



T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) VE HEC-RAS YAZILIMI İLE
BORÇKA İLÇESİNDEKİ DERELERDE TAŞKIN MODELLEMESİNİN
YAPILMASI VE TAŞKIN YAYILIM HARİTALARININ ÜRETİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MUSTAFA BÜYÜKDİNÇ

Birinci Danışman: Doç. Dr. Samed İNYURT

İkinci Danışman: Prof. Dr. Halil AKINCI

TOKAT- 2023

Her hakkı saklıdır

ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Doç. Dr. Samed İNYURT danışmanlığında hazırlamış olduğum “Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve HEC-RAS Yazılımı İle Borçka İlçesindeki Derelerde Taşkın Modellemesinin Yapılması Ve Taşkın Yayılım Haritalarının Üretilmesi ” adlı Yüksek Lisans tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

.../.../...

Mustafa BÜYÜKDİNÇ

İmza

JÜRİ KABUL VE ONAY

Mustafa BÜYÜKDİNÇ tarafından hazırlanan “Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve HEC-RAS Yazılımı ile Borçka İlçesindeki Derelerde Taşkın Modellemesinin Yapılması ve Taşkın Yayılım Haritalarının Üretilmesi” adlı tez çalışmasının savunma sınavı (27.01.2023) tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı Soyadı)

İmzası

Üye (Başkan): Prof. Dr. Ömer YILDIRIM

Üye (Tez Danışmanı): Doç. Dr. Samed İNYURT

Üye (Tez İkinci Danışmanı): Prof. Dr. Halil AKINCI

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Vahdettin DEMİR

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Servet YAPRAK

ONAY

...../...../.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ÖNSÖZ (TEŞEKKÜR)

Yüksek lisans tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Samed İNYURT’a desteğinden dolayı çok teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimimde ikinci danışmanım olmayı kabul ederek; tez çalışma konumun belirlenmesinde ve çalışmanın her aşamasında desteklerini esirgemeyen Artvin Çoruh Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölüm Başkanı Değerli Hocam Prof. Dr. Halil AKINCI’ya ve Değerli Hocam Araş. Gör. Sebahat TEMUÇİN KILIÇER’e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın her aşamasında gösterdiği fedakârlık ve destekleriyle yanımda olan, yardımlarıyla bana destek veren değerli eşim Araştırma Görevlisi Dr. Damla TURAN BÜYÜKDİNÇ’e ve hayatımın her alanında desteklerini esirgemeyen aileme sonsuz teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Tez çalışmamda gerekli haritaları üretmek için kullandığım verilerin temini konusunda bana yardımcı olan Borçka Belediyesi İmar Müdürlüğü’ne ve hidrolik analizlerde kullandığım veriler için de Artvin Devlet Su İşleri 26. Bölge Müdürlüğü’ne katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Bu tez çalışması, eğitimim konusunda bana her zaman ilham veren babam Ömer BÜYÜKDİNÇ’e ithaf edilmiştir.

Mustafa BÜYÜKDİNÇ

Tokat - 2023

ÖZET

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) VE HEC-RAS YAZILIMI İLE BORÇKA İLÇESİNDEKİ DERELERDE TAŞKIN MODELLEMESİNİN YAPILMASI VE TAŞKIN YAYILIM HARİTALARININ ÜRETİLMESİ

Büyükdinç, Mustafa
Yüksek Lisans, Harita Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Samed İNYURT
İkinci Danışman: Prof. Dr. Halil AKINCI
Ocak 2023, xii +74 Sayfa

Dünyada en yaygın görülen doğal afetlerinden biri olan taşkınlar, ciddi ekonomik zararlara ve can kayıplarına neden olmaktadır. Ülkemizde de depremde sonra en çok can ve mal kaybına neden olan doğal afet taşkındır. Türkiye'de doğal afetlerin en sık görüldüğü illerden biri olan Artvin ili genelinde, özellikle meteorolojik koşullar (aşırı yağışlar) ve antropojenik aktiviteler (tarımsal faaliyetler, aşırı sulama ve yol kazıları gibi insan faaliyetleri) nedeniyle hemen hemen her yıl taşkınlar ve heyelanlar meydana gelmektedir. Artvin'in en fazla yağış alan Arhavi, Hopa, Kemalpaşa ve Borçka ilçelerinde aşırı yağışların neden olduğu taşkın ve toprak kayması gibi meteorolojik kaynaklı doğal afetler sıklıkla görülmektedir. Bu çalışmanın temel amacı, Artvin ilinin Borçka ilçesi sınırları içerisinde bulunan Aksu (Deviskel) ve İçkale (Cihala) derelerinin taşkın yayılım haritalarının yapılmasıdır. Çalışmanın nihai hedefi, adı geçen derelerin taşkın yayılım haritalarının belirlenmesidir. Çalışmada kullanılan maksimum tekerrür debileri (Q_{50} , Q_{100} , Q_{500} ve Q_{1000}) ile derelerin manning pürüzlülük katsayıları Artvin'de bulunan DSİ 26. Bölge Müdürlüğünden temin edilmiştir. Çalışma alanının Sayısal Yükseklik Modeli (SYM)'ni üretmek için gerekli olan konumsal veriler (1/1.000 ölçekli hâlihazır haritalar) Borçka Belediyesinden temin edilmiştir. Modelleme ve analiz aşamasında; SYM, taşkın debileri, manning pürüzlülük değerleri ve baz akımlar kullanılarak bir ve iki boyutlu taşkın modellemeleri yapılmıştır. Bu modellemeler sonucunda taşkın su yüzü profilleri ve taşkın yayılım alanlarına ait haritalar üretilmiştir. Çalışma sonunda Q_{1000} tekerrür debisinde İçkale deresi çevresinde 50 adet bina ve müştemilatın, Deviskel deresi çevresinde 211 adet bina ve müştemilatın, yine İçkale deresi çevresinde 105.591 m², Deviskel deresi çevresinde 90.984 m² alanın taşkından etkilenebileceği tespit edilmiştir. Elde edilen haritaların, çalışma alanındaki olası taşkınların önlenmesi ve/veya hasarlarının en aza indirilmesi için alınacak tedbirlere altlık oluşturması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Taşkın, Taşkın Modellemesi, Taşkın Yayılım Haritaları, CBS, HEC-RAS, Borçka

ABSTRACT

FLOOD MODELLING AND CREATING FLOOD INUNDATION MAPS IN BORÇKA DISTRICT WITH GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS (GIS) AND HEC-RAS SOFTWARE

Büyükdiñç, Mustafa

Master's Thesis, Department of Geomatics Engineering

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Samed İNYURT

Second Advisor: Prof. Dr. Halil AKINCI

Jan 2023, xii +74 pages

Floods, one of the most common natural disasters in the world, cause serious economic damage and loss of life. It is one of the natural disasters that cause the most loss of life and property after earthquakes in our country. Almost every year, floods and landslides occur due to meteorological conditions (excessive precipitation) and anthropogenic activities (human activities such as agricultural activities, excessive irrigation and road excavations) throughout the province of Artvin, which is one of the provinces where natural disasters are most common in Turkey. In the Arhavi, Hopa, Kemalpaşa and Borçka districts of Artvin, which receive the most precipitation, natural disasters with meteorological characteristics such as floods and landslides triggered by excessive precipitation are frequently seen, causing loss of life. The main purpose of this study is to carry out flood risk analyzes of Aksu (Deviskel) and İçkale (Cihala) creeks located within the borders of Borçka district of Artvin province. The ultimate goal of the study is to determine the flood spread maps of the aforementioned streams. The maximum return periods (Q_{50} , Q_{100} , Q_{500} and Q_{1000}) and the Manning roughness coefficients of the streams used in the study were obtained from the 26th Regional Directorate of SHW in Artvin. The spatial data required to produce the Digital Elevation Model (DEM) of the study area (1/1000 scale current maps) were obtained from Borçka Municipality. In the modeling and analysis phase; one and two dimensional flood models were made using DEM, flood flow rates, manning roughness values and base flows. As a result of these models, flood water surface profiles and flood spreads were produced. At the end of the study, it was determined that 50 buildings and outbuildings around İçkale Stream, 211 buildings and outbuildings around Deviskel Stream, 105.591 m² around İçkale Stream and 90.984 m² around Deviskel Stream could be affected by floods at Q_{1000} recurrence flow rate. It is aimed that the maps obtained will form a basis for the measures to be taken to prevent possible floods in the study area and/or to minimize their damage.

Keywords: Flood, Flood Modelling, Flood Inundation Maps, GIS, HEC-RAS, Borçka

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ETİK SÖZLEŞME SAYFASI.....	i
JÜRİ KABUL ve ONAY.....	ii
ÖNSÖZ/TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET (TÜRKÇE).....	iv
ABSTRACT (İNGİLİZCE).....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
KISALTMALAR ve SİMGELER LİSTESİ.....	xi
1.GİRİŞ.....	1
TAŞKIN KAVRAMI.....	3
Taşkın Tanımı.....	3
Taşkın Türleri.....	3
Taşkınların Nedenleri.....	6
TAŞKINDAN KORUNMA YÖNTEMLERİ.....	7
Taşkın Öncesi.....	7
Yapısal Önlemler.....	7
Yapısal Olmayan Önlemler.....	12
Ülkemizde Taşkın Yönetimi.....	14
Taşkın Mevzuatı.....	14
Doğu Karadeniz Havzasındaki Taşkınlar.....	16
Artvin ve çevresinde meydana gelen taşkınlar.....	17
2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI.....	21
3. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ ve AMACI.....	29
4. MATERYAL ve YÖNTEM.....	31
4.1. Çalışma Alanı.....	31
4.2. Verilerin Temini.....	32
4.2.1. Topoğrafik Veriler.....	32
4.3. Farklı Yöntemler İle Tekerrürlü Taşkın Debisi Hesabı.....	37
4.3.1. Debi Hesabında Kullanılan İstatistikî Yöntemler.....	37

4.3.2. Debi hesabında kullanılan deterministik yöntemler.....	42
4.4. YÖNTEM.....	48
4.4.1. Sayısal arazi verilerinin düzenlenmesi.....	48
4.4.2. Verilerin HEC-RAS’a aktarımı ve hidrolik modelleme.....	49
4.4.3. Simülasyon sonuçlarının incelenmesi.....	52
5. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	54
6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	64
7. KAYNAKLAR.....	66

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo No	Sayfa
Tablo 1.1: Oluşma sürelerine göre taşkınlar	3
Tablo 1.2: Oluşma zamanlarına göre taşkınlar	4
Tablo 1.3: Oluş yerlerine göre taşkınlar	4
Tablo 1.4: Kanunlar	14
Tablo 1.5: Yönetmelik ve Diğer Mevzuat	15
Tablo 1.6: Doğu Karadeniz Havzası'nda 1929-2021 yılları arasında yaşanan taşkınlar	18
Tablo 4.1: Akış katsayıları tablosu	43
Tablo 5.1: HEC-RAS programında yapılan analizlerde tekerrür yıllarına göre oluşturulan taşkın sonuç verileri (İçkale Deresi)	51
Tablo 5.2: HEC-RAS programında yapılan analizlerde tekerrür yıllarına göre oluşturulan taşkın sonuç verileri (Deviskel Deresi)	54

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil No	Sayfa
Şekil 1.1: Taşkın Yatağı Temsili Örneği.....	3
Şekil 1.2: Nehir Taşkını.....	5
Şekil 1.3: Kıyı Taşkını-Tsunami.....	5
Şekil 1.4: Dağlık Alan Taşkını (Borçka, Artvin).....	5
Şekil 1.5: Borçka Barajı (Artvin).....	7
Şekil 1.6: Duvarlı Taş Tahkimat Görüntüsü.....	8
Şekil 1.7: Sedde Görüntüsü (Zonguldak).....	8
Şekil 1.8: Sel Kapanı Görüntüsü.....	9
Şekil 1.9: Tersip Bendi Görüntüsü (Artvin, Çoruhpark).....	9
Şekil 1.10: Geçirgen Tersip Bendi.....	10
Şekil 1.11: İslah Sekisi Görüntüsü (Isparta).....	10
Şekil 1.12: Kent Ormanı (Fransa).....	11
Şekil 1.13: Tarımda Kontrollü Trafik Prensibi Uygulaması Örneği.....	12
Şekil 1.14: Yeniden mendereslendirmeden önce b)Yeniden mendereslendirmeden sonra.....	12
Şekil 1.15: Hopa’da taşkın felaketi.....	16
Şekil 1.16: Arhavi’de taşkın felaketi.....	17
Şekil 1.17: Arhavi’ de 2021 yılında yaşanan taşkın afeti.....	17
Şekil 1.18: Arhavi Kabisre deresinde ıslah çalışmaları.....	18
Şekil 4.1: Çalışma alanı haritası.....	29
Şekil 4.2: Çalışma alanının sayısal yükseklik modeli.....	30
Şekil 4.3: İçkale Deresi-1 (Borçka).....	31
Şekil 4.4: İçkale Deresi-2 (Borçka).....	31
Şekil 4.5: İçkale Deresi-3 (Borçka).....	32
Şekil 4.6: İçkale Deresi-4 (Borçka).....	32
Şekil 4.7: Deviskel Deresi-1 (Borçka).....	33
Şekil 4.8: Deviskel Deresi-2 (Borçka).....	33
Şekil 4.9: Deviskel Deresi-3 (Borçka).....	34
Şekil 4.10: Snyder yöntemi şeması.....	42

Şekil 4.11: ArcMap arayüzü.....	44
Şekil 4.12: Genel iş akış şeması.....	45
Şekil 4.13: HEC-RAS programında Deviskel deresi en kesitlerine pürüzlülük katsayılarının girilmesi.....	47
Şekil 4.14: HEC-RAS programında Deviskel deresi en kesitlerine pürüzlülük katsayılarının girilmesi.....	47
Şekil 4.15: Çalışma alanına ait pürüzlülük katsayıları haritası.....	48
Şekil 4.16: Deviskel deresi için kararlı akım analizi.....	48
Şekil 4.17: İçkale deresi için kararlı akım analizi.....	49
Şekil 4.18: Deviskel deresi için kararlı akım analiz sonucu.....	49
Şekil 5.1: İçkale Deresine ait HEC-RAS programında yapılan analizlerde tekerrür yıllarına göre oluşturulan taşkın sonuç grafiği.....	51
Şekil 5.2: İçkale Deresi Q_{50} için taşkın derinlik haritası.....	52
Şekil 5.3: İçkale Deresi Q_{100} için taşkın derinlik haritası.....	52
Şekil 5.4: İçkale Deresi Q_{500} için taşkın derinlik haritası.....	53
Şekil 5.5: İçkale Deresi Q_{1000} için taşkın derinlik haritası.....	53
Şekil 5.6: HEC-RAS programında yapılan analizlerde tekerrür yıllarına göre oluşturulan Deviskel Deresine ait taşkın sonuç verileri.....	55
Şekil 5.7: Deviskel Deresi Q_{50} için taşkın derinlik haritası.....	55
Şekil 5.8: Deviskel Deresi Q_{100} için taşkın derinlik haritası.....	56
Şekil 5.9: Deviskel Deresi Q_{500} için taşkın derinlik haritası.....	56
Şekil 5.10: Deviskel Deresi Q_{1000} için taşkın derinlik haritası.....	57
Şekil 5.11: İçkale ve Deviskel Dereleri'nin Q_{50} , Q_{100} , Q_{500} ve Q_{1000} ' e göre karşılaştırmalı taşkın yayılım haritaları.....	58

KISALTMALAR

AFAD	Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
DSİ	Devlet Su İşleri
ED50	European Datum 1950
HEC-RAS	Hydrologic Engineering Centers River Analysis System
ITRF	International Terrestrial Reference System
İRAP	İl Risk Azaltma Planı
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
Q ₅₀	50 Yılda Bir Olası Taşkın Pik Debisi
Q ₁₀₀	100 Yılda Bir Olası Taşkın Pik Debisi
Q ₅₀₀	500 Yılda Bir Olası Taşkın Pik Debisi
Q ₁₀₀₀	1000 Yılda Bir Olası Taşkın Pik Debisi
SDF	Spatial Data Format
SYGM	Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
SYM	Sayısal Yükseklik Modeli
TIN	Triangulated Irregular Network

1. GİRİŞ

Afetler, insan faaliyetleri veya doğal kaynaklı olarak ortaya çıkan; can ve mal kayıpları, çevresel yardım ihtiyacı, hayata uyumda zorlanma gibi durumlara yol açan olaylar olarak tanımlanabilir (Singh, 2020). Taşkın, deprem, kasırga gibi olaylar doğal afet olarak bilinirken; baraj çökmeleri, nükleer kaynaklı kazalar ise insan kaynaklı afetler olarak adlandırılırlar (Aycan ve ark., 2002). Afetlerin insanlar üzerinde psikolojik, fiziksel ve ekonomik açıdan olumsuz etkileri bulunmaktadır (Erdem ve Kaya, 2018; Öney ve Akman, 2022).

Ülkemizde de sıkça rastlanılan taşkınlar; akarsu yatağındaki su iletim kapasitesinin farklı durumlarla azalması veya yatağında olması gereken miktardan daha fazla su olması durumunda, suyun akarsu yatağının dışına taşması sonucu can ve mal kaybına sebep olan bir doğal afettir (Sargın, 2013).

Taşkınlar; yağış alanları, iklim şartları ve topoğrafya gibi etkenlerle ortaya çıkabildiği gibi; insanların doğaya devamlı etkileri ile oluşabilmektedir. Dere yataklarına yapılan düzensiz yerleşimler ve müdahaleler ile kentleşme ve sanayileşme faaliyetlerinin gelişmesi nedeniyle artan yüzey akışları taşkına neden olabilmektedir. Son yıllarda dünya genelinde de görülen iklim değişiklikleri nedeniyle, kısa zamanda birim alana olması gerekenden daha fazla düşen yağış miktarları da taşkın riskini arttırmaktadır (Rangari ve ark., 2019). Bunun yanı sıra ülkemizde akarsuların düzensiz bir akış rejimine sahip olması, ülkenin bulunduğu enlem-boylam ve jeolojik nedenlerden dolayı taşkın, en riskli doğal afetlerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır (Sönmez ve Doğan, 2017).

Türkiye’de 2020 yılında yaşanan 905 afetten 177 adedinin meteorolojik kökenli afetler arasında yer alan sel ve taşkınlar olduğu görülmektedir. 2021 yılında Karadeniz Bölgesi’nde yer alan Sinop, Kastamonu ve Artvin illerinde hem maddi hem manevi anlamda çok ağır kayıplara neden olan taşkın afetleri yaşanmıştır. Bu taşkın afetleri nedeniyle Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD); 2021 yılını “Türkiye Afet Eğitim Yılı” ilan ederek afet riskinin azaltılması ve afetlerin önlenmesi için farkındalık yaratmak istemiştir (Anonim, 2022a; Anonim, 2022b; Çanta ve ark, 2022).

Taşkın afetlerine neden olan faktörler kapsamlı bir şekilde değerlendirildiğinde taşkınların sıklığının ve zararının artması öngörülebilmektedir. Bu nedenle taşkın yönetiminin önemi her geçen gün artmaktadır. Bu zararı azaltmak veya tamamen ortadan kaldırmak için taşkın riskinin multidisipliner ve bütüncül bir yaklaşımla yönetilmesi

gerekmektedir (Anonim, 2020). Geliştirilen matematiksel modeller sayesinde taşkın tehlikesini tahmin etmek için taşkın tehlike haritaları ve taşkın yayılım haritaları hazırlanabilmektedir. Taşkın tehlike haritaları, mevcut akış hızına bağlı olarak taşkın yayılımını, taşkın derinliğini, suyun hızını veya bunların bir birleşimini gösteren haritalardır. Taşkınlarla ilgili tehlikeli durumların belirlenmesinde çok sık kullanılan taşkın yayılım haritaları ise gerçekleşmiş belirli bir taşkın felaketinin ya da gerçekleşmesi olası bir taşkın durumunun arazide yayılımını göstermektedir (Demir, 2020). Taşkın tehlike haritaları karşılaşılabilecek afetlere hazırlıklı olmayı ve taşkınlara müdahaleyi hızlandırabilir. Taşkınların haritalandırılması; taşkın ihtimali yüksek olan alanlarda, arazi kullanımının planlanması ve yönetimi için oldukça önemlidir. Bunun yanı sıra, etkili acil müdahale stratejileri geliştirebilmek, taşkınların yıkıcı etkilerini önlemek ve azaltmak için güvenilir ve hızlı taşkın tahmin araçlarına gerek duyulmaktadır (Dottori ve ark., 2016).

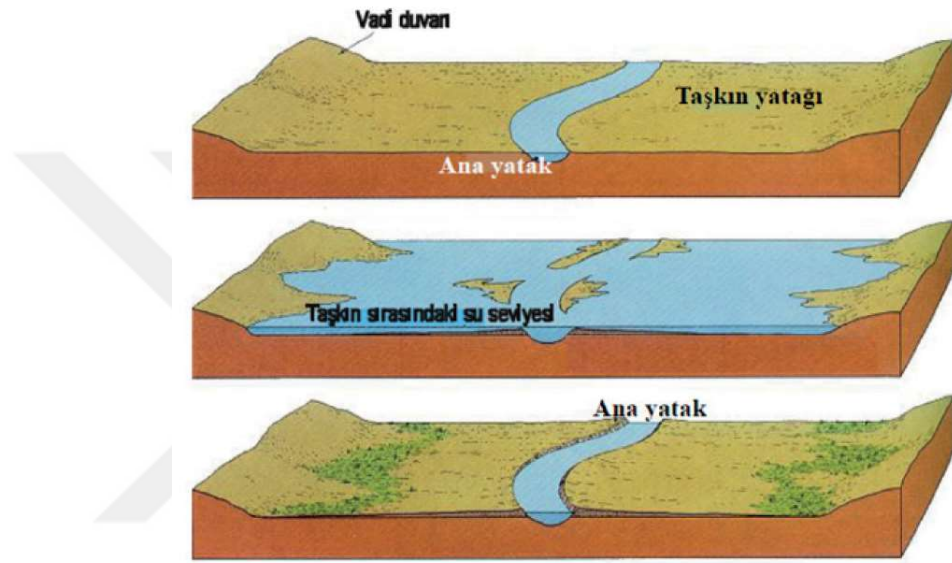
Tehlike haritalarının hazırlanmasının ilk aşaması veri toplama ve Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) oluşturmaktır (Prinos, 2008). Taşkın çalışmalarında ihtiyaç duyulan verilerin toplanması ve işlenmesi için Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) veya uzaktan algılama tekniklerinin kullanılması tavsiye edilmektedir. Taşkın haritalamada birçok program kullanılmaktadır. Amerika Birleşik Devleti Ordusu Mühendisler Birliği (US Army Corps of Engineers – USACE) tarafından geliştirilen, fiziksel tabanlı denklemleri kullanan yazılım paketlerinden Hidrolojik Mühendislik Merkezi-Nehir Analiz Sistemi (Hydrologic Engineering Center - River Analysis System - HEC-RAS), hem bilimsel literatürde hem de pratikte en çok bilinen ve kullanılan programlardan birisidir (HEC, 2010, HEC-RAS, 2016, Costabile ve ark., 2020).

Bu çalışmada, Artvin İli Borçka ilçesinde yer alan Deviskel (Aksu) ve İçkale (Cihala) derelerinin hidrolik modeller ile taşkın alanlarının belirlenmesi ve taşkın yayılım haritalarının üretilmesi hedeflenmiştir. Çalışmanın hidrolik modelleme aşamalarında HEC-RAS 5.0.4 yazılımı; analiz için gerekli verilerin hazırlanması ile sonuçların görselleştirilmesi için ise ArcGIS 10.5 CBS yazılımı kullanılmıştır.

TAŞKIN KAVRAMI

Taşkın Tanımı

Taşkın, kentsel kanalizasyon sistemlerinden kaynaklananlar dışında, normal şartlarda akarsuların geçici olarak yatak dışına çıkması yoluyla topraklara, yerleşim yerlerine, tarım arazilerine, altyapıya ve canlı organizmalara hasar vererek taşkın alanındaki sosyal ve ekonomik etkinlikleri sekteye uğratan bir doğa olayıdır (Şekil 1.) (Anonim, 2022c).



Şekil 1. Taşkın yatağı temsili örneği (Anonim, 2022c)

Taşkın Türleri

Taşkınlar; oluştukları zamana, mevsimlere ve ortaya çıktıkları yere göre sınıflandırılabilirler. (Taşkın Yönetimi, 2022). Oluşma süreleri bakımından taşkınlar, uzun zamanda oluşan taşkınlar ve ani taşkınlar olmak üzere iki gruba ayrılırlar (Tablo 1.1.). Burada yağmurun ve karın ikinci akışa dönüşme süresi taşkınların süresini belirlemektedir.

Tablo 1.1. Oluşma sürelerine göre taşkınlar (Anonim, 2022c)

<i>Taşkın Türü</i>	<i>Taşkın süresi</i>
Uzun zamanda oluşanlar	Bir hafta ve ya daha uzun sürede oluşanlar
Ani taşkınlar	6 saat içinde oluşanlar

Taşkınlar oluş zamanlarına göre üçe ayrılırlar (Tablo 1.2). Bu durum taşkınların mevsimsel oluşumu ile ilgilidir.

Tablo 1.2. Oluşma zamanlarına göre taşkınlar (Anonim, 2022c)

<i>Taşkın Tipi</i>	<i>Taşkın Sebepleri</i>
Yaz mevsimi taşkınları	Yaz aylarında şiddetli yağmur veya dağınık yerlerde kar ve buzul erimesi
Kış mevsimi taşkınları	Kasım-Mart ayları arasında oluşan yağışlar sonucu
İlkbahar mevsimi taşkınlar	Nisan ve Mayıs aylarında oluşan yağışlar sonucu

Taşkınlar meydana geldikleri yere göre diğer bir ifadeyle oluş yerlerine göre beş gruba ayrılmaktadır (Tablo 1.3).

Tablo1.3. Oluş yerlerine göre taşkınlar (Anonim, 2022c)

<i>Taşkın tipi</i>	<i>Taşkının sebepleri</i>
Nehir taşkınları	Kar erimesi ve /ve ya, yoğun yağışla akarsu kesitinin daralması, baraj deformasyonu veya koruyucu diğer yapıların deforme olması
Kıyı taşkını	Fırtına Tsunami Yüksek dalgalar
Dağlık alan taşkınları	Genellikle yüksek bölgelerdeki karların erimesi neticesinde oluşan taşkınlardır
Yeraltı suyu taşkınları	Şiddetli ve uzun süreli yağışlar sırasında yağmur sularının normalden daha fazla toprağa sızması ve yeraltı su seviyesinin yükselerek yüzeye ulaşması sonucu meydana gelen taşkınlardır
Göl taşkınları	Göl seviyesi değişimleri ve dalga etkisiyle oluşan taşkınlardır.



Şekil 1.2. Nehir Taşkını (İçkale, Borçka, ARTVİN)



Şekil 1.3. Kıyı Taşkını-Tsunami (Avustralya) (Anonim, 2022c)



Şekil 1.4: Dağlık Alan Taşkını (Borçka, Artvin) (Anonim, 2022c)

Taşkınların Nedenleri

Taşkınları ve etkilerini şiddetlendiren birincil etkenler; iklimsel değişiklikler, nehir havzasındaki bozulmalar, dere yatakları ve taşkın kontrol yapılarının hatalı yerleşimleri, taşkına eğilimli bölgelerin plansız kullanımı, kentleşme, yol ve demiryolu ağları ve kötü tasarlanmış mühendislik yapıları olarak değerlendirilebilmektedir. Taşkına yatkın bölgelerde nüfus artışı ve artan ekonomik gelişme taşkın riskini artırmaktadır. Nüfus yoğunluğunun artması ve özellikle gelişmekte olan ülkelerde kentsel yerleşimlere plansız göç eğilimleri nedeniyle taşkınlara karşı savunmasızlık artmaktadır. Yetersiz ve bakımsız drenaj sistemleri, kontrolsüz genişleme ve yerleşim ile birlikte şehirlerde de kentsel taşkınlar gözlenmektedir (Naiji ve ark., 2021, Çırağ ve Fırat, 2022). Sanayileşme süreci ve buna bağlı kentleşme, nehir havzalarındaki insan faaliyetini önemli ölçüde artırmaktadır. Bu durum tüm havzayı etkilemekte ve devamında can ve mal kaybına neden olan yıkıcı taşkınlara neden olmaktadır. Elverişsiz tarım faaliyetleriyle toprağın yoğun bir şekilde kullanılması ile taşkınlar giderek daha geniş çapta ve sık olarak görülmektedir. Şiddetli yağışlar, dolu ve kısa sürede eriyen karlar sonucunda doğal nehir yatağının ve düzenlenmiş nehir yatağının kapasitesi aşılma, ağaçlandırma faaliyetleri yüzey akıntı kapasitesini artırarak nehir yatağı alanını daraltmaktadır. Dere yatakları üzerinde köprü, menfez vb. geçiş yapılarının inşası, dere yataklarına çöp, moloz, ticari ve evsel atıkların dökülmesi, dere yataklarına kanalizasyon şebekesinin döşenmesi, dere yataklarının barınma, park ve pazar yeri olarak kullanılması, ağaç ve çalılarının doğal büyümesinin olduğu durumlar dere yatağının taşıma kapasitesini azaltmakta ve riski artırmaktadır (Anonim, 2022c).

Taşkınların Zararları

Taşkınların birincil (doğrudan) ve ikincil (dolaylı) etkileri; taşkınların şiddeti, zamanı, süresi ve etki alanına göre değişir. Birincil etki, can ve mal kaybına ve çevre tahribatına neden olan fiziksel bir etkidir. Yerleşim bölgelerini, sanayi merkezlerini, altyapı tesislerini, tarım alanlarını dolayısıyla ekonomik faaliyetleri ve çevreyle ilgili göstergeleri olumsuz etkiler. Taşkın alanındaki suyun derinliği ve hızı birincil etkilerin şiddetini belirleyen unsurlardır. Direkt etkilerinin yanı sıra taşkınların dolaylı yani ikincil etkileri de vardır. Taşkın sonrasında ortaya çıkan ekonomik kayıplar sosyal yapıda da kırılmalara neden olabilmektedir. Azalan üretim kapasitesi ve artan işsizlik oranı büyük bir sorun haline gelmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde uzun vadeli sağlık problemlerinin

taşkınlarnn fiziksel etkilerinden daha riskli olduğu bildirilmiştir. Taşkın sularının yarattığı kirlenmeyle ortaya çıkan patojenlerin insan sağlığı üzerinde etkili olacağı aşıkrdır. Kirlenen içme sularından kaynaklanan, tifo, hepatit, kolera vb. hastalıklarla beraber, gıda sıkıntısından kaynaklı sorunlar da çeşitli hastalıkları tetiklemektedir. Bununla birlikte toplumun ruh sağlığı üzerinde de olumsuz etkileri görülmüştür. Bu bölgelerde yaşanan taşkın kaynaklı mental kökenli hastalıklar da insan hayatında olumsuz etkiler yaratan ikincil etkilerdendir (Anonim, 2022c)

TAşKINDAN KORUNMA YÖNTEMLERİ

Taşkın ncesi

Taşkın gerçekleşmeden, yerleşim birimlerinde yapılan riskin azaltılmasına yönelik uygulamalardır. Yapısal olan ve yapısal olmayan önlemler olarak sınıflandırılmaktadır (Anonim, 2022c).

Yapısal nlemler

Taşkın Koruma Amaçlı Barajlar

Akarsu havzasında suyun ihtiyaç halinde kullanılmak üzere depolanmasının gerekliliğini de yerine getiren (içme suyu, sulama, enerji vb.), taşkın koruma ve kontrolünü sağlayan çok amaçlı büyük yapılardır. Uzun süreli koruma için baraj, gölet ve regülatör (düzenleyici) gibi büyük ölçekli yapılar taşkın koruması ve havzada taşkının önlenmesi için inşa edilmektedir. Çalışma alanı olan Artvin'in Borçka ilçesi sınırları içinde bulunan Borçka Barajı, Çoruh Nehri üzerinde enerji üretimi amacıyla 1998-2005 yılları arasında inşa edilen bir barajdır. Toprak gövde dolgu tipi olan barajın gövde hacmi 7.785.000 m³, akarsu yatağından yüksekliliği 86,00 m normal su kotunda gl hacmi 419,00 hm³, normal su kotunda göl alanı 10,84 km²'dir (Anonim, 2022c) (şekil 1.5).



Şekil 1.5. Borçka Barajı (Artvin) (DSİ, 2022)

İslah ve Taşkın Kontrol Tesisleri

Taşkın kontrol yapıları, akarsuyun yatak güzergâhının özelliğine bağlı olarak, hidrolik ölçütler içinde farklı taşkın tekerrür debilerinde taşkınların denetlenmesini sağlayan yapılardır. Taşkın kontrol tesisleri ve ıslah yapıları, taşkın tehlikesi anında suları akarsu yatağı içinde tutma işlevi görmektedir. Ayrıca taşkın duvarı, bentler, derivasyon kanalları ve kentsel yağmur suyu boşaltma tesisleri, depolama tesisleri (sel kapanları, barajlar vb.) gibi suyun akış durumunu düzenleyen koruma tesislerini içerir. Aşağıda taşkın kontrol yapıları için bilgiler verilmektedir (Anonim, 2022c).

Duvarlı taş tahkimat

Taşkın sonrasında kontrollü olarak suların, membadan mansaba transferini sağlayan yapılardır (Şekil 1.6.) (Anonim, 2022c).



Şekil 1.6. Duvarlı Taş Tahkimat Görüntüsü (Bartın) (Anonim, 2022c)

Sedde

Taşkın sularından korunma amacıyla akarsu boyunca inşa edilen yapay dolgudur (Şekil 1.7) (Anonim, 2022c).



Şekil 1.7. Sedde Görüntüsü (Zonguldak) (Anonim, 2022c)

Sel kapanı

Taşkın sularını geçici olarak bir alanda toplayan, herhangi bir anda oluşan taşkının akışını uzun bir süreye yayarak yavaşlatan ve mansaptaki güvenli yatak kapasitesi kadar çıkış yoğunluğu sağlayan düşük seviyeli barajlardır (Şekil 1.8) (Anonim, 2022c).



Şekil 1.8. Sel Kapanı Görüntüsü (Samsun) (Anonim, 2022c)

Tersip Bendi

Büyük miktarda rüsubat taşıyan ve bunun sonucunda mansapta çeşitli sorunlara yol açan akarsularda, yağış havzalarından gelen rüsubatları mansaba taşımadan kanallarda depolamak için nehir yatağına yapılan enine yapılardır (Anonim, 2022c) (Şekil 1.9).



Şekil 1.9 Tersip Bendi Görüntüsü (Artvin, Çoruhpark)

Geçirgen Tersip Bendi

İstenilen büyüklükteki rüsubatın yapı alanında tutulmasını sağlayan veya istenilen büyüklükteki rüsubatın mansaba geçişine izin veren, nehir yatağında balık geçişlerine imkân tanıyan, düzenli olarak temizlenmesi gereken yapılardır (Şekil 1.10) (Anonim, 2022c).



Şekil 1.10. Geçirgen Tersip Bendi (Anonim, 2022c)

İslah Sekisi

Akarsularda eğimi düşürerek suyun hızının, dolaylı olarak sürüklenme gücünün azaltılmasıyla bölgedeki toprak kaymasını önlemek amacıyla akarsu eksenine dik şekilde yapılır. Akarsularda tabanın korunması, heyelanlı kıyı ve yamaçların desteklenmesi, rüsubat taşınımının azaltılması veya taşınan fazla miktarda rüsubatın uygun alanlarda depo edilmesi amacıyla inşa edilen tek ya da bir dizi (sistematik) şeklindeki yapılardır (Şekil 1.11) (Anonim, 2022c).



Şekil 1.11. İslah Sekisi Görüntüsü (Isparta) (Anonim, 2022c)

Yapısal Olmayan Önlemler

Doğal Su Tutma Önlemleri

Doğal su tutma önlemleri, suyla ilgili sorunları, su kütlelerinin doğal özellikleri ve ekosistemleri ile birlikte ele alıp doğal yollardan ve çözümlerden yararlanarak su kaynaklarının geri kazanımını, kaynakları muhafaza ederek korumayı ve yönetmeyi amaçlar. Bu önlemlerin temel amacı, akiferlerin, toprağın ve ekosistemlerin su depolama düzeyini iyileştirmek ve korumaktır. Doğal su tutma önlemlerinin, taşkın ve kuraklık tehlikesini azaltmak, su kalitesini iyileştirmek, yer altı suyunu yenilemek ve yaşam alanlarını daha iyi hale getirmek gibi birçok faydası bulunmaktadır (Anonim, 2022c).

Çayır ve Meralar

Taşkın esnasında taşan suyun geçici olarak muhafaza edilmesi için uygun koşulları sağlamak suretiyle yağışın akışa geçişini yavaşlatır. Ayrıca su kalitesini olumlu yönde etkileyen sediment tutma ve besin Emilimi gibi faydaları da vardır. Köklü bitkilerce toprak üst yüzeyinin tutulması yüzey akışını azaltırken toprağa sızma oranını yani Emilimi artırır (Anonim, 2022c)

Kent Ormanları

Kent Ormanlarının sağladığı ekosistem hizmetleri, hem hidrolojik hem de diğer alanlardan oldukça kapsamlıdır. Hava kalitesini iyileştirir, yerel mikro iklimleri yumuşatır, kentsel biyoçeşitliliği artırır ve iklim değişikliğinin etkilerini hafifletmeye yardımcı olur. Ayrıca kent ormanlarının yüzey Emiliminin şehir alanlarına göre daha fazla olması ve akiferlerin beslenmesi için önemli bölgeler olmaları gibi hidrolojik yararları bulunmaktadır (Şekil 1.12) (Anonim, 2022c).



Şekil 1.12. Kent Ormanı (Fransa) (Anonim, 2022c)

Tarımda Kontrollü Trafik Uygulamaları

Mevcut sistemlerde makinelerin tarlada serbest dolaşımını bir sezon kapsamında toprağın %75'ine yakın kısmını, ikinci sezondan itibaren ise tamamını sıkıştırılarak infiltrasyonu azaltmaktadır. Bunun yanı sıra toprağın eski haline dönmesi birkaç yıl alabilmektedir. Kontrollü trafik uygulamaları, sıkıştırma alanını %15 gibi bir değere indirebilen, toplam makine yükünü mümkün olan en küçük hat alanıyla sınırlandırma ilkesine dayanır (Şekil 1.13.) (Anonim, 2022c).



Şekil 1.13. Tarımda Kontrollü Trafik Prensibi Uygulaması Örneği
(Anonim, 2022c)

Yeniden Mendereslendirme

Akarsularda mendereslendirme uygulamasıyla U şekli verilen akarsuyun su hızının düşürülmesi sağlanmaktadır. Geçmişte, suyun transferini hızlandırmak, yatak hareketini sınırlamak veya kontrol etmek gibi nedenlerle, kıvrımları düzleştirip akarsuyu düz bir kanala dönüştürme uygulamaları yapılmıştır. Yeniden mendereslendirme uygulamasıyla, yeni menderes şekillerinin oluşturulması, akarsuyun tekrar eski haline getirilmesi veya akarsu ile bağlantısı kopmuş olan menderesli bölgelerle tekrar bağlantı kurulması ve sonuç olarak akış hızının düşürülmesi sağlanır. Böylece düşük hıza sahip yeniden mendereslenmiş alanlar biyoçeşitlilik ve sedimentasyon üzerinde olumlu etki oluştururlar. Aynı zamanda suda ve karada yaşayan çeşitli bitki ve hayvan türleri için yaşam alanı sağlarlar (Şekil 1.14 a ve b) (Anonim, 2022c).



Şekil 1.14. a) Yeniden mendereslendirmeden önce b)Yeniden mendereslendirmeden sonra (Anonim, 2022c)

Ülkemizde Taşkın Yönetimi

Doğal bir olay olan taşkın felaketinin yıkıcı etkileri, zamanında ve doğru önlemlerle hafifletilebilmektedir. Bu önlemler yapısal olsun ya da olmasın devamlılığı olduğu sürece taşkınların yıkıcı etkileri en aza indirebilmektedir. Taşkınlar, Türkiye'de ve dünyada her yıl çok fazla ekonomik zarara ve can kayıplarına neden olan doğal afetlerdendir. Türkiye'de deprem felaketinden sonra istatistiksel verilere göre en fazla can kaybı ve ekonomik hasara neden olan felaket taşkın felaketidir. Taşkını önleme yaklaşımından, taşkın risklerinin bölgesel olarak havza düzeyinde yönetimi yaklaşımına geçilmekte olan ülkemizde Havza Taşkın Yönetim Planları oluşturulmaktadır (Taşkın Yönetimi, 2022). Bu kapsamda hazırlanan ve birçok taşkın felaketinin yaşandığı Artvin ilini de kapsayan Doğu Karadeniz Havzası Taşkın Yönetim Planında; Doğu Karadeniz Havzası'nda oluşacak taşkın risklerinin belirlenmesi, değerlendirilmesi ve azaltılmasına yönelik gerekli çalışmaların ve bu çalışmaların yürütülmesinde görevli kurum ve kuruluşları belirlenmesi amaçlanmıştır (Anonim, 2023 a).

Taşkın Tahmini ve Erken Uyarı Sisteminin Pilot Alt Havzalarda Kurulması Projesi kapsamında ise taşkın olmadan önce gerekli tedbirlerin alınması ve taşkınların olumsuz etkilerinin azaltılması, can kaybının hiç yaşanmaması, mal kaybının ise asgari düzeyde tutulabilmesi hedeflenmektedir. Çalışmaları Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından sürdürülen ve 13.07.2021 tarihinde başlanan projenin 2023 yılı itibariyle tamamlanması hedeflenmektedir (Anonim, 2023 b).

Taşkın Mevzuatı

Taşkınlar can kayıplarına ve ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Taşkınların sebep olacağı can kaybı ve ekonomik zararları en aza indirmek için ülkemizde bazı kanunlar ve alt mevzuatlar yürürlüğe konmuştur (Anonim, 2022c). Bu kanun ve alt mevzuatların bir

kısmı taşkınlarla doğrudan ilişkili iken bir kısmı da dolaylı olarak ilişkilidir. Taşkın afetine karşı yürürlüğe konulan kanunlar Tablo 1.4’ de verilmiştir.

Tablo 1.4. Kanunlar (Anonim, 2022c)

	Kanun Adı	No	Resmî Gazete
1	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi	85	Tarih: 29/10/2021 Sayı: 31643
2	Umumi Hıfzıssıhha Kanunu 1593	1593	Tarih: 6/5/1930 Sayı: 1489
3	Tabii Afetlerden Zarar Gören Çiftçilere Yapılacak Yardımlar Hakkında Kanun	2090	Tarih: 5/7/1977 Sayı: 15987
4	İstanbul Su Ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü Kuruluş Ve Görevleri Hakkında Kanun	2560	Tarih: 23/11/1981 Sayı: 17523
5	Çevre Kanunu	2872	Tarih: 11/08/1983 Sayı: 18132
6	Taşınmaz Mal Zilyetliğine Yapılan Tecavüzlerin Önlenmesi Hakkında Kanun	3091	Tarih: 15/12/1984, Sayı: 18606
7	İmar Kanunu	3194	Tarih: 9/5/1985, Sayı: 18749
8	Meteoroloji Genel Müdürlüğü / Meteoroloji Hizmetleri Hakkında Kanun	3254	Tarih: 14/1/1986 Sayı: 18988
9	Kıyı Kanunu	3621	Tarih: 17/04/1990, Sayı: 20495
10	Tabii Afet Nedeniyle Meydana Gelen Hasar ve Tahribata İlişkin Hizmetlerin Yürütülmesine Dair Kanun	4123	Tarih: 25/7/1995, Sayı: 22354
11	Taşkın Sulara ve Su Baskınlarına Karşı Korunma Kanunu	4373	Tarih: 21/01/1943 Sayı: 5310
12	Büyükşehir Belediyesi Kanunu	5216	Tarih: 23/7/2004 Sayı: 25531
13	Türk Ceza Kanunu	5237	Tarih: 12/10/2004 Sayı: 25611
14	İl Özel İdaresi Kanunu	5302	Tarih: 4/3/2005 Sayı: 25745
15	Kabahatler Kanunu	5326	Tarih: 31/3/2005 Sayı: 25772
16	Belediye Kanunu	5393	Tarih: 13/7/2005 Sayı : 25874
17	Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu	5403	Tarih: 19/07/2005 Sayı: 25880
18	İl İdaresi Kanunu	5442	Tarih: 18/6/1949 Sayı: 7236
19	Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun	5902	Tarih: 17/6/2009 Sayı: 27261
20	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü / Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğünce Yürütülen Hizmetler Hakkında Kanun	6200	Tarih: 25/12/1953 Sayı: 8592
21	Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun	6306	Tarih: 31 /5/2012 Sayı: 28309
22	Orman Kanunu	6831	Tarih: 08/09/1956 Sayı: 9402
23	Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanun	7269	Tarih: 25/5/1959 Sayı: 10213
24	Afet Sigortaları Kanunu	6305	Tarih : 9/5/2012
25	Tarım ve Orman Bakanlığı 1 Sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi	1	Tarih : 10.07.2018 Sayı : 30474

Taşkın afetine karşı yürürlüğe konulan yönetmelik ve diğer mevzuatlar Tablo 1.5’de verilmiştir.

Tablo 1.5. Yönetmelik ve Diğer Mevzuat (Anonim, 2022c)

	Kanunun Adı	Yayımlandığı Resmi Gazete
1	Afetlerin Genel Hayata Etkinliğine İlişkin Temel Kurallar Hakkında Yönetmelik	Tarih: 21/09/1968 Sayı: 13007
2	Taşınmaz Mal Zilyetliğine Yapılan Tecavüzlerin Önlenmesi Hakkında Kanun Uygulama Şekli ve Esaslarına Dair Yönetmelik	Tarih: 31/07/1985 Sayı: 18828
3	Planlı Alanlar Tip İmar Yönetmeliği	Tarih: 02/11/1985 Sayı: 18916 Mükerrer
4	Kıyı Kanununun Uygulanmasına Dair Yönetmelik	Tarih: 03/08/1990 Sayı: 20594
5	Karayolu Yolboyu Mühendislik Yapıları İçin Afet Yönetmeliği	Tarih: 07/12/2006 Sayı: 26369
6	Dere Yatakları ve Taşkınlar Konulu Başbakanlık Genelgesi	Tarih: 09/09/2006 Sayı: 26284
7	Kum Çakıl Ve Benzeri Maddelerin Alınması, İşletilmesi Ve Kontrolü Yönetmeliği	Tarih: 08/12/2007 Sayı: 26724
8	Akarsu ve Dere Yataklarının Islahı Konulu Başbakanlık Genelgesi	Tarih: 20/02/2010 Sayı: 27499
9	Kentsel Gelişme Stratejisi ve Eylem Planı (2010-2023)	Tarih: 04/11/2010 Sayı: 27749
10	Su Havzalarının Korunması ve Yönetim Planlarının Hazırlanması Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik	Tarih: 28/10/2017 Sayı: 30224
11	Afet ve Acil Durum Müdahale Hizmetleri Yönetmeliği	Tarih: 18/12/2013 Sayı: 28855
12	Jeolojik Etüt Raporları (Afet-Etüt) ile Plana Esas Jeolojik, Jeolojik-Jeolojik-Jeoteknik ve Mikrobölgeleme Etüt Raporlarının düzenlenmesi ve onay işlemleri ile ilgili Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığının Genelgesi	Tarih: 20/03/2013 Sayı: 1919
13	Orman ve Su İşleri Bakanlığı Ulusal Havza Yönetimi Strateji Belgesi (2013-2023) / (Mülga)	Tarih: 04/07/2014 Sayı: 29050
14	Havza Yönetimi Merkez Kurulu, Havza Yönetim Heyetleri ve İl Su Yönetimi Koordinasyon Kurullarının Teşekkülü, Görevleri, Çalışma Usul ve Esaslarına Dair Tebliğ	Tarih: 18/01/2019 Sayı: 30659
15	Taşkın Yönetim Planlarının Hazırlanması, Uygulanması ve İzlenmesi Hakkında Yönetmelik	Tarih: 12/05/2016 Sayı: 29710
16	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Taşkın ve Rüsubat Kontrolü Yönetmeliği	Tarih :03/05/2019 Sayı : 30763

Doğu Karadeniz Havzasındaki Taşkınlar

Türkiye’nin kuzeydoğu kesiminde 40°15’-41°34’ kuzey enlemleri ile 36°43’-41°35’ doğu boylamları arasında yer alan Doğu Karadeniz Havzası, yaklaşık 22.848 km² alana ve 1.462 km çevre uzunluğuna sahiptir. Artvin ilinin de içinde bulunduğu havza sınırları içinde bulunan diğer iller Ordu, Trabzon, Giresun, Rize, Gümüşhane, Sivas, Bayburt, Erzurum, Samsun ve Tokat illeridir. Doğu Karadeniz Havzası’nda hâkim olan iklimsel özellikler, vadilerinde akarsuların akışı ve vadilerin arazi kullanım durumları, havzadaki taşkınların ortaya çıkış biçimlerine neden olmaktadır (Yüksek ve ark. 2022).

Havzanın Karadeniz sahil şeridi boyunca uzanan kesimleri, Türkiye yağış ortalamalarının çok üzerinde yağış almaktadır. Havzada yüzlerce vadi bulunmaktadır. Bu vadilerin ortak özelliklerinden en önemlisi yüksek mecra eğimine sahip olmaları ve akış rejimlerinin düzensizliğidir. Dik ve derin vadiler boyunca ilerleyen ve akış rejimi düzensiz olan bu akarsularda meydana gelen çeşitli büyüklükteki taşkınlar, vadi tabanlarındaki sınırlı düzlük sahalarındaki yerleşim alanlarına ve tarım alanlarına zaman zaman önemli zararlar vermektedir. Aşırı yağış alan vadiler boyunca zayıf bitki örtüsü ve mevcut jeolojik şartlar nedeniyle sıkça heyelanlar da yaşamaktadır. Doğu Karadeniz Havzası'nda, 1929-2020 yıllarında meydana gelen taşkın olayları aşağıda özetlenmektedir (Tablo 1.6). 1955 yılından sonra bölgede yaşanan en büyük taşkın Giresun, Trabzon ve Gümüşhane illerini kapsayan 20 Haziran 1990 yılında meydana gelen taşkındır. Bu taşkın 10 farklı dere havzasında olurken 7500 ha' lık bir alanı etkilemiştir. Taşkın sonucunda 57 kişi hayatını kaybetmiş ve toplam 458 milyon TL tutarında bir maddi zarar oluşmuştur (Yüksel ve ark. 2022).

Tablo 1.6. Doğu Karadeniz Havzası'nda, 1929-2021 yılları arasında yaşanan taşkınlar (Yüksel ve ark., 2022)

Yıl	Bölge	Kişi	Yıl	Bölge	Kişi
1929	Trabzon	146	2001	Rize	10
1959	Trabzon, Rize	13	2002	Rize	34
1963	Trabzon	5	2005	Rize	12
1965	Giresun, Trabzon	2	2006	Artvin, Giresun, Rize	6
1974	Gümüşhane	3	2009	Rize, Ordu	3
1977	Rize	6	2009	Artvin	10
1981	Rize	27	2010	Rize	13
1982	Rize	8	2010	Giresun	3
1983	Rize	27	2011	Trabzon	1
1988	Rize, Artvin	3	2015	Artvin	13
1988	Trabzon	68	2016	Rize, Trabzon	3
1990	Trabzon	57	2017	Rize	1
1990	Rize	51	2019	Rize, Trabzon	8
1995	Rize, Artvin	9	2020	Rize	3
1996	Trabzon	9	2021	Rize	6 (2 kayıp)
1997	Giresun	5	2021	Artvin	4
1998	Trabzon	50			

Artvin ve çevresinde meydana gelen taşkınlar

Artvin ilinde meydana gelmiş taşkın olayları incelendiğinde Hopa, Arhavi, Borçka ve Kemalpaşa ilçe merkezlerinde yaşanan taşkınlar öne çıkmaktadır. Taşkınların bu bölgede

yaygın olmasının ana nedeni, bu ilçe merkezlerinden geçen 14 adet irili ufaklı derenin üzerinin kapatılması veya dere yataklarının daraltılmasıdır. Son yıllarda ilçe merkezlerini de etkileyen önemli taşkın afetleri meydana gelmiştir.

24.09.2009 tarihinde Borçka’da etkili olan aşırı yağışlar sonucunda meydana gelen taşkın felaketinde 2 kişi hayatını kaybetmiştir. İçkale Deresinin taşması nedeniyle, Düzköy, Kale ve Demirciler köyleri büyük zarar görmüştür. Hopa-Borçka yolunun 11 kilometrelik bölümü tahrip olmuştur. (Anonim, 2023c).

11.11.2015 tarihinde Borçka ilçesinde m²’ ye düşen 173 kg yağış sonucunda taşkın meydana gelmiştir. Taşkın felaketinde 2 kişi ölürken, 2358 kişi felaketten etkilenmiş, 58 konut hakkında nakil kararı verilmiştir (Anonim, 2021).

Artvin ili Borçka ilçesinde 28.09.2019 tarihinde meydana gelen taşkın felaketinde ise 13 kişi derelerin taşması sonucu evlerinde mahsur kalarak AFAD ekipleri tarafından kurtarılmıştır. Hopa-Borçka karayolu da kapanarak ulaşımda aksamalara neden olmuş, ilçede bazı köy ve mahalle yolları da taşkın ve toprak kayması nedeniyle ulaşım kapanmıştır (Anonim, 2023d).

24 Ağustos 2015 tarihinde mevsim normalleri dışında yağın yağmur sonucu Artvin ilinin Arhavi, Hopa ve Borçka ilçesinde taşkın meydana gelmiştir. Yetkililerce yapılan açıklamada ilk bulgulara göre afetin; yağış, topoğrafik eğim, arazinin kullanım durumu ve yüzey drenajına bağlı olarak gerçekleştiği belirtilmiştir. Afet sonrası 8 kişinin hayatını kaybettiği, biri çocuk üç kişinin de kayıp olduğu açıklanmıştır. Hopa merkez, Cumhuriyet, Sundura, Sugören, Yoldere, Sanayii mahallelerinde ve yakın köylerde birçok konut, işyeri kullanılamayacak hale gelmiştir. Ayrıca çok sayıda küçükbaş, büyükbaş ve kümes hayvanı zarar görmüş, seralar, fındık, çay ve meyve bahçelerinde oldukça büyük zararlar oluşmuştur (Şekil 1.15) (Anonim, 2023e).



Şekil 1.15. Hopa’da taşkın felaketi (Anonim, 2023e)

31 Ağustos 2016 tarihinde, Artvin’in Borçka ilçesinde etkili sağanak yağış nedeniyle, ilçede etkili olan yağışlar sonrasında İçkale ve Demirciler dereleri taşmış, dere ıslahında kullanılan iş makinesi su altında kalmıştır. İlçeye bağlı Demirciler ve Kale köyünde yol kenarlarında evler hasar görürken, bu köylerde bazı ekili alanlar da zarar görmüştür (Ersoy, 2016).

Artvin’in Arhavi ve Hopa ilçeleri ile Rize’nin Fındıklı ilçesini içine alan bölgede 1 Eylül 2016 yılında meydana gelen sıra dışı yağış sonrasında taşkın afeti yaşanmıştır. Yetkililerce yapılan açıklamaya göre, taşkına neden olan yağmur 1975-2016 yılları arasında Ağustos ve Eylül aylarının ortalama yağış miktarının toplamından daha fazladır (Şekil 1.16) (Anonim, 2023f).



Şekil 1.16. Arhavi’de taşkın felaketi (Anonim, 2023f).

Yine Artvin’in Arhavi ilçesinde 22 Temmuz 2021 tarihinde meydana gelen ve sabah saat 07.00 gibi başlayıp 15.00’a kadar süren şiddetli yağış sonrasında taşkın meydana

gelmiştir. Sonraki günlerde de devam eden yağış üzerine AFAD tarafından 26-28 Temmuz 2021 tarihlerinde sel uyarısı yapılmış ve aynı tarihlerde son derece şiddetli olan yağışlar sebebiyle özellikle Kabisre deresinde taşkın meydana gelmiştir (Şekil 1.17) (Anonim, 2023g).



Şekil 1.17. Arhavi’ de 2021 yılında yaşanan taşkın afeti (Anonim, 2023g).

Geçen bir buçuk sene içerisinde Arhavi Kabisre deresinin ıslah çalışmaları neredeyse tamamlanmıştır. Yetkililerce yapılan açıklamada ıslah çalışmaları sonucunda 1 ilçe, 7 mahalle ve 280 ha tarım arazisi taşkın riskine karşı korunacaktır (Şekil 1.18) (Anonim, 2023h).



Şekil 1.18 Arhavi Kabisre deresinde ıslah çalışmaları (Anonim, 2023ı).

2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Taşkınların neden olduğu zararları azaltmak ve taşkın yönetimine katkı sağlamak amacıyla ülkemizde ve dünya genelinde birçok çalışma yapılmıştır. Literatürde özellikle taşkın risk haritalarının elde edilmesinde HEC-RAS yazılımının yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmaların bir kısmı aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Horritt ve Bates (2002) tarafından gerçekleştirilen çalışmada İngiltere'deki Severn nehrinin 60 km'lik bir mesafesinde taşkın hidroliğinin 1D ve 2D modelleri (HEC-RAS, LISFLOOD-FP ve TELEMAC-2D) uygulanmıştır. Radar uzaktan algılama uydularından taşkın kapsamının sinoptik görüntüleri 1998 ve 2000'deki taşkın olayları için belirlenmiştir. Sonuçlar, hem HEC-RAS hem de TELEMAC-2D modellerinin akışa veya taşkın riskine karşı kalibre edilebileceğini göstermiştir.

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. Çalışmada HEC-GeoRAS yazılımı kullanılarak, sayısal yükseklik modelinden (SYM) akış geometrisi verileri elde edilmiştir. Belirlenen nehir taşkın tehlikesi, CBS ortamında hidrolik model sonuçlarına göre su derinliği ve akış hızı haritaları temel alınarak hazırlanmıştır.

Saral ve Musaoğlu (2011) yaptıkları çalışmada Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Proses ve Bilgi Difüzyonu yöntemlerini kullanarak risk analizi yazılımı geliştirmişlerdir. Yazılımın oluşturulmasında VB.NET programlama dili kullanılmıştır. İki farklı analiz yöntemi bulunan program ile kullanıcıların taşkın riskini belirleyebilmesi amaçlanmıştır.

Efe ve Önen (2015) Batman Çayı üzerinden aldıkları verilerle AutoCAD Civil 3D ve HEC-RAS programlarını kullanarak tek boyutlu taşkın hidrolik analizi yapmışlardır. Araştırmacılar dereye ait yatakta Q_5 , Q_{10} , Q_{25} , Q_{50} , Q_{100} ve Q_{500} taşkın tekerrür debilerini ve su yüzeyinin geldiği en üst kotları belirlemişlerdir.

Üyükülüoğlu (2015) tarafından Antalya ili Manavgat ilçesinde bulunan Ilıca Deresi üzerinde yapılan çalışmada, taşkın yatağından alınan kesitleri kullanarak elde edilen modellemede, HEC-RAS programı kullanılarak, oluşturulan su üst kotlarıyla taşkın yayılım alanları belirlenmiştir. Elde edilen bilgilerle meydana gelen taşkın yayılım alanlarını dere yatağı içinde muhafaza edecek yeni bir güzergâhla, dere yatağının ıslah

edilmesi amaçlanmıştır. Islah edilen dere yatağında kontrol amacıyla HEC-RAS ile taşkın modellemesi yapılarak taşkın kontrol altına alınabildiği gösterilmiştir.

Çin'deki Dongguan Bölgesinde taşkın risk analizi amacıyla Yağmursuyu Yönetim Modelini (SWMM) kullanan Jiang ve ark., (2015), sayısal yükseklik modeli (SYM), drenaj sistemlerine ve dijital haritalara dayalı bir model kurmuşlardır. Bunun ardından alt havza özellikleri ve kanalizasyon borularını esas alan parametreler türetilerek bu parametrelere duyarlılık analiziyle parametrelerin sağlamlığı gösterilmiştir. Farklı geri dönüş periyotları için analizlerle, 1 yıllık geri dönüş periyoduna sahip yağış için taşkın olmayacağı fakat 2, 5, 10 ve 20 yıllık geri dönüş periyotları için çalışılan bölgenin sular altında kalacağını belirlemişlerdir.

Karaca ve ark., (2016) çalışmalarında Gümüşhane ili Kelkit Çayı üzerinden aldıkları verileri kullanarak hidrolojik modelleme yapmışlardır. Modelleme sürecinde HEC-RAS ve ArcGIS (Hec-GeoRAS) programlarını kullanmışlardır. ArcGIS üzerinde elde edilen geometrik veriler HEC-RAS programına aktararak hidrolik modelleme yapılmıştır. Bu sayede taşkın risk alanları belirlenerek haritaları oluşturulmuştur.

Sönmez ve Demir (2016) çalışmalarını İstanbul'un Şile ilçesinde bulunan Yeşilçay deresi üzerinde yapmışlardır. HEC-RAS programı ile bölgede oluşabilecek 5, 10, 25, 50, 100 ve 500 yıllık taşkın yayılımlarını ve su üst kotlarını belirlemişlerdir. Sonuçlarla mevcut yapılaşmayı karşılaştırarak bina bazında taşkın seviyeleri belirlenmiştir.

Oğuz ve ark., (2016) yaptıkları araştırmada, Artvin ilinin taşkın riski taşıyan bölgelerinin belirlenmesini hedeflenmişlerdir. Çalışmada Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) teknolojilerinden ArcGIS yazılımı kullanılmış; yöntem olarak ise Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi uygulanırken; veri seti olarak yağış, eğim, jeoloji, bakı, arazi kullanım, toprak ve akarsuya olan uzaklık haritaları değerlendirilmiştir. Sonuçta, Artvin Arhavi bölgesi için taşkın risk alanları belirlenmiştir. Ayrıca, çalışma alanında akarsu ağında çatallanma oranları ve drenaj yoğunluğu da analiz edilmiştir.

Tokgözlü ve Özkan (2018) tarafından Aksu Çayı Alt Havzasında yapılan çalışmada, bölgeye ait taşkın risk durumu değerlendirilmiştir. Taşkın riskinde etkili olan yağış, eğim, arazi kullanımı-bitki örtüsü, toprak, akarsu ağlarına yakınlık ve litoloji gibi coğrafi faktörlerin önem sıralaması yapılmış ve Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi ile Coğrafi Bilgi Sistemleri (ArcGIS 10.4) ortamında taşkın risk haritası elde edilmiştir.

Dolo (2018), yaptığı tez çalışmasında, Artvin ili Arhavi ilçesinde meydana gelen sel ve taşkınları Drone, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknolojilerini kullanarak araştırmayı hedeflemiştir. Yazar, drone ile elde ettiği fotoğraflardan, fotogrametrik yazılımları da kullanarak, çalışma alanının sayısal yükseklik modelini (SYM) üretmiştir. Ayrıca Weibull metodundan ve 47 yıllık; günlük yağış verileri, 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık tekrarlama periyotlarından da yararlanarak 24 saatlik yağış tekrarlama periyodunu hesaplamıştır. Daha sonra çalışma alanına ait SYM, akış hidrografi ve çalışma alanının fiziksel yapısını da dikkate alarak HEC-RAS yazılımında analizler yapmıştır. Çalışma alanına ait 3,2 km² lik alan için çalıştırılan simülasyon sonucunda 2 yıllık tekrarlama periyodu için yağış başladığı andan itibaren 3 saat 10 dakika sonrasında sel oluşabileceğini, 100 yıllık simülasyon sonucunda ise 0,221 km² lik bir alanın etkileneceğini öngörmüştür.

Taşkın riskini sınırlandırmak amacıyla Khalfallaf ve Saidi (2018) tarafından Tunus Medjerda havzasında yapılan çalışmada; CBS araçları kullanılarak yağış dağılımı haritalanmış ve veriler hidrodinamik modellemede kullanılmıştır. Ayrıca, Hyfran programı kullanılarak yağışın taşkın ve dönüş periyodu tahmini hesaplanmıştır. Medjerda havzasında Şubat-Mart 2015'te meydana gelen en son taşkın için HEC-RAS ve HEC-GeoRAS kullanılarak son taşkınların simülasyonları hesaplanmış ve haritalanmıştır. Sonuçların analizi, simüle edilmiş parametreler ile ölçülenler arasında iyi bir korelasyon olduğunu göstermektedir. Nehirde 240 m³/s'yi aşan bir taşkın meydana gelmiş (DGRE, 2015) ve gelecek simülasyonlarda 10 yıl, 20 yıl ve 50 yıl süreleri için daha fazla suyla kaplanacak olan kısımlar belirlenmiştir.

Jamali ve ark., (2018) tarafından yürütülen çalışmanın hedefi, taşkın kapsamı, derinliği ve bununla ilişkili taşkın hasarını hızlı bir şekilde tahmin edebilecek Hızlı Kentsel Taşkın ve Hasar Değerlendirme Modeli (RUFIDAM) geliştirmek ve doğrulamaktır. Elde edilen model çıktıları, 1B-2B hidrodinamik kentsel taşkın model olan MIKE FLOOD ile karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda RUFIDAM modelinin, mevcut hidrodinamik modellerden önemli ölçüde daha hızlı olduğu, taşkın ve hasar maliyetlerini yeterli doğrulukta tahmin ettiği kanısına varmışlardır.

Dere (2019) yaptığı çalışmada, Sakarya ili Sapanca ilçesi Kurtköy ve Mahmudiye dereleri için elde ettiği meteorolojik verileri kullanarak Mockus yöntemiyle taşkın tekerrür debilerini hesaplamıştır. Hesaplamalar sonucunda Kurtköy ve Mahmudiye dereleri için

taşkın yayılım haritaları elde edilmiş ve muhtemel bir taşkın sırasında oluşabilecek yapısal ve tarımsal hasarları tahmin etmeye çalışılmıştır. NetCAD ortamında üretilen 1/1000 ölçekli taşkın yayılım haritaları ArcMap'e aktarılıp üçgen modeli elde edildikten sonra değerlendirme için veriler HEC-RAS programına aktarılmıştır. 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500 ve 1000 yıllık tekerrürlü taşkın debileri kullanılarak hidrolojik veriler hesapladıktan sonra hidrolik modellemesi yapılmıştır.

Trabzon İli, Vakfıkebir İlçesi Kirazlı deresinde Ertürk ve Kaya (2019) tarafından yürütülen çalışmada, taşkın yaşanacak en riskli durumu belirlemek adına 179,81 m³/s olan Q₅₀₀ debisi seçilerek HEC-RAS 2B modeli kullanılmıştır. Suyun alanda dereden taşmasının ardından dere üzerindeki 3 adet köprüde, köprülere ait platform genişlikleri ve açıklıklar dikkate alınarak taşkın yayılımına etkilerinin ne derecede olduğunun belirlenmesi amacıyla yine HEC-RAS 2B modelle hidrolik modelleme yapılmıştır. HEC-RAS 1B ve 2B hidrolik modellemelerinin entegresi yapılarak taşkından etkilenen alanlar belirlenmiş ve taşkın tehlike ve derinlik haritaları üretilmiştir.

Fırat (2019) alışmasında Malatya ili Darende ilçesi ve Sivas ili Grn ilçesinin de bulunduğu Tohma havzasında taşkın risk haritaları üretilmiştir. İlk aşamada Tohma havzasına ait yağış, toprak, eğim, jeoloji, bakı, akarsuya uzaklık ve arazi kullanımı verileri ArcGIS yazılımı kullanılarak elde edilmiştir. Daha sonra taşkın risk haritaları çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri (ÇKKV)'nden AHP ve Bulanık AHP yöntemleriyle üretilmiştir. Yöntemler karşılaştırıldığında havza parametrelerinin ağırlıklı ortalaması ve havza taşkın risk haritaları benzer bulunmuştur.

Keçik (2019), yüksek lisans çalışmasını Kahramanmaraş Türkoğlu ilçesi İmalı deresinden aldığı verilerle yapmıştır. Dereden alınan verilerin sayısallaştırması AutoCAD Civil 3D programıyla yapılarak dere gzerghı ve enkesitleri oluşturulmuştur. Elde edilen verilerle HEC-RAS programında 100 ve 500 yıllık taşkın tekerrür debisi hesaplanıp hidrolik modellemesi yapılarak su yüzü profilleri ve taşkın yayılım haritaları elde edilmiştir.

Kuşoğlu (2019), alışmasında Kahramanmaraş Göksun İlçesi Trbzek ayı'nda AutoCad Civil 3D programı kullanarak verilerin sayısallaştırmasını, dere güzergahını ve en kesitleri oluşturmuştur. Üretilen veriler HEC-RAS programına aktarılarak 100 ve 500 yıllık taşkın pik debileri oluşturulup su yüzü profilleri ile hidrolik modelleme ve taşkın yayılım alanları belirlenmiştir.

Yurdakul (2019), Sakarya ili Güney Sapanca havzasındaki Keçi Deresi'nde yaptığı çalışmada yağış verilerini kullanarak istatistiki yöntemler ile 5, 10, 50, 100 ve 500 yıllık taşkın tekerrür debilerini hesaplayıp hidrolik analiz programları aracılığıyla taşkın yayılım haritalarını üretmiştir. Üretilen bu haritalar ile riskli olan yerleşim alanları ve taşkın ihtimalinde oluşabilecek zararlar belirlenmiş ve önlem alınabilmesi için önerilerde bulunulmuştur.

Pinos ve Timbe (2019), yaptıkları çalışmada, Ekvador And Dağları'nda, Gualaceo'da 2330 m rakımda bulunan Santa Barbara Nehri'nin 5 km'lik bir alanını kapsayan çalışma alanında, dört iki boyutlu hidrolik modelin (HEC-RAS 2D, Iber 2D, Flood Modeller 2D ve PCSWMM 2D) taşkın yayılım haritalarının oluşturulmasına ilişkin performansının karşılaştırmalı bir analizini sunmaktadır. Analiz, Iber 2D'nin, sırasıyla 20 ve 50 yıllık geri dönüş dönemleriyle taşkın olayları için su seviyesi ve taşkın simülasyonunda en iyi performansa sahip olduğunu göstermiştir.

Rangari ve ark., (2019), tarafından yürütülen araştırmada Hindistan Haydarabad'ın bir bölgesi için şiddet-süre-frekans (IDF) eğrileri temel alınarak, sentetik hiyetograflar ve kritik yağış olayları analiz edilmiştir. Çalışmada, 2 boyutlu hidrolik model olan HECRAS modeli ile taşkın derinliği belirlenmiş ve farklı yağış senaryolarına dayalı taşkın risk haritalarını oluşturulmuştur. Sonuçta, toplam alanın %17'sinin sele eğilimi olduğunu göstermektedir. Sele eğilimli alanın %9'unun yüksek, %52'sinin orta ve %35'inin de düşük taşkın riski taşıdığı belirtilmiştir. Çalışmayla birlikte mevcut yapıların gözden geçirilerek gerekli önlemlerin alınması amacıyla bir kaynak oluşturulmuştur.

Güney Kore'deki Baeksanriver nehri için Dasallas ve ark., (2019) tarafından yapılan HEC-RAS modelinde, dere içi tek boyut ve derenin bentlerinden itibaren tanımlanan iki-boyutlu alan birleştirilmiştir. Hibrit bir çalışma olan araştırmanın sonuçları, bu yöntemin taşkınları doğru tahmin etmede uygun bir yöntem olduğunu göstermiştir.

Gülbaz (2019), çalışmada Sazlıdere Havzası'nın Hidrolojik modeli ile havzadaki Türkköse Deresi'nin hidrolik modelini oluşturarak; herhangi bir taşkın anında su altında kalma olasılığı bulunan alanların belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla çalışmada HEC-RAS, HEC-HMS, WMS programları kullanılmış, havzanın coğrafi bilgileri WMS programıyla elde edilmiştir. HEC-HMS programıyla da hidrolojik model oluşturularak daha önce ölçülen yağış değerleri programa girilmiş ve yağış anında oluşacak debi analiz edilmiştir. Hesaplanan debi havzada ölçülen debi ile karşılaştırılarak model kalibre

edilmiştir. HEC-HMS programı ile oluşturulan hidrolojik model ile hesaplanan debi HEC-RAS programına girilmiştir. Daha sonra HEC-RAS programından elde edilen hesaplamalar tekrar WMS programına aktararak taşkın yayılım haritaları elde edilmiş ve taşkın riski bulunan bölgeler belirlenmiştir.

Ezzine ve ark., (2020) tarafından yapılan çalışmada, Kuzeybatı Tunus Medjerda havzasında, ovanın kentsel ve kentsel çevre peyzajını ciddi şekilde etkileyen Şubat 2015'teki taşkın olayının haritalanması ile hidrolik tehlikenin boyutunu belirlemek amaçlanmıştır. Hidrolik tehlike kapsamı haritası, HEC-RAS modeli aracılığıyla belirlenmiştir. Sonuç, bu taşkın su basmış alanlarda altı (6) metreden fazla yüksekliğe ulaştığını göstermiştir. HEC-RAS modelinin sonucu, 28 Şubat 2015'te alınan Sentinel-1 radar görüntüsü kullanılarak doğrulanmıştır. Çalışma, 2D HEC-RAS versiyonunun taşkın çalışmaları için uygulanabilirliğini göstermektedir.

Demir (2020) Samsun ili Mert Irmağı Havzası'nda yaptığı çalışmada HEC-RAS ve FLO-2D programlarını kullanmıştır. Mert Irmağı Havzasının mansap bölgesinde DSİ Sentetik yöntemiyle 50, 100, 500 ve 1000 yıllık tekerrür debileri hesaplanmıştır. Bu debiler için HEC-RAS ve FLO-2D programlarından çıkan sonuçlarla ArcGIS programında taşkın yayılım, su derinliği ve su hızı taşkın tehlike ve risk seviye haritaları oluşturulmuştur.

Gülmez ve Vaheddoost, (2020), çalışmada Kahramanmaraş'ta bulunan Hurman deresinin kuzeyindeki Gözlerüstü çayı gözlem istasyonu ile Tanir kasabası arasında kalan bir bölgede, nehir kıyısı ve akışı boyunca inşa edilen yapıları, tarım arazilerini ve kırsal alanlarındaki taşkın riskini belirlemişlerdir. Sonuçlara ulaşabilmek amacıyla 10 ve 100 yıllık geri dönüş süresi olan iki hidrograf kullanılmıştır. HEC-RAS simülasyonuna ve Dijital yükseklik modeline dayanarak; tarım arazilerinin, nehir kıyısındaki birçok bölgenin ve gelecekte gelişim potansiyeli bulunan tesis alanlarında taşkın riskinin çok yüksek olduğu ve önlem alınması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Taşkın (2021), çalışmasında Mersin ilindeki Çeşneli deresi üzerinde ürettiği verileri kullanarak sayısal yükseklik modeli (SYM) oluşturmuştur. Yağış verilerini kullanarak Mockus yöntemiyle birim hidrografi oluşturmuştur. Birim hidrograf değeri ve hesaplanan akış yükseklik değeri çarpılarak maksimum tekerrür debileri hesaplanmıştır. HEC-RAS programı ve Ras Mapper eklentisi kullanılarak taşkın risk haritaları oluşturulmuştur. Gerekli analizler yapıldıktan sonra oluşturulan harita ile Google Uydu Fotoğraflarının karşılaştırılması sağlanmış ve böylece risk oluşturabilecek alanlar belirlenmiştir.

Tektaş (2021), çalışmasında Diyarbakır ili Çınar ilçesi Çakmak deresi üzerinde 1/1000 ölçekli olarak elde ettiği halihazır haritayı HEC-RAS programında 1 ve 2 boyutlu olarak hidrolik hibrit model çalışmıştır. 2020 yılına ait Sentinel-2 uydu görüntüsü üzerinde uzaktan algılama ve QGIS SCP eklentisi kullanılarak uydu görüntüsü üzerindeki yerleşim yeri ve tarım arazileri belirlenmiştir. Oluşturulan taşkın yayılım ve arazi kullanım durumu çakıştırılarak taşkından etkilenen alanlar belirlenmiştir.

Demir ve ark., (2021) çalışmalarında, son dönemde yapılan çeşitli modellemelerin avantaj ve dezavantajlarını değerlendirmişlerdir. Çalışmalarına uygun olan spesifik analiz ve veriler kullanılmıştır. Çalışma sonunda gelişen teknoloji ile veri kalitesinin ve modelleme tekniklerinin giderek iyileştiği görüşü bildirmiştir.

Sidek ve ark., (2021), çalışmada Malezya'daki kentsel taşkın senaryolarını analiz etmeyi amaçlamışlardır. 2015 yılında hizmet vermiş drenaj boyutu ile 2020 yılında mevcutta hizmet veren drenaj boyutları olarak iki farklı senaryo kapsamında taşkın simülasyonu belirlenmiştir. Mevcut drenaj koşulların 2015 yılındaki koşullarla karşılaştırıldığında; taşkın sonucu su altında kalan alanları %78 oranında azalttığı gösterilmiştir.

Çakan (2021), tarafından yürütülen yüksek lisans tez çalışmasında Konya ili Bozkır Merkez/Çarşamba Çayı'ndaki ıslah çalışmalarına ilişkin 1D ve 2D boyutlu taşkın modellemeleri yapılarak incelenmiştir. 2, 5, 10, 25, 50, 100 ve 500 yıllık pik taşkın tekerrür debilerinin elde edildiği çalışmada; Sayısal Yükseklik Modeli (SYM), 1/1000 ölçekli halihazır haritalar ve ArcMAP programı kullanılmıştır. Bu veriler ışığında Çarşamba Çayı'na ait 25, 50, 100, 500 yıllık tekerrür debileri vasıtasıyla taşkın tehlike haritaları elde edilmiştir. Tahminler SYGM raporuyla karşılaştırıldığında ise benzer alanlarda taşkın tehlike bölgeleri tespit edilmiştir.

Çanta ve ark., (2022), Artvin ilinde Ardanuç ilçesi sınırları içindeki Pona ve Örtülü derelerinde ArcGIS programını arazi modellemesi için kullanmıştır. Araştırmacılar hidrolik çalışmaları için FLO-2D ve HEC-RAS programlarını kullanırken; sonuç olarak maksimum su derinliği ve yayılım haritalarını üretmişlerdir.

Çırağ ve Fırat (2022), çalışmada, kentsel alanlardaki taşkın yayılım haritalarının üretilmesinde ve drenaj sistemlerinin performansının analizinde; arazi kullanım türü ve sızma etkileri değerlendirilmiştir. Bu amaçla, asfalt yüzey, beton zemin, tarım arazisi, meyve bahçeleri gibi farklı arazi kullanım türlerinin, geçirimsizliği ve bu türlerin yağışın ne kadarını yüzeysel akışa geçirdiği analiz edilmiştir. Ortaya çıkan farklılıkların modele

olan etkisini incelemek için Arc-GIS 10.5 yardımıyla oluşturulan 2B alana InfoWorks ICM (Integrated Catchment Modelling) yazılımı ile 3 farklı senaryoya göre taşkın analizi yapılarak, taşkın yayılım haritaları üretilmiştir. Sonuç olarak, arazi kullanım türü ve sızma etkilerinin hidrolojik veya hidrodinamik modellemeye dayalı taşkın modellemelerinde temel oluşturabileceği kanısına varılmıştır.

Demir ve Ülke Keskin (2022), Samsun'da yer alan Mert Irmağında elde edilen akım ölçümlerinin yetersiz olması nedeniyle, tekerrür taşkın debilerinin hesabında Mockus, Synder ve DSI sentetik yöntemleri kullanmıştır. 3 farklı meteoroloji istasyonundan alınan veriler için en uygun dağılım Kolmogorov-Smirnov testi olarak belirlenmiştir. Maksimum yağış verileri kullanılarak; akım debileri ve taşkın hidrografları elde edilmiştir. Modelleme programı olarak FLO-2D programı kullanmış ve taşkın yayılım alanları ve yükseklikleriyle akarsu üzerinde inşa edilecek köprü ve yapılar için önerilerde bulunmuşlardır.

Demirci (2022) tarafından yürütülen yüksek lisans tez çalışmasında; Karasu nehrinin 5, 10, 25, 50, 100 ve 500 yıllık tekerrürlü tehlike haritaları hazırlanmıştır. Yağış verileri kullanılarak, deterministik ve istatistik yöntemlerle taşkın debi hesabı yapılmıştır. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) programları kullanılarak bölgenin, üçgensel yüzey modeli (TIN), sayısal yükseklik modeli (SYM) çıkartılmış, veriler HEC-RAS programına aktarılmış; oluşturulan yüzeyde iki-boyutlu hidrolik model kurulmuştur. Model sonucu olarak su derinlik ve hız haritaları tekrar CBS ortamına aktararak, taşkın tehlike haritaları hazırlanmıştır.

3. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ ve AMACI

Tehlike durumunu belirlemede en çok kullanılan haritalar taşkın yayılım haritalarıdır. Taşkın tehlike harita türlerinden biri olan yayılım haritalarında gerçekleşmiş belirli bir olayın ya da gerçekleşmesi muhtemel bir olayın arazide yayılım gösterdiği alanlar belirlenir. Taşkın direktifi ile Avrupa Birliği (AB)'ye üye ülkelerden düşük ve orta olasılıklı senaryoya göre taşkın yayılmalarını gösteren haritalar hazırlamaları istenmiştir. Bu haritalar, hem ülkemizde hem de AB ülkelerinde hazırlanmaktadır. Taşkın yayılım haritalarında içerik olarak farklı senaryolar için taşkın yayıldığı bölgeler, yollar, yerleşim yerleri, demiryolları ve taşkın koruma yapıları gösterilebilir (European Union, 2007).

Taşkın riski ön değerlendirmeleri mevcut veya kolay erişilebilir bilgilere dayalıdır. Çalışma kapsamında daha önce oluşan taşkınlar incelenip yaşattığı zarar ve tahribat bakımından önemli tarihi taşkınlar belirlenmekte ve farklı metotlarla ileride meydana gelebilecek taşkınlar ve su altında kalacak bölgeler tahmin edilmektedir. Taşkın riski ön değerlendirmesi sonrasında, önemli ölçüde olası taşkın riskine sahip bölgeler belirlenmekte ve bu bölgeler için taşkın tehlike ve taşkın risk haritaları oluşturularak tüm çalışmayı kapsayan taşkın riski yönetim planı yapılmaktadır. Bu nedenle taşkın riski ön değerlendirmeleri, taşkına eğilimli alanlarda yapılacak çalışmaların ilerleyen zamanda oluşabilecek taşkın riskine göre önem sıralarının belirlenebilmesi açısından oldukça gereklidir (Anonim, 2017).

Artvin ilinin de içinde bulunduğu Doğu Karadeniz Havzası, ülkemizde taşkın ve heyelan felaketlerinin en sık yaşandığı, can ve mal kaybının en çok görüldüğü bölgeler arasındadır. İlimizde önceki yıllarda görülen taşkın olayları Hopa, Arhavi, Borçka ve Kemalpaşa İlçe merkezlerinde meydana gelmiştir.

Son 50 yıllık veriler incelendiğinde Artvin'in Borçka ilçesi derelerinde aşırı yağışlar nedeniyle sel/taşkın ve heyelan afetlerinin çok sık meydana geldiği görülmüştür. Çalışma alanı olan Borçka ilçesi sınırları içindeki İçkale ve Aksu derelerinde 24.09.2009, 11.11.2015 ve 28.09.2019 tarihlerinde meydana gelen taşkınlar sonucu bölgede can ve mal kaybına yol açan büyük çaplı taşkın felaketleri yaşanmıştır. Buna göre oluşturulan geleceğe yönelik senaryolarda bu derelerde taşkın riskinin hala yüksek olduğu 2021 yılında yayınlanan Artvin İl Afet Risk Azaltma Planı (İRAP) kapsamında belirlenmiştir (Anonim, 2021).

Çalışma alanı olarak belirlenen Borçka ilçe merkezindeki İçkale ve Aksu derelerinde olası taşkın felaketlerine karşı taşkın yayılım haritalarının oluşturulması uygun görülmüştür. İçkale ve Aksu Dereleri özelinde taşkın tekerrür debilerine göre iskân, tarım ve orman alanlarının yanı sıra taşkından etkilenen yapı adetleri de detaylı olarak hesaplanmıştır. Böylece Borçka ilçe merkezinde yaşanacak olası bir taşkın durumunda önlem alınması sağlanacaktır.

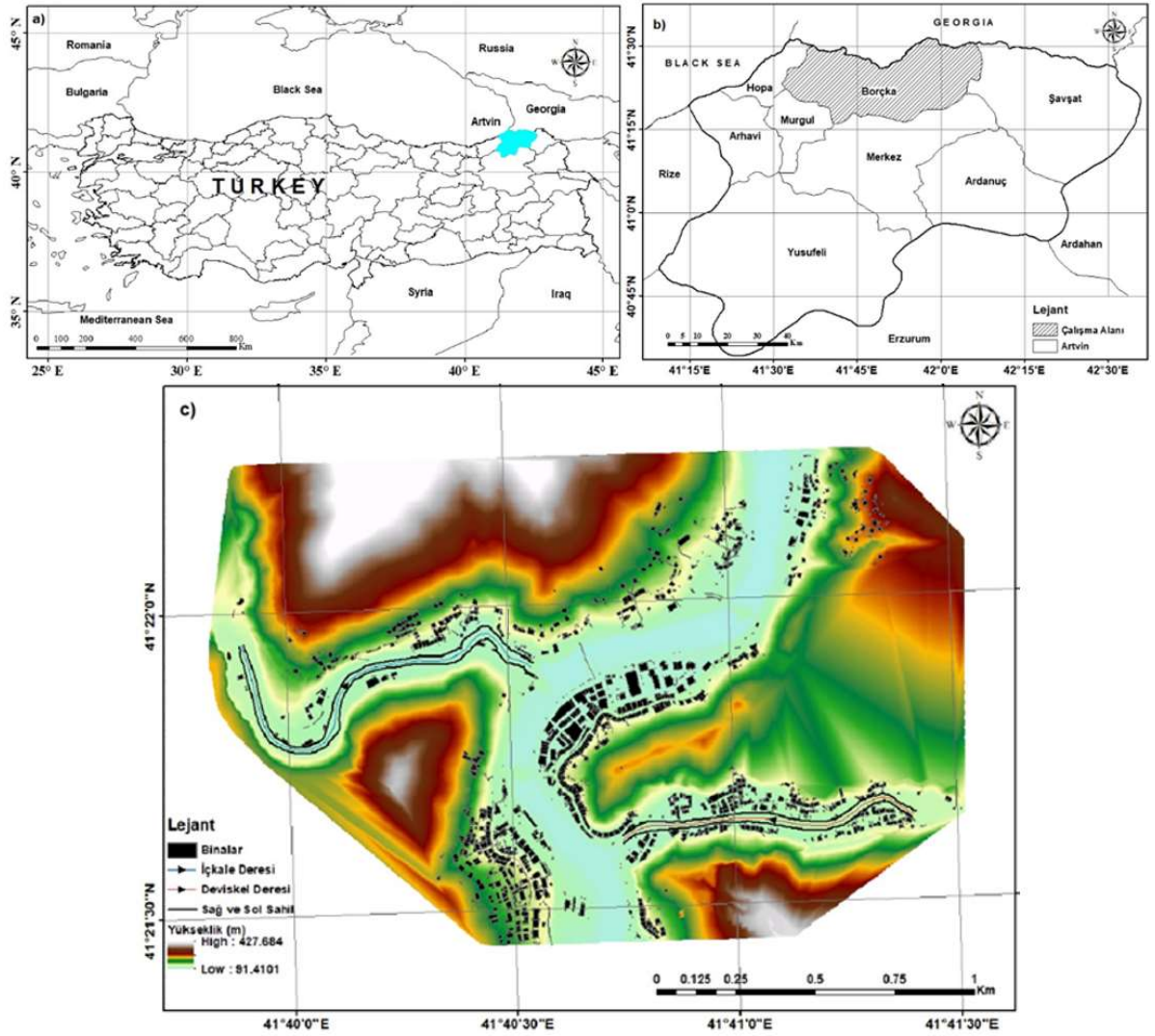
Taşkın olayının incelenmesinde birçok bilgisayar yazılımı kullanılmaktadır. Bu çalışmada ArcGIS ve HEC-RAS yazılımları kullanılmıştır. ArcGIS programında oluşturulan Deviskel (Aksu) ve Cihala (İçkale) dere yataklarına ait sayısal yükseklik modelleri üzerinde HEC-RAS yazılımı kullanılarak Q_{50} , Q_{100} , Q_{500} ve Q_{1000} taşkın tekerrür debileri ile taşkın analizi yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, kritik bölgelerde oluşabilecek taşkınlar kolayca tespit edilebilmektedir. Elde edilen taşkın haritaları HEC-RAS yazılımında tanımlanarak, her iki derenin de taşkın yatağının hidrolik karakteristikleri ve Q_{50} , Q_{100} ve Q_{500} , Q_{1000} su yüzeyi profilleri ve derelerin tek boyutlu taşkın yatağı analizleri belirlenmiştir. Geliştirilen derelere ait taşkın modelleri; taşkınları azaltma konusunda alınacak tedbirler, taşkın anında yapılacak olan tahliye planlaması, derelerin geliştirilmesine yönelik planları ve kamu bilincinin ele alınması açısından oldukça önemlidir. Bu çalışma ile HEC-RAS'ın taşkın analiz ve modelleme için etkili araçlardan biri olduğu görülmüştür.

4. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada, Artvin İli Borçka ilçesi sınırları içerisinde bulunan Aksu ve İçkale derelerinde taşkın yayılım haritalarının üretilmesi için gerekli analizler yapılmıştır. Adı geçen dereler için taşkın yayılım haritaları oluşturulmuştur. Çalışmada kullanılan maksimum tekerrür debileri (Q_{50} , Q_{100} , Q_{500} ve Q_{1000}) ile derelerin manning pürüzlülük katsayıları Artvin’de bulunan DSİ 26. Bölge Müdürlüğünden temin edilmiştir. Çalışma alanının Sayısal Yükseklik Modeli (SYM)’ni üretmek için gerekli olan konumsal veriler (1/1.000 ölçekli hâlihazır haritalar) Borçka Belediyesinden temin edilmiştir. Modelleme ve analiz aşamasında; SYM, taşkın debileri, manning pürüzlülük değerleri ve baz akımlar kullanılarak bir ve iki boyutlu taşkın modellemeleri yapılmıştır. Bu modellemeler sonucunda taşkın su yüzü profilleri, taşkın yayılımları, hızları ve derinliklerine ait haritalar üretilmiştir.

4.1 Çalışma Alanı

41° 22' 29.28" – 41° 20' 45.6" kuzey enlemleri ile 41° 39' 46.08" – 41° 41' 29.76" doğu boylamları arasında kalan Artvin ilinin Borçka ilçe sınırları içinde bulunan 1428,82 m uzunluktaki İçkale (Cihala) Deresi ve 1099,10 m uzunluktaki Aksu (Deviskel) deresi bu tezin çalışma alanını oluşturmaktadır. Borçka ilçesi konumu itibariyle Artvin il merkezi ve Hopa ilçesi arasında yer alır. Batısında Rize, güneyinde Erzurum, doğusunda Ardahan ve kuzeyinde de Gürcistan ve Karadeniz bulunmaktadır. Dereler için membadan mansaba akış yönleri Şekil 4.1 de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Çalışma alanı haritası a) Artvin ilinin Türkiye’ deki konumu, b) Borçka ilçesinin konumu, c) Taşkın çalışma alanı

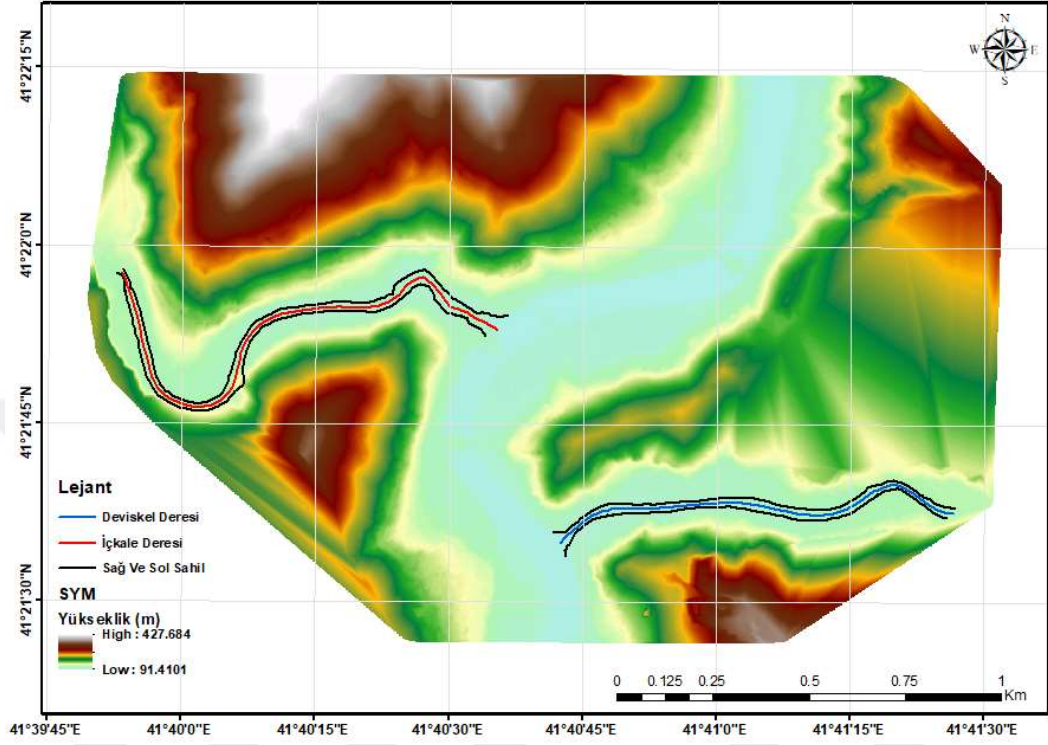
4.2. Verilerin Temini

Artvin ili Borçka ilçe belediyesi imar müdürlüğünden alınmış 2019 yılına ait hâlihazır harita ile çalışılmaya başlanmıştır. Çalışma için gerekli olan diğer veriler (manning katsayıları, taşkın tekerrür debileri vb.) DSİ 26. Bölge Müdürlüğünden temin edilmiştir.

4.2.1. Topoğrafik veriler

Doğu Karadeniz’de dağlar denize paralel olarak uzanmakta ve akarsular dağları denize kadar dik vadilerle ayırmaktadır. Topoğrafyası gereği dağınık yerleşimin söz konusu olduğu çalışma alanında yükseklik 90,74 m ile 427,78 m arasında değişmekte olup

ortalama yükseklik 260 m'dir. Kuzey yönlü hâkim bakıya sahip çalışma alanındaki eğim ortalama %24.86'dır (Şekil 5.2).



Şekil 4. 2 Çalışma alanının sayısal yükseklik modeli

İçkale (Cihala) Deresi üzerindeki mevcut sanat yapıları

Artvin ilinin Borçka ilçe sınırları içindeki İçkale (Cihala) Deresi üzerinde bulunan sanat yapılarından ilki 30.30 m uzunluğunda olup; 7.2 m yüksekliğe sahiptir ve betonarme olan köprü İçkale deresinin mansabında yer almaktadır (Şekil 4.3). Dere üzerindeki 2. sanat yapısı ise 26.80 m uzunlukta, 9.5 m yüksekliğinde ve ayaksız kirişli köprüdür (Şekil 4.4). Dere üzerindeki 3. sanat yapısı ise 34 m uzunluk 12.90 m yüksekliğindedir (Şekil 4.5). Dere üzerindeki çalışma alanı içerisinde yer alan (1428,82 m) son sanat yapısı ise 16.30 m uzunluğa ve 5.40 m yüksekliğe sahip ayaksız köprüdür (Şekil 4.6) (Anonim, 2023i).



Şekil 4.3. İçkale Deresi-1 (Borçka)



Şekil 4.4. İçkale Deresi-2 (Borçka)



Şekil 4.5. İçkale Deresi-3 (Borçka)



Şekil 4.6. İçkale Deresi-4 (Borçka)

Aksu (Deviskel) Deresi üzerindeki mevcut sanat yapıları

Deviskel (Aksu) Deresi üzerinde bulunan üç sanat yapısından ilki ayaksız betonarme bir köprü iken (Şekil 4.7) ikinci sanat yapısı ise tarihi bir kemer köprü şeklindedir (Şekil 4.8). Üçüncü sanat yapısı ise ayaksız betonarme yapılı bir köprüdür (Şekil 4.9) (Anonim, 2023i).



Şekil 4.7. Deviskel Deresi-1 (Borçka)



Şekil 4.8. Deviskel Deresi-2 (Borçka)



Şekil 4.9. Deviskel Deresi-3 (Borçka)

4.3. Farklı Yöntemler İle Taşkın Tekerrür Debisi Hesabı

4.3.1. Debi hesabında kullanılan istatistiki yöntemler

Normal dağılım

Verilerin, hidroloji ve birçok disiplindeki normal dağılıma uygun olduğu bilinmektedir. Bu da merkez limit teoremi ile açıklanabilmektedir (Ardıçlıoğlu, 2017). Merkez limit teoremine göre bir rastgele değişken (n), N adet bağımsız değişkenin toplamından meydana geliyorsa N arttıkça x'in dağılımı esas değişkenlerin dağılımı ne olursa olsun hızla normal dağılıma yaklaşır. Pratikte bu sayı 10 olarak kabul edilebilir. x normal rastgele değişkenin Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu (OYF):

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_x^2}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{(x-\mu_x)}{\sigma_x} \right)^2 \right] \quad (4.1)$$

şeklinde verilir (Şen, 2009). Dağılım alttan ve üstten sınırsız ($-\infty \leq x \leq \infty$) olup ortalaması μ_x , varyansı σ_x^2 'dir. Normal dağılım simetrik olup çarpıklık katsayısı sıfır ve kurtosis 3'tür. Normal dağılımın Eklenik Dağılım Fonksiyonu (EDF) analitik olarak elde edilmediğinden sayısal integrasyon yoluyla tablo haline getirilmiştir. Tek tip tablo hazırlayabilmek için rastgele değişken standart değişken (Z) haline getirilmiştir (Maidment 1992).

$$Z = \frac{x - \mu_x}{\sigma_x}$$

(4.2)

Normal dağılım ile p olasılığına karşılık gelen ifade,

$$x_p = \mu_x + Z_p \sigma_x$$

(4.3)

Denklem 4.3 yardımıyla hesaplanır. Denklemde, “zp”, standart normal dağılım için “p” kuantilindeki standart değişkendir (Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2005; Bayazıt ve Önöz, 2008).

Log Normal Dağılım Tip II

X değişkeninin logaritması ile tanımlanan Y değişkeni normal dağılmış ise X’in dağılımı lognormaldir. Dağılım $X > 0$ için tanımlanabileceğinden hidrolojideki biręok pozitif ęarpık değişkene iyi uymaktadır.

$$Y = \ln(X)$$

(4.4)

Denklem 4.4’te yer alan eşitliğin esas X değişkenine aşağıdaki ifade ile geğilir.

$$X = \exp(Y)$$

(4.5)

Ardından $Y = \ln(X)$ ifadesi yardımıyla taşkın tekerrür debilerini hesaplamak için Denklem 4.5 kullanılır.

$$Y = X_{ort} + \kappa \sqrt{\left(\frac{\sum X^2}{N} - \left(\frac{\sum X}{N} \right)^2 \left(\frac{N}{N-1} \right) \right)}$$

(4.6)

Burda κ değeri,

$$\kappa = \frac{e^{\left(\sqrt{a} \left(z - \frac{a}{2} \right) \right)} - 1}{\frac{\sqrt{b}}{X_{ort}}}$$

(4.7)

Denklem 4.6 yardımıyla hesaplanır. Denklemdeki a ve b katsayıları,

$$a = \ln \left(1 + \left(\frac{\sqrt{b}}{X_{ort}} \right)^2 \right)$$

(4.8)

$$b = \left(\frac{\sum X^2}{N} - X_{ort}^2 \right) \frac{N}{N-1} \quad (4.9)$$

Denklem 4.8 ve Denklem 4.9 ile hesaplanır (Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2005; Bayazıt ve Önöz, 2008).

Log Normal Dağılım Tip III

Birçok durumda X rastgele değişkenin logaritmalarını almakla değişken normal dağılıma pek uymamaktadır. Ancak X_0 gibi bir alt sınır değeri çıkarıldıktan sonra logaritmik dönüşüm yapıldığında (Denklem 4.10) değişken normal dağılıma uyabilmektedir (Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2005; Bayazıt ve Önöz, 2008).

$$Y = \ln(X - X_0) \quad (4.10)$$

Denklem 4.10'de, X_0 alt sınır olup Y'nin dağılımı normal dağılım olmaktadır. Bu ifadede X esas değişkendir. $Y = \ln(X - X_0)$ ifadesi yardımıyla taşkın tekerrür debilerini hesaplamak için Denklem 4.11 kullanılır.

$$Y = X_{ort} + \kappa \sqrt{\left(\frac{\sum X^2}{N} - X_{ort}^2 \right) \left(\frac{N}{N-1} \right)} \quad (4.11)$$

Burda κ değeri,

$$\kappa = \frac{e^{\left(\sqrt{a} \left(z - \frac{a}{2} \right) \right)} - 1}{f} \quad (4.12)$$

formülü ile hesaplanır. Denklemdeki a ve f katsayıları Denklem 4.13 ve Denklem 4.14 yardımı ile hesaplanır;

$$a = \ln(z^2 + 1) \quad (4.13)$$

$$f = \frac{\left(1 - \left(\frac{-c + \sqrt{c^2 + 4}}{2} \right)^{\frac{2}{3}} \right)}{\left(\frac{-c + \sqrt{c^2 + 4}}{2} \right)^{\frac{1}{3}}} \quad (4.14)$$

c katsayısı ise,

$$c = \frac{\left(\frac{\sum X^2}{N} \right) + 2X_{ort} - 3X_{ort} \left(\frac{\sum X^2}{N} \right)}{\left(\frac{\sum X^2}{N} - X_{ort}^2 \right)} \quad (4.15)$$

Denklem 4.15 yardımı ile hesaplanır (Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2005; Bayazıt ve Önöz, 2008).

Pearson Tip-III Dağılımı

Pearson Tip-III dağılımının OYF'si Denklem 4.16 ile hesaplanır.

$$f(x) = \left| \underline{\beta} \right| \left[\underline{\beta} (x - \underline{\xi}) \right]^{\alpha - 1} \frac{\exp\left[\left(-\frac{\underline{\beta}}{\alpha}\right)\right]}{\Gamma(\alpha)} \quad (4.16)$$

Denklem 4.16’da, α biçim, β ölçek ve ξ yer parametresi olmak üzere dağılımda, $\alpha > 0$, $\beta > 0$ için $x > \xi$ olup ξ alt sınırı oluşturur. $\beta < 0$ için ise $x < \xi$ olup ξ üst sınırı oluşturur.

$$x > \underline{\xi} \text{ için } C_{sx} = \frac{2}{\sqrt{\alpha}} \text{ ve } x < \underline{\xi} \text{ için } C_{sx} = \frac{-2}{\sqrt{\alpha}} \quad (4.17)$$

Pearson Tip III dağılımının EDF elde edilememekte tablolar veya bazı yaklaşımlar kullanılmaktadır. Tablolar çarpıklığa bağlı olarak K (frekans faktörü) değerini vermektedir. Ortalaması sıfır, varyansı 1 olan standart P3 (Pearson Tip-III) değişkeninin çarpıklığa bağlı olarak çeşitli p kuantilleri bu çizelgeden okunarak hesaplanabilir.

$$x_p = \mu + \sigma K_p(C_{sx}) \quad (4.18)$$

Frekans faktörü kullanılarak Denklem 4.18 kullanıldığında dağılımın parametrelerini hesaplamaya gerek yoktur. Ortalama ve standart sapma kullanılarak x_p kuantili hesaplanabilmektedir. K frekans faktörü verilerden alınabileceği gibi $0.01 \leq p \leq 0.99$ ve $|C_{sx}| < 2$ için Wilson-Hilferty transformasyonu ile aşağıdaki ifadeden güvenilir bir şekilde hesaplanabilir (Bayazıt ve Önöz, 2008).

$$K_p(C_{sx}) = \frac{2}{C_{sx}} \left(1 + \frac{C_{sx}^2}{6} + \frac{C_{sx}^3}{36} \right)^3 - \frac{2}{C_{sx}} \quad (4.19)$$

Gumbel Dağılımı

Hidrolojide karşılaşılan birçok olayın en büyük veya en küçük değerleri benzer özellik gösterir. Örneğin bir yıldaki en büyük debi veya en düşük debiler. Bu rastgele değişkenlerin dağılımlarının ekstrem değer dağılımlarından biri olabileceği Gumbel tarafından 1958 yılında ileri sürülmüştür. İstatistiğin ekstrem değerler teorisine göre, bağımsız değişkenlerin sayısının sonsuza gitmesi halinde örneklerdeki en büyüklerin dağılımının ekstrem değer dağılımlarından birine yakınsadığı kabul edilir (Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2005; Bayazıt ve Önöz, 2008). Gumbel dağılımında X değerine eşit veya daha büyük bir olayın (örneğin taşkın) olma ihtimali P, Denklem 4.20 ile hesaplanır.

$$P = 1 - e^{-e^{-\dot{Y}}} \quad (4.20)$$

Denklem 4.20’de $\dot{Y}$ özel indirgenmiş değerdir ve tekerrür süresinin bir fonksiyonudur. $\dot{Y}$ ifadesi ise Denklem 4.21 ile hesaplanır.

$$\dot{Y} = \alpha(X - X_0) \quad (4.21)$$

Denklem 4.21’de α , dağılımın ölçek parametresi, $\dot{X}_0$ ise mod değerini gösterir ve veri sayısı 30 dan küçük olan ($N < 30$) küçük örnekler için α ve $\dot{X}_0$ aşağıda yer alan eşitlikler ile hesaplanır (Gumbel, 1958).

$$\alpha = \frac{\sigma_N}{\sigma_x} \quad (4.22)$$

$$\dot{X}_0 = \bar{X} - Y_N \left(\frac{\sigma_N}{\sigma_x} \right) \quad (4.23)$$

Log-Pearson Tip III Dağılımı

Taşkın debilerinin elde edilmesinde sıkça kullanılan bir diğer dağılım ise Log- Pearson Tip-III dağılımıdır (Denklem 4.24 ve Denklem 4.25). Bir rastgele değişkenin (Y) logaritmaları P3 dağılmış ise esas değişkenin (X) dağılımı LP-T3 olur (Bayazıt ve Önöz, 2008).

$$Y = \ln(X) \quad (4.24)$$

İçin,

$$X = \exp(Y) \quad (4.25)$$

Dağılımın parametreleri x , S ve C_s ’dir. Burada,

x ; ortalamayı,

S ; standart sapmayı,

C_s ; çarpıklık katsayısını ifade etmektedir ve aşağıdaki eşitlikler yardımıyla elde edilir (Bayazıt ve Önöz, 2008).

$$\overline{\log x} = \sum \frac{\log x}{N} \quad (4.26)$$

$$S_{\log x} = \sqrt{\frac{N \sum (\log x - \overline{\log x})^2}{N-1}} \quad (4.27)$$

$$C_s = \frac{N \sum (\log x - \overline{\log x})^3}{(N-1)(N-2)S_{\log x}^3} \quad (4.28)$$

Kolmogorov-Smirnov uygunluk testi

KS testi, Kolmogorov tarafından 1933 yılında önerilmiştir. Kolmogorov, tek örnek için uyum testini önermiştir. 1939 yılında ise bir Rus matematikçisi olan Simirnov tarafından iki bağımsız örnek için uyum testi geliştirilmiştir. Kolmogorov testi ve Smirnov testi benzerlikleri nedeniyle Kolmogorov-Smirnov uyum testi olarak da bilinmektedir (Kolmogorov, 1933; Smirnov, 1939).

KS testi örneklem verilerinin tanımlanmış bir anakitle normal olasılık dağılımına uyumluluk gösterip göstermemesini sınamak için kullanılır. Tek örnek için KS testi iki kümülatif dağılım fonksiyonunun incelenmesi temeline dayanır (Gamgam, 1998).

Bunlardan birincisi sıfır hipotezinde belirtilen kümülatif dağılım fonksiyonudur. İkincisi örnekten elde edilen gözlenen kümülatif dağılım fonksiyonudur. KS tek örnek testinde hipotezlerin kuruluş şekli aşağıda sıralanmıştır.

Hipotezler (o: gözlenen, observed, e: tahmin edilen, expected);

H0: $o_i = e_i$ (Gözlenen frekanslar beklenen frekanslara uygundur),

Ha: $o_i \neq e_i$ (Gözlenen frekanslar beklenen frekanslara uygun değildir. Aralarındaki fark önemlidir).

Test istatistiği Δ ile gösterilir. Δ ; gözlenen ve beklenen değerlerin kümülatif nispi frekansları arasındaki mutlak farkın en büyüğüdür (Kartal, 1998).

$\Delta = \max |F_o - F_e|$ formülünde, F_o ; gözlenen kümülatif nispi frekans, F_e ; beklenen kümülatif nispi frekanstır. Δ istatistiği için örnek dağılımından elde edilen kritik değerler Kolmogorov-Smirnov uyum testine ilişkin tablodan n ve $1-\alpha$ (α , anlamlılık düzeyi olmak üzere) değerlerine göre bulunan Δ_k değeri ve örnekten hesaplanan değer Δ_h olmak üzere, $\Delta_h < \Delta_k$ ise H0 kabul edilir, (yani Ha: red edilirse) gözlenen frekansların beklenen frekanslara uygun olduğu söylenir (Yıldırım, 2013, Demir, 2020).

4.3.2. Debi Hesabında Kullanılan Deterministik Yöntemler

D.S.İ Sentetik Birim Hidrograf yöntemi

1000 km²'ye kadar olan drenaj alanları için DSİ sentetik yöntemi kullanılmaktadır. Daha büyük drenaj bölgelerine geçildiğinde bu alanlar, 1000 km²'den daha küçük olan alanlara bölünür ve böylece birim hidrograflar elde edilir. Birim hidrografisinin elde edildiği nehrin toplam alanı (havza alanı) topografik haritalardan hesaplanır. Daha sonra haritadan nehrin en uzun kolu ölçülür ve nehrin en uzun kolunun havza merkezinin izdüşüm ile izdüşüm bölümü arasındaki mesafe belirlenir. DSİ Sentetik metodun uygulanmasına başlamadan önce arazinin harmonik eğimi hesaplanır. Bunun için akarsu kaynağından başlanarak proje kesitine uyarak yükseklikler ve mesafeler yazılır. Toplam uzunluk daha sonra 10 eşit parçaya bölünerek harmonik eğim (S) hesaplanır (Denklem 4.29).

$$S = \left(\frac{10}{\sum S} \right)^2 \quad (4.29)$$

Harmonik eğim bulunduktan sonra havza parametresi "E", Denklem 4.30 yardımıyla hesaplanır.

$$E = \frac{LL_c}{\sqrt{S}} \quad (4.30)$$

Denklem 4.30'da;

L; Dere uzunluğu,

Lc; havzanın ağırlık merkezinden akarsuya inilen dikmenin akarsuyun kestiği noktadan havza çıkış noktasına olan mesafesi (km)'dir. "qp" verim değeri ise Denklem 4.31 ile hesaplanır.

$$q_p = 414/(A^{0.225} E^{0.16}) \quad (4.31)$$

Denklem 4.31'te, "qp": iki saat süren ve havzada 1mm'lik akış oluşturan bir yağışın taşkın debisinin en yüksek değere ulaştığı anda, yağış alanının birim km²'sinden gelebilecek debiyi göstermektedir. Birim hidrograf pik debisi "Qp" ise Denklem 4.32 ile hesaplanır.

$$Q_p = A q_p 10^{-3} \text{ (m}^3\text{/s/mm)} \quad (4.32)$$

Denklem 4.33'te,

ha=1mm'lik akış için birim hidrograf hacmi "Vb", Denklem 4.33 ile hesaplanır.

$$V_b = A h_a 10^{-3} \text{ (m}^3\text{)} \quad (4.33)$$

Hidrografın devam süresi $\dot{t}$ (saat), Denklem 4.34 ile hesaplanır.

$$\dot{t} = 3.65 V/Q \quad (4.34)$$

Hidrografın yükselme zamanı "Tp" ise Denklem 4.35 ile hesaplanır.

$$TP = \dot{t}/5 \text{ (saat)} \quad (4.35)$$

DSİ Sentetik metodunda proje sağanak süresinin iki saatin katlarından biri olarak alınması halinde T ve T/Tp'nin tam sayı olması gerekir. Bu nedenle birim hidrograf yerine ikişer saatlik artım akışlara ait debilerden yararlanılarak hidrograflar süperpoze edilir. Ancak bu çok uzun sağanak süreleri için pratik değildir. Bundan dolayı çoğunlukla birim hidrograf kullanılır. Boyutsuz birim hidrograf koordinatlarından $\dot{t}/Tp$; Tp ile çarpılarak süreler ($\dot{t}$), Q/QP; Qp ile çarpılarak debiler (Q) hesaplanarak taşkın hidrografi elde edilir (Özdemir, 1978).

Mockus yöntemi

Mockus yönteminin, hesabının pratik oluşu ve üçgen hidrografının çiziminin kolaylığı tercih sebepleridir. Rezervuarlarda ve akarsu yataklarındaki ötelemelerde üçgen hidrograflar, eğrisel hidrograflar kadar hassas sonuçlar vermektedir. Yalnızca hidrograf kuyruğunun projelendirmeye etki ettiği durumlarda eğrisel hidrograflar zorunlu hale gelmektedir. Bunun yanı sıra, üçgen hidrografların eğrisel hidrograflara dönüştürülmesi hassasiyetlerini bozmamaktadır. Yöntem, toplanma zamanı (tc) 30 saate kadar olan drenaj alanları için uygulanabilir. Ancak daha geniş alanlarda drenaj alanı tali parçalara ayrılır

ve her bir parça için çizilecek hidrograflar geciktirme sürelerine göre süperpoze edilir. Yağışın değişkenliğinden dolayı hesaplanacak taşkınlarda alınacak ΔD birim sağanak süresinin doğru seçilmesi önem kazanmaktadır. ΔD birim sağanak süresinin seçiminde genel kriter 4.36 denklemi ile verilmiştir (Aslan, 1997);

$$\Delta D = (t_c/5) \quad (4.36)$$

İlk 6 saatlik proje sağanak süresi için ΔD çoğunlukla 1 saattir. Toplanma süresi “ t_c ” nin 3 saatten az olduğu hallerde ise ΔD pratik olarak 0.5 alınmaktadır. Toplanma süresinin 10 ile 15 saat olması halinde ΔD 2 saat, 15 saatten 30 saate kadar olması halinde ise ΔD ’nin 3 saat alınması tavsiye edilmektedir. Mockus yöntemine ait değerleri bulmak için aşağıdaki işlem sırası takip edilir. Geçiş süresi “ t_c ” Denklem 4.37 ile hesaplanır.

$$t_c = 0.00032(L_h^{0.77}/S^{0.385}) \quad (4.37)$$

Denklem 4.37’de,

L_h ; Drenaj alanının hidrolik uzunluğunu (m).

S ; Drenaj alanının ortalama eğimini (%) belirtir. Daha sonra taşkını oluşturan yağışın süresi “ D ” Denklem 4.38 ile hesaplanır.

$$D = 2 t_c^{1/2} \quad (4.38)$$

Bulunan toplam yağış süresinden sağanak süresi olan “ ΔD ” Denklem 4.39 ile hesaplanır.

$$\Delta D = t_c/5 \quad (4.39)$$

Buradan pik debiye ulaşma süresi olan “ t_p ” Denklem 4.40 ile hesaplanır.

$$t_p = 0.5 \Delta D + 0.6 t_c \quad (4.40)$$

Daha sonra taşkın sönümlenme süresi olan “ t_r ” Denklem 4.41 ile hesaplanır.

$$t_r = H_c t_p \quad (4.41)$$

Denklem 4.41’de, H_c ; havza karakteristiklerine göre 1 ile 2 arasında değişkenlik gösteren ampirik katsayıdır. Bu işlemlerden sonra 1 mm’lik yağışın oluşturacağı debi Denklem 5.36 yardımıyla hesaplanır (Çavdar, 1996).

$$qP = (K'A)/t_p \quad (4.42)$$

Denklem 4.42’de K' ; 0.21 ile 1.60 arasında değişen havza katsayısıdır. K' katsayısı hesabı Efelerli yöntemi (Denklem 4.43) kullanılarak elde edilir (Çavdar, 1996).

$$K' = 0.201 + \frac{0.01183}{\sqrt{A}} L - 0.2646 \frac{(H_{10}-H_0)/1000}{\sqrt{A}} \quad (4.43)$$

Denklem’de,

H_{10} ; dere boyunun en yüksek kotunu,

H₀; dere boyu proje kotunu,

L; en uzun dere boyunu,

A; havza alanını ifade etmektedir. Daha sonra bulunan “q_p” değeri Denklem 4.44 yardımıyla maksimum yağış yüksekliği değeri “h_a”, ile çarpılarak taşkın tepe noktasındaki debisi “Q_p” bulunur.

$$Q_p = q_p h_a \quad (4.44)$$

Denklem 4.45’de, “h_a” ifadesi ise aşağıdaki denklemler yardımıyla elde edilir.

$$h_a = \frac{(P_i - 0.2s)^2}{(P_i + 0.8s)} \quad (4.45)$$

$$s = \left(\left(\frac{1000}{CNII} \right) - 10 \right) 25.4 \quad (4.46)$$

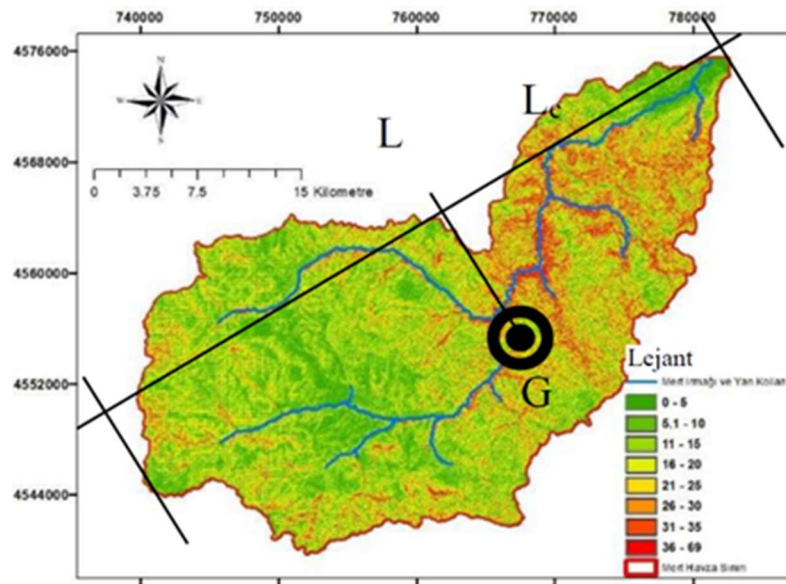
Denklem 4.45’te “P_i” değeri, elde edilecek tekerrürler için en büyük yağış miktarını, CNII ise havzaya ilişkin eğri numarasını ifade etmektedir (Mockus, 1965).

Snyder yöntemi

Yağış ve akış kayıtlarının tutulmadığı havzalarda birim hidrografları elde etmek amacıyla havzanın çeşitli fiziksel özelliklerinden faydalanılmaktadır. Snyder yöntemi bu amaçla ileri sürülen yöntemlerden en çok kullanılanlardan biridir. Yöntemde akarsu havzasının ağırlık merkeziyle taşkın hidrografının tepe noktası arasında bulunan (t_p) zaman farkı (saat) Denklem 4.47 yardımı ile hesaplanır (Snyder, 1938).

$$t_p = 0.75 C_t (LL_c)^{0.3} \quad (4.47)$$

Şekil 4.10’da havza üzerinde L ve L_c uzunlukları şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.10. Snyder yöntemi şeması (Demir, 2020)

Denklem 4.47’de yer alan C_t ; havza depolama kapasitesi ve eğime bağlı bir katsayıdır. Bu katsayı aynı bölgede birim hidrografi bilinen havzalardan havzadan elde edilir. Birim hidrografa ait sağanak süresi t_r ; Denklem 4.48 ile hesap edilmektedir (Chow ve ark., 1988).

$$t_r = t_p/5.5 \quad (4.48)$$

Denklem 4.48’de t_r ; birim hidrografa ait sağanak süresi (saat). Taşkın hidrografının tepe noktasındaki birim taşkın debisi “ q_p ” değeri ise Denklem 4.49 ile elde edilmektedir (Aslan, 1997).

$$q_p = 2760 C_p/t_p \text{ (1/s/km}^2\text{/cm)} \quad (4.49)$$

Denklem 4.49’da, “ C_p ”; havza tutma kapasitesi “ C_t ” gibi bir katsayıdır ve havzadan havzaya değişiklikler göstermektedir. Yapılan hesaplamalarda $C_t = 1.35$ ve $C_p = 0.69$ alınmıştır. Dağlık bölgelerde “ C_t ” katsayısı küçük değer alırken, “ C_p ” değeri artış gösterir. Bu katsayıların aynı bölgedeki birim hidrografları bilinen benzer havzalardan elde edilmesi daha uygun olmaktadır (Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2017). “ Q_p ” değeri Denklem 4.50 ile hesaplanmaktadır.

$$Q_p = q_p A 10^{-3} \text{ (m}^3\text{/s/cm)} \quad (4.50)$$

Denklem 4.50’de, elde edilen debi maksimum yağış yüksekliği ile çarpılarak taşkın en büyük debisi (pik debi) elde edilir. Snyder yöntemi yağış alanı 1000 km²’ye eşit veya daha büyük havzalar (üst sınır 5000 km²) için önerilmektedir (Özdemir 1978).

Rasyonel yöntem

Rasyonel yöntemde akış havzaya üniform yayılmış olarak kabul edilir

Rasyonel method formülü;

$$Q = C * I * A \quad (4.51)$$

Q: Taşkın debisi (m³ / s)

C: Akış katsayısı

A: Havza alanı (km²)

I: Toplama zamanına tekabül eden yağış şiddeti (mm/sa)

Akış katsayısı havzanın özelliklerine göre farklılık göstermektedir. Akış katsayısı, zeminin özelliklerine, havzanın eğimine ve bitki örtüsü gibi parametrelere bağlı olarak değişiklik göstermektedir.(www.esri.com.tr ., Erişim Tarihi: 08.01.2020)

Tablo 4.1. Akış katsayıları tablosu

Ormanlı Bölgeler	0.05-0.2
Otla Kaplı Bölgeler (Meralar)	
Kumlu Zemin	0.05-0.2
Az Geçirimli Zemin	0.13-0.35
Yerleşim Bölgeleri	
Ayrık Nizam	0.30-0.60
Bitişik Nizam	0.60-0.75
İş ve Sanayi Bölgeleri	
Seyrek	0.50-0.70
Sık	0.70-0.95
Yollar	0.70-0.95

$$\Delta p / \Delta t \quad (4.52)$$

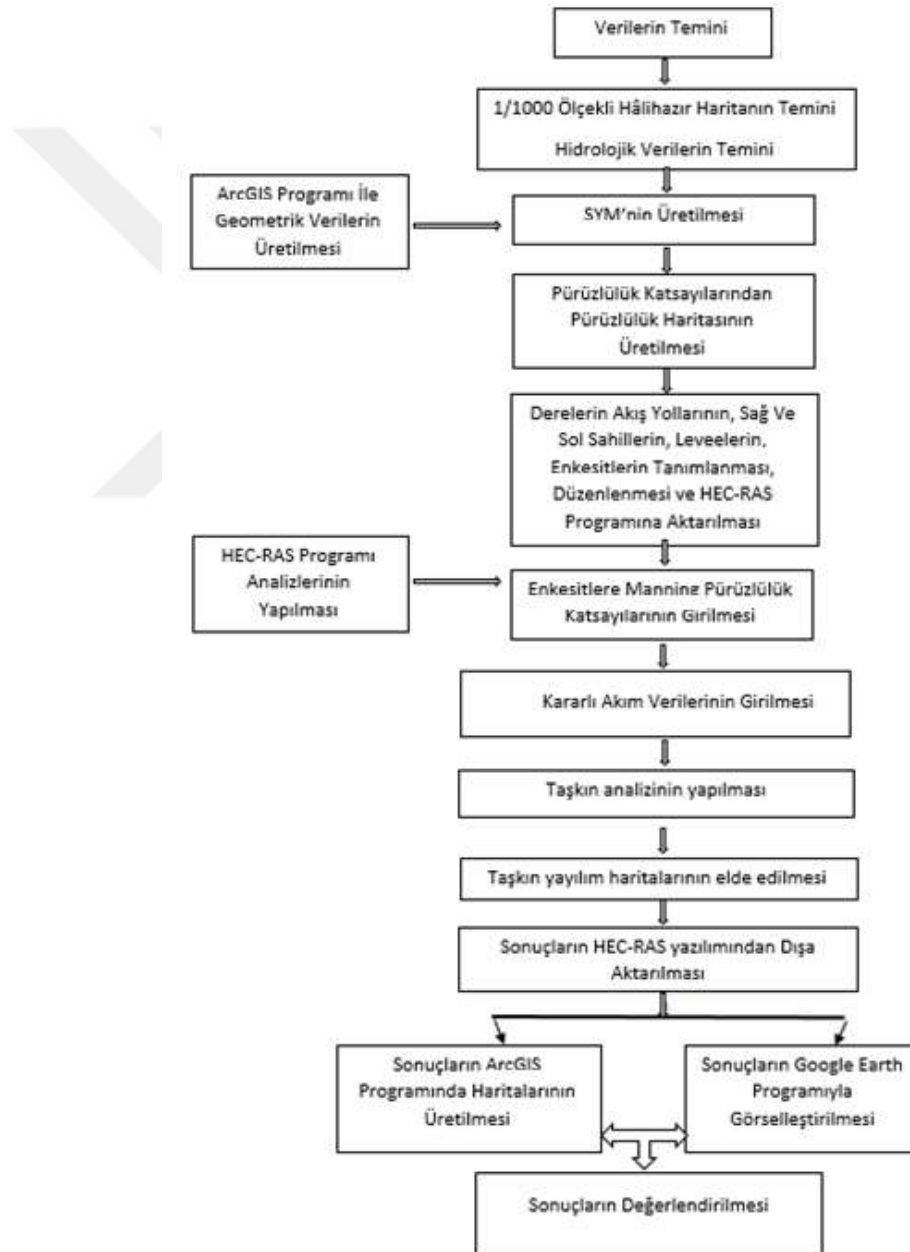
4.52.'deki formül i değeri için geçerlidir. Zaman aralığı olarak Δt değeri 1 gün olarak kabul edilerek değer mm/gün olarak bulunur ve şiddet değeri mm/s' ye dönüştürülür.

A değeri arazi çalışmalarında bilinmiyorsa Google Earth üzerinden bulunabilir. (www.esri.com.tr, Erişim Tarihi: 08.01.2020).

4.4. YÖNTEM

4.4.1 Sayısal arazi verilerinin düzenlenmesi

Bu çalışmada, Borçka ilçesindeki Aksu (Deviskel) ve İçkale (Cihala) Dereleri için hidrolik model oluşturularak çeşitli tekerrür debilerinde oluşan taşkın yayılım haritaları elde edilmiştir. Çalışmada izlenen yöntemin işlem adımları aşağıda maddeler halinde ve genel iş akış şeması Şekil 4.12’de verilmiştir.



Şekil 4.12. Genel iş akış şeması (Çanta (2022)’den esinlenerek üretilmiştir)

4.4.2 Verilerin HEC-RAS'a aktarımı ve hidrolik modelleme

Deviskel ve İçkale deresine ait geometrik veriler ArcGIS 10.5 CBS yazılımında hazırlanmış ve ArcGIS HEC-GeoRAS modülü kullanılarak HEC-RAS 5.0.4 programına uygun şekilde dönüştürülmüştür. ArcGIS programında üretilen sayısal yükseklik modelleri kullanılarak akarsulara ait geometrik veriler ve kesitler HEC-GeoRAS modülü kullanılarak 3 boyutlu hale getirilmiş ve HEC-RAS yazılımına aktarılmıştır (Akıncı ve ark., 2019). HEC-RAS yazılımında yapılan analizler sonucunda elde edilen veriler görselleştirme ve konumsal olarak değerlendirilebilmesi için tekrar ArcGIS yazılımına aktarılmış ve gerekli değerlendirmeler sonucunda taşkın yayılım haritaları üretilmiştir. ArcGIS ve HEC-RAS programlarında yapılan işlemler ve analizler aşağıda sırasıyla belirtilmiştir.

ArcGIS yazılımında;

- İlk işlem olarak çalışma alanının ITRF96 koordinat sistemindeki hâlihazırından SYM ve raster veri elde edilmiştir. Hâlihazır harita ile SYM karşılaştırılarak akarsuların merkezi, sağ ve sol sahilleri belirlenmiştir. HEC-RAS programının verileri tanımlayabilmesi için üretilen veriler ED_1950_UTM_Zone_37N koordinat sistemine dönüştürülmüştür.
- Sonrasında ArcGIS yazılımındaki HEC-GeoRAS modülü ile akarsu doğrultusu, sağ ve sol sahil verileri tekrar işlenmiş ve 50 m aralıklı 200 m genişlikte akarsu enkesitleri oluşturulmuştur. Akarsuyun taşkın sırasında öncelikle kendi yatağında yükselip sonrasında kenarlarından taşması için leveeler oluşturulmuştur.
- ED_1950_UTM_Zone_37N koordinat sisteminde üretilen SYM, akarsu katman verileri ve enkesitler 3 boyutlu hale getirilip HEC-RAS yazılım formatı olan .sdf (Spatial data format) uzantısıyla kaydedilmiştir.
- HEC-RAS programında yapılan analiz sonunda taşkın yayılım haritalarının oluşturulması için tüm veriler tekrar ArcGIS programına aktarılır.

HEC-RAS yazılımında;

- ArcGIS programında üretilen .sdf uzantılı geometrik veriler HEC-RAS programına Edit Geometric Data menüsünden aktarılmıştır.
- Enkesitler HEC-RAS programında kontrol edildikten sonra Manning's n or k values menüsünden manning pürüzlülük katsayıları girilir.

- Pürüzlülük katsayılarının Cross Section menüsünde her enkesit için kontrol edilmesinden sonra akarsuyun mansap bölümünün belirlenmesi için Downstream Reach Lengths kısmına 0 girilir ki kendinden sonra enkesit olmadığı görülsün.
- Son olarak Steady Flow Data menüsüne girilir ve her tekerrür verisi için (Q₅₀, Q₁₀₀, Q₅₀₀, Q₁₀₀₀) ayrı ayrı analiz yapılarak taşkın yayılım verileri hesaplatılır.
- Analiz işlemi sonunda tüm veriler Import Geometric Data menüsü aracılığıyla ArcGIS programına aktarılmıştır.

ArcGIS programına aktarılan HEC-RAS analiz sonuçlarının görüntülenmesi için gerekli koordinat düzenleme işlemleri yapılmıştır. Düzenleme sonunda aktarılan veriler taşkın yayılım alanlarını detaylı olarak göstermektedir. Oluşturulan haritalar Google Earth programına aktarılıp kontrolleri yapılmıştır.

Edit Manning's n or k Values

River: **dvskd** ☒ Edit Interpolated XS's Channel n Values have a light green background

Reach: **1** All Regions

Selected Area Edit Options

	River Station	Frctn (n/K)	n #1	n #2	n #3
1	1039	n	0.043	0.055	0.043
2	1008	n	0.043	0.055	0.043
3	968	n	0.043	0.055	0.043
4	908	n	0.043	0.055	0.043
5	846	n	0.043	0.055	0.043
6	800	n	0.043	0.055	0.043
7	750	n	0.043	0.055	0.043
8	700	n	0.043	0.055	0.043
9	651	n	0.043	0.055	0.043
10	600	n	0.043	0.055	0.043
11	550	n	0.043	0.055	0.043
12	500	n	0.043	0.055	0.043
13	450	n	0.043	0.055	0.043
14	400	n	0.043	0.055	0.043
15	350	n	0.043	0.055	0.043
16	300	n	0.043	0.055	0.043
17	250	n	0.043	0.055	0.043
18	200	n	0.043	0.055	0.043
19	152	n	0.043	0.055	0.043
20	100	n	0.043	0.055	0.043
21	63	n	0.043	0.055	0.043

Şekil 4.13. HEC-RAS programında Deviskel deresi en kesitlerine pürüzlülük katsayılarının girilmesi

Edit Manning's n or k Values

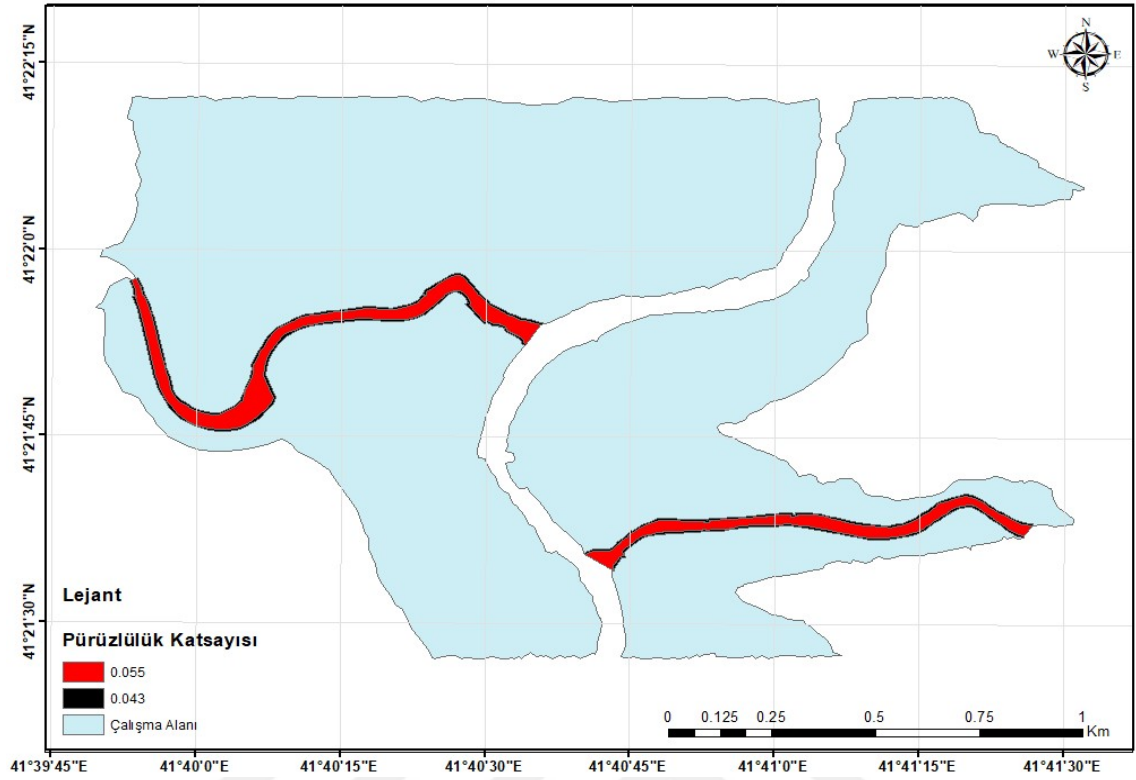
River: ☒ Edit Interpolated XS's Channel n Values have a light green background

Reach:

Selected Area Edit Options

	River Station	Frctn (n/K)	n #1	n #2	n #3
1	1400	n	0.043	0.055	0.043
2	1350	n	0.043	0.055	0.043
3	1300	n	0.043	0.055	0.043
4	1250	n	0.043	0.055	0.043
5	1218	n	0.043	0.055	0.043
6	1180	n	0.043	0.055	0.043
7	1117	n	0.043	0.055	0.043
8	1056	n	0.043	0.055	0.043
9	1007	n	0.043	0.055	0.043
10	941	n	0.043	0.055	0.043
11	863	n	0.043	0.055	0.043
12	830	n	0.043	0.055	0.043
13	797	n	0.043	0.055	0.043
14	745	n	0.043	0.055	0.043
15	700	n	0.043	0.055	0.043
16	650	n	0.043	0.055	0.043
17	600	n	0.043	0.055	0.043
18	550	n	0.043	0.055	0.043
19	500	n	0.043	0.055	0.043
20	450	n	0.043	0.055	0.043
21	400	n	0.043	0.055	0.043
22	357	n	0.043	0.055	0.043
23	250	n	0.043	0.055	0.043
24	223	n	0.043	0.055	0.043
25	178	n	0.043	0.055	0.043
26	150	n	0.043	0.055	0.043
27	117	n	0.043	0.055	0.043
28	62	n	0.043	0.055	0.043

Şekil 4.14. HEC-RAS programında İçkale deresi en kesitlerine pürüzlülük katsayılarının girilmesi



Şekil 4.15. Çalışma alanına ait pürüzlülük katsayıları haritası

4.4.3. Simülasyon sonuçlarının incelenmesi

Taşkın analizinde akımın zamanla değişmediği kabul edildiği için kararlı akım şartlarına göre analiz yapılmıştır. Taşkın tekerrür debileri (Q_{50} , Q_{100} , Q_{500} , Q_{1000}) de Aksu Deresi için Şekil 4.16, İçkale Deresi için Şekil 4.17’ de görüldüğü gibi programa girilmiştir.

Steady Flow Data - dvskl2

File Options Help

Enter/Edit Number of Profiles (32000 max):

Locations of Flow Data Changes

River:

Reach: River Sta.:

Flow Change Location			Profile Names and Flow Rates			
River	Reach	RS	Q50	Q100	Q500	Q1000
1 dvskl	1	1039	271.9	327.8	445.4	496.0

Enter to edit the boundary conditions

Şekil 4.16. Deviskel (Aksu) deresi için kararlı akım analizi

Steady Flow Data - ickale2

File Options Help

Enter/Edit Number of Profiles (32000 max): 4 [Reach Boundary Conditions ...] Apply Data

Locations of Flow Data Changes

River: ickale [Add Multiple...]

Reach: 1 River Sta.: 1400 [Add A Flow Change Location]

Flow Change Location				Profile Names and Flow Rates			
River	Reach	RS	Q50	Q100	Q500	Q1000	
1 ickale	1	1400	277.6	340.7	466.4	520.5	

Enter to edit the boundary conditions

Şekil 4.17. İçkale deresi için kararlı akım analizi

Analiz sonucunda Şekil 4.18' de görüldüğü üzere öncelikle geometrik bilgilerin doğruluğu kabul edilmiştir. Sonrasında da kararlı akış simülasyonu başarılı bir şekilde tamamlanmıştır.

HEC-RAS Finished Computations

Write Geometry Information
Layer: COMPLETE

Steady Flow Simulation
River: dvskd RS: 1039
Reach: 1 Node Type: Cross Section
Profile: PF 1
Simulation: 1/1

Computation Messages

Plan: 'Plan 01' (dvskl.p01)
Simulation started at: 01Jan2023 04:34:09 PM
Using 64 Bit Computation Engines

Writing Geometry
Completed Writing Geometry

Starting to copy Geometry Data to Results
Completed copying Geometry Data to Results

Steady Flow Simulation HEC-RAS 5.0.4 April 2018
Finished Steady Flow Simulation

Computations Summary

Computation Task	Time(hh:mm:ss)
Completing Geometry(64)	1
Steady Flow Computations(64)	<1
Complete Process	1

Pause Take Snapshot of Results Close

Şekil 4.18. Deviskel deresi için kararlı akım analiz sonucu

5. BULGULAR ve TARTIŞMA

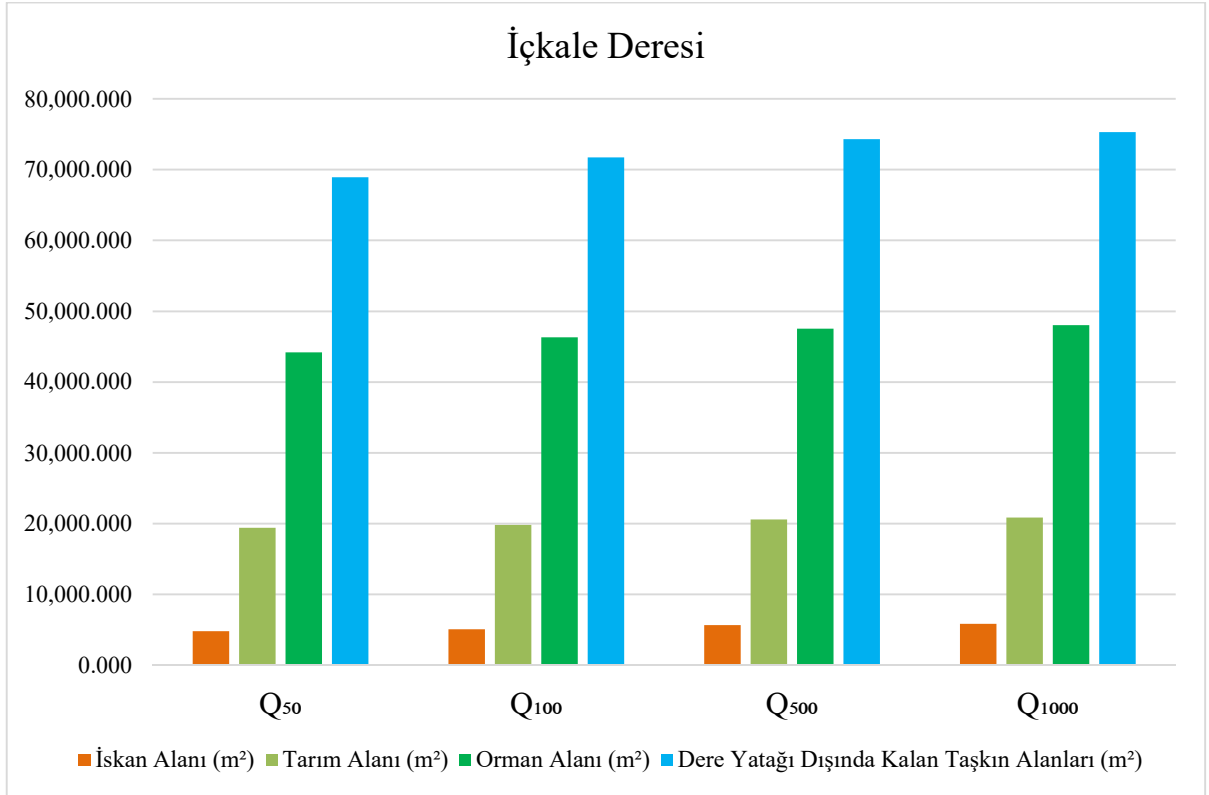
Bu tez çalışmasında Artvin ili Borçka ilçesi Deviskel (Aksu) ve Cihala (İçkale) Dereleri için Q_{50} , Q_{100} , Q_{500} , Q_{1000} tekerrür debileri için HEC-RAS'da 1D ve 2D entegre model ile hidrolik analiz yapılmıştır. Elde edilen çıktılar değerlendirilmesi için farklı tekerrür debilerindeki sonuçlar ArcGIS yazılımına aktarılırken; her tekerrür debisi için taşkın yayılım haritaları HEC-RAS yazılımı ile yapılan hidrolik modellemeye oluşturulmuştur.

İçkale deresine (Şekil 5.2-5.3-5.4-5.5) ve Deviskel deresine ait (Şekil 5.6-5.7-5.8-5.9) ayrı ayrı elde edilen verilere göre Q_{50} , Q_{100} , Q_{500} , Q_{1000} tekerrür debilerinde taşkın yayılım alanları, dere yatakları dışında kalan taşkın alanları, minimum su yüksekliği, maksimum su yüksekliği dikkate alındığında taşkından etkilenen yapıları alanlar, orman alanları ve yapı sayılarına yer verilmiştir. Şekil 5.1-5.8'de elde edilen haritaların değerlendirilmesi ile hazırlanan Tablo 5.1'de İçkale ve Tablo 5.2'de Deviskel derelerine ait taşkın sonuçları verilmiştir.

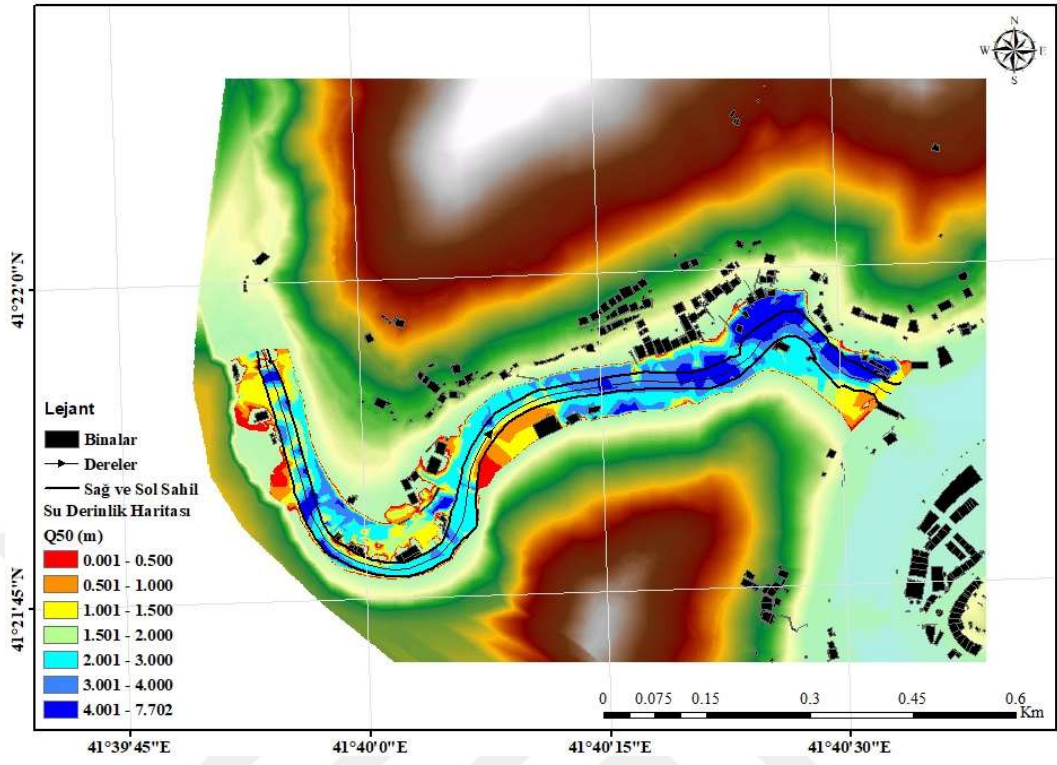
İçkale Deresi için Q_{50} tekerrür debisine göre, yatağından çıkan taşkın sularının oluşturduğu alan 68.938,495 m², taşkından etkilenen iskân alanı 4.821,472 m², taşkından etkilenen tarım alanı 19.429,067 m², taşkından etkilenen orman alanı 44.181,817 m², taşkından etkilenen yapı sayısı 45'dir. Q_{100} tekerrür debisine göre, yatağından çıkan taşkın sularının oluşturduğu alan 71.733,734 m², taşkından etkilenen iskân alanı 5.107,535 m², taşkından etkilenen tarım alanı 19.815,866 m², taşkından etkilenen orman alanı 46.302,947 m², taşkından etkilenen yapı sayısı 47'dir. Q_{500} tekerrür debisine göre, yatağından çıkan taşkın sularının oluşturduğu alan 74.303,608 m², taşkından etkilenen iskân alanı 5.676,959 m², taşkından etkilenen tarım alanı 20.591,137 m², taşkından etkilenen orman alanı 47.524,126 m², taşkından etkilenen yapı sayısı 50'dir. Q_{1000} tekerrür debisine göre, yatağından çıkan taşkın sularının oluşturduğu alan 75.295,313 m², taşkından etkilenen iskân alanı 5.868,363 m², taşkından etkilenen tarım alanı 20.886,834 m², taşkından etkilenen orman alanı 48.027,731 m², taşkından etkilenen yapı sayısı 50'dir (Tablo 5.1) (Şekil 5.1).

Tablo 5.1. İçkale Deresine ait HEC-RAS programında yapılan analizlerde tekerrür yıllarına (Q) göre oluşturulan taşkın sonuç verileri

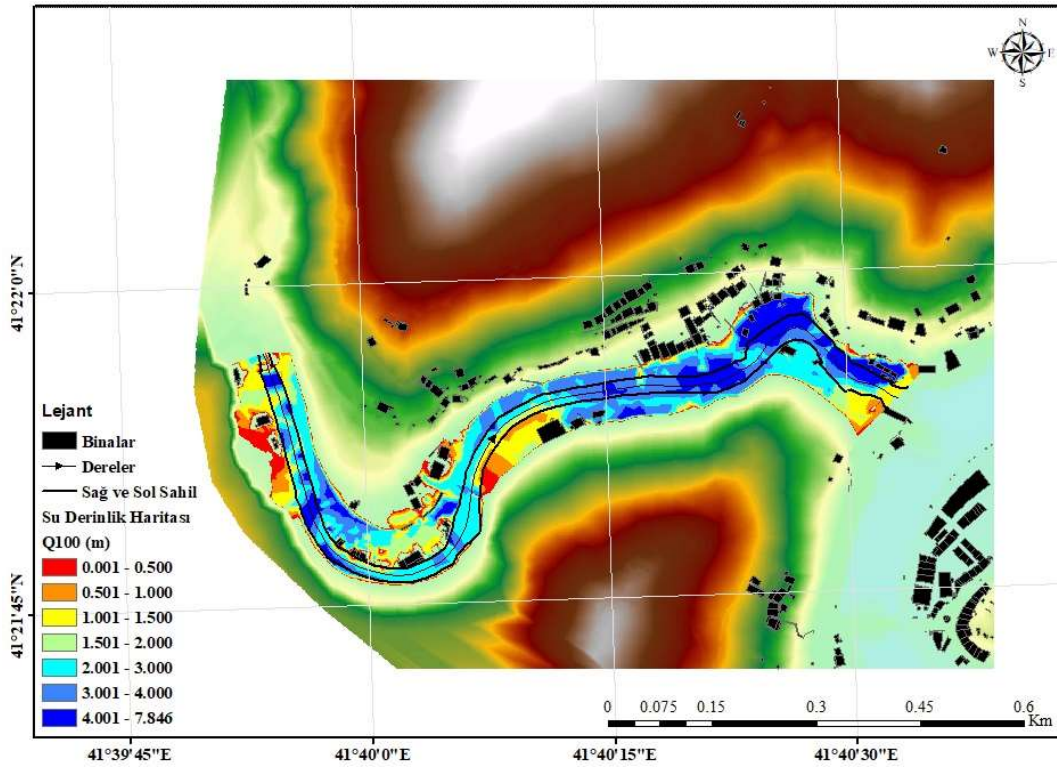
HEC-RAS Sonuçları	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀
Minimum Su Yüksekliği (m)	0,001	0,001	0,001	0,001
Maximum Su Yüksekliği (m)	7,701	7,845	8,113	8,279
Toplam Taşkın Yayılım Alanı (m ²)	102.604,300	105.474,492	108.116,009	109.129,457
Dere Yatağı Dışındaki Taşkın Alanları (m ²)	68.938,495	71.733,734	74.303,608	75.295,313
Taşkından Etkilenen İskân Alanı (m ²)	4.821,472	5.107,535	5.676,959	5.868,363
Taşkından Etkilenen Tarım Alanı (m ²)	19.429,067	19.815,866	20.591,137	20.886,834
Taşkından Etkilenen Orman Alanı (m ²)	44.181,817	46.302,947	47.524,126	48.027,731
Taşkından Etkilenen Yapı Sayısı (adet)	45	47	50	50



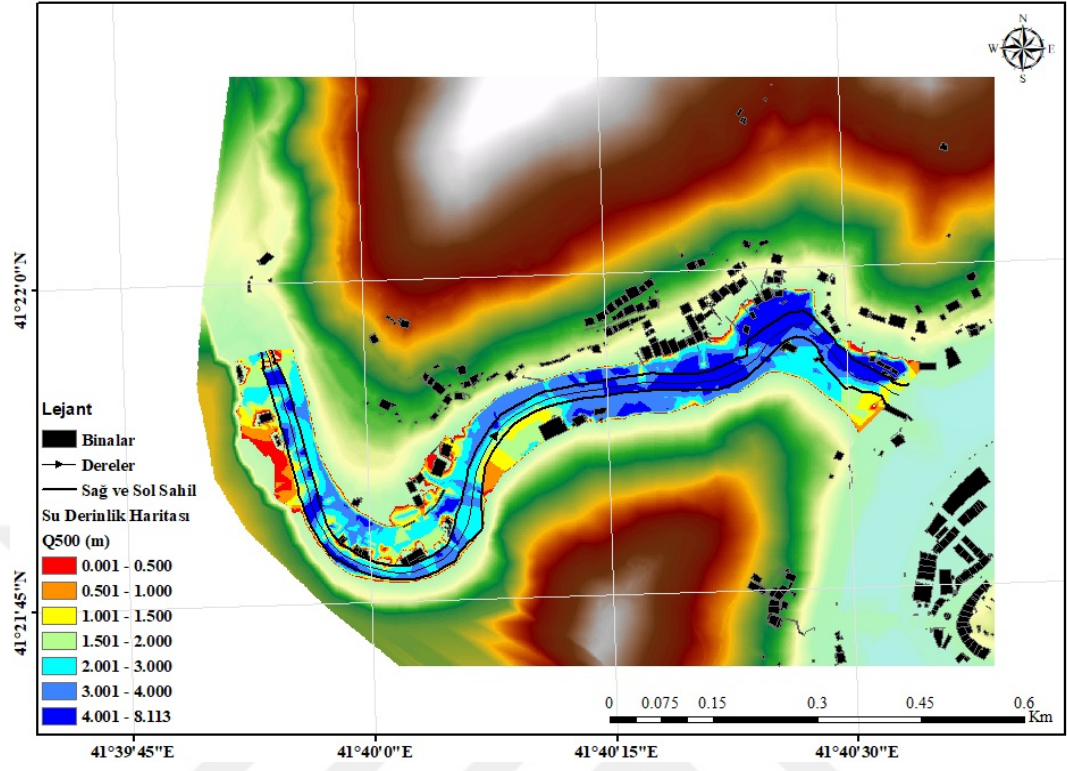
Şekil 5.1. İçkale Deresine ait HEC-RAS programında yapılan analizlerde tekerrür yıllarına göre oluşturulan taşkın sonuç grafiği



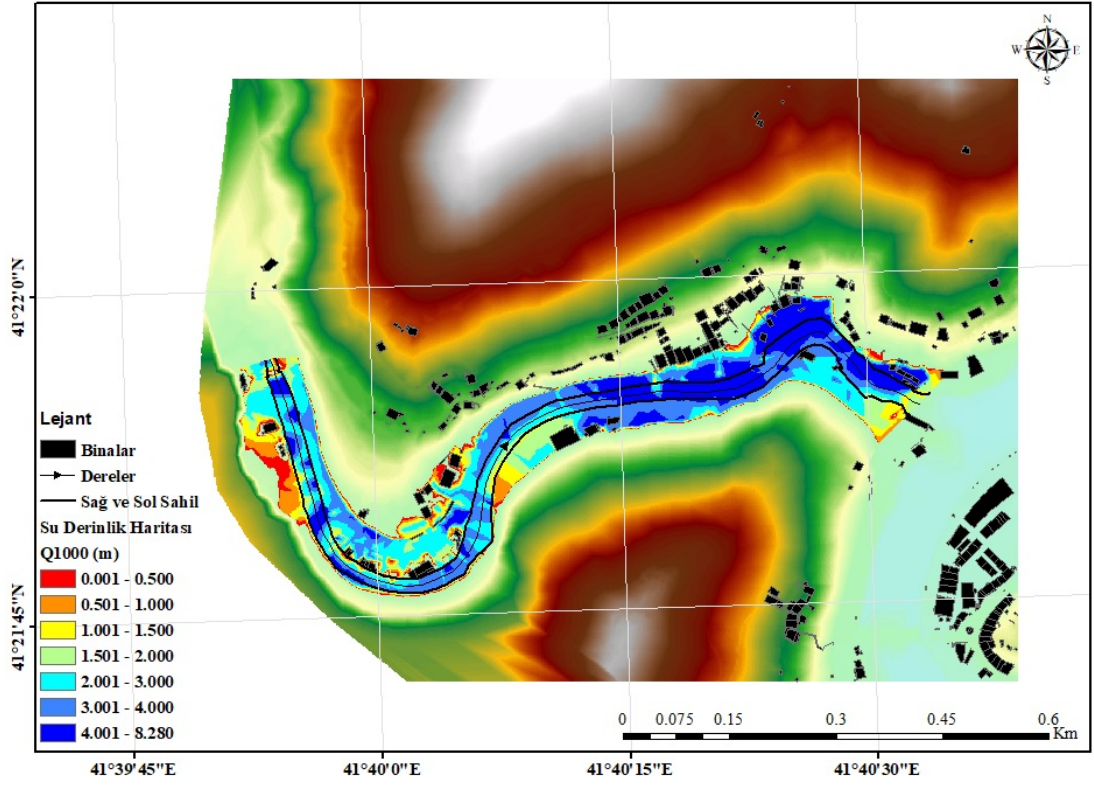
Şekil 5.2. İckale Deresi Q₅₀ için taşkın derinlik haritası



Şekil. 5.3 İckale Deresi Q₁₀₀ için taşkın derinlik haritası



Şekil 5.4. İçkale Deresi Q₅₀₀ için taşkın derinlik haritası

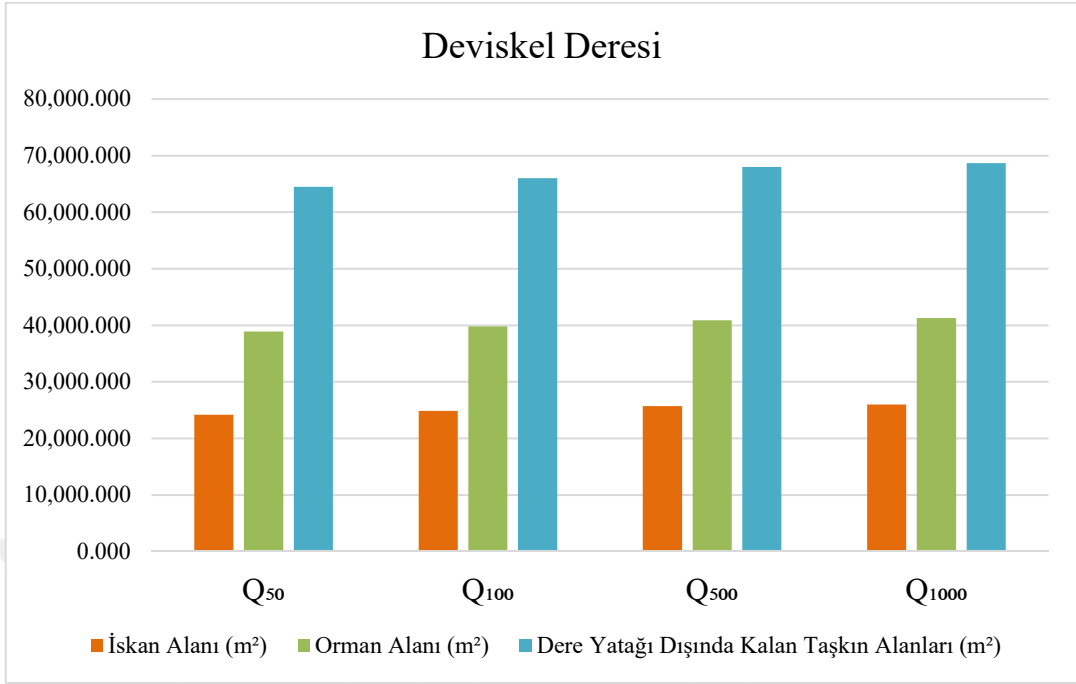


Şekil 5.5. İçkale Deresi Q₁₀₀₀ için taşkın derinlik haritası

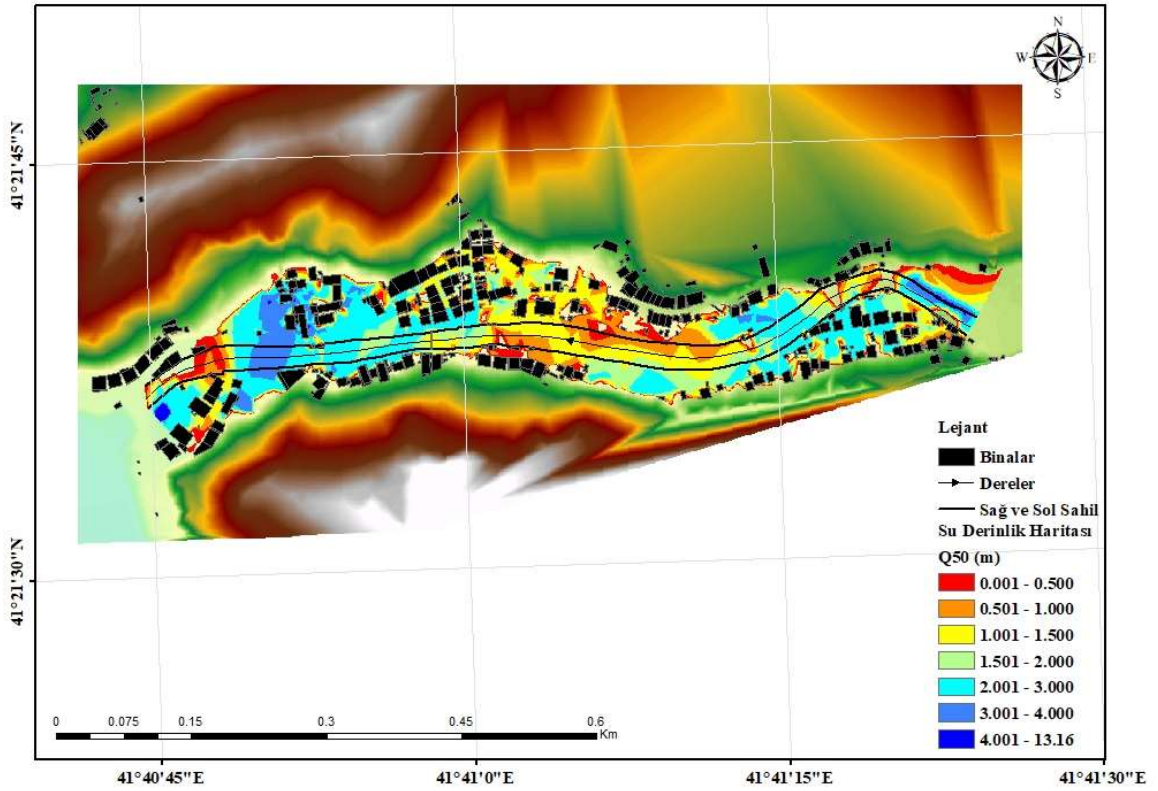
Deviskel Deresi için Q_{50} tekerrür debisine göre, yatağından çıkan taşkın sularının oluşturduğu alan 64.472,907 m², taşkından etkilenen iskân alanı 24.160,746 m² taşkından etkilenen tarım alanı bulunmazken; taşkından etkilenen orman alanı 38.925,875 m², taşkından etkilenen yapı sayısı 208'dir. Q_{100} tekerrür debisine göre, yatağından çıkan taşkın sularının oluşturduğu alan 66.028,732 m², taşkından etkilenen iskân alanı 24.859,339 m² taşkından etkilenen tarım alanı bulunmazken; taşkından etkilenen orman alanı 39.783,107 m² ve taşkından etkilenen yapı sayısı 212'dir. Q_{500} tekerrür debisine göre, yatağından çıkan taşkın sularının oluşturduğu alan 67.985,918 m², taşkından etkilenen iskân alanı 25.691,709 m² taşkından etkilenen tarım alanı bulunmazken; taşkından etkilenen orman alanı 40.906,923 m² taşkından etkilenen yapı sayısı 213'tür. Q_{1000} tekerrür debisine göre, yatağından çıkan taşkın sularının oluşturduğu alan 68.685,352 m², taşkından etkilenen iskan alanı 26.021,466 m² taşkından etkilenen tarım alanı bulunmazken; taşkından etkilenen orman alanı 41.276,599 m² taşkından etkilenen yapı sayısı 213'tür (Tablo 5.2) (Şekil 5.6.).

Tablo 5.2. HEC-RAS programında yapılan analizlerde tekerrür yıllarına göre oluşturulan Deviskel Deresine ait taşkın sonuç verileri

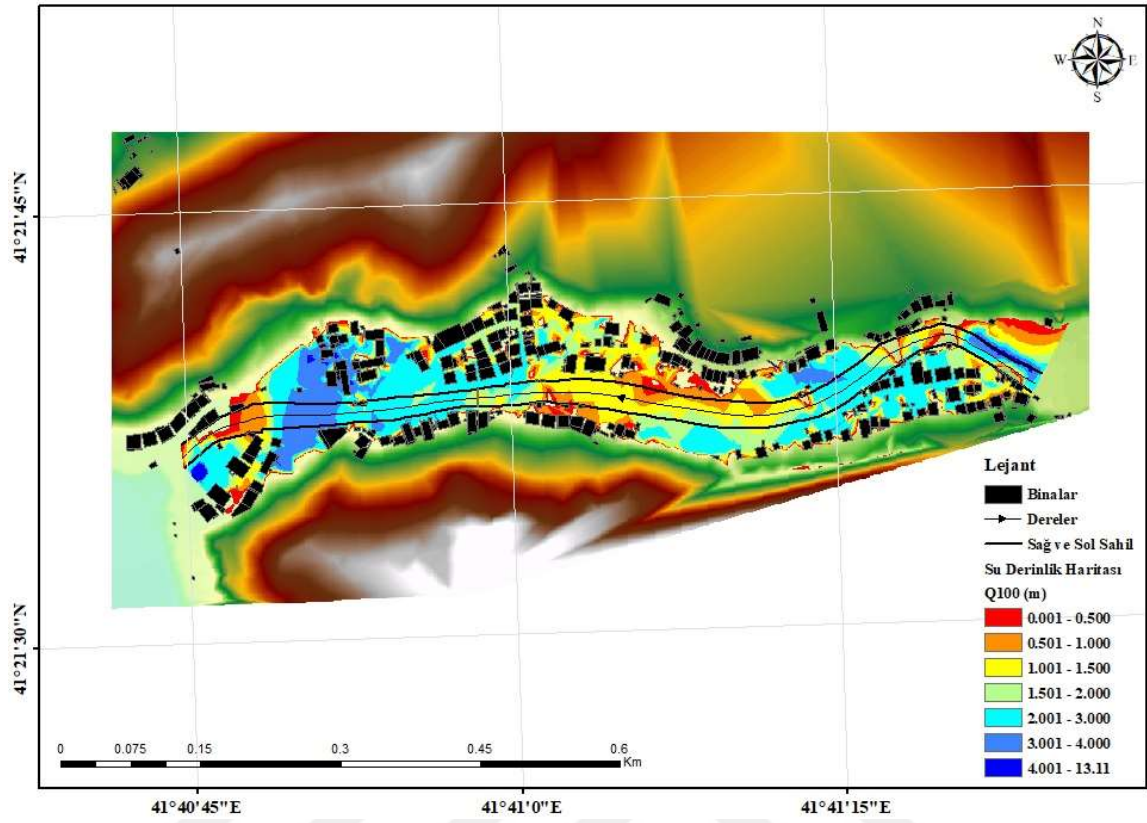
HEC-RAS Sonuçları	Q_{50}	Q_{100}	Q_{500}	Q_{1000}
Minimum Su Yüksekliği (m)	0,001	0,001	0,001	0,001
Maximum Su Yüksekliği (m)	13,106	13,111	13,129	13,145
Toplam Taşkın Yayılım Alanı (m ²)	86.277,098	87.987,797	90.151,415	90.936,458
Dere Yatağı Dışındaki Taşkın Alanları (m ²)	64.472,907	66.028,732	67.985,918	68.685,352
Taşkından Etkilenen İskân Alanı (m ²)	24.160,746	24.859,339	25.691,709	26.021,466
Taşkından Etkilenen Orman Alanı (m ²)	38.925,875	39.783,107	40.906,923	41.276,599
Taşkından Etkilenen Yapı Sayısı (adet)	208	212	213	213



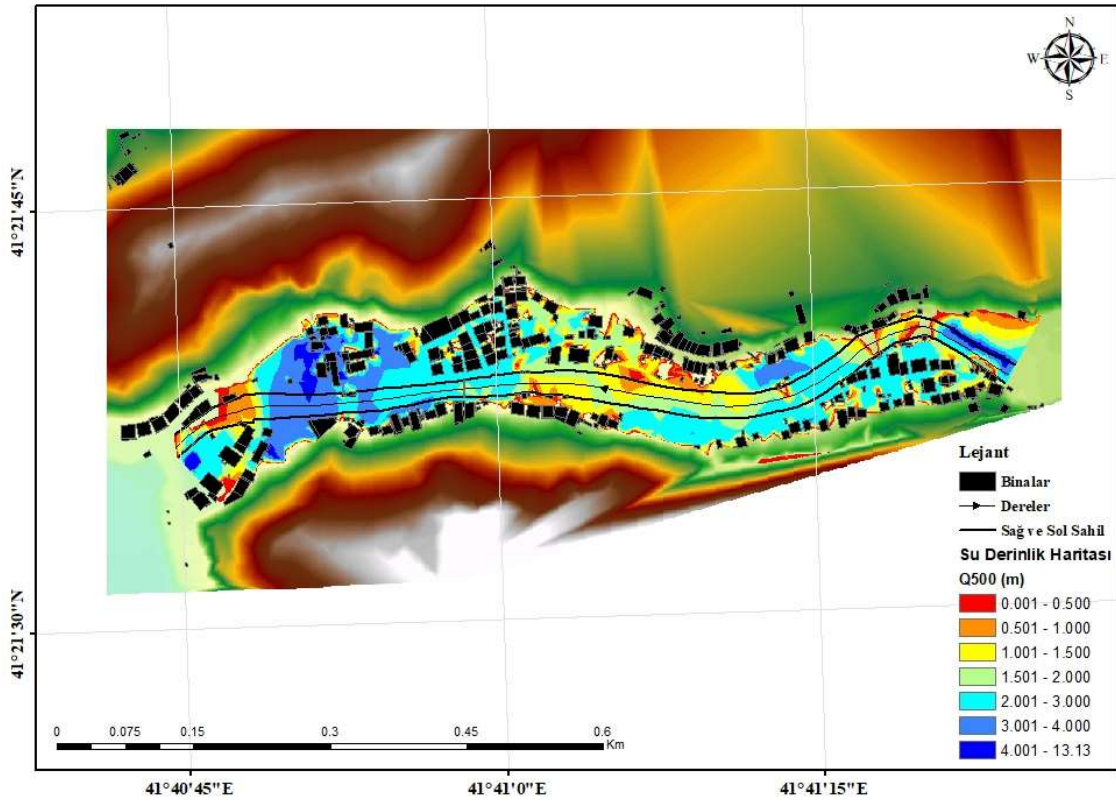
Şekil 5.6. HEC-RAS programında yapılan analizlerde tekerrür yıllarına göre oluşturulan Deviskel Deresine ait taşkın sonuç verileri



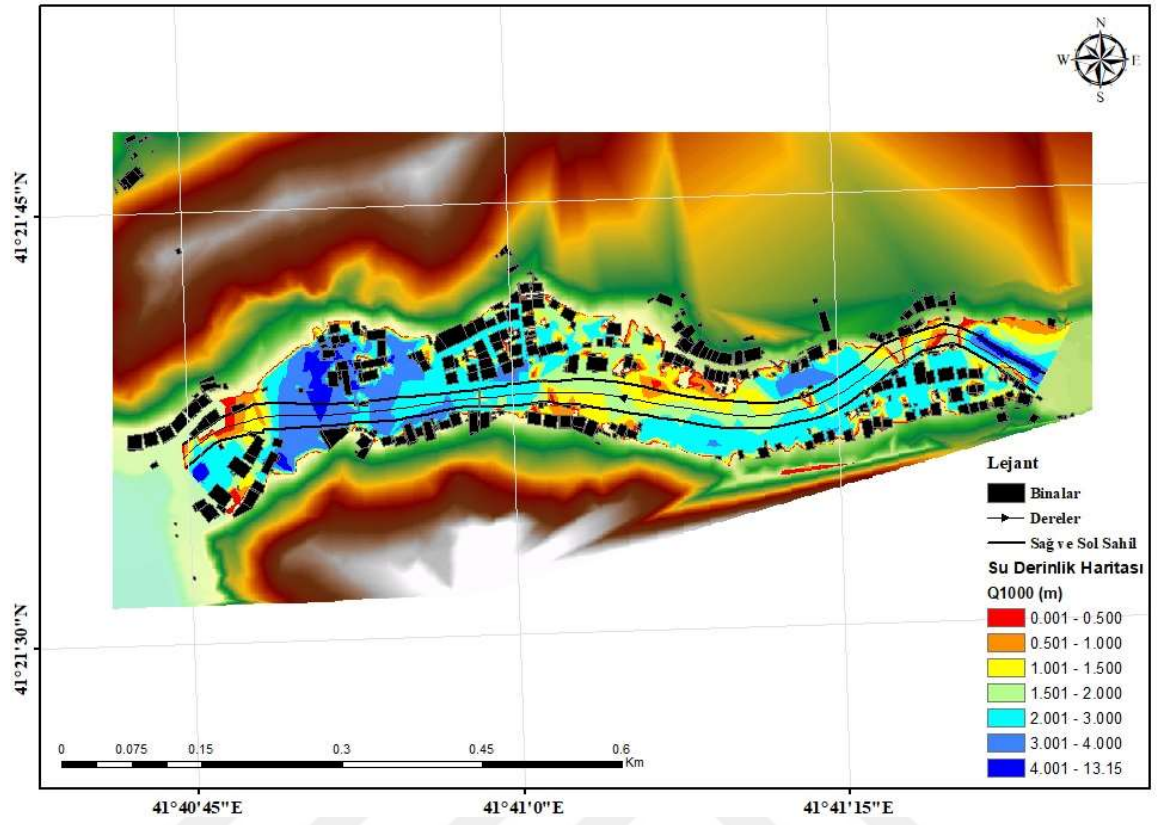
5.7. Deviskel Deresi Q₅₀ için taşkın derinlik haritası



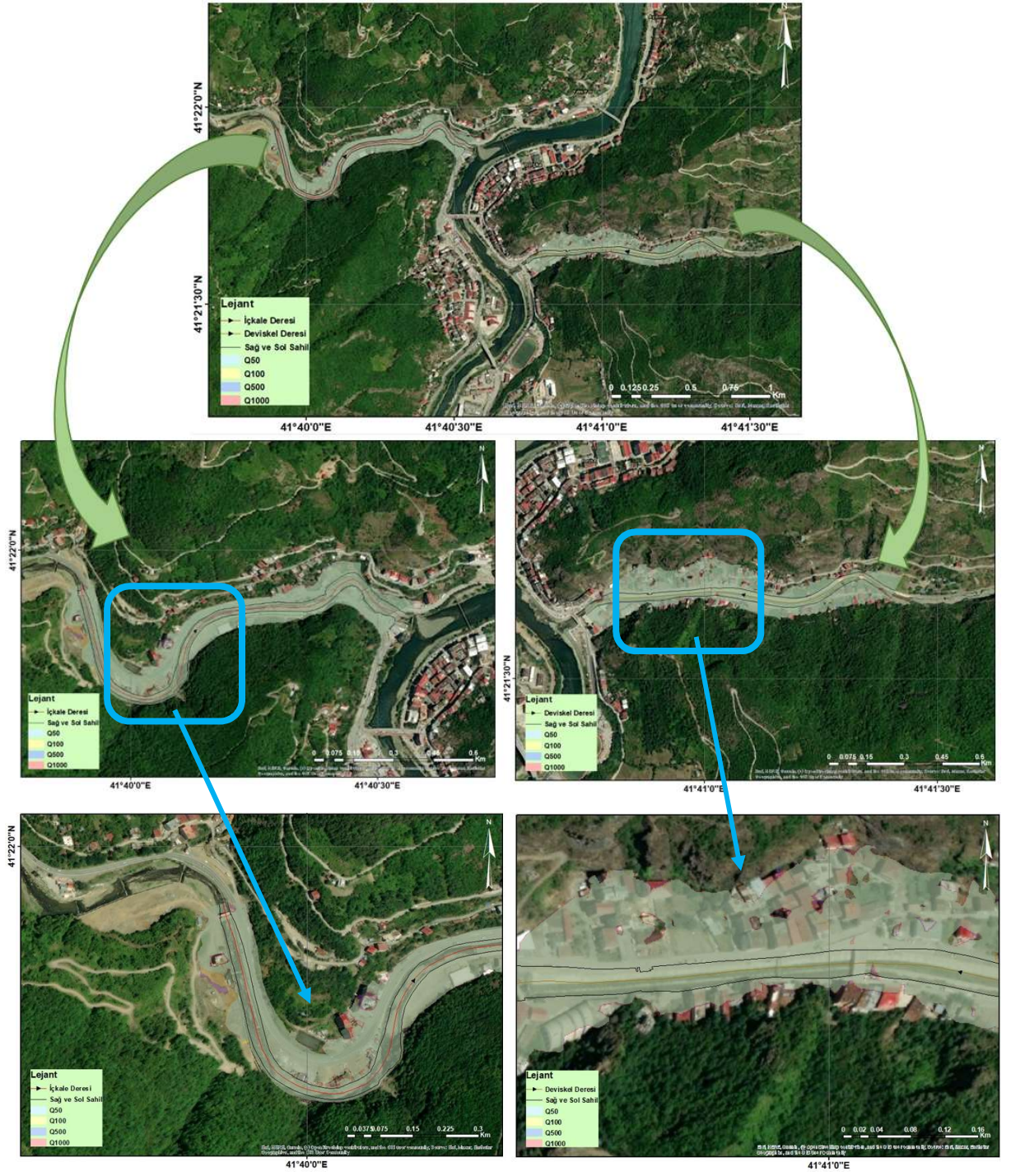
5.8. Deviskel Deresi Q_{100} için taşkın derinlik haritası



5.9. Deviskel Deresi Q_{500} için taşkın derinlik haritası



5.10. Deviskel Deresi Q_{1000} için taşkın derinlik haritası



5.11. İçkale ve Deviskel Dereleri'nin Q₅₀, Q₁₀₀, Q₅₀₀ ve Q₁₀₀₀'e göre karşılaştırmalı taşkın yayılım haritaları

Literatürde, çalışmamızda olduğu gibi Artvin Çoruh Nehri Havzası'ndaki dereler ve çevresinde yapılan diğer çalışmalar incelendiğinde; Çanta ve ark. (2022), Artvin ili Ardanuç ilçesinde bulunan Pona ve Örtülü dereleri üzerinde HEC-RAS ve FLO-2D yazılımlarını kullanarak elde ettikleri Q_{500} taşkın tekerrür debisine ait sonuçları karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda her iki yazılımla da üretilen verilerde derenin yatak akışının genel itibariyle dere yatağı içinde kaldığını tespit etmişlerdir. İki yazılımda da yapılan analizler karşılaştırıldığında FLO-2D yazılımında üretilen taşkın alanının HEC-RAS yazılımında üretilen taşkın alanını kapsadığını belirlemişlerdir. Örtülü deresi için ise her iki yazılımdan çıkan analiz sonuçlarına göre derenin yatak sınırlarını aştığını ve dere çevresinin taşkın riski yüksek olan bir alan olduğu kanaatine varmışlardır. Sonuç olarak Örtülü deresi çevresinde FLO-2D yazılımı analizlerine göre 7 yapı, HEC-RAS yazılımı analizlerine göre de 5 yapının taşkından etkilenebileceğini öngörmüşlerdir. Çanta E., (2022), yaptığı tez çalışmasında Artvin ilinin Kemalpaşa ilçesinde bulunan Köprücü, Karaosmaniye ve Çam deresinde, çalışmamıza benzer şekilde, HEC-RAS yazılımıyla Q_{50} , Q_{100} , Q_{500} , ve Q_{1000} taşkın tekerrür debileri için analiz yapmıştır. HEC-RAS yazılımından elde ettiği analiz sonuçlarını ArcGIS yazılımına aktararak, bu çalışmada da olduğu gibi, her tekerrür debisi için ayrı ayrı taşkın yayılım haritaları oluşturmuştur. Dolo (2018), tarafından Arhavi ilçesinde yapılan araştırmada Drone, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknolojileri kullanmıştır. Havadan görüntülenen alanda 47 yıllık; günlük yağış verileri, 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık tekrar periyodu ile Weibull metodu kullanılarak, 24 saatlik yağış tekrarlama periyodu hesaplanmıştır. Daha sonra akış hidrografi; SCS Sentetik Hidrograf yöntemi kullanılarak sentezlenmiştir. Sentezleme hidrografi üç akarsu havzasını; kapsamaktadır. Sonrasında, taşkın felaketinden etkilenen alan için HEC-RAS yazılımı kullanarak analizler yapılmıştır. Artvin ve çevre illeri kapsayan bölgedeki taşkın riski gerçeği ve önemi yapılan çalışmalarla da desteklenmektedir. Bu bağlamda ArcGIS ve HEC-RAS yazılımlarının, taşkın riskini belirleme ve gelecekte yaşanacak olası taşkın senaryolarının hali hazırda bilinmesi ve önlemler alınması adına önemi yapılan çalışmalarla da öngörülmüştür.

6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, Artvin ili Borçka ilçesindeki Aksu (Deviskel) ve İçkale (Cihala) derelerinde taşkın modellemesi yapılmıştır. ArcGIS ve HEC-RAS programlarıyla, derelere ait Q_{50} , Q_{100} , Q_{500} , Q_{1000} tekerrür debileri kullanılarak taşkın yayılım haritaları oluşturulmuştur.

Çalışma sonunda Q_{1000} tekerrür debisine göre, İçkale deresi çevresinde 50 adet bina ve müştemilatın, 5.868,363 m² iskân alanı, 48.027,731 m² orman alanı, 20886,834 m² tarım alanının taşkından etkilenebileceği ve dere yatağı dışında kalan taşkın alanının ise 75.295,313 m² olduğu tespit edilmiştir. Deviskel deresi çevresinde ise yine Q_{1000} tekerrür debisine göre 213 adet bina ve müştemilatın, 26.021,466 m² iskân alanı, 41.276,599 m² orman alanının taşkından etkilenebileceği ve dere yatağı dışında kalan taşkın alanının ise 68.685,352 m² olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan modelleme sonucunda taşkın suyunun akarsu yatağı içinde kalmayıp taşıdığı görülmüştür. Özellikle Deviskel deresine kıyısı olan yerleşim yerlerinin tekerrür debileri arttıkça taşan su miktarıyla sular altında kaldığı açıkça görülmektedir. İçkale deresi etrafında da yine yerleşim yerlerinin sular altında kaldığı görülmüştür.

Yapılan bu çalışmada taşkın anında meydana gelebilecek erozyon, heyelan, sedimentasyon vb. gibi olması muhtemel olaylar analize dâhil edilmemiştir. Normal hayatta meydana gelebilecek bir taşkında sedimentasyon sonucunda köprü ve menfezlerde tıkanıklık, toprak kayması sonucu dere yatağının daralmasıyla su yükselmesi gibi taşkın gidişatını daha da kötüleştirebilecek olaylarla taşkın çok daha büyük alanlara yayılabilir.

Çalışmadaki taşkın modellemesi sonuçlarına göre çalışma alanında mutlaka önlem alınması gereklidir. Alınabilecek önlemlere örnek olarak aşağıdaki önerilerde bulunulmuştur.

- Taşkın sonucunda yaşanılacak maddi ve manevi tüm sorunların çözümü için öncelikle taşkın uyarı sistemleri kurulup sürekliliği sağlanmalıdır,
- Taşan suyun hazını azaltmak, çevreye verdiği zararı ve yıkımı en aza indirebilmek için yapısal tedbirlerin(sel kapanı, sedde, Tersib bendi) alınması ve gerekli yerlerde sayılarının artırılması uygun olacaktır,

- Taşkın anında şehir merkezinde birikecek olan suyun drene edilebilmesi için yerleşim yerlerindeki ve şehir merkezindeki drenajların bakımlarının yapılması, sayı olarak drenajların artırılması sağlanmalıdır.
- Taşkın yayılım haritaları belediye de kullanılan mevcut imar planlarıyla birleştirilip olası taşkınlardan etkilenmemek için yapılaşmayı taşkın alanı dışında yapmak hem maddi zararı hem de olası can kayıplarının önüne geçilmesini sağlayacaktır.
- Tüm bu önlemlere ek olarak olası taşkın bölgesinde yaşayan vatandaşlarımıza taşkın konusunda bilinçlendirme eğitimi verilerek yaşanılacak problemleri en aza indirmek temel hedef olmalıdır.

7. KAYNAKLAR

- Anonim, 2023a. Tarım ve Orman Bakanlığı. <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Haber/858/Ulkemizde-Taskin-Tahmini-Ve-Erken-Uyari-Sistemi-Kuruluyor> (Erişim tarihi 07.01.2023).
- Anonim 2023b T.C. Tarım Ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. (2020). Doğu Karadeniz Havzası Taşkın Yönetim Planı, (4-1, 5-1, 5-2), <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/Taşkın%20Yönetim%20Planları/Doğu%20Kardeniz%20Taşkın%20Yönetim%20Planları.pdf>
- Anonim 2023 c. Artvin'de sel felaketi: 5 ölü. <https://www.cnnturk.com/turkiye/artvinde-sel-felaketi-5-olu>
- Anonim, 2023d. Artvin Borçka'da sel (Dereler taşı, yollar kapandı) https://www.ntv.com.tr/galeri/turkiye/artvinde-sel-dereler-tasti-yollar-kapandi,9MF8lzMfX02LWmVNF4_VsQ/4ApWeTuHg0-8OjHtkDpmEw
- Anonim, 2023e. 24 Ağustos 2015 Hopa Sel, Taşkın, Heyelan Afeti <http://jd.org.tr/tr/icerik/24-a%C4%9Fustos-2015-hopa-sel-ta%C5%9Fk%C4%B1n-heyelan-afeti>
- Anonim, 2023f. Artvin'de sel değil betonlaşma faciası: 8 kişi hayatını kaybetti <https://www.evrensel.net/haber/258992/artvinde-sel-degil-betonlasma-faciasi-8-kisi-hayatini-kaybetti>
- Anonim 2023g. 01 Eylül 2016 Arhavi Sel, Taşkın, Kütle Hareketleri Afeti <http://jd.org.tr/tr/icerik/01-eyl%C3%BCl-2016-arhavi-sel-ta%C5%9Fk%C4%B1n-k%C3%BCtle-hareketleri-afeti>
- Anonim, 2023h. TTB Artvin İli Arhavi İlçesi Sel Felaketi Raporu TTB Haberler https://www.ttb.org.tr/haber_goster.php?Guid=409a8100-f45d-11eb-b36a-a9b697cf4c0b#:~:text=Sel%20felaketi%2022%20Temmuz%202021,ciddi%20maddi%20zarar%20meydana%20gelmi%C5%9Ftir.
- Anonim, 2023i. Artvin'de Kabisre Deresi'nin taşkın kontrolü çalışmaları sürüyor <https://www.trthaber.com/haber/guncel/artvinde-kabisre-deresinin-taskin-kontrolu-calismalari-suruyor-717083.html>
- Anonim, 2023i. DSİ 26. Bölge Müdürlüğü, Artvin.

- Anonim, 2022a. 2020 yılı doğa kaynaklı olay istatistikleri, T.C. İçişleri Bakanlığı Doğal Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Planlama ve Risk Azaltma Daire Başkanlığı,
www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/e_Kutuphane/Istatistikler/2020yilidogakaynakliolayistatistikleri.pdf (2022, Nisan 17).
- Anonim, 2022b. 2021 afet eğitim yılı kapsamında ulaşılan kişi sayısı 10 milyonu aştı, T.C. İçişleri Bakanlığı Doğal Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı,
<https://www.afad.gov.tr/2021-afet-egitim-yili-kapsamindaulasilan-kisi-sayisi-10-milyonu-asti---basin-bulteni-17052021> (2022, Nisan 17).
- Anonim, 2022c. Taşkın Yönetimi. T.C. Tarım Ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü Taşkın Ve Kuraklık Yönetimi Daire Başkanlığı, Ankara 2022.
https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/Ta%C5%9Fk%C4%B1n%20Y%C3%B6netim%20Kitab%C4%B1/Taskin%20Yonetimi_16x24cm.pdf
- Anonim, 2021. Artvin İl Afet Risk Azaltma Planı (İRAP). T.C. İçişleri Bakanlığı İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, Artvin.
https://artvin.afad.gov.tr/kurumlar/artvin.afad/ARTVIN-IRAP/ARTVIN-IRAP-SON_22102021.pdf
- Anonim, 2020. Çoruh Havzası Taşkın Yönetim Planı. T.C. Tarım Ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü Taşkın Ve Kuraklık Yönetimi Daire Başkanlığı, Ankara.
https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/Ta%C5%9Fk%C4%B1n%20Y%C3%B6netim%20Planlar%C4%B1/CORUH_HAVZASI_Taskin_Yonetim_Plani.pdf
- Anonim, 2017. Taşkın Yönetimi. T.C. Orman Ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. Ankara.
http://taskinyonetimi.tarimorman.gov.tr/engine/engine/file.axd?file=/Dokumanlar/Task%C4%B1n_Yonetimi.pdf
- ArcMap., 2022. How fill works.
<https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/tools/spatial-analyst-toolbox/how-fill-works.htm> Accessed 28.03.2022
- Ardıçlıoğlu, M., 2017. Açık Kanal Akımları ve HEC-RAS uygulamaları, Kayseri.

- Aslan, B. 1997. S.C.S. Sentetik Birim Hidrograf Yönteminin Türkiye Şartlarında Uygulanabilirliğinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Aycan, S., Toprak, İ., Yüksel, B., Özer, H., Çakır, B., 2002. Afet Durumlarında Beslenme Hizmetleri. Ankara: Sağlık Bakanlığı.
- Bayazit, M., Önöz, B., 2008. Taşkın ve Kuraklık Hidrolojisi. Nobel Basımevi. 259 s.
- Bayazit, M. ve B. Yeğen Oğuz (2005). Mühendisler için istatistik. İstanbul: Birsan Yayın Dağıtım Ltd. Şti.
- Chow, V. T., 1964. Handbook of applied hydrology. McGraw-Hill. 1495 s.
- Costabile, P., Costanzo, C., Ferraro, D., Macchione, F., Petaccia, G., 2020. Performances of the New HEC-RAS Version 5 for 2-D Hydrodynamic-Based Rainfall-Runoff Simulations at Basin Scale: Comparison with a State-of-the Art Model. Water. 12. 2326. 10.3390/w12092326.
- Çanta, E., Temuçin Kılıçer, S., Akinci, H., 2022. FLO-2D Yazılımı ile Ardanuç (Artvin) İlçesindeki Pona Deresi ve Örtülü Deresi'nin Taşkın Yayılım Haritalarının Üretilmesi. Turkish Journal of Remote Sensing and GIS. 10.48123/rsgis.1058378.
- Çanta, E., 2022. Kemalpaşa (Artvin) İlçesi'nde 1 Ve 2 Boyutlu Entegre Hidrolik Model ile Taşkın Yayılım Haritalarının Üretilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Artvin Çoruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Harita Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 67s.
- Çavdar, S., K. 1996. İstanbul dereleri için taşkın debilerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Çakan S., 2021. Bozkır-Çarşamba Çayı Islah Çalışmalarının HEC-RAS Programında İncelenmesi. Yüksek lisans Tezi, KTO Karatay Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- Çırağ, B., Fırat, M., 2022. Taşkın Yayılım Haritalarında Arazi Kullanım Türü Ve Yüzeysel Akış Etkilerinin Değerlendirilmesi: Malatya İli Örneği. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, 25(3), 222-236.
- Demir, V, Beden, N., Ülke Keskin, A., 2021. Taşkın Modelleme Yöntemlerinin Gözden Geçirilmesi ve Karşılaştırılması . Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, Ejosat Special Issue (ICAENS) , 1013-1021. DOI: 10.31590/ejosat.1010220.

- Demir, V., 2020. Samsun Mert Havzasında bir ve iki boyutlu modeller ile taşkın alanlarının belirlenmesi, Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Samsun.
- Demir, V., Ülke Keskin, A., 2022. Yeterince akım ölçümü olmayan nehirlerde taşkın debisinin hesaplanması ve taşkın modellemesi (Samsun, Mert Irmağı örneği). Geomatik, 7 (2) , 149-162 . DOI: 10.29128/geomatik.918502
- Demirci, B., 2022. Nehir Ağzı Sediment Hareketine Bağlı 2 Boyutlu Taşkın Analizi; Sakarya Nehri Karasu Ağzı Örneği. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği, Hidrolik Ana Bilim Dalı, 88 s.
- Dere, G., 2019. Kurtköy Deresi taşkın yayılım-tehlike- risk haritalarının belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Sakarya.
- Diñsoy, Y., 2008. Islah sekisi ve tersip bentleri, DSİ Etüd ve Plan Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Dolo, A., 2018. Arhavi İlçesi için Dron Verisine Dayalı Sel ve Taşkın Modellemesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Dottori, F., Salamon, P., Bianchi, A., Alfieri, L., Hirpa, F. A., Feyen, L., 2016. Development And Evaluation of a Framework For Global Flood Hazard Mapping. Advances in Water Resources, vol:94, P:87-102, ISSN:0309-1708,
- DSİ, 2022. DSİ (Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü) 2017. Taşkın Yönetimi. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü yayınları, 228s. (<https://www.dsi.gov.tr/Galeri/ResimgaleriDetay/643>)
- Efe, H., Önen F., 2015. Batman Çayı'nın taşkın analizinin HEC-RAS programıyla yapılması, Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, cilt 6, sayı 2, 83-92.
- Erdem, G., Kaya, A. A., 2018. 1. Uluslararası Afet Yönetim Kongresi Kongre Kitabı. Gümüşhane Üniversitesi.
- Ertürk E., Kaya N., 2019. Taşkın Tehlike Alanlarının Oluşturulması: Trabzon İli Vakfikebir İlçesi Kirazlı Deresi Örneği. Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 31(2), 337-344.
- Ersoy Ş., 2017. 2016 Yılı Doğa Kaynaklı Afetler Yıllığı “Dünya ve Türkiye” /TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları. ISBN: 978-605-01-1005-0

- Ezzine, A., Saidi, S., Hermassi, T., Kammessi, I., Darragi, F., Rajhi, H., 2020. Flood Mapping Using Hydraulic Modeling And Sentinel-1 Image: Case Study Of Medjerda Basin, Northern Tunisia Egypt. *J. Remote Sensing Space Sci.* 23 303–310.
- Fırat, F., 2019. Akarsu Havzalarını Modellenmesinde CBS Yazılımlarının Kullanılması. Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 70 s.
- Gamgam, H. 1998. Parametrik olmayan istatistiksel teknikler. Ankara: Gazi Üniversitesi Yayını.
- Gumbel, E., J. 1958. Statistics of extremes. New York: Columbia University Press.
- Gülbaz, S., 2019. Sayısal Modeller ile Taşkın Yayılım Haritasının Oluşturulması ve Risk Altında olan Alanların Belirlenmesi: Türkköse Deresi Örneği. *Doğ Afet Çev Derg.* 2019; 5(2): 335-349, DOI: 10.21324/dacd.491529.
- Gülmez, A., Vaheddoost, B., 2020. Dijital Yükseklik Modeli ve HEC-RAS Simülasyonu Kullanarak Hurman Çayı'ndaki Potansiyel Taşkın Ovasının Haritalanması. 4th International Symposium on Natural Hazards and Disaster Management 24-25 October 2020 (ISHAD2020 Bursa - Turkey)
- HEC, 2010. HEC-RAS River Analysis System, U.S. Army Corps of Engineers, Institute for Water Resources, Hydraulic Reference Manual 4.1, 2.1, 2.2, 2.43- 2.45.
- HEC-RAS Manual, 2016. HEC-RAS river analysis system Hydraulic reference manual, Version 5.0. US Army Corps of Engineers. Davis: Institute of Water Resources, Hydrologic Engineering Center.
- Horritt, M.S., Bates, P.D., 2002. Evaluation of 1D and 2D Numerical Models for Predicting River Flood Inundation. *Journal of Hydrology*, 268 87–99.
- Jamali, B., Löwe, R., Bach, P. M., Ulrich, C., Arnbjerg-Nielsen, K., ve Deletic, A. 2018. A Rapid Urban Flood Inundation and Damage Assessment Model. *Journal of Hydrology*, 564, 1085-1098.
- Jiang, L., Chen, Y., Wang, H., 2015. Urban flood simulation based on the SWMM model. *Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences*, 368, 186-191.

- Karaca, C., Birdal, A. C., Türk, T., 2016. Taşkın Risk Alanlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri ile İncelenmesi. 6. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (Uzal-CBS 2016), 5-7 Ekim 2016, Adana.
- Kartal, M. 1998. Hipotez testleri. Erzurum: Şafak Yayınevi.
- Keçik, H. E., 2019. HEC-RAS ile İmalı Deresinde Taşkın Modellemesi Ve Taşkın Yayılım Haritalarının Oluşturulması. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 104 s.
- Khalfallah, C. B., 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.
- Kolmogorov, A. N. 1933. Sulla determinazione empirica di una legge di distribuzione. Giornale Dell'Istituto Italiano Degli Attuari. 4. 83-91.
- Kuşoğlu, Y., 2019. Törbüzek Çayında Taşkın Analizi Yapılması Ve Taşkın Yayılım Alanlarının HEC-RAS ile Elde Edilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 104 s.
- Maidment, D., 1992. Handbook of Hydrology. New York: McGraw-Hill. 1424s.
- Martina Zelenáková, Rastislav Fijko, Slavomír Labant, Erik Weiss, Gabriel Markovič, Roland Weiss, Flood risk modelling of the Slatvinec stream in Kružlov village, Slovakia, Journal of Cleaner Production, Volume 212, 2019,109-118, ISSN 0959-6526,<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.008>.
- Mockus, V. (1965). National engineering handbook hydrology chapters (NRCS), USA: Natural Resources Conservation Service.
- Naiji, Z., Mostafa, O., Amarjouf, N., Rezqi, H., 2021. Application of Two-Dimensional Hydraulic Modelling In Flood Risk Mapping. A Case of the urban area of Zaio, Morocco. Geocarto International, 36(2), 180-196.
- Oğuz, K., Oğuz, E., Coşkun, M., 2016. Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Taşkın Risk Alanlarının Belirlenmesi: Artvin İli Örneği. 4. Ulusal Taşkın Sempozyumu, 21-24 Kasım 2016, Rize
- Özdemir, H. 1978. Uygulamalı Taşkın Hidrolojisi. Ankara: DSİ Matbaası.

- Pinos, J., Timbe L., 2019. Performance Assessment Of Two-Dimensional Hydraulic Models For Generation Of Flood Inundation Maps İn Mountain River Basins Water Science and Engineering 12(1): 11-18
- Prinos, P., 2008. Review of Flood Hazard Mapping, FLOODsite Task 3 Review of Flood Hazard Mapping Contract No:GOCE-CT-2004-505420.
- Rangari, V. A., Umamahesh, N., Bhatt, C., 2019. Assessment of Inundation Risk in Urban Floods Using HEC-RAS 2D. Modeling Earth Systems and Environment, 5(4), 1839-1851.
- Saral A., Musaoğlu, N., 2011. Çok Kriterli Karar Verme ve Bilgi Difüzyonu Yöntemleri ile Taşkın Risk Analizi. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 18-22 Nisan 2011, Ankara.
- Sidek, L. M., Chua, L. H. C., Azizi, A. S. M., Basri, H., Jaafar, A. S., ve Moon, W. C., 2021. Application of PCSWMM for the 1-D and 1-D–2-D Modeling of Urban Flooding in Damansara Catchment, Malaysia. Applied Sciences, 11(19), 9300.
- Smirnov, N. V. 1939. Estimate of deviation between empirical distribution functions in two independent samples. Bull Moscow University. 2. 3-16.
- Singh, Z., 2020.. Disaster: Implications, Mitigation And Preparedness, Indian J Public Health, 64, 1-3.
- Snyder F. F., 1938. Synthetic unit-graphs. Trans. Am. Geophys. Union. 19 (1). 447-454
- Sönmez O., Doğan E., 2017. Asi Nehri Yatağının Taşkın Taşıma Kapasitenin Belirlenmesi, 5th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science,
- Sönmez, O., Demir, F., 2016. Ağva'nın Taşkın Riskinin Belirlenmesi. 4th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science. 3-5 November 2016 p: 716-724 (ISITES2016 Alanya/Antalya - Turkey)
- Şen, Z. 2009. Taşkın afet ve modern hesaplama yöntemleri. İstanbul: Su Vakfı Yayınları.
- Taşkın S., 2021. CBS Kullanılarak Çeşneli Deresi'nin Taşkın Risk Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 65s, Adana.
- Tektaş, Y., 2021. Diyarbakır ili Çınar ilçesi Çakmak Deresinin HEC-RAS ile Taşkın Modellemesi, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.

- Tokgözlü, A., Özkan, E., 2018. Taşkın Risk Haritalarında AHP Yönteminin Uygulanması: Aksu Çayı Havzası Örneği. SDÜ Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi, Ağustos 2018, SAYI: 44, SS. 151-176
- Uslu, G., Sesli, F. A., Uzun, B., 2018. Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Taşkın Tehlike Haritalarının Belirlenmesi, Kent Akademisi, 11(4), 545-558.
- Üyüklüoğlu, M., 2015. HEC-RAS İle Taşkın Bölgelerinin Modellenmesi. Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yozgat.
- Yıldırım, N. 2013. Normal Dağılım için Uyum İyiliği Testleri ve Bir Simülasyon Çalışması. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İstatistik Anabilim Dalı, 60, Ankara.
- Yurdakul, M. E., 2019. Güney Sapanca Havzası Taşkın Yayılım Haritalarının Modellenmesi: Keçi Deresi Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği, Hidrolik Anabilim Dalı Sakarya Üniversitesi.
- Yüksek Ö., Anılan, T., Akçalı, E., 2022, Doğu Karadeniz Havzası'nda Taşkın Sebepleri, Zararları ve Taşkın Yönetimi Çalışmaları. Türk Hidrolik Dergisi Cilt (Vol) : 6, Sayı (Number) : 2, Sayfa (Page) : 36-46.