

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



TUNCELİ İLİ HOZAT İLÇESİ MERKEZ DERESİ
TAŞKIN KONTROLÜ

Yağmur Elif YAVUZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Hilal ARSLANOĞLU IŞIK

TUNCELİ – 2025

T.C
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

TUNCELİ İLİ HOZAT İLÇESİ MERKEZ DERESİ
TAŞKIN KONTROLÜ

Yağmur Elif YAVUZ
(220150010)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Hilal ARSLANOĞLU IŞIK

TUNCELİ – 2025

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**TUNCELİ İLİ HOZAT İLÇESİ MERKEZ DERESİ
TAŞKIN KONTROLÜ**

**Yağmur Elif YAVUZ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Bu tez 29/08/2025 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

İmza:.....

Dr. Öğr. Üyesi
Hilal ARSLANOĞLU IŞIK
(Munzur Üniversitesi)

DANIŞMAN

İmza:.....

Doç. Dr.
Sibel ASLAN
(Fırat Üniversitesi)

ÜYE

İmza:.....

Dr. Öğr. Üyesi
Özlem ERDEM
(Munzur Üniversitesi)

ÜYE

Bu tez, Enstitümüz İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda hazırlanmıştır.

Doç. Dr. Nagihan KARAASLAN AYHAN
Enstitü Müdürü

NOT: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı “Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu”ndaki hükümlere tabidir.

29.08.2025

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

İmza
Yağmur Elif YAVUZ

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Hilal ARSLANOĞLU IŞIK

TEŞEKKÜR

Taşkın oluşumu ve kontrolü konusunda yüksek lisans tezim için desteğini, bilgisini ve yardımlarını esirgemeyen danışman Hocam Dr. Öğr. Üyesi Hilal ARSLANOĞLU IŞIK'a, benim mühendis olmamda bana ışık olan canım babam Ahmet YAVUZ'a, çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen ve hayatımın her evresinde bana destek olan değerli annem Fethiye YAVUZ'a, çalışmam boyunca yardımlarını esirgemeyen canım abim Muhammed Yasin YAVUZ'a, bu stresli süreçte benim nazımı çeken hayat arkadaşım kıymetli eşim Kutluay ALEV'e yardımlarını esirgemeyen çalışma arkadaşım Serap ONHAN'a ve araştırmalarımı yaparken her türlü kolaylığı sağlayan DSİ çalışanlarına ve Kıymetli Müdürüm Zülfü BEYDİLİ'ye teşekkürlerimi sunarım.

Yağmur Elif YAVUZ
TUNCELİ-2025



İÇİNDEKİLER

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	I
TEŞEKKÜR.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ŞEKİLLER LİSTESİ	IV
TABLOLAR LİSTESİ	V
SEMBOLLER LİSTESİ	VI
KISALTMALAR LİSTESİ	VII
ÖZET	VIII
ABSTRACT	IX
1. GİRİŞ	1
2. TAŞKIN ÇEŞİTLERİ VE OLUŞMA SEBEPLERİ	3
2.1. Taşkınlar	3
2.2. Taşkın Çeşitleri	5
3. TAŞKIN ETKİLERİ VE YÖNETİMİ	7
3.1. Taşkın Etkileri	7
3.2. Taşkın Zararları	9
3.3. Taşkın Riski Yönetimi Çalışmaları	10
3.3.1. Yapısal önlemler içeren projeli çalışmalar	12
3.3.2. Yapısal önlemler içermeyen çalışmalar	14
4. MATERYAL ve METOD	15
4.1. Çalışma Bölgesi Coğrafyası	15
4.2. Çalışma Bölgesinin Genel Jeolojisi	16
4.3. Çalışma Bölgesinin Depremselliği	17
4.4. Çalışma Bölgesinin İklimi	18
4.5. Taşkın Tekerrür Debilerinin Belirlenmesi.....	19
4.5.1. Mockus yöntemi	20
4.6. Pürüzlülük (Manning) Katsayısı Hesapları	22
4.7. Taşkın Kanalının Boyutlandırılması	25
5. BULGULAR VE TARTIŞMA	27
5.1. Meteorolojik Veriler	28
5.2. Dere 1 İçin Hidrolik Hesaplar	29
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	34
7. KAYNAKLAR.....	37
ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Dünyada 1995-2013 yılları arasında gerçekleşen afetlerin türlerine göre dağılımı	4
Şekil 2.2. Taşkınların oluşum sürelerine, zamanlarına ve yerlerine göre taşkın sınıflandırması.....	6
Şekil 3.1. Taşkın zararlarının sektörel sınıflandırılması	8
Şekil 3.2. Taşkın zararlarına yol açan faktörler arasındaki ilişkiler.....	10
Şekil 3.3. Üç aşamalı taşkın yönetim planı	12
Şekil 4.1. Tunceli ili fiziki haritası	15
Şekil 4.2. Tunceli ilinin ilçeler haritası	16
Şekil 4.3. Türkiye deprem tehlike haritası	18
Şekil 5.1. Tunceli ili Hozat ilçesi Dere 1'in uydu görüntüsü.....	27
Şekil 5.2. Tunceli ili Hozat ilçesi yağış miktarları	28
Şekil 5.3. Tunceli ili Hozat ilçesi sıcaklık değerleri	28
Şekil 5.4. Açık kanal kesiti.....	33

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 4.1. Tunceli ili Hozat ilçesinde meydana gelen doğal afet türlerinin sayısı	19
Tablo 4.2. DSI modifiye Cowan yöntemi malzeme cinsine göre “ n_b ” değerleri.....	23
Tablo 4.3. DSI modifiye Cowan yönteminde şev durumuna göre “ n_1 ” değerleri	23
Tablo 4.4. DSI modifiye Cowan yöntemi kanal engellerine göre “ n_3 ” değerleri	24
Tablo 4.5. DSI modifiye Cowan yöntemi kanal kıvrım durumuna göre “ m ” değerleri	25
Tablo 5.1. Dere 1 harmonik meyil tablosu	30
Tablo 5.2. 24 saatlik yağış değerleri	31
Tablo 5.3. Yağış ve akış değerleri	31
Tablo 5.4. Hozat Dere 1 için Mockus yöntemine göre muhtelif taşkın debisi değerleri	31
Tablo 5.5. Pürüzlülük (Manning) katsayısı hesapları	32
Tablo 5.6. Proje verileri	32
Tablo 5.7. Hozat Dere 1 için hesaplanan debilere ait kesit hesabı	33

SEMBOLLER LİSTESİ

Q_p	: Pik debi
Q_n	: Taşkın debisi
A	: Alan
a	: Kanal taban genişliği
b	: kanal üst genişliği
$\mathcal{C}$	: Islak çevre
F	: Sızma yüksekliği
H_{kanal}	: Kanal yüksekliği
H_{hava}	: Hava payı
h	: Su derinliği
h_a	: Havza karakteristiklerine göre katsayı
h_n	: Maksimum yağış yüksekliği
k	: İklim/havza katsayısı
L	: Drenaj alanının hidrolik uzunluğudur (Dere uzunluğu, m)
m	: Kanalın kıvrımlılık derecesi
n	: Manning pürüzlülük katsayısı
n_1	: Kanal yüzeyindeki düzensizlikleri dikkate alan düzeltme katsayısı
n_2	: Kanal kesitinin şekli ve büyüklüğündeki değişiklikler
n_3	: Kanal içerisindeki engellerin akışı engelleme derecesi
n_4	: Akım şartları ve bitki örtüsünün akışa olan etkisi
n_b	: Yatak malzemesinden kaynaklanan katsayılar
P	: Yağış yüksekliği
P_e	: Artık yağış yüksekliği
Q	: Debi, m ³ /sn
Q_{max}	: Pik debi
Q_p	: 1 mm yağışın oluşturacağı debi
R	: Hidrolik yarıçap
S	: Drenaj alanının ortalama harmonik eğimi
S_i	: Kesitler arası ortalama harmonik eğim
T_c	: Havzanın toplanma süresi, sa
T_p	: Hidrografın pik debiye ulaşma süresi
T_r	: Hidrografın alçalma zamanı
T_s	: Hidrografın taban süresi
v	: Su hızı
V	: Yaklaşım hızı
YD	: Suların toplanma süresine denk gelen yağış süresi
J	: Eğim
τ	: Sürüklenme gücü, kg/cm ²

KISALTMALAR LİSTESİ

AFAD	: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
CN	: Yağış-akış bağıntısını belirleyen eğri numarası
DSİ	: Devlet Su İşleri
IPCC	: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli
OYF	: Rastgele değişkenin olasılık yoğunluk fonksiyonu
PLV	: Plüviyograf katsayısı
SYGM	: Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
YAD	: Yüzey akış düzeltme katsayısı



ÖZET

Bu tez çalışmasında, Tunceli iline bağlı Hozat ilçesinden geçen Hozat Deresi'nin taşkın riski analiz edilmiştir. Taşkın, yoğun yağış, kar erimesi veya ani su baskınları sonucunda nehir ve derelerin yataklarından taşarak çevresel, ekonomik ve sosyal zararlar doğurması durumudur. Taşkınlara; iklim değişikliği, düzensiz yağış rejimi, yanlış arazi kullanımı, ormansızlaşma ve altyapı eksiklikleri gibi birçok faktör neden olabilmektedir. Bu bağlamda çalışmanın amacı, Hozat Deresi'nde taşkın potansiyelini değerlendirmek, olası taşkın risklerini belirlemek ve taşkın yönetimi açısından önerilerde bulunmaktır.

Son yıllarda ülkemizde artan taşkın olayları, ciddi can ve mal kayıplarına yol açmaktadır. Bu kapsamda taşkın risklerinin azaltılması, doğru hidrolojik ve hidrolik yöntemlerle yapılan hesaplamalar ve etkin taşkın yönetimi stratejilerinin geliştirilmesiyle mümkün olmaktadır. Bu çalışmada, Tunceli ili Hozat ilçesi merkezinden geçen derelerin taşkın riskleri incelenmiş, özellikle Dere 1 üzerinde çalışmalar yapılmıştır.

Çalışmada öncelikle arazi etütleri gerçekleştirilmiş, havzanın morfolojik ve topoğrafik özellikleri belirlenmiştir. Bölge, karasal iklim özellikleri ve yıllık ortalama 939 mm yağış değerine sahiptir. Ayrıca 2015–2023 yılları arasındaki Hozat Meteoroloji İstasyonu verileri değerlendirilmiştir. Havza eğiminin düşük (%0–3) olması ve dere kenarlarında imara açılmış alanların bulunması, taşkın riskini artırmaktadır.

Taşkın debileri, Mockus yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Yapılan analizlerde Dere 1 için 9,44 km²'lik havzada Q_{100} debisi 15,19 m³/s olarak bulunmuştur. Ayrıca Q_2 'den Q_{500} 'e kadar çeşitli tekerrür periyotlarına ait taşkın debileri belirlenmiştir. Hidrolik hesaplarda Manning pürüzlülük katsayısı ($n=0,025$) ve modifiye Cowan metodu kullanılmıştır.

Hidrolik kesit tahkikleri sonucunda, Dere 1 için Q_{500} debisine göre 9 adet betonarme brit yapılması önerilmiş, kesitlerin debiyi karşılamada yeterli olduğu görülmüştür.

Sonuçlar, taşkın riskinin azaltılabilmesi için hem yapısal önlemlerin (brit, duvar, bent, gölet, kanal ıslahı vb.) hem de yapısal olmayan önlemlerin (erken uyarı sistemleri, imar planlarının düzenlenmesi, halkın bilinçlendirilmesi) birlikte ele alınması gerektiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Taşkın, Mockus Yöntemi, hidrolik hesap

ABSTRACT

Flood Control of the Central Stream in Hozat District, Tunceli Province

This thesis analyzes the flood risk of the Hozat Stream, which flows through the Hozat district of Tunceli province. Flooding occurs when rivers and streams overflow their banks as a result of heavy rainfall, snowmelt, or sudden floods, causing environmental, economic, and social damage. Floods can be caused by many factors, including climate change, irregular rainfall patterns, improper land use, deforestation, and infrastructure deficiencies. In this context, the aim of the study is to assess the flood potential of the Hozat Stream, identify potential flood risks, and offer recommendations for flood management. In recent years, floods in our country have increased, leading to serious loss of life and property. Reducing flood risks is possible through calculations using accurate hydrological and hydraulic methods and the development of effective flood management strategies. This study examined the flood risks of streams flowing through the Hozat district center of Tunceli province, with a particular focus on Stream 1.

First, land surveys were conducted to determine the basin's morphological and topographic characteristics. The region has a continental climate and an average annual precipitation of 939 mm. Data from the Hozat Meteorological Station between 2015 and 2023 were also evaluated. The low basin slope (0–3%) and the presence of areas zoned for development along the stream banks increase flood risk.

Flood flow rates were calculated using the Mockus method. The analyses revealed a Q_{100} flow rate of 15,19 m³/s for Stream 1 in a 9.44 km² basin. In addition, flood flow rates for various recurrence periods from Q_2 to Q_{500} were determined. The Manning roughness coefficient ($n=0,025$) and the Modified Cowan Method were used in hydraulic calculations.

As a result of hydraulic cross-sectional analyses, nine reinforced concrete bridges were recommended for Stream 1 based on the Q_{500} flow rate, and the cross-sections were found to be sufficient to accommodate the flow.

The results indicate that both structural measures (bridges, walls, dams, reservoirs, channel rehabilitation, etc.) and non-structural measures (early warning systems, zoning plan development, public awareness) should be considered together to reduce flood risk.

Key words: Flood, Mockus Method, hydraulic calculation.

1. GİRİŞ

Taşkın, akarsu yatağındaki mevcut suyun, yoğun yağış veya kar erimesi gibi nedenlerle artarak yatağı aşması sonucu çevreye taşması olarak tanımlanır (Taş ve ark., 2016). Dünya genelinde en fazla insanı etkileyen doğal afetlerden biri olan taşkınlar, tarih boyunca yerleşim düzenini ve arazi kullanımını şekillendirmiştir. Nehirlerin sunduğu hidrolik enerjinin tarımsal faaliyetlerde değerlendirilmesi, insanlığın sosyal ve kültürel gelişiminde önemli bir rol oynamıştır. Bu nedenle taşkınlarla ilişkin kayıtlar en eski uygarlıklardan itibaren belgelenmiş ve günümüze kadar arşivlenmiştir. Son otuz yılda taşkın kronolojilerinin yeniden yapılandırılmasına yönelik çalışmalar artmış, bunda iklim değişikliği ve hızlı kentleşme gibi unsurlar etkili olmuştur (Sanchez-García ve Schulte, 2023).

Günümüzde iklim değişikliği ve kentleşme, özellikle kentsel alanlarda taşkın riskini artırmıştır. Bu durum, sel dayanıklılığının güçlendirilmesini ve taşkın süreçlerinin modellenmesini gerekli kılmaktadır. Hidrolojik ve hidrodinamik yaklaşımlar kullanılarak geliştirilen modeller, taşkınların simülasyonu ve yönetimi için önemli araçlardır (Wu ve ark., 2023; Deng ve ark., 2024; Liang ve ark., 2024). Nüfus artışı ve sanayi faaliyetleri küresel ısınmayı hızlandırarak hidrolojik döngüleri etkilemekte, bu da taşkınların şiddetini ve sıklığını artırmaktadır. Taşkınlar, dünyada yıllık en büyük ekonomik ve sosyal kayıplara yol açan doğal afetler arasında yer almaktadır. Bölgesel çalışmalar, iklim değişikliği ve arazi örtüsündeki değişikliklerin taşkın üzerindeki etkilerini değerlendirmede kritik öneme sahiptir (Martín-Raya ve ark., 2024; Gao ve ark., 2024; Girayhan, 2015). Kentleşmenin artmasıyla birlikte, şehirlerde su baskınları hem planlama süreçlerini hem de insan güvenliğini ciddi biçimde tehdit etmektedir (Zhu ve ark., 2024).

Taşkınlar sadece meteorolojik nedenlerle değil; şehirleşme, sanayileşme ve arazi kullanımındaki değişim gibi antropojenik faktörlerle de ilişkilidir. Uygun önlemler alınmadığında bu olaylar büyük afetlere dönüşebilmektedir (Karabulut ve ark., 2007). Taşkınlar yalnızca akarsu taşkınlarıyla sınırlı olmayıp, kıyı bölgelerinde dalga hareketleriyle gelişen kıyı taşkınları, göl seviye değişimleriyle oluşan göl taşkınları veya buzul parçalanmaları sonucu ortaya çıkan buz taşkınları gibi farklı türlerde de görülebilmektedir (DSİ, 2007). Bu çeşitlilik, taşkınların yalnızca tek bir nedene bağlı olarak değil, farklı hidrolojik ve iklimsel süreçlerin birleşimiyle oluşabileceğini göstermektedir.

Risk kavramı, taşkınlar bağlamında “tehlike” ve “kırılganlık” bileşenlerini içermektedir. Sel tehlikesi, belirli bir mekân ve zamanda potansiyel yıkıcı sel senaryolarıyla karşılaşma olasılığıdır (El Baida ve ark., 2024). Taşkınların olumsuz etkileri; can kaybı, mülk ve altyapı zararları ile doğal çevrenin bozulması şeklinde kendini göstermektedir. Bu nedenle taşkın riskinin doğru tanımlanması ve modellenmesi, hem yerleşim yerlerinin korunması hem de sürdürülebilir şehir planlaması için kritik öneme sahiptir. Taşkın oluşumunda yağışın şiddeti, süresi, zamansal dağılımı ve havza özellikleri (şekli, drenaj ağı, toprak yapısı, bitki örtüsü, sediment miktarı) belirleyici faktörlerdir. Ayrıca yağışlar arası süre ve yağışın havza içindeki dağılımı da önemlidir. Hidrolik hesaplamalarla, akarsular için 2, 25, 50, 100 ve 500 yıllık tekerrür periyotlarına sahip debiler belirlenebilir. Bu değerler kullanılarak taşkın sınırları, su derinliği ve hız parametreleri tespit edilmekte; haritalandırma ve modelleme çalışmaları yapılmaktadır. Böylece taşkın oluşmadan önce sınırların belirlenmesi ve risklerin yönetilmesi mümkün olmaktadır (Görür ve Karadeniz, 2018; URL-1, 2025).

Bu bağlamda, taşkınların yalnızca doğal olaylar değil, aynı zamanda sosyo-ekonomik sonuçları da olan çok boyutlu afetler olduğu söylenebilir. Taşkın sonrasında bölgede ekonomik faaliyetlerin aksaması, altyapı tesislerinin zarar görmesi ve halkın yaşam düzeninin bozulması uzun vadeli olumsuz etkiler yaratmaktadır. Ayrıca ekolojik açıdan değerlendirildiğinde, taşkınlar doğal döngünün bir parçası olarak ekosistem üzerinde yenileyici etkiler de bırakabilmektedir. Bu çift yönlü etki, taşkın yönetiminde sadece risk azaltmaya değil, aynı zamanda doğayla uyumlu bir denge kurmaya da odaklanılması gerektiğini göstermektedir (Demir ve Keskin, 2022a).

Sonuç olarak, taşkınların doğru tanımlanması, nedenlerinin çok boyutlu olarak incelenmesi ve etkilerinin kapsamlı biçimde değerlendirilmesi hem bilimsel açıdan hem de uygulamalı taşkın yönetimi açısından önemlidir. Bu çalışmada, Tunceli ili Hozat merkezinden geçen dereler içerisinden bir dere belirlenerek bölgenin taşkın riskine karşı korunmasına yönelik hidrolik hesaplamalar yapılmıştır.

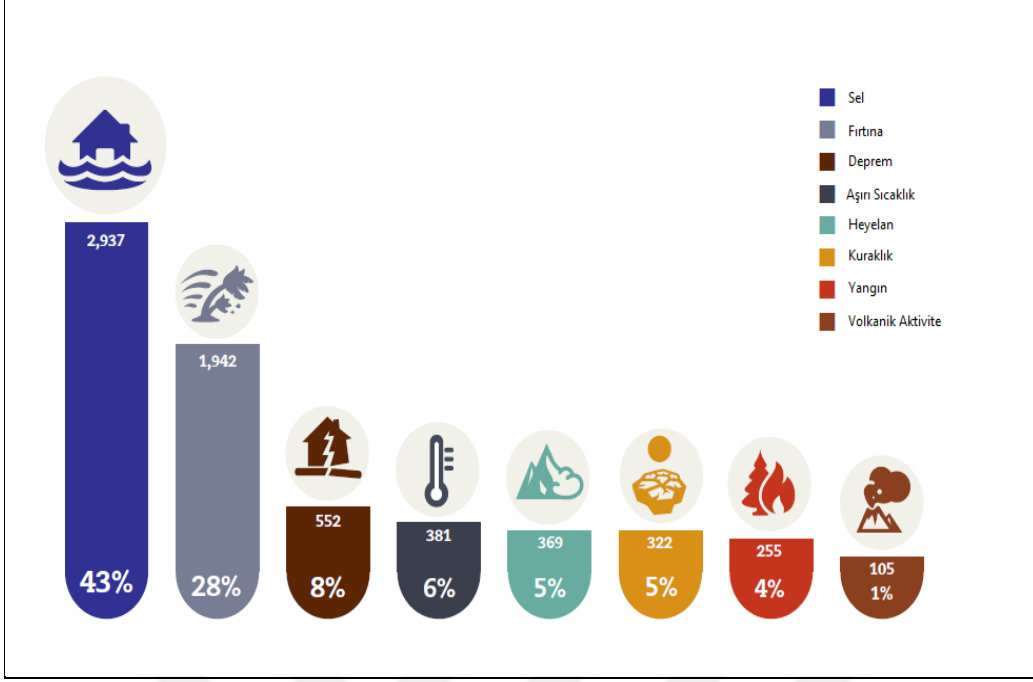
2. TAŞKIN ÇEŞİTLERİ VE OLUŞMA SEBEPLERİ

2.1. Taşkınlar

Günümüzde, küresel iklim değişikliği ve çevresel bozulmalar, kentsel alanların dayanıklılığını ve toplumsal kalkınmayı tehdit eden başlıca faktörler arasında yer almaktadır. Kentler, nüfus yoğunlukları ve ekonomik faaliyetlerin merkezi olmaları sebebiyle iklim risklerine karşı savunmasızdır. Bu bağlamda, kentsel dayanıklılığı artırmak ve sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak amacıyla uluslararası düzeyde kapsamlı politika ve stratejilerin geliştirilmesi zorunlu hale gelmiştir (Macedo ve ark., 2025). Şekil 2.1’de dünyada oluşan afetlerin türlerine göre dağılımı (1995-2013 yılları arasında) verilmiştir.

Bu nedenle yirmi birinci yüzyılın en acil sorunları arasında yer alan doğal afetler ve iklim değişikliği konusunda Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli ’ne göre (IPCC, 2021), 2011 yılından itibaren 2020 yılına kadar 9 yıl boyunca küresel yüzey sıcaklıklarının kayıt altında tutulması istenmiştir. Çünkü sıcaklığın sanayi öncesi seviyelerden (1850-1900) yaklaşık olarak 1,09 °C daha yüksek olduğunu saptanmıştır. 2018 yılında yayımlanan Uluslararası İklim Değişikliği Paneli IPCC 1,5 °C’nin değerlendirmesine göre, küresel ısınmanın 2°C derece yerine 1,5°C derecede sabit tutulması daha gerçekçi bir yaklaşım olarak değerlendirilip bu değişimin her alanda geniş kapsamlı dönüşümler barındırdığı belirtilmektedir. İnsan kaynaklı küresel net karbon dioksit emisyonlarının 2030 yılı itibarıyla, 2010 seviyeleri üzerinden %45 azaltılmış olması ve 2050’de ise net sıfır emisyonu ulaşılması planlanmaktadır (URL-2, 2025). Aksi taktirde yaşanan bu sıcaklık artışı hidrolojik döngüyü etkileyerek kuraklık ve tayfun gibi suyla ilgili olan olayların oluşma tehlikesine karşı önemli ölçüde artışa yol açacaktır (Karaman ve Gökalp, 2010).

Taşkın süreçleri karmaşık ve stokastiktir ancak belirli bir düzenliliğe sahiptir. Taşkınlar, yaşam, mülk, tarım ve altyapı üzerinde tahribat izi bırakan en yıkıcı meteorolojik tehlikeler arasındadır (Jaman ve ark., 2025). Taşkınlar, taşkından korunma amacıyla inşa edilen ancak sonrasında bakımı ve temizliği yapılmayan duvar, bent gibi yapılar ile gölet, barajlardaki su seviyelerinin optimum seviyeleri aşması durumunda da oluşabilmektedir (Eren ve ark., 2015).



Şekil 2.1. Dünyada oluşan afetlerin türlerine göre dağılımı (1995-2013 yılları arasında) (Taşkın Yönetimi, 2017).

Meteorolojik olaylar ve iklim değişikliği küresel hidrolojik döngüyü yoğunlaştırarak taşkın riskini arttırmaktadır. Ancak iklim ile taşkınlar arasındaki ilişki oldukça karmaşıktır (Franzke, 2022). Meteorolojik faktörler içerisinde başlıca etkileyen unsurlar; yağış, sıcaklık ve nispeten daha az etkili olan buharlaşma, rüzgâr, nem ve basınç olarak sayılabilir.

Yağışın yüzey akışına dönüştüğü an, taşkın oluşumunun başladığı kritik noktadır. Özellikle şiddetli ve kısa süreli yağışlar sonucunda, havzaya düşen su miktarı beklenenden fazla olabilir. Bu durumda oluşan akım, zamanla akarsu yatağının taşıma kapasitesini aşarak yatak dışına taşar ve çevresel taşkınlara yol açar. Şiddetli yağışlarda karşılaşılan en önemli problemlerden biride akışın beraberinde taşıdığı yüksek miktardaki katı maddelerin yatak kesitini daraltmasıdır (Binici ve Aksoy, 2022; Hırca, 2018).

Yatak kesitinin daralması sonucu akışın gerçekleştiği kanal kesiti daha da daralmakta ve mevcut akımın geçmesini zorlaştırarak taşkınların etkisini arttırmaktadır. Özellikle hava sıcaklığının bir den artması ie oluşan ani kar erimeleri neticesinde kuvvetli akımlar oluşabilmekte ve uygun drenaj sisteminin olmadığı yerlerde büyük taşkınlara neden olabilmektedir. Kar erimelerinden dolayı oluşan taşkınlar, yağmur sonucu oluşan taşkınlardan farklılık göstermektedir. Şiddetli yağmur yağışı sonucunda meydana gelen taşkın hidrografında debinin maksimum olduğu değer yüksek olmakla birlikte, taşkın

pikinin oluşma süresi kısa olmaktadır. Diğer taraftan kar erimesi sonucu meydana gelen taşkın hidrografi incelendiğinde pik değerin oluşma zamanının daha uzun olduğu görülecektir (Aslami, 2024).

Dünya genelinde, afetlerin yıkıcı etkilerini azaltmak ve toplumların direncini artırmak amacıyla, afet geręekleřmeden önce alınacak önlemleri içeren risk temelli yönetim stratejileri büyük önem taşımaktadır. Afetlere karşı yalnızca müdahale ve iyileştirme odaklı yaklaşımlar yerine, risk yönetimi odaklı yaklaşımlar benimsenerek, olası tehlikelerin afete dönüşmeden kontrol altına alınması hedeflenmektedir. Ancak bu stratejik dönüşümün başarısı, yalnızca risk analizine dayalı planlamayla sınırlı kalmamakta; aynı zamanda gelişmiş erken uyarı sistemleri, etkili afet acil durum planları ve çok sektörlü iř birliği mekanizmaları ile de desteklenmesi gerekmektedir (zcan ve ark., 2009).

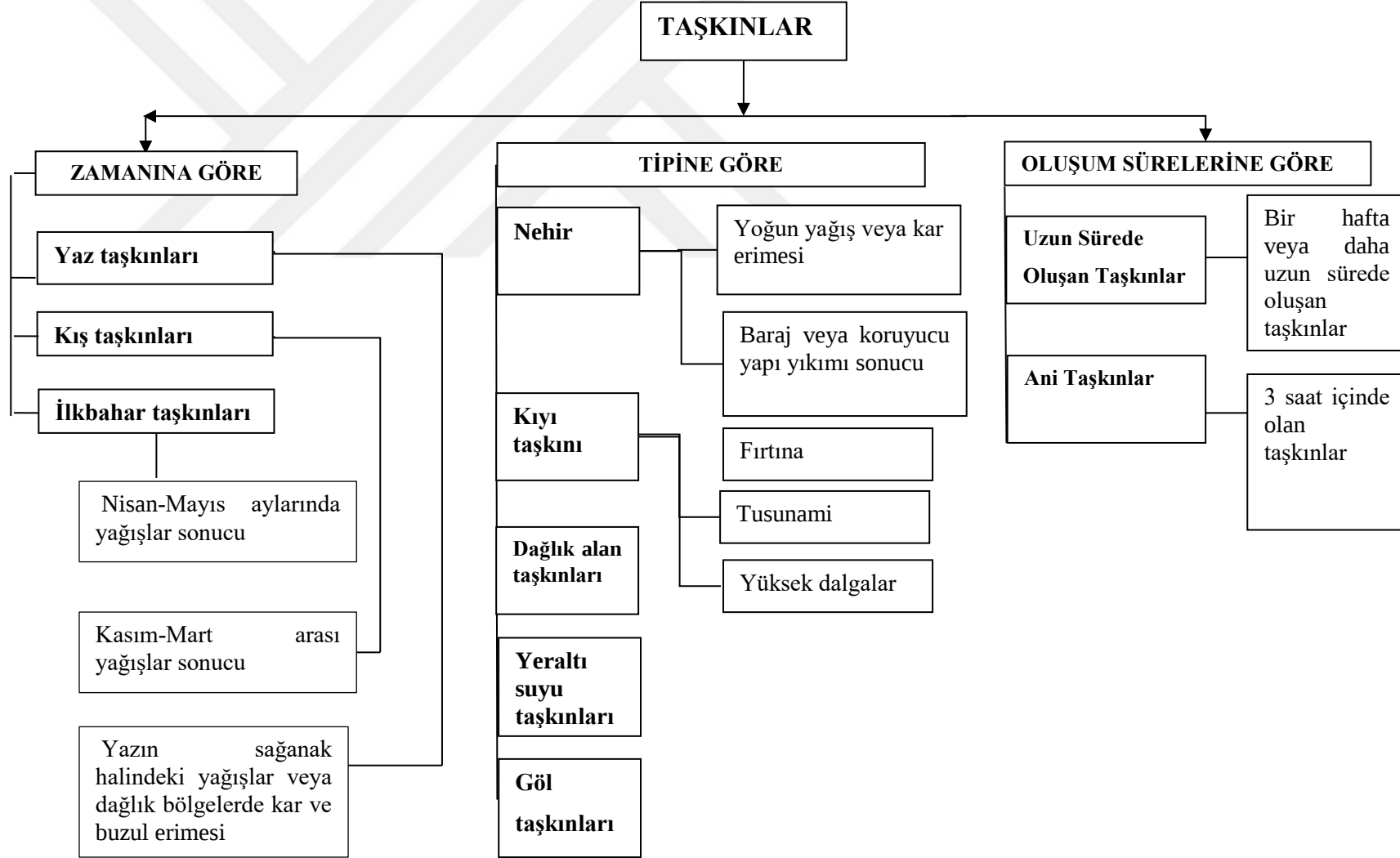
2.2. Taşkın eşitleri

Zamanına göre taşkınları özellikle yaz aylarında meydana gelen sağanak yaşışların oluşturduğu yaz taşkınları, kasım - mart arası oluşan kış taşkınları ve nisan - mayıs arasında oluşan ilkbahar taşkınları olarak sınıflandırmak mümkündür.

Türüne göre taşkınlr; en genel şekliyle nehir taşkınları ve kıyı taşkınları (okyanus, deniz, gl vb.) olmak üzere ikiye ayrılmasına rağmen bu grubun içerisine dağlık alan taşkınları, yeraltısuyu taşkınları ve gl taşkınlarıda dāhil edilmektedir. Nehir taşkınlrında memba ve ani taşkınlarda genellikle szlme hızı düşüktür. Kısa süreli, şiddetli yağışlar söz konusudur. Genellikle çok can kaybı yaşanmaktadır. Mansap taşkınlrında ise uzun süreli yüksek yağışlar söz konusudur. Kuraklığın aksine taşkın oluştuğunda doğrudan etkisini tespit edebildiğimizden dolayı oluşumu ve etkilerini geniş kapsamlı ve uzun vadeli şekilde gözlemleyebildiğimiz bir durumdur (Akman, 2021; Bağeci, 2014).

Taşkınlr; oluşum sürelerine göre de iki gruba ayrılabilir. Taşkınlrın oluşma süresini çeşitli yağışların zemine düşmesinden akış haline geçmesine kadarki süre oluşurmaktadır (Kerim ve Sme, 2019).

şekil 2.2’de taşkınlrın zamana, türlerine ve oluşum sürelerine göre sınıflandırması görülmektedir.



Şekil 2.2. Taşkınların oluşum sürelerine, zamanlarına ve yerlerine göre taşkın sınıflandırması

3. TAŞKIN ETKİLERİ VE YÖNETİMİ

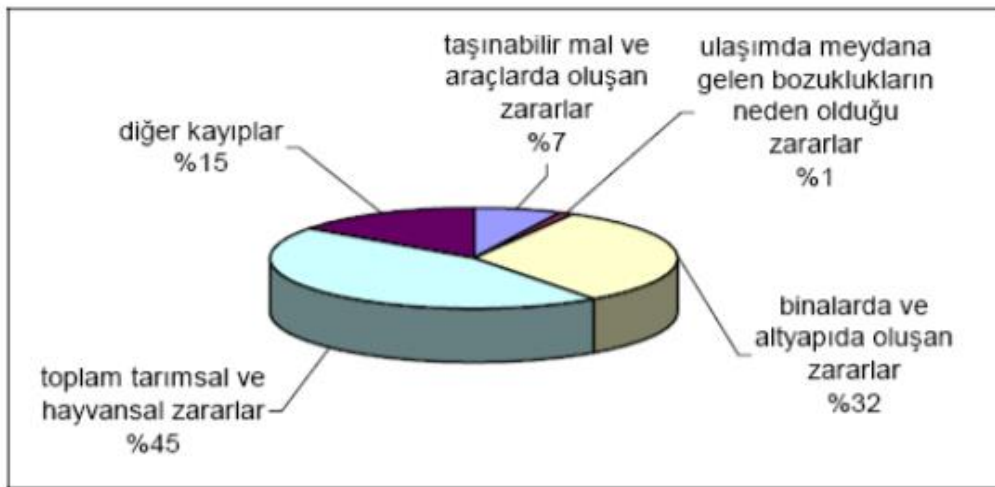
3.1. Taşkın Etkileri

Doğal olay olarak değerlendirilen taşkınların, yüksek miktarda yağışlar gözlenmeden alınacak doğru ve prolaktif önlemlerle yıkıcı etkileri en aza indirilebilmektedir. Biriktirme hazneleri, seddeler, derivasyonlar, akarsu yatağının düzenlenmesi gibi yapısal olan çalışmaların yanı sıra halkın bu konuda eğitilmesi ve bilinçlendirilmesi, ağaçlandırma faaliyetleri gibi yapısal olmayan önlemler ile de taşkınların olumsuz etkilerinin en aza indirilebilmesi mümkündür. Oluşan taşkınların birincil (direkt) ve ikincil (dolaylı) etkileri söz konusu olup, bu etkilerin hangisi veya hangilerinin oluşabileceği yağışın çeşidine, şiddetine, süresine ve etki alanına bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bu etkilerden yıkıcı olan fiziksel etkileri barındıran birincil etkiler olup can ve mal kayıpları söz konusu olabilmektedir. Birincil etkilerin şiddetini belirlemede en önemli olan unsur; taşkın sahasındaki su miktarının hızı ve derinliğidir. Doğrudan etkilerinin dışında taşkınlar için dolaylı etkilerden de söz etmek gerekmektedir ve bunlar ikincil etkiler olarak da tanımlanmaktadır. Taşkın sonrası yaşanan ekonomik sıkıntılar felaketin yaşandığı kesimde sosyal yapıda dengesizliklere de sebebiyet verebilmektedir. Bunun sonucu olarak ve işsizlik problemi ortaya çıkabilmekte, büyük ve geniş alanlı taşkınlarda göçlerde görülmektedir (Taşkın Yönetimi, 2017). Son yıllarda yapılan araştırmalar, taşkınların yalnızca hidrometeorolojik bir problem değil, aynı zamanda sosyo-ekonomik bir kriz unsuru haline geldiğini ortaya koymaktadır. Dünya Bankası 2022 yılı verilerine göre taşkınlar, tüm doğal afetler arasında en fazla ekonomik kayba yol açan olaylar arasında yer almakta ve yıllık küresel maliyetinin 65 milyar ABD dolarını aştığı belirtilmektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde, zayıf altyapı ve yetersiz erken uyarı sistemleri nedeniyle taşkınların etkileri çok daha yıkıcı olmaktadır. Birleşmiş Milletler Afet Riskini Azaltma Ofisi raporuna göre iklim değişikliği, şehirleşme ve arazi kullanımındaki değişimler taşkın riskini artıran en önemli faktörler arasında gösterilmektedir. Avrupa Birliği'nin Floods Directive (2007/60/EC) kapsamında yapılan çalışmalar ise, taşkınların yalnızca geçmiş verilerle değil, gelecekteki iklim senaryoları dikkate alınarak modellenmesi gerektiğini vurgulamaktadır (UNDRR, 2023; URL-3, 2025; URL-4, 2025).

Geçmiş yıllara göre değerlendirildiğinde maddi kayıpların miktarının ve sayısının arttığı görülmektedir. İklim uzmanları bu durumu taşkınların oluşma sıklığının ve şiddetinin artmasına bağlamaktadırlar. Ancak bu unsurlardaki değişimlerinde global düzeyde yaşanan ısınmalar ve buna bağlı olarak oluşan küresel iklim değişikliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir (IPCC, 2007).

Bu bağlamda, taşkın yönetim planlarının uzun vadeli iklim değişikliği projeksiyonlarını kapsayacak şekilde güncellenmesi kritik görülmektedir. Ayrıca IPCC'nin 6. Değerlendirme Raporu iklim değişikliğinin aşırı yağış olaylarının sıklığını ve şiddetini artıracaklarını açıkça ortaya koymaktadır. Bu durum, özellikle ani taşkın riskini büyütmede ve küçük havzaların bile kısa sürede aşırı debilere ulaşmasına yol açabilmektedir (IPCC, 2021).

Şekil 3.1'de taşkın zararlarının sektörel sınıflandırılmasının yüzdesel dağılımı görülmektedir (Kılıçer ve Özgüler, 2002). Yeni teknolojik gelişmeler, yapay zekâ noktasında gelinen nokta değerlendirildiğinde malesefki can kayıplarının azalabileceği yanılıgına düşülmektedir. Kentsel gelişme biçimi ve çarpık yapılaşma ülkemizde taşkın zararlarının daha fazla miktarda oluşmasına neden olan unsurlardır. Düzensiz ve plansız göçler, yeterli şehir planlamasının olmaması veya yaşanan depremler gibi büyük felaketler sonucunda öngörülmeven düzensiz nüfus yayılmalarının meydana getirdiği çarpık ve düzensiz yerleşmeler taşkın gibi risk faktörlerinin felakete dönüşmesini kolaylaştırmaktadır (Hakan, 2007).



Şekil 3.1. Taşkın zararlarının sektörel sınıflandırılması (Kılıçer ve Özgüler, 2002).

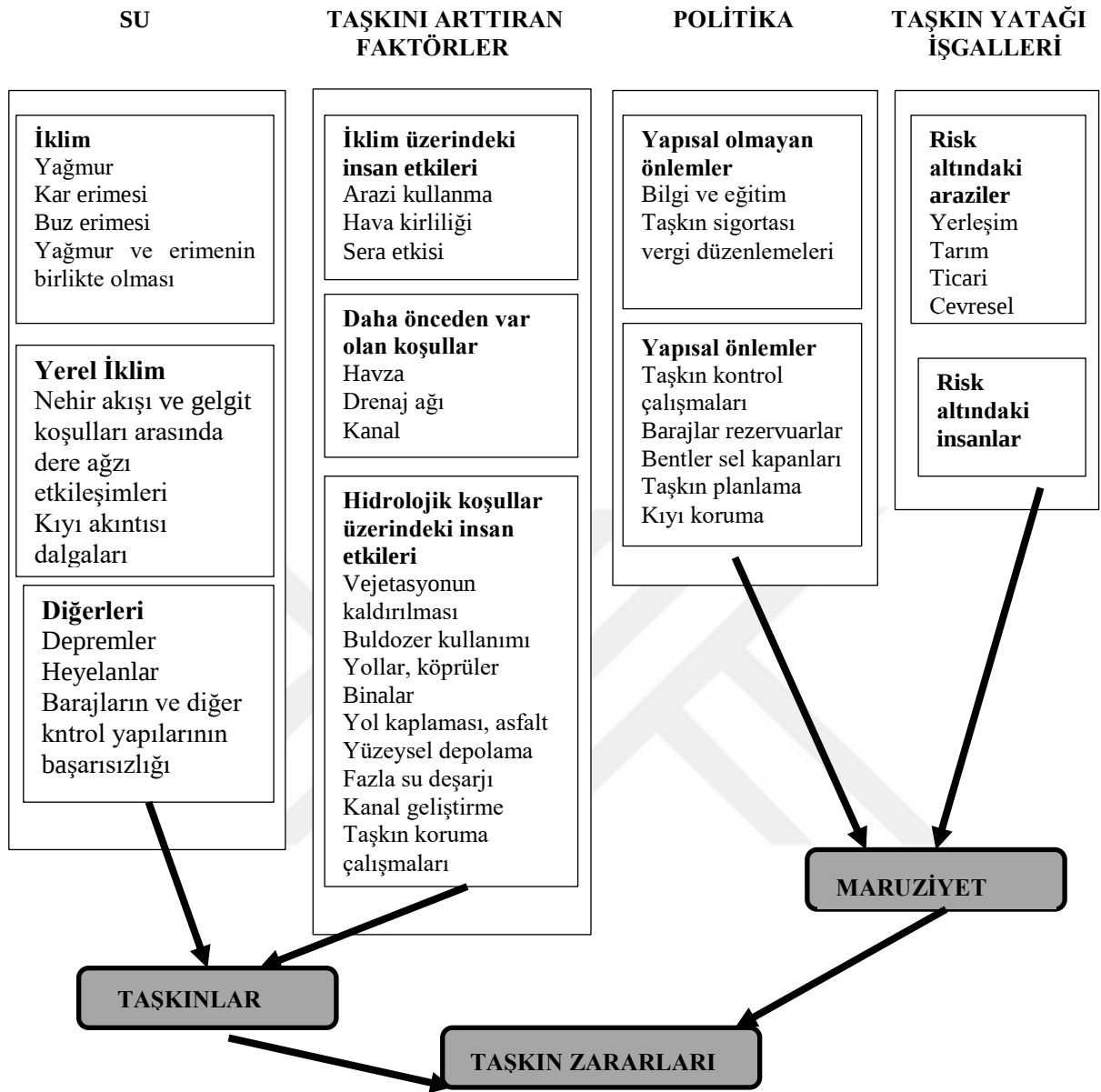
Doğal ortamda dere, akışını gerçekleştirebilmek için kendisine uygun dere yatağını da zaman içerisinde oluşturmaktadır. Ancak insan faaliyetleri sonucunda arazi kazanmak için daraltılan dere yatakları çok büyük yıkımlara sebep olabilmektedir. Dere yataklarının daraltılmasında ki temel etken göze çarpmaktadır. Bunlardan birincisi kırsal bölgeler için tarım arazisi oluşturmaktır. İkincisi ise imara açılmış yerlerde binalar için alan kazanımı sağlamak amacıyla. Dere yataklarının doldurularak arazi kazanım yoluna gidilmemesi, ormanların tahrip edilmemesi, etkin ve yetkin çevresel politikaların oluşturulması taşkın afetinden kaynaklanan olumsuz sonuçların minimuma indirilmesinde önemli rol oynamaktadır (Bodur, 2018).

Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde hızlı ve plansız şehirleşme süreci; akarsu havzalarının çeşitli bölgelerinde beşeri odaklı faaliyetlerin yoğunluğunu artırmaktadır. Havza alanında beton yapılaşmanın fazla olması buharlaşma miktarını azaltmakta ve aynı zamanda akışa geçen su miktarında artmasına neden olmaktadır (Akkaya, 2019).

3.2. Taşkın Zararları

Taşkın zararlarının başında, taşkın suları ve sel esnasında taşınımı gerçekleştiren katı maddeler nedeniyle can ve mal kayıpları gelmektedir. Taşkın zararları su altında kalan alanın büyüklüğüne bağlı olarak artmaktadır. Ayrıca taşkın debisi ve su yüksekliği arttıkça taşkın zararları da artış göstermektedir (Erkek ve Ağırlioğlu, 1998). Şekil 3.2’de taşkın zararlarına yol açan faktörler arasındaki ilişkiler görülmektedir (De Guenni ve ark.,2005).

Taşkınların yol açtığı doğrudan zararların başında, can ve mal kayıpları gelmektedir. Şiddetli taşkın olaylarında, yerleşim alanlarının su altında kalması sonucu insanlar hayatını kaybedebilmekte veya ciddi maddi kayıplar yaşanmaktadır. Sağlıklı ve içilebilir suya ulaşım taşkın mahallerinde söz konusu olamamaktadır. Aynı zamanda köprü, yollar gibi ulaşım yapılarının da zarar görmesinden dolayı taşkın bölgelerinde ulaşım ile ilgili ciddi sorunlarla karşılaşılabilir. Taşkın sularının doğrudan etkisi olmayan zararlar ise dolaylı zarar olarak tanımlanmaktadır. Taşkın bölgesinde yaşayan insanların ekonomik ilişkilerinin ve hizmet faaliyetlerinin aksamasından kaynaklanan zararlar da söz konusudur (Uçar, 2010; Erkek ve Ağırlioğlu, 1998).



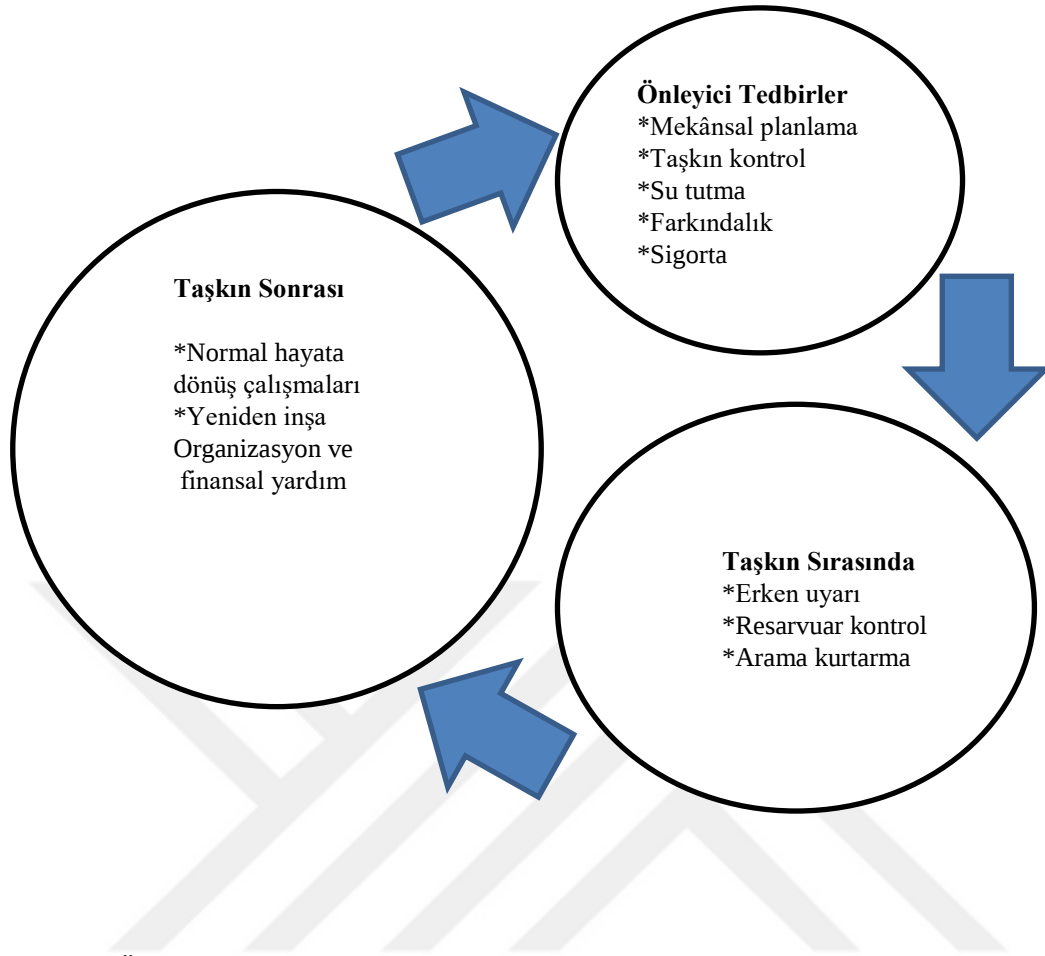
Şekil 3.2. Taşkın zararlarına yol açan faktörler arasındaki ilişkiler (De Guenni ve ark.,2005).

3.3. Taşkın Riski Yönetimi Çalışmaları

Taşkın koruması, taşkın olasılığını azaltmayı ve doğayla mücadeleyi amaçlayan mühendislik çözümlerine güçlü bir şekilde odaklanma ile karakterize edilebilir. Bu nedenledir ki taşkın riski yönetimi son yıllarda önemli bir değişim yaşamıştır. Taşkın risk yönetimi taşkın korumadan daha kapsamlı bir yaklaşım olup olayın daha kapsamlı bir bakış açısı ile ele alınmasına olanak sağlamaktadır (Thaler ve Kaufmann, 2024).

Ülkemizin farklı bölgelerinde farklı coğrafi yapı ve yağış rejimleri görülmektedir. Depremler en büyük can ve mal kayıplarına neden olan doğal afetler sıralamasında birinci sırada yer almaktadır. Depremleri taşkınlar takip etmektedir (Efe ve Önen, 2015). Bu çerçevede, taşkınların yıkıcı etkilerini ortadan kaldırmak amacıyla hem hidrolik yapılar inşa edilmeli hem de yapısal olmayan taşkın önleyici faaliyetlerin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Taşkın yönetiminde, taşkın riskinin ön değerlendirmesinin yapılması ve önleyici tedbirlerin alınması, taşkın tehlike haritaları ve taşkın risk haritaları yardımı ile taşkın sırasında erken uyarı sistemlerinin teçhiz edilmesi gerekmektedir. Taşkın sonrası olağan yaşama dönüş çalışmaları için zarar gören yapıların tekrar inşaatı ve finansal yardım olmak üzere 3 aşamalı taşkın yönetim planı oluşturulmalıdır. Taşkın yaşanmadan önce havza genelindeki insan faaliyetlerinin düzenlenmesi önem taşımaktadır. Bu düzenlemeler içinde halkın eğitilmesi, ağaçlandırma ve erozyon kontrol faaliyetleri gibi birbirini tamamlayan çoklu tedbirlerin, belirli bir plan dâhilinde, yerel yönetimlerin de gözetiminde, ilgili kurum ve kuruluşların katılımları ile birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Taşkın etkilerini minimize etmek veya tamamen ortadan kaldırmak için taşkın oluşmadan önce oluşumunu engelleyici önlemler, taşkın oluşurken ve taşkın oluşuktan sonra dikkate alınacak olan yapısal ve yapısal olmayan önlemler ve yapılması gerekenler ilgili kurumlarca birlikte değerlendirilmeli ve uygulanma aşamasına hızlıca geçilmelidir (Şekil 3.3) (Altun, 2018; Taşkın Yönetimi, 2017; Akman, 2021).

Taşkın riski ön değerlendirmesi için geçmişte oluşmuş taşkınların incelenerek gelecekte olası taşkınlar ile su altında kalabilecek alanlar öngörülebilir. Daha sonrasında öngörülen alanlar için taşkın tehlike ve risk haritaları oluşturularak taşkın riski yönetim planı düzenlenebilir. Bu nedenledir ki taşkın ön değerlendirmesi riskli olan bölgelerin belirlenebilmesi açısından önem taşımaktadır. Taşkın yönetim planlarının altı yılda bir güncellenmesi ve buna bağlı olarak oluşturulan haritaların da yenilenmesi gerekmektedir (Taşkın Yönetimi, 2017).



Şekil 3.3. Üç aşamalı taşkın yönetim planı (Taşkın Yönetimi, 2017).

3.3.1. Yapısal önlemler içeren projeli çalışmalar

Taşkınların zararlı etkilerinden korunmak yapısal önlemler ile mümkün olabilmektedir. Yapısal önlemler arasında, içme suyu temini, sulama ve enerji üretimi gibi farklı amaçlarla inşa edilen biriktirme yapılarının (baraj, gölet vb.), taşkın kontrolü amacıyla da kullanılması önemli bir strateji olarak öne çıkmaktadır. Bu yapılar, akış halindeki suyun belirli bir bölümünü depolayarak, ani debi artışlarını kontrol altına alır ve akarsu yataklarındaki su seviyesinin sınırlandırılmasına katkı sağlamaktadır. Baraj ve göletler yalnızca suyun depolanmasını sağlamakla kalmaz, aynı zamanda akarsu tarafından taşınan sedimentin (katı madde) ölü hacimlerinde biriktirilmesini de mümkün kılar. Bu sayede, sedimentin nehir yatağında birikerek kesit daralmasına ve akış kapasitesinin azalmasına neden olmasının önüne geçilir. Uygun şekilde projelendirilmiş ve yönetilen bu tür yapılar, taşkın seviyelerini anlamlı ölçüde azaltarak, suyun akarsu yatağında kalmasına

ve çevresel zararların önlenmesine yardımcı olmaktadır (Uçar, 2010; Akkaya, 2016; Akman, 2021).

Taşkın sularını geri tutulmasını sağlayarak mansap bölgesindeki taşkın debilerinin azaltılabilmesi için taşkın seddesi de kullanılmaktadır. Mini barajlar olarak değerlendirilebilecek bu yapılar daki maksimum su seviyesi, mansap bölgesindeki akarsuyun emniyetle geçirebileceği debi ile sınırlıdır. Seddeler taşkınların zararlarını azaltan yapısal önlem olarak değerlendirse de, akarsu yatağındaki su seviyesinin yükselmesine neden olarak pik debinin büyümesine katkı sağlayabilmektedir. Akarsu yatağındaki sular geniş alanlara yayılamadığından verimli tarım alanları oluşturan alüvyonlar şekillenememektedir. Taşkın debilerinin akiferi besleyemediği durumlarda yeraltı sularına da etkisi bulunmaktadır (Onuşluel, 2005).

Taşkın kanalı, oluşan taşkın suları için bir by pass sistemi olarak değerlendirilebilir. Taşkın sularını karşılayacak genişlikte ve derinlikte bir nehir yatağının olmaması ve sedde uygulamasının yapılamadığı durumlarda, taşkın sularının taşkın yatağından alınarak, nehir yatağının taşkın yükünün azaltılmasına yönelik yapılmış kanallardır. Böylelikle taşkın oluşması engellenmektedir (Oruç, 2023).

Miktarı fazla olan taşkın debilerinin akarsu yatağından uzak tutulması esasına dayanan ve ertelemeli olarak akarsu yatağına taşkın debisinin iletimini yapan yapılar olan taşkın geciktirme havuzları da kullanılmaktadır (Hırca, 2018).

Taşkın kontrolünde kullanılan bir başka yapısal yöntemde sel kapanlarıdır. Sel kapanları küçük barajlar olup belirli bir süre taşkın debilerinin bekletilerek mansap tarafındaki taşkın debilerinin azaltılmasına yardımcı olabilirler. Genellikle 10-20 m arasında yüksekliğe sahip olan sel kapanları suyu bekleterek akım rejimini düzenlemektedirler. Sel kapanları ile aynı mantıkla yerleşim yerlerinde taşkın duvarları da kullanılmaktadır. Taşkın duvarlarını, akarsu yatağındaki suyun çevresine zarar vermeden akmasını sağlayacak bir çeşit istinat duvarı olarak tanımlamak mümkündür (Çavuş, 2015).

Bir diğer yapısal önlem ise akarsu yatak kesitinin azalmasına neden olacak unsurların belirlenip bunların giderilmesidir. Bu amaçla akarsu yatağında düzenlemeler yapılmalıdır. Yatak kapasitesi muhafaza edilerek yataktan geçecek olan debi miktarının taşkın tehlikesi oluşturmaması sağlanabilmektedir.

Sekiler; tersip bentlerinden daha küçük yapılar olup, yapılma amaçları havzanın yukarı kısımlarında inşa edilen ve katı madde taşınımını engelleyen tersip bentleri ile aynıdır. Yeterince yüksek olmayan sekilerin tasarımı, tersip bentleri gibi yapılarla

benzerlik gösterir. Özellikle fazla eğime sahip memba kısımlarında inşa edilen sekiler, kolayca erozyona uğrama eğiliminde olan ve kayma mukavemeti düşük zeminlerde taban erozyonunu önleyebilmektedirler. Dere ve nehir yataklarında taban erozyonunu önlemek amacıyla inşa edilen önemli yapısal taşkın kontrol elemanlarından biri de biritlerdir. Göreceli olarak düşük yüksekliğe sahip olan bu yapılar, baraj ve gölet gibi katı madde depolama kapasitesine sahip değildir. Ancak, biritlerin temel işlevi, akarsu yatağında su hızını düşürerek erozyon sürecini yavaşlatmak ve katı madde taşınımını dengelemektir. Biritler, akış enerjisini azaltmak suretiyle, özellikle yüksek eğimli akarsu kesimlerinde yatağın aşırı oyulmasını engeller ve böylece nehrin morfolojik istikrarını korur. Ayrıca, taşkın esnasında akışın kontrol altına alınmasına katkı sağlayarak, taşkın riskini dolaylı olarak azaltan unsurlar arasında yer alır (Uçar, 2010).

3.3.2. Yapısal önlemler içermeyen çalışmalar

Yapısal olmayan önlemlerin başında hidrometrik ve meteorolojik gözlem çalışmaları gelmektedir. Taşkın yıllıklarında yer alan taşkın envanterleri ile il, bölge ve havza tabanlı taşkın planları önem taşımaktadır. İmar planları ile ilgili taşkın etütleri ve ilgili kurumların çalışmalarında yapısal olmayan önlemlerdendir.

İlk olarak havzada hidrometeorolojik ölçme ağı ile taşkın uyarı sistemleri teçhiz edilmesi karşılaşılabilecek zararların en aza indirilebilmesi için gereklidir.

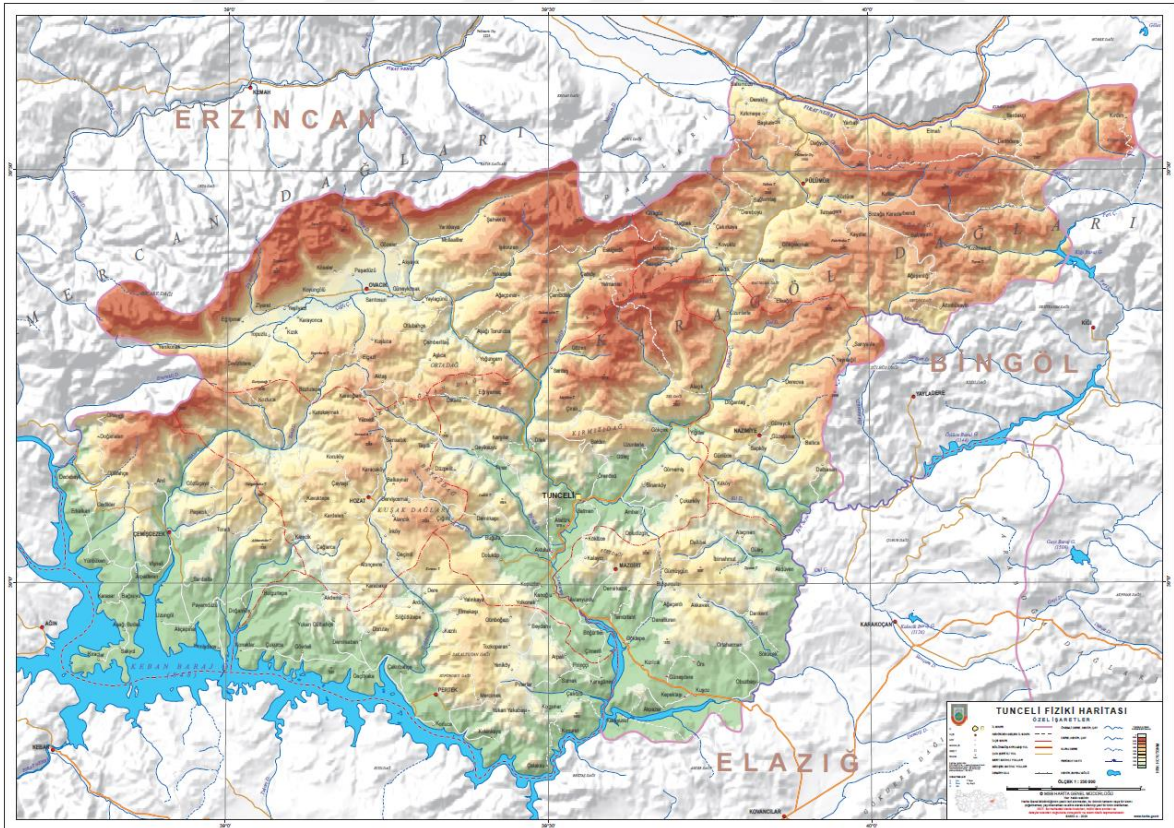
Yapısal olmayan önlemlerin içinde halkın bilinçlendirilmesi de büyük önem taşımaktadır. DSİ Genel Müdürlüğünce hem kurum içi eğitimlerle hemde taşkın konusunda ilgililerin, mahalli/mülki idarecilerin, yetkili ve uzman kurum ve kuruluşların bir arada olabileceği zeminler oluşturulmaktadır. Bu çalışmalar taşkın konusunda toplumsal duyarlılık ve farkındalığı oluşturmak ve mevcut farkındalıkların artırılması amacıyla gerçekleştirilmektedir (Akman, 2021).

4. MATERYAL ve METOD

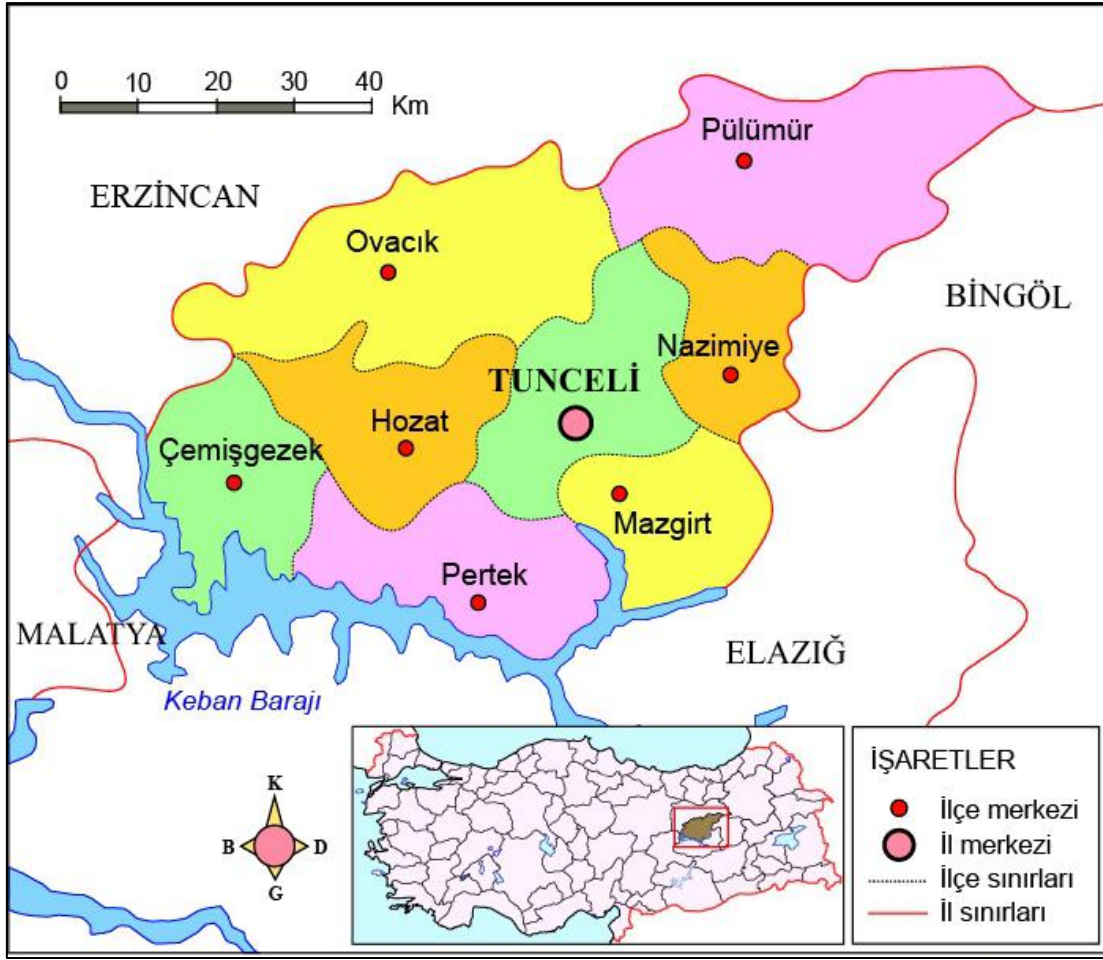
4.1. Çalışma Bölgesi Coğrafyası

Tunceli ili Doğu Anadolu coğrafi bölgesinde ve Fırat Akarsu havzasında yer almaktadır. Bu çevrede birçok yüksek tepe ve derin vadiler bulunmaktadır. Şekil 4.1’de Tunceli ilinin fiziki haritası görülmektedir. Tunceli merkeze 52 km uzaklıkta bulunan Hozat ilçesinin Tunceli ilindeki konumu ise Şekil 4.2’de görülmektedir.

Tunceli ili Hozat ilçesi genel olarak dağlık bir yapıya sahiptir. Tipik karasal iklim görülmekte olup yazları çok sıcak ve kurak kışlar ise çok soğuk olmaktadır. Kar kalınlığı 1–2 m arasında değişebilmektedir. Bitki örtüsünü genellikle yabani meşe palamudu oluşturmaktadır. Yabani meşe palamutları bodur boylu olup boyları genelde 1,5–2 m’yi geçmemektedir. MTA Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan heyelan envanterinde; Hozat ilçesi yoğun heyelanlı bölgeler olarak gösterilmektedir (İRAP, 2021). Bölgede eski zamanlardan kalma istiridye ve denizyıldızı fosilleri bulunmaktadır.



Şekil 4.1. Tunceli ili fiziki haritası (URL-5, 2025).



Şekil 4.2. Tunceli ilinin ilçeler haritası (URL-6, 2025).

4.2. Çalışma Bölgesinin Genel Jeolojisi

Hozat, Doğu Anadolu Bölgesi'nin, Yukarı Fırat Havzası'nda, Tunceli ilinin 85 km. doğusunda yer almaktadır. Tarihsel olarak ne zaman ve kimler tarafından kurulduğu tespit edilememiştir. Yazılı Urartu kaynaklarında "Huzana" olarak geçen yerleşim yerinin Hozat olabileceği düşünülmektedir (Şen ve Sezgin, 2020).

Tunceli'nin güney kısmında, Munzur Nehri ile bu nehrin kolunu oluşturan Dinar Deresi arasında, Orta Eosen kalkeri nehir erozyonu nedeniyle yok olmuştur. Alt Eosen flişi oluşmuştur. Ancak Dinar Vadisinin güneybatısında yine benzer kalker formasyonu geniş şekilde yüzeylenmiştir. Cilasur ile Kayındul çevresinde oldukça fazla bir alanı kaplıyarak, batı ve güneybatıda, Hozat bölgesinde Teştek, Cet, Kinik ve Erkan köylerine kadar devam etmiştir. Tunceli-Nazimiye arasındaki bölgesinde yine aynı litolojik özelliğe sahip Alt

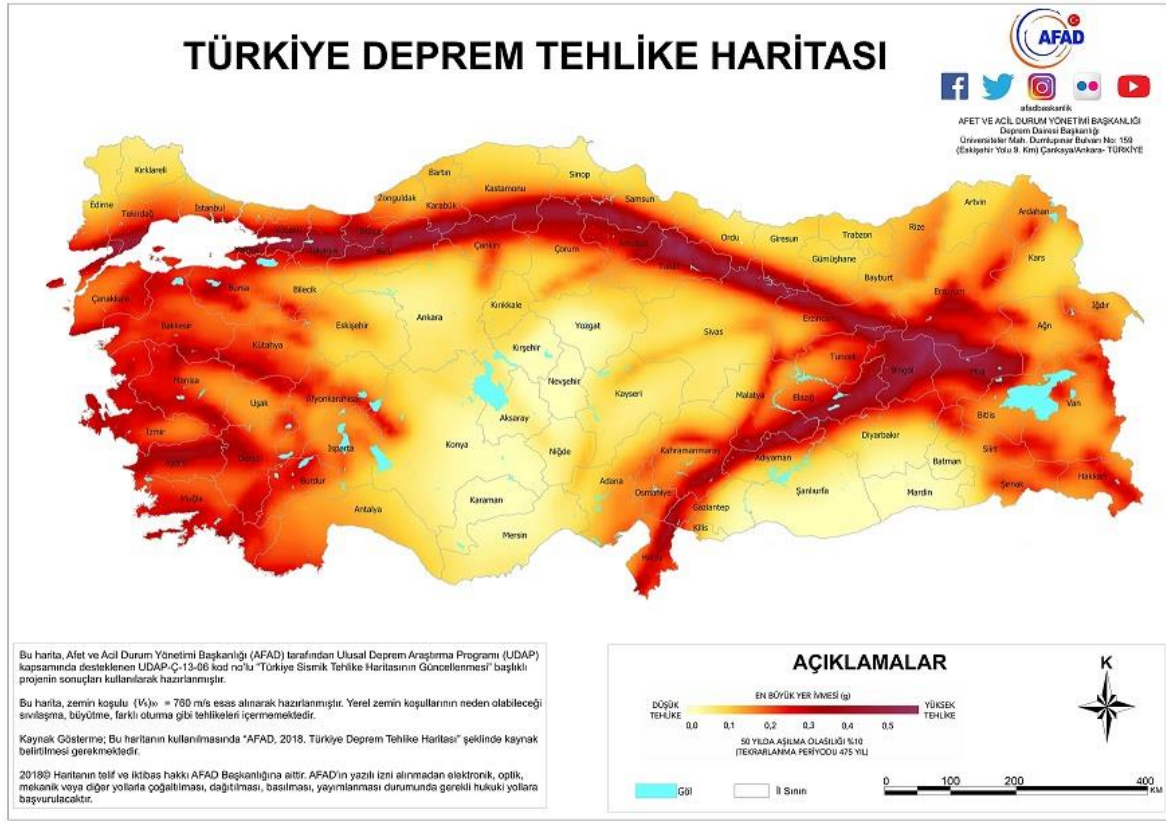
Eosen flişi Hozat bölgesinde de çok miktarda gözlemlenmiştir. Pah bölgesindeki litolojiye benzer bir kesit de Hozat Vadisinde ve çevresinde Hozat'ın 4 km güneyinde yüzeylenmiştir. Benzer şekilde burada bulunan tabakalanmış tuf, aglomera ve karbonat yataklarının farklı türde bulunan atom, molekül ya da gruplar (katmanlar) arasına, bu kimyasal elemanların geri dönüşümlü olarak girmesiyle yukarıdaki 30 m kalınlığında ve sık bir şekilde Orta Eosen kalkerinin içine geçmiştir (Afshar, 1965).

Tunceli ili Hozat ilçesinin yer aldığı havza içinde oluşan heyelanlar nedeni ile yerleşim alanları, yol ve tarım arazileri önemli ölçüde zararlar görmektedir. Heyelanların sebep oldukları zararlar bölgede büyük ölçüde ekolojik hayatı ve sosyo-ekonomik unsurları olumsuz etkilemektedir. Bu sebeplerden dolayı bölgede heyelan ihtimali olan alanların belirlenmesi önem taşımaktadır (Esen ve Avcı, 2018).

4.3. Çalışma Bölgesinin Depremselliği

Hozatın yer aldığı Tunceli ili Merkez Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası, AFAD Deprem Dairesi Başkanlığı tarafından son depremler sonucunda 18 Mart 2018 tarih ve 30364 sayılı (mükerrer) Resmi Gazete' de yenilenerek, 1 Ocak 2019 tarihinden itibaren yürürlükte olacak şekilde yayımlanmıştır. Tunceli ili Merkez ilçesi Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasında aşağıdaki Şekil 4,3'deki gibi belirtilmiştir.

Jeofizik veriler ve Afet verilerine göre Tunceli merkez ilçesi ile Pertek, Hozat, Mazgirt ve Çemişgezek ilçeleri 2. Derece deprem bölgesi olarak değerlendirilmiştir. Ovacık, Pülümür ve Nazımiye ilçeleri ise 1. derecede deprem bölgesi içinde bulunan yerleşim yerleridir (İRAP, 2021).



Şekil 4.3. Türkiye deprem tehlike haritası (AFAD, 2018).

4.4. Çalışma Bölgesinin İklimi

Tunceli'de karasal iklim şartları baskın olarak hissedilmektedir. Karasal iklimde yazlar sıcak ve kurak olmasına rağmen kış ayları soğuk ve yağış bir şekilde geçmektedir. İlde yıllık ortalama yağış miktarı 939 mm olup meteorolojik verilen incelendiğinde yaz aylarında yağış miktarının çok düşük olduğu, yağışın çoğunlukla sonbahar ve kış aylarında düştüğü tespit edilmiştir. Yaz mevsiminde yaşanan kuraklıkta kuzeybatıdan şiddetli esen rüzgârların etkisi olmaktadır.

Tunceli ili Hozat ilçesinde meydana gelen doğal afet türlerinin 1958 -2018 yılları arasındaki sayısı Tablo 4,1'de verilmiştir. Bu tabloya göre belirtilen yıllar arasında Hozat ilçesinde 3 adet taşkın meydana gelmiştir (İRAP, 2021).

Tablo 4.1. Tunceli ili Hozat ilçesinde meydana gelen doğal afet türlerinin sayısı (İRAP, 2021).

İlçe	Heyelan	Kaya düzmesi	Çığ	Su Baskını	Yangın	Toplam
Hozat	11	4	6	3	3	27

4.5. Taşkın Tekerrür Debilerinin Belirlenmesi

Maksimum taşkın debileri; sentetik, istatistiksel ve hidrolojik modelleme yöntemleri ile belirlenebilmektedir. Klasik yöntemler olarak da adlandırılan sentetik yöntemler, havzanın fiziksel özelliklerine bağlı olarak maksimum taşkın debisinin hesaplanmasına yönelik çeşitli ampirik formüllerin geliştirilip uygulanmasına dayanmaktadır. Akım verilerinin yetersiz olduğu veya hiç bulunmadığı durumlarda, sentetik birim hidrograf yöntemi geliştirilmiştir. Özellikle akım gözlemi bulunmayan havzalarda, taşkın debilerinin belirlenmesinde Mockus, SCS, Snyder ve DSİ Sentetik yöntemleri literatürde yaygın olarak kullanılmaktadır (Dikici ve Aksel, 2019; Demir ve Keskin, 2022b; Demir ve Kişi, 2015).

Taşkın frekans analizinde taşkın debileri yıllık anlık maksimum akım verileri, Olasılık Dağılım Fonksiyonları (ODF), Noktasal ve Bölgesel Taşkın Frekans Analiz yöntemleriyle elde edilmektedir. Çalışmada literatürde en çok tercih edilen 5 farklı OYF’nu (Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu) kullanılmıştır. Bunlar; Normal dağılım, Log-Normal Tip-2, Log-Normal Tip-3, Gumbel, Log-Pearson Tip-3, Pearson dağılımlarıdır.

Aynı dönemde yeteri kadar verisi bulunmayan akım gözlem istasyonlarının bölgesel taşkın frekans analiz yapılmamalıdır (Demir ve Keskin, 2022b).

Yağış-akış modeli ise taşkın debileri, hesaplanacak nehirde yeteri kadar gözlem verisi bulunmayan veya havzasında hiç istasyon bulunmayan bölgelerde kullanılmaktadır. Çalışma alanında yağış istasyonları yardımıyla oluşturulacak Thiessen poligonları ve çevre istasyon verileri yardımıyla taşkın debileri birim hidrograf sentetik yöntemlerle elde edilebilmektedir. Bu nedenle bu çalışma kapsamında literatürde en çok kullanılan Mockus yöntemi kullanılmıştır.

4.5.1. Mockus yöntemi

Mockus yöntemi, toplanma zamanı otuz saatten küçük olan drenaj havzalarında taşkın debilerinin tahmin edilmesinde sağlıklı sonuçlar veren bir yöntemdir. Daha büyük alanlarda drenaj alanları daha küçük bölümlere ayrılarak oluşan her bir bölüm için çizilen hidrografların gecikme zamanlarına bağlı olarak analiz edilmesi gerekmektedir. Mockus yönteminde proje sağanak süresi boyunca (D) havzaya düşen yağışın sabit şiddette ve homojen olarak düştüğü kabul edilir

Mockus yöntemine ait değerleri bulmak için aşağıdaki işlem sırası takip edilmektedir. Öncelikle arazinin harmonik eğim hesabının yapılması gerekmektedir. Bunun için akarsu membasından başlanarak proje kesitine uyarak yükseklikler ve mesafeler yazılır. Daha sonra toplam uzunluk 10 eşit parçaya bölünerek Eşitlik (4.1) yardımıyla nehir yatağının harmonik eğimi hesaplanmaktadır. Havzanın toplanma süresi harmonik eğime ve nehir yatağı uzunluğuna bağlı olarak Eşitlik (4.2)'de verilmiştir.

$$\sqrt{S} = \frac{10}{\sum(\frac{1}{\sqrt{S_i}})} \quad (4.1)$$

$$T_c = 0,00032 * \frac{L^{0,77}}{S^{0,385}} \quad (4.2)$$

Burada;

S: Drenaj alanının ortalama harmonik eğimi

S_i: Kesitler arası harmonik eğim

L: Drenaj alanının hidrolik uzunluğudur (Dere uzunluğu, m)

T_c: Havzanın toplanma süresi, sa

Suların toplanma süresine denk gelen YD yağış süresi Eşitlik (4.3) yardımı ile bulunmaktadır. Uygulamalarda yağış süresi en büyük tamsayıya tamamlanır. T_c'nin 1 saatten küçük çıkması durumunda yağış süresi değeri toplanma süresine eşit alınmaktadır.

$$YD = 2 * \sqrt{T_c} \quad (4.3)$$

Hidrografın çekilme eğrisi (T_r), kabarma eğrisinin fonksiyonu olarak Eşitlik (4.4) ile bulunmaktadır.

$$T_r = 1.67 * T_p \quad (4.4)$$

Taşkın hidrografının taban genişliği (T_s), kabarma eğrisi süresi ile çekilme eğrisi süresinin toplamıdır Eşitlik (4.4).

$$T_s = T_p + T_r \quad (4.5)$$

Eşitlik (4.3)'de görülen değer aynı zamanda suların toplanma zamanına tekabül eden yağış süresi olarak belirtilmektedir. Pik debiye ulaşma süresi Eşitlik (4.6) ile hesaplanır;

$$T_p = \left(\frac{YD}{2}\right) + (0,6 * T_C) \quad (4.6)$$

1 mm'lik yağışın oluşturacağı debi Eşitlik (4.7)'de verilmiştir.

$$Q_p = \frac{(k * A * h_a)}{T_p} \quad (4.7)$$

Burada; h_a , havza karakteristiklerine göre 1 ile 2 arasında değişen bir katsayıdır. İklim parametresi olan “k” 0,208 alınmasına rağmen genel olarak 0,21 ile 1,60 arasında değişen havza katsayısıdır

Eşitlik (4.7)'de elde edilen Q_p değeri maksimum yağış yüksekliği değeri ile çarpılarak taşkın debisi (Q_n) bulunur (Dikici ve Kazezyılmaz-Alhan, 2018; Sönmez ve ark., 2012; Kumanlıoğlu ve Ersoy, 2018; Gevrek ve İrvem, 2021).

$$Q_n = Q_p * h_n \quad (4.8)$$

Eşitlik (4.9), yüksek taşkın periyotlarına karşılık gelen debilerin, daha sık gerçekleşen taşkınlara (Q_{10} ve Q_{100}) dayalı olarak enterpolasyon ve ekstrapolasyon yöntemiyle tahmin edilmesini sağlayan bir eşitliktir. Bu tür ampirik formüller, özellikle uzun dönemli gözlem verisi olmayan bölgelerde, mühendislik tasarımlarında (barajlar, menfezler, taşkın kontrol yapıları) ön tahmin amacıyla kullanılmaktadır.

$$Q_{500} = Q_{10} + 1,962 * (Q_{100} - Q_{10}) \quad (4.9)$$

Burada;

Q_{500} : 500 yıllık taşkın debisi (tahmin edilen)'dir

ABD Soil Conservation Service akım ölçümü bulunamayan havzalarda dolaysız akış hesabi için ampirik bir yöntem geliştirmiştir. P , Yağış yüksekliği, P_e artık yağış yüksekliğini, F sızma yüksekliğini göstermek üzere;

$$P_e = P - F \text{ yazılabilir.} \quad (4.10)$$

Çok uzun süreli yağışlarda F 'nin ulaşacağı maksimum değer S ile gösterilirse;

$$\frac{F}{S} = \frac{P_e}{P} \quad (4.11)$$

kabul edilebilir bu iki denklemden

$$P_e = \frac{(P^2)}{P + S} \quad (4.12)$$

yağışın 0,25'e eşit bir kısmının tutulduğu ya da yüzeydeki çukurlarda birikip buharlaştırdığını kabul ederek P yerine $P - 0,2S$ konursa;

$$P_e = \frac{(P-0,2S)^2}{P+0,8S} \quad (4.13)$$

inç cinsinden S değeri CN eğri numarası ile ilişkilidir CN eğri numarası yüzeydeki bitki örtüsüne, arazinin kullanma şekline, hidrolik zemin grubuna ve yağışın başlangıcında nem muhtevasına bağlıdır. A zemin grubunda sil kum çakıl gibi sızma kapasitesi yüksek, B grubunda sızma kapasitesi orta, C grubunda kir gibi sızma kapasitesi düşük, D grubunda sızma kapasitesi çok düşük zeminler bulunmaktadır (Bayazıt, 2013).

4.6. Pürüzlülük (Manning) Katsayısı Hesapları

Manning formülü, üniform akımlar için açık kanal hesaplarında en çok kullanılan formüldür. Dört farklı yaklaşım ile Manning pürüzlülük katsayısını belirlemek mümkündür.

Manning pürüzlülük katsayısını etkileyen faktörleri belirleyerek kestirim aralığını sınırlayarak, çeşitli kanallar için daha önceden tespit edilmiş n katsayıları çizelgesini kullanarak, n katsayısı bilinen kanalları inceleyerek ve Teorik hız dağılımı ve pürüzlülük ölçümlerine bağlı n katsayısını belirleyerek tespit etmek mümkündür. Ülkemizde Manning pürüzlülük katsayısı (n) belirlenirken en fazla kullanılan yöntemlerden biri de 1956 yılında W. L. Cowan tarafından geliştirilmiş ve U.S. Geological Survey tarafından modifiye edilen Cowan metodudur. Devlet Su İşleri (DSİ) taşkın ihtisas komisyonu tarafından “modifiye Cowan metodu”na ait pürüzlülük tablosunda “kanal şev durumları (n_1)” parametresi eklenmiş ve aşağıdaki gibi son durumunu almıştır

$$n = (n_b + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)m \quad (4.14)$$

Bu denklemde kullanılan kanal pürüzlülük katsayısı n farklı hidrolojik ve morfolojik etmenleri dikkate alan bileşenler aracılığı ile hesaplanmıştır. Burada, n_b ; kanalın zemin özelliklerine bağlı olarak seçilmekte olup, bu değer medyan çapa göre belirlenmektedir. Medyan çap ise araziden alınan örneklerin elek analiziyle elde edilmektedir. Diğer düzeltme katsayıları ise aşağıdaki gibidir.

n_1 : Kanal yüzeyindeki düzensizliklerin (çatlaklar, çöküntüler vb.) etkisini dikkate alan düzeltme katsayısıdır.

n_2 : Kanal kesitinin şekli ve büyüklüğündeki değişikliklerin etkisini temsil eder (örneğin, trapez, dikdörtgen, doğal kesit gibi).

n_3 : Kanal içerisindeki engellerin (taş, bitki, yapılar vb.) akışı engelleme derecesini dikkate alan bir katsayıdır.

n_4 : Akım şartları (laminer/türbülanslı akış) ve bitki örtüsünün akışa olan etkisini tanımlayan katsayıdır.

m : Kanalın kıvrımlılık derecesini ifade eder (kanal ne kadar eğriyse, akış direnci o kadar artar) (Demir ve Ülke Keskin, 2019).

Denklem (4.14)'de yer alan " n_b " katsayısı Tablo 4.2'de gösterilen medyan çapa göre belirlenmektedir.

Tablo 4.2. DSİ modifiye Cowan yöntemi malzeme cinsine göre " n_b " değerleri

Yataktaki Malzemenin Cinsi	Beton	Medyan Çap D_{50}	-	n_b	0,012-0,018
	Kaya		-		-
	Sert Toprak		-		0,025-0,032
	İri kum		1-2		0,026-0,035
	İnce Çakıl		-		-
	Çakıl		2-64		0,028-0,035
	İri Çakıl		-		-
	İri Taş		64-256		0,030-0,050
	Yumru Kaya		>256		0,040-0,070

Tablo 4.3'de DSİ modifiye Cowan yönteminde şev durumuna göre " n_1 " değerleri görülmektedir (Demir ve Ülke Keskin, 2019).

Tablo 4.3. DSİ modifiye Cowan yönteminde şev durumuna göre " n_1 " değerleri (Demir ve Ülke Keskin, 2019).

Kanal şev durumu	Pürüzsüz		n_1	0,000
		Beton duvar		0,003
	Önemsiz	Taş duvar		0,005
		İstifli taş tahkimat		0,008
	Orta	Toprak yamaç		0,010
		İstifsiz taş tahkimat		0,015
	Şiddetli	Ağaçlı yamaç		0,020

Demir ve Ülke Keskin (2019) tarafından DSİ modifiye Cowan yöntemi kapsamında yapılan sınıflandırmaya göre, kanal kesitindeki değişim durumuna bağlı olarak kullanılan " n_2 " düzeltme katsayısı şu şekilde belirlenmektedir:

- Kanal kesitinin aşamalı olarak değiştiği durumlarda, yani kesitteki geçişlerin düzenli ve yumuşak olduğu, akım düzenini bozmayacak şekilde değiştiği durumlarda n_2 katsayısı 0,000 olarak alınmaktadır.
- Kanal kesitinin ara sıra değiştiği durumlarda, yani bazı bölgelerde farklılık gösterdiği ancak bu değişikliklerin sık olmadığı kesitlerde n_2 katsayısı 0,005 olarak kabul edilir.
- Kanal kesitinin sık sık değiştiği durumlarda ise, yani akarsu yatağında sık ve belirgin kesit değişimleri varsa, bu durum akış rejimini etkileyebileceğinden dolayı n_2 katsayısı 0,010 ile 0,015 arasında alınabilir.

DSİ modifiye Cowan yöntemi kapsamında, kanal içerisindeki engellerin varlığı ve yoğunluğu, akım düzenini bozarak pürüzlülüğü artırabilmektedir. Bu durumun değerlendirilmesinde kullanılan " n_3 " düzeltme katsayısı, kanal içindeki engel durumuna göre Tablo 4.4'de görülmektedir.

Tablo 4.3'de yer alan % eğim değerleri (Engel / Kesit Alanı)x100 bağıntısı ile hesaplanmaktadır.

Tablo 4.4. DSİ modifiye Cowan yöntemi kanal engellerine göre " n_3 " değerleri (Demir ve Ülke Keskin, 2019).

Kanaldeki engeller	İhmal edilir	<%5	n_3	0,000
	Önemsiz	%5-15		0,01-0,015
	Kayda Değer	%15-50		0,02-0,03
	Şiddetli	>%50		0,04-0,06

Demir ve Ülke Keskin (2019) tarafından yapılan çalışmada, DSİ modifiye Cowan yöntemine göre kanal içerisindeki bitki örtüsü yoğunluğu, akışa karşı önemli bir direnç unsuru olarak değerlendirilmiş ve buna bağlı olarak kullanılan " n_4 " düzeltme katsayısı aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır:

- Düşük bitki örtüsü yoğunluğu durumunda, akarsu yatağında akışı engelleyecek düzeyde bitki bulunmadığı için n_4 katsayısı 0,005 – 0,010 aralığında alınır.

- Orta yoğunlukta bitki örtüsü bulunan kanallarda, bitkiler suyun hızını ve yönünü belirli ölçüde etkiler. Bu durumda n_4 katsayısı 0,010 – 0,025 arasında belirlenir.
- Yüksek bitki örtüsü olan kesimlerde, bitkiler akışı önemli ölçüde yavaşlatır ve akarsu kesitini daraltır. Bu durumda n_4 katsayısı 0,025 – 0,050 aralığında değerlendirilir.
- Çok yüksek bitki örtüsü yoğunluğu söz konusu olduğunda ise, akarsu yatağı neredeyse tamamen bitkiyle kaplı olabilir. Bu durumda suyun akışı ciddi şekilde engellenir ve n_4 katsayısı 0,050 – 0,100 gibi yüksek değerlere ulaşır.

Tablo 4.5’de yer alan kanal kıvrım değerleri nehir uzunluğunun/nehir kuş uçuşu uzunluğuna oranlanarak elde edilmektedir. Ardından hesaplanan değer hangi aralıkta ise karşılığındaki m değeri seçilir (Demir ve Ülke Keskin, 2019).

Tablo 4.5. DSİ modifiye Cowan yöntemi kanal kıvrım durumuna göre “ m ” değerleri (Demir ve Ülke Keskin, 2019).

Kanal kıvrımı	Önemsiz	1-1,2 m	m	1,000
	Kayda Değer	1,2-1,5		1,150
	Şiddetli	>1,5		1,300

4.7. Taşkın Kanalının Boyutlandırılması

Taşkın kanalı boyutlandırması yapılırken öncelikle başlangıç ve bitiş kotları ile kanal uzunluğu kullanılarak doğal eğim hesaplanır ve uygun bir proje eğimi belirlenir. Taşınması gereken maksimum debinin biliniyor olması gerekmektedir. Kanal kaplama durumuna, kaplama malzemesine, bitki örtüsüne, engellere ve kanalın şekline göre Manning pürüzlülük katsayısı seçilir ve kanal kesiti (genellikle trapezoidal) için taban genişliği, yan eğim ve yükseklik gibi geometrik boyutlar belirlenir. Bu kesite göre ıslak alan Eşitlik (4.15)’e göre belirlenir.

$$A = \frac{(b+a)}{2} \cdot h \quad (4.15)$$

Burada; A: Islak alan,

a: Taban genişliği

b: Üst genişlik

h: Yüksekliktir.

Daha sonra ıslak çevre ve hidrolik yarıçap hesaplanarak Manning formülüyle akım hızı ve debi bulunur.

$$\zeta = a + 2c \quad (4.16)$$

$$R = \frac{A}{\zeta} \quad (4.17)$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} J^{1/2} \quad (4.18)$$

Hesaplanan debi, proje debisinden büyükse kesit yeterli kabul edilir. Ardından, taşkın anında güvenliği sağlamak için hava payı eklenerek kanalın toplam yüksekliği belirlenir. Kanalın taşmaması için üzerine güvenlik payı (h_{hava} payı) eklenmelidir.

$$H_{hava} = 0,60 + 0,03731 * V * h^{1/3} \quad (4.19)$$

Kanal yüksekliği;

$$H_{kanal} = h + H_{hava} \quad (4.20)$$

Hava payı hesabı Q_{100} -e göre yapılmaktadır. Kanalın toplam yüksekliği bu değeri karşılıyorsa kesit yeterlidir sonucuna varılır.

τ Açık kanal akımlarında suyun kanal tabanına ve yan yüzeylerine uyguladığı kesme gerilmesini ifade etmektedir. Bu, suyun akışı sırasında kanal yüzeyine yaptığı sürükleyici kuvvettir.

τ : Sürüklenme gücü katsayısı (kg/m^2)

$$\tau = 1000 * J * R < 15 \text{ kg/cm}^2 \text{ ise uygundur} \quad (4.21)$$

değilse britli önlem alınması gerekmektedir.

5. BULGULAR VE TARTIŞMA

Tunceli ili Hozat ilçesi Merkez içindeki derelerin taşkından korunmasına yönelik olarak yapılan bu çalışmada arazi etütleri yapılarak durum değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda ilçe içerisinde geçen derelerin ilçe içindeki yaşam alanlarına zarar vermemesi veya söz konusu zararların minimumunda tutulabilmesi için proje alanı ve dere havzası incelenmiştir. Şekil 5.1’de Çalışma alanı ve Dere 1 görülmektedir. Arazi çalışmasında her mevsim akışı olan 3 dere tespit edilmiş olup, bunlardan en fazla veri tespit edilebilen Dere 1 için çalışmalar yapılmıştır.

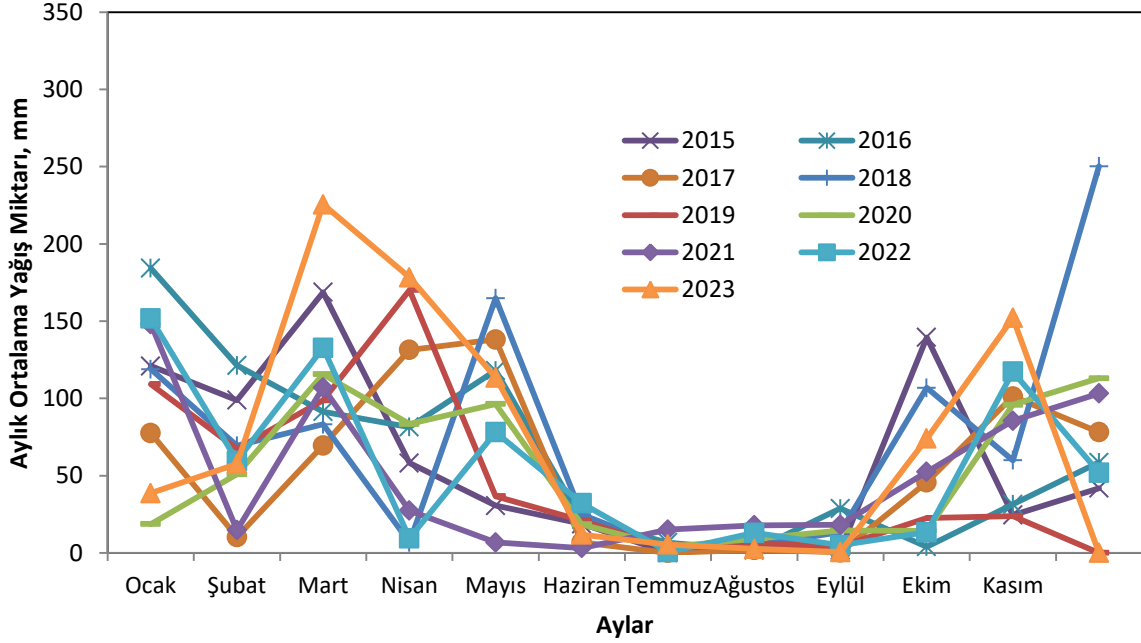
Taşkın sahasında Tunceli ili Hozat ilçesi Merkez içindeki derenin kenarında bulunan evler, köy yolu ve tarım arazileri bulunmaktadır. Tunceli ili Hozat ilçesi Merkez içindeki derelerin ilkbahar aylarında yağışların artması sonucunda akışa geçen debileri de artmaktadır. Köy içindeki dereye yakın noktalarda imar izinlerinin verilmiş olması nedeniyle sadece tarım arazilerinde veya köy yolunda değil aynı zamanda taşkın yerleşim yerindeki binalara da zararı söz konusudur. Havzanın eğimi % 0-3 arasındadır. Taşkın mahallindeki topraklar orta derinlikte olup, bir kısmı arsa ve ev niteliğindedir.



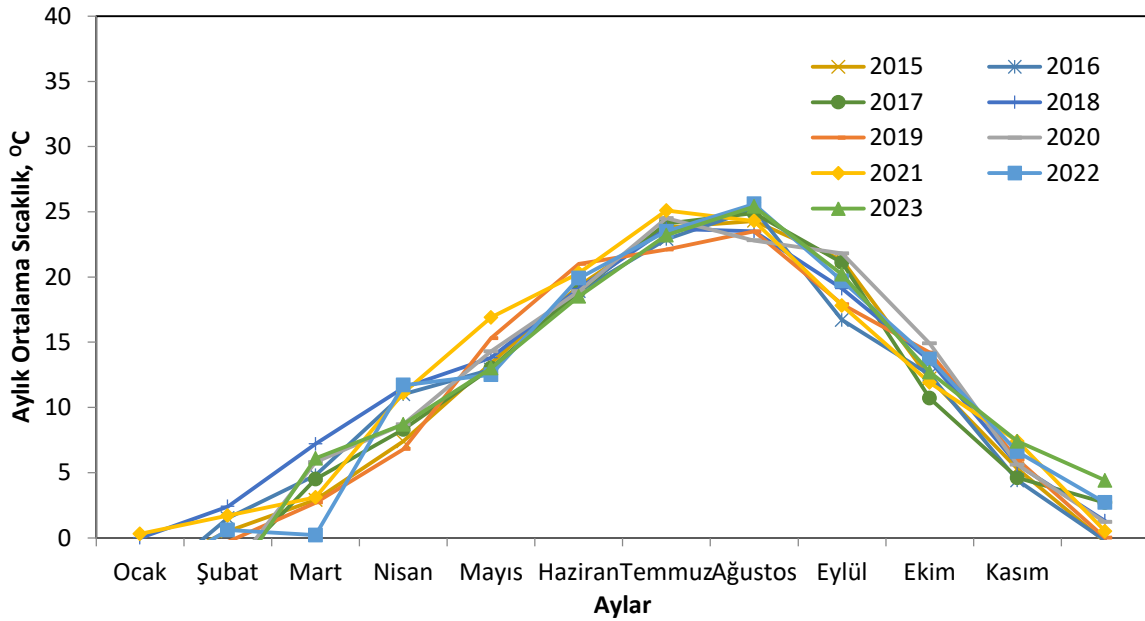
Şekil 5.1. Tunceli ili Hozat ilçesi Dere 1’in uydu görüntüsü

5.1. Meteorolojik Veriler

2015-2023 yılları arasındaki 18354 nolu Hozat Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonundan alınan yağış verileri Şekil 5.2’de, sıcaklık verileri ise Şekil 5.3’de görülmektedir.



Şekil 5.2. Tunceli ili Hozat ilçesi yağış miktarları



Şekil 5.3. Tunceli ili Hozat ilçesi sıcaklık değerleri

5.2. Dere 1 için Hidrolik Hesaplar

Tekerrür debilerinin hesabı: Bu kapsamda, Hozat derelerine ait parametreler DSİ tarafından hazırlanan hidrolojik ön inceleme raporundan alınmıştır. Havza alanının 5000 km²'den az bir alan kaplaması, söz konusu havzada limnigraflı akım gözlem istasyonunun ve yeterli yağış istasyonunun olması durumunda gözlemlerle birim hidrografi bulmak mümkündür. Ancak havza içerisinde akım gözlem istasyonu olmaması durumunda birim hidrograf sentetik yöntemlerle (DSİ sentetik, Mockus ve Snyder vb.) bulunabilmektedir (Demir ve Ülke Keskin, 2022b).

Havzayla ilgili taşkın debisi miktarları hesap edilirken kullanılacak yöntemin belirlenmesi sırasında yağış miktarları, akış ölçümleri, havzanın karakteristik özellikleri çok iyi tespit edilmelidir. Havza alanının büyüklüğü ve drenaj alanının eğimi kullanılacak yöntemin seçininde en önemli parametrelerdir (Sönmez ve ark., 2012).

Sönmez ve ark. Mudurnu Çayı için DSİ sentetik yöntemini ve Mockus yöntemini kullanarak taşkın akımlarını hesaplamış ve Mockus yönteminin havzaya ait parametreleri daha fazla kullandığından dolayı, bu yöntemin taşkın akımlarının belirlenmesinde daha uygun olduğunu belirtmişlerdir (Sönmez ve ark., 2017).

Rustam Oghly ve Güngör tarafından yapılan bir çalışmada, akış hacmi tahmini için Mockus yöntemi tercih edilmiştir. Bu yöntem, özellikle havza parametrelerinin detaylı bir şekilde kullanılabilmesine olanak tanıdığı için, taşkın hidrografının belirlenmesinde güvenilir sonuçlar sunmaktadır. Mockus yöntemiyle hesaplanan pik debi değerlerinin, ekstrem hidrometeorolojik koşullar altında oluşabilecek taşkın senaryolarını daha gerçekçi yansıtmaması, bu yöntemin önemli bir avantajı olarak değerlendirilmektedir. Yöntemin, özellikle kısa süreli, yoğun yağışların akışa geçişini modellemedeki başarısı, taşkın riski analizleri açısından daha güvenli bir yaklaşım sağlamaktadır (Rustam Oghly ve Güngör, 2025).

Aydın ve Ulunun yapmış oldukları bir çalışmada da Mockus yönteminin güvenilir yöntem olduğu belirtilmektedir (Aydın ve Ulu, 2023).

Tüm bu nedenlerle çalışmada Mockus yöntemi tercih edilmiştir. İnceleme alanındaki Dere 1'e ait harmonik meyil tablosu Tablo 5.1'de görülmektedir. Drenaj alanının 0-10 km² arasında olması durumu için genellikle Mockus Yöntemi önerilmektedir (Demir ve Ülke Keskin, 2022b).

Tablo 5.1. Dere 1 harmonik meyil tablosu

No	Kot	H Kot farkı	L/10 Ara mesafe	$S_i=H/L$	$\sqrt{S_i}$	$1/\sqrt{S_i}$
0	1470	-	-	-	-	-
1	1482	12,3	567,5	0,022	0,147	6,793
2	1514	32,0	567,5	0,056	0,237	4,213
3	1550	35,7	567,5	0,063	0,251	3,985
4	1599	48,9	567,5	0,086	0,294	3,407
5	1684	85,2	567,5	0,150	0,387	2,581
6	1786	102,0	567,5	0,180	0,424	2,359
7	1900	113,9	567,5	0,201	0,448	2,232
8	1941	40,9	567,5	0,72	0,269	3,723
9	1996	55,0	567,5	0,97	0,311	3,211
10	2100	104,1	567,5	0,183	0,428	2,335
						$\Sigma \left(\frac{1}{\sqrt{S_i}} \right) = 34,840$

$$A = 9,44 \text{ km}^2, \quad L = 5,86 \text{ km}$$

$$\sqrt{S} = \frac{10}{\Sigma \left(\frac{1}{\sqrt{S_i}} \right)} = \frac{10}{34,840} = 0,287 \Rightarrow S = 0,082$$

$$T_c = 0,00032 * \frac{L^{0,77}}{S^{0,385}} = 0,00032 * \frac{5675^{0,77}}{0,082^{0,385}} = 0,65 \text{ sa}$$

$$YD = 2 * \sqrt{T_c} = 2 * \sqrt{0,65} = 1,61 \text{ sa}$$

$$T_p = \left(\frac{YD}{2} \right) + (0,6 * T_c) = \left(\frac{1,61}{2} \right) + (0,6 * 0,65) = 1,20 \text{ sa}$$

$$Q_p = \frac{(k * A * h_a)}{T_p} = \frac{(0,208 * 9,44 * 1)}{1,20} = 1,64 \text{ m}^3/\text{sn}/\text{mm}$$

Tablo 5.2’de hesaplanan 24 saattlik yağış değerleri görülmektedir.

Tablo 5.2. 24 saatlik yağış değerleri

Yıl	2	5	10	25	50	100
Yağış (mm)	42,96	51,94	57,35	63,68	68,09	72,27

YAD katsayısı 1, PLV katsayısı 0,35 olarak alınmıştır.

Yüzeysel suların zemin üzerinde infiltrasyonu sonucu akışa geçen miktarlarının hesaplanması için akış eğri numaraları kullanılmaktadır. Akış eğri numaraları standart olarak kullanılan abaktan alınmıştır. Tablo 5.3’de yağış ve akış değerleri görülmektedir.

Tablo 5.3. Yağış ve akış değerleri

Tekerrür Süresi (Yıl)	Yağış Şiddeti (mm) (1,13 ile çarpılmış)	Akış Değeri (mm)
2	16,99	2,72
5	20,54	4,46
10	22,68	5,63
25	25,19	7,11
50	26,93	8,19
100	28,58	9,26

Eşitlik (4.8) ve Eşitlik (4.9) yardımıyla hesaplanan muhtelif tekerrürlü debiler için hesaplanan değerler Tablo 5.4’de görülmektedir.

Tablo 5.4. Hozat Dere 1 için Mockus Yöntemine göre muhtelif taşkın debisi değerleri

Taşkın Alanı	Alan (km ²)	Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
		(m ³ /sn)						
Hozat İlçesi Merkez Dere 1	9,44	4,47	7,31	9,23	11,66	13,44	15,19	20,92

Pürüzlülük (Manning) Katsayısı Hesapları: Dere yatağının mevcut durumu değerlendirilerek Pürüzlülük katsayısının belirlenebilmesi için yorumlanmış olup Tablo 4.2’deki değerler ile eşleştirilmiştir. Dere tabanı beton kaplı olması planlanmaktadır. Yataktaki malzeme cinsi beton kaplı olduğundan aralıktaki değer olan $n_b = 0,017$

alınmıştır. Kanal şev durumu beton duvar olarak planlandığından $n_1 = 0,003$ alınmıştır. Kanal kesit değişimi ara sıra değişken olup, bölgeden bölgeye farklılık gösterdiğinden olduğundan $n_2 = 0,005$ olarak alınmıştır. Kanaldaki engeller (Birikinti, Tümsek, Düşü, Kaya ve Köprü Ayağı) $(\text{Engel/Kesit alanı}) \times 100 < \%5$ olduğundan $n_3 = 0,000$ alınmıştır. Kanal bitki örtüsü olmadığından $n_4 = 0,000$ alınmıştır.

Kanal kıvrımı dere uzunluğu/kuş uçuşu uzunluk = $510/480 = 1,06$

Bu değer 1-1,2 aralığında olduğu için önemsiz sayıldığından $m = 1$ alınmıştır. Alınan değerler Eşitlik (4.14)'de yerine yerleştirilince pürüzlülük n değeri Tablo 5.5'de gösterildiği gibi 0,025 olarak bulunmuştur.

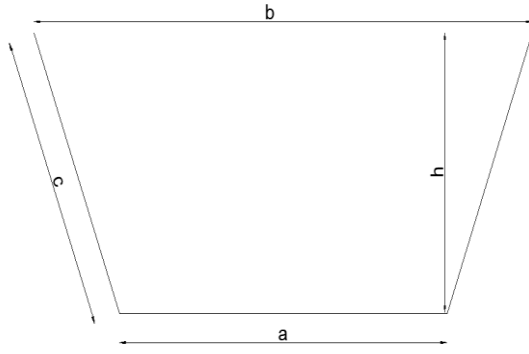
Tablo 5.5. Pürüzlülük (Manning) katsayısı hesapları

Katsayı	Değer
n_b	0,017
n_1	0,003
n_2	0,005
n_3	0,000
n_4	0,000
m	1
$n = m \cdot (n_b + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)$	0,025

Dere 1 için Q_{100} ve Q_{500} taşkın debisine göre yaklaşım hızı tayini yapılabilmesi için proje verileri Tablo 5.6'da, planlanan açık kanal kesiti ise Şekil 5.4'de görülmektedir.

Tablo 5.6. Proje verileri

Drenaj Alanı	9,44 km ²
Taşkın Debisi	Taşkın Debisi $Q_{100} = 15,19 \text{ m}^3/\text{s}$ – $Q_{500} = 20,92 \text{ m}^3/\text{s}$
Kanal Taban Genişliği	3,0 m
Kanal Yüksekliği	1,14-1,88 m
Su Yüksekliği	1,02 m (Q_{100}) – 1,81 m (Q_{500})
Toplam Eksen Boyu	510,00 m
Manning pürüzlülük katsayısı	0,025
Doğal eğim	0,047
Proje eğimi	0,03



Şekil 5.4. Açık kanal kesiti

Tablo 5.7. Hozat Dere 1 için hesaplanan debilere ait kesit hesabı

	j	n	b	h	A	Ç	R	V	Q _{hes}	τ
		-	(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m)	m/sn	(m ³ /sn)	(kg/cm ²)
Q ₁₀₀	0,03	0,025	4,02	1,02	3,58	5,28	0,68	5,24	18,76	20,4
Q ₅₀₀	0,03	0,025	4,02	1,81	6,35	6,76	0,93	6,46	41,02	27,9

Q₁₀₀ debisi için 18,76 m³/sn > 15,19 olduğundan kesit yeterlidir.

$H_{\text{hava payı}} = 0,60 + 0,036 \cdot V \cdot h^{1/3} = 0,60 + 5,24 \cdot 0,036 \cdot 1,02^{1/3} = 0,79$ m olduğundan Eşitlik (4.20)'den kanal yüksekliği 1.81m olarak hesaplanmıştır. Kanal yüksekliği olarak 2 m alındığı için taşkın yüksekliğiyle birlikte de yeterlidir.

Q₅₀₀ debisi için 41,02 m³/sn > 20,92 olduğundan kesit yeterlidir. Ancak Q₅₀₀ debisi için sürüklenme gücü Eşitlik (4.21)'e göre 27,9 > 15 kg/cm² olduğundan sürüklenme gücünü ve doğal eğimi düşürmek için projede 9 adet brit yapılması uygun olacaktır.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Ülkemizde son yıllarda oldukça fazla karşılaşılan ve maddi kayıpların yanı sıra can kayıplarının da sayısının arttığı taşkınlar gözlenmektedir. Taşkın koruma yapılarının projelendirilmesinde en önemli olan unsur taşkın debi hesaplarının doğru yöntemler ile yapılmasıdır. Ekonomik analizlerin yapılabilmesi ve daha sağlıklı risk analizlerinin oluşturulabilmesi için, taşkın neden olabileceği etkilerin tam olarak belirlenmesi ve imar planlarının oluşturulmasında akarsuların taşkın karakteristiklerin bilinmesi önem taşımaktadır.

Metorolojik yağış gözlem istasyonlarından elde edilen veriler yardımı ile Mockus ve DSİ yöntemleri ile hesaplamalar yapılmıştır. Bu amaçla 5, 10, 50, 100, 500 ve 1000 yıllık tekerrürlere göre taşkın debileri hesaplanmıştır. Analizde bölgenin hidrojeolojik yapısı ve arazi kullanım haritalarına bağlı olarak akış eğri numarası (CN) 89 olarak seçilmiştir. 100 yıllık taşkın debisi Dere 1 için $15,19 \text{ m}^3/\text{sn}$ olarak tespit edilmiştir.

Bu tez çalışmasında, Tunceli ili Hozat ilçesi merkezinden geçen akarsuların taşkın potansiyeli hidrolojik ve hidrolik açıdan incelenmiş, elde edilen veriler doğrultusunda mevcut dereler içerisinde özellikleri değerlendirilen Dere 1 olarak tanımlanan Hozat merkez deresi debileri ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir. Arazi gözlemleri, meteorolojik veriler, sayısal haritalar ve DSİ tarafından temin edilen ön inceleme raporları kullanılarak yapılan analizler neticesinde, ilçe merkezinde özellikle yerleşim alanlarına yakın bölgelerde taşkın riski değerlendirilmiştir. Bu risk, hem dere yatağına yakın imar izinlerinden hem de mevsimsel yağışlarda akışın hızlı şekilde artmasından kaynaklanmaktadır.

1958–2023 yılları arasındaki Hozat Meteoroloji İstasyonu verileri kullanılarak yağış ve sıcaklık değişimleri değerlendirilmiş, bu veriler ışığında Mockus yöntemi ile tekerrür debileri hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda Dere 1 için Q_{100} debisi $15,19 \text{ m}^3/\text{s}$, olarak belirlenmiştir. Elde edilen bu debi değerleri, dere yataklarının mevcut kesitleriyle kıyaslanmış ve Manning pürüzlülük katsayısı (n) dikkate alınarak yapılan hidrolik hesaplarda, belirli tekerrür debilerinin mevcut kesitlerle taşınabildiği ancak özellikle yüksek tekerrürlerde (Q_{500}) sürüklenme gücünün artış gösterdiği belirlenmiştir. Bu durumda, Dere 1 üzerinde akış hızını düzenlemek ve taşkın riskini azaltmak amacıyla 9 adet betonarme brit inşa edilmesini önerilmiştir.

Elde edilen bulgular ışığında aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir:

Arazi kullanım planlaması: Dere yataklarına yakın bölgelerin imara açılmaması, mevcut imar izinlerinin yeniden gözden geçirilmesi ve riskli alanlarda yapılaşmanın sınırlandırılması gerekmektedir.

Dere yataklarına dere kesitini azaltacak mevcut ekosisteme zarar verecek hafriyat ve benzeri malzemelerin dökülmesinin önüne geçilmesi gerekmektedir. Nehir, kanal, dere yataklarına yakın ve çukur alçak bölgeler imara açılmamalı ve bu alanlarda yerleşime izin verilmemelidir. İmar planları taşkın tekerrür debileri esas alınarak oluşturulmalıdır. Akışa geçen su miktarının azaltılabilmesi için ağaçlık alanlar artırılarak arazilerinin yüzey alanının artırılabilmesi ve olası heyelanların önlenmesi için teraslama ve ağaçlandırma yapılmalıdır. Akarsularda tortuların tutulabilmesi için bentler, barajlar veya göletler inşa edilmelidir. Ayrıca, suyun derivasyonu için gerekli altyapı çalışmaları yapılmalıdır, küresel iklim değişiklikleriyle beraber kısa sürede çok şiddetli yağışların oluşabileceği göz önünde tutularak ayrık sistem kanalları inşaa edilmelidir. Cadde, yol, köprü, alt geçit ve metro hatları üzerinde suların artmasını önleyecek tedbirler alınmalı, depreme gösterilen hassasiyetin taşkın içinde gösterilerek bu konuda uyarı ve ikaz sistemlerinin oluşturulması gerekmektedir. Böyle bir durumla karşı karşıya kalınması durumunda acil müdahale ekiplerinde gerekli sayıda su tahliye pompaları, vidanjörler ve bot bulundurulmalı, acil müdahale için geniş kapsamlı farklı boyutları göz önünde tutan senaryolar hazırlanmalıdır.

Dere yataklarına hafriyat ve moloz dökülmesinin engellenmesi, mevcut ekosistemin korunması ve ağaçlandırma ile teraslama çalışmalarının artırılması suyun yüzeysel akışını azaltacak ve heyelan risklerini önleyecektir.

Dere ıslahı kapsamında brit, duvar kesitleri, menfez ve köprülerin taşkın debilerini karşılayacak şekilde yeniden tasarlanması, ayrıca bent, gölet ve baraj gibi su tutucu yapıların planlanması önerilmektedir. Özellikle eğimin fazla olduğu yerleşim yerlerinde taşkın su hızının yollara verebileceği zararların ortadan kaldırılabilmesi için uygun malzemelerin kullanılması gerekmektedir.

Farklı disiplinlerdeki uzmanların koordinasyonu ile taşkın riskinin önlenilebileceği unutulmamalıdır. Oluşabilecek risklerin önlenilmesi açısından proaktif yaklaşım için multidisipliner bakış açısı gerekmektedir. Taşkın erken uyarı sistemlerinin kurulması, yerel halkın bilinçlendirilmesi, afet senaryolarının hazırlanması ve acil müdahale ekipmanlarının (su tahliye pompaları, botlar vb.) hazır bulundurulması büyük önem arz etmektedir.

Kısa sürede meydana gelen şiddetli yağışların taşkın riskini artırabileceği göz önünde bulundurulmalı, ayırık sistem yağmur suyu kanalları yaygınlaştırılmalı ve cadde, köprü, metro hattı gibi altyapı unsurları bu yeni iklim koşullarına göre tasarlanmalıdır.

Taşkın yönetiminin yalnızca mühendislik hesaplarıyla değil, jeoloji, şehir planlama, çevre mühendisliği ve afet yönetimi gibi farklı disiplinlerin katkısıyla bütüncül bir şekilde ele alınması gerekmektedir.

Sonuç olarak, Hozat ilçesinde gerçekleştirilen bu çalışma, bölgenin taşkın riskinin boyutlarını ortaya koyarak hem yapısal hem de yapısal olmayan önlemlerle riskin azaltılabilmesi için öneriler sunmaktadır.

Bu tez çalışmasında, Tunceli ili Hozat ilçesinde yer alan Dere 1'in taşkın riski analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nden temin edilen uzun yıllara ait hidrolojik ve hidrometrik veriler kullanılarak, derenin debi değerleri hesaplanmış ve yıllık maksimum akım verileri ışığında taşkın potansiyeli ortaya konmuştur.

Elde edilen bulgular, Dere 1'in çevresel ve topoğrafik koşulları nedeniyle belirli dönemlerde taşkın riski taşıdığını göstermektedir. Özellikle dere yatağına yakın yerleşim alanları, taşkın anında ciddi can ve mal kayıplarına neden olabilecek riskler barındırmaktadır. Bu durum, bölgede taşkın öncesinde alınması gereken yapısal (taşkın bentleri, kanal düzenlemeleri vb.) önlemlerin önemini ortaya koymaktadır.

Bu tez çalışmasında, Tunceli ili Hozat ilçesi sınırları içerisinde yer alan Hozat Merkez Dere 1'in taşkın riski, hidrolik modelleme yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmada kullanılan uzun dönemli akım verileri, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiş ve taşkın oluşturan yağış-akış süreçleri belirlenmiştir.

Bu çalışmada yeterince akım ölçümü olmayan Tunceli ili Hozat ilçesi Merkez Dere 1 için taşkın tekerrür debileri elde edilmiştir. Taşkın tekerrür yayılımı debilerinin belirlenmesinde Mockus yöntemi kullanılmıştır.

Çalışma kapsamında elde edilen veriler, Hozat Deresi havzasında entegre taşkın yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Yapısal önlemler kapsamında, dere ıslahı, taşkın drenaj sistemlerinin iyileştirilmesi, menfez ve köprü kesitlerinin taşkın debilerini karşılayacak şekilde yeniden tasarlanması önerilmektedir. Yapısal olmayan önlemler ise, taşkın erken uyarı sistemlerinin kurulması, yerel halkın eğitilmesi, riskli bölgelerde yapılaşmanın sınırlandırılması ve arazi kullanım planlarının yeniden gözden geçirilmesi şeklinde özetlenebilir.

7. KAYNAKLAR

- AFAD, 2018, Türkiye Deprem Tehlike Haritası
- Afshar, F. A., 1965. Tunceli – Bingöl Bölgesi jeolojisi, *Maden Tetkik Arama Dergisi*, Cilt: 65, ss: 31-41.
- Akkaya, U., 2016. Meriç ve Tunca Nehirlerinin Edirne şehir merkezi kısmında 2 boyutlu taşkın modellemesi. *Doktora Tezi*, Sakarya Üniversitesi, Sakarya, 141s.
- Akkaya, Y., 2019. Melen Çayı havzası'nın coğrafi potansiyeli ve sürdürülebilirlik açısından havza yönetimi, *Doktora Tezi*, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, 482s.
- Akman, M. U., 2021. Taşkın koruma ve kontrol yapılarının değerlendirilmesi. *Türk Hidrolik Dergisi*, 25-31.
- Altun, F., 2018. Afetlerin ekonomik ve sosyal etkileri: Türkiye örneği üzerinden bir değerlendirme, *Sosyal Çalışma Dergisi*, Vol: 2, 1-5.
- Aslami, A. K., 2024. Şehirlerde taşkın yataklarının yapılaşması etkisi altında taşkın risk haritalarının incelenmesi, çalışma alanı: İstanbul Göksu Deresi, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Gelişim Üniversitesi, İstanbul, 61s.
- Aydın, M. C., Ulu, A.E., 2023. Akarsulardaki Taşkın Debilerinin Farklı Yöntemlerle Tahmini Üzerine bir Durum Çalışması, *Turkish Journal of Water Science & Management*, 7 (1), 46 – 70.
- Bahçeci, A., 2014. Ayamama Deresi havzası'nın taşkın analizi modeli, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, 85s.
- Bayazıt, M., 2013. Hidroloji, Biesen Yayınevi, İstanbul, 219s.
- Binici, F., Aksoy, T., 2022. Şehirleşmenin taşkın üzerindeki etkisi, *GSI journals serie C: advancements in information sciences and Technologies*, Volume: 5, Issue: 1, p. 64-76.
- Bodur, A., 2018. Sel ve İstanbul: Sel riskine karşı yapılan dere ıslah çalışmaları ile ilgili bir değerlendirme, *Dirençlilik Dergisi*, 2(1), 57-68s.
- Çavuş, U. Ş., 2015. Mermer parça atıklarının taşkın koruma ve akarsu yatakları ıslah yapılarında kullanımı. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 15, 19-28.
- De Guenni, L. B., Cardoso, M., Ebi, K. L., Valdes, J. B., 2005. Regulation of natural hazards: floods and fires, R. Hassan, R. Scholes, N. Ash (Eds.), *Ecosystems and Human Well-Being: Current State and Trends*, Oxford University Press, Oxford (2005), 441-454.

- Demir, V., Kişi, Ö.,** 2015. Coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla taşkın haritalarının oluşturulması: Samsun Mert Irmağı örneği, *VIII. Ulusal Hidroloji Kongresi, 08-10 Ekim 2015, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa*, 107-120.
- Demir, V., Ülke Keskin, A.,** 2019. Manning pürüzlülük katsayısının Cowan Yöntemi ve uzaktan algılama yardımıyla belirlenmesi, *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 5(2): 167-177
- Demir, V., Ülke Keskin, A.,** 2022a. Taşkınların Ekonomik Zararlarının Değerlendirilmesi (Samsun-Mert Irmağı Havzası), *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 14(2), 663-678.
- Demir, V., Ülke Keskin, A.,** 2022b. Yeterince akım ölçümü olmayan nehirlerde taşkın debisinin hesaplanması ve taşkın modellemesi (Samsun, Mert Irmağı örneği). *Geomatik Dergisi*, 7(2); 149-162.
- Deng, J., Zhang, R., Chen, S., Li, Z., Gao, L., Li, Y.,** 2024. Chunxia Wei Spatiotemporal evolution and influencing factors of flood resilience in Beibu Gulf Urban Agglomeration, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 114 (2024) 104905, 1-20.
- Dikici M. ve Aksel, M.** 2019. Havza büyüklüğüne göre en uygun taşkın debisi hesap yönteminin bulunması - Doğu Akdeniz Havzası Örneği, *ALKÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 120-131
- Dikici, M., Kazezyılmaz-Alhan, C. M.,** 2018. Alibeyköy havzası için farklı hidrolojik modelleme yöntemleri ile taşkın debilerinin belirlenmesi, *DÜMF Mühendislik Dergisi*, 9:2, 919-928s.
- DSİ, 2007.** DSİ genel müdürlüğü faaliyet raporu, Ankara, 351s.
- Efe, H., Önen, F.,** 2015. Batman Çayı'nın taşkın analizinin HEC-RAS programıyla yapılması. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi* 6.2, 83-92.
- El Baida, M., M., Boushaba F., Chourak, M., Hosni, M., Sabar, H., Zahaf, T.,** 2024. Flood risk decomposed: Optimized machine learning hazard mapping and multi-criteria vulnerability analysis in the city of Zaio, *Journal of African Earth Sciences*, Volume 220, December 2024, 105431
- Eren, M., E. Coşar, A., Bostan, T.,** 2015. Silivri Kayalı (Boğluca) Deresi taşkın riskinin irdelenmesi. *VIII. Ulusal Hidroloji Kongresi 08-10 Ekim 2015, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa*, 93-106.
- Erkek, C., Ağırlioğlu, N.,** 1998. Su Kaynakları Mühendisliği. BETA Basım Yayım Dağıtım A.Ş., İstanbul, 360s.

- Esen, F., Avcı, V.,** 2018. Singeç Çayı Havzası'ndaki (Tunceli) heyelanların jeolojik ve jeomorfolojik faktörlere göre analizi, *71st Geological Congress of Turkey 71*, Türkiye Jeoloji Kurultayı, 23-27 Nisan/April 2018
- Franzke, C. L. E.,** 2022. Changing temporal volatility of precipitation extremes due to global warming, *Int. J. Climatol.*, 42 (16).
- Gao, G., Li, J., Feng, P., J Liu, J., Wang, Y.,** 2024. Impacts of climate and land-use change on flood events with different return periods in a mountainous watershed of North China. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 55- 1-15.
- Gevrek, İ., İrvem, A.,** 2021. Antakya'da taşkına neden olan yan derelerde hidrograf analizi ile taşkın tahmini , *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26 (3):533-542.
- Girayhan, T., F.,** 2015. Nicel taşkın risk değerlendirmesinde hasar modellemesi ve metodolojinin geliştirilmesi, *Uzmanlık Tezi*, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara, 174s.
- Görür, A. E., Karadeniz, C.,** 2018. Morfometrik parametrelerin havza hidrolojisi bakımından değerlendirilmesi, *Turkish Journal of Forestry*, 19(4): 447-454.
- Hakan, K.,** 2007. Mekân organizasyonu ve planlama bağlamında sel riskinin irdelenmesi, *TMMOB Afet Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, s.337-347.
- Hırca, T.,** 2018. Akım ölçümü olmayan nehirlerde taşkın yayılım haritalarının oluşturulması ve hasar olasılık eğrilerinin incelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Sakarya Üniversitesi, Sakarya, 112s.
- IPCC,** 2007. Climate Change 2007 Synthesis Report, *Published by the intergovernmental panel on climate change*, Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC,** 2021. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- İRAP,** 2021. İl Afet Risk Azlatma Planı, T.C. Tunceli Valiliği İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, 236s.
- Jaman, T., Bhaskar, S., Swain, S. K., Biswakarma, P., Gogoi, R. B., Nongkynrih, J. M., Sarma, K. K. Aggarwal, S.P.,** 2025. Comprehensive geospatial approaches to delineate near real-time (NRT) flood inundation and damage assessment of Tripura, India, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Volume 124, 1-23.
- Karabulut, M., Sandal, E. K., Gürbüz, M.,** 2007. 20 Kasım-9 Aralık Mersin sel felaketleri: Meteorolojik ve hidrolojik açıdan bir inceleme. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 10 (1): 13-23.

- Karaman, S., Gökalp, Z.,** 2010. Küresel Isınma ve İklim Değişikliğinin Su Kaynakları Üzerine Etkileri, *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3 (1): 59-66.
- Kerim, A., Süme V.,** 2019. Taşkınlar, taşkın koruma ve kontrol yapıları; Rize ilinde örnek çalışmalar, *Türk Hidrolik Dergisi*, 1, Cilt: 3, Sayı: 1, Sayfa: 01-13
- Kılıçer, Ü., Özgüler, H.,** 2002. Türkiye’de Taşkın Durumu, TMH – *Türkiye Mühendislik Haberleri*, 420-422.
- DSİ,** 2007. DSİ genel müdürlüğü faaliyet raporu, Ankara, 351s.
- Kumanlıoğlu, A. A., Ersoy, S., A.,** 2018. Akım gözlemi olmayan havzalarda taşkın akımlarının belirlenmesi: Kızıldere Havzası, *Dokuz Eylül Üniversitesi-Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, Cilt 20, Sayı 60, 890-904
- Liang, Y. , Liao, W., Zhang, Z., Li, H., Wang, H.,** 2024. Using a multiphysics coupling-oriented flood modelling approach to assess urban flooding under various regulation scenarios combined with rainstorms and tidal effects. *Journal of Hydrology*, 645 (2024) 132189, 1-18.
- Macedo, M. B. D., Fava, M. C., Silva, L, B, L, D., Alencar, M. H.,** 2025. Integrating nature-based solutions into urban flood risk and resilience analysis: A bowtie and sendai framework approach, *Environmental Science & Policy*, Volume 172, 1-18.
- Martín-Raya, N., Díaz-Pacheco, J., Antequera, P. D., Lopez-Díez, A.,** 2024. Identifying urban prone areas to flash floods: The case of Santa Cruz de Tenerife. *Progress in Disaster Science*, Volume 24, December 2024, 100372
- Onuşluel, G.,** 2005. Floodplain management based on the HEC-RAS modeling system., *Doktora Tezi*, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 210s.
- Oruç, Y.,** 2023. Determination and comparison of flood Mitigation measures with distinct river basin characteristics, *Yüksek Lisans Tezi*, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 88s.
- Özcan, O., Musaoğlu, N., Şeker, D. Z.,** 2009. Taşkın alanlarının CBS ve uzaktan algılama yardımıyla belirlenmesi ve risk yönetimi; Sakarya Havzası örneği, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 11-15 Mayıs 2009*, Ankara
- Rustam Oghly, A, ve Güngör, M.,** 2025. Denizli ili Serinhisar ilçe merkezinin taşkın yayılımının HEC-RAS yazılımı ve coğrafi bilgi sistemleri ile belirlenmesi, *Pamukkale Univ Müh. Bilim Dergisi*, 1-11.
- Sanchez-García, C.´ Schulte, L.,** 2023. Historical floods in the southeastern Iberian Peninsula since the 16th century: Trends and regional analysis of extreme flood events. *Global and Planetary Change*, Volume 231, 1-19.

- Sönmez, O., Hırca, T., Demir, F.,** 2017. Akım ölçümü olmayan nehirlerde Farklı yağış akış modelleri ile tekerrürlü taşkın debisi hesabı: Mudurnu Çayı örneği, *5th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science 29-30 September 2017 (ISITES2017 Baku - Azerbaijan)*, 1091-1100.
- Sönmez, O., Öztürk, M., Doğan, E.,** 2012. İstanbul derelerinin taşkın debilerinin tahmini, *SAÜ. Fen Bilimleri Dergisi*, 16. Cilt, 2. Sayı, s. 130-135.
- Şen , K., Sezgin, K.,** 2020. Tunceli-Hozat Merkezinde Bulunan Osmanlı Dönemine Ait Tarihi Eserler. NEÜ press, yıl: 18, Sayı: 35, ss: 117-143.
- Taş, E., Y İçağa, Y., , Zorluer, İ.,** 2016. Taşkın Yayılım Haritalarının Oluşturulması ve Taşkın Zarar Analizi: Akarçay Afyon Alt Havzası Örneği. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16 (2016) 035602, 711-721.
- Taşkın Yönetimi,** 2017. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Thaler, T., Kaufmann, M.,** 2024. Implementing catchment-wide flood risk management plans: futures and justice conflicts, *Futures*, Volume 164, 1-10.
- Uçar, İ.,** 2010. Trabzon Değirmendere Havzası'nda coğrafi bilgi sistemleri. *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi, Ankara, 158s.
- UNDRR,** 2023. Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction (GAR 2023). United Nations Office for Disaster Risk Reduction, Geneva.
- URL-1,** 2025. <https://politeknik.org.tr/her-yagis-neden-taskina-donusuyor-neden-onlenemiyor-politeknik/>
- URL-2,** 2025, <https://www.ipcc.ch/sr15/>
- URL-3,** 2025. https://environment.ec.europa.eu/topics/water_en
- URL-4,** 20025. <https://www.worldbank.org/en/topic/disasterriskmanagement>
- URL-5,** 2025.<https://www.harita.gov.tr/urun/tunceli-fiziki-il-haritasi/320>
- URL-6,** 2025. http://cografyaharita.com/haritalarim/4l_tunceli_ili_haritasi.png
- Wu, Y., Zhu, H., Luo, T., Liu, J., Zhang, Y.,** 2023. The analysis on the influence of heavy rain and flood on the design flood of Liqingdian Hydrological Station. *Desalination and Water Treatment*, 314, 368–375 December.
- Zhu, W., Cao, Z., Kawaike, K., Luo, P., Yamanoi, K., Koshiba, T.,** 2024. A novel urban flood risk assessment framework based on refined numerical simulation technology, *Journal of Hydrology*, 645 (2024) 132152, 1-15.

ÖZGEÇMİŞ

