

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GEYVE KARAÇAY DERESİ TAŞKIN YAYILIM
HARİTALARININ OLUŞTURULMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İrem YILDIRIM

Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ
Enstitü Bilim Dalı : HİDROLİK
Tez Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Osman SÖNMEZ

Şubat 2020

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GEYVE KARAÇAY DERESİ TAŞKIN YAYILIM HARİTALARININ OLUŞTURULMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İrem YILDIRIM

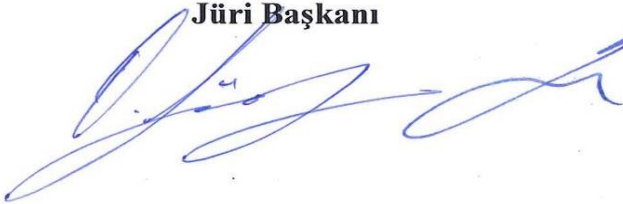
Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ
Enstitü Bilim Dalı : HİDROLİK

Bu tez 14/02/2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Dr. Öğr. Üyesi
Osman SÖNMEZ
Jüri Başkanı

Prof. Dr.
Emrah DOĞAN
Üye

Dr. Öğr. Üyesi
Temel TEMİZ
Üye



BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

İrem YILDIRIM

14.02.2020

TEŞEKKÜR

Lisan ve Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, araştırmanın planlanmasından yazılmasına kadar tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Osman SÖNMEZ' e teşekkürlerimi sunarım.

Lisans ve Yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi ve birikimlerinden faydalandığım Prof. Dr. Emrah DOĞAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Lisan ve Yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda ilgi ve yardımlarını esirgemeyip destek olan Arş. Gör. Fatma DEMİR' e teşekkürlerimi sunarım.

Tüm hayatım boyunca bana emek veren, maddi ve manevi yanımda olan, yardımlarını hiç esirgemeyen, başta sevgili annem Müzeyyen ARGON ve sevgili kuzenim Oya TOSUN olmak üzere tüm aileme ve bugünlere gelmeme yardımcı olan tüm değerli öğretmenlerime teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
TABLolar LİSTESİ	viii
ÖZET.....	ix
SUMMARY.....	x
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.	
TAŞKINLAR VE TAŞKINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER.....	2
2.1. Taşkın Türleri	3
2.1.1. Nehir taşkınları.....	3
2.1.2. Kıyı taşkınları.....	4
2.1.3. Ani taşkınlar	5
2.1.4. Şehir taşkınları.....	5
2.1.5. Kar erimelerinin neden olduğu taşkınlar	6
2.1.6. Buz ve moloz taşkınları.....	6
2.2. Taşkınları Etkileyen Faktörler.....	6
2.2.1. Havzanın meteorolojik özellikleri.....	6
2.2.2. Havzanın yapısal özellikleri	7
BÖLÜM 3.	
TAŞKINLARIN İNSAN HAYATI ÜZERİNE ETKİLERİ.....	10

BÖLÜM 4.	
LİTARETÜR ARAŞTIRMASI.....	15
 BÖLÜM 5.	
ÇALIŞMA SAHASI	21
5.1. Geyve'nin Tanıtımı	21
5.2. İklim Ve Meteorolojik Özellikler	22
5.3. Karaçay Deresi.....	24
5.4. Geyve Karaçay Deresi Verileri	26
5.5. Yağış Verileri.....	28
 BÖLÜM 6.	
YÖNTEMLER VE HESAPLAR	30
6.1. Rasyonel Yöntem	30
6.2. Snyder Yöntemi	31
6.3. Mockus Yöntemi.....	32
6.3.1. Mockus yöntemi uygulaması	34
6.4. Pearson Tip Iii Ve Log- Pearson Tip Iii (Lp3) Yöntemi.....	35
6.4.1. Pearson Tip III.....	35
6.4.2. Log-pearson tip III (LP3)	37
6.4.3. Log pearson tip III (LP3) hesap	38
 BÖLÜM 7.	
UYGULAMA.....	39
7.1. ArcGIS 10.2 39	
7.2 Hec-RAS Programı Ve Yapılan İşlemler.....	40
 BÖLÜM 8.	
SONUÇ VE ÖNERİLER	56
 KAYNAKLAR.....	58
ÖZGEÇMİŞ.....	61

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

A	: Alan
C ⁰	: Santigrad derece
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
CN	: Eğri Numaraları
DSİ	: Devlet Su İşleri
EM-DAT	: The International Disaster Database
FEMA	: Federal Emergency Management Agency
GPS	: Global Positioning System
ha	: hektar
Hec-RAS	: Hydrologic Engineering Center's River Analysis System
KG	: Kilogram
KM	: Kilometre
KM ²	: Kilometrekare
LP3	: Log Pearson Tip III
M	: Metre
M ²	: Metrekare
M ³	: Metreküp
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
N	: Manning Katsayısı
PLV	: Plüviyograf Katsayısı
s	: Saniye
S	: Eğim
Sa	: Saat
SCS	: Soil Conservation Service
T	: Zaman
TIN	: Triangular Irregular Networks

T_p	: Pik Debinin Gerçekleştiği Zaman
UNESCO	: United Nations Educational, Scientific and Cultural
O	Organization
YHT	: Yüksek Hızlı Tren
Q	: Debi
Q_p	: Pik Debi
Q500	: 500 Yıllık Tekerrürlü Taşkın Debisi
1D	: 1 Boyutlu
2D	: 2 Boyutlu
%	: Yüzde



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Taşkın hidrografi	2
Şekil 2.2. Paraguay nehir taşkını örneği.....	4
Şekil 2.3. Japonya’da meydana gelen kıyı taşkını örneği	4
Şekil 2.4. İstanbul şehir taşkını örneği	5
Şekil 3.1. Taşkın zararlarının sektörlere göre dağılımı (%).....	12
Şekil 3.2. Yıllara göre insan kayıpları	12
Şekil 5.1. Geyve merkezi, karaçay deresi ve sakarya nehri’nin google earth görüntüsü	21
Şekil 5.2. Aylık ortalama rüzgar hızı grafiği.....	22
Şekil 5.3. Aylık ortalama sıcaklık grafiği	23
Şekil 5.4. Aylık nisbi nem grafiği	23
Şekil 5.5. Ortalama yağış grafiği	24
Şekil 5.6. Karaçay deresi taşkın öncesi	24
Şekil 5.7. Taşkın sonucu oyulan köprü ayakları	25
Şekil 5.8. Karaçay köprüsü	25
Şekil 5.9. Taşkın sonrası geyve şehir merkezi	26
Şekil 5.10. Karaçay deresi çalışma sahası.....	26
Şekil 5.11. Karaçay deresi yol yükseklik profili	27
Şekil 5.12. Karaçay deresi alanı	27
Şekil 5.13. Geyve 17662 nolu istasyona ait yağış şiddet-süre-tekerrür eğrileri	29
Şekil 6.1. Q500 tekerrürlü taşkın debisine ait hidrograf	35
Şekil 7.1. ArcGIS 10.2 uygulaması	39
Şekil 7.2. Bina raster haritası	40
Şekil 7.3. Birleştirilmiş raster	40
Şekil 7.4. Yeni bir arazi oluşturma.....	41
Şekil 7.5. Terrain dosyası.....	42

Şekil 7.6. Geometrik data düzenlemesi.....	42
Şekil 7.7. Çalışma sahası sınırları	43
Şekil 7.8. Mesh aralıkları	43
Şekil 7.9. Manning katsayısı tablosu ve tolerans değerleri.....	44
Şekil 7.10. Memba ve mansap sınır çizgileri	44
Şekil 7.11. Memba sınır koşulu	45
Şekil 7.12. Mansap sınır koşulu	45
Şekil 7.13. Q500 taşkın hidrografi	46
Şekil 7.14. Kararsız akım analiz menüsü	47
Şekil 7.15. 2 Yıllık tekerrürlü taşkın debisi için yayılım haritası	47
Şekil 7.16. 2 Yıllık tekerrürlü taşkın debisi için bina ile birleştirilmiş yayılım haritası	48
Şekil 7.17. 5 Yıllık yıllık tekerrürlü taşkın debisi için yayılım haritası.....	48
Şekil 7.18. 5 Yıllık tekerrürlü taşkın debisi için bina ile birleştirilmiş yayılım haritası	49
Şekil 7.19. 10 Yıllık yıllık tekerrürlü taşkın debisi için yayılım haritası.....	50
Şekil 7.20. 10 Yıllık tekerrürlü taşkın debisi için bina ile birleştirilmiş yayılım haritası	50
Şekil 7.21. 25 Yıllık yıllık tekerrürlü taşkın debisi için yayılım haritası.....	51
Şekil 7.22. 25 Yıllık tekerrürlü taşkın debisi için bina ile birleştirilmiş yayılım haritası	51
Şekil 7.23. 50 Yıllık yıllık tekerrürlü taşkın debisi için yayılım haritası.....	52
Şekil 7.24. 50 Yıllık tekerrürlü taşkın debisi için bina ile birleştirilmiş yayılım haritası	52
Şekil 7.25. 100 Yıllık yıllık tekerrürlü taşkın debisi için yayılım haritası.....	53
Şekil 7.26. 100 Yıllık tekerrürlü taşkın debisi için bina ile birleştirilmiş yayılım haritası	54
Şekil 7.27. 500 Yıllık yıllık tekerrürlü taşkın debisi için yayılım haritası.....	54
Şekil 7.28. 500 Yıllık tekerrürlü taşkın debisi için bina ile birleştirilmiş yayılım haritası	55

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 3.1. 1975-2009 Döneminde ülkemizde meydana gelen taşkınlar ve olumsuz etkileri	10
Tablo 3.2. Çin’de meydana gelen önemli taşkınlar	11
Tablo 3.3. Ülkemizde 1975-2015 yılları arasında meydana gelen taşkın olayları ve etkileri.....	13
Tablo 5.1. Maksimum yağış tablosu	28
Tablo 5.2. Geyve PLV katsayıları.....	29
Tablo 6.1. Akış katsayısı tablosu	31
Tablo 6.2. Hesaplar sonucu tekerrür debileri	34
Tablo 6.3. Standart sapma, ortalama ve çarpıklık değerleri.....	38
Tablo 6.4. Tekerrürlü debi tablosu.....	38
Tablo 8.1. Su seviyesi yüksekliği.....	57

ÖZET

Anahtar kelimeler: Hec-RAS, Geyve Karaçay Deresi, Taşkın Yayılım Haritası

Ülkemizde depremde sonra en çok rastlanan doğal afet taşkınlardır. Taşkınlara, can kayıplarına ve daha sonrasında ise oldukça külfetli ekonomik yüklerle sebep olmaktadır. Taşkınlara önlenmesi ve taşkın sonrası hasarların azaltılması amacıyla belirli çalışmalar yapılmaktadır.

Bu çalışmada Hec-RAS programı kullanılarak Geyve Karaçay Deresi üzerinde 2 boyutlu taşkın analizleri yapılmıştır. Çalışma sırasında çeşitli sentetik ve olasılık metodlarından yararlanılmıştır. Mockus yöntemi ve Log-Pearson Tip III yöntemine göre taşkın debileri hesaplanmıştır. Log-Pearson Tip III yöntemi ile gelmesi muhtemel yağışlar ve bu yağışlara bağlı olarak Mockus yöntemi ile tekerrürlü taşkın debileri hesaplanmıştır. Bu debilerden kullanılarak çalışma sahası için kararsız akım taşkın analizi yapılmıştır. Analiz sonucu her bir tekerrür debisi için taşkın yayılım haritaları oluşturulmuştur. Oluşturulan bu haritalar sonucu Geyve ilçe merkezinin ve verimli tarım alanlarının sular altında kaldığı tespit edilmiştir. Yayılım haritaları doğrultusunda oluşabilecek maksimum su derinlikleri tespit edilmiştir.

CREATION OF GEYVE KARAÇAY STREAM FLOOD INUNDATION MAPS

SUMMARY

Keywords: Hec-RAS, Geyve Karaçay Stream, Flood Inundation Maps

In our country floods take place as a second natural disaster after an earthquake. Floods can cause death and economic crisis. There are specific studies for preventing from flood and decreasing the damage after flood.

In this study 2D flood analysis of Geyve Karaçay Stream are made by using Hec-RAS programme. During this study variety of synthetic and possibilty methods are used. Flood flow are calculated according to Mockus and Log-Pearson Type III tecniques. By using Log-Pearson Type III tecniques precipitation and according to this return period discharge flood flows are calculated by using Mockus tecnique. Unsteady flow analysis for study area are made by using flood flow. As a result of analysis flood inundation maps are created for each repeated flood flow. These maps show that centre of Geyve and fertile agricultural land are submerged. Flood inundation maps are also helpfull for determining possible water depth.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Taşkınlar dünyada olduğu gibi ülkemizde de birçok maddi ve manevi hasara sebep olan doğal afetlerden biridir. Taşkınlar başta insanların ölümlerine, büyük göçlere, çevresel zararlara ve toplumun ekonomik gelişmesiminin zayıflamasına neden olan oldukça önemli bir doğal afettir [1].

Dünyadaki kayda geçen en büyük hasar veren taşkınların, büyük bir çoğunluğuna insanlar gece uykuda yakalanmışlardır. Bu nedenle taşkın yayılım alanı haritaları ve afet yönetimi kapsamında taşkın tehlikeli haritalarının oluşturulması hem ekonomik açıdan hem de toplumsal psikoloji açısından oldukça önem taşımaktadır.

Dünyadaki afet görülme sıralamasında depremden sonra ikinci sıraya yerleşen taşkın, çözüm politikaları açısından da oldukça büyük öneme sahiptir. Bu açıdan en büyük hareket 2007 yılında yayınlanan 2007/60/EC sayılı Taşkın Risklerinin Değerlendirilmesi ve Yönetimi Direktifi'nin uygulanmaya çalışılması olmuştur [1].

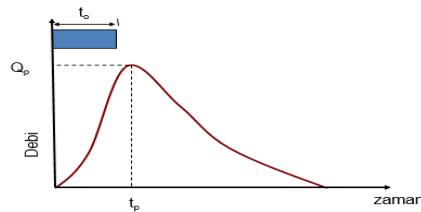
İnsanoğlu geçmişten günümüze kadar görülmüştür ki hep su kenarlarını yerleşim alanı olarak kullanmıştır. Bunun en önemli sebebi kaynağa yakınlıktır. Çarpık kentleşme ve dere yatakları kenarlarına yerleşim yapılması sonucu maddi ve manevi birçok hasar olmuştur. Bunun önüne geçebilmek adına taşkın modelleme yöntemleri kullanarak taşkın tehlike haritaları oluşturulmalıdır

BÖLÜM 2. TAŞKINLAR VE TAŞKINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Akarsularda debi ve su yüksekliği zamana bağlı olarak değişim gösterebilmektedir. Su seviyesinin ve dolayısıyla debinin yüksek olduğu zamanlarda su, akarsu yatağının dışına yayılarak çeşitli maddi ve manevi zararlara sebep olabilir. Bu durum taşkın olarak isimlendirilmektedir. Bu doğal afetin kontrol altına alınması için gerekli yapılan çalışmalara afet bazında taşkın yönetimi denilmektedir. Bu kontrollerin yapılabilmesi için bölgenin meteorolojik ve coğrafik özelliklerinin iyi bilinmesi gerekmektedir.

Taşkın yönetimi konusunda çeşitli modelleme programları kullanılarak taşkın yayılım haritaları oluşturulabilmektedir. Bu maksatla yaygın olarak MIKE11 ve Hec-RAS paket programları ile yayılım haritaları belirlenebilmektedir.

Taşkın modellemelerinde maksimum debi, maksimum taşkın hacmi ve maksimum su seviyesi de kullanılır. Bu modelleme kıstasları taşkın koruma yapılarının projelendirilmesinde baz alınarak projelendirme yapılır. Baraj modellemeleri, sedde modellemeleri, köprü projelendirilmesi, menfez projelendirilmesi, dolu savak projelendirilmesi gibi düzenli ve düzensiz akım formuna göre taşkınlar oluşturulabilmektedir. Taşkınlar sırasında debinin zamana göre değişimine taşkın hidrografı denilmektedir. Taşkın gerçekteşebileceği maksimum debiyi görmek bu hidrograftan mümkündür.



Şekil 2.1. Taşkın hidrografı [2]

Q_p : Pik Debi (m^3/s) , t_p : (s)

Şekil 2.1.'deki taşkın hidrografi örneğinde görünen maksimum debi pik noktasıdır ve tepe noktası olarak isimlendirilmektedir. Q_p değerine gelindiğinde taşkın sırasında maksimum su yüksekliği ve maksimum debi oluşmaktadır. Bu çalışmada da düzensiz akım kullanılıp hidrograftan hareketle modelleme yapılmıştır.

2.1. Taşkın Türleri

Taşkın türleri ile ilgili birçok çeşitli sınıflandırma literatürde mevcuttur. Genel hatlarıyla taşkın türlerinden bazıları aşağıda verilmiştir.

1. Nehir taşkınları
2. Kıyı taşkınları
3. Ani taşkınlar
4. Şehir taşkınları
5. Kar erimelerinin neden olduğu taşkınlar
6. Buzul ve moloz hareketlerinin neden olduğu taşkınlar şeklinde sınıflandırabilir.

2.1.1. Nehir taşkınları

Ülkemizde ve dünyada en yaygın görülen taşkın türlerinden bir tanesidir. Yetersiz kanal kesit kapasitesi, şiddetli yağışlar, özellikle bahar aylarında meydana gelen kar ve buz erimeleri sonucu nehirin yatağından çıkarak yayılım alanı doğrultusunda etrafına çevreleyen düz araziler üzerinde akışa geçmesidir. Bu alanlardaki yetersiz altyapı ve çarpık şehirleşme sonucu geçirimsiz yüzey oranının yüksekliği gibi sebepler neticesinde su yeraltına sızamayacak ve yüzeyde birikerek taşkına dönüşecektir. Bu nedenle bu alanlarda plansız yapılaşmadan uzak durularak, yeşil alanların arttırılması konusunda çalışmalar yapılmalıdır. Şekil 2.3.'de bunun Paraguay'a ait örneği vardır.



Şekil 2.2. Paraguay nehir taşkını örneği [3]

2.1.2. Kıyı taşkınları

Ülkemizde pek görülme sıklığı olmasada dünyanın birçok yerinde meydana gelen taşkınlardandır. Genelde fırtına dalgaları ve gelgitler sonucu rüzgar etkisiyle akıntının kıyıya gelmesi sonucu oluşan bir taşkın türüdür. Kıyı kesiminde yerleşimin olması halinde beraberinde şehir taşkınlarının da meydana getirmektedir. Denizaltında oluşan tektonik hareketlilik sebebiyle meydana gelen tsunamilerde kıyı taşkınlarının sebeplerinden biridir. Şekil 2.3.'de kıyı taşkını örneği mevcuttur.



Şekil 2.3. Japonya'da meydana gelen kıyı taşkını örneği [4]

2.1.3. Ani taşkınlar

Baraj yıkılmaları, toprak kayması, buz kütlelerinin ani yer değişimleri, yağışın çok şiddetli ve yüksek miktarda yağması bu sebeple sızmaya vakti kalmadan özellikle düzlük alanlarda birikmesi gibi nedenlerle meydana gelen ani taşkınlardır. Bu tür taşkınlar nehir eğiminin yüksek olduğu vahşi derelerde de, ülkemizde genellikle Karadeniz bölgesinde meydana gelmektedir. Eğimin oldukça yüksek olduğu bu tip bölgelerde taşkınların sebebiyet verdiği heyelan sonucu rusubat taşınımı ile daha yıkıcı bir hal almaktadır. Bu gibi taşkınların önüne geçmek adına meteorolojik veriler kullanılarak arazi kullanımı ile ilişkilendirilmiş taşkın risk haritaları ile afet yönetim planları oluşturulup önlemler alınmalıdır.

2.1.4. Şehir taşkınları

Şehir taşkınlarının temel sebebi arazi kullanımının yanlış planlanmasıdır. Yoğun ve çarpık yapılaşma sonucunda arazi geçirimsiz hale gelmekte ve sızma katsayısı düşürülüp yağışın akışa geçen miktarı artış göstermekte ve uzaklaştırılması oldukça güçleşmektedir. Şekil 2.4.'de İstanbul'da yakın zamanlarda yaşanmış taşkın felaketleri bu tip sel felaketlerine örnek olarak gösterilebilir.



Şekil 2.4. İstanbul şehir taşkını örneği [5]

2.1.5. Kar erimelerinin neden olduğu taşkınlar

Kar erimleri en çok ilkbahar aylarında meydana gelmektedir. Dağlarda kış boyunca biriken karlar ilkbaharın gelmesiyle yeraltı ve yüzey suyu olarak akışa geçmektedir. Eğimin yüksek olduğu alanlardan düzlük alanlara doğru arazi yapısına göre akış, yüksek hız ve debide gerçekleşmektedir. Bununla beraber yüzeysel akış ile sediment taşınımı da olası bir ihtimaldir.

2.1.6. Buz ve moloz taşkınları

Genellikle sarp bölgelerde meydana gelen bir taşkın türüdür. Hem buzul erimleri ve arazi sarplığından dolayı kopan kütleler nehir yatağını tıkayarak taşkınların meydana gelmesine sebep olurlar. Akarsu yataklarının ağızlarında birikerek kapatan sediment hareketide nehir taşkınlarına sebebiyet vermektedir.

2.2. Taşkınları Etkileyen Faktörler

2.2.1. Havzanın meteorolojik özellikleri

Havzanın sıcaklık, buharlaşma, rüzgâr, basınç ve nem gibi meteorolojik özellikleri taşkın oluşumunda önemli karakteristiklerdir. Yağış miktarının, süre ile ilişkisi taşkın oluşumları doğrudan etkilemektedir. Şiddetli yağışlar sonucu su yeraltı ve yüzeysel akışa geçmektedir. Şiddetli pik yağışlar oluştuğunda ve zemin sızma miktarının yetersiz kalması durumunda taşkın meydana gelmektedir. Şiddetli kar erimleri sonucu da yine maksimum debi ile taşkınlar meydana gelebilmektedir. Arazi kullanımına bağlı olarak sızma miktarı, yağışın akışa geçen miktarını etkilemekte ve bu da taşkın potansiyelini etkilemektedir. Yeraltı akışları genellikle doğal filtrasyon yöntemi olup yavaş gerçekleştiği için sızma özelliklerine bağlı bir parametredir. Yüksek yağış şiddeti de eğer yine doğru analiz edilemez ve su tahliyesi planları doğru projelendirilip uygulanmazsa büyük maddi ve manevi hasarlara sebebiyet verebilmektedir.

Sıcaklık faktörü ise yağış döngüsünde oldukça önemli bir diğer meteorolojik parametredir. Aynı zamanda taşkın hidrograflarının önemli parametrelerinden biridir. Sıcaklık artışı olduğu zamanlarda ki genellikle maksimum erime ilkbahar aylarındadır, ani erimeler sonucu beklenmeyen taşkınlara sebebiyet verebilir. Yüksek kotlu yerlerden alçak kota doğru yüksek miktarda debi ile akış gerçekleşir ve taşkına sebebiyet verir.

Bir diğer önemli meteorolojik parametre ise rüzgardır. Rüzgarlar, su yüzü üzerinde hızlanma meydana getirip taşkın oluşumunu dalga etkisiyle hızlandırabilmektedir. Özellikle kıyı taşkınlarında rüzgar etkisi oldukça önemli bir parametredir.

2.2.2. Havzanın yapısal özellikleri

Havzanın yapısal özellikleri taşkınların gerçekleşmesinde en önemli parametrelerden biridir. Sadece bir parametreyi değil birden çok parametreyi bir arada bulundurlar. Bunlar şu şekilde sıralanabilir; havzanın eğimi, havzanın büyüklüğü, havzanın biçimi, zeminin cinsi, arazinin bitki örtüsü, yeraltı akiferlerinin kapasitesi, zemin nemi, yapay drenaj ağı tipi, yapay drenej ağı miktarı, yüzeysel birikmenin tipi ve yüzeysel birikmenin miktarıdır.

Havzanın eğimi taşkın ve diğer birçok doğal afet içinde geçerli olan bir faktördür. Havzanın eğimi arttıkça taşkın şiddeti artar. Yüksek kotlardan alçak kotlara doğru akış gerçekleşmektedir. Bu süre zarfında taşkın pik debide ise eğim parametresinin etkisiyle şiddet doğru orantılı olarak artmaktadır. Beraberinde zemin yapısı heyelan oluşumuna uygunsa sediment taşıyarak alüvyal ova oluşumu da gözlenebilmektedir. Adapazarı Ovası buna en iyi örneklerden bir tanesidir.

Drenaj alanın şekli de oldukça önemlidir. Kesit alanının dar olması taşkının ani taşkına dönüşmesine sebebiyet verebilir. Bu nedenle nehir yataklarında mümkün mertebe kesiti bir anda daraltmayacak şekilde sanat yapıları tercih etmek gerekmektedir.

Zeminin cinsi taşkın yayılımında beton etkisi göstermemesi gerekmektedir. Sedimentli yumuşak kolay kopan zeminle taşkın sırasında akışın yükünü arttırıp taşkın şiddetini yükseltmektedir. Kaya zeminlerde ise çatlaklar olmadığından dolayı akış genellikle yüzeysel kalacak ve yeraltı suyuna karışamayacağı için kolaylıkla kısa sürede pik debiye ulaşacaktır. Bu da yine taşkın şiddetini arttıran bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Killi zeminlerde ise kil suyu gördüğü zaman şişme özelliğine sahiptir. Bu nedenle geçirimsiz bir tabaka oluşturacağı için taşkın kolaylıkla pik debisine ulaşır ve şiddeti artmış olur. Daha daneli ve geçirimli zeminlerde sızma kapasitesi yüksek olduğu için suyu tutma kapasitesi artar ve taşkın pik debiye ulaşamayabilir.

Bitki örtüsü ise tıpkı zemin cinsinde olduğu gibi sızma ile orantılıdır. Bitki örtüsü ne kadar zengin ise akışı tutma kapasitesi de o kadar yüksektir. Bu nedenledir ki heyelan ve taşkın tehlikesi olan bölgelerde sıkça ağaçlandırma çalışmaları yapılmaktadır. Akışı tutma kapasitesi sızma ile doğrudan bağlantılıdır. Yeraltı suyularının beslenmesi ve yüzeysel akışın azalması adına nehir yataklarının yanlarına ağaçlandırma ve çimlendirme çalışmaları yaparak arazi pürüzlülük katsayısı (manning katsayısı) arttırılır ve böylelikle yayılım hızında azalma meydana gelmiş olur.

Yeraltı akiferi, yağış dolayısıyla yüzeysel akışa geçmeyen suların sızma sonucu yeraltına geçip buradaki kayaçta tutulmasına veya diğer kayaçlara geçiş yapmasını sağlayan yeraltı yapısıdır. Yeraltı akifer kapasitesi ne kadar büyük olursa yeraltı suyuna karışan yağışın miktarıda doğru orantılı olarak artmaktadır.

Yapay drenaj ağının tipi ve miktarı da aynı şekilde suyu uzaklaştırma ve tutma kapasitesiyle doğru orantılıdır. Yapay drenaj ağı yağış sırasında depolama kapasite ne kadar fazla olursa taşkın, pik debisine o kadar ulaşamaz. Yapay drenaj ağlarında projelendirme parametresi olarak ağın tam kapasitede çalıştığı ve tam dolu olduğu kabul edilir.

Yüzeysel biriktirme de ise yağmur suları çeşitli depolama alanlarında toplanır ve uzaklaştırılması yapılır. Bu sistemde de taşıma kapasite tam dolu kabul edilerek suyun drenajı yapılır.



BÖLÜM 3. TAŞKINLARIN İNSAN HAYATI ÜZERİNE ETKİLERİ

Taşkınlar beraberinde oldukça büyük yıkımları getiren doğal afetlerdir. Dünya üzerindeki birçok ülkede çeşitli zamanlarda ve çeşitli şiddetlerde taşkınlar olmaktadır. Bunların birçoğu ölümlerle sonuçlanmaktadır. Bu afetin tetiklenmesinde en büyük etmen insan müdahalesinden kaynaklanmaktadır. Ülkemizde de dünyanın birçok yerinde olduğu gibi depremde sonra en çok maddi ve manevi kayıp yaşatan doğal afet taşkınlardır.

1975 ve 2010 yılları arasında zaman diliminde baktığımızda; 695 taşkın meydana gelmiş, 634 kişi bu taşkınlarda hayatını kaybetmiş, 810.000 hektar arazi sular altında kalmıştır. Bu taşkınların meydana getirdiği ekonomik kayıp isem toplam 3.717×10^6 ABD \$'ı olmuştur [6].

Tablo 3.1. 1975-2009 Döneminde ülkemizde meydana gelen taşkınlar ve olumsuz etkileri [6].

Yıllar	Taşkın Sayısı	Ölü Sayısı	Sular Altında Kalan Arazi (Hektar)	Toplam Zarar (\$)
1975-1979	160	85	120.000	57.000.000
1980-1989	152	63	190.000	1.500.000.000
1990-1999	102	310	250.000	2.000.000.000
2000-2009	281	176	250.000	160.000.000
TOPLAM	695	634	810.000	3.717.000.000

Tablo 3.1.'deki verilere göre en çok taşkın 1980-1989 yılları arasında olmuştur. Ama en çok ölüm sayısı 1990-1999 yılları arasında yaşanmıştır. Yanlış imar planması sonucu taşkından etkilenen insan sayısı ve sular altında kalan arazi artmıştır.

Tablo 3.2. Çin’de meydana gelen önemli taşkınlar [6].

Ülke	YIL	Sebepl Olan Taşkın	Ölü Sayısı
ÇİN	1887	Sarı Nehir Taşkını	900.000-2.000.000
ÇİN	1931	Çin Taşkını	2.500.000-3.000.000
ÇİN	1938	Sarı Nehir Taşkını	500.000-700.000
ÇİN	1975	Banqiao Barajı’nın Yıkılması	230.000

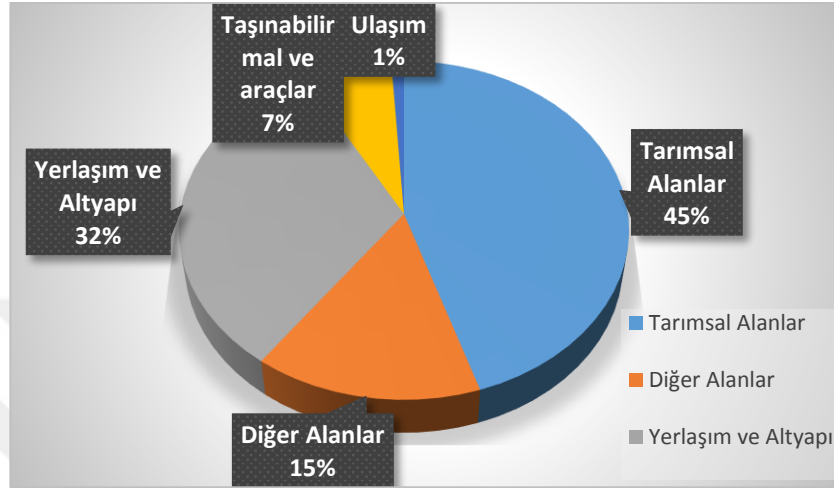
Dünya’daki en çok taşkına mağruz kalan ülke Çin’dir. Amerika’da meydana gelen taşkınların bir çoğunluğu ani taşkınlardan kaynaklandığı bilinmektedir. Ölüm sayıları taşkınlardan dolayı oldukça yüksek olup boğulmadan kaynaklanmaktadır. Sadece taşkının verdiği hasarlardan kaynaklı değil taşkın sonrası mücadelelerde de oldukça büyük ekonomik harcamalar yapılmaktadır. Şekil 3.2.’de ölüm sayısı görülmektedir.

Taşkınların sebep olduğu bir diğer etmen ise taşkın sonrası oluşan hastalıklardır. Taşkın sonucu hasar gören içme suyu hatları ve kanalizasyon hatları zarar görür. İnsan veya hayvan ölüleri bu sulara karışıp kullanım sularının kirlenmesine sebep olur. Taşkından sağ kalan insanların temiz kullanım suyuna ulaşması oldukça güçleşir. Kirli sulara temas etmeleri durumunda her türlü hayvansal hastalıklar bulaşp çok hızlı bir şekilde kitleler halinde yayılabilir. Kolera ve sıtma gibi bulaşıcı hastalıklarda artış görülür. Kirlenen sular bir numaralı kontamine olmuş atık durumuna gelir [7].

Taşkınların sebep olduğu bir diğer yıkım ise zehirli atık ve toksik madde biriktiren depoların zarar görmesi, doğalgaz ve elektrik gibi yeraltı hatlarının zarar görmesi gibi hasarlarda mevcuttur. Yeraltı hatların zarar görmesi büyük patlamalara ve yangınlara sebebiyet verebilir. Zehirli atıklardan kontamine olmuş maddeler insanlara bulaşabilir ve insanlarda kontamine haline gelir. Kitleler halinde toksik maddeler yayılım gösterebilirler. Bu zehirli maddeler sular çekildikten tarım arazileri üzerinde de kalıcı hale gelebilir ve ilerleyen dönemlerde toprak yapısını bozabilirler [7].

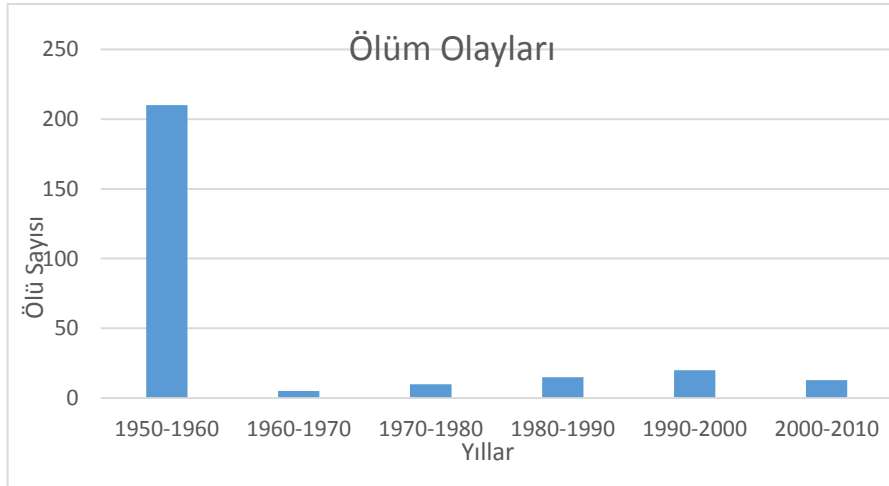
Bütün bu yaşanan etkilerin yanında insanlar üzerinde doğal etki olarak psikolojik hasarlarda meydana gelir. Yaşadığı habitatın bozulması, barınma ihtiyacının zarar

görmesi, gerekli temel ihtiyaçlarını karşılayamamak ve en önemlisi yakınlarını kaybetmek oldukça büyük psikolojik hasarlara sebebiyet verebilir. İnsanlarda ilerleyen yıllarda sinirlilik, panik atak, strese bağlı depresyonlar, alkol ve madde bağımlılığı problemleri görüldüğü yapılan çalışmalarda görülmüştür [7].



Şekil 3.1. Taşkın zararlarının sektörlere göre dağılımı (%) [6].

Şekil 3.1.'de görüldüğü üzere ülkemizde meydana gelen taşkınların verdiği zararların sektörel bazda dağılımı görülmektedir.



Şekil 3.2. Yıllara göre insan kayıpları [8].

Şekil 3.2.'de yıllara göre taşkınlar sonucu hayatına kaybeden insanların ölüm oranları verilmiştir. 1950 ile 1960 yılları arasında meydana gelen taşkınlar sonucu diğer yıllara göre en fazla ölüm oranına sahiptir.

Tablo 3.3. Ülkemizde 1975-2015 yılları arasında meydana gelen taşkın olayları ve etkileri [8].

Yıl	Taşkın Sayısı	Can Kaybı	Su Altında Kalan Alan (Ha)
1975	62	8	36714
1976	29	5	22536
1977	27	11	3317
1978	21	0	13850
1979	21	61	40966
1980	44	6	83016
1981	16	2	58413
1982	10	0	784
1983	14	33	2113
1984	12	0	29140
1985	7	0	2318
1986	8	4	679
1987	7	0	564
1988	24	17	3910
1989	10	1	9500
1990	26	57	7450
1991	23	23	15770
1992	14	1	690
1993	2	0	60
1994	9	4	1680
1995	20	164	201100
1996	4	1	11000
1997	1	0	1390
1998	2	57	7000
1999	1	3	0
2000	4	0	8066
2001	42	8	43297
2002	27	27	510
2003	21	7	64200
2004	23	3	25750
2005	25	14	13855
2006	24	45	85810
2007	22	11	1050
2008	10	2	10
2009	84	59	3250
2010	110	25	44279
2011	56	13	202
2012	69	23	19685
2013	38	7	17569
2014	118	9	4455
2015	122	9	7985

Tablo 3.3.'de 1975 ile 2015 yılları arasında meydana gelen taşkın olayları ve buna bağlı olarak can kayıpları ile sular altında kalan arazi verileri görülmektedir. DSI'den alınan bu veriler doğrultusunda en çok taşkın sayısının 118 adet ile 2014 yılında yaşandığı görüldü. 1995 yılında meydana gelen 20 adet taşkında toplamda 164 kişi yaşamını kaybetmiştir. 2014 yılında taşkın sayısı çok olmasına rağmen 9 kişi hayatını kaybetmiştir. En çok sularaltında kalan arazi ise yine 1995 yılında meydana gelmiştir. Tablodan çıkarılan yoruma göre yıllar geçtikte yanlış arazi kullanımı, çarpık kentleşme gibi durumlar sebebiyle taşkın sayıları artmaktadır. Ancak alınan önlemler ve taşkın öncesi, taşkın anı ve taşkın sonra yapılan taşkın yönetimi kapsamındaki çalışmalar sonucunda taşkınların verdiği maddi ve manevi zararlar azaltılmaktadır.



BÖLÜM 4. LİTARETÜR ARAŞTIRMASI

Taşkınlar birçok maddi ve manevi hasarlara sebep olmaktadır. Taşkınların engellenmesi ve bu doğrultuda taşkınların öngörülebilmesi adına oldukça fazla çalışma mevcuttur. Ülkemizde taşkınlarla ilgili yapılan çalışmalar aşağıda incelenmiştir.

Temiz ve ark. (2004), Batı Karadeniz Bölgesi'nde, Log Pearson Type III dağılım yöntemiyle hesapladıkları 50 yıllık tekerrürlü taşkın debisine sahip akımların oluşturacağı potansiyel taşkın yayılım alanlarını, CBS programı vasıtasıyla değerlendirmişler ve sonuç olarak çalışma alanının kuzeybatı kesimlerinin göreceli olarak daha fazla taşkın yayılım potansiyeline sahip olduğunu belirtmiştir [9].

Aydın (2008), Büyük Menderes Nehri sağ sahil akarsudaki sel kontrol çalışmalarının irdelendiği bir çalışma olup CBS kullanılmasıyla havza ıslahı etüt-proje çalışmalarında kolaylık sağlanacağı, havza morfometrik analizlerinin hızlı ve sonuçlarının daha hassas olacağı, CBS tabanlı taşkın modellemesi ile olası bir taşkında risk altında bulunan alanlar ile taşkın derinliğinin belirleneceği özellikle projelendirme aşamasında karar vericiye alınabilecek yapısal önlemlerinin niteliği ve boyutu hakkında kolaylık sağlayacağı vurgulanmıştır [10].

Göçmen (2006), Edirne ili alt havzalarında taşkın debisi ve su verimi hesaplamaları için deneysel yöntemlerin etkinliklerinin araştırıldığı bir çalışmada, farklı büyüklüklere sahip birbiri içerisinde yer alan üç alt havza araştırma alanı olarak seçilerek, burada Soil Conservation Service (SCS) boyutsuz, Snyder, Mockus, Turc, Mc Math ve Rasyonel yöntemlerin kendi aralarında mukayesesi ve doğrudan yüzey akış değerleri kullanılarak etkinlikleri araştırılmıştır. Havza taşkın debisi ve hidrografları için bölge koşulları dikkate alınarak geliştirilen katsayıların kullanıldığı

Snyder ve Mockus yöntemlerinin iyi sonuçlar verdiği, Mc Math ve Rasyonel yöntemler ile farklı tekerrür aralıkları için hesaplanan taşkın debileri birbirlerinden çok farklı olduğu ve Rasyonel yöntemin her zaman Mc Math yönteminden daha büyük değerler verdiği belirtilmiştir [11].

Usul ve Turan (2006), CBS'ni kullanarak Ulus Havzası'nın hidrolojik taşkın analizini yapmak ve olası taşkınları tahmin etmek için yaptıkları çalışmada, Mike 11 modelleme sistemini kullanarak 25, 50 ve 100 yıl tekerrürlü taşkın debileri hesaplamıştır ve taşkın risk haritası oluşturmuşlardır [12].

Özdemir (2007), Havran ilçe merkezi ve ovası için CBS ile hidrolik paket programları vasıtasıyla olası taşkınların hidrolik modellemesini oluşturulduğu ve taşkın haritalarını üretmek amacıyla yaptığı çalışmada, HEC-RAS ve HEC-GeoRAS programlarının taşkın risk haritası haline gelmesi konusunda güçlü bir alt yapıya sahip olduklarını ve bunların taşkın risk yönetimi açısından yapılacak taşkın kontrol planları önemli bir yere sahip olduklarını vurgulamıştır [13]

Topaloğlu ve ark. (1999), Örnek bir havzada gözlenmiş akım miktarlarının sistem simülasyonu ve frekans analizlerinde kullanılabilirliğini bazı istatistik analiz teknikleriyle incelemişler, daha sonra bu analiz tekniklerini Orta Anadolu Kapalı Havzasındaki akım gözlem istasyonlarında ölçülen anlık maksimum akış verilerine uygulamışlar ve sonuç olarak 9 istasyondan 5 tanesinin akım verilerinin frekans ve simülasyon çalışmalarında güvenle kullanılabileceğini tespit etmişlerdir [14].

Özdemir (2007), Havran Çayı'nın (Balıkesir) farklı tekrarlama sıklıklarındaki akım miktarlarını Gumbel ve LP3 istatistik dağılım yöntemleriyle hesaplayarak iki yöntemin sonuçlarını karşılaştırmış ve Havran Çayı'nda 1981 yılında meydana gelen taşkında ölçülen akım miktarının yaklaşık olarak Gumbel dağılımında 100 yıllık, LP3 dağılımında ise 50 yıllık tekrarlama sıklığına karşılık geldiğini belirlemiştir [15].

Aşıkoğlu ve Benzeden (2007), İzmir ve Uşak illerinde gözlenen standart süreli maksimum yağış verilerini kullanarak, aykırı gözlemlerin öngörülen dağılım

modellerinin uygunluk düzeyini nasıl etkileyebileceğini araştırmışlar ve sonuç olarak veri dizilerindeki aykırı değerler ayıklanmaksızın yapılan uygunluk testlerinin zaman zaman yanlış kararlar verilmesine neden olabildiğini, İzmir ve Uşak istasyonlarının birkaç yıldaki aykırı verileri dizilerden çıkarıldığında, her iki modelin de $\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyinde kabul edilebilir modeller olduğunu saptamışlardır [16].

Gürgen (2004), Doğu Karadeniz Bölgesi'nde meydana gelen maksimum yağışları ve taşkınlar açısından önemini incelediği çalışmasında, Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki birçok yerleşim yerine ait 5 dakikalık ve 24 saatlik maksimum yağış verilerini değerlendirmiş ve 5 dakikalık maksimum yağış değerlerinin batıdan doğuya gidildikçe arttığını, 24 saatlik maksimum yağış değerlerinin ise orografik koşullara bağlı olarak genellikle doğuya gidildikçe arttığını belirtmiştir [17].

Yurdakul (2019), Sapanca Gölü'nün güneyinde bulunan Keçi deresi üzerinde taşkın yayılım haritası üretmek amacıyla TIN verisini oluşturmuş ve bir CBS programı olan ArcMap'e aktarmıştır. Debi hesabında Log-Normal Dağılım, Normal Dağılım, Gumbel Dağılımı, Pearson Dağılımı, Log Pearson Dağılımı gibi yöntemler kullanarak yağışı debiye dönüştürmüştür. Bu debileri 2, 5, 10, 25, 50, 100 ve 500 yıllık tekerrürlü taşkın debisi olarak hesaplamıştır. Bu dönüşümleri Hec-RAS programı kullanarak daha önceden ArcMAP'te oluşturduğu altlık sayesinde tekekkürlü taşkın debilerinde oluşan arazi üzerinde taşkın yayılım haritalarını oluşturmuştur. Bu çalışma sonucunda İstanbul-Ankara arası ücretli bağlantı yolunun ve YHT hattının taşkından etkilenmediği ortaya çıkmıştır [18].

Ergen (2019), Sakarya'nın Geyve İlçesi Doğantepe Göleti üzerine baraj yıkılmaları üzerinden 2D bir modelleme yapmıştır. Bu çalışmada Geyve şehir merkezinin baraj yıkılması sonucu taşkın riski gözlemlenmiştir. NetCAD VE ArcMAP programları kullanarak arazi altlığı oluşturulmuştur. Dem dosyası üzerine bina işlemleri yapılmıştır. İki sırta baraj modellemesi Hec-RAS ile tanımlanmıştır. Akım için Unsteady Flow Data kullanılarak hidrograf üzerinden veri girişi sağlanmıştır. Daha sonra 10 dakika, 20 dakika, 30 dakika, 40 dakika, 50 dakika ve 60 dakika boyunca maksimum derinlikteki taşkın yayılım haritası oluşturulmuştur. Araştırma sonucunda

taşkın 40 dakikalık bir sürede Geyve merkezine ulaştığı 1458 yapının bu taşkından etkilendiği görülmüştür [19].

Özcan (2017), bu çalışmada Ayamama Deresi örneği kullanılmış olup taşkın tespiti sırasında farklı methodlar kullanılmıştır. Çok kriterli Karar Verme, Hidrolik Modelleme, Bilgi Difüzyon Teorisi ve Eğri Numarası (SCS-CN) yöntemleri kullanılarak genel bir değerlendirme yapılmıştır. Çalışmadan etkilenen alanlar CBS programı ile belirlenmiştir. 185 m³/s'lik kararlı akım sonucu 73 hektarlık bir alanın etkilendiği sonucuna ulaşılmıştır. Taşkın sonucu 1859 bina etkilenmiştir. Bu sonuç modelleme sonucuna göre ortaya çıkmıştır. Bilgi Difüzyon Analizi sonucuna göre ise 180 m³/s'lik akıma geldiğinde %97.2 olasılıkla taşkın olacağı ve 50 hektarlık bir alanın etkileneceği sonucuna ulaşılmıştır [20].

Akkaya (2016), Meriç ve Tunca şehirlerinin Edirne merkezi kısmında MIKE11 programı kullanarak 2 boyutlu taşkın analizi yapılmıştır. 1955-1975 yılları arasında yapılan mevcut seddelerin durumu incelenmiştir. Birçok Osmanlı'dan kalma tarihi eser ve verimli tarım arazilerinin sular altında kaldığı görülmüştür. Taşkın yenilenim debilerine göre taşkın yayılım haritaları elde edilmiştir. Tahliye kanalı ve iki adet alternatif güzergah modellenmiştir. Modelleme sonucu 2 boyutlu modelleme ile analiz yapılmıştır [21].

Oğraş ve Önen (2019), bu araştırmada Dicle Nehri'nin taşkın analizi paket programlar aracılığıyla yapılmıştır. Doğal durum ve kanaldaki duruma göre manning pürüzlülük katsayılarındaki (n) değişim kıyaslanmıştır ve uygun olanlar tablodan seçilmiştir. AutoCADCivil3D programıyla nehir üzerinde bulunan hidrolik sanat yapıları belirlenmiştir. 200m aralıklarla nehir sağ ve sol sahil belirlenmiş olup enine kesitler oluşturulmuştur. Elde edilen altlık Hec-RAS programına aktarılmıştır. Taşkına ait su yüzü profilleri, hız grafikleri, kot-debi ilişkisi belirlenmiştir. 100 yıllık ve 500 yıllık tekerrürlü taşkın debisine göre analizler yapılmış, simülasyonlar oluşturulmuştur. Sadi ve On Gözlü Köprüleinin kapasitelerinin yetersiz olduğu taşkın durumunda UNESCO tarafından Dünya Kültür Mirası Listesine alınan Hevsel Bahçeleri'nin ve daha birçok yapının taşkın sınırında olduğu görülmüştür. Bu

durumlar göz önüne alınarak regülatör veya memba batardosu tarzı çevirme yapıları inşaa edilebileceği önerilmiştir [22].

Üyükoğlu ve ark. (2015) Antalya ili Manavgat İlçesindeki Ilıca Deresi üzerinde taşkın modellemesi yapmıştır. Modifiye Cowan Metodu Dsi Formatı Pürüzlülük Katsayıları tablosundan manning (n) pürüzlülük katsayısı seçimi uygun olarak seçilmiştir. Hidrolik model oluşturulurken mevcut hidrolik sanat yapıları araziye işlenmiştir. TIN dosyası CBS üzerinden Hec-GeoRAS kullanılarak arazi dataları tanımlanmış ve kesitler oluşturulmuştur. 5 yıllık, 10 yıllık, 25 yıllık, 50 yıllık, 100 yıllık ve 500 yıllık tekerrürlü taşkın debileri 4 ayrı kesit üzerinde Hec-RAS programında analiz edilmiştir. Sonuç olarak arazi ıslahı, arazi ağaçlandırılması gibi öneriler sunulmuştur. Daha net bir sonuç için diğer akarsularında analiz edilip ıslahı yapılması önerilmiştir [23].

Taş ve ark (2016) Afyon Akarçay Alt Havzasında paket programlar aracılığıyla taşkın yayılım haritaları oluşturulup buna bağlı olarak taşkın zarar analizi yapılmıştır. CBS sistemi olarak ArcGIS kullanılmış olup arazi modellemesi oluşturulmuştur. Analiz sonuçları Jonkman'ın (2007) yapmış olduğu su derinliği- ölüm oranı ilişki grafiği ile yorum yapılmıştır. Tekerrür debileri 2, 10, 100 ve 500 yıllık olarak yayılım haritaları oluşturulmuştur. Bu haritalar kullanarak bölgenin taşkın risk haritaları oluşturulmuştur [24].

Sönmez (2013), Iowa eyaletinde meydana gelen tarihsel taşkından yola çıkarak yapılmış bir çalışmadır. 1 boyutlu ve 2 boyutlu taşkın modellemesi ile hidrodinamik bir model oluşturulmuştur. Hidrodinamik model 2008 yılında kayda geçen taşkınla mukayese edilmiştir. 1 boyutlu modellemede Hec-RAS programı kullanılmıştır, 2 boyutlu modelde ise MikeFlood programı kullanılarak taşkın simülasyonu yapılmıştır. Taşkın yayılım haritaları 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200 ve 500 yıllık tekerrürlü taşkın debileri kullanrak hazırlanmıştır. Çalışma amaçlarında biri de taşkın yayılım haritaları kullanarak FEMA kapsamında taşkın risk alanlarının belirlenmesi olmuştur. Bu haritalar sayesinde taşkın risk azaltma süreç çalışmalarına yardımcı olacağı düşünülmüştür [25].

Dere (2019), çalışma Sapanca ‘da buluna Kurtköy ve Mahmudiye Deresi üzerinden yapılmıştır. Çalışmada meteorolojik veriler kullanarak ekstrem yağış hesabı yapılmıştır. Bu yağışlar daha sonra tekerrürlü taşkın debilerine dönüştürülmüş. Dönüşüm yöntemi olarak Mockus yöntemi kullanılmıştır. 1/1000 ölçekli harita önce NetCAD üzerinden ArcMap’e aktarılıp üçgenleme modeli elde edilmiş. Analiz programı olarak Hec-RAS kullanılmıştır. Modellemede 2 yıllık, 5 yıllık, 10 yıllık, 25 yıllık, 50 yıllık, 100 yıllık , 500 yıllık ve 1000 yıllık tekerrürlü taşkın debileri hesaplanarak kullanılmış. Tüm tekerrürlü taşkın debileri için taşkın yayılım haritaları, taşkın risk analizleri elde edilmiştir [26].

Efe ve Önen (2015), Batman Çayı’nın Yeni Malabadi Köprüsü ile Batman Karayolu Köprüsü arasında kalan alana ait taşkın analizi yapılmıştır. AutoCAD3D programı ile topografik veriler üzerinden 165 tane en kesit alınmıştır. Alınan bu en kesitler ile Hec-RAS programı vasıtasıyla 1 boyutlu taşkın modellemesi yapılmıştır. Dereye ait 5 yıllık, 10 yıllık, 25 yıllık, 50 yıllık, 100 yıllık ve 500 yıllık tekerrürlü taşkın debilerine göre su yüzü üst kotunun geldiği kotlar tespit edilmiştir [27].

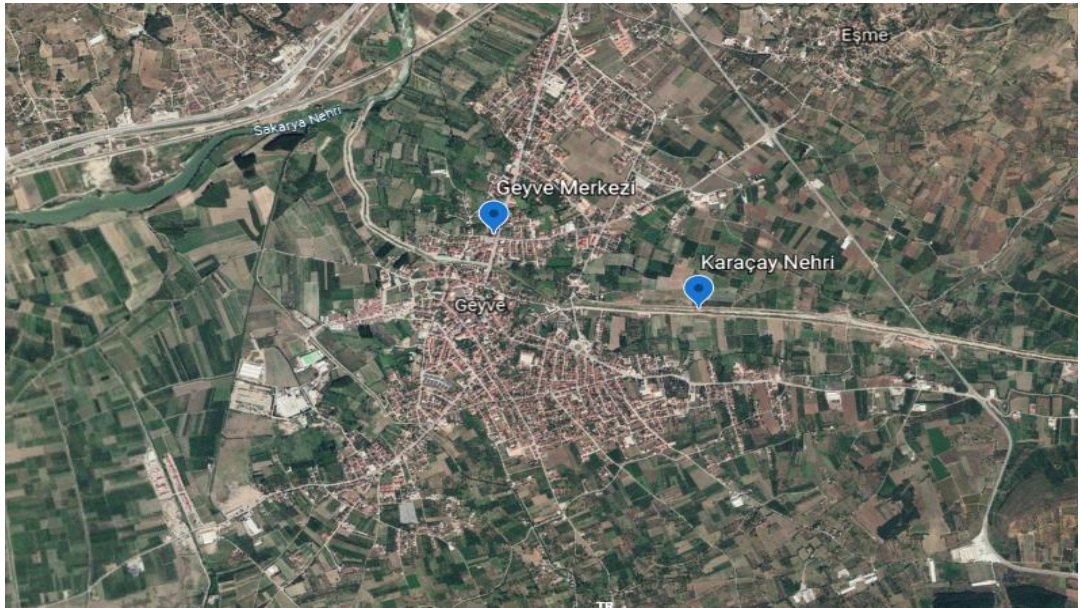
Sönmez ve Demir (2016), bu çalışmada Ağva ilçe merkezine ait taşkın yayılım haritaları oluşturulmuş ve mevcut bina datası ile birleştirilerek taşkın su seviyeleri tespit edilmiştir. Modelleme olarak Hec-RAS programı kullanılmış. Marmara havzası akım gözlem istasyonlarına ait veriler havzayı tanımlamaya tam olarak yeterli olmadığı için taşkın senaryolarına ait senaryo debileri kullanılmıştır. Toplamda 6 farklı senaryo 2 farklı nehir kolu için üretilmiş. ArcGIS’te mevcut bina haritaları sayısallaştırılarak taşkın yayılım haritaları ile birleştirilmiştir. Bu haritalarda su seviyesi maksimum alınmış. Sonuç olarak çalışmada senaryolar doğrultusunda etkilenen konut sayısı ve yüksekliği şeklinde bir sonuç grafiği oluşturulmuştur [28].

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde Geyve ilçe merkezini konu alan taşkın analizleri gerçekleştirilmemiştir. Bölgede AGİ’ler olmadığı için yağış verileri Log-Pearson III yöntemi ile istatistiksel analize tabi tutularak ve elde edilen gelmesi muhtemel yağış verilerini esas alan deterministik Mockus yöntemi kullanılarak tekkerrürlü debiler hesaplanmış ve bölge için ilk kez 2 boyutlu taşkın analizi yapılmıştır.

BÖLÜM 5. ÇALIŞMA SAHASI

5.1. Geyve'nin Tanıtımı

Geyve, Marmara Bölgesi'nin doğusunda, Sakarya ilinin güneyinde yer alan Sakarya'nın bir ilçesidir. Doğu kısmında Kapürçek ve Taraklı ilçeleri, batısında Pamukova ilçesi, kuzeyinde Sapanca ilçesi ve güneyinde Bilecik iline bağlı olan Osmaneli ve Gölpazarı ilçeleri bulunmaktadır. Geyve'nin yüzölçümü 780 km²'dir. Deniz seviyesinden yüksekliği 80 m'dir. Geyve, 1954 yılına kadar Kocaeli'nin bir ilçesi durumundayken 1830 senesinden itibaren Sakarya'nın ilçesi olmuştur. İlçenin akarsuyu Karaçay Deresi'dir. Karaçay Deresi Sakarya Nehri'ne dökülmektedir. Karaçay Deresi Geyve'nin merkezinden geçmektedir. Arazi yapısı olarak Geyve, büyük bir orana dağlık ve orman bölgesidir. Ova kısmı sulamalı tarım açısından oldukça uygun bir bölgedir. Şekil 5.1.'de Geyve ilçe merkezine ait uydu görüntüsü mevcuttur [29].

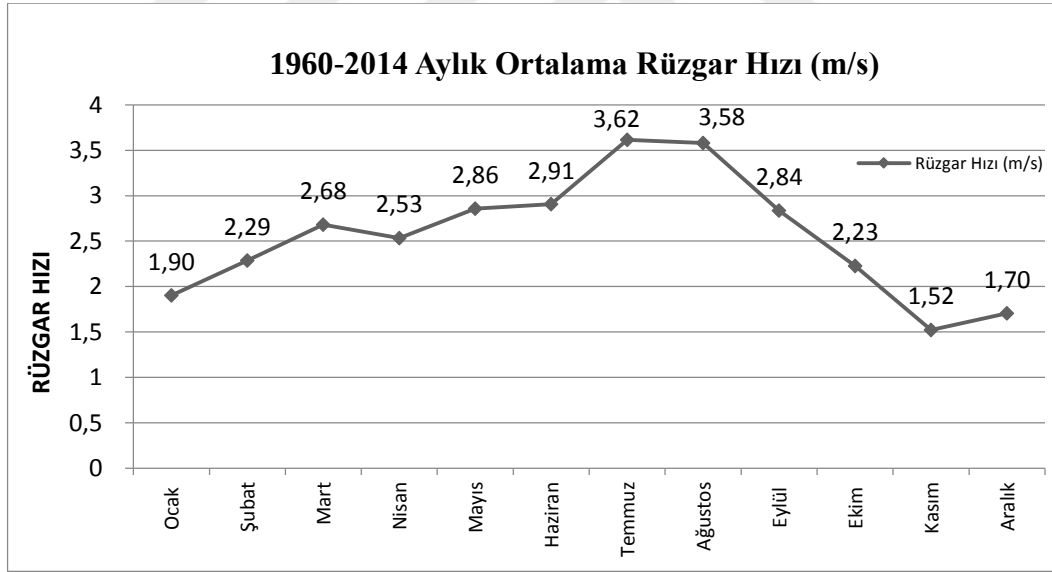


Şekil 5.1. Geyve merkezi, karaçay deresi ve sakarya nehri'nin google earth görüntüsü [29].

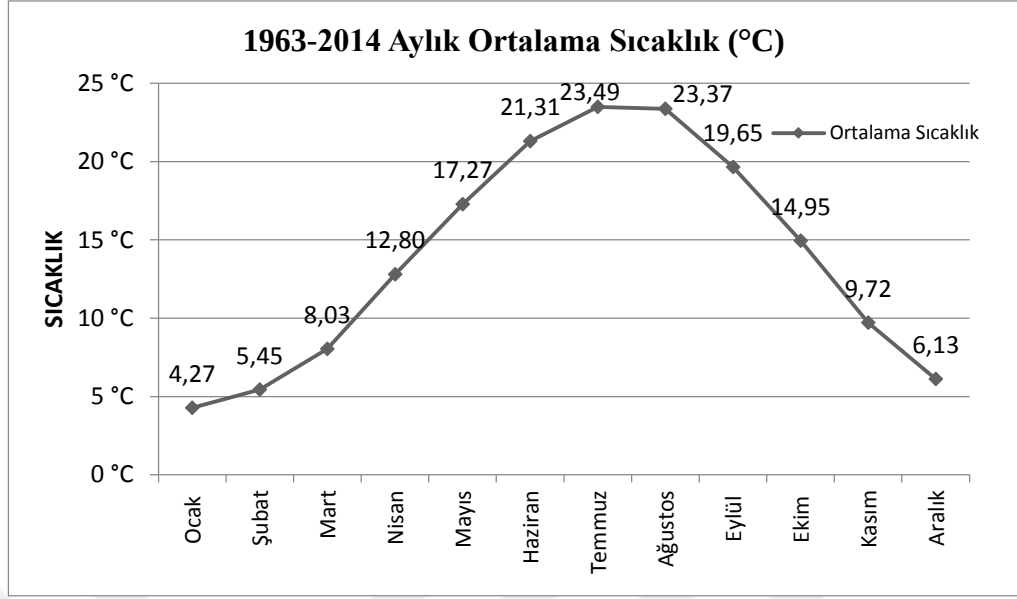
5.2. İklim Ve Meteorolojik Özellikler

Geyve, iklim özellikleri bakımından ılıman ve yağışlı bir meteorolojik duruma sahiptir. 3 iklim tipini bir arada barındırır; Akdeniz, Karadeniz ve Karasal iklimleri. %80 oranında dağlık ve ormanlık bir arazi yapısına sahiptir. Geri kalan %20'lik kısım ise oldukça verimli tarım ovaları bulunmaktadır [29].

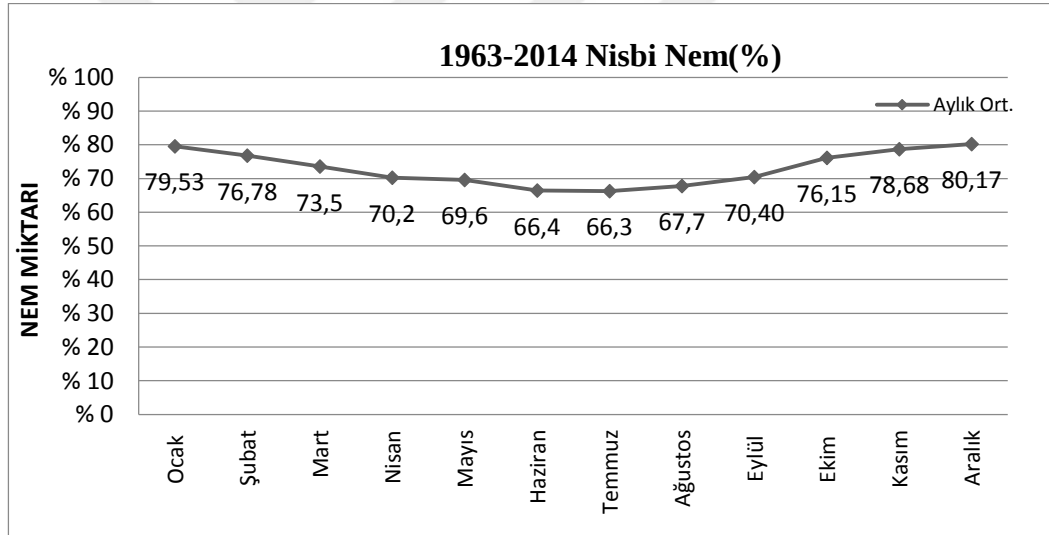
Yıllık yağış yüksekliği ortalama olarak 600 mm civarındadır. En çok yağış aldığı mevsim kış olup en yağışlı geçirdiği ay ise Aralık ayıdır. En kurak geçirdiği ay ise Ağustos ayıdır. Aralık ayında %12,5, Ağustos ayında ise %4,5 oranındadır. Yıllık sıcaklık ortalaması $14,1\text{ C}^0$ 'dır. En sıcak Temmuz ayıdır ve ortalama sıcaklık $22,8\text{ C}^0$ civarındadır. En soğuk ay ise Ocak ayı olup sıcaklığın ortalama değeri $5,7\text{ C}^0$ 'dir. Yaz aylarındaki hakim rüzgar yönü ise kuzey ve kuzeydoğudur. Yıllık bağıl nem oranı ise %70'dir. MGM verileri Şekil 5.2.- 5.5'de vardır [30].



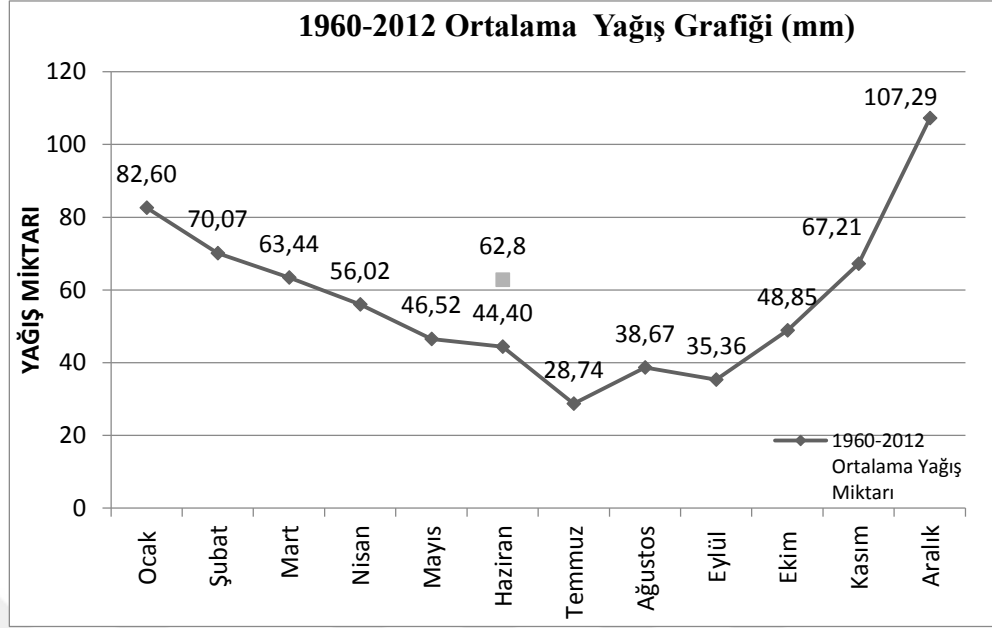
Şekil 5.2. Aylık ortalama rüzgar hızı grafiği [30].



Şekil 5.3. Aylık ortalama sıcaklık grafiği [30].



Şekil 5.4. Aylık nisbi nem grafiği [30].



Şekil 5.5. Ortalama yağış grafiği [30].

5.3. Karaçay Deresi

Karaçay Deresi, Geyve'nin merkezinden geçen bir dere olup Mancarlı'da doğar. Yaklaşık uzunluğu 29 km kadardır. Karakaya Deresi ile birleştikten sonra Sakarya Nehri'ne akmaktadır. Karaçay Deresi belirli periyotlarla taşıp Geyve'yi sular altında bırakmaktadır. Yaklaşık 5 m yükseldikten sonra taşıp yatağından çıkan Karaçay, yaklaşık Geyve'de 1 m'yi geçen su yüksekliğine ulaşmıştır. Tarihsel taşkın bakımından en büyük hasar 2014 yılında meydana gelmiştir. İlçede bulunan köprü ve evler büyük hasar alıp can kayıpları meydana gelmiştir [29].



Şekil 5.6. Karaçay deresi taşkın öncesi [31].

Taşkın sırasında Karaçay Köprüsü ayakları tıkanmış ve yatağın en kesitinin daralması sonucu taşkın daha şiddetli hale gelmiştir. Yatak daralmasında, yatak çevresinin kesit daraltıcı şekilde kullanıma yol açılması sonucu taşkın şiddeti artmıştır. 2014'ü takip eden yıllarda köprü yenilenmeye gidilmiştir.



Şekil 5.7. Taşkın sonucu oyulan köprü ayakları [31].



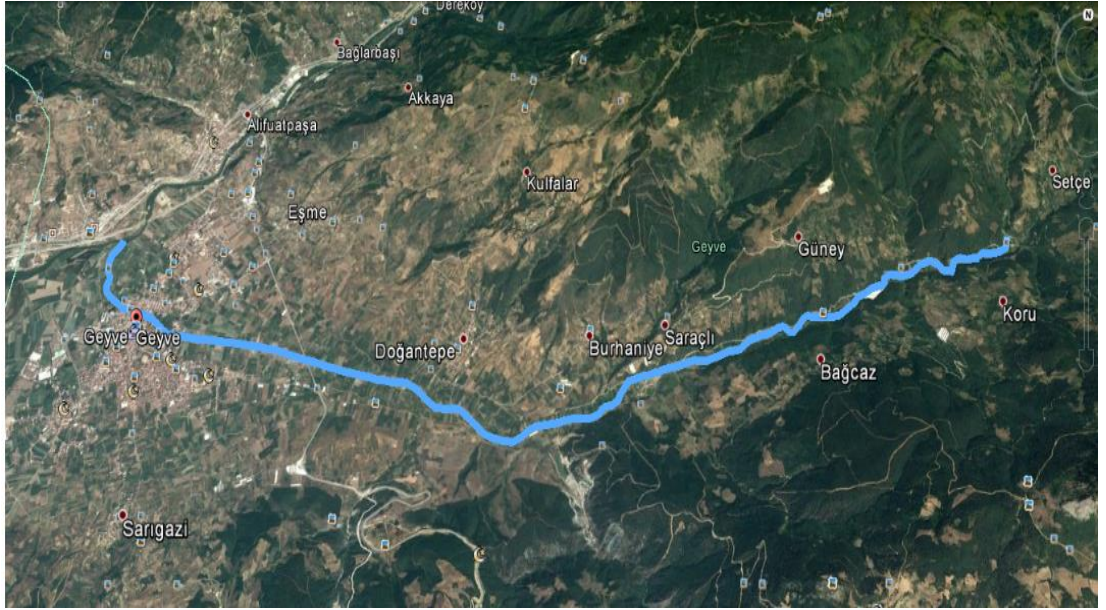
Şekil 5.8. Karaçay köprüsü [31].



Şekil 5.9. Taşkın sonrası geyve şehir merkezi [31].

2014 yılına ait taşkın hasarları Şekil 5.6. - 5.9.'da görülmektedir.

5.4. Geyve Karaçay Deresi Verileri



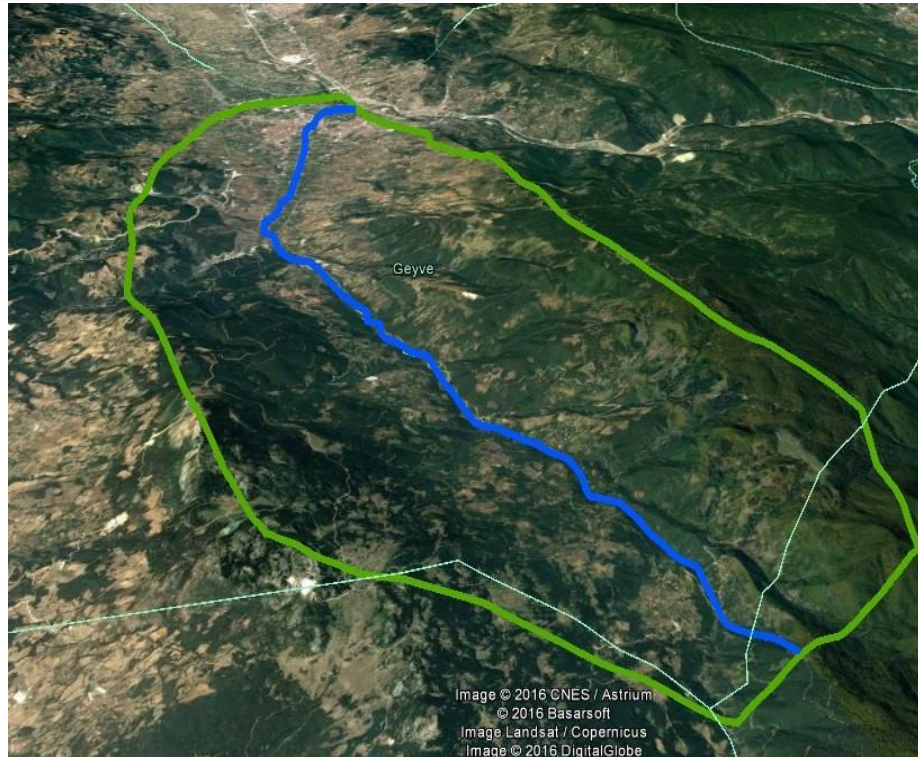
Şekil 5.10. Karaçay deresi çalışma sahası [29].

Karaçay Deresi'nin çalışmada ele alınan kısmı yaklaşık 16,4 km olup Şekil 5.10.'de verilmiştir.



Şekil 5.11. Karaçay deresi yol yükseklik profili [29].

Şekil 5.11.'de ise Karaçay Deresi nin memba ve mansap arasındaki çizilen talveg çizgisinin boy profili yer almaktadır. Buna göre çizilen güzergah boyunca kanal eğimi yaklaşık $S= 0,018$ 'dir.



Şekil 5.12. Karaçay deresi alanı [29].

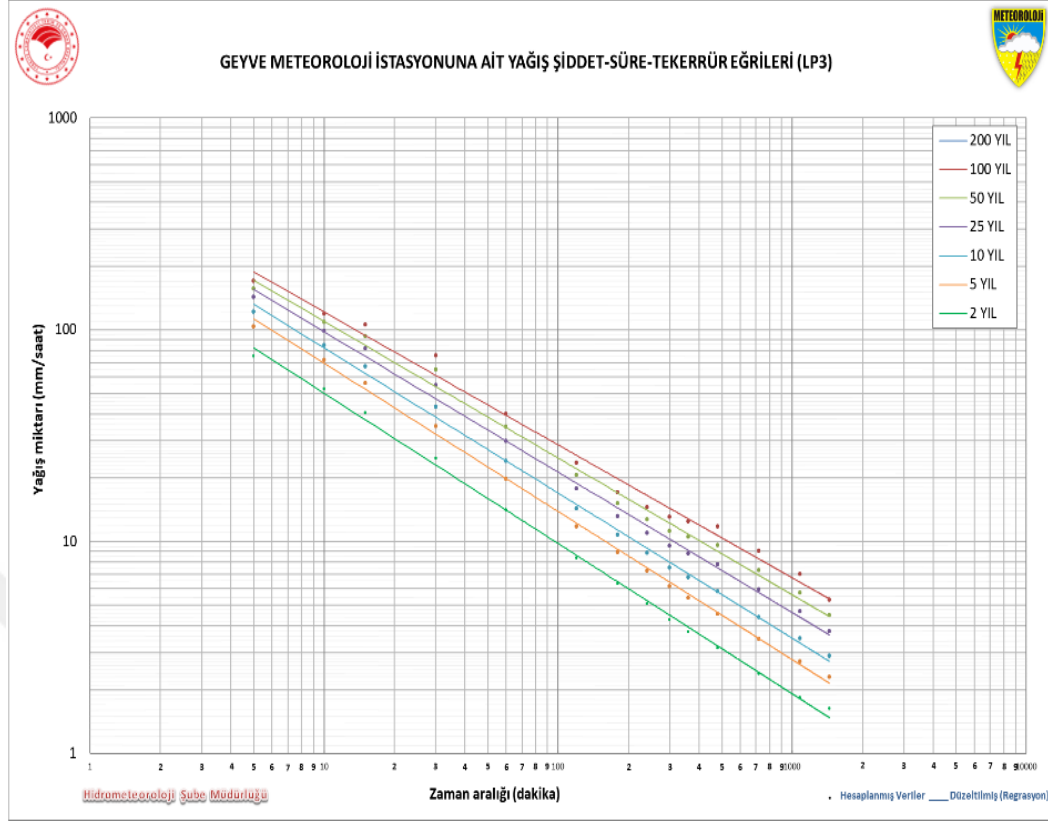
Şekil 5.12.'de ise Karaçay Deresini besleyen 3 boyutlu yükseklik verileri (terrain) dikkate alınarak sırt noktalarından çizilmiş havza sınırları ve buna bağlı olarak belirlenmiş havza alanı yer almaktadır. Ölçülmüş havza alanı; $A=147,76 \text{ km}^2$ 'dir.

5.5. Yağış Verileri

Tablo 5.1.'deki veriler 1959 ile 2019 yılları arasında gerçekleşen maksimum yağış miktarlarıdır. Yıllara ait maksimum yağış miktarları kullanılarak maksimum debiler hesaplanacaktır.

Tablo 5.1. Maksimum yağış tablosu [30].

Yıllar	Maksimum Yağış(mm)	Yıllar	Maksimum Yağış(mm)
1959	58,7	1990	0.0326
1960	33	1991	0.0298
1961	28,3	1992	50,8
1962	38,4	1993	31,3
1963	60,3	1994	30,1
1964	57,3	1995	46,6
1965	37,2	1996	24
1966	50,9	1997	39,3
1967	50,2	1998	39,8
1968	70,5	*1999	*133,2
1969	27,6	2000	53,6
1970	42,4	2001	41,1
1971	31,2	2002	29,7
1972	74,4	2003	71,1
1973	25,8	2004	31
1974	88,7	2005	41,1
1975	48,9	2006	27,8
1976	39	2007	41,1
1977	40,8	2008	27,5
1978	44,3	2009	34
1979	40,9	2010	57,5
1980	70,2	2011	48,4
1981	47,9	2012	25,365
1982	46,5	2013	22,325
1983	32,2	2014	39,6
1984	67,5	2015	52,2
1985	34,2	2016	52,4
1986	58,2	2017	24,2
1987	34,1	2018	46,4
1988	28,6	2019	31,6
1989	42	-	-



Şekil 5.13. Geyve 17662 nolu istasyona ait yağış şiddet-süre-tekerrür eğrileri [30].

Şekil 5.13.'de Meteoroloji Bölge Müdürlüğünden alınan Geyve 17662 nolu yağış gözlem istasyonuna ait yağış şiddet-süre-tekerrür eğrileri mevcuttur. Burada istasyona ait 2 yıllık, 5 yıllık, 10 yıllık, 25 yıllık, 50 yıllık, 100 yıllık ve 500 yıllık yağışlara ait tekerrür eğrileri verilmiştir.

Tablo 5.2. Geyve PLV katsayıları [30].

PLV	0,16	0,22	0,27	0,33	0,37	0,43	0,48	0,52	0,55	0,58	0,66	0,74	0,84	1
-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	---

Tablo 5.2.'den tekerrüre bağlı olarak seçilecek PLV katsayıları hesap yöntemlerinde kullanılacaktır.

BÖLÜM 6. YÖNTEMLER VE HESAPLAR

Tekerrürlü taşkın debisi analizlerinden oldukça fazla yöntem mevcuttur. Taşkın tahminleri havza tiplerine göre çeşitli yöntemlerle hesaplanabilmektedir. Birden fazla yöntemle analizde bulunmak taşkın tahmini açısından oldukça önem arz etmektedir. Taşkın zararlarının önlenmesi ülkelerin ekonomileri açısından da büyük öneme sahiptir. Örneğin; şiddetli yağış durumunda, yağışın ve zeminin özelliklerinin dikkate alındığı deterministik taşkın yöntemi kullanılır. Bundan farklı olarak şehirlerde kullanılan proje taşkın tahminleri ise daha önce akım kayıtlarının bulunması durumunda, geçmiş tarihsel taşkınlardan yararlanılarak olasılıkçı taşkın tahmin yöntemleri kullanılır. Basit ve pratik olmasından dolayı taşkın tahminlerinde rasyonel yöntem ve birim hidrograf yöntemi gibi daha modellerde küçük havzalar ve yağmur suyu drenaj şebeke hesaplarında tercih edilmektedir. Ancak akım ölçüm istasyonlarının olmadığı araziler üzerinden ise bölgesel yağış verileri kullanılarak sentetik yöntemler üzerinden maksimum taşkın debileri hesaplanabilir [33].

6.1. Rasyonel Yöntem

Rasyonel yöntemde akış havzaya üniform yayılmış olarak kabul edilir [33].

Rasyonel method formülü;

$$Q = C * I * A \quad (6.1)$$

Q: Taşkın debisi (m³ / s)

C: Akış katsayısı

A: Havza alanı (km²)

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

Akış katsayısı havzanın özelliklerine göre farklılık göstermektedir. Akış katsayısı, zeminin özelliklerine, havzanın eğimine ve bitki örtüsü gibi parametrelere bağlı olarak değişiklik göstermektedir [33].

Tablo 6.1. Akış katsayısı tablosu [33]

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

Çalışılan bölge olan Geyve içinse; Tablo 6.1.'den bu değer $C=0.75$ kabul edilebilir.

$$\Delta p / \Delta t \quad (6.2.)$$

6.2.'deki formül i değeri için geçerlidir. Zaman aralığı olarak Δt değeri 1 gün olarak kabul edilerek değer mm/gün olarak bulunur ve şiddet değeri mm/s 'ye dönüştürülür. A değeri arazi çalışmalarında bilinmiyorsa Google Earth üzerinden bulunabilir. [33]

6.2. Snyder Yöntemi

Snyder yöntemi de rasyonel yöntem gibi bir sentetik method yöntemidir. Bu yöntemde drenaj alanı 1000 km^2 ' den büyük alanlarda kullanılır. Bu yöntemde önemli parametreler C_t ve C_p katsayılarının belirlenmesidir. SI sistemine geçilmesi açısından C_t katsayısı 0,752 ile çarpılmalıdır. Method, birim hidrograf süresi, pik sarfiyatı, birim hidrograf gecikme zamanı ve taşkın pik debisi kullanılarak havzanın birim hidrografının elde edilmesinden yararlanır [33].

$$tp = 0,75 * Ct * (L * Lc)^{0.3} \quad (6.3)$$

C_t : Havzanın depolama kapasitesi ve eğime bağlı katsayı

L : Havzanın uzunluğu (km)

Lc: Havza alanının ağırlık merkezinin havzanın giriş ve çıkış noktasına olan en uzun uzaklığı (km)

Ct değeri arazi yapısına göre farklılık gösterebilmektedir. Vadi tipi arazilerde 0.35 alınabilir. Düzlük arazilerde 0.72 alınabilir ve dağlık arazilerde ise 1.2 alınabilmektedir [33].

$$C_p = 0,89 * C_t \quad (6.4)$$

tr: Birim hidrografa ait sağanak süresi (sa)

$$tr = tp/5,5 \quad (6.5)$$

qp: Feyezan hidrografının tepe noktasındaki birim feyez an debisi (l/s/km²/cm)

$$qp = 2760 * C_p / tp \quad (6.6)$$

Qp: Taşkın pik debisi (m³/s/cm)

A: Havza alanı (km²)

$$Q_p = q_p * A * 10^{-3} \quad (6.7)$$

Buradan bulunan değer, 1 yıllık yağış yüksekliği ile çarpılarak 1 yıllık taşkın debisi elde edilmesinde kullanılır. Yağış yüksekliği hektar cinsinden alınmalıdır [33].

6.3. Mockus Yöntemi

Mockus yöntemi tıpkı diğer yöntemler gibi sentetik birim hidrograf yöntemidir. Bu method ile hesaplarda kolaylık olması açısından üçgen hidrograf çizim kolaylığı tercih edilmektedir. Akım gözlem istasyonu (AGİ) olmayan akarsularda sıkça tercih edilmektedir. Mockus yöntemi Tc değerinin 30 saatten küçük ve eşit olan drenaj alanları için kullanılmaktadır. Daha büyük drenaj alanına sahip yerlerde parçalara

ayrılan alanlar için hidrograflar gecikme zamanlarına göre süperpoze edilerek hesaplanmaktadır.(Yüksel ve Diğerleri,1999) T_c ; Su toplama havzasının en uzak noktasına düşen yağıştan oluşan yüzey akışının proje kesitine gelinceye kadar geçen süre (saat)dir [33].

$$Q_p = K * A * h_a / T_p \quad (6.8)$$

Q_p : Birim hidrograf debisi ($m^3/s/mm$)

T_p : Pike erişme süresi (saat)

h_a : Birim hidrograf derinliği (mm)

A : Havza alanı (km^2)

K : Havza katsayısı

$$T_c = 0,00032 * (L_h^{0,77} / S^{0,385}) \quad (6.9)$$

L_h : Drenaj alanının hidrolik uzunluğu (m)

S : Drenaj alanının ortalama eğimi (%)

T_c : Geçiş süresi (saat)

$$D = 2 * T_c^{1/2} \quad (6.10)$$

D : Taşkını oluşturan yağışın süresi (saat)

$$\Delta D = T_c / 5 \quad (6.11)$$

ΔD : Toplam yağış süresinden sağanak süresi (saat)

$$T_p = 0,5 * \Delta D + 0,6 * T_c \quad (6.12)$$

T_p : Pike erişme süresi (saat)

$$Tr = Hc * Tp \quad (6.13)$$

Tr: Taşkın sönümlleme süresi

Hc: Havza karakteriklerine göre 1 ve 2 arasında değişmekte olan katsayı

$$qp = K * \frac{A}{Tp} \quad (6.14)$$

K: 0,21 ile 1,60 arasında değişmekte olan havza katsayısı

$$Qp = qp * Ha \quad (6.15)$$

Ha: 100 yıllık maksimum yağış yüksekliği (mm)

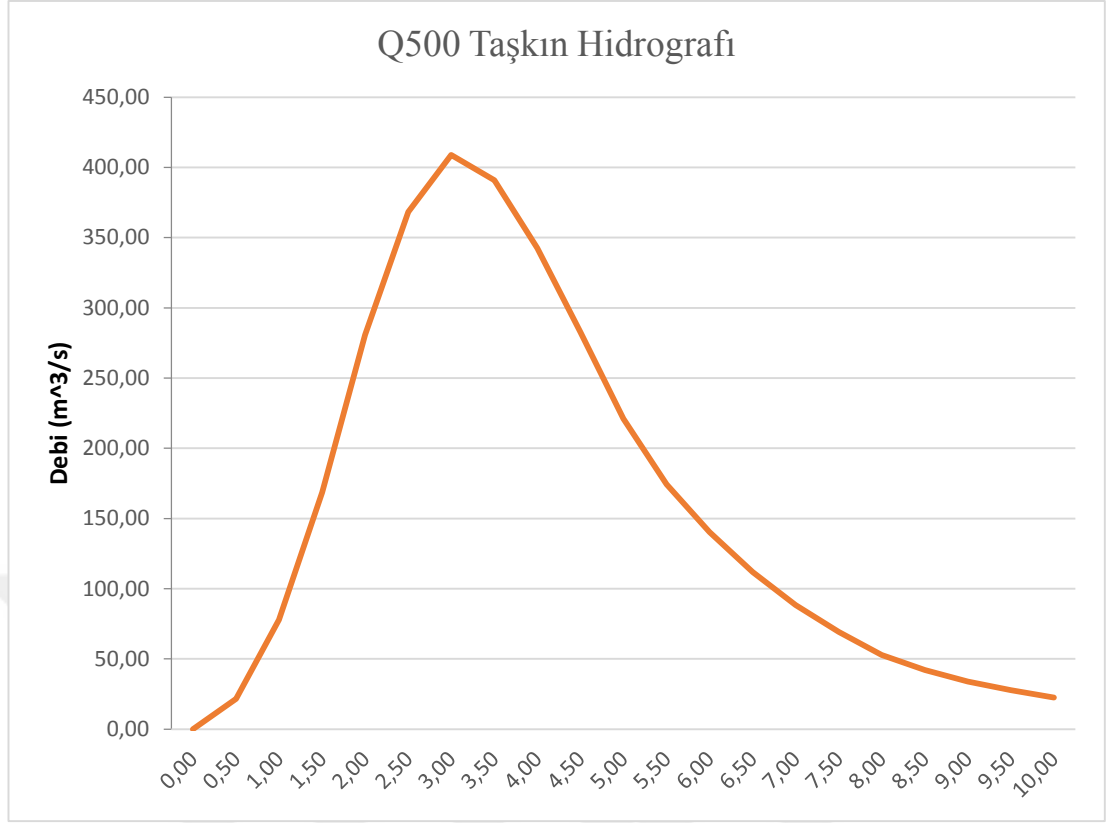
Qp ise burdan 100 yıllık taşkın debisi olarak bulunmaktadır.

6.3.1. Mockus Yöntemi Uygulaması

Bu çalışmada, Geyve ilçesinin Karaçay Deresi'nde Mockus sentetik metodu kullanılarak 2 yıllık, 5 yıllık, 10 yıllık, 25 yıllık, 50 yıllık, 100 yıllık ve 500 yıllık tekerrürlü taşkın debisi hesabı yapılmıştır. Hesaplamalarda kullanılan veriler 5. Bölüm'deki tablolardan yer almaktadır. Havza alanı nehir uzunluğu kullanılarak 16,4 km lik nehir uzunluğu boyunca harmonik eğim hesaplanmıştır. Buna bağlı olarak yukarıdaki hesaplama adımları sırası ile takip edilmiştir. Buna göre farklı tekerürlükler için hesaplanmış debiler Tablo 6.2. ve Şekil 6.1.' de verilmiştir.

Tablo 6.2. Hesaplar sonucu tekerrür debileri

T (Yıl)	2	5	10	25	50	100	500
Debi (m ³ /s)	20,67	52,85	83,80	135,06	182,37	238,05	408,82



Şekil 6.1. Q500 tekerrürlü taşkın debisine ait hidrograf

6.4. Pearson Tip Iii Ve Log- Pearson Tip Iii (Lp3) Yöntemi

Pearson Ailesi, Pearson Tip III ve Log-Pearson Tip III olarak ikiye ayrılmaktadır. Taşkın hidrolojisinde oldukça sık olarak kullanılan yöntemlerdir [33].

6.4.1. Pearson Tip III

Dağılımın olasılık fonksiyonu şu şekildedir;

$$f(x) = |\beta| * [\beta(X - \xi)]^{\alpha-1} * \frac{\exp[-\beta(x-\xi)]}{\Gamma(\alpha)} \quad (6.17)$$

α : Biçim parametresi

β : Ölçek parametresi

ξ : Yer parametresi

C_{sx} : Çarpıklık

$\Gamma(.)$: Gamma fonksiyonu

σ : Standart sapma

K: Frekans faktörü

μ : Seri ortalaması

X_p : Dönüş aralığında meydana gelebilecek taşkın

Z: Standart değişken

$\alpha > 0$, $\beta > 0$ için $x > \xi$ olup buradaki ξ alt sınırı oluşturmaktadır. Eğer $\beta < 0$ olduğu taktirde $x < \xi$ olur ve ξ burada üst sınırı oluşturmaktadır [33].

$$x > \xi \text{ ise } Cs_x = \frac{2}{\sqrt{\alpha}} \quad (6.18)$$

$$x < \xi \text{ ise } Cs_x = -\frac{2}{\sqrt{\alpha}} \quad (6.19)$$

Dağılım momentleri için ise;

$$\mu_x = \xi + \frac{\alpha}{\beta} \quad (6.20)$$

$$\sigma_x^2 = \frac{\alpha}{\beta^2} \quad (6.21)$$

Dağılım L momentleri için ise;

$$\lambda_1 = \xi + \alpha/\beta \quad (6.22)$$

$$\lambda_2 = \frac{\Gamma(\alpha+0,5)}{\sqrt{\pi}*\beta*\Gamma(\alpha)} \quad (6.23)$$

Parametrelerin bulunması:

$$\alpha = \frac{4}{Cs_x^2} \quad (6.24)$$

$$\beta = 2/(\sigma^2 * Cs_x) \quad (6.25)$$

$$\xi = \mu x - \frac{\alpha}{\beta} \quad (6.26)$$

$$Xp = \mu + \sigma * Kp(Cs_x) \quad (6.27)$$

K faktörü, Frekans Faktörü tablosundan alınabileceği gibi Wilson-Hilfety transformasyonu yardımıyla hesaplanabilmektedir [33].

$$Kp(Cs_x) = \frac{2}{Cs_x} \left(1 + \frac{Cs_x}{6} - \frac{Cs_x^2}{36}\right)^3 - \frac{2}{Cs_x} \quad (6.28)$$

6.4.2. Log-Pearson Tip III (LP3)

Taşkın hesaplarında oldukça yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Ekstrem olan debi hesaplarında kullanılmaktadır. Rasgele değişkenin logaritmaları P3 dağılmış ise esas değişkenin dağılımı LP3 olur [33].

Y: Değişken

X: Dağılım

$$Y = \ln x \text{ için; } X = \exp(Y) \quad (6.29)$$

$$f(x) = |\beta| \{\beta [\ln(x) - \xi]\}^{\alpha-1} \frac{\exp\{-\beta [\ln(x) - \xi]\}}{\alpha \Gamma(\alpha)} \quad (6.30)$$

Dağılım momentleri ise;

$$E(x^r) = e^{\Gamma \xi} \left(\frac{\beta}{\beta-r}\right)^{\alpha} \quad (6.31)$$

$\beta > r$ veya $\beta < 0$ için;

$$\mu x = e^{\Gamma\xi} \left(\frac{\beta}{\beta-r} \right)^\alpha \quad (6.32)$$

$$Cs_x = \frac{E[x^3] - 3\mu x E[x^2] + 2(\mu x)^3}{(\sigma x)^3} \quad \text{ile çarpıklık katsayısı bulunmaktadır.} \quad (6.33)$$

P olasılığı için X_p kuantilinin bulunması amacıyla verilerin logaritmalarına Pearson Tip III dağılımı uygulanır [33].

$$Y = \mu y + \sigma y K_p(Cs) \quad (6.34)$$

$$X = \exp(Yp) \quad \text{dönüşümü ile esas değişkene geçiş yapılır.} \quad (6.35)$$

6.4.3. Log Pearson Tip III (LP3) Hesap

Denklem 6.29.-6.35. arasındaki işlem adımları tatbik edilerek Tablo 6.3. ve Tablo 6.4.'de yer alan sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 6.3. Standart sapma, ortalama ve çarpıklık değerleri

Ortalama [$\mu \log(y)$]	1,617887
Standart Sapma [$\sigma \log(y)$]	0,152728
Çarpıklık [Cs]	0,663363

Tablo 6.4. Tekerrürlü debi tablosu

T (yıl)	(1/T)	Z_p	$K_p(Cs_x)$	Y_p	X_p
2	0,5	0	-0,108	1,601392	39,93
5	0,2	0.838559	0,795	1,739306	54,86
10	0,1	1.281278	1,33	1,821015	66,22
25	0,04	1.756694	1,953	1,916165	82,44
50	0,02	2.063623	2,383	1,981838	95,90
100	0,01	2.337278	2,79	2,043998	110,66
200	0,005	2.58362	3,178	2,103256	126,84
500	0,002	2.873799	3,693	2,181971	152,04

X_p değerleri gelmesi muhtemel tekerrürlü yağış verileri olup birimi mm/s'dir.

BÖLÜM 7. UYGULAMA

Taşkın analizinde Hec-RAS ve Hec-GeoRas paket programlarından yararlanılmıştır. Hec-Ras programında 2 boyutlu taşkın modellemesi yapıp yayılım haritaları oluşturulmuştur. CBS entegrasyonu sayesinde taşkının bölgedeki yapıları nasıl etkileyeceği üzerinden de yorum yapılmaya imkan vermiştir. CBS uygulamaları için ArcGIS paket programının 10.2 versiyonu, hidrolik model uygulamaları için Hec-RAS paket programının 5.07 versiyonu kullanılmıştır. Kullanılan programların metodolojik bilgileri aşağıda açıklanmıştır.

7.1. ArcGIS 10.2

Bu program CBS bileşenlerinin kullanıldığı bir yazılımdır. Verilerin, yeryüzündeki konum bilgileri doğrultusunda görüntülenmesine, analiz edilip haritalanmasına imkan sağlamaktadır. Birçok coğrafi bilgi sistemi programı mevcuttur. Bu tezde ESRI tarafından geliştirilmiş olan ArcGIS 10.2 kullanılmıştır. Bu program ve bu program ile uyumlu Hec-GeoRAS vasıtasıyla arazi modeli Hec-RAS programına aktarımı sağlanmıştır. Bu sayede modelleme için gerekli topografik arazi bilgisi haritalanmıştır.

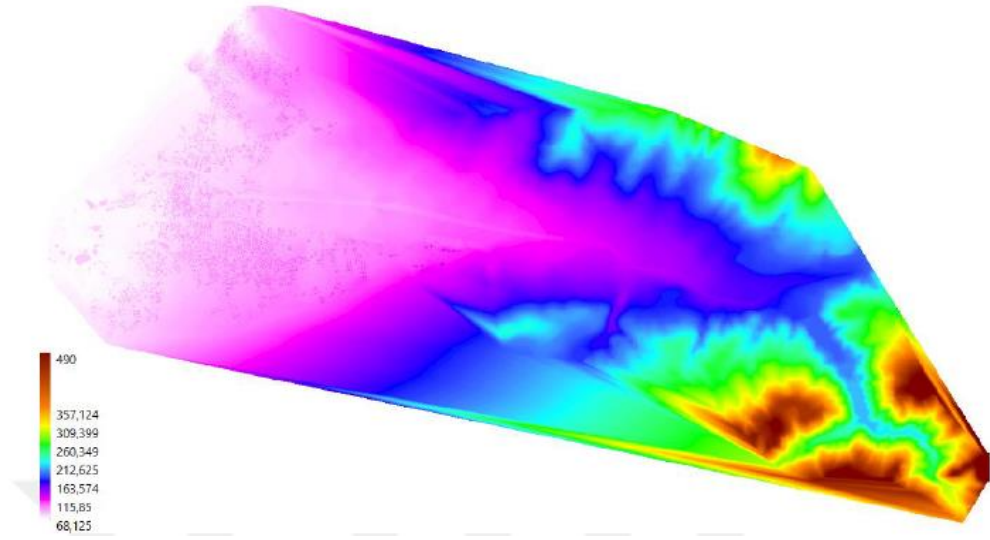
Programda TIN dosyası oluşturulmuş ve raster haline getirilip bina haritasıyla çakıştırılmıştır. Bu birleşik raster dosyası Hec-RAS programına aktarılmıştır. (Şekil 7.1., 7.2. ve Şekil 7.3.)



Şekil 7.1. ArcGIS 10.2 uygulaması [34].



Şekil 7.2. Bina raster haritası



Şekil 7.3. Birleştirilmiş raster

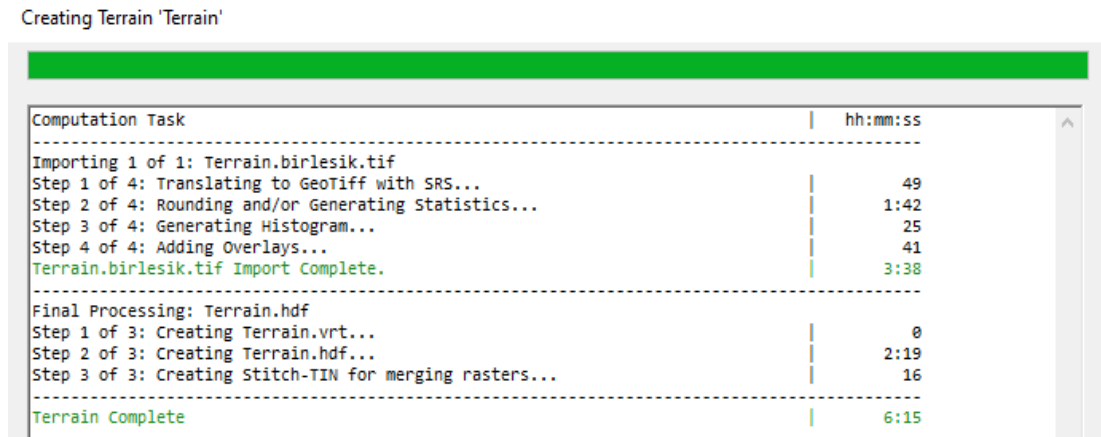
7.2 Hec-RAS Programı Ve Yapılan İşlemler

Program USACE tarafından geliştirilmiştir. Akarsularda kararlı akım, kararsız akım ve sediment taşınımlarının modellenmesi üzerine çalışmalar yapabilmeye imkan

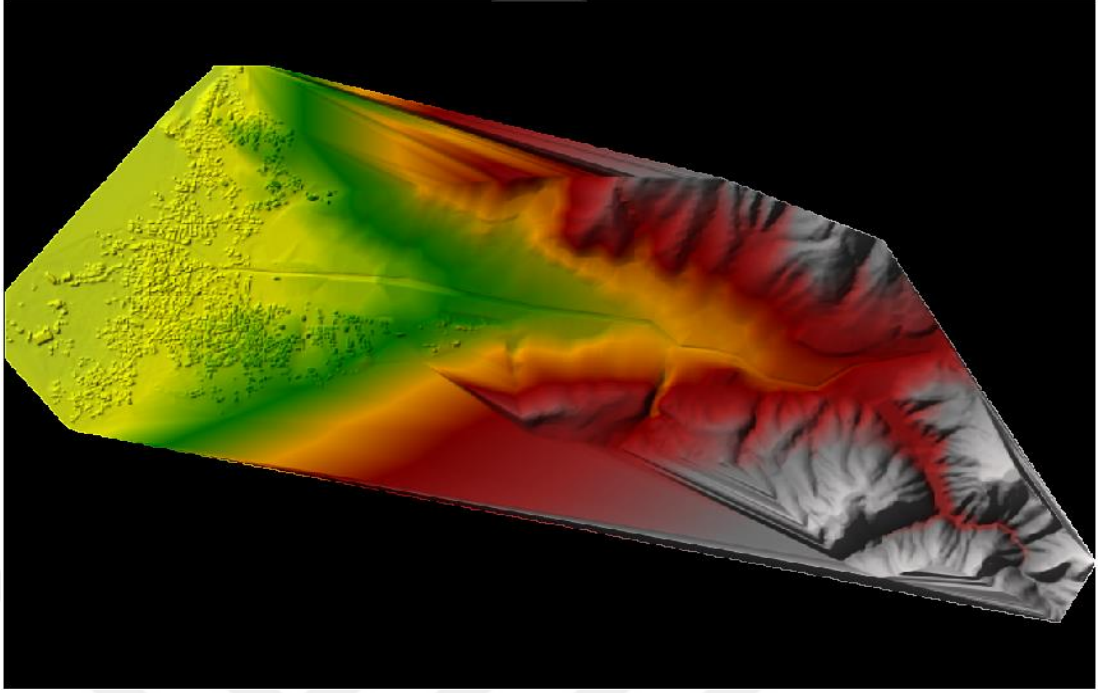
sağlamıştır. CBS verileri aktarımı yapıldıktan sonra 1 veya 2 boyutlu taşkın modellemesi yapılabilmektedir. Böylece olası taşkınlara ait su yüksekliği ve taşkın yayılım haritaları oluşturulabilir. Bunların yanında savak analizi, köprü modellemesi, menfez modellemesi, baraj modellemesi gibi diğer hidrolik modellemelerde olanak sağlamaktadır. Program US Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center'in sitesinden de ücretsiz olarak indirilebilmektedir.

Bu çalışmada düzensiz akımda hidrograf kullanılarak Karaçay Deresi'nin 2 yıllık, 5 yıllık, 10 yıllık, 25 yıllık, 50 yıllık, 100 yıllık ve 500 yıllık tekerrürlü taşkın debisi ile taşkın analizi sonucu çalışma sahasına ait taşkın yayılım haritaları oluşturulmuştur.

Bu maksatla ArcGIS ortamında hazırlanmış raster dosyası RasterMAP aracı kullanılarak Hec-RAS'a aktarılmıştır. Terrain kısmında Create A New Terrain'e sekmesi ile altlığımız Hec-RAS üzerine aktarılmıştır. (Şekil 7.4.). Terrain Şekil 7.5.'de görülmektedir.

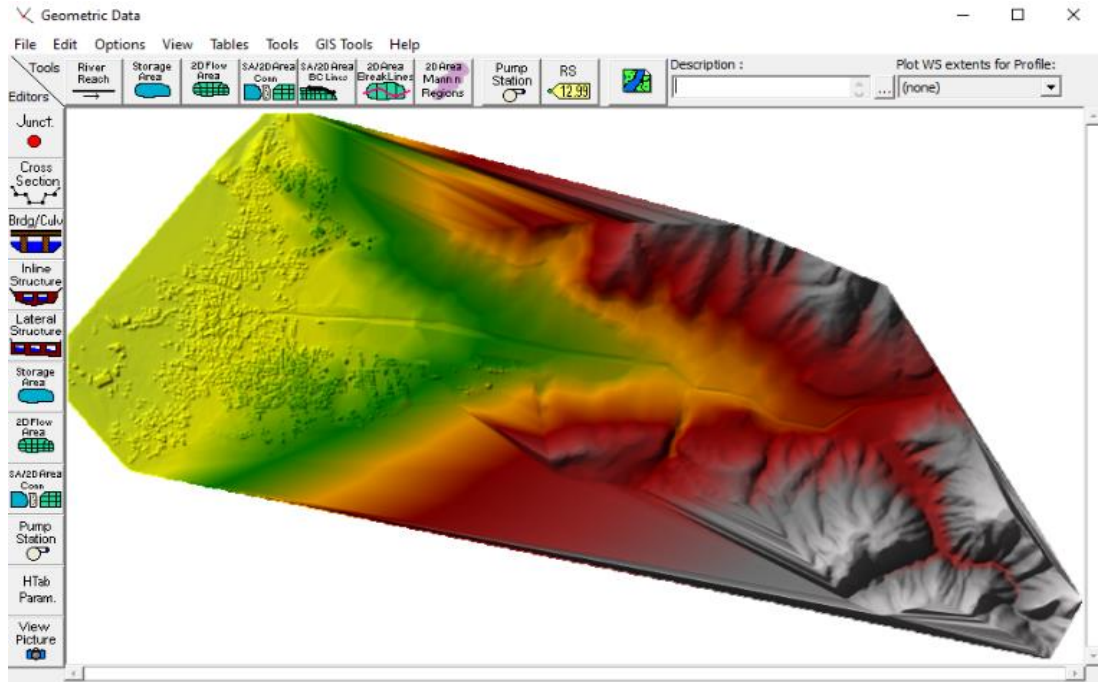


Şekil 7.4. Yeni bir arazi oluşturma



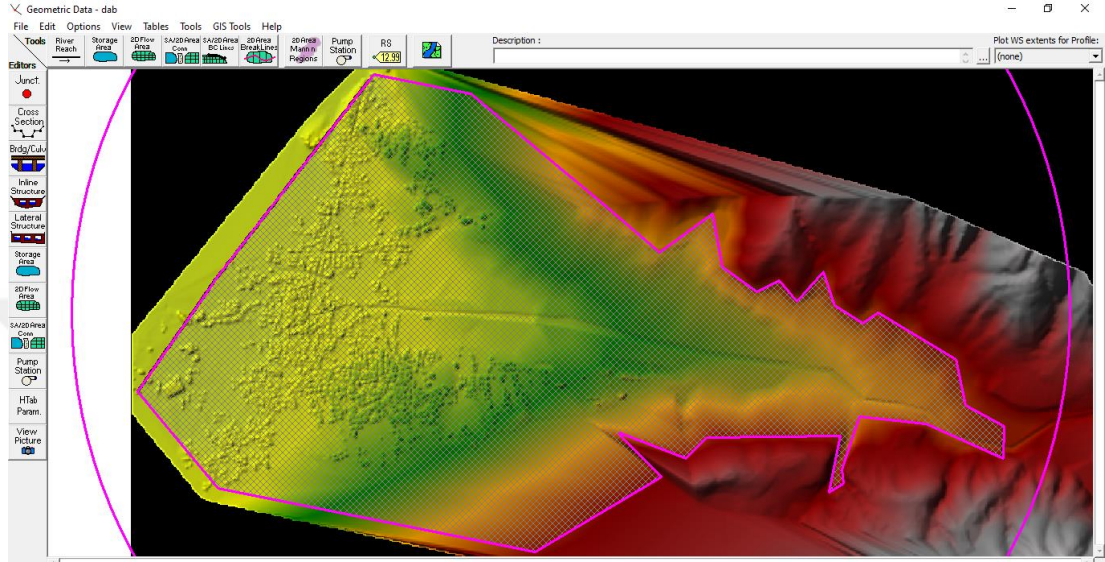
Şekil 7.5. Terrain dosyası

Bu işlem tamamlandıktan sonra Geometric Data oluşturmak için Edit kısmından Edit Geometric Data penceresine geçiş yapıldı. (Şekil 7.6.)

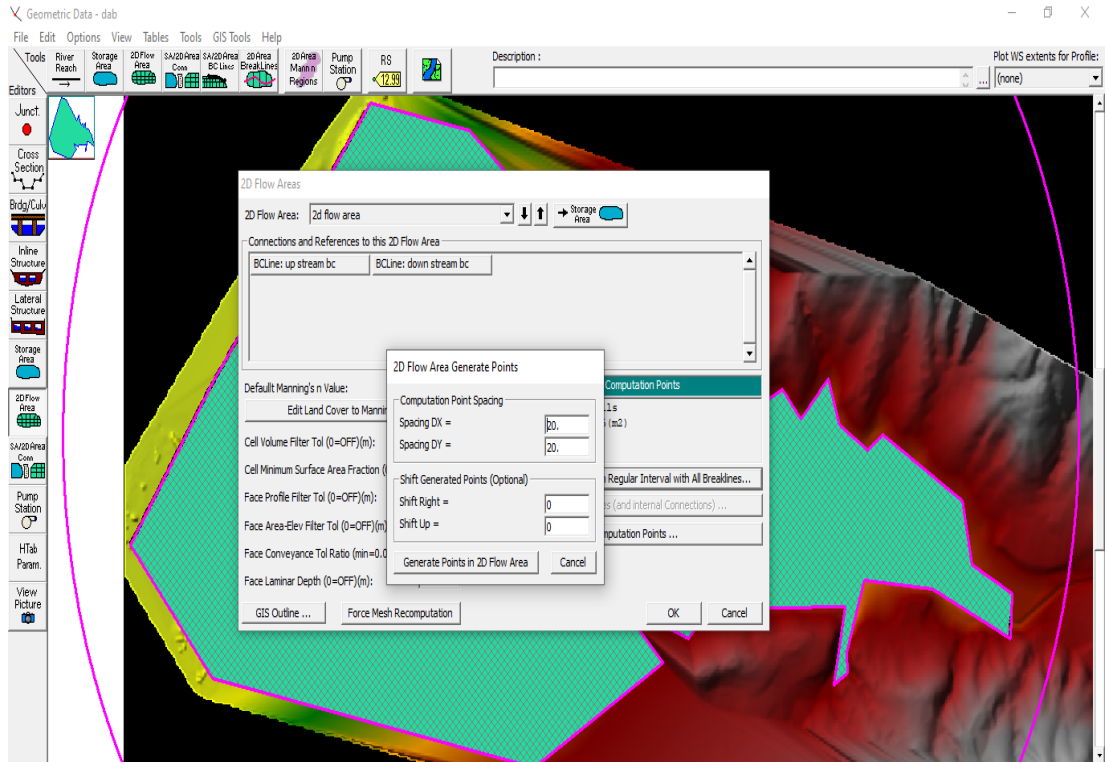


Şekil 7.6. Geometrik data düzenlemesi

Hazırlanan arazi modelinde çalışma sınırlarını belirlemek için 2D Flow Area sekmesi kullanılmıştır. Modelleme süresini kısaltmak amacıyla taşkın sularının erişemeyeceği öngörülen alanlar çalışma sınırları dışında kalacak şekilde sınırlar belirlenmiştir. Arazi 20 m x 20 m olacak şekilde meshlere ayrılmıştır. (Şekil 7.7. ve Şekil 7.8.)

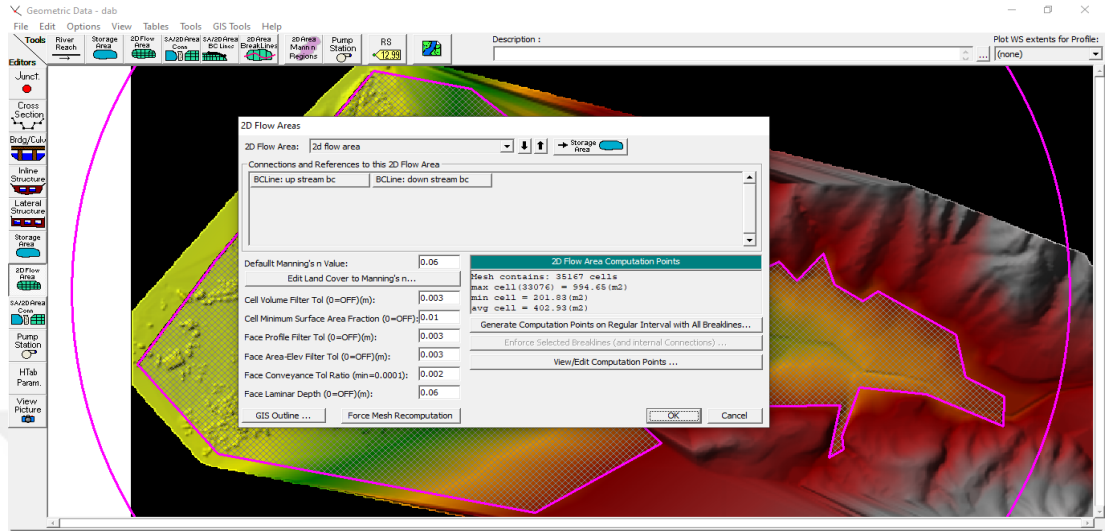


Şekil 7.7. Çalışma sahası sınırları



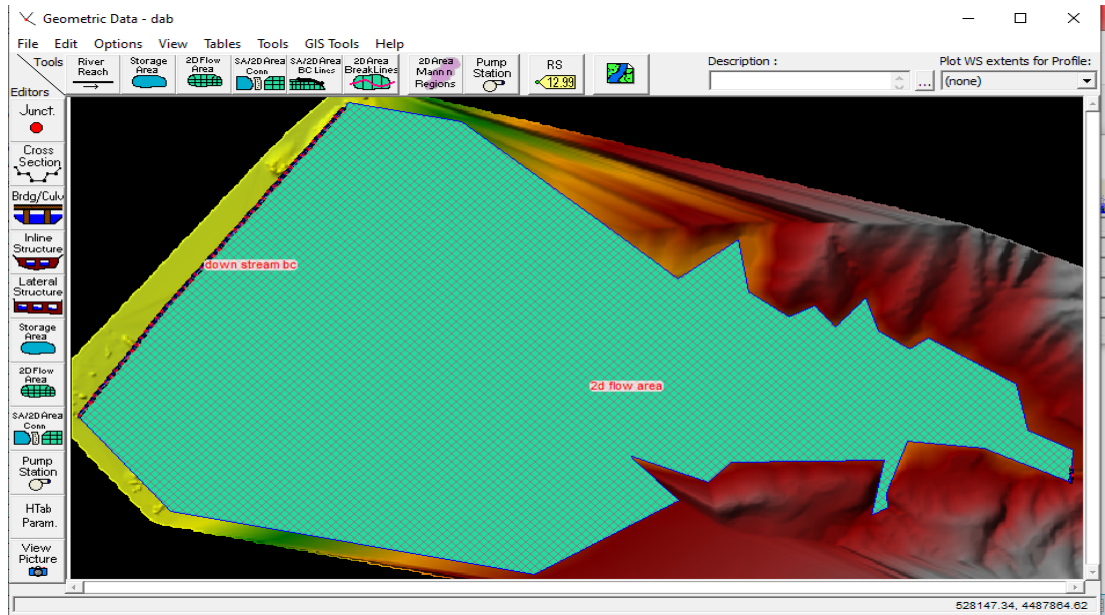
Şekil 7.8. Mesh aralıkları

Mesh aralıkları oluşturulduktan sonra manning katsayısı (n) 0,06 ve diğer tolarans değerleri tanımlanmıştır. (Şekil 7.9.)



Şekil 7.9. Manning katsayısı tablosu ve tolarans değerleri

Arazi meshlere ayrıldıktan memba ve mansap noktaları; Storage Areas/ 2D Flow Area BC Lines kısmından sınır koşulları belirlenmiştir. Programın hata vermemesi adına rasterın kenar noktalarına çok yaklaşılmamış nehir yatağı giriş ve çıkışı sınır değerleri bu doğrultuda belirlenmiştir. (Şekil 7.10.)



Şekil 7.10. Memba ve mansap sınır çizgileri

Memba ve mansap oluşturulduktan sonra sınır koşulları belirlenmiştir. Membada taşkın hidrografi tanımlanmıştır. Buradaki önemli nokta ise memba kısmına akış hidrografi girilirken mansap kısmına normal depht seçilip Friction Slope (sürtünme eğimi) kısmına nehrin mansap eğim değerinin girilmesidir. Çalışmada mansap eğimi 0,05 olarak girilmiştir. Memba kısmındaki hidrograf değerleri her tekerüür için tekrar girilmiş olup, mansap kısmındaki değer sabit bırakılmıştır. (Şekil 7.11. ve Şekil 7.12.)

Boundary Condition Types			
Stage Hydrograph	Flow Hydrograph	Stage/Flow Hydr.	Rating Curve
Normal Depth	Lateral Inflow Hydr.	Uniform Lateral Inflow	Groundwater Interflow
T.S. Gate Openings	Elev Controlled Gates	Navigation Dams	IB Stage/Flow
Rules	Precipitation		

Add Boundary Condition Location			
Add RS ...	Add SA/2D Flow Area ...	Add SA Connection ...	Add Pump Station ...

Select Location in table then select Boundary Condition Type			
River	Reach	RS	Boundary Condition

Storage/2D Flow Areas		Boundary Condition
1	2d flow area BCLine: up stream bc	Flow Hydrograph
2	2d flow area BCLine: down stream bc	Normal Depth

Şekil 7.11. Memba sınır koşulu

SA: 2d flow area BCLine: down stream bc

Friction Slope: 0.05

2D Flow Area Boundary Condition Parameters

☒ Compute separate water surface elevation per face along BC Line

☐ Compute single water surface for entire BC Line

OK Cancel

Şekil 7.12. Mansap sınır koşulu

Flow Hydrograph

SA: 2d flow area BCLine: up stream bc

☐ Read from DSS before simulation Select DSS file and Path

File:

Path:

☒ Enter Table Data time interval: 1 Hour

Select/Enter the Data's Starting Time Reference

☐ Use Simulation Time: Date: 12NOV2019 Time: 2400

☒ Fixed Start Time: Date: 13NOV2019 Time: 0000

Hydrograph Data			
	Date	Simulation Time (hours)	Flow (m3/s)
1	12Nov2019 2400	00:00	20
2	13Nov2019 0100	01:00	40
3	13Nov2019 0200	02:00	60
4	13Nov2019 0300	03:00	80
5	13Nov2019 0400	04:00	100
6	13Nov2019 0500	05:00	150
7	13Nov2019 0600	06:00	200
8	13Nov2019 0700	07:00	250
9	13Nov2019 0800	08:00	300
10	13Nov2019 0900	09:00	350
11	13Nov2019 1000	10:00	400
12	13Nov2019 1100	11:00	408
13	13Nov2019 1200	12:00	408.82
14	13Nov2019 1300	13:00	408
15	13Nov2019 1400	14:00	400

Time Step Adjustment Options ("Critical" boundary conditions)

☐ Monitor this hydrograph for adjustments to computational time step

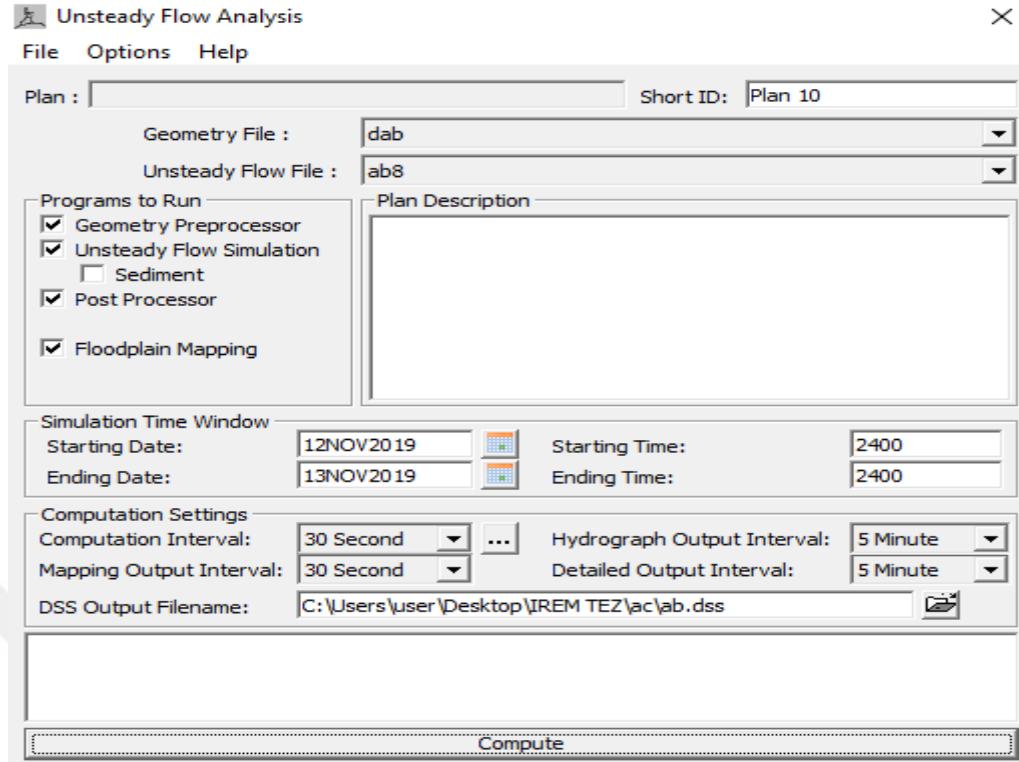
Max Change in Flow (without changing time step):

Min Flow: Multiplier: EG Slope for distributing flow along BC Line: 0.05 ☐ TW

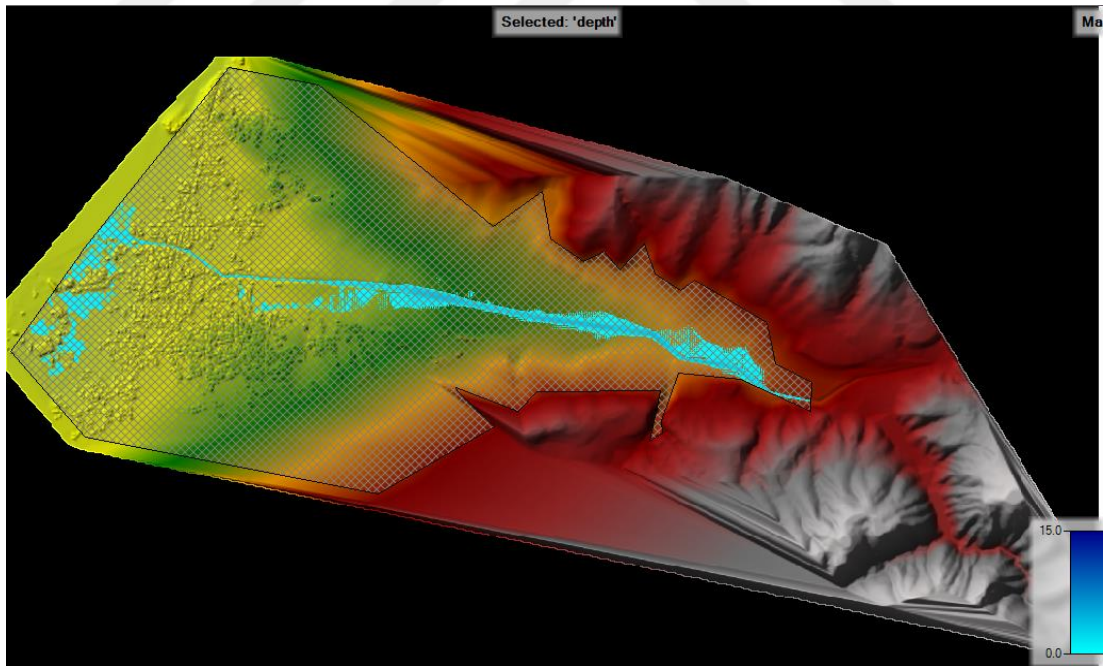
Şekil 7.13. Q500 taşkın hidrografı

Tablo 6.2.'deki tekerürlü taşkın pik debi değerleri havza karakteristikleri dikkate alınarak taşkın hidrografları elde edilmiş ve Hec-RAS'e aktarılmıştır. 500 yıllık tekerrür debisi için hidrograf Şekil 7.13.'de görüldüğü gibidir.

Tamamlanan hidrolik model Run > Unsteady Flow Data Analysis sekmesi kullanılarak Şekil 7.14.'de görüldüğü gibi analiz edilmiştir.

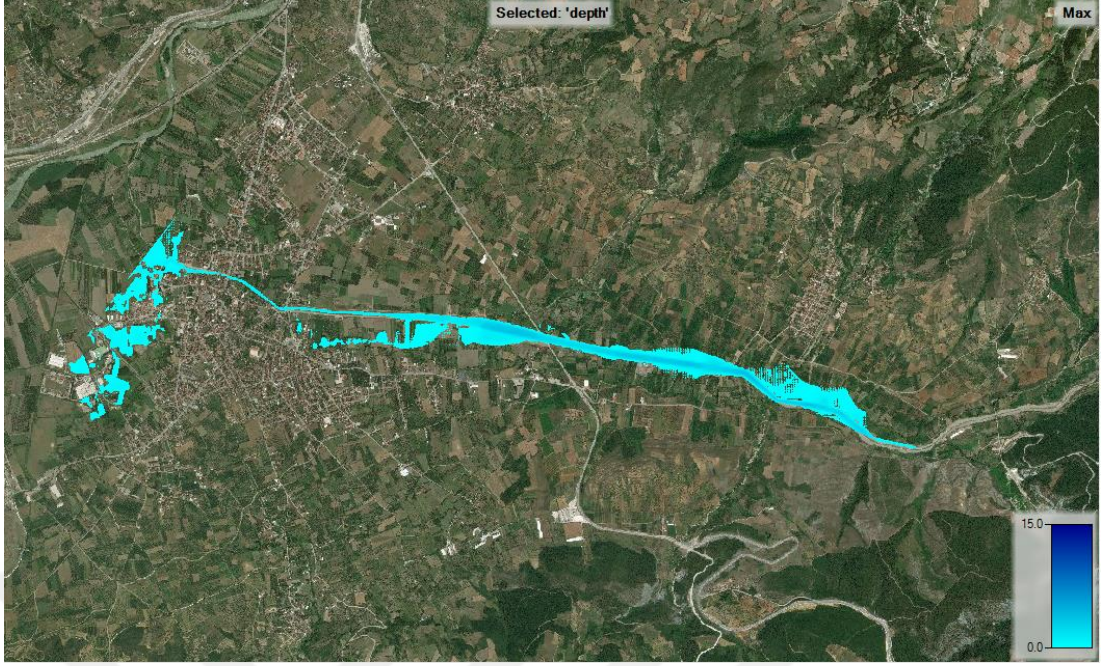


Şekil 7.14. Kararsız akım analiz menüsü



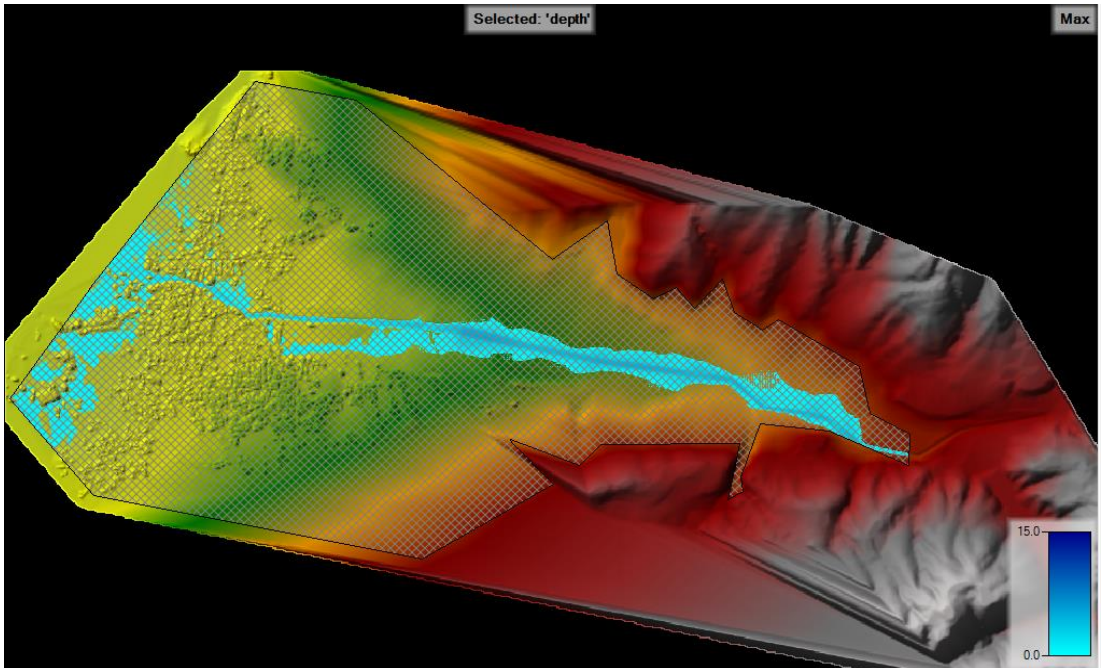
Şekil 7.15. 2 Yıllık yıllık tekerrürlü taşkın debisi için yayılım haritası

2 yıllık tekerrür için hesaplanmış $20,67 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik taşkın debisine ait hidrograf analiz edilmiş ve Şekil 7.15.'teki yayılım sınırları elde edilmiştir.



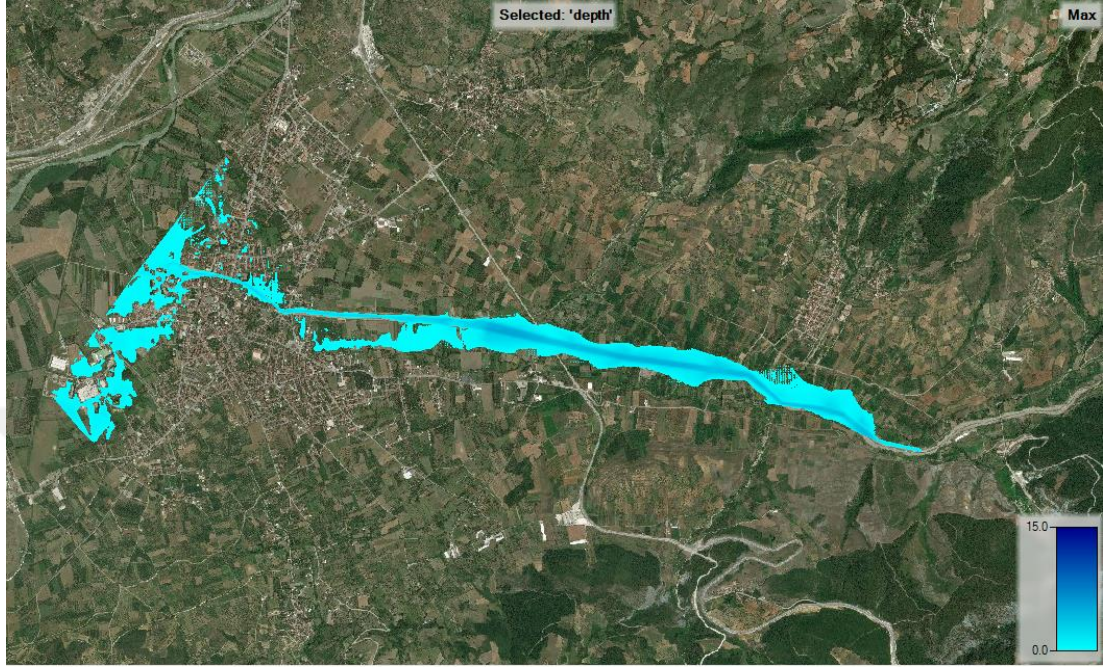
Şekil 7.16. 2 Yıllık tekerrürlü taşkın debisi için bina ile birleştirilmiş yayılım haritası

Yayılım alanları Hec-GeoRAS arayüzü kullanılarak ArcGIS'e aktarılmış ve uydu görüntüsü ile karşılaştırılmıştır (Şekil 7.16.). Elde edilen yayılma göre maksimum derinliğin 1,08 m olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sınırları içerisinde 1,56 km² alanın taşkın sularından etkilendiği tespit edilmiştir.



Şekil 7.17. 5 Yıllık yıllık tekerrürlü taşkın debisi için yayılım haritası

5 yıllık tekerrür için hesaplanmış $52,8 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik taşkın debisine ait hidrograf analiz edilmiş ve şekil 7.17.'deki yayılım sınırları elde edilmiştir.

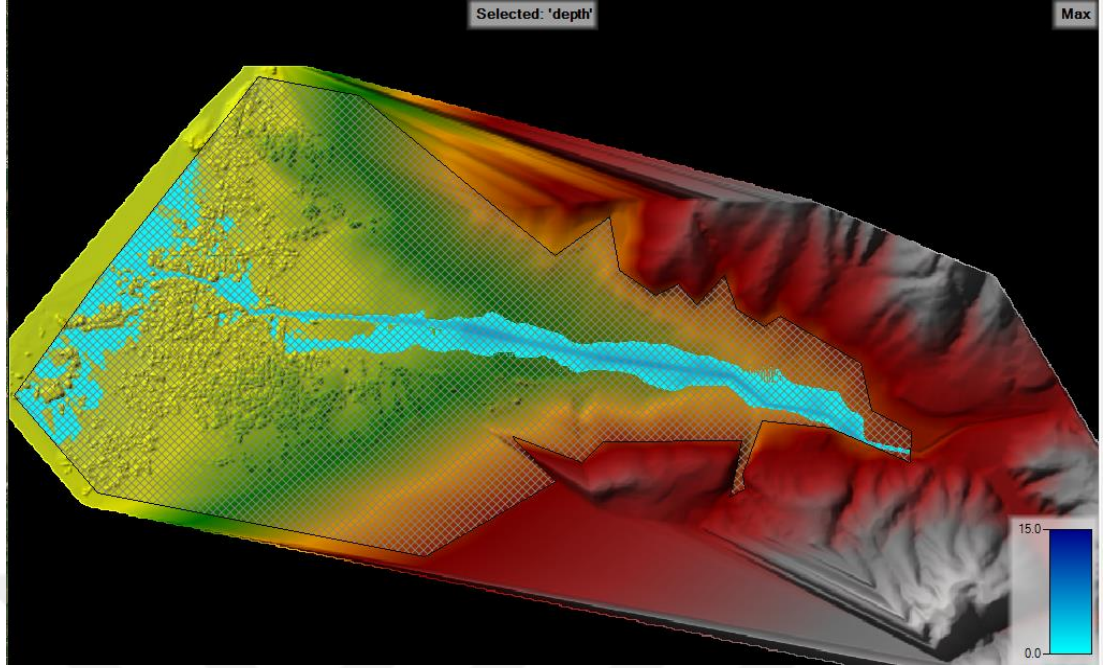


Şekil 7.18. 5 Yıllık tekerrürlü taşkın debisi için bina ile birleştirilmiş yayılım haritası

Yayılım alanları Hec-GeoRAS arayüzü kullanılarak ArcGIS'e aktarılmış ve uydu görüntüsü ile karşılaştırılmıştır (Şekil 7.18.). Elde edilen yayılma göre maksimum derinliğin 1,95 m olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sınırları içerisinde $2,17 \text{ km}^2$ alanın taşkın sularından etkilendiği tespit edilmiştir.

10 yıllık tekerrür için hesaplanmış $83,80 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik taşkın debisine ait hidrograf analiz edilmiş ve Şekil 7.19.'daki yayılım sınırları elde edilmiştir.

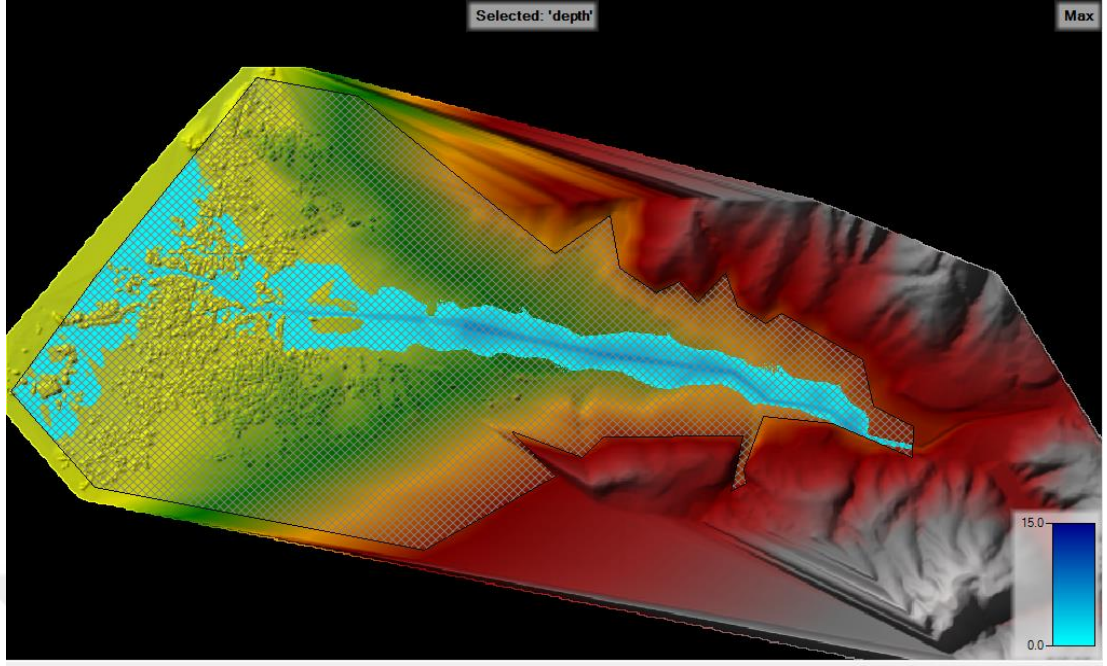
Yayılım alanları Hec-GeoRAS arayüzü kullanılarak ArcGIS'e aktarılmış ve uydu görüntüsü ile karşılaştırılmıştır (Şekil 7.20.). Elde edilen yayılma göre maksimum derinliğin 2,99 m olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sınırları içerisinde $3,05 \text{ km}^2$ alanın taşkın sularından etkilendiği tespit edilmiştir.



Şekil 7.19. 10 Yıllık yıllık tekerrürlü taşkın debisi için yayılım haritası

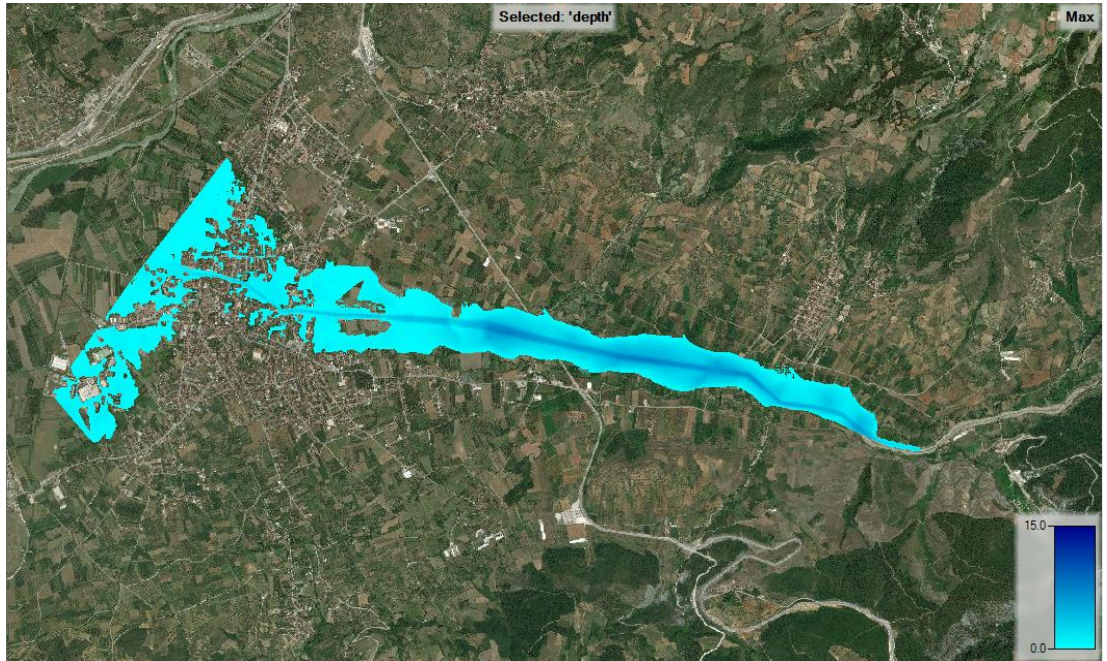


Şekil 7.20. 10 Yıllık tekerrürlü taşkın debisi için bina ile birleştirilmiş yayılım haritası



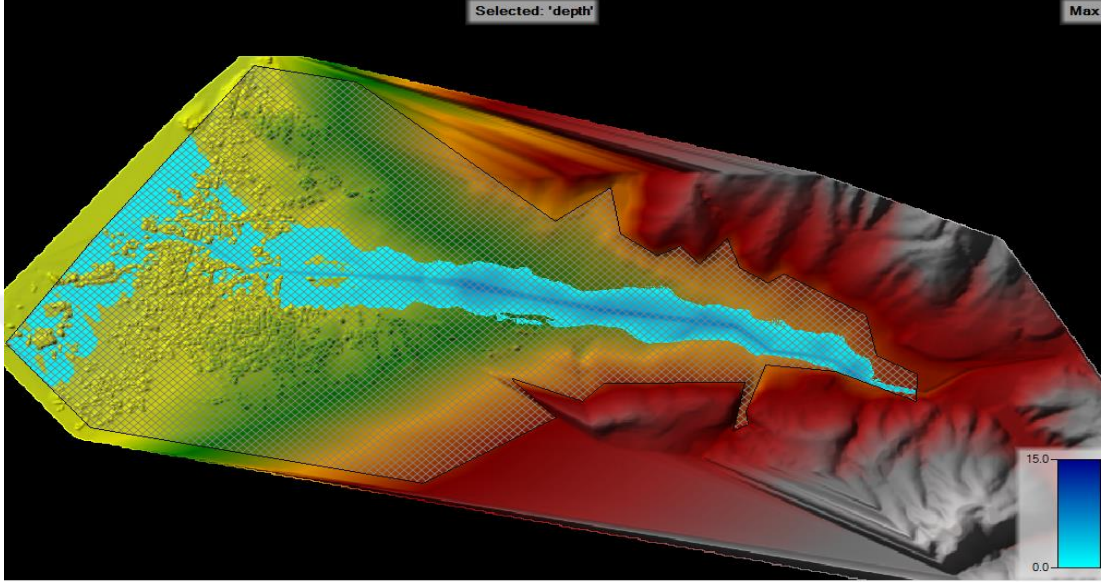
Şekil 7.21. 25 Yıllık yıllık tekerrürlü taşkın debisi için yayılım haritası

25 yıllık tekerrür için hesaplanmış $135,06 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik taşkın debisine ait hidrograf analiz edilmiş ve Şekil 7.21.'deki yayılım sınırları elde edilmiştir.



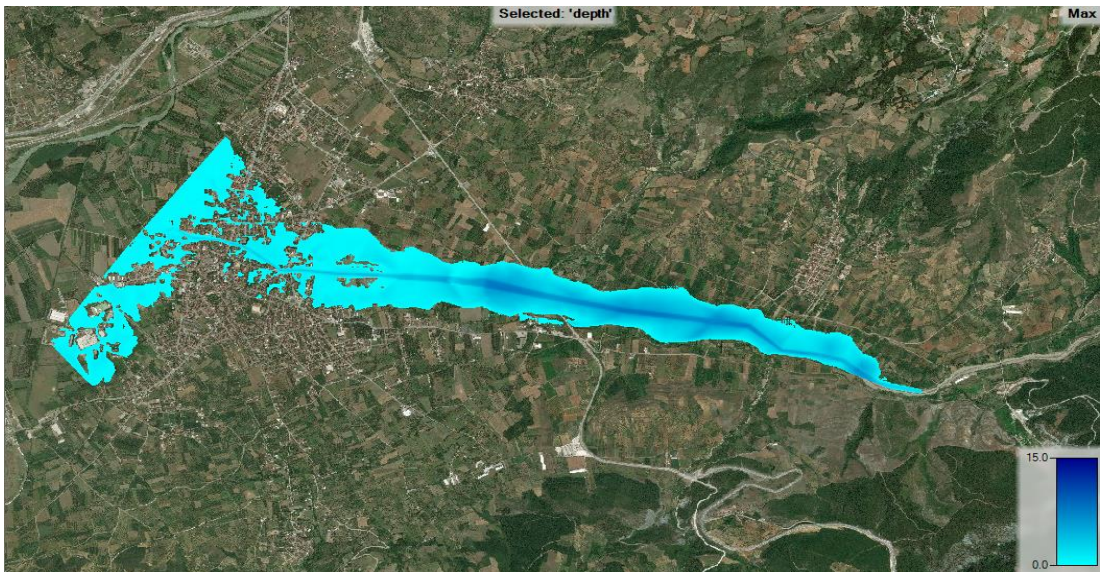
Şekil 7.22. 25 Yıllık tekerrürlü taşkın debisi için bina ile birleştirilmiş yayılım haritası

Yayılım alanları Hec-GeoRAS arayüzü kullanılarak ArcGIS e aktarılmış ve uydu görüntüsü ile çakıştırılmıştır (Şekil 7.22.). Elde edilen yayılma göre maksimum derinliğin 3,41 m olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sınırları içerisinde 3,36 km² alanın taşkın sularından etkilendiği tespit edilmiştir.



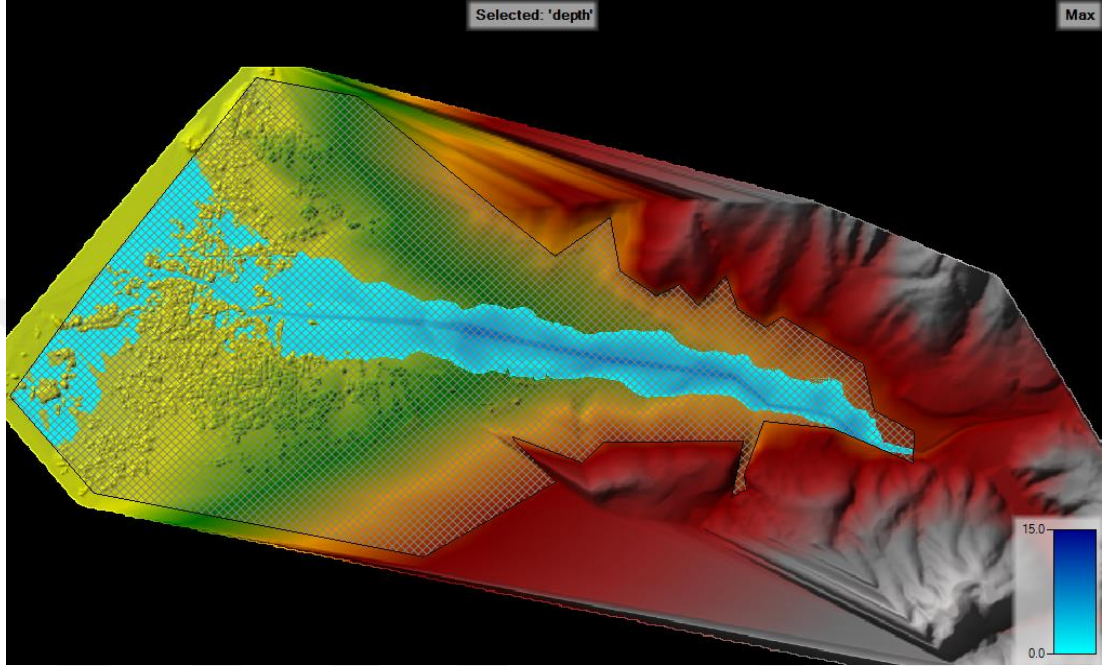
Şekil 7.23. 50 Yıllık yıllık tekerrürlü taşkın debisi için yayılım haritası

50 yıllık tekerrür için hesaplanmış 182,37 m³/s'lik taşkın debisine ait hidrograf analiz edilmiş ve Şekil 7.23.'deki yayılım sınırları elde edilmiştir



Şekil 7.24. 50 Yıllık tekerrürlü taşkın debisi için bina ile birleştirilmiş yayılım haritası

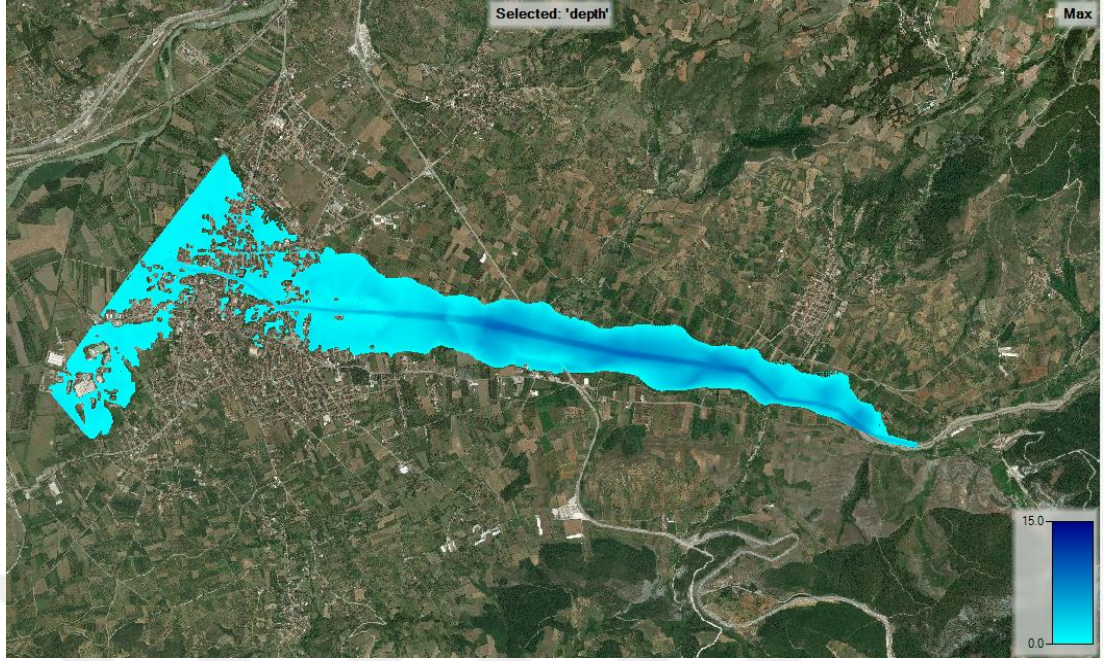
Yayılım alanları Hec-GeoRAS arayüzü kullanılarak ArcGIS e aktarılmış ve uydu görüntüsü ile karşılaştırılmıştır (Şekil 7.24.). Elde edilen yayılma göre maksimum derinliğin 4,35 m olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sınırları içerisinde 3,89 km² alanın taşkın sularından etkilendiği tespit edilmiştir.



Şekil 7.25. 100 Yıllık yıllık tekerrürlü taşkın debisi için yayılım haritası

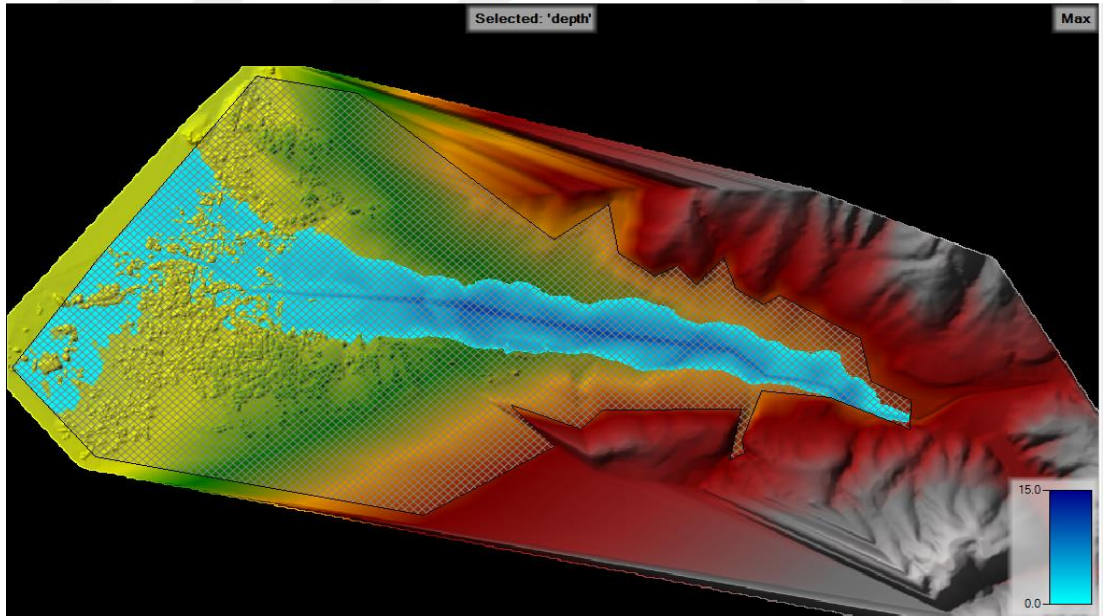
100 yıllık tekerrür için hesaplanmış 238,05 m³/s'lik taşkın debisine ait hidrograf analiz edilmiş ve Şekil 7.25.'deki yayılım sınırları elde edilmiştir.

Yayılım alanları Hec-GeoRAS arayüzü kullanılarak ArcGIS e aktarılmış ve uydu görüntüsü ile karşılaştırılmıştır (Şekil 7.26.). Elde edilen yayılma göre maksimum derinliğin 5,47 m olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sınırları içerisinde 4,32 km² alanın taşkın sularından etkilendiği tespit edilmiştir.



Şekil 7.26. 100 Yıllık tekerrürlü taşkın debisi için bina ile birleştirilmiş yayılım haritası

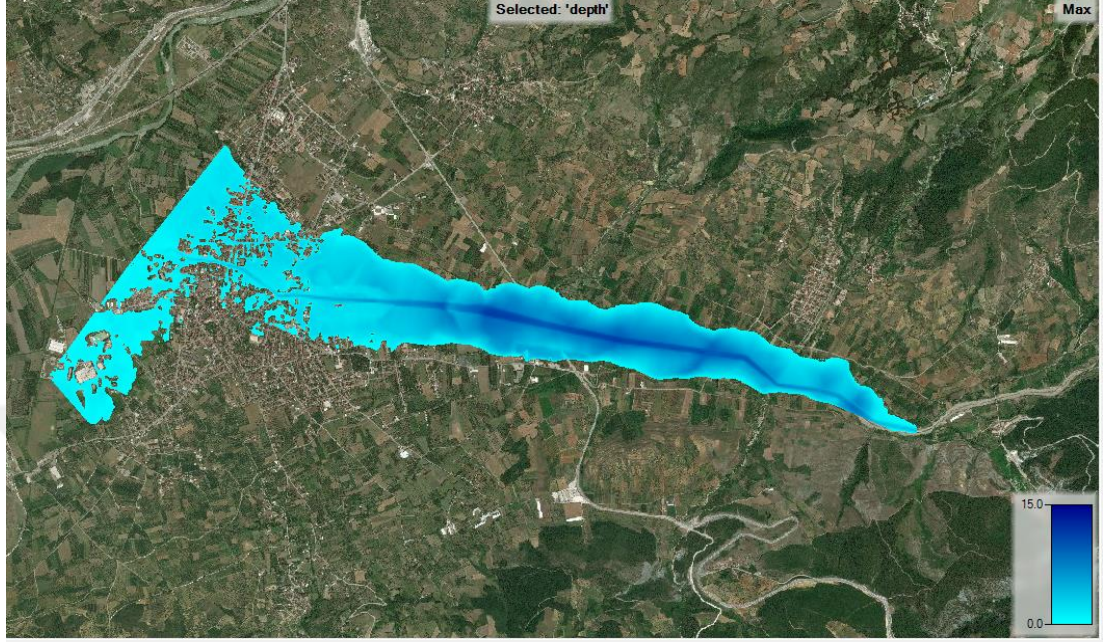
500 yıllık tekerrür için hesaplanmış $408,82 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik taşkın debisine ait hidrograf analiz edilmiş ve Şekil 7.27.'deki yayılım sınırları elde edilmiştir.



Şekil 7.27. 500 Yıllık yıllık tekerrürlü taşkın debisi için yayılım haritası

Yayılım alanları Hec-GeoRAS arayüzü kullanılarak ArcGIS e aktarılmış ve uydu görüntüsü ile çakıştırılmıştır (Şekil 7.28.). Elde edilen yayılma göre maksimum

derinliğin 8,93 m olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sınırları içerisinde 4,89 km² alanın taşkın sularından etkilendiği tespit edilmiştir.



Şekil 7.28. 500 Yıllık tekerrürlü taşkın debisi için bina ile birleştirilmiş yayılım haritası

BÖLÜM 8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Taşkınlar oldukça ciddi maddi ve manevi hasarlara sebep olan doğal afetlerdir. Taşkınlar, afet görülme sıralaması bakımında ülkemizde ikinci sırada yer almaktadır. Taşkın analizleri yapılırken bölgenin topoğrafik yapısı, iklim özellikleri, meteorolojik özellikleri dikkate alınmalıdır. Taşkın hasarlarının önüne geçilmesi için bu analiz çalışmalarının yapılması zorunludur. Taşkın risk yönetimi ve zarar önleme/azaltma çalışmalarının yanı sıra, sigortacılık çalışmalarında taşkın yayılım-tehlike haritaları, taşkın risk haritalarından yararlanılmaktadır.

Geyve Karaçay Deresi tarihsel birçok taşkınla yaşandığı bir bölgedir. Gerek arazi yapısı gerek meteorolojik özellikler bakımından taşkına oldukça elverişlidir. Geyve merkezinin içinden geçen Karaçay Deresi tarihsel taşkınlarla bakıldığında yanlış çevre düzenlemesi, çarpık şehirleşme ve buna bağlı olarak yeşil alan azalması sonucu manning pürüzlülük katsayısının azalmasıyla birçok taşkın yaşanmıştır. Bu taşkınlarda şehir merkezindeki riskler sebebiyle ekonomik kayıpların doğmasına ve birçok hayvanın taşkınlar sebebiyle telef olmasına sebep olmuştur. Taşkınlar mevcut meskenlerde de ciddi ekonomik hasarların oluşmasına sebebiyet vermiştir.

Bu sebeple çalışma kapsamında Geyve Karaçay Deresi'ne ait tekerrürlü taşkın debileri ve bu debilerin meydana gelmesi durumunda taşkınların yayılım haritaları oluşturulmuştur. Hec-RAS ve ArcGIS programları kullanılarak düzensiz akım analizi gerçekleştirilmiştir. Bölüm 7'de ayrıntılı olarak çalışmanın anlatımı yapılmıştır. Taşkın yayılım haritaları ve sonuçları Şekil 7.15.- Şekil 7.28. arasında verilmiştir.

Analiz yöntemi olarak sentetik ve olasılık metodları kullanılmıştır. Hesap açısından Mockus yöntemi ve Log-Pearson Tip III (LP3) kullanılmıştır. Çalışma kapsamında yapılan debi hesapları sonucu Mockus yöntemindeki debi değerleri kullanılmıştır.

Analiz işlemi; 2 yıllık, 5 yıllık, 10 yıllık, 25 yıllık, 50 yıllık, 100 yıllık ve 500 yıllık tekerrürlü taşkın debileri için kararsız akım taşkın hidrografi oluşturulup analiz edilmiştir. Analizdeki yayılım haritalarındaki su yüksekliği debi değerlerinin artışıyla mukabil yükseldiği görülmüştür. 500 yıllık tekerüür için Geyve ilçe merkezinde su yüksekliğinin maksimum 2,27 m'ye kadar ulaşacağı tespit edilmiştir. Toplam 489 hektarlık arazinin sular altında kalabileceği tespit edilmiştir. 500 yıl tekerrürlü taşkın debisinin Karaçay deresinde görülmesi durumunda yaklaşık 1400 binanın taşkından etkilenebileceği tespit edilmiştir.

Yapılan çalışma sonucunda ilçe merkezi için olası maksimum su seviyeleri tespit edilmiş olup Tablo 8.1.'de verilmiştir.

Tablo 8.1. Su Seviyesi Yüksekliği

Tekerrür Debisi	Mak. Su Seviyesi Yüksekliği (m)
2	0,31
5	0,45
10	0,52
25	0,61
50	0,93
100	1,68
500	2,27

Çalışma sonucu ilçe merkezinin ve verimli tarım arazilerinin tüm tekerrürler için taşkın sularından etkilendiği tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar kullanılarak ilçede meydana gelebilecek hasarların ekonomik etkileri belirlenebilecektir. Taşkın risk haritaları oluşturulup sigortacılık için gerekli veriler sağlanabilecektir. Üretilen taşkın yayılım haritaları ilçe belediyesi için imar düzenlemelerinde faydalı bir veri oluşturacaktır. Dere yatağında ıslah çalışmaları yapılmış olmasına rağmen, artış göstermiş yağış rejimleri dikkate alındığında kesitlerin yetersiz kaldığı söylenebilir. Islah sonrası yaşanmış taşkınlarda bu sonuçları desteklemektedir. Taşkın afeti konusunda ilgili müdahale ekipleri ve bölge halkı bilinçlendirilmelidir. Bu konuda eğitim seminerleri düzenlenmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] Sümer, V., 2007/60/EC II. Ulusal Taşkın Sempozyumu, Afyon, 24 Mart 2010
- [2] www.slideplayer.biz.tr/slide/13327546/., Erişim Tarihi: 08.01.2020
- [3] www.sondakika.com ., Erişim Tarihi: 08.01.2020
- [4] www.taskinyonetimi.ormansu.gov.tr ., Erişim Tarihi: 08.01.2020
- [5] www.politeknik.org.tr ., Erişim Tarihi: 08.01.2020
- [6] Altundal, M. Taşkınların Ekonomik Boyutu, DSI, Dünya Su Günü, 22-24 Mart 2010.
- [7] Yaşar Korkanç, Korkanç, S. Sel ve Taşkınların İnsan Hayatı Üzerine Etkileri.ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi, Cilt:8, S:9,2006.
- [8] www.taskinyonetimi.ormansu.gov.tr ., Erişim Tarihi : 29.12.2019
- [9] Temiz, N., Aksoy, H., Ercanoğlu, M., Batı Karadeniz Bölgesi'nde Potansiyel Taşkın Alanlarının Belirlenmesine Yönelik Bir Çalışma, Türkiye Jeoloji Bülteni, Cilt 47, Sayı 2, Ankara,2004.
- [10] Aydın, A., Büyük Menderes Nehri Sağ Sahil Derelerindeki Sel Kontrol Çalışmalarının İrdelenmesi, İÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2008 .
- [11] Göçmen, E., 2006, Edirne İli Alt-Havzalarda Taşkın Debisi ve Su Verimi Hesaplamaları İçin Ampirik Yöntemlerin Etkinliklerinin Belirlenmesi.Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2006.
- [12] Usul, N. ve Turan, B., Flood Forecasting and Analysis within the Ulus Basin, Turkey, Using Geographic Information Systems, Natural Hazards, 39, 213-229, 2006.

- [13] Özdemir, H., Taşkınların Haritalanmasında Hec-Georas ve Hec-ras'ın Kullanımı: Havran çayı örneği (Balıkesir), TMMOB Harita Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 30 Ekim-02 Kasım 2007, KTÜ, Trabzon.
- [14] Topaloğlu, F., Yücel, A., Tülücü, K. ve Çetin, M., Anlık Maksimum Akım Miktarlarının Taşkın Frekans Analizinde Kullanılması, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23(1), 187-192, 1999.
- [15] Özdemir, H., Havran Çayı'nın (Balıkesir) Taşkın Sıklık Analizinde Gumbel ve Log Pearson Tip III Dağılımlarının Karşılaştırılması, Coğrafi Bilimler Dergisi, 6(1), 41-52, 2008.
- [16] Aşıkoğlu, Ö.L. ve Benzeden, E., Standart Süreli Yıllık Maksimum Yağışlar İçin Kararlı Frekans Dağılım Modelleri, Fırat Üniversitesi ,Fen ve Mühendislik Dergisi, 19(4), 543-551, 2007.
- [17] Gürgen, G., Doğu Karadeniz Bölümü'nde Maksimum Yağışlar ve Taşkınlar Açısından Önemi, GÜ Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24(2), 79-92, 2004.
- [18] Yurdakul, M. E. Güney Sapanca Havzası Taşkın Yayılım Haritalarının Modellenmesi: Keçi Deresi Örneği. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 2019.
- [19] Ergen, K. Baraj Taşkın Risk Analizi Sakarya Geyve Doğantepe Barajı Örneği. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 2019.
- [20] Özcan, O. Taşkın Tespitinin Farklı Yöntemlerle Değerlendirilmesi: Ayamama Deresi Örneği, Artvin Çoruh Üniversitesi Doğal Afetler Dergisi, 3(1), S:9-27, Ocak 2017
- [21] Akkaya, U. Meriç ve Tunca Nehirlerinin Edirne şehir merkezi kısmında 2 Boyutlu Taşkın Modellemesi. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği, Doktora Tezi, 2016.
- [22] Oğraş, S., Önen, F. Dizle Nehri'nin Taşkın Analizinin Hec-RAS Programı ile Yapılması. DÜMF Mühendislik Dergisi, 2019.
- [23] Üyükoğlu, M., Ünal, B., Turan, B., Hec-RAS Paket Programı ile Manavgat İlçesi Ilıca Deresi Taşkın Bölgesinin Modellenmesi. 4. Su Yapıları Sempozyumu, 2015.

- [24] Taş, E., İçağa, Y., Zorluer, İ. Taşkın Yayılım Haritalarının Oluşturulması ve Taşkın Zarar Analizi: Akarçay Afyon Alt Havzası Örneği. AKÜ Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 16,711-721,2016.
- [25] Sönmez, O. Nehirlerde 2 Boyutlu Taşkın Modellemesi ve Taşkın Haritalarının Oluşturulması. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Doktora Tezi, 2013.
- [26] Dere, G. Kurtköy Deresi Taşkın Yayılım-Tehlike-Risk Haritalarının Belirlenmesi. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 2019.
- [27] Efe, H., Önen, F. Batman Çayı'nın Taşkın Analizinin Hec-RAS Programıyla Yapılması. Dicle Üniversitesi Mühendislik Dergisi, 6(2), 83-92, 2015.
- [28] Sönmez, O., Demir, F. Ağva İlçe Merkezine Ait Taşkın Yayılım Haritalarının ve Mevcut Binaların Taşkın Su Seviyelerinin Tespiti. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,2016.
- [29] www.google.com.tr ., Erişim Tarihi: 08.01.2020
- [30] www.mgm.gov.tr .. Erişim Tarihi: 28.12.2019
- [31] www.geyvemedia.com ., Erişim Tarihi: 28.12.2019
- [32] Bayazıt, M. Önöz, Bihrat. Taşkın ve Kuraklık Hidrolojisi, 1. Baskı. Nobel Yayın, ISBN 978-605-395-142-1, 2008.
- [33] www.esri.com.tr ., Erişim Tarihi: 08.01.2020

ÖZGEÇMİŞ

İrem Yıldırım, 02.10.1994'te İstanbul'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Ankara'da tamamladı. 2012 yılında Reha Alemdaroğlu Anadolu Lisesi'nden mezun oldu. 2012 yılında başladığı Sakarya Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nü 2016 yılında bitirdi. 2013 yılında çift anadal programı ile Sakarya Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitime başladı ve 2019 yılında bitirdi. 2017 yılında Sakarya Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Hidrolik Anabilim dalında yüksek lisans eğitime başladı. 2016 ve 2018 yılları arasında yapı denetim firmasında kontrol elemanı olarak görev aldı. 2018 yılında başladığı özel bir şirkette halen şantiye şefi olarak çalışmaya devam etmektedir.