmalıdır. Ayrıca, sel suları ile birlikte sürüklenen katı maddenin kontrolü için de mühendislik yapıları planlanmalı ve uygulanmalıdır.

- 500 yıllık tekerrür aralığı esas alınarak ve özellikle meskûn mahallerde kullanılmak üzere Taşkın Tehlike Haritası ve Taşkın Risk Haritası oluşturulmalı ve bölgenin gelişimi ile ilgili imar çalışmalarında bu haritalar dikkate alınmalıdır. Taşkın tehlikesi olan bölgelerde dere ve taşkın yatağındaki yapılar için risk değerlendirme çalışması yapılmalıdır.
- Dere kıyı hattını korumak amacıyla yapılan duvarlarda, standart bir istinat duvarı tasarımında yapılan stabilite tahkiklerine ilaveten, oyulma derinliğini sağlayacak temel gömülme mesafelerinin sağlanması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Ceylan, A., Alan, I., Ugurlu, A., (2007). "Causes and effects of flood hazards in Turkey." International congress of river basin management, Antalya-Turkey, March 22-24, 2007, 29.
- Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Taşkın ve Rüşubat Kontrolü Yönetmeliği 2019, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/05/20190503-1.htm>, [Ziyaret Tarihi: 18.08.2021].
- Ergunay, O., (2007). "The Disaster Profile of Turkey." TMMOB Disaster Symposium Proceedings, Ankara-Turkey, 5–7 December, 1–14.
- Keleşoğlu, K., Temur, R., Gülbaz, S., Apaydın, N., Kazezyılmaz-Alhan, M., Bozbey, İ., *kabul edildi*, (2022,), "Site Assessment and Evaluation of the Structural Damages after the Flood Disaster In the Western Black Sea Basin on August 11, 2021". Natural Hazards.
- Keleşoğlu ve diğ. (2021). "11 Ağustos 2021 Batı Karadeniz Sel Felaketi Ön Değerlendirme Raporu". İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Basın Bülteni, <https://cdn.istanbulc.edu.tr/FileHandler2.ashx?f=11-agustos-2021-bati-karadeniz-sel-afeti-1.pdf>.
- Koç, G., (2021). "A Comprehensive Analysis of Severe Flood Events in Turkey/Event Documentation, Triggering Mechanisms and Impact Modelling." *Doctoral Thesis*, University of Potsdam Faculty of Science Institute for Environmental Science and Geography, Potsdam, Germany.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2021), <https://mgm.gov.tr/> [Ziyaret Tarihi: 18.08.2021].
- Oğuz E., Ulupınar, Y., Oğuz, K., Aksoy, M., Akbaş, A.I., Köse, S., Çelik, S., (2016), Investigation of the Flood and Landslide Incident in the Artvin-Hopa Region, National Landslide Symposium, 27-29 April, Ankara, Türkiye.
- Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (2019), Batı Karadeniz Havzası Taşkın Yönetim Planı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Tarım Ve Orman Bakanlığı
- Zeybek, H.İ., (1998). "22 Mayıs 1998 Havza Sel-Taşkın Felaketi", *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11, 157–164.
- [URL 1] <https://www.youtube.com/watch?v=qt5NqqUI5dY>
- [URL 2] <https://www.youtube.com/watch?v=9BTkHVTWds>