

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ TEKNOLOJİLERİ KULLANILARAK
GELEVERA DERESİ TAŞKIN TEHLİKE ALANLARININ BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Meltem ARAZ YILMAZ

HAZİRAN 2019

TRABZON



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ TEKNOLOJİLERİ KULLANILARAK
GELEVERA DERESİ TAŞKIN TEHLİKE ALANLARININ BELİRLENMESİ

Meltem ARAZ YILMAZ

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"HARİTA YÜKSEK MÜHENDİSİ"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 20 / 05 / 2019

Tezin Savunma Tarihi : 11 / 06 / 2019

Tez Danışmanı : Doç. Dr. H. Ebru ÇOLAK

Trabzon 2019

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Harita Mühendisliği Anabilim Dalında

Meltem ARAZ YILMAZ Tarafından Hazırlanan

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ TEKNOLOJİLERİ KULLANILARAK
GELEVERA DERESİ TAŞKIN TEHLİKE ALANLARININ BELİRLENMESİ

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 28 / 05 / 2019 gün ve 1806 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Bayram UZUN

Üye : Prof. Dr. Faik Ahmet SESLİ

Üye : Doç. Dr. Hüsniye Ebru Çolak

Prof. Dr. Asim KADIOĞLU
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Tez çalışmamda ve yüksek lisans eğitimim boyunca bilgisini ve deneyimlerini paylaşarak bana yol gösterip beni teşvik eden kıymetli hocam Doç. Dr. Hüsniye Ebru ÇOLAK'a; verilerin temin edilmesinde verdikleri destekten dolayı DSİ XXII. Bölge Müdür Yardımcısı Dr. Emre AKÇALI ve çalışma arkadaşlarıma, tez hazırlama süresince her zaman yanımda olan kıymetli arkadaşım Fatma HAMZAÇEBİOĞLU'na, tezimin uygulama çalışmalarında yardımını esirgemeyen Sn. Selçuk MERCAN'a, her türlü maddi ve manevi destekleri ile yanımda olan aileme ve eşime çok teşekkür ederim.

Meltem ARAZ YILMAZ

Trabzon 2019

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Coğrafi Bilgi Sistemleri Teknolojileri Kullanarak Gelevera Deresi Taşkın Tehlike Alanlarının Belirlenmesi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Doç. Dr. Hüsnüye Ebru ÇOLAK’ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri kendim topladığımı, verilerle ilgili haritaları programlarda kendim ürettiğimi, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 11/06/2019

Meltem ARAZ YILMAZ

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
TABLolar DİZİNİ	XI
SİMGELER VE KISALTMALAR	XII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Problemin Tanımı.....	3
1.2. Çalışmanın Amacı	4
1.3. Metodoloji.....	5
2. GENEL BİLGİLER.....	7
2.1. Taşkınlar	7
2.2. Taşkın Oluşumunu Etkileyen Faktörler.....	8
2.3. Sel ve Taşkınların Sağlık Üzerindeki Etkileri.....	10
2.4. Dünyada Büyük Hasar Yapan Sel ve Taşkınlar	11
2.5. Türkiye’de Büyük Hasar Yapan Sel ve Taşkınlar	12
2.6. Türkiye’de Sel ve Taşkınların Zarar ve Kayıpları.....	13
2.7. Taşkın Öncesi Çalışmalar	14
2.8. Türkiye’de Taşkın Alanları Hakkındaki Yasal Düzenlemeler.....	15
2.9. Uluslararası Sözleşmeler ve Protokoller.....	20
2.9.1. 1984 OECD Çevre Komitesi Temel Çevre Yaklaşımı	20
2.9.2. Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli	21
2.9.3. Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi	21

2.9.4. İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü	21
2.9.5. Avrupa Birliği (AB) Taşkın Direktifi (Direktif 2007/60/EC).....	22
2.10. Taşkın Alanı Belirleme Süreçleri.....	22
2.11. Taşkın Duyarlılığının Belirlenmesi İçin Gereken Veriler	22
2.12. Taşkın Risk Analizinde Kullanılan Yöntemler	24
2.13. Taşkın Hidrolojik Modellemesi	25
2.14. Taşkın Hidrolik Modellemesi	26
2.15. Coğrafi Bilgi Teknolojilerinin Doğal Afetlerde Kullanımı	27
3. UYGULAMA	30
3.1. Çalışma Alanı.....	30
3.2. Çalışma Alanının Fiziksel Özellikleri	32
3.2.1. Topografya (Yer Şekilleri ve Genel Arazi Dağılışı)	32
3.2.2. Toprak Özellikleri	33
3.2.3. Sosyo-Ekonomik Durum	34
3.3. Taşkın Modellemesi İçin Konumsal Veri Tabanı Tasarımı.....	34
3.4. Uygulamada Kullanılan Konumsal Veriler	35
3.5. Gelevera Deresi Taşkın Tehlike Alanlarının Belirlenmesi.....	37
3.6. Sayısal Yükseklik Modelinin Oluşturulması	38
3.7. Akarsu Kesitlerinin Tespiti ve Hidrodinamik Dinamik Modelleme	38
3.8. CBS Yazılımı ile Taşkın Tehlike Haritalarının Üretimi.....	41
4. BULGULAR	44
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	52
6. KAYNAKLAR.....	54
ÖZGEÇMİŞ	

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ TEKNOLOJİLERİ KULLANILARAK GELEVERA DERESİ TAŞKIN TEHLİKE ALANLARININ BELİRLENMESİ

Meltem ARAZ YILMAZ

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Hüsniye Ebru ÇOLAK
2019, 57 Sayfa

Akarsu taşkınları ülkemizde sıklıkla görülen doğal afetlerden biridir. Türkiye’de doğal afetler arasında oluşturduğu zarar açısından depremlerden sonra gelen su taşkınları, hem can kayıpları hem de ekonomik kayıplara neden olması açısından önem oluşturmaktadır. Taşkınlar sadece iklim ve topografyaya bağlı olmayıp, insanoğlunun doğaya yaptığı müdahalelerden de etkilenmektedir. Özellikle dere yataklarına yapılan müdahaleler ve havza sınırları içerisinde yapılan çalışmalarda gerekli hassasiyetin gösterilmemesi taşkın risklerini arttırmaktadır. Taşkınların önceden modellenilebilir olması ve etki alanlarının tanımlanması yoluyla can ve mal kaybı en aza indirilerek taşkın olumsuzluklarının önüne geçilmesi planlanmaktadır. Bu kapsamda akarsular için taşkın tehlike modellerinin ve haritalandırma çalışmalarının gerçekleştirilme ihtiyacı bulunmaktadır. Bu çalışmada akarsu taşkınlarının modellenmesi yoluyla olası taşkınların etki alanı içerisinde kalan kısımlarda meydana gelebilecek zararın tahmin edilmesi amaçlanmaktadır. Çalışma alanı olarak Giresun ili Espiye ilçesi Gelevera Deresi seçilmiştir. Bu bölgenin seçilmesinin sebebi istatistiklere göre yağmur yağış oranının fazla olması ve bölgenin çok eğimli olmasıdır. Öncelikle Gelevera Deresi’nde taşkına etki eden faktörler belirlenmiş, bu faktörlere ait konumsal veriler toparlanarak bir coğrafi veri tabanında bütünleştirilmiştir. Bu çalışmada risk alanlarının önceden belirlenebilmesi için Coğrafi Bilgi Sistemleri(CBS) aracılığıyla sayısal yükseklik modeli oluşturulmuş HEC-RAS yazılımıyla da Gelevera Deresinin rejim analizleri ile bölgenin hangi alanlarının taşkın riski altında olduğu tespit edilmiştir. CBS teknolojisi aracılığıyla Gelevera Deresi boyunca olabilecek bir taşkın etki alanının konumsal olarak modellenmesi gerçekleştirilerek, olası bir taşkın durumunda bölgenin nasıl etkileneceği hususunda konumsal analizler ile tahmini zararlar tespit edilmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Taşkın, taşkın modellemesi, ARC- GIS, HEC-RAS

Master Thesis

SUMMARY

DETERMINATION OF FLOOD HAZARD AREAS OF GELEVERA CREEK BY USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM TECHNOLOGIES

Meltem ARAZ YILMAZ

Karadeniz Technical University
Institute of Natural Sciences
Geomatics Engineering Program
Supervisor: Doç. Dr. Hüsniye Ebru ÇOLAK
2019, 57 Pages

River floods are one of the natural disasters frequently seen in our country. Floods constitute a significant importance in Turkey, as they are ranked second among all natural disasters, after the earthquakes, in terms of the damage, casualties and the economic losses. Floods are not only connected to climate and topography, but are also influenced by human interventions to the nature. Especially, the interventions on the creek beds and the lack of the necessary sensitivity in construction works conducted within the basin boundaries increase the risks of floods. Because of the property of floods to be pre-modelled and having their impact areas be defined, it is aimed to prevent the negative impact of floods such as minimizing the loss of life and property. In this context, flood hazard models and mapping studies are needed for rivers. In this study, it is aimed to estimate the damages that may occur in the areas which are remained in the possible effect regions of floods by modeling the river floods. The Gelevera Creek in the province of Giresun, Espiye, was selected as the study region. The reason for choosing this region is that the rainfall rate is statistically very high and the region is very inclined. First of all, the factors causing the floods were determined in Gelevera Stream and the spatial data of these factors were collected and integrated in a geographical database. In this study, to be able to predict the risky regions, first a digital elevation model is developed using Geographical Information Systems (GIS) and by using the HEC-RAS software, the regime analysis of Gelevera Creek and the regions with high risk of flooding are determined. By using GIS technology, the possible effect region of a potential flood that may be along the Gelevera Stream, has been tried to be determined with the estimated damages through spatial modeling and the positional analysis.

Key Words: Flood, flood modeling, GIS, DEM, Gelevera Stream, Gelevera province

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Türkiye'deki akarsu havzaları haritası (DSİ, 2015).....	2
Şekil 2. Çalışmanın Akış Şeması.....	6
Şekil 3. 1940-2010 yılları arasında gözlenen afetler haritası (MGM, 2019)	8
Şekil 4. Yağışın oluşum şekilleri.....	9
Şekil 5. Yağışın oluşum şekilleri.....	10
Şekil 6. Türkiye'de sel oluşum sayılarının uzun yıllara (1940-2010) göre değişimi verilmiştir (Özmen, 2015).	13
Şekil 7. Akarsu Kıyıları ve Yatakları Yanlış Kullanım Örneği	18
Şekil 8. Normal nehir yatağı ve iki yanındaki sel yatakları (Görcelioğlu 2003)	23
Şekil 9. Çalışma Alanı Haritası	30
Şekil 10. Çalışma alanının 1/25000 ölçekli topoğrafik haritası	31
Şekil 11. Coğrafi Veri Tabanı Tasarımı.....	35
Şekil 12. Uygulamadaki Envanterler	35
Şekil 13. DEM'in hücresel boyutu	36
Şekil 14. Taşkın tehlike haritalarının üretilmesi için işlem adımları.....	37
Şekil 15. Çalışma Alanına Ait Sayısal Yükseklik Modeli	38
Şekil 16. Km 1+800'de bulunan kesitin su seviyeleri (Q ₁₀₋₅₀₋₁₀₀₋₅₀₀)	40
Şekil 17. Km 0+280'de bulunan kesitin su seviyeleri (Q ₁₀₋₅₀₋₁₀₀₋₅₀₀)	41
Şekil 18. Taşkın Derinlik Haritası (Q ₁₀)	41
Şekil 19. Taşkın Derinlik Haritası (Q ₅₀)	42
Şekil 20. Taşkın Derinlik Haritası (Q ₁₀₀).....	42
Şekil 21. Taşkın Derinlik Haritası (Q ₅₀₀).....	43
Şekil 22. Ortofoto ile Taşkın Derinlik Haritası (Q ₅₀₀).....	43
Şekil 23. Etkilenen yerleşimlerin konumu (Q ₅₀₀).....	45
Şekil 24. Etkilenen yerleşimlerin konumu (Q ₁₀₀).....	46
Şekil 25. Etkilenen yerleşimlerin konumu (Q ₅₀).....	47

Şekil 26. Etkilenen yerleşimlerin konumu (Q ₁₀).....	47
Şekil 27. Q ₅₀₀ debisine göre tehlike altında kalan yolların konumu.....	48
Şekil 28. Q ₁₀₀ debisine göre tehlike altında kalan yolların konumu.....	49
Şekil 29. Q ₅₀ debisine göre tehlike altında kalan yolların konumu	50
Şekil 30. Q ₁₀ debisine göre tehlike altında kalan yolların konumu	50
Şekil 31. Taşkın durumunda risk altındaki köprüler	51



TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Sel ve taşkınların 1900-2006 yılları arasında kıtalar üzerindeki etkisi (EM-DAT, 2006).....	12
Tablo 2. 2001-2002 yıllarında ülkemizde meydana gelen sel-taşkın hasarları ve can kayıpları (Önsoy,2002)	14
Tablo 3. 1981-2002 yıllarında ülkemizde meydana gelen sel-taşkın hasarları ve can kayıpları (Önsoy,2002)	14
Tablo 4. Taşkınlara İlgili Kanun Hükümünde Kararnameler	16
Tablo 5. Taşkınlarla İlgili Yönetmelikler	17
Tablo 6. Taşkınlara İlgili Genelge ve Tebliğler	17
Tablo 7. Taşkınlarla İlgili Diğer Belgeler	17
Tablo 8. Akarsu akımını etkileyen faktörler (Özcan,2017)	23
Tablo 9. Çalışma Alanı Koordinatları.....	31
Tablo 10. Yıllara göre bölgeye düşen yağış miktarı (mm)	32
Tablo 11. Etkilenen Bina Sayıları.....	45
Tablo 12. Tekerrür Periyotlarına Göre Etkilenen Yol Uzunlukları ve Yüzdeleri	48

SİMGELER VE KISALTMALAR

SYM	: Sayısal Yükseklik Modeli
EM-DAT	: Emergency Events Database
HEC	: Hydrologic Engineering Center
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
UA	: Uzaktan Algılama
NFIP	: Ulusal Taşkın Sigorta Programı
TOKİ	: Toplu Konut İdaresi
DSİ	: Devlet Su İşleri
EG	: Energy Grade Line (Enerji Seviyesi)
DOP	: Düzenleme Ortaklık Payı
TIÖ	: Taşkın Islah Öncesi
TIS	: Taşkın Islah Sonrası

1.GİRİŞ

Bir toplumu veya çevreyi olumsuz etkileyen başta can kaybı olmak üzere ekonomik, sosyal pek çok alanda zarara sebebiyet veren doğal ya da insan faaliyetlerinin sonucunda oluşan olaylara afet denir.

Bir çok ülke sahip olduğu yer şekilleri, iklim koşulları ve coğrafik özellikleri nedeniyle doğa olaylarından kaynaklı doğal afetlerden taşkınlara maruz kalmaktadır. Ülkemizde özellikle doğu bölgelerinde kış aylarında alınan kar yağışları ve bahar aylarında bu karların ani erimeleri ve bahar aylarında artan yağışlarla debi değerleri artmakta akarsular mevcut kanallarından taşmaktadır. Gerekli çalışmalar yapıp gerekli önlemler alınırsa taşkınların etkisini azaltmak mümkün olabilmektedir.

Taşkın olaylarını yalnızca doğa olaylarına bağlamak doğru değildir. Çünkü dere yatakların yapılan müdahaleler, havza da arazilerin plansız kullanılması, çarpık kentleşme ve yetersiz alt yapılar, tarım arazilerinin başka amaçlar doğrultusunda kullanılması taşkın olaylarının artmasına neden olmaktadır.

Ayrıca dere yataklarına malzeme dökülmesi ve bu malzemenin menfezleri tıkanması, yapılan köprü ve menfezlerin yetersiz kesitlere sahip olması, dere yataklarından usulsüzce ve izin alınmadan kum çakıl gibi malzeme alınması, dere yataklarına hafriyat ve çöp dökülmesi, dere yataklarının üzerlerinin kapatılması taşkına neden olan doğa dışı olaylara örnek verilebilir.

Taşkın afetleri büyük oranda can ve mal kaybına neden olmaktadır. Taşkın öncesi alınacak önlemler için ayrılan bütçenin, taşkın sonrası oluşan ekonomik kayıpların giderilmesi için ayrılan bütçeye oranla oldukça düşük olduğu görülecektir.

Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri birlikte ve verimli bir şekilde kullanılırsa taşkın risk analizleri, taşkın sonrası hasar tespitleri ve alınabilecek önlemler hususunda faydalı olacaktır.

Ülkemizde yaşanan taşkınlara bakıldığında en çok Karadeniz ve Doğu Anadolu Bölgesinde olduğu görülmektedir. Doğu Karadeniz Bölgesi'nin vadilerinin dar olması, eğimin fazla olması, yerleşim için yerlerin sınırlı olması nedeniyle daha fazla taşkın olaylarına maruz kalmaktadır. Ülkemizde taşkın öncesi ve sonrasında birçok kurumun görev ve sorumluluğu bulunmaktadır. Tarım ve Orman Bakanlığı altında Orman Genel

Müdürlüğü'nün, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'nün ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nün; taşkınlarla ilgili politikalar belirleme, taşkın öncesi ve sonrasında taşkın planları hazırlanması ve taşkın kontrol tesislerinin yapılmasında görevleri bulunmaktadır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü kuvvetli ve tehlikeli oluşturabilecek yağışlar için önceden haber verebilecek çalışmalar yapmakla görevlidir.

Ülkemizde taşkın yönetimi hususunda il, havza ve ulusal anlamda bir yapılanma söz konusudur. Kurullar belirli aralıklarla toplanarak genel değerlendirme yapar ve mevcut durumları nasıl daha iyi hale getirebilirlik üzerinde tartışır.

Türkiye hidrolojik çalışmalar için 25 havzaya bölünmüş olup Şekil 1'de gösterilmektedir. Bunlardan bir tanesi de Doğu Karadeniz Havzası'dır. Bir dere yatağının taşıyabileceği mevcut su miktarından daha fazlasını taşıyamaması ve havzaların değişen iklim şartlarıyla birlikte daha fazla yağış alması, yağın karların erimesiyle dere yataklarındaki debi değerlerinin artması sonucu dere yataklarının bu debiler için yetersiz kalması nedeniyle, havzadaki arazilere canlı ve cansız tüm çevreye zarar vermesi olayı taşkın olarak tanımlanmaktadır. Yağış rejimin yoğun ve fazla olduğu, arazinin eğimli ve toprağın geçirimsiz olduğu yerlerde taşkın olayları daha sık görülmektedir.



Şekil 1. Türkiye'deki akarsu havzaları haritası (DSİ, 2015)

1.1.Problemin Tanımı

Ülkemizin bazı bölgelerinde yağışların artmasına bağlı olarak günlük hayatı, ekonomik ve ticari faaliyetleri önemli ölçüde etkileyecek düzeyde taşkınlar meydana gelmektedir. Taşkınlar sonucu oluşacak hasarların azaltılması ve ileride oluşabilecek taşkınların önlenmesi bakımından başta DSİ Genel Müdürlüğü yerel birimleri olmak üzere ilgili diğer kurumlar ve kuruluşlar koordinasyon içinde çalışmaktadırlar.

Ülkemizde kış aylarında yağışların artması ile ve özellikle bahar aylarında kar erimeleri sonucu oluşan taşkınlar da meydana gelen can ve mal kayıplarının yanında tarım alanları da büyük zarar görmektedir. Yaşanan taşkınların sebepleri incelendiğinde yalnızca doğa olaylarının değil insan faktörlerinin de etkisi olduğu görülmektedir. Özellikle dere yataklarına yapılan müdahaleler ki bunlar; dere yatağını daraltma, yapılan taşkın korumalar üzerine çöp moloz ve özellikle hafriyat dökülmesi, kesitlerin yetersiz olması, gibi örnekler verilebilir. Ayrıca geçişleri sağlamak için yapılan kanalların, menfezlerin veya büzlerin üzerlerinin kapatılarak buralara konut, okul, otopark gibi yapıların yapılması taşkın anında meydana gelecek zararların artmasında en önemli etkenlerdendir.

Ayrıca kamulaştırma ile ilgili yaşanan sorunlar da taşkın koruma alanları için bir başka engeldir. Taşkın kontrol tesisleri yapılabilmesi için; dere yatağı genişliğini daraltmamak adına vatandaş arazi sınırlarına müdahale edilebilmektedir. Bu durum vatandaşla mülkiyet sorunları yaşanmasına neden olabilmektedir. Özellikle Doğu Karadeniz Bölgesinde arazinin engebeli olması, beraberinde arazinin kullanım alanı olarak yüzölçümünü küçültmektedir. Diğer yandan aile büyüklerinin hayatını kaybetmesiyle toprakların çocuklara bölünmesi küçük olan araziye daha da küçültmektedir. Vatandaş bir yandan arazini korumak istemekte bir yanda da taşkın kontrol tesisi için arazisinin dere yatağına sınır kısmındaki yerlerinden vazgeçmemektedir. Bu durum yapılacak olan taşkın kontrol tesisleri için vatandaşla mülkiyet sorunu yaşamaya neden olabilmektedir.

Şiddetli sağanaklardan ve ani kar erimelerinden sonra hızla yükselen sular akarsu yatağını çevreleyen düz araziye doğru taşma göstermektedir. Akarsuyun taşıdığı sedimentlerin toplandığı bu alana “ taşkın bölgesi ” denir (Erkek ve Ağırlioğlu, 1993).

Meydana gelebilecek taşkınların her ne kadar nerede, ne zaman, ne şekilde meydana geleceği bilinmese de hidrolojik ve meteorolojik çalışmalar ile taşkın tahminleri yapılabilir. Böylece mevcut durum gözden geçirilerek gerekli tedbirler mümkün olabildiğince afet öncesinde alınabilir.

Benzer yapılan araştırmalarda taşkın öteleme hesapları ile akarsuyun belirli bir noktadaki taşkın büyüklükleri bilindiğinde, bu noktadan kilometrelerce uzak mansaptaki bir yerde taşkın büyüklükleri önceden hesaplanarak, oluşabilecek can ve mal kaybını minimuma indirmek mümkün olabilecektir (Burgan, 2013).

Taşkın kontrol çalışmaları yapılarak meydana gelebilecek zararlar azaltılabilir. Taşkın kontrol duvarları, sel kapanları, tersip bendleri, britler, ıslah sekileri, barajlar vb. yapılar örnek verilebilir. Böylece meydana gelebilecek maddi ve manevi kayıplar için de önceden önlem alınmış olacak ve kayıplar tamamen olmasa da aza indirgenebilecektir.

Günümüzde birçok taşkın modelleme programı bulunmaktadır. Elde edilen güncel, güvenilir, yeterli doğrulukta ve ayrıntılı düzeydeki bilgiler bu programlarla disipline edilebilirse taşkın modelleri oluşturulabilir ve alınacak önlemlerle taşkın anında oluşabilecek zararlar en aza indirilebilir. Taşkın modelleme çalışmaları yapılabilmesi için özellikle arazinin yapısı doğru bir şekilde belirlenmeli, debi değerleri güncel olmalıdır. Ayrıca erken uyarısı sistemleri ile taşkın oluşmadan önce haberdar olunabilir. Böylece meydana gelebilecek can kayıpları önemli ölçüde azaltılabilir. Tahmin ve erken uyarı sistemlerinde verilen bilgiler kullanışlı, herkesin anlayabileceği şekilde olmalıdır. Verilmek istenen bilgi doğru zamanda ulaşmalı ve herkes tarafından ciddiye alınmalıdır ki istenen hedefe ulaşabilmek kolayca sağlanabilir

1.2.Çalışmanın Amacı

Coğrafi Bilgi Sistemleri, risk yönetiminde çok etkili bir araçtır. Yaşanması ihtimaller dahilinde olan taşkınlara karşı alınması gereken önlemleri en doğru ve en kısa sürede belirleyebilen CBS teknolojileri, akarsu taşkınlarnın modellenmesinde verilerin hazırlanmasında ve elde edilen sonuçların yorumlanmasında etkin bir şekilde kullanılmaktadır.

Hidrodinamik modeller, taşkının zamana ve konuma bağlı değişimlerinin hesaplanabildiği, akarsular üzerindeki sanat yapıları ile düzenleme yapılarının modellenebildiği yazılımlardır.

Bu tezde, akarsu taşkınlarnın modellenmesi yoluyla olası taşkınlarn etki alanı içerisinde kalan alanlarda meydana gelebilecek zararın tahmin edilmesi amaçlanmaktadır. Çalışma alanı olarak Giresun ili Espiye ilçesi Gelevera Deresi seçilmiştir. Bu bölgenin seçilmesinin sebebi, çalışma alanı ve çevresindeki meteoroloji gözlem istasyonlarında

ölçülen yağış değerlerinin bölgedeki diğer gözlem istasyonlarında ölçülen yağış değerlerinden fazla olmasıdır.

Bu çalışmada, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve hidrodinamik modelleme yazılımlarından faydalanarak Doğu Karadeniz Havzası Giresun ili içerisinde bulunan Gelevera Deresi'nin 1 Boyutlu taşkın yayılım alanlarının belirlenmesi amaçlanmıştır

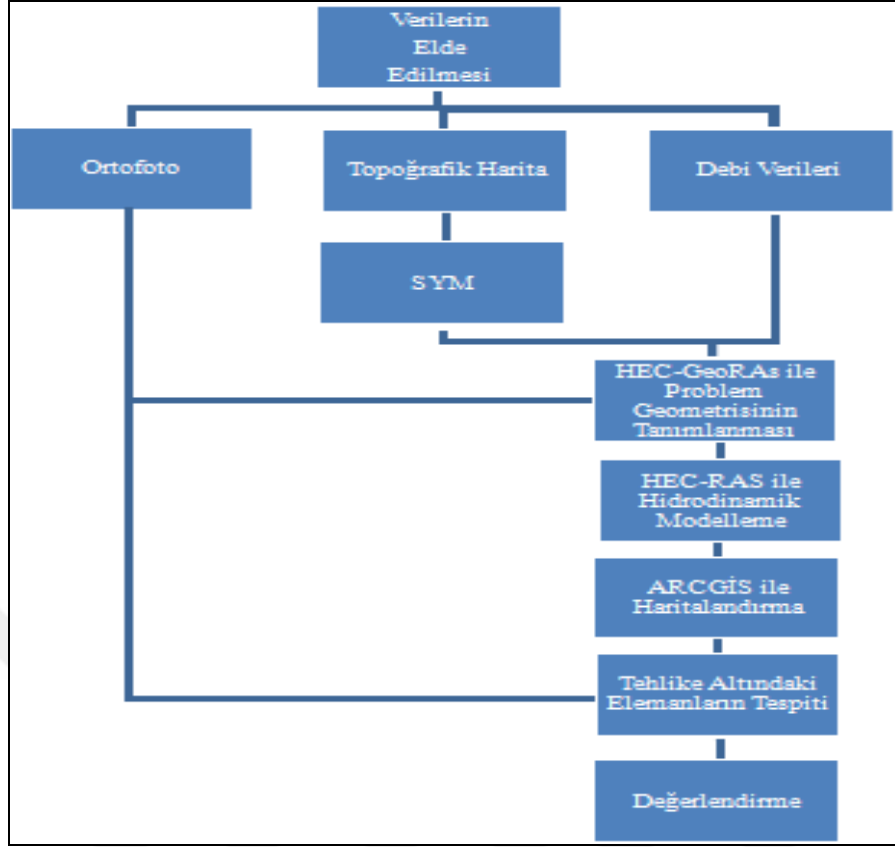
Çalışmada öncelikle Gelevera Deresi'nde taşkına etki eden faktörler belirlenmiş, bu faktörlere ait konumsal veriler toparlanarak bir coğrafi veri tabanında bütünleştirilmiştir. Risk alanlarının önceden belirlenebilmesi için 1 Boyutlu (1B) ve 2 Boyutlu (2B) hidrodinamik analizler gerçekleştirilebilen, uluslararası alanda kabul görmüş, USACE tarafından geliştirilen HEC-RAS yazılımı kullanılmıştır.

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımları kullanılarak hidrodinamik modelleme çalışmalarında gerekli olan altlıklar hazırlanmıştır. CBS teknolojisi aracılığıyla Gelevera Deresi boyunca olabilecek bir taşkın etki alanının konumsal olarak modellenmesi gerçekleştirilerek, olası bir taşkın durumunda bölgenin nasıl etkileneceği hususunda konumsal analizler gerçekleştirilmiş, tahmini zarar tespit edilmeye çalışılmıştır.

1.3. Metodoloji

Bu çalışmada amaç, Doğu Karadeniz Havzası Giresun ilinde yer alan Gelevera Deresi taşkın yayılım alanının uzaktan algılama ve CBS teknikleriyle tespit edilmesini sağlamaktır. Çalışma alanının sayısal yükseklik modeli oluşturulmuş ve araziden alınan en kesitler sayısal yükseklik modeline işlenmiştir. Hidrodinamik modelin girdileri olan geometrik veriler CBS ortamında uzantı şeklinde kullanılan HEC-GeoRAS yazılımı ile üretilmiş, daha sonra üretilen bu veriler HEC-RAS yazılımına hidrodinamik modelleme için aktarılmıştır. Hidrolik modelleme yapıldıktan sonra hazırlanan veriler taşkın yayılım haritasının oluşturulması için tekrar CBS'ye aktarılmış ve sonunda alana ait taşkın yayılım haritası oluşturulmuştur. Çalışmanın genel aşamaları, Şekil 2'de verilmiştir. Bu kapsamda yapılan çalışmalar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Verilerin elde edilmesi
2. CBS ortamında HEC-GeoRAS ile geometrik verilerin hazırlanması
3. HEC-RAS ile hidrodinamik modelleme
4. Sonuçların değerlendirilmesi



Şekil 2. Çalışmanın İş Akış Şeması

İslah öncesi ve islah sonrası elde edilen taşkın modellemesi sonuçlarına göre bölgede su altında kalan alanlar arazi ortofotosu ile örtüştürülerek değerlendirilmiş olup risk altındaki elemanlar belirlenmiş ve bu kapsamda geleceğe yönelik planlamalar için öneriler sunulmuştur.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Taşkınlar

Taşkın; bir dere yatağındaki mevcut su miktarının havzadaki yağışların artmasıyla veya kar erimesiyle birlikte dere yatağında hızla yükselerek yatak kapasitesini aşması nedeniyle çevresine ve yerleşim yerlerine taşması sonucu arazilere, insanlara ve diğer canlılara zarar verecek boyuta gelmesi olayıdır. Uzun süren aşırı ve sağanak yağışlardan sonra özellikle eğimin fazla olduğu ve geçirimsiz topraklarda taşkın olayının gerçekleşme ihtimali yüksektir. Yoğun kar örtüsünün bulunduğu havzalarda sıcaklığın ani artışı karın ani erimesine neden olacağından dere yatağındaki su seviyesinin ani yükselmesine; dolayısıyla taşkınlar sebebiyet vermektedir. Hem sağnak yağış hem de ani kar erimesi bir araya geldiğinde ise en tehlikeli taşkınları oluşturmaktadır.

Taşkınlar yaz taşkınları, kış taşkınları ve ilkbahar taşkınları olarak sınıflandırılabilir. Yaz taşkınlarına yazın yağın şiddetli yağışlar; kış taşkınları kasım mart aylarında meydana gelen iklimin büyük rol oynadığı taşkınlardır. İlkbahar taşkınları ise bahar aylarında meydana gelen kar erimeleri ve bu aylarda meydana gelen yağışlar nedeniyle oluşur.

Geçmiş yıllardaki afet olaylarına bakıldığında yaşanan afetlerden taşkınlar yüzde %33 lük bir değer alırken günümüze kadara bu değer yüzde %14 lere kadar gerilemiştir. Yapılan dere ıslah çalışmaları ki bunlar taşkın kontrol tesisi, yatak düzenleme çalışmaları, yukarı havza ıslahı şeklindedir. Taşkın kontrol çalışmaları kapsamında mansap tedbirleri olarak dere yatağı sevi boyunca yapılan duvarlar, dere yatağı eğimini düzenlemek amacıyla yapılan brit ve taban kuşakları gibi yapılar yer almaktadır. Mamba tedbirleri kapsamında yukarı havzada iri taneli malzemenin tutulması amacıyla yapılan tersip bentleri, daha büyük nitelikteki kaya parçaları ve odunsu materyalin tutulması için yapılan geçirgen tersip bentleri, heyelanlı şevlerin tutulması amacıyla yapılan ıslah sekileri yer almaktadır.

Yukarıda bahsedilen tedbirlerin alınmasıyla yaşanan taşkın olaylarındaki can ve mal kaybı eski yıllara göre azaldığı görülmektedir. Türkiye’de meteorolojik karakterli doğal afetinin gözlenme sayıları Şekil 3’te gösterilmiştir (MGM, 2019).



Şekil 3. 1940-2010 yılları arasında gözlenen afetler haritası (MGM, 2019)

2.2. Taşkın Oluşumunu Etkileyen Faktörler

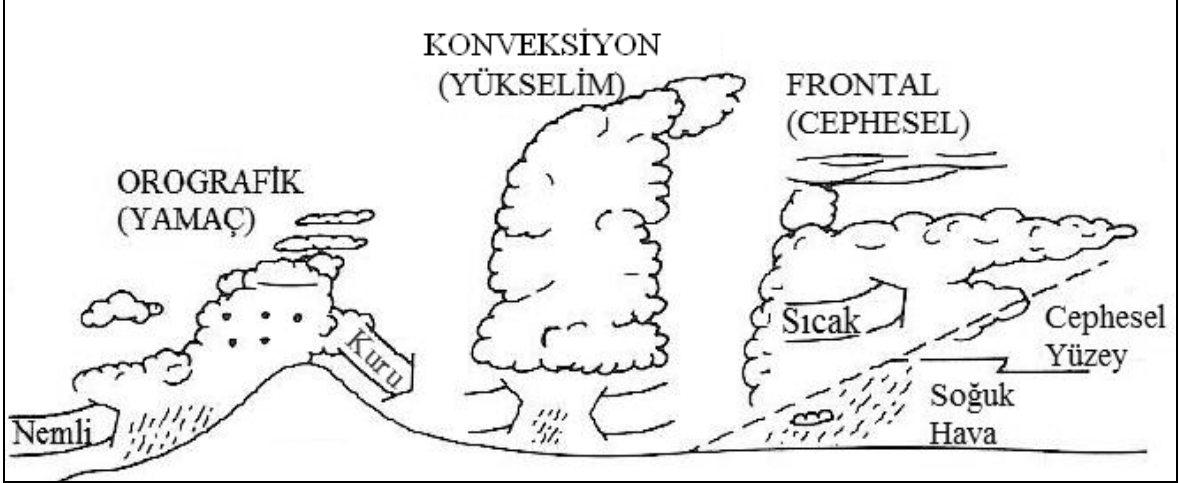
Taşkın oluşumunu etkileyen faktörler doğal faktörler ve insani faktörler şeklinde iki kısımda gruplandırılabilir.

Yağmurların yağması, suların buharlaşması, yağmur sularının ve doğal dere yataklarının oluşturduğu yüzey akışları doğanın döngüsünün bir parçasıdır. Olağan üstü oluşan akışlar taşkınlara sebebiyet verir. Havzanın topografyası, eğimi, havzada görülen iklime bağlı olarak alınan yağış miktarı ve yine iklime bağlı olarak gelişen bitki örtüsü nem doygunluğu havzada oluşan taşkınların doğal nedenlerindedir.

İnfiltrasyon yağmur ve yüzey sularının toprağın üst kısmından alt kısmına göre inmesidir. Yapılan araştırmalarda doğal zeminlerdeki infiltrasyon kapasitesinin zemini bozulmuş alanlara göre daha yüksek olduğu görülmektedir. İnfiltrasyon oranı ne kadar yüksek ise yağışların toprağa sızma oranı ve toprağın su tutma kapasitesi de o kadar yüksek olur.

Doğal faktörlerden en etkili olanı iklim faktörüdür. Bu faktörlerin içeriğinde yağışlar, sıcaklıklar ve daha az etkili olan buharlaşma, rüzgar, nem ve basınç miktarları sayılabilir. Taşkına sebep olabilecek şiddetli yağışlar Şekil 4’de gösterildiği gibi cephesel,

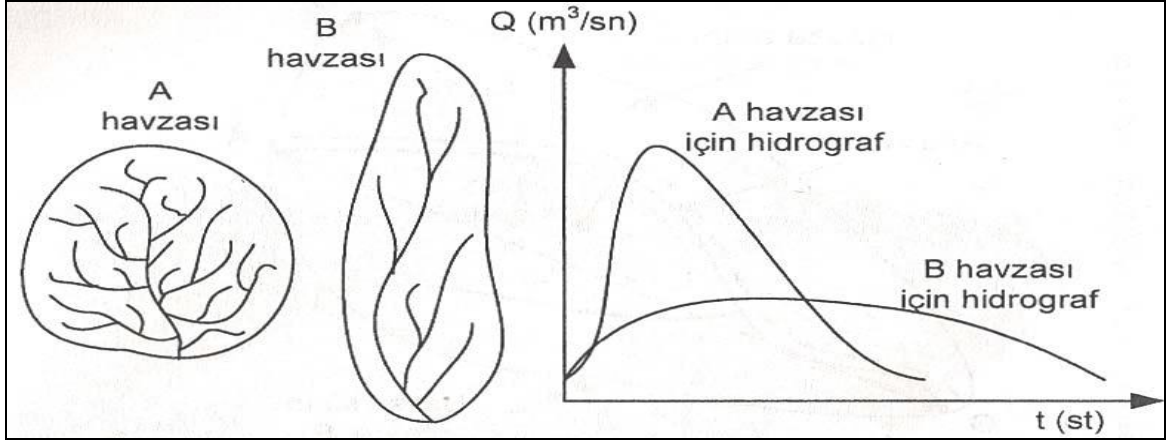
orografik ve konvektif yağışlardır. Cephesel yağışlar farklı hava kütlelerinin karşılaşım alanlarında, orografik yağışlar nemli hava kütesinin dağın yamaçlarına çarpıp yükselmesi ve soğuması ile konvektif yağışlar ise ısınan havanın yükselerek soğuması sonucu oluşan yağışlardır.



Şekil 4. Yağışın oluşım şekilleri

Drenaj alanları incelendiğinde taşkınım toplanma süresinin en uzun olduğu havza şeklinin Şekil 5'te olduğu görölmekte olup; bu tanıma uyan havzanım B havzası olduğu tespit edilmiştir. Havza uzun olduğu için taşkın havzanım çıkışına daha geç ulaşacak ve zamana yayılacaktır. Havza kısa ve dairesel özellikte ise en yüksek değere ulaşma süresi daha kısa olacaktır.

Taşkın oluşumunu etkileyen diğer faktör insani faktörlerdir. İnsanların topraklarını plansız ve yanlış kullanması, ormanları yok ederek çarpık kentleşmelere neden olması, yeşil alanları yok etmesi, dere yataklarına müdahalelerde bulunması, dere yataklarına yapılan kontrolsüz yerleşmeler ve dereleri kirletmeleri taşkın olaylarına sebebiyet vermektedir. Bütün bu olumsuzluklar yüzey akışlarının artmasına ve akan suyun tutulamamasına, ayrıca buharlaşma miktarının azalmasına neden olmaktadır.



Şekil 5. Yağışın oluşum şekilleri

2.3. Sel ve Taşkınların Sağlık Üzerindeki Etkileri

Sel ve taşkın olayları insanların üzerinde psikolojik, sosyolojik etkinin yanında ekonomik anlamda da olumsuz etkisi görülmektedir. Taşkınlarda suların kirlenmesi beraberinde birçok hastalığı da ortaya çıkarmaktadır. İçme sularının temiz olmaması, yiyeceklerin suların altında kalması ve yetersizliği sağlık problemlerine neden olmaktadır. Aynı zamanda mal ve can kayıpları da insanları psikolojik açıdan olumsuz etkiler.

Taşkınlar toplumda ölüm, hastalık, yaralanma vb. gibi çeşitli sıkıntılara yol açmaktadır. Sel ve taşkınların etkilerinin belirlenebilmesi için olay esnasında ve sonrasında veriler toplanmalı ki oluşan zararların taşkın öncesi ve sonrasında gerekli önlemleri alınabilsin. Ülkenin tümünü kapsayacak erken uyarı sistemleri ve gözlem noktaları kurulursa taşkınların neden olabileceği zararlar azalacaktır. Bir kaç çalışmadan örnek verecek olursak; Di Salvo ve diğ. (2018) güncel bir çalışmalarında coğrafi bilgi sistemlerini yağmur kaynaklı taşkın riskinin haritalanmasında kullanmışlardır. Roma kentsel bölgesine ait uygulamalarında insan taşkının insan sağlığına olan etkilerini de içerecek şekilde tasarlayıp sundukları değerlendirme modeli yüksek risk alanların belirlenmesinde ve acil durum yönetimi ve planlanmasında kullanılmıştır.

Yine güncel bir çalışmada Luu ve diğ. (2019) Vietnam için oluşturdukları taşkın riski analiz ve değerlendirme modelinde çoklu lineer regresyon modeli ile entegre çok amaçlı karar verme modeli, TOPSİS' te, taşkının toplumsal sağlığa etkisini diğer sosyo-ekonomik faktörlerle birlikte ele almışlardır.

Daha detaylı olarak, taşkın sonrası toplumsal sağlık konusunda risk oluşturacak faktörlerin simülasyonu ve analizi üzerinde de literatürde çalışmalar mevcuttur. Taylor ve diğ. (2013) çalışmalarında Londra için bu risklerin geo-spatial risk haritalamasını değişik taşkın faaliyetleri ve senaryoları için haritalamışlardır. Ayrıca Tapsell ve Tunstall (2008) bu tip çalışmalarını referans göstererek mikrobiyal risklerin ötesinde taşkınların toplumların ruh ve zihinsel sağlığı üzerine etkileri konusuna da dikkat çekmişlerdir.

2.4. Dünyada Büyük Hasar Yapan Sel ve Taşkınlar

Dünyada en sık meydana gelen doğal afetlerden birisi taşkındır. Dünya geneline bakıldığında meydana gelen doğal afetlerin % 90'ını meteorolojik afetler oluşturmaktadır. Dünya'da afetlere bağlı ölümlerin yarısından fazlasının taşkılardan kaynaklandığı tespit edilmiştir. Ayrıca bütün "doğal afetlere" bağlı ekonomik kayıpların % 40'ı taşkılardan kaynaklanmaktadır. Taşkınlar, Avrupa'da en sık görülen doğal afet türüdür.

Yoğun ve şiddetli yağış alan bölgelerde ve şehirlerde, çeşitli büyüklükte sel ve taşkınlar meydana gelmektedir.

1969-1981 yılları arasında Amerika'da, 32 sel ve taşkın meydana geldiği ve can kaybının 1185 olduğu tespit edilmiş, 1993 yılında Mississippi ve Missouri nehirlerinin taşması 1993 yılında 60 bin kişiyi etkilediği tespit edilmiştir. (Korkaç, Korkaç 2006).

Polonya'da 1993 yılında 55 kişinin hayatını kaybettiği taşkında 224.500 kişinin de etkilendiği kaydedilmiştir. (EM-DAT 2005, Korkaç, Korkaç 2006).

Geçmiş yıllara bakıldığında 2005 yılında Amerika'da Katrina kasırgası, 2008 yılında Amerika'da Iowa Eyaletinde, 2011 yılında Filipinler'de Washi tayfunu yaşanmış ve binlerce kişi hayatını kaybetmiştir. Yine bu taşkılarda binlerce evin yıkıldığı, on binlerce ev ve iş yerinin de hasar gördüğü tespit edilmiştir.

Amerika'nın Iowa Eyaletinde 500 yıllık taşkın debisinden daha fazla debi değerinin oluşması ile 2008 yılında konut ve iş yerlerinin hasar görmesine ayrıca can kayıplarına da neden olan taşkın meydana gelmiştir. Yaşanan bu felaket ile eyaletin % 84'ü afet bölgesi olarak ilan edilmiştir. Iowa Eyaleti'ndeki taşkına neden olan debi değerinin 500 yıllık tekerrür debisinden daha büyük olduğu tespi edilmiştir. (Sönmez ve diğerleri, 2013)

2013 yılında Almanya, Hindistan, Çin ve Rusyada; 2014 yılında Bosna-Hersek, Sırbistan ve Hırvatistan da büyük can ve mal kayıplarına neden olan taşkın olayları görülmüştür.

2014 yılı Mayıs ayında özellikle Batı Balkanları etkileyen ve Bosna-Hersek, Sırbistan ve Hırvatistanı da içerisinde alan sel ve taşkınlar meydana gelmiştir. Bu taşkınlarda da diğer taşkınlar gibi can, mal ve ekonomik kayıplara sebep olmuştur (AFAD).

Sel ve taşkınların 1900-2006 yılları arasında kıtalar üzerindeki etkisi Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Sel ve taşkınların 1900-2006 yılları arasında kıtalar üzerindeki etkisi (EM-DAT, 2006)

Kıtalar	Olay sayısı	Can kaybı	Yaralı Sayısı	Evsiz	Etkilenen	Toplam Etkilenen	Zarar Dolar(000)
Afrika	489	19.071	22.517	4.572.072	34.741.931	39.336.520	3.783.469
Amerika	724	100.48	41.519	3.330.718	49.287.009	52.659.246	61.249.814
Asya	1.155	674.153	1.198.793	99.189.858	2.663.517.677	2.763.906.328	200.253.874
Avrupa	397	9.733	21.873	492.281	12.640.207	13.154.361	78.634.348
Okyanusya	92	361	91	95.4	459.561	555.052	2.302.911

S.Y. Korkanç. M.Korkanç. 2006

2.5. Türkiye’de Büyük Hasar Yapan Sel ve Taşkınlar

Ülkemiz yer şekilleri, yağış rejimi, bitki örtüsü, bakımından sel ve taşkınlar maruz konumdadır. Taşkın olayları en çok Karadeniz, Akdeniz ve Batı Anadolu kısmında görülmektedir. Havalarda ısınması ile kar erimeleri ve bahar aylarında sıklıkla görülen yağışlar taşkınların artmasına neden olmaktadır.

Yakın tarihlerdeki taşkınlar bakıldığında; 2000-2009 yıllarında Doğu Karadeniz Havzasında meydana gelen taşkınlarda yaklaşık 81 kişi hayatını kaybetmiştir. 2006 yılında Batman şehir merkezinde taşkın yaşanmış ve toprağın suya fazlasıyla doymasıyla can kaybına neden olan taşkınlar yaşanmıştır. 2007 yılında Elazığ ili şehir merkezinde yağmur ve dolu yağışı kısa sürede etkili olmuş ve şehir içi derelerinin taşmasına neden olmuştur. 2010 yılında Denizli’de bir saat süren sağanak yağış sonrasında var olan kanallardan taşmıştır. Yine 2010 yılında Konyada Çarşamba Çayı taşarak birçok köprü, ev ve işyeri zarar görmüştür. 2012 yılında Samsun-Canik ilçesinde, 2013 yılında Hatay- Dörtyol ilçesinde can kaybının da olduğu taşkınlar yaşanmıştır. 2014 tarihinde Gökçeada da, 2015

yılında İzmir'in Çeşme ilçesi ve Edirne'de, 2016-2017-2018 yıllarında özellikle Doğu Karadeniz Bölgesinde Rize, Trabzon ve Giresun illerinde can kaybına sebebiyet vermeyen taşkınlar meydana gelmiştir. Türkiye'de sel oluşum sayılarının uzun yıllara (1940-2010) göre değişimi Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Türkiye'de sel oluşum sayılarının yıllara (1940-2010) göre değişimi verilmiştir. (Özmen, 2015).

2.6. Türkiye'de Sel ve Taşkınların Zarar ve Kayıpları

Eski Afet İşleri Genel Müdürlüğü'nün (AİGM.) verilerine göre, Türkiye'de 1955-2003 yılları arasında sel ve taşkın afeti nedeniyle 1000'den fazla can kaybının yaşandığı, birçok arazinin sular altında kaldığı ve yüklü miktarda maddi zararın olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca 100 köy, 7606 çiftçi, 119.767 hektar tarımsal alan zarar görmüş ve büyük ölçüde erozyonla oluşan toprak kayıpları meydana gelmiştir (Demirbaş 2002) .

EM-DAT 2013 verilerine göre ülkemizde, 1900-2013 yılları arasında taşkın sayısı 39, can kaybı 1342, etkilenen insan sayısı 1.778.520 ve ekonomik zarar 2.195.500 US dolardır (Gülbahar 2013) .

DSİ kaynaklarına göre ülkemizde, 1975-2011 yılları arasında 820 adet taşkın olayı meydana gelmiştir. Bu taşkınlarda 660 can kaybı olmuş, 7.997.58 hektar tarım arazisi taşkına maruz kalmış ve taşkınlar, ülke ekonomisine yılda yaklaşık 150 milyon TL zarar

vermiştir (Gülbahar 2013). 2001-2002 yılları ile 1981-2002 yılları arasında ülkemizde meydana gelen sel-taşkın hasarları ve can kayıpları (Tablo 2) verilmiştir.

Tablo 2. 2001-2002 yıllarında ülkemizde meydana gelen sel-taşkın hasarları ve can kayıpları (Önsoy,2002)

Tarih	İl ve Çevresi	İşyeri- Konut Hasar Sayısı	Can Kaybı
02.12.2001	İçel	6122	1
11.10.2001	Rize	190	8
12.11.2001	Artvin	245	-
16-17.12.2001	İzmir	1309	-
24-25.12.2001	Tekirdağ	191-(365 konut ve eşya hasarlı	-
20-24-29-11.2001	Antalya	20	-
20.06.2002	Ordu	22	-

Tablo 3. 1981-2002 yıllarında ülkemizde meydana gelen sel-taşkın hasarları ve can kayıpları (Önsoy,2002)

Tarih	İl ve Çevresi	Can Kaybı
1981	Rize-Pazar	27
1990	Trabzon	56
1992	Rize-İkizdere	8
1998	Trabzon-Başköy	47
2002	Rize-Taşlıdere-Çayeli	32

2.7. Taşkın Öncesi Çalışmalar

Türkiye'nin ekonomik, jeolojik, sosyal, topoğrafik özelliklerinin çeşitlilik göstermesi taşkınların görülme olasılığını artmaktadır. Bu sebeple havzaların bütüncül olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmalar yapılırken başta can ve mal güvenliği olmak üzere ekonomik, çevresel, tarımsal faaliyetler dikkate alınarak planlama ve projelendirme yapılmaktadır.

Taşkın olaylarında akarsuların memba kısımlarında aşınma, mansap kısımlarında ise birikmeler olmaktadır. Memba kısımda oluşan erozyon ve heyelan sonucu dere yatağına taşınan odunsu materyal ve rusubi malzemenin mansaba taşınımının en aza indirgenmesi için klasik tersip bentleri, geçirgen tersip bentleri; yamaç ıslahını sağlamak ve heyelana topuk oluşturmak amacıyla ıslah sekileri; taşkın geciktirici depolamalı su yapısı olarak sel kapanları gibi inşai yapılarla tedbirler alınmaktadır. Ayrıca geniş tabanlı doğal dere yataklarında hareketli malzemeyi durdurmak için enine yapılar olan taban kuşakları ve britler yapılmaktadır.

Taşkınlar istatistiki ve analitik yöntemlerle önceden tahmin edebilmektedir. İstatistiki tahminde rastgele değişkenler ele alınırken; analitik yöntemlerde havzanın büyüklüğü ve iklim koşullarına bağlı olarak aldığı yağış miktarı hesaplanarak tahminler yapılmaktadır.

Taşkın haritalarının çıkarılması: arazilerin kullanım şekli, topografyası, iklimlere bağlı olarak değişen yağış rejimleri taşkınların etki alanlarını belirleyen faktörlerdendir. Taşkınların etkilerini tamamen ortadan kaldırmasa da etki oranını azaltmak yapılan çalışmalarla mevcuttur. Taşkın tehlike haritaları taşkınlardan etkilenecek nüfusu, arazileri, mal ve can kayıpları hakkında bilgi edinilmesini sağlamaktadır.

Taşkın Yapılarının Tasarımı: Baraj, gölet, taşkın kontrol duvarları vb gibi taşkınlardan korunmak, mevcut su kütlelerini korumak ve kontrol altında tutabilmek için yapılan yapılar Q2, Q5, Q10, Q25, Q50, Q100 ve Q500 debi değerlerine göre hesaplanmaktadır.

2.8. Türkiye’de Taşkın Alanları Hakkındaki Yasal Düzenlemeler

Ülkemizde taşkın alanlarının tespit edilmesi konusunda tüm kavramlar hukuksal düzenlemeler boyutunda ele alınarak genel durumu ortaya konmaktadır. Bu konuda Anayasamızın 56. Maddesi’nde; “Herkes, sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir. Çevreyi geliştirmek, çevre sağlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek Devletin ve vatandaşların ödevidir.” ibaresi yer almaktadır (Özcan, 2016).

Bazılarının taşkın alanlarında yetkili kurum olmalarından, bazılarının ise taşkın kavramının meteorolojik açıdan kaynaklanan doğal afet olmasından dolayı birçok kanun içinde taşkın olayı yer almaktadır. Taşkınlarla ilgili kanunlar, yönetmelikler, genelge ve tebliğler ile taşkın ile ilgili diğer belgeler aşağıda Tablo 4,5,6,7’de verilmektedir.

Tablo 4. Taşkınlara İlgili Kanun Hükmünde Kararnameler

29 adet Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnameler
Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun (6306)
Orman ve Su İşleri Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname (645)
Çevre ve Şehircilik Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname (644)
Karayolları Genel Müdürlüğünün Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun (6001)
Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun (5902)
Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu (5403)
Belediye Kanunu (5393)
Kabahatler Kanunu (5326)
İl Özel İdaresi Kanunu (5302)
Türk Ceza Kanunu (5237)
Büyükşehir Belediyesi Kanunu (5216)
Tabii Afet Nedeniyle Meydana Gelen Hasar ve Tahribata İlişkin Hizmetlerin Yürütülmesine Dair Kanun (4123)
Kıyı Kanunu (3621)
Kadastro Kanunu (3402)
Meteoroloji Genel Müdürlüğü Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun (3254)
Orman Genel Müdürlüğü Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararnamenin Değiştirilerek Kabulü Hakkında Kanun (3234)
İmar Kanunu (3194)
Taşınmaz Mal Zilyedliğine Yapılan Tecavüzlerin Önlenmesi Hakkında Kanun (3091)
Toplu Konut Kanunu (2985)
Çevre Kanunu (2872)
İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun (2560)
Tabii Afetlerden Zarar Gören Çiftçilere Yapılacak Yardımlar Hakkında Kanun (2090)
Gecekondu Kanunu (775)
Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanun (7269)
Orman Kanunu (6831)
Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğünün Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun (6200)
İl İdaresi Kanunu (5442)
Taşkın Sulara ve Su Baskınlarına Karşı Korunma Kanunu (4373)
Umumi Hıfzıssıhha Kanunu (1593)

Tablo 5. Taşkınlarla İlgili Yönetmelikler

9 adet Yönetmenlik
Taşkın Yönetim Planlarının Hazırlanması, Uygulanması ve İzlenmesi Hakkında Yönetmelik (29710)
Afet ve Acil Durum Müdahale Hizmetleri Yönetmeliği (28855)
Su Havzalarının Korunması ve Yönetim Planlarının Hazırlanması Hakkında Yönetmelik (28444)
Kum Çakıl ve Benzeri Maddelerin Alınması, İşletilmesi ve Kontrolü Yönetmeliği (26724)
Karayolu Yolboyu Mühendislik Yapıları İçin Afet Yönetmeliği (26369)
Kıyı Kanununun Uygulanmasına Dair Yönetmelik (20594)
Planlı Alanlar Tip İmar Yönetmeliği (18916)
Taşınmaz Mal Zilyetliğine Yapılan Tecavüzlerin Önlenmesi Hakkında Kanunun Uygulama Şekli ve Esaslarına Dair Yönetmelik (18828)
Afetlerin Genel Hayata Etkililiğine İlişkin Temel Kurallar Hakkında Yönetmelik (13007)

Tablo 6. Taşkınlara İlgili Genelge ve Tebliğler

4 adet Genelge ve Tebliğ
Havza Yönetim Heyetlerinin Teşekkülü, Görevleri, Çalışma Usul ve Esasları Hakkında Tebliğ (29361)
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 (1919)
Akarsu ve Dere Yataklarının İslahı ile ilgili Başbakanlık Genelgesi (27499)
Dere Yatakları ve Taşkınlar ile ilgili Başbakanlık Genelgesi (26284)

Tablo 7. Taşkınlarla İlgili Diğer Belgeler

Taşkın ile ilgili Diğer Belgeler
Orman ve Su İşleri Bakanlığı Ulusal Havza Yönetimi Strateji Belgesi (2014-2023)
Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018)
Ulusal Afet Müdahale Planı
Bütünleşik Kentsel Gelişme Stratejisi ve Eylem Planı (2010-2023)
Taşkın Risklerinin Değerlendirilmesi ve Yönetilmesi Hakkında Direktif

Taşkın Yönetim Planlarının Hazırlanması, Uygulanması ve İzlenmesi Hakkında Yönetmeliğin amacı; taşkınların insan sağlığı, toprak, çevre, tabiat varlığı, doğal sit alanları, özel çevre koruma bölgeleri, kültürel miras, sosyal ve ekonomik faaliyetler üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılmasını sağlamak üzere havza ölçeğinde taşkın risklerinin değerlendirilmesi ve taşkın yönetim planlarının hazırlanması, uygulanması ve izlenmesine ilişkin usul ve esasları düzenlemektir. Taşkın Yönetim Planları kapsamında; havzanın genel özellikleri ile ilgili bilgiler edinilmeli, taşkın riski ön değerlendirmesi, taşkın tehlike ve risk haritalarının hazırlanması, taşkın öncesi taşkın esnası ve taşkın sonrası için çalışmalar yapılmalıdır (Özcan, 2016).

3621 sayılı Kıyı Kanununun düzenlendiği alanlar taşkın oluşturabileceği tehlikeler bakımından önem teşkil etmesine rağmen, Kıyı Kanununun Uygulanmasına Dair Yönetmelikte taşkın riskine karşı açık düzenleme yer almamaktadır (Özcan, 2016).

Dere Yatakları ve Taşkınlar hakkındaki 8/9/2006 tarihli 2006/27 sayılı ve Akarsu ve Dere Yataklarının Islahı hakkındaki 20/2/2010 tarihli 2010/5 sayılı Başbakanlık Genelgelerinde de taşkın alanlarındaki yapılara ilişkin ve dere yataklarına müdahalelerle ilgili bir kısım düzenlemeler olmakla birlikte, konu hem daha kapsamlı hem de bütüncül bir yaklaşım gerektirmektedir. Bu konu ile ilgili kanunların olması daha caydırıcı olacaktır (Özcan, 2016).



Şekil 7. Akarsu Kıyıları ve Yatakları Yanlış Kullanım Örneği

Akarsu ve Dere Yataklarının Islahı hakkındaki 20/02/2010 tarihli 2010/5 sayılı genelgede “5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu gereği Büyükşehir Belediyesinin görev, yetki ve sorumluluğunda yürütülmesi gereken akarsu ve dere ıslahı işleri ile ilgili olarak, bunların planlama safhasında DSİ’nin uygun görüşü alınacaktır (Özcan 2016).

5393 sayılı Belediye kanuna göre Belediyeler imar planlarını hazırlamakta, toplu konutlar yapıp satmakta ve doğal afetlere karşı afet durum planları hazırlamaktadır. Ayrıca hafriyat toprağı ve moloz döküm alanlarını belirlemekte, yol ve yol yapısı çalışmaları yürütmektedir (Özcan., 2016). Bu tür çalışmalar yapılırken de DSİ’den uygun görüş istenmesi gerekmektedir. Aksi takdirde dereye yapılan kontrolsüz müdahaleler ile sağnak yağışlarla dereye malzeme akımı gerçekleşmekte; bu da taşkın riskini arttırmaktadır.

Taşkın yaşanan yerlerde ciddi anlamda çevre kirliliğı yaşanmaktadır. Bu çevre kirlilikleri 2872 sayılı Çevre Kanunu ile doğrudan ilgilidir ve çevrenin korunması, iyileştirilmesi ve kirliliğın önlenmesi gibi hususlar uyarınca bu gibi durumlarda bu kanunun hükümleri uygulanmalıdır. Ancak 2872 sayılı Çevre Kanununda afetlerin neden olduğu çevre kirlilikleri için yeterli atıflar bulunmamaktadır (Özcan, 2016).

16/05/2012 tarihli ve 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun afet riski altındaki alanlar ile bu alanlar dışındaki riskli yapıların bulunduğu arsa ve arazilerde, fen ve sanat norm ve standartlarına uygun, sağlıklı ve güvenli yaşama çevrelerini teşkil etmek üzere iyileştirme, tasfiye ve yenilemelere dair usul ve esasları belirlemektedir. Bu kanun Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, TOKİ ve İdareye (Büyükşehir Belediyeleri, Belediyeler, İl Özel İdareleri) bu hususlarda yetkiler vermektedir. Söz konusu kurumlar yetkilerini kullanırken olası taşkın riskini düşünmeli ve bu bağlamda taşkın tehlike ve risk haritaları ile taşkın yönetim planlarını dikkate alması gereklidir (Özcan, 2016).

AFAD tarafından hazırlanan Türkiye Afet Müdahale Planının (TAMP) 2.3.3 üncü maddesinde “Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetim Merkezi deprem, sel, fırtına, toprak kayması, çığ, toplu nüfus hareketleri, yangınlar ve kazalar, kimyasal, biyolojik, radyolojik ve nükleer madde kazaları veya olayları, tehlikeli ve salgın hastalıklar gibi büyük ölçekli, doğal, teknolojik ve insan kaynaklı afet ve acil durumlar ile Başbakan tarafından acil durum veya afet olarak değerlendirilen diğer olay ve durumlarda ulusal düzeyde etkin müdahale ve koordinasyonu sağlamak üzere AFAD Başkanının başkanlığında, Afet ve Acil Durum Yönetim Merkezleri Yönetmeliğinde yer alan bakanlık,

kurum ve kuruluşların müsteşar yardımcıları düzeyindeki temsilcilerinden oluşur.” hükmü yer almıştır (Özcan, 2016).

6200 sayılı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğünün Kuruluş ve Görevleri ile ilgili kanunda “Gerçek ve tüzel kişiler tarafından inşa edilecek su ile ilgili köprü, menfez gibi yapılarda hidrolik yönden DSİ’nin uygun görüşü alınır” hükmü ile 2006/27 sayılı Dere Yatakları ve Taşkınlar hakkındaki Başbakanlık Genelgesinde Karayolları Genel Müdürlüğünün Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğünden görüş alması hususu belirtilmiştir (Özcan, 2016) .

İmar kanunu gereği imar planı hazırlama çalışmalarında DSİ Genel Müdürlüğünden uygun görüş alınması gerekliliği 2006/27 sayılı Dere Yatakları ve Taşkınlar konulu Başbakanlık Genelgesiyle belirtilmektedir (Özcan, 2016) .

3402 sayılı Kadastro Kanununun “Kamu malları” başlıklı 16 ncı maddesinin c bendinde “Kamunun ortak kullanılmasına veya bir kamu hizmetinin görülmesine ayrılan yerlerle Devletin hüküm ve tasarrufu altında bulunan sahipsiz yerlerden: ... C) Devletin hüküm ve tasarrufu altında bulunan kayalar, tepeler, dağlar (bunlardan çıkan kaynaklar) gibi, tarıma elverişli olmayan sahipsiz yerler ile deniz, göl, nehir gibi genel sular tescil ve sınırlandırmaya tabi değildir, istisnalar saklıdır.” hükmü yer almıştır (Özcan, 2016) .

2006/27 sayılı Dere Yatakları ve Taşkınlar hakkındaki genelgede “Kadastro çalışmaları sırasında, dere yataklarında tabii akışa imkân verecek ve kendiliğinden oluşmuş dere yatağı kesiti tescil dışı bırakılarak, derenin tabii akışına tahsis edilecektir. Dere yatak genişliğinin tespitinde DSİ’nin bilgisi ve görüşü doğrultusunda uygulama gerçekleştirilecektir. Kadastro çalışması tamamlanmış olan sahalarda münferit tescil müracaatları halinde de aynı usul ve esaslar uygulanacaktır.” ifadesi geçmektedir (Özcan, 2016) .

2.9. Uluslararası Sözleşmeler Ve Protokoller

2.9.1. 1984 OECD Çevre Komitesi Temel Çevre Yaklaşımı

1984 OECD Çevre Komitesi Temel Çevre Yaklaşımında, sonradan iyileştirici ve düzeltici uygulamalar yerine, tehlikeyi önceden tahmin eden ve önlemeyi hedefleyen uygulamaların ve çevre politikalarının etkin kılınması amaçlamıştır. Avrupa Birliği ülkeleri, olumsuzlukları önceden tahmin eden politikalar ile çalışmalar yapmaktadır.

2.9.2. Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli

Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (İntergovernmental Panel on Climate Change. IPCC): Birleşmiş Milletlerin iki örgütü, Dünya Meteoroloji Örgütü ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı tarafından 1988 yılında, insan faaliyetlerinin neden olduğu iklim değişikliğinin neden olduğu tehlikeleri irdelemek ve çözüm üretmek amacıyla kurulmuştur (Özmen, 2009).

2.9.3. Birleşmiş Milletler Çölleşme İle Mücadele Sözleşmesi

Türkiye, 31 Ağustos 1998 tarihinden itibaren Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesine resmen taraf olmuştur. Ulusal Eylem Programının hazırlanmasına ilişkin çalışmalar devam etmekte olup; uygulama ülkemizi de kapsamaktadır.

2.9.4. İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü

İklim değişikliği; insan faaliyetleriyle doğadaki sera gazı birikiminin artmasıyla yeryüzündeki sıcaklığın artması ve iklimlerde meydana gelen değişiklikler olarak tanımlanabilir (Özmen, 2009).

İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (İDÇS) 1992 tarihinde Rio De Janeiro'da yapılan Dünya Zirvesinde kabul edilmiş olup, 1994 yılında yürürlüğe girmiştir. Türkiye bu sözleşmeye 24 Mayıs 2004 tarihinde ve 26 Ağustos 2009 tarihinde resmen taraf olmuştur (Özmen, 2009). Bu sözleşmeyle taraf olan ülkeler geliştirmekte olan ülkeler için mali yardımlar yapmayı kabul etmektedirler (Özmen, 2009).

İklim değişikliği ülkemizde sıcaklıkları arttıracak, su kaynakların azalmasına neden olacak, ormanların kapladığı alanlarda azalma meydana gelecek ve buna bağlı olarak kuraklık ve çölleşme oranı artacaktır. Ülkenin su kaynaklarının azalmasıyla su sıkıntısı yaşanacak olup; beraberinde gıda, sağlık ve ekonomik sıkıntılar baş gösterecektir.

Türkiye CO2 emisyonlarının azaltılmasına duyarsız kalmayarak özellikle ısınmada kömürden doğalgaza geçerek CO2 emisyonlarının artışında yavaşlamaya katkı sağlamıştır. Ayrıca, 1997 Kyoto Protokolü, İklim Değişikliği hakkında ve 1998 Aarhus Sözleşmesi, Çevresel Bilgiye Erişim hakkındaki konuların dışında çevre konusundaki önemli tüm sözleşme ve protokolleri imzalamış ve bu sözleşmelerin TBMM de onaylamasını

sağlamıştır. Bu kapsamda, on sekiz civarında uluslararası sözleşmeyi onaylamıştır (Sandal, 2007).

Kyoto Protokolü ile enerji verimliliğinin artırılması ve yenilenebilir enerjilerin geliştirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Ayrıca ormanların korunarak yeşil alanların artırılması gerektiği üzerinde durulmaktadır. Sera etkisi yaratan gazların salınımının azaltılması, metan emisyonlarının geri kazanılmasını önermektedir (Kadioğlu, 2007).

2.9.5. Avrupa Birliği (AB) Taşkın Direktifi (Direktif 2007/60/EC)

Kuruluş amacı taşkın risklerinin değerlendirilmesi ve yönetimi olan Taşkın Direktifi Avrupa Parlamentosu ve Bakanlar Konseyi tarafından 2007 tarihinde kabul edilmiş ve yürürlüğe konulmuştur.

Taşkın Direktifinin amacı: taşkın risklerinin değerlendirilmesi, yönetim odaklı bir yapının oluşturulması, taşkınların insan, çevre, kültürel miras ve ekonomik faaliyetler üzerinde yarattığı olumsuzlukların azaltılmasıdır.

Taşkın Direktifinin yürürlüğe girmesiyle ülkemizde Orman ve Su İşleri Bakanlığı bünyesindeki Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından uyum çalışmalarına başlanmıştır.

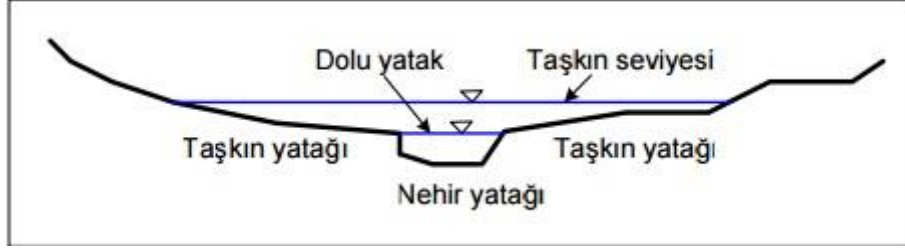
2.10. Taşkın Alanı Belirleme Süreçleri

Taşkınlar ne zaman nerede olacağı belli olmayan doğal afetlerdir. Taşkın risk alanlarını belirlerken özellikle can ve mal güvenliğini tehdit edebilecek yerler olan yerleşim yerleri dikkate alınmaktadır. Yerleşim yerlerinin risk altında olduğuna; daha önceden yaşanmış taşkınlar, arazinin yapısına göre riskli görülen alanlar, resmi kurumlarca raporlanmış taşkınlarla ait belgelere bakılarak karar verilebilir. Taşkına maruz kalabilecek alanları belirlemek için önceden taşkın haritaları üretilebilmektedir. Taşkın haritaları taşkınların nerelere kadar yayılabileceği ve derinlikleri hakkında bilgi verir. Böylece yaşanabilecek can ve mal kayıpları, insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri minimum seviyeye indirilebilecektir.

2.11. Taşkın Duyarlılığının Belirlenmesi İçin Gereken Veriler

Taşkın olaylarında havzanın aldığı yağış miktarı, toprağın su tutma kapasitesi, arazinin eğimi, yüksekliği etkili olmaktadır. Yağış miktarı ne kadar çok ve ne kadar uzun

sürelili olursa taşkın ihtimali de o kadar yüksek olur. Havzanın büyük olması debi miktarını da yükselteceği için; büyük havzalardaki taşkınlar küçük havzalardaki taşkınlara göre daha şiddetli ve daha uzun süreli olmasına neden olmaktadır.



Şekil 8. Normal nehir yatağı ve iki yanındaki sel yatakları (Görcelioğlu 2003)

Yükseklik ve eğim verileri havzada biriken yağış miktarını önemli ölçüde etkilemektedir. Taşkın duyarlılığının belirlenmesinde sayısal yükseklik modeli önemli bir yer tutmaktadır. Bunların yanında insanoğlundaki etkisi göz ardı edilemez. İnsanların arazileri kullanım şekli, akarsu yatağına yaptığı müdahaleler, doğal bitki örtüsünün zamanla değişerek yüzeysel akış üzerinde etkili olması arazilerin taşkına duyarlılığını etkileyen diğer faktörlerdir.

Tablo 8. Akarsu akımını etkileyen faktörler (Özcan,2017)

İklim Değişken ve Faktörleri	Fizyografik Değişken ve Faktörleri	Toprak Tipi ve Faktörleri
Yağış	Havza özellikleri	Arazinin kullanımı
Yağış Tipi	Havza büyüklüğü	Toprak tipi
Yağış süresi	Yükseklik	Toprak tekstürü
Yağış dağılışı	Eğim	Toprak derinliği
Yağışın hareket yönü	Bakı	
Yağış öncesi toprak nemi	Drenaj Yoğunluğu	
Toprak yüzeyinden buharlaşma	Akarsu yatağı özellikleri	
Bitki yüzeylerinden buharlaşma	Yatak genişliği ve derinliği	
Bitki yüzeylerinden terleme	Enkesit formu ve alanı	
	Yatak eğimi ve eğim kırıklıkları	
	Kıvrımlık	

Elde edilen verilerin doğruluk ve güvenilirliği taşkın duyarlılığının en iyi şekilde belirlenmesi ve taşkın tehlike çalışmalarında altlık olarak kullanılması açısından büyük önem taşımaktadır.

2.12. Taşkın Risk Analizinde Kullanılan Yöntemler

Çok Kriterli Karar Verme (Multi-Criteria Decision Analysis - MCDA) Yöntemi, sonlu sayıda seçeneğin seçilme, sıralanma, sınıflandırma, önceliklendirme veya elenme amacıyla genellikle ağırlıklandırılmış, birbirleri ile çelişen ve aynı ölçü birimini kullanmayan hatta bazıları nitel değerler alan çok sayıda ölçüt kullanılarak değerlendirilmesi işlemidir (Yoon ve Hwang 1995).

Çok kriterli karar verme yönteminde tek bir kriteri dikkate alarak en uygun alternatifleri seçmek amaçlanmaktadır. Ancak günümüz şartlarında tek ölçüte göre karar vermek çok doğru sonuçlar vermeyecektir. Çünkü yaşanan taşkınların tek bir sebebi değil çok sayıda nedeni var olmaktadır.

TOPSIS gibi diğer çok amaçlı karar verme teknikleri hem taşkın risk yönetiminde hem de daha geniş kapsamlı felaket durumlarında karar verme ve karar destek sistemleri oluşturma hususlarında literatürde sıklıkla kullanılmışlardır (de Brito ve Evers, 2016). TOPSIS yönetimine ek olarak, bu amaçla sıklıkla kullanılan diğer çok amaçlı karar verme (CAKV) teknikleri analitik hiyerarşi prosesi (AHP) yöntemi ile bir genişletilmiş versiyonu olan analitik network prosesi (ANP) yöntemleridir (Levy 2005).

Taşkın risk analizlerinde çok amaçlı karar verme yöntemlerine ek olarak hidrolojik modelleme teknikleri de kullanılmıştır. Özcan ve diğerleri (2009) Sakarya alt havzası taşkın riski analizini uzaktan algılama ve CBS yöntemleriyle ortaya koyan bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmalarında yazarlar taşkın suları altında kalma riski bulunan alanların belirlenmesi ve çevreye muhtemel etkilerinin analizi için Çok Kriterli Karar Verme Analizi (CAKV) (Multi-Criteria Decision Analysis - MCDA) yöntemi ve hidrolik modelleme tekniklerini ayrı ayrı incelemişler ve methodlardan elde edilen sonuçları karşılaştırmışlardır. Son yıllarda bu yöntemlere ek olarak ayrıca hidrolojik modelleme ile bilgi difuzyonu teknikleri de kullanılmaktadır (Özcan ve diğ 2011). Özcan (2017) yakın geçmişteki bir çalışmasında çok amaçlı karar verme, hidrolik modelleme, bilgi difuzyon teorisi ve eğri numarası (SCS-CN) tekniklerini Ayamama deresi örneği kapsamında taşkın tespiti amaçlı olarak kullanmış ve bu yöntemlerin karşılaştırmasını sunmuştur. Bilgi

difuzyonu teknikleri hakkında detaylı bilgiler Huang (1997) ve Huang (2002) çalışmalarında bulunabilir. Taşkınlara ek olarak en son Huang ve Huang (2018) depremlerde oluşabilecek bir çok riskin değerlendirilmesi konusunda bu tekniği kullanmışlardır.

2.13. Taşkın Hidrolojik Modellemesi

Hidrolojik modelleme, büyük nehir havzalarında su kaynakları araştırma ve yönetiminde vazgeçilmez bir bileşen haline gelmiştir. Hidrolojik modeller, havzadaki su kaynaklarının geçmiş ve mevcut durumunu anlamamıza yardımcı olmakta ve yönetim kararlarının ve dayatılan değişikliklerin (iklim değişikliği gibi) etkilerini keşfetmenin bir yolunu sağlamaktadır. Gelişmekte olan ülkelerdeki büyük nehir havzalarında, uluslararası yardımda bulunanlar su kaynaklarının yönetimi ve planlanması için iki açıdan hidrolojik modellemeyi desteklemişlerdir: Ulusal kalkınma ve yoksulluğun hafifletilmesi; adil dağılım ve erişimi teşvik etmek. Bu modellere çok büyük finansmanlar sağlanmıştır.

Büyük nehir havzası ölçeğinde hidrolojik modellemenin amacı öncelikle su kaynakları yönetiminde karar vermeyi desteklemektir. Su kaynakları planlaması için temel bilgi gereksinimleri şu şekilde özetlenebilir;

- Kaynak değerlendirmesi: Kaynak durumu ve eğilimi, kullanılabilirlik, yeterlilik, eşitlik ve arzın sürdürülebilirliği alansal ve zamansal değişimi.
- Güvenlik açığı değerlendirmesi: Sistemin planlanmamış değişimine (iklim değişikliği, demografik değişim gibi) tepki vermesidir.
- Etki değerlendirmesi: Önerilen kalkınma planının çevreye etkileri.
- Taşkın risk değerlendirmesi: Risk tahmini ve erken uyarı.

İlk üç değerlendirme, temsilci hidrolojik koşullar bağlamında yapılır; yani modeller, sistemi karakterize eden değişkenliğin etkilerini tanımlayabilme yeteneğine sahip olmalıdır.

Taşkın risk analizinde önem taşıyan faktörlerden biri akarsulardaki debi değerlerinin analizde girdi olarak kullanılmasıdır. Bir akarsuyun taşkın debisini bulmak hidroloji açısından sorunları çözmektedir. Gerekli olan akarsuların durumlarına göre bazen akarsuyun toplam hacmini, bazen pik debisini ve bazı durumlarda da her iki faktörü dikkate almaktadır.

2.14. Taşkın Hidrolik Modellemesi

Hidrolik modelleme, serbest yüzey sıvı akışının önemli unsurlarını değerlendirmek için kullanılır. Genel olarak, hidrolik modelleme hem sayısal modellemeye (bilgisayarda yapılan simülasyon) veya fiziksel modellemeye (fiziksel akış geometrisinin laboratuvarında modellenecek şekilde ölçeklendirilmesi) işaret edilebilir. Sayısal modeller genellikle iki veya üç boyutlu iken, fiziksel hidrolik modeller daima üç boyutludur. Geometri, bazen sayısal bir modelden manipüle edilmesi ve değiştirilmesi daha kolaydır ve daha geniş alanlar (daha büyük hacimler) genellikle sayısal bir modelden daha uygun maliyetle simüle edilebilir. Bununla birlikte, sabit olmayan girdap dinamiği, pompa veya türbin girişleri gibi bir risk durumunda fiziksel hidrolik modelleme kullanılmalıdır.

Hidrolik modellemede, iki yöntem bir araya getirildiğinde, geniş alanları sayısal bir modelle simüle ederken, çoğu kez maliyet etkinliği gösterir; vorteksleme veya diğer sayısal modellemelerle kolaylıkla yakalanamayan bazı fiziksel olayların bulunduğu yerlerde daha küçük fiziksel bir hidrolik model için sınır koşullarını geliştirmede bu yorumsal sonuçlar tercih edilmektedir.

HEC-RAS, doğal nehirler ve diğer kanallar vasıtasıyla su akışının hidrolik sistemini modelleyen bir bilgisayar programıdır. Versiyon 5.0'a yapılan son güncellemeden önce, program tek boyutlu, yani kesit şeklindeki değişikliklerin, eğilmelerin ve akışın diğer iki ve üç boyutlu yönlerinin hidrolik etkisinin doğrudan modellemesi olmadığı anlamına gelmektedir. Sürüm 5.0'in piyasaya sürülmesi, akışın iki boyutlu modellemesi ile türlü transfer modelleme yetenekleri getirilmiştir. Program, yetkileri altındaki nehirleri, limanları ve diğer kamu çalışmalarını yönetmek için ABD Savunma Bakanlığı Ordu Mühendisleri tarafından geliştirilmiştir ve 1995 yılında halka açılmasından bu yana birçok kişi tarafından geniş bir kabul görmüştür.

Bu çalışma kapsamında sahanın ıslah öncesi ve ıslah sonrası hidrolik modellemesi için ilk olarak CBS ortamında gerekli olan geometrik veriler Hec-GeoRAS yazılımında hazırlanıp HEC-RAS yazılımına aktarılmıştır. HEC-RAS yazılımında ise hidrolik modelleme yapıldıktan sonra elde edilen verilere göre çalışma alanının ıslah öncesi ve ıslah sonrası için taşkın risk haritalaması hazırlanmış ve risk altındaki elemanlar değerlendirilmiştir.

2.15. Coğrafi Bilgi Teknolojilerinin Doğal Afetlerde Kullanımı

Coğrafi bilgi sistemleri doğru veriler kullanılarak doğru çalışmalar yaparak doğal afetlerin önlenmesinde ve oluşabilecek tehlikelerin tespit edilebilmesinde sıklıkla kullanılabilen doğru sonuçlara ulaşılabilmesini sağlayan bir araç olmuştur.

Guettouche ve Derias (2013) Cezayir’de bulunan Djelfa orman yangınlarının verdiği zararın değerlendirilmesi için CBS den faydalanmıştır. Yapılan uygulama zayıf güvenlik yöntemi ilkesine dayanarak, güvenlik açığı indeksi ile her bir parametreye sosyo-ekonomik konularda ağırlık yükleyen bir model olarak tasarlanmış ve sonuç olarak ormanın güvenlik açığının değerlendirilmesinde faydalı olacağı belirtilmiştir.

Erener, 2009 Türkiye’de Bartın bölgesinde CBS ve Uzaktan algılama teknolojilerini kullanarak heyelan risk değerlendirmesi üzerine bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada farklı yöntemlerle heyelan duyarlılık bilgisi elde etmiş ve heyelan risk haritalaması için ise alana ait zamansal heyelan tehlike haritalaması, heyelan duyarlılık ve risk altındaki elemanların belirlenmesi ile ilgili çalışmaları gerçekleştirmiştir. Çalışma sonunda alana ait risk haritası üretilmiş olup bölgedeki afete yönelik çalışmalarda önemli bir altlık niteliği taşımaktadır.

Ayele ve diğ. (2014) uzaktan algılama ve CBS’yi Etiyopya’nın merkezi platosunda heyelandan etkilenebilecek bölgeleri belirleyebilmek için "Ağırlıklı Doğrusal Kombinasyon yöntemi" (WLC) kullanılmıştır. WLC yöntemi; Alan öncesi çalışma (veri hazırlama), saha çalışması (veri doğrulama) ve saha sonrası çalışma (analiz ve yorumlama) olmak üzere üç aşamada uygulanmaktadır. Böylece heyelen tehlike bölgeleri belirlenebilecek ve heyelan riskinin azaltılması ve yönetimi için uygun önlemler geliştirilebilmesi için önemli olduğu ifade edilmiştir.

Yagoub (2015) Birleşik Arap Emirlikleri’nde (BAE) yer alan Fujairah şehri için depremin spatio-temporal ve tehlike haritalaması için uzaktan algılama ve CBS’ni kullanmıştır. Bu çalışmada yedi parametre (jeoloji, toprak, eğim, arazi kullanımı, tarihsel deprem olayları, fay hattı ve yollar) dikkate alınarak CBS’nin ağırlıklı bindirme analizinin yardımıyla tehlike haritası oluşturulmuştur. Bu araştırmacı CBS ve uzaktan algılama yardımıyla elde edilen sonuç haritalarının, topluluk planlaması, afet azaltma politikaları için ve arazi kullanımının sistematik ve doğru bir şekilde geliştirilmesinde oldukça faydalı olacağını belirtmiştir.

Diğer doğal afetler gibi taşkınlar da önemli doğal afetlerden biri olup; ülkemizde maddi ve manevi birçok kayıplara yol açmaktadır. CBS’yi verimli şekilde

kullanarak taşkın olabilecek alanları, taşkın sonrası oluşabilecek muhtemel maddi kayıplar tahmin edilebilmektedir.

Uçar (2010) coğrafi bilgi sistemleri ve bir hidrolik model ile Trabzon Değirmendere Havzasının en riskli bölgelerinden olan Maçka ilçesi ve çevresi için risk analizi yapmış ve risk haritarını üretmiştir. Yine Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak Yaylak ve Aydın (2016) tarafından Bitlis Deresi'nin taşkın risk analizi ortaya konulmuştur.

Su kaynakları ve nehir havzalarında yapılan taşkın risk değerlendirmeleri gibi çalışmalarda geliştiren çeşitli hidrolik model tipleri bulunmaktadır. Bunlardan bazıları CBS ile entegre edilerek kullanılmaktadır. MIKE 11 model serisinin hidro-dinamik (HD) modülü, Danimarka Hidrolik Enstitüsü'nün tarafından ve HEC-RAS modeli ise Amerikan Hidrolojik Mühendislik Merkezi'nin tarafından hazırlanan en çok kullanılan modellerdendir.

Beavers (1994) hidrolik modelleme ve CBS'nin entegre çalışmasını sağlayan ilk çalışmayı yapmışlardır. Bu çalışma, iki boyutlu modellerin ve ArcGIS'in yanı sıra iyi tahmin sonuçları veren HecRAS'ın kullanımına benzeyen bir yaklaşıma dayanmaktadır. İki program arasındaki entegrasyon HEC-GeoRAS ile sağlanmıştır. Bu çalışma, su yönetimi alanında oldukça önem kazanmış ve yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Yang ve diğ. (2006) Kanada'nın Ottawa'da yer alan Güney ulusal nehri için uzaktan algılama, CBS ve HEC-RAS'ı nehrin ağı ve taşkın alanın belirlenmesi için kullanmıştır ve bu üç yöntemin taşkın yönetimi için oldukça faydalı olduğunu belirtmişlerdir.

Akar ve Maktar, (2008) çalışmalarında taşkın araştırmalarında çok kriterli karar verme analizini (ÇKKVA) CBS, HEC-GeoRAS, HEC-RAS, uzaktan algılama ve hidrolojik modelleme ile karşılaştırmıştır. Yapılan çalışmalarda hidrolojik modellerin ÇKKVA'ya göre daha gerçekçi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Shrestha ve diğ. (2010) Nepal'de yer alan Sun Kohi nehrin havzası buzul gölü patlama taşkın riskinin (GLOF) değerlendirmesi için BOSS-DAMBRK, HEC-GeoRAS ve HECRAS'ı kullanmıştır ve bu analiz GLOF'un 950 ha arazi ve büyük miktarda altyapıyı etkilediği belirlenmiştir. GLOF'un etkisinden doğan ekonomik riskin yaklaşık olarak 197 milyon ABD doları olarak tahmin edilmiştir.

Mohammadi ve diğ. (2014) çalışmasında CBS, HEC-GeoRAS ve HEC-RAS yazılımları kullanılarak sel hidrolik koşulların simüle edilip riskli bölgeleri tespit edilmiştir. Bu adımın çıktısına göre HEC-FDA kullanılarak bir risk analizi yapılmış ve

taşkın hasarları nicel olarak tahmin edilmiştir. Sonunda, yıllık hasar beklentisi (EAD) elde edilmiştir.

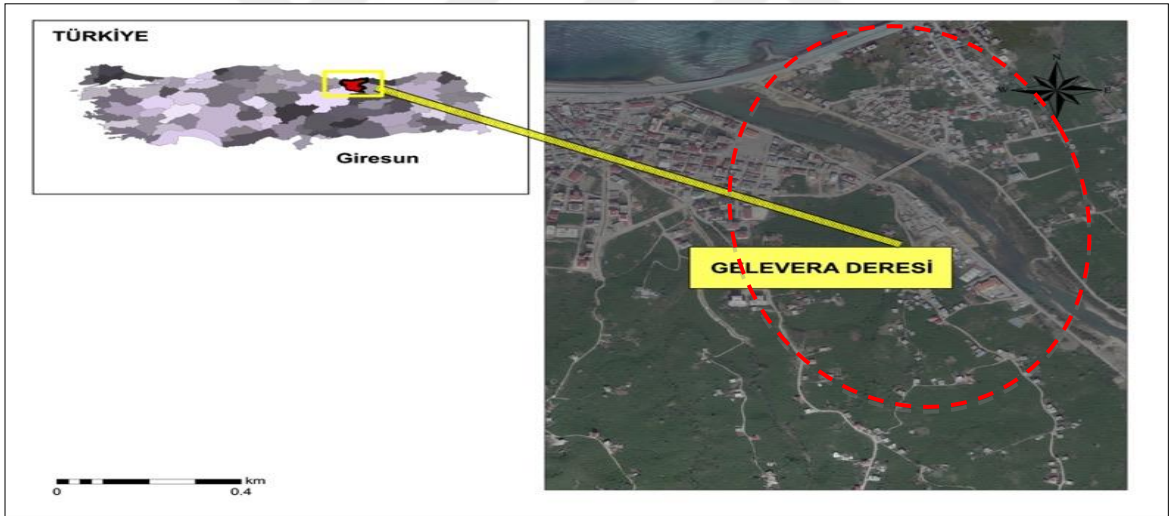
Abdelbasset ve diğ. (2015) Fas'ta yer alan Ouergha nehirin üzerinde CBS, HECGeoRASve hidrolojik modellemeyi sağlayan HEC-RAS yazılımını kullanarak taşkın modelleme çalışmıştır. Alanda bulunan buyk bir barajın varlığına rağmen, çalışma sonunda hidrolik simülasyon ve coğrafi bilgi sisteminden elde edilen sonuçların, son yıllarda gözlemlenen aşırı iklim değişimleri ve hidrolojik olaylardan dolayı taşkınlara karşı müdahalede önemli ölçüde katkıda bulunduğunu belirlemişlerdir.



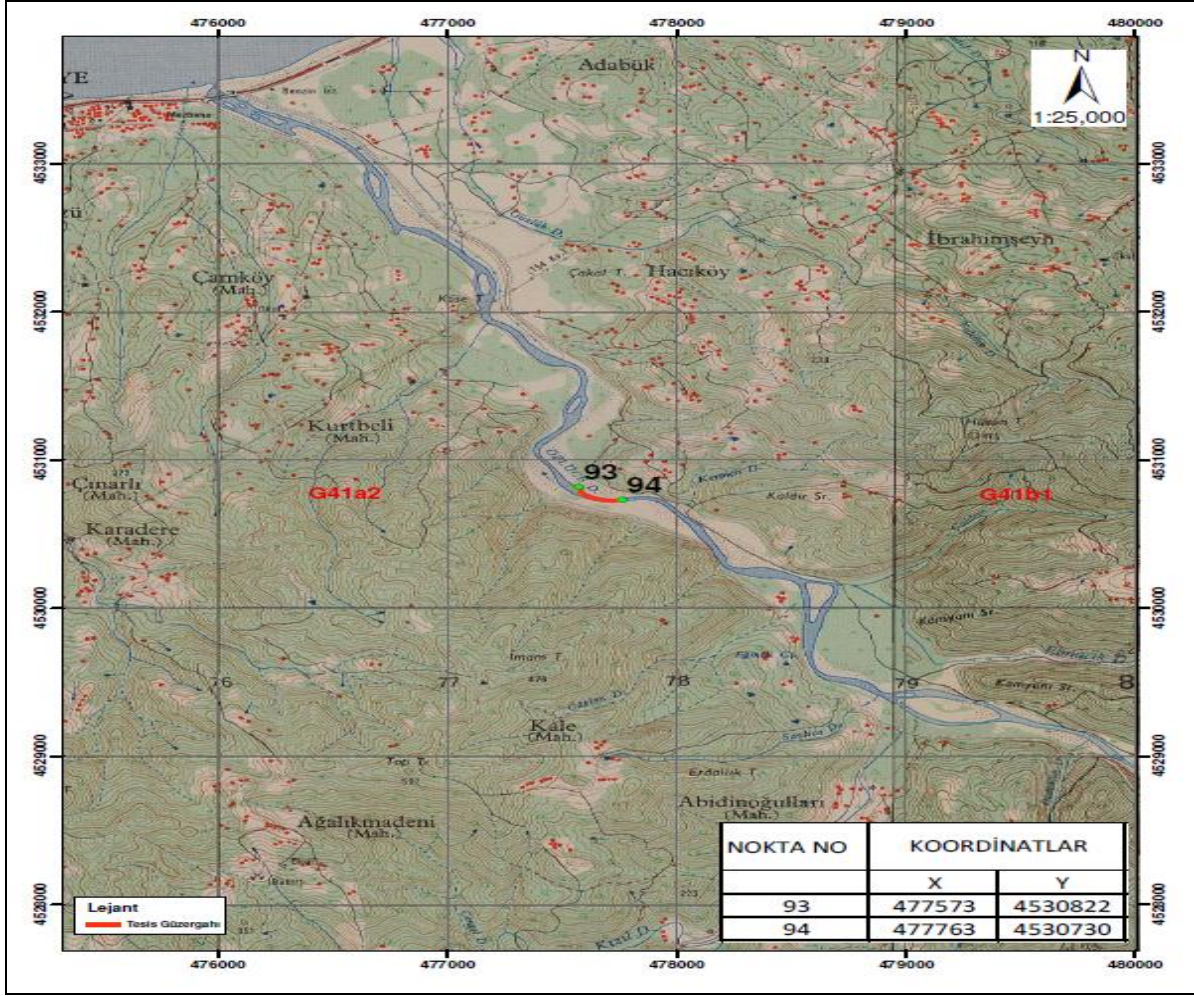
3. UYGULAMA

3.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak Giresun İl sınırları içinde kalan Espiye ilçesine bağlı Gelevera Deresi (Özlüce deresi) seçilmiştir. Gelevera Deresi, Doğu Karadeniz Bölgesinde, Balaban dağlarından doğup, Espiye ilçesinin doğusundan Karadenize dökülen bir akarsudur. Akarsuyun toplam uzunluğu 80 km'dir. Uygulamada için belirlenen çalışma alanı Şekil 9'da, 1/25000 ölçekli topoğrafik harita Şekil 10'da gösterilmiştir. Bu çalışma Giresun Espiye ilçesi Karadona Vadisi Gelevera deresinin 2 km.'lik uzunluğa sahip mansap kısmını kapsamaktadır.



Şekil 9. Çalışma Alanı Haritası



Şekil 10. Çalışma alanının 1/25000 ölçekli topoğrafik haritası

Hidrodinamik modellemesi yapılacak olan Gelevera Deresi'nin, çalışma başlangıç ve bitiş noktalarının koordinatları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 9. Çalışma Alanı Koordinatları

Dere Kısmı		Memba		Mansap		Uzunluk(m)
		X	Y	X	Y	
Karadona Özlüce Mevkii	Anakol	477763	4530730	477573	4530822	2000

3.2. Çalışma Alanının Fiziksel Özellikleri

3.2.1. Topografya (Yer Şekilleri ve Genel Arazi Dağılışı)

Espiye ilçesi Giresun iline bağlı, Giresun'un doğusunda kalan, yaklaşık 7 km'lik sahili bulunan bir ilçedir. Debi değeri yüksek olan Gelevera ve Yağlıdere Derelerini sınırları içerisinde bulundurmakta beraber birçok yan dere ve kuru derelere sahiptir.

Arazi yapısı tipik Doğu Karadeniz arazisi yapısı olan derin vadilerle yarılmış engebeli bir yapıya sahiptir. İç kesimlere doğru yükseklik artmaktadır. Kıyı kesimlerde az da olsa ovalar yer almaktadır. Sulama sorunu olmayan verimli arazilere sahiptir. Hayvancılığın yapılabildiği birçok yayalalara ve önemli geçitlere sahiptir.

Karadeniz Bölgesinde olduğu gibi Espiye ilçesinde de ılıman iklim olan Karadeniz iklimi görülmektedir. Her mevsim bol yağış aldığı için bitki örtüsü yönünden de çeşitlilik gösterir. En sıcak ayın ağustos, en soğuk ayı da şubat ayıdır. En çok yağışı ekim ve kasım aylarında, en az yağışı mayıs ve haziran aylarında alır. Yılın yarıdan fazlası yağışlı geçmektedir. Denizsuyu temmuz ve ağustos aylarında en sıcak halini alır.

Tablo 10. Yıllara göre bölgeye düşen yağış miktarı (mm)

Su Yılı	Aylar			
	Nisan	Mayıs	Haziran	Ortalama
1983		24.96	8.58	16.77
1984	12.31	17.21	9.18	12.9
1985	12.39	14.93	6.34	11.22
1986	13.06	16.94	13.1	14.36
1987	11.83	31.25	18.1	20.39
1988	15.98	24.35	17.29	19.21
1989	24.85	12.27	5	14.04
1990	-	-	-	
1991	15.26	19.06	7.5	13.94
1992	29.63	30.17	16.31	25.37
1993	34.51	47.45	25.26	35.74
1994	13.21	8.76	2.79	8.25

Tablo 10'un devamı

1995	27.05	45.14	12.95	28.38
1996	14.89	42.44	15.07	24.13
1997	39.55	25.69	6.98	24.07
1998	26.72	22.49	7.84	19.01
1999	12.28	19.21	9.07	13.52
2000	27.57	17.98	9.93	18.49
2001	12.61	11.92	5.52	10.02
2002	18.88	9.92	9.55	12.78
2003	23.69	17.13	5.86	15.56
2004	14.74	19.83	11.68	15.42
2005	22.91	20.76	9.07	17.58
2006	15.75	15.74	4.96	12.15
2007	7.95	22.22	5.86	12.01
2008	17.64	10.61	6.91	11.72
2009	8.86	15.19	8.96	11
2010	9.92	15.8	14	13.24

3.2.2. Toprak Özellikleri

Gelevera Deresi Karadona Vadisinin içerisinde yer almaktadır. Gelevera Deresi mabadan mansabına kadar yan derelerle beslenmektedir. Karadona Vadisinin memba kısımları ormanlık alanlarla kaplıdır. Ormanlık alanların zamanla bozulması; yağışlarla oluşan akışların bir kısmının tutulamamasına neden olmaktadır. Gelevera Deresini besleyen yan derelerin çoğu rusubat ve malzeme taşımaktadır. Sağnak yağışlarla akan malzeme, biriken rusubat derelerde tıkanmalara neden olarak taşkına sebebiyet vermektedir.

Çalışma alanının içerisindeki arazilerin çoğu tarım arazisi özellikle de fındık bahçesi olarak kullanılmaktadır. Yükselti ve bakı nedeniyle farklı ortamlarda otsu ve odunsu bitki türleri yetişmektedir. Çalışma alanında özellikle fındık ocakları ve kızılâğaçlara rastlanmaktadır.

3.2.3. Sosyo-Ekonomik Durum

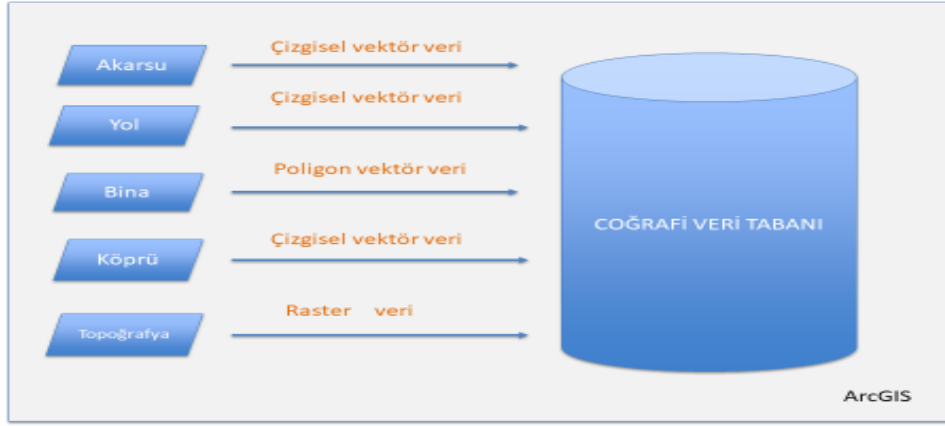
Espiye ilçesinde tarımsal faaliyetlerde fındık ilk sırada olup, ikinci sırada çay önemli bir yer tutmaktadır. Bunların yanında yerel sebze üretimi de yapılmaktadır. Ancak ekonomik açıdan değerlendirildiğinde yerel sebze üretimi üreticiye yetecek miktarda olup ekonomik gelir sağlayacak seviyede değildir. Yöre halkı özellikle fındık üretiminden gelirsavlamaktadır. Ancak onda da ürün miktarı o yılki iklim şartlarına göre değişiklik göstermektedir.

İlçede sanayi tesisi yok denebilir. İşletmede olan küçük çapta birkaç tesis bulunmaktadır. Onların da temelinde tarımsal ürünler yer almaktadır.

Ilıman iklim kuşağında yer alması nedeniyle düzenli yağış almaktadır. Bu yağışlar orman ürünlerinde çeşitliliği de beraberinde getirmektedir. Ancak orman ürünlerinin ekonomiye katkısı yok denecek kadar azdır.

3.3. Taşkın Modellemesi İçin Konumsal Veri Tabanı Tasarımı

Uygulama alanı için belirlenen coğrafi veri katmanları akarsu, topoğrafya, konutlar, köprü ve yol katmanlarıdır. Kullanılan veri katmanlarından bina, yol ve köprü verileri Giresun iline ait ortofoto görüntüsü üzerinden sayısallaştırma yapılarak elde edilmiştir (Şekil 12). Tüm veriler ArcGIS 10.1 programında 30 GRS_1980_Transverse_Mercator projeksiyonuna dönüştürülerek bir veritabanında toplanmıştır. Coğrafi veritabanında bütünleştirilen tüm konumsal veriler analize hazır hale getirilmiştir. Ayrıca eşyüksele eğrilerini içeren yükseklik katmanı kullanılarak sayısal yükseklik modeli elde edilmiştir. Sayısal yükseklik modeli kullanılarak yapılan analizler ile eğim, su toplama, akış yönü gibi konumsal bilgiler elde edilmiştir. Diğer veri katmanları olan dere yatağı, yamaç, akım yönü, su geçirgenliğinin tespitinde kullanılan kesitler HEC-GeoRAS modülü kullanılarak oluşturulmuştur.



Şekil 11. Coğrafi Veri Tabanı Tasarımı



Şekil 12. Uygulamadaki Envanterler

3.4. Uygulamada Kullanılan Konumsal Veriler

CBS, konuma dayalı gözlemlerle elde edilen grafik ve grafik olmayan bilgilerin toplanması, depolanması, saklanması, işlenmesi ve kullanıcıya sunulması işlemlerini gerçekleştiren bir sistemdir (Yomralıoğlu, 2000). CBS son yıllarda birçok akarsu havzası için taşkın alanların belirlenmesi ve önlenmesine yönelik stratejilerin geliştirilmesi çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadır (Özcan vd., 2009; Burgan, 2013; Turan, vd.,2015). Gelevera Deresi olası taşkın alanların CBS ile belirlenmesi yönünde yapılan bu uygulamada 3 farklı yazılım kullanılmıştır. Bunlar;

ArcGIS

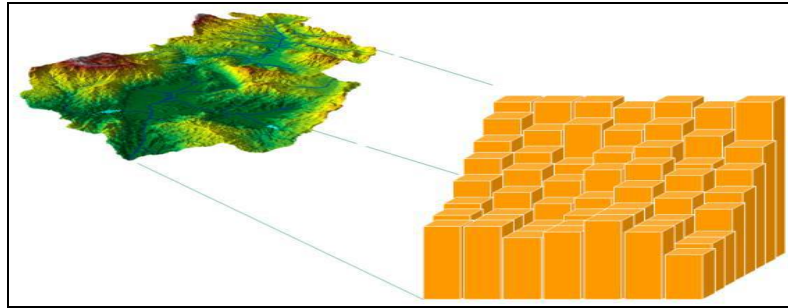
HEC-GeoRAS

HEC-RAS (Hydrologic Engineering Centers River Analysis System)

ArcGIS, grafik ve sözel verilerin görüntülenmesi, güncellenmesi, sorgulanması, analiz edilmesi, grafiklerin oluşturulması ve raporlanması işlemleri ile kullanıcıya kartografik sunum sağlayan temel yazılımdır. Proje sahasına ait geometrik veri katmanları ise HEC-GeoRAS kullanılarak oluşturulmuştur. HEC-RAS'ta mevcut dere yatağı ve mevcut sanat yapıları dikkate alınarak yapılan 1 boyutlu hidrodinamik hesaplamalar yapıldıktan sonra elde edilen su derinlikleri ve hız bilgileri, alansal analiz için tekrar Coğrafi Bilgi Sistemlerine aktarılmıştır.

Programda gerekli olan temel veri sayısal yükseklik modeli (DEM) dir. Sayısal yükseklik modeli değişken olan topoğrafik yüzeyin üç boyutlu gösterimidir. Bu model, 3 boyutlu uygulamalar için genel bir veri kaynağıdır. Sayısal yükseklik modeli, raster veri özelliğindedir. Bu model arazi üzerinden alınan yükseklik ölçümleri ile elde edilmektedir. Kısaca, her bir pikselin yükseklik (kot) değerine sahip olan sürekli yüzeylere dönüştürülmesidir.

Şekil 13'te DEM'in hüresel boyutu ile yükseklik değerlerine sahip piksel dağılımı görülmektedir. Şekilde görüldüğü gibi her bir piksel sahip olduğu yükseklik değerine bağlı olarak temsil edilmektedir.



Şekil 13. DEM'in hüresel boyutu

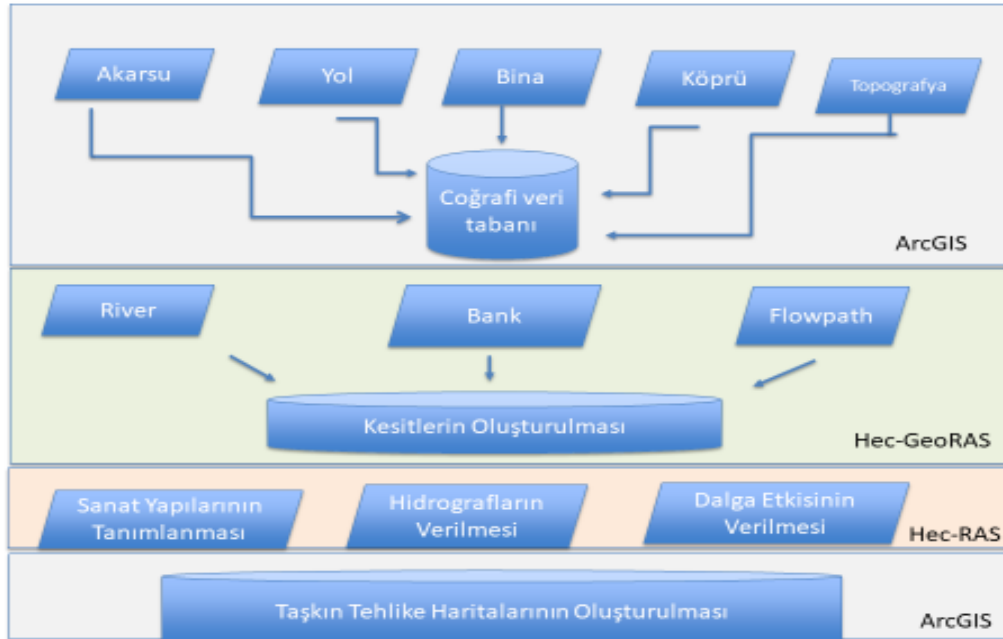
DEM verisi sayısal ortama aktarılmış münhanilerden veya uydu görüntülerinden elde edilir. Uydu görüntüleri ve münhanilerden elde edilen DEM verileri arasındaki fark çözünürlük farkıdır.

3.5. Gelevera Deresi Taşkın Tehlike Alanlarının Belirlenmesi

Bu çalışmada Gelevera Deresi pilot bölge olarak belirlenmiş ve taşkın tehlike alanlarının tanımlanması için çeşitli analizler gerçekleştirilmiştir. Tehlike alanlarının tanımlanması için öncelikle arazi yüzeyinin topoğrafyasının tanımlanacağı sayısal yükseklik modeline ihtiyaç bulunmaktadır. Sayısal yükseklik modeli kullanılarak akarsunun 40 metrede bir kesitler ile Hecras ta 1 boyutlu hidrodinamik model kurulmuştur. Sonuç olarak bu modeller kullanılarak CBS ortamında taşkın tehlike haritaları üretilecektir.

Gelevera Deresi taşkın tehlike haritalarının oluşturulması için gerçekleştirilen işlem adımları şu şekildedir:

1. ARCGIS ile sayısal yükseklik modelinin oluşturulması
2. HEC-GeoRAS ile problem geometrisinin tanımlanması
3. HEC-RAS ile hidrodinamik modelleme çalışmalarının yapılması
4. Yapılan hesaplamalar aracılığıyla ARCGIS programı ile taşkın tehlike alanlarının haritalandırılması

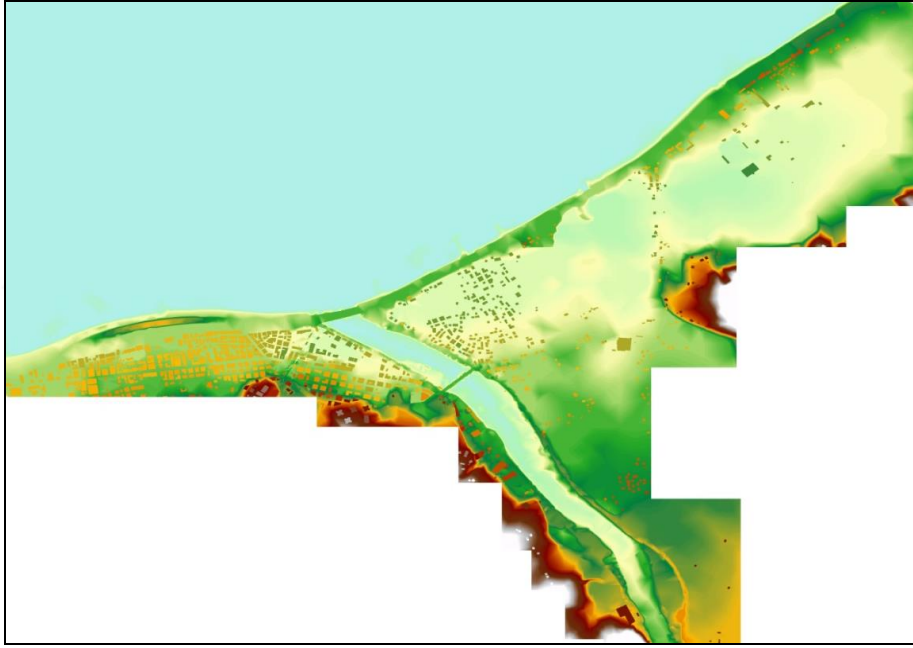


Şekil 14. Taşkın tehlike haritalarının üretilmesi için işlem adımları

3.6. Sayısal yükseklik modelinin oluşturulması

CBS yazılımı olarak ArcGIS programı kullanılarak ortofoto haritalardan temin edilen topoğrafik veri ile sayısal yükseklik modeli oluşturulmuştur. ArcGIS yazılımı, grafik ve sözel verilerin görüntülenmesi, güncellenmesi, sorgulanması, analiz edilmesi, grafiklerin oluşturulması ve raporlanması işlemleri ile kullanıcıya kartografik sunum sağlayan temel bir CBS yazılımıdır (Yomralıoğlu, 2000).

Sayısal yükseklik modeli araziden alınan en kesitler ile halihazır haritaları birleştirilerek kotlu ve koordinatlı nokta ve münhani katmanları kullanılarak üçgen model oluşturulması işlemidir. Çalışma alanımıza ait oluşturulan sayısal yükseklik modeli Şekil 15'te gösterilmektedir.



Şekil 15. Çalışma Alanına Ait Sayısal Yükseklik Modeli

3.7. Akarsu Kesitlerinin Tespiti ve Hidrodinamik Dinamik Modelleme

Sayısal yükseklik modeli kullanılarak yapılan analizler ile eğim, su toplama, akış yönü gibi konumsal bilgiler elde edilmiştir. Diğer veri katmanları olan dere yatağı, yamaç, akım yönü, su geçirgenliğinin tespitinde kullanılan kesitler HEC-GeoRAS modülü kullanılarak oluşturulmuştur.

HEC-GeoRAS yazılımı proje sahasına ait geometrik veri katmanlarının üretilmesi için kullanılan ArcGIS programına daha sonra eklenen bir eklenti makro yazılımdır. Ayrıca ARCGIS ile HEC-RAS yazılımları arasında köprü görevi yapan yazılım olarak da adlandırılabilir. HEC-GeoRAS modülünde taşkın alanı belirlenecek derenin dere yatağı, yamacı, akış yönü ve dereye dik yönde oluşturulacak kesitleri üretilebilmektedir (Nas ve Nas, 2015; DSİ, 2013). HEC-RAS yazılımı ise hidrodinamik hesaplamaların ve nehir akım modellerinin yapıldığı bir yazılımdır. HEC-RAS yazılımında serbest yüzeyli akımlarda kanaldaki ortalama akım hızını ve debiyi bulmak için Manning formülü kullanılmaktadır (Nas ve Nas, 2015; DSİ,2013).

Manning formülü aşağıdaki gibidir:

$$V = \frac{k}{n} * \left(R^{\frac{2}{3}} \right) * (S^{1/2}) \quad (1)$$

Denklemden

V : Hız,m/s

k : 1 m^{1/3}/s

n : Manning pürüzlülük katsayısı, birimsiz

R: Hidrolik yarıçap,m

S : Eğim,m/m dir (Nas ve Nas 2015; DSİ,2013).

Hız denkleminde hareketle debi bulunmak istenirse aşağıdaki formül kullanılır;

$$Q = \frac{1}{n} (A \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}) (2)$$

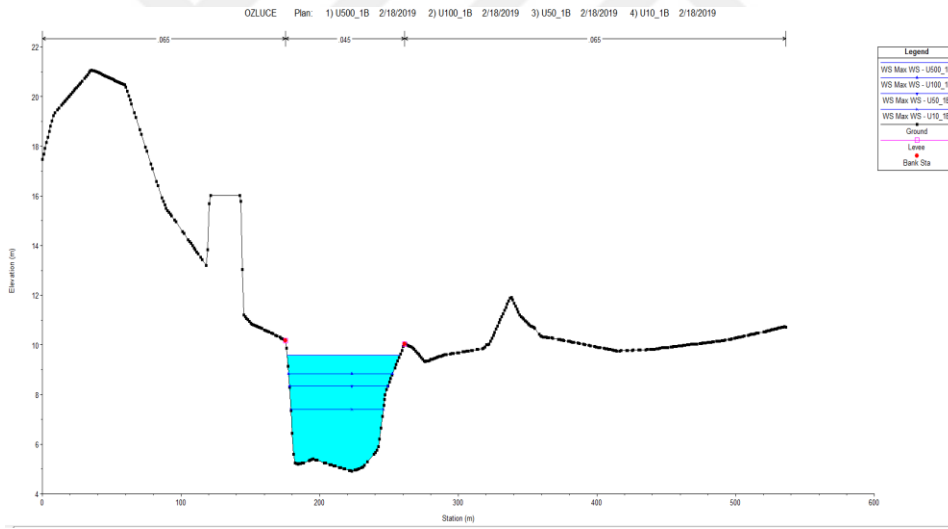
Burada n, R ve S sırası ile pürüzlülük katsayısı, hidrolik yarıçap (R=A/U) ve akarsu eğimidir. Q'nun artması durumunda taşkın alanındaki kesit alanı artmakta dolayısıyla su miktarı artarak çevredeki kentsel donatıları olumsuz etkilemektedir.

Uygulamanın ilk aşaması için öncelikle ARCGIS 10.1 yazılımı kullanılarak Giresun Gelevera Deresini kapsayacak şekilde sayısal yükseklik modeli oluşturulmuştur. Bir sayısal yükseklik modeli yeryüzünün sürekli bir biçimde değişen topoğrafik yüzeyini 3 boyutlu gösteren bir yapıdır. ArcGIS 10.1 programının eklenti modülü olan diğer bir

yazılım HEC-GeoRAS modülü kullanılarak, Gelevera deresinde boyunca dere yatağı, akım yönü ve dereye uygulanacak kesitler bu yazılım kullanılarak üretilmiştir. Üretilen veri katmanları sayısal yükseklik modeli kullanılarak 3 boyutlu hale getirilmiştir.

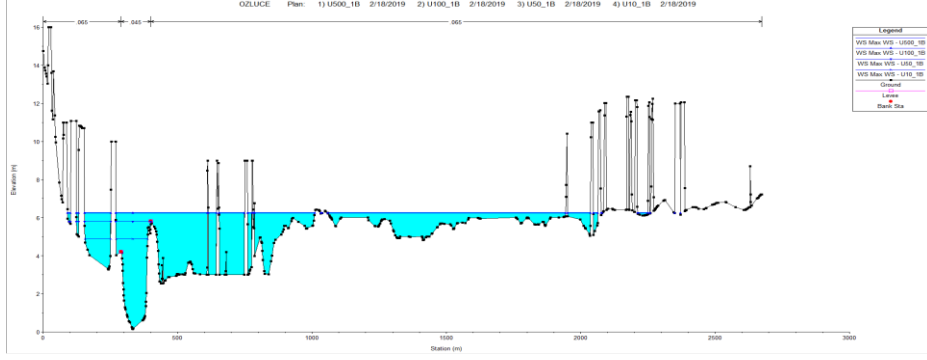
İkinci aşama olarak HEC-GeoRAS programında üretilen veri katmanlarına veri dönüşümü uygulanmıştır ve HECRAS yazılımına aktararak bir kesitin belli bir debiyi hangi seviyede geçireceği yönünde hesaplamalar yapılmıştır. Aktarılan veri üzerinde su yüzeyi kotu tespit edilerek, 3 boyutlu arazi modeliyle karşılaştırılarak taşkın alanlar belirlenmiştir (Şekil 16-17).

1 boyutlu olarak gerçekleştirilen hidrodinamik modelleme sonuçlarına göre su seviyelerinin kesitteki görünümü taşan ve taşmayan kesitlerde aşağıda verilmiştir. Şekil 16'da ise akarsunun taşıdığı debi değeri, dere yatağının taşıyabileceği maksimum su kotu çizgisi olarak belirtilen kırmızı noktaların altında kaldığı için taşkın durumu söz konusu değildir.



Şekil 16. Km 1+800'de bulunan kesitin su seviyeleri (Q10-50-100-500)

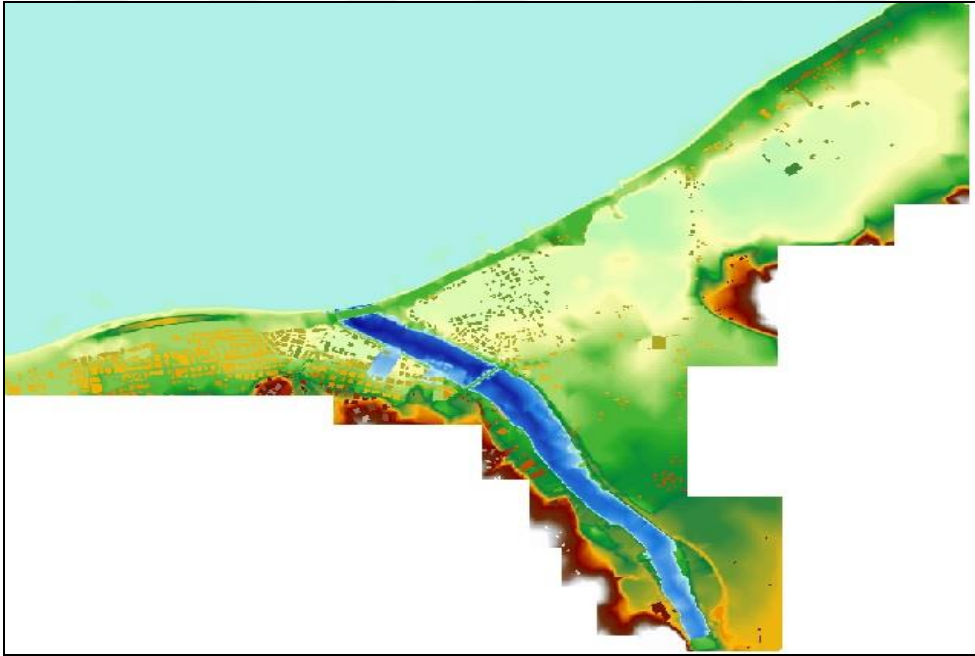
Şekil 17'de görüldüğü üzere dere yatağının taşıyabileceği maksimum su kotu çizgisi kırmızı nokta şeklinde belirtilen dere yatağı genişliğidir. Bu kırmızı noktaların üzerine çıkmış her alan su taşkınının izlendiği bölgelerdir.



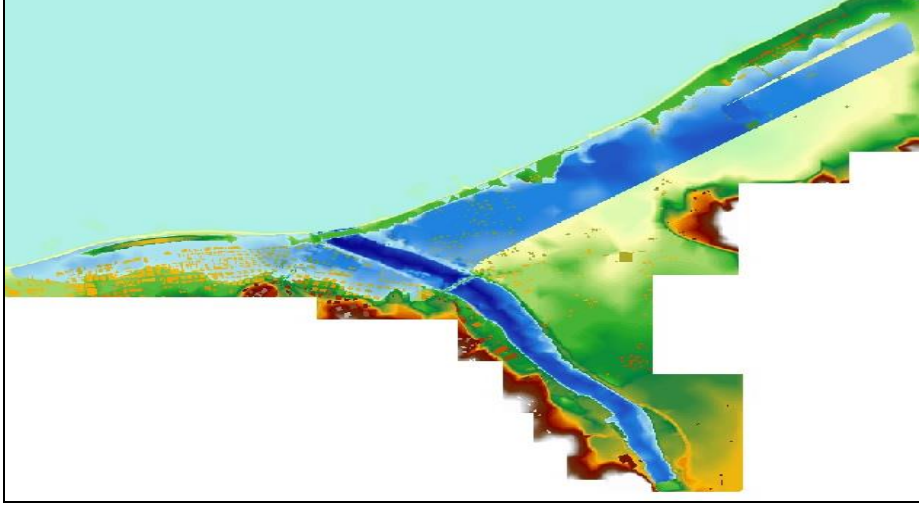
Şekil 17. Km 0+280'de bulunan kesitin su seviyeleri (Q10-50-100-500)

3.8. CBS Yazılımı İle Taşkın Tehlike Haritalarının Üretimi

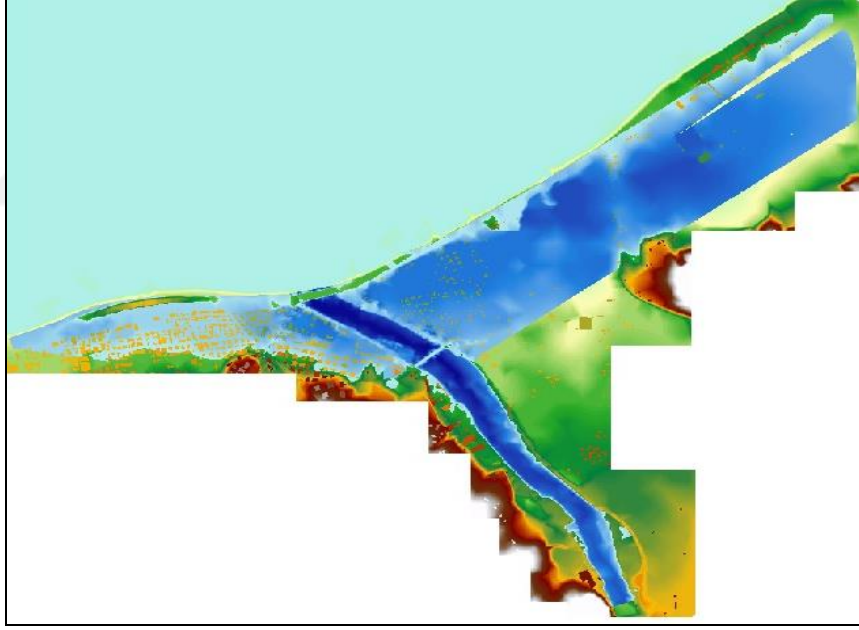
Bu çalışmada Q_{10} , Q_{50} , Q_{100} , Q_{500} debileri ile oluşan derinlik haritaları üretilmiştir (şekil 18-22). Bu haritaları üretirken HEC-RAS yazılımı ile üretilen konuma ve zamana bağlı derinlik verileri, ArcGIS yazılımı ile haritalar üretilmiştir.



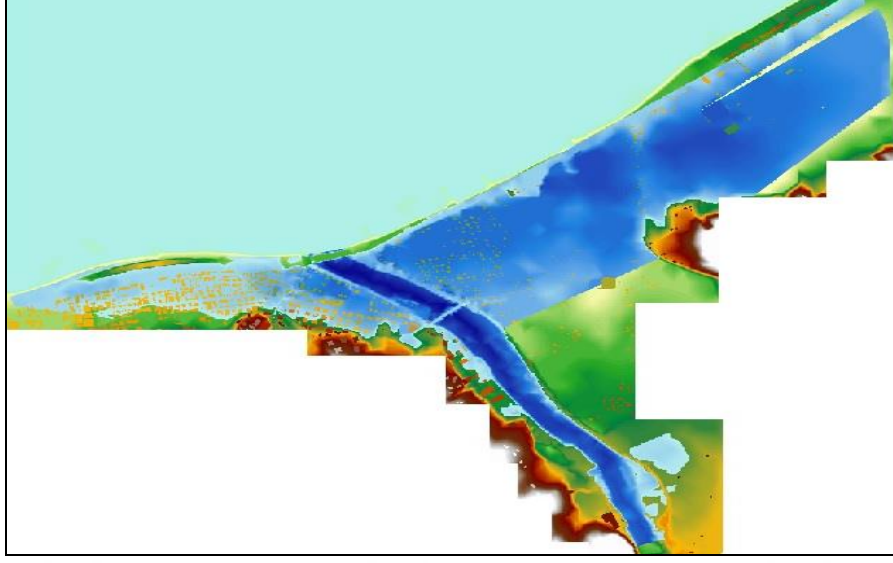
Şekil 18. Taşkın Derinlik Haritası (Q_{10})



Şekil 19. Taşkın Derinlik Haritası (Q₅₀)

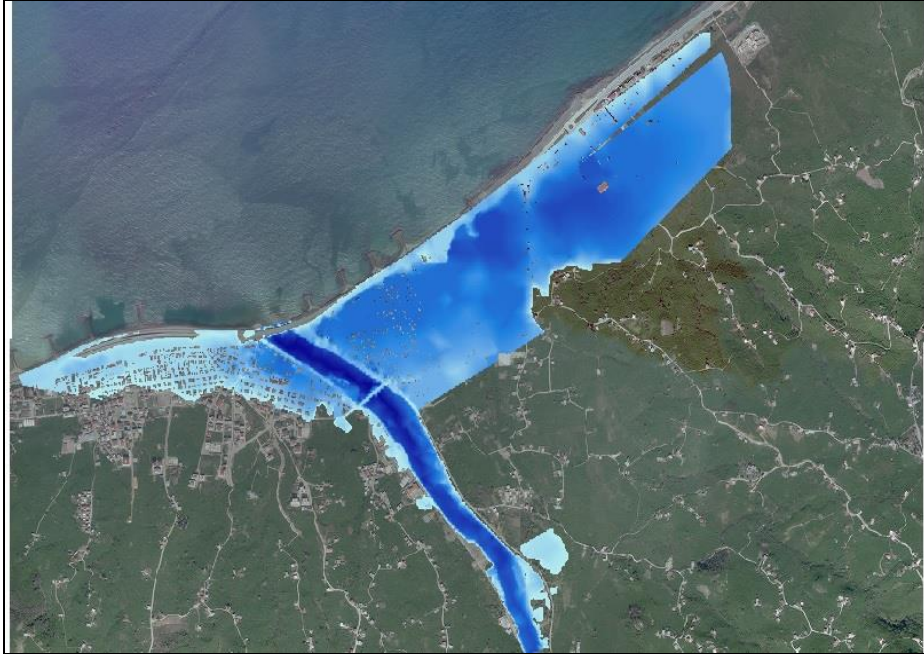


Şekil 20. Taşkın Derinlik Haritası (Q₁₀₀)



Şekil 21. Taşkın Derinlik Haritası (Q₅₀₀)

Taşkın derinlik haritaları üretildikten sonra ortofoto harita ile karşılaştırılmıştır (Şekil 22). Böylece taşkın alanlarının arazi kullanımında nereleri etkilediği izlenebilir hale gelmiştir.



Şekil 22. Ortofoto ile Taşkın Derinlik Haritası (Q₅₀₀)

4. BULGULAR

Gelevera Deresi'nin taşkın alanları CBS kullanılarak analizler sonucunda haritalar üzerinde belirlenmiş ve tehlike altında olan kentsel donatılar tespit edilmiştir. Kentsel donatı yapıları olarak binalar, köprüler ve yollar değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

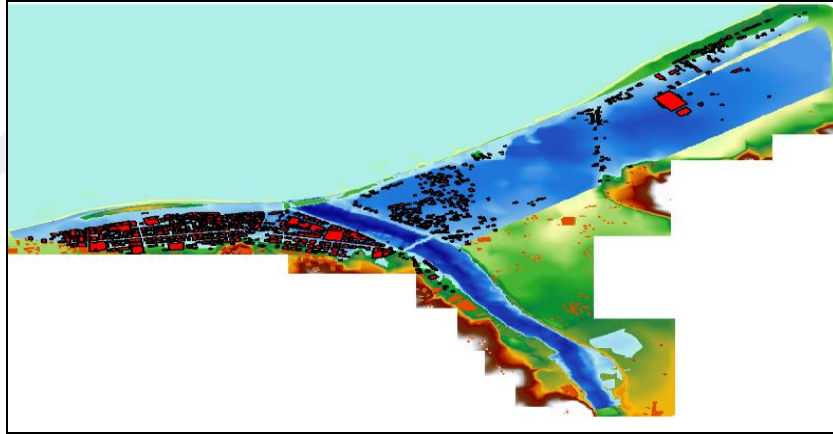
Bu çalışma kapsamında Gelevera Deresinin taşkın alanları ArcGIS, HEC-GeoRAS ve HEC-RAS gibi üç farklı yazılım kullanılarak üretilmiştir. Üretilen taşkın tehlike alanları haritası (Şekil 23) incelendiğinde, olası bir taşkın anında oldukça yoğun bir bölgenin sular altında kalacağı görülebilmektedir. Özellikle Gelevera Deresinin denize yakın olan kısmının bu anlamda daha yoğun risk teşkil ettiği aşikârdır. Bu çalışma kapsamında taşkın olması durumunda bina, yol ve köprü gibi kentsel donatıların ne kadarının risk altında olduğu konumsal sorgulamalarla analiz edilmiştir. Böylece risk altında bulunan kentsel altyapılar belirlenmiştir.

Taşkın anında en çok etkilenecek olan kentsel donatılar dikkate alındığında konut yapılarının belli bir kısmı sular altında kalmakta ve risk sıralamasında ilk sırada yer almaktadır. CBS ile yapılan sorgulamalar sonucunda farklı tekerrür periyotlarına göre etkilenen bina sayısı ve toplam yerleşim alanı içindeki etkilenen bina yüzdeleri aşağıdaki tabloda verilmiştir. Çalışma bölgesi içerisinde toplamda 1219 adet bina bulunmaktadır. Bu binaların farklı zaman periyotlarındaki debi değerine göre etkilenecek bina sayısı ve toplamdaki yüzdeleri Tablo 11'de verilmiştir. 10 yıllık tekkürdeki debi değerinde binaların toplamda %2,7'si taşkından etkilenecek alanda yer alırken, 500 yıllık tekerrürdeki debi değeri durumunda ise %77,67'si tehlike altında olacaktır. Taşkın tehlike haritalarının kartografik gösteriminde taşkın tehlikesi altında olan alanlar mavi ve derinlikleri de mavinin artalan tonlarıyla belirtilmiştir. Olası taşkın durumunda etkilenen binalar ise kırmızı renkte harita üzerinde ifade edilmiştir.

Tablo 11. Etkilenen Bina Sayıları

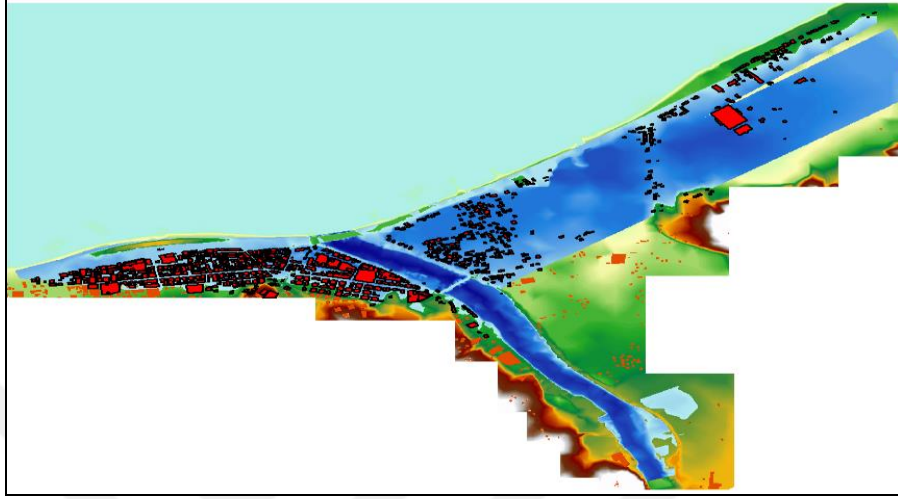
Tekerrür Periyodu	Toplam Bina Sayısı	Etkilenen Bina Sayısı (adet)	Oran (%)
Q ₁₀	1219	33	2,70
Q ₅₀		767	62,92
Q ₁₀₀		938	76,95
Q ₅₀₀		947	77,67

Gelevera Deresinin 500 yıllık tekerrürde olası taşkın tehlikesi haritası Şekil 23’de üretilmiştir. Bu haritada 500 yıllık yağış değerleri esas alınarak, maksimum debi değerine göre taşkın durumu konumsal olarak modellenmiş ve taşkın tehlike haritası oluşturulmuştur. Bu taşkın tehlike haritası bina katmanı ile çakıştırılmış ve tehlike olasılığı altında olan binalar konumsal analizlerle tespit edilmiştir. CBS ile yapılan sorgulamalar sonucunda Q₅₀₀ tekerrür periyodunda 947 adet bina su altında kalmaktadır.

Şekil 23. Etkilenen yerleşimlerin konumu (Q₅₀₀)

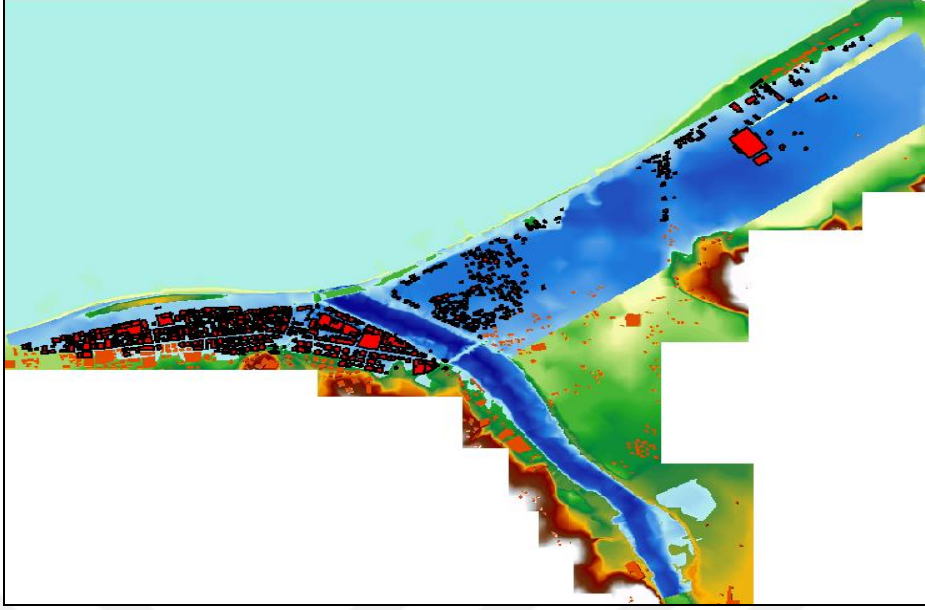
100 yıllık tekerrürde Gelevera Deresi için olası taşkın tehlikesi haritası Şekil 24’de üretilmiştir. Bu haritada 100 yıllık yağış değerleri esas alınarak hesaplanan maksimum debi değerine göre olası taşkın durumu modellenmesi yapılarak, Q₁₀₀ tekerrür periyodunda taşkın tehlike haritası oluşturulmuştur. Q₁₀₀ tekerrür periyodundaki taşkın tehlike haritası ile bina katmanı çakıştırılarak gerçekleştirilen konumsal analizlerde ise 938 binanın taşkın durumunda sudan etkileneceği tespit edilmiştir. Bu da çalışma bölgesi içerisindeki toplam binaların %76,95’ine denk gelmektedir. Sonuç olarak 500 yıllık tekerrür ile 100 yıllık tekerrür durumlarındaki olası taşkın anlarında etkilenecek bina yüzdesi oldukça benzer

olduğu görülmektedir. Bu durum 100 ile 500 yıllık debi değerleri arasında çok farkın olmamasından kaynaklanmaktadır. Havza bazında yapılan imalatlar da genellikle 100 yıllık debi değerleri esas alınarak gerçekleştirilmektedir.



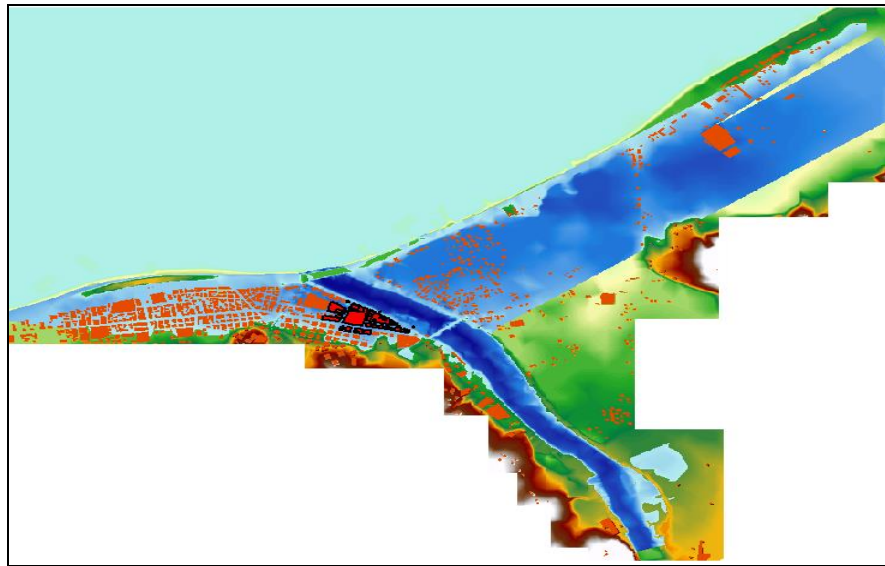
Şekil 24. Etkilenen yerleşimlerin konumu (Q_{100})

Gelevera Deresi için 50 yıllık tekerrürde olası taşkın tehlikesi haritası Şekil 25’de üretilmiştir. Bu haritada 50 yıllık yağış değerleri esas alınarak hesaplanan maksimum debi değerine göre olası taşkın durumu modellenmesi yapılarak, Q_{50} tekerrür periyodunda taşkın tehlike haritası oluşturulmuştur. Q_{50} tekerrür periyodundaki taşkın tehlike haritası ile bina katmanı çakıştırılarak CBS’de gerçekleştirilen konumsal analizlerde ise 767 binanın taşkın durumunda sudan etkileneceği tespit edilmiştir. Bu da çalışma bölgesi içerisindeki toplam binaların % 62,92’ine denk gelmektedir.



Şekil 25. Etkilenen yerleşimlerin konumu (Q₅₀)

Gelevera Deresi için 10 yıllık tekerrürde olası taşkın tehlikesi haritası Şekil 26'da üretilmiştir. Bu haritada 10 yıllık yağış değerleri esas alınarak hesaplanan maksimum debi değerine göre olası taşkın durumu modellenmesi yapılarak, Q₁₀ tekerrür periyodunda taşkın tehlike haritası oluşturulmuştur. Q₁₀ tekerrür periyodundaki taşkın tehlike alanları içerisinde kalan binalar CBS'de gerçekleştirilen konumsal analizlerle tespit edilmiştir. Bu durumda da Q₁₀ tekerrür periyodunda 33 adet bina (%2,7) sudan etkilenecektir.



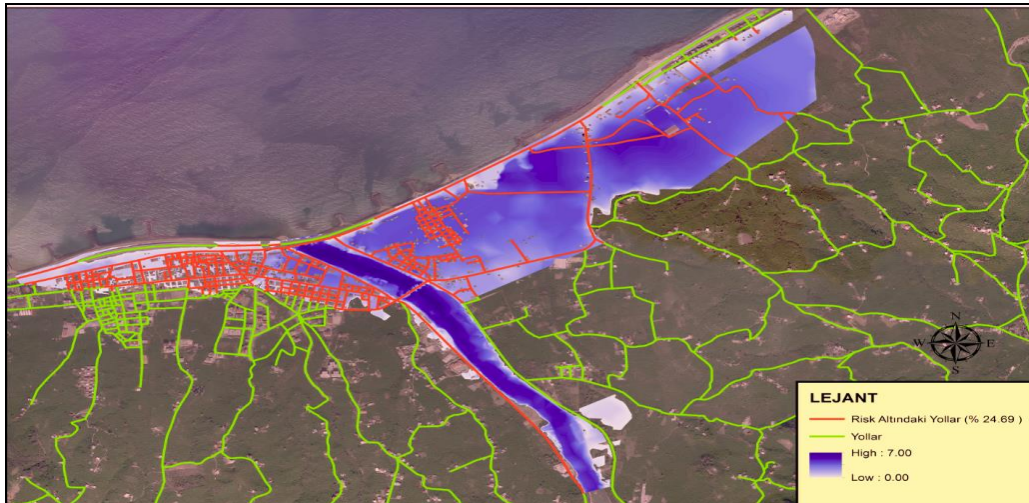
Şekil 26. Etkilenen yerleşimlerin konumu (Q₁₀)

Bölgede bulunan diğer bir kentsel doku olan yollar ele alındığında, çalışma bölgesi civarındaki yol uzunluğu toplamda 103.13kilometredir. Yine CBS'nin konumsal sorgulama yeteneği yardımıyla, olası bir akarsu taşkını durumunda yolların ne kadarlık bir kısmının zarar görebileceği analiz edilmiştir. CBS ile yapılan sorgulamada Q₅₀₀ debisine göre risk altında kalan yollar 25.47km. (% 24,69), Q₁₀₀ debisine göre risk altında kalan yollar 22.48km. (%21,79), Q₅₀ debisine göre risk altında kalan yollar 17.24km. (%16,72), Q₁₀ debisine göre risk altında kalan yollar 840 m.(% 0,81), olarak sorgulanmıştır.

Tablo 12. Tekerrür Periyotlarına Göre Etkilenen Yol Uzunlukları ve Yüzdeleri

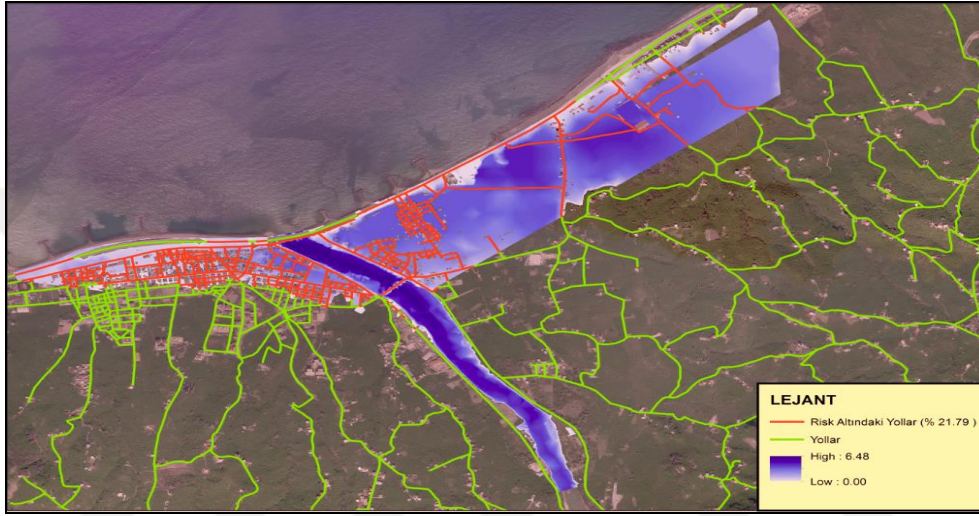
Tekerrür Periyodu	Toplam Yol Uzunluğu	Etkilenen Yol Uzunluğu	Oran %
Q ₁₀	103.13km	0.84km.	0,81
Q ₅₀		17.24km.	16,72
Q ₁₀₀		22.48km.	21,79
Q ₅₀₀		25.47km.	24,69

Q₅₀₀ debisine göre taşkın tehlike alanları haritası ile yol katmanı çakıştırılarak, taşkın durumunda sudan olumsuz etkilenecek yol ağı analiz edilmiştir. CBS ile yapılan konumsal analiz ve sorgulamada Q₅₀₀ tekerrür periyoduna göre 25.47 km.'lik yollar risk altında kalmaktadır (Şekil 27).



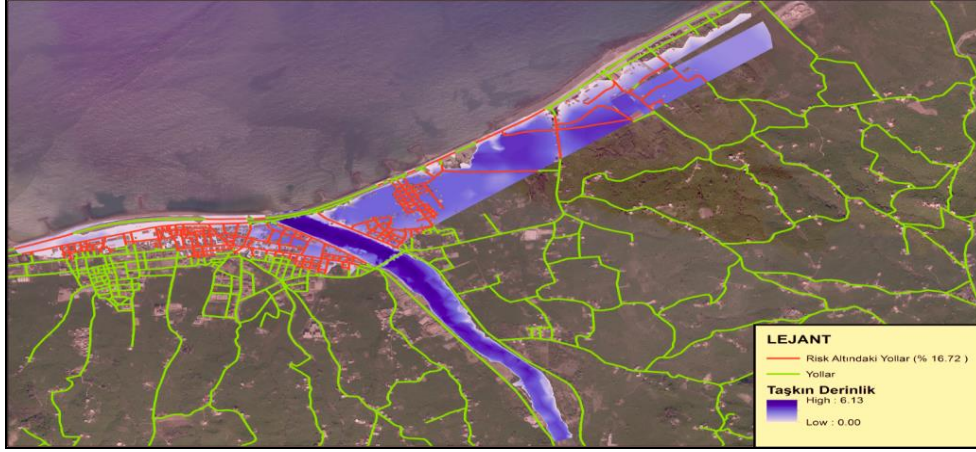
Şekil 27. Q₅₀₀ debisine göre tehlike altında kalan yolların konumu

Q_{100} debisine göre taşkın tehlike alanları haritası ile yol katmanı çakıştırılarak, taşkın durumunda sudan olumsuz etkilenecek yol ağı analiz edilmiştir. CBS ile yapılan konumsal analiz ve sorgulamada Q_{100} tekerrür periyoduna göre 22.48 km.'lik yollar risk altında kalmaktadır (Şekil 28). Q_{500} tekerrür periyoduna göre olası taşkın durumunda yolların %24,69'u su altında kalacak iken, Q_{100} tekerrür periyoduna göre % 21,79'u taşkından olumsuz etkilenecektir.



Şekil 28. Q_{100} debisine göre tehlike altında kalan yolların konumu

Q_{50} debisine göre taşkın tehlike alanları haritası ile yol katmanı çakıştırılarak, taşkın durumunda sudan olumsuz etkilenecek yol ağı analiz edilmiştir. CBS ile yapılan konumsal analiz ve sorgulamada Q_{50} tekerrür periyoduna göre 17.24 km.'lik yollar risk altında kalmaktadır (Şekil 29). Q_{50} tekerrür periyoduna göre olası taşkın durumunda yolların %16,72'si sudan olumsuz etkilenecektir ve bu yol ağı ulaşımı aksayacaktır.



Şekil 29. Q₅₀ debisine göre tehlike altında kalan yolların konumu

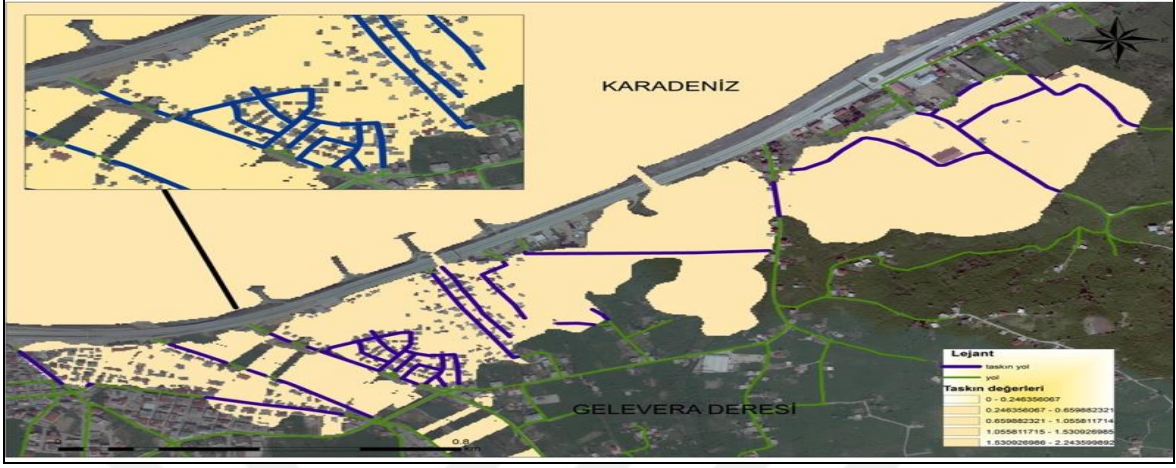
Q₁₀ debisine göre taşkın tehlike alanları haritası ile yol katmanı çakıştırılarak, taşkın durumunda sudan olumsuz etkilenecek yol ağı analiz edilmiştir. CBS ile yapılan konumsal analiz ve sorgulamada Q₁₀ tekerrür periyoduna göre 0.84 km.'lik yol ağı risk altında kalmaktadır (Şekil 30). Q₁₀ tekerrür periyoduna göre olası taşkın durumunda yolların %0.81'i sudan olumsuz etkilenecektir. 10 yıllık tekekkür durumunda taşkın olması ihtimalinde yol ağı çok az etkilenecektir.



Şekil 30. Q₁₀ debisine göre tehlike altında kalan yolların konumu

Diğer bir kentsel doku olan köprülere bakıldığında ise çalışma alanı içinde bulunan iki köprü'nün de Q₁₀₀ ve Q₅₀₀ debi değerlerinde taşkın durumunda risk altında olduğu

tespit edilmiştir. Şekil 31’de taşkın durumunda tehlike altında olan köprülerin konumsal olarak gözlemlenebildiği harita yer almaktadır.



Şekil 31. Taşkın durumunda risk altındaki köprüler

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye’de akarsu taşkınları sık karşılaşılan önemli bir afet durumudur. Özellikle Doğu Karadeniz Bölgesi hem topoğrafik koşullar hem de meteorolojik şartlar nedeniyle bolca yağış almakta, dolayısıyla da taşkın olayları sıklıkla yaşanmaktadır. Bu bağlamda akarsu taşkınları oluşmadan önce tahmin modellemeleri gerçekleştirilip, önlem çalışmaları planlanmalıdır. Türkiye’de bu çalışmalar Tarım ve Orman Bakanlığı altında özellikle DSİ sorumluluğunda yürütülmektedir. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü’nün de bu bağlamda çalışmaları mevcuttur.

Türkiye’de taşkın riski modellemesine yönelik pek çok çalışma literatürde yer almaktadır. Ancak Doğu Karadeniz Bölgesi içerisinde Giresun İli Espiye İlçesi’nde yer alan Gelevera Deresi için taşkın tehlike haritaları mevcut değildir. DSİ bu bağlamda çalışmalarını yürütmektedir. Bu tez çalışması ile DSİ’den temin edilen taşkın modelleme parametrelerine bağlı olarak CBS ve hidrodinamik modelleme çalışmaları kullanılarak bu ihtiyacın giderilmesi hedeflenmiştir. Bu kapsamda arazinin sayısal yükseklik modeli CBS ortamında hazırlandı ve HEC-GeoRAS aracılığıyla kesitler tanımlandı. Bu kesitler üzerinden HEC-RAS yazılımında kullanılmak üzere uygun bir formata dönüştürülerek, hidrodinamik modelleme çalışmaları yürütülmüştür. Bu aşamada sanat yapıları tanımlandı, hidrograflar verildi ve dalga etkisi yansıtılarak taşkın modeli senaryolandı. Taşkın tehlike modelleri Q_{10} , Q_{50} , Q_{100} ve Q_{500} periyotlarında ayrı ayrı senaryolarda oluşturulmuştur. Her durumda da taşkın tehlikesi altında olan bina ve yollar tespit edilmiştir.

Bu çalışma kapsamında Gelevera Deresi’nin denize mansaplandığı son 2 km’lik kısmında HEC-RAS ile 1 boyutlu (1B) hidrodinamik modelleme çalışması gerçekleştirilmiştir. Gelevera Deresi, Karadeniz Bölgesi’nde, civarında kentsel gelişmenin, sanayileşmenin oldukça yoğun görüldüğü önemli akarsulardan birisidir. Dolayısıyla kentleşmeye paralel olarak insan popülasyonunun giderek artması, akarsu etraflarında oluşan yapılaşma ve sanayileşmeyle birlikte dere yataklarına yapılan daraltma gibi müdahaleler yüzünden akarsu taşkınları daha sık görülmektedir. Bu bağlamda taşkınların meydana gelmeden önce önlenebilir olması oldukça önemlidir.

Hidrodinamik modelleme çalışmalarının altlıkları, CBS programları yardımıyla oluşturulmuştur. Çalışma alanı için hazırlanan 1/1000 ve 1/5000 ölçekli sayısal haritalar ile dere içerisinden alınan kesit okumaları birleştirilerek bütünleşik bir Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) oluşturulmuştur. Oluşturulan sayısal yükseklik modeli üzerinden dere yatağını temsil edecek şekilde 40 m’de bir enkesit alınmıştır. Dere yatağı üzerinde bulunan sanat yapılarının memba ve mansaplarından en az 1 adet en kesit alınarak sanat yapıları hidrodinamik modele dahil edilmiştir.

CBS’de altlıkları hazırlanan hidrodinamik problem HEC-RAS’a aktarılarak 1 boyutlu (1B) hidrodinamik modelleme çalışması tamamlanmıştır. Modelin memba sınır şartı olarak farklı tekerrür periyotlarına sahip hidrograflar, mansap sınır şartı olarak ise 0.5 m dalga yüksekliği verilmiştir. Manning katsayı için de taşkın alanlarına ait ayrı bir hesaplama yapılmamış arazi deneyimlerine dayanılarak ortalama değerler alınmıştır.

Çalışmanın nihai hedefinde, taşkın durumunda etki altında kalacak olan bina, yol ve köprü gibi kentsel yapı ve altyapıların konumsal olarak belirlenmesi amaçlanmış ve yapılan modelleme neticesinde taşkın tehlikesi altında olan yerleşimler belirlenmiştir.

Çalışmanın sonucunda Q_{500} taşkın senaryosunda binaların %77,67’sinin, yolların %24,69’unun ve köprülerinde ikisinin birden risk altında olduğu ve zarar görebileceği belirlenmiştir. Binaların %77,67’sinin konumsal olarak etkilenmesinin yanısıra, bu yapıların teknik altyapı donatılarının da etkileneceği göz önüne alınırsa altyapı sorunu yaşayacak bina sayısının çok daha fazla olacağı aşikardır. Çalışmanın amacı doğrultusunda, risk altında olan kentsel altyapıların belirlenmesi yoluyla zararın en aza indirgenmesi adına geliştirilecek önlem çalışmalarına yön gösterici altlıklar elde edilmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışma ile dere ıslah çalışmaları için kullanabilecek bir model geliştirilmiş olup, bu çalışma alanını da kapsayacak şekilde DSİ tarafından taşkın kontrol tesisleri hayata geçirilmiştir. Taşkın olayı yaşanmadan önce taşkın tehlike senaryolarının geliştirilip, önlem çalışmalarının hayata geçirilmesi elzemdir. Böylece yaşanacak can ve mal kayıplarının azaltılması hedeflenmektedir. Taşkın tehlike haritalarının üretilmesi bu bağlamda yol gösterici temel altlıkları oluşturması açısından önemlidir. Ayrıca belediyelerin sorumluluğunda olan imar planlarının da geliştirilmesi ya da revizyonunda taşkın tehlike alanlarının da dikkate alınarak planlanması gerekmektedir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, pek çok kurumu ilgilendiren kararlarda yöneticilere yol gösterecek kapsamdadır.

6. KAYNAKLAR

- Abdelbasset M., Abderrahim L., Abdel_Ali C., Abdellah B., ve Lahcen B., 2015. Integration of GIs and Hec-RAS in Floods Modeling Of The Ouergha River Northern Morocco European Scientific Journal January edition vol.11, No.2 ISSN: 1857-7881.
- Akar İ. ve Maktav D., 2008. Taşkın Araştırmalarında Çok Kriterli Karar Verme Analizi ve Hidrolojik Modellemelerin Uzaktan Algılama ve CBS Entegrasyonu ile Karşılaştırılması, II. Uzaktan Algılama ve CBS Sempozyumu, Ekim, Kayseri, Bildiriler Kitabı, 4-8
- Aydın, M.C., ve Yaylak, M.M., 2016. Bitlis Çayı Taşkın Hidrolojisi, BEÜ Fen Bilimleri Dergisi, 5(1), 49-58.
- Ayele S., Raghuvanshi T. K. ve Kala P. M., 2014. Application of Remote Sensing and GIS for Landslide Disaster Management: A Case from Abay Gorge, Gohatsion–Dejen Section, Ethiopia, Landscape Ecology and Water Management, Proceedings of IGU Rohtak Conference, DOI: 10.1007/978-4- 431-54871-3_2.
- Beavers M. A.,1994. Flood Plain Determination Using HEC-2 and Geographic Information Systems, Master Thesis, Texas University, Department of Civil Engineering, Austin.
- Burgan, H.İ., 2013. Akarçay Havzası Taşkın Modellemesi, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
- De Brito M.M., Evers M. 2016. Multi-criteria decision-making for flood risk management: a survey of the current state of the art Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 16, pp. 1019-1033.
- Demirbaş E., “Türkiye’de Sel” Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Eğitim-Haber- Bilim Dergisi-2002, No.3.
- Di Salvo C., Pennica F., Ciotoli G. ve Cavinato G.P. A. 2018. GIS-based procedure for preliminary mapping of pluvial flood risk at metropolitan scale. Environmental Modelling & Software 107 64-84.
- DSİ, 2013. Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Taşkın Alanlarının Belirlenmesi, T.C.
- DSİ, 2013. DSİ Genel Müdürlüğü Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Taşkın Riski Ön Değerlendirmesi Sunumu.
- DSİ, 2015. DSİ Genel Müdürlüğü 2015 yılı Faaliyet Raporu, Ankara, Türkiye.
- EM-DAT, 2005. Country Disaster Profile of France and Poland, The OFDA/CRED International Disaster Database, www.em-dat.net - Université catholique de Louvain - Brussels – Belgium

- EM-DAT, 2006. Summarized Table of Floods Sorted by Continent, The OFDA/ CRED International Disaster Database, www.em-dat.net- Universite Cathdique de Louvain- Brussels- Belgium
- EMDAT, 2017. imo.org.tr “İMO Samsun’daki Selle İlgili Ön Rapor-Bianet 2012”.
- Erener A.,2009. An Approach for Landslide Risk Assesment By Using Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing (RS), Doktora Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 12611314.
- Erkek, c. Ağırlioğlu N. 1993. “ Su Kaynakları Mühendisliği ”, Beta Yayınevi.
- Eski Afet İşleri Genel Müdürlüğü’nün (AİGM.)
- Görcelioğlu E., 2003, Sel ve çığ kontrolü, İ.Ü. Yayınları, İstanbul.
- Guettouche M., Derias A., 2013. Modelling of Environment Vulnerability to Forests Fires and Assessment by GIS Application on the Forests of Djelfa (Algeria), Journal of Geographic Information System, 5(1), 24-32.
- Gülbahar N. 2013. “Türkiye’de Oluşan Taşkınların Nedenleri ve Etkilerinin Araştırılması Üzerinde Bir Çalışma” İMO. Taşkın ve Heyelan Sempozyumu Bildiriler Kitabı. 24-26 Ekim Trabzon.
- Huang, C. F., 1997. Principle of information diffusion. *Fuzzy Sets and Systems* 91(1):69–90.
- Huang, C., ve Huang Y. 2018. An information diffusion technique to assess integrated hazard risks. *Environmental Research* 161, 104-113.
- Huang, C.F., 2002. Information diffusion techniques and small-sample problem, International Journal Information Technology & Decision Making 1(2):229–49.
- Kadioğlu, M., Sel Heyelan ve Çığ için Risk Yönetimi, Kongre Sempozyum Bildiriler Kitabı, (186-197)
- Korkanç, Y.S., ve Korkanç, M. “Sel ve Taşkınların İnsan Hayatı Üzerindeki Etkileri” ZKÜ. Bartın Orman Fakültesi Dergisi-2006, Cilt 8, Sayı 9.
- Levy, J.K. 2005. Multiple criteria decision-making and decision support systems for flood risk management. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment* 19,6, 438-447.
- Luu, C., von Meding J. ve Mojtahendi M. 2019. Analyzing Vietnam’s national disaster loss database for flood risk assessment using multiple regression-TOPSIS, International Journal of Disaster Risk Reduction. In press
- MGM, 2019. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü Resmi Web Sayfası, 1940-2010 Yılları Arasında Ülkemizde Gözlenen Meteoroloji Karakterli Doğal Afetler Haberi, <https://www.mgm.gov.tr/kurumsal/haberler.aspx?y=2012&f=afetler>, 12 Nisan 2019.

- Mohammadi S.A., Nazariha M., ve Mehردادı N., 2014. Flood Damage Estimate (quantity), Using HEC-FDA Model, Case study: the Nekar River, 12th International Conference on Computing and Control for the Water Industry, DOI: 10.1016/J.Proeng. 02.130.
- Nas, S., ve Nas, E., 2015. Olası taşkınların altyapı tesislerine etkileri: Harşit Çayı-Gümüşhane, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 31(1):56-67.
- Önsoy, H. 2002.“Doğu Karadeniz’de Kıyılara ve Dere Yataklarına Müdahaleler ve Beklenen Taşkınlar” İMO. Türkiye Mühendislik Haberleri- Sayı 422
- Özcan, O. 2017 Taşkın Tespitinin Farklı Yöntemlerle Değerlendirilmesi: Ayamama Deresi Örneği Cilt:3, Sayı:1, syf 9-27, Ocak
- Özcan, O., Musaoğlu, N. ve 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, Ankara.
- Özcan, S, 2016. Türkiye’de Taşkın Mevzuatı ve AB Taşkın Direktifi, 4. Ulusal Taşkın Sempozyumu, Kasım, Rize, Tebliğler Kitabı, 347-364
- Özmen, T, 2015. Sel- Taşkın Türkiye ve Antalya, Aralık, ISBN 978-605-9156-33-2
- Sandal, A. 2007/2. “ Küresel Çevre Sorunları ve Stratejisi” Çevre ve İnsan- No. 69, Çevre ve Orman Bakanlığı Yayını.
- Shrestha, A. B., Erikson, M., Mool, P., Ghirmire, P., Mishra, B. ve Khanal, R., Glacial Lake Outburst Flood Risk Assessment of Sun Koshi Basin, Nepal, Journal of Geomatics, Natural Hazards and Risk, 2010, DOI: 10.1080/19475701003668968.
- Sönmez, O., Doğan, E., Saltabaş, L. ve Çeribaşı, G. 2013. “1 ve 2 Boyutlu Taşkın Yayılım Planlarının Belirlenmesi; Cedar Nehri, ABD. Örneği” İMO. Taşkın ve Heyelan Sempozyumu Bildiriler Kitabı. 24-26 Ekim, Trabzon
- Tapsell, S.M.,ve Tunstall, S.M. 2008. “I wish I'd never heard of Banbury”: the relationship between place and the health impacts from flooding. *Health Place*- 14(2):133–54.
- Taylor, J., Biddulph, P., Davies, M., ve man Lai, K. 2013. Predicting the microbial exposure risks in urban floods using GIS, building simulation, and microbial models. *Environmental International* 51 182-195.
- Turan, B., Akçalı, E., Turan, B., Şahin,U., Babagiray, S., Orhan Akdeniz ve Kuduban H., 2015. Preparation of Inundation and Flood Hazard Maps At The City Center of Giresun Using 1D/2D Hydraulic Model, European Water Resources Association 9th World Congress, 10-13 June, İstanbul
- Uçar, İ. 2010 Trabzon Değirmendere Havzasında Coğrafi Bilgi Sistemleri Ve Bir Hidrolik Model Yardımıyla Taşkın Analizi Yapılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Haziran,
- Yagoub, M. M., 2015. Spatio-temporal and Hazard Mapping of Earthquake in UAE (1984–2012): Remote Sensing and GIS Application, *Geoenvirom Disaters*, DOI:10.1186/s40677-015-0020-y.

Yang, J., Townsend R. D. ve Daneshfar B., Applying the HEC-RAS Model and GIS Techniques in River Network Floodplain Delineation, Canadian Journal of Civil Engineering, DOI: 10.1139/I05-102.

Yomralıoğlu, T. 2000. coğrafi bilgi sistemleri temel kavramlar ve uygulamalar

Yoon, K., ve Hwang, C., 1995. Multiple Attribute Decision Making



ÖZGEÇMİŞ

Meltem Araz Yılmaz 02.08.1985 tarihinde Trabzon'da doğdu. 2003 yılında Trabzon Tevfik Serdar Anadolu Lisesi'nden mezun oldu. 2007 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümünden mezun oldu. 2013 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Harita Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 2013 Ağustos ayından beri DSİ 22.bölge Müdürlüğü bünyesinde çalışmaktadır. Evli ve bir çocuk annesidir.

