

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

**GÜNEY SAPANCA HAVZASI TAŞKIN YAYILIM
HARİTALARININ MODELLENMESİ: KEÇİ DERESİ
ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

M. Emre YURDAKUL

Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Enstitü Bilim Dalı : HİDROLİK

Tez Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Osman SÖNMEZ

Mayıs 2019

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GÜNEY SAPANCA HAVZASI TAŞKIN YAYILIM
HARİTALARININ MODELLENMESİ: KEÇİ DERESİ
ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

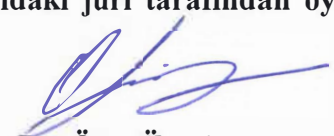
M. Emre YURDAKUL

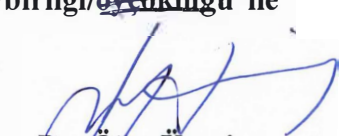
Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Enstitü Bilim Dalı : HİDROLİK

Bu tez 24./05/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.


**Prof. Dr.
Emrah DOĞAN
Jüri Başkanı**


**Dr. Öğr. Üyesi
Osman SÖNMEZ
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.

M.Emre YURDAKUL

30.04.2019

TEŞEKKÜR

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. Öğretim Üyesi Osman SÖNMEZ'e,

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve birikimlerinden faydalandığım Prof. Dr. Emrah Doğan'a,

Meslek hayatımda ve yüksek lisans eğitimimde beni destekleyen DSİ 32. Şube Müdürü İnş. Müh. Abdurrahman CEBECİ'ye teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ÖZET.....	x
SUMMARY	xi
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2.	
TAŞKIN	2
2.1. Taşkın Tanımı	2
2.2. Taşkın Mevzuatı	2
2.2.1. Kanun ve kanun hükmünde kararnameler.....	3
2.2.2. Yönetmelikler.....	3
2.2.3. Genelge ve Tebliğler	4
2.3. Taşkınların Nedenleri	4
2.3.1. Taşkınları oluşturan meteorolojik etkenler	4
2.3.1.1. Yağış	4
2.3.1.2. Sıcaklık	5
2.3.1.3. Rüzgarlar.....	5
2.3.2. Taşkınları oluşturan hidrolojik etkenler	5
2.3.3. Taşkınları oluşturan insan kaynaklı etkenler.....	6
2.3.4. Sakarya ilinden taşkınlarla sebebiyet verebilecek örnek yapılar..	6

2.4. Taşkın Türleri.....	12
2.4.1. Meteorolojik etkiler bakımından taşkınlar	12
2.4.2. Oluşum yerleri bakımından taşkınlar	13
2.4.3. Oluşum süreleri bakımından taşkınlar.....	14
2.5. Taşkından Korunma Yöntemleri	14
2.5.1. Yapısal önlemler	14
2.5.1.1. Barajlar/biriktirme yapıları	14
2.5.1.2. Taşkın koruma duvarları.....	15
2.5.1.3. Seddeler	15
2.5.1.4. Sel kapanları	15
2.5.1.5. Tersip bentleri/ geçirgen tersip bentleri.....	15
2.5.1.6. Islah sekileri.....	15
2.5.1.7. Biritler.....	16
2.5.2. Yapısal Olmayan Önlemler	16
2.6. Ülkemizde Taşkın Yönetimi	16
2.6.1. Koordinasyon, sorumlu ve ilgili kurumlar	16
 BÖLÜM 3.	
KAYNAK ARAŞTIRMASI	18
 BÖLÜM 4.	
ÇALIŞMANIN ÖNEMİ	21
 BÖLÜM 5.	
ÇALIŞMA ALANI	22
5.1. Çalışma Alanına Ait Doğal Faktörler.....	22
5.1.1. Coğrafi faktörler.....	22
5.1.2. İklim ve bitki örtüsü	23
5.1.3. Yağış.....	23
5.1.4. Sıcaklık.....	26
5.2. Çalışma Alanı ve Sapanca Bölgesinde Yaşanan Taşkınlara Genel Bakış	26

BÖLÜM 6.

YÖNTEM VE UYGULAMA	34
6.1. Tekerrürlü Taşkın Debisi Hesabı	34
6.2. Debi Hesabında Kullanılan İstatistiki yöntemler	34
6.2.1. Log-Pearson tip III	35
6.3. Debi Hesabında Kullanılan Deterministik yöntemler	36
6.3.1. Süperpozesiz mockus yöntemi	36
6.4. Günlük Maksimum Yağışların Ekstrem Dağılım Hesabı	38
6.5. Tekerrürlü Taşkın Debilerinin Hesabı.....	41
6.6. Hidrolik Modelleme	42
6.6.1. Sayısal arazi verilerinin düzenlenmesi.....	42
6.6.2. Verilerin HEC-RAS’a aktarımı ve modelin kurulması	47
6.6.3. Simülasyon Sonuçlarının Görüntülenmesi.....	52

BÖLÜM 7.

SONUÇ VE ÖNERİLER	56
7.1. Sonuç	57
7.2. Öneriler.....	57
7.2.1. Yapısal olmayan öneriler	58
7.2.1.1. İşletme bakım faaliyetleri	58
7.2.1.2. Yapısal öneriler.....	59
KAYNAKÇA.....	61
EKLER.....	65
ÖZGEÇMİŞ	66

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

1D	: Bir Boyutlu Model
2D	: İki Boyutlu Model
AGİ	: Akım Gözlem İstasyonu
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
DEM	: Digital Elevation Model
DMİ	: Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü
DSİ	: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
MF	: Maksimize Faktörü
MGİ	: Meteoroloji Gözlem İstasyonu
PLV	: Plüviyograf
SYM	: Sayısal Yükseklik Modeli
TIN	: Triangulated Irregular Network
USACE	: The U.S. Army Corps of Engineers
YADK	: Yağış Alan Dağılım Katsayısı
YHT	: Yüksek Hızlı Tren

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Sakarya, Kocaali, Demiraçma Deresinde daraltılan kesit (İslah öncesi).....	7
Şekil 2.2. Sakarya Karasu Kızılcık deresi yatak içine inşaa edilen ve kesiti daraltan yapı	7
Şekil 2.3. Sakarya Geyve Kıncı Deresi taşkın koruma tesisinin işgali (İslah öncesi).....	8
Şekil 2.4. Sakarya Sapanca İstanbulderesi yatak içinden geçen içme suyu borusu ve kesiti daraltan rusubat	9
Şekil 2.5. Sakarya Sapanca Sarp Deresi taşkın koruma tesisi üzerine yapılan yapı	9
Şekil 2.6. Sakarya Sapanca Sarp Deresi üzerinde inşa edilen yetersiz sanat yapısı ve kesiti daraltan rusubat.....	10
Şekil 2.7. Sakarya Sapanca Keçi Deresinde akışı engelleyen ve kesiti daraltan sanat yapısı	10
Şekil 2.8. Sakarya Sapanca Keçi Deresinde akışı engelleyen ve kesiti daraltan içme suyu boruları	11
Şekil 2.9. Sakarya Sapanca Keçi Deresinde, dereye kanalizasyon deşarjı	11
Şekil 2.10. Sakarya Sapanca İstanbulderede dere yatağına bırakılan atık moloz ve çöpler	12
Şekil 5.1. Çalışma alanı.....	22
Şekil 5.2. Sapanca Mahmudiye Deresi mansabında bulunan ve taşkından etkilenen özel mülkiyetler	26
Şekil 5.3. Sapanca Mahmudiye Deresi membada hasar gören elektrik direği.....	27
Şekil 5.4. Sapanca Mahmudiye Deresi membasında hasar alan sanat yapısı	28
Şekil 5.5. Sapanca Mahmudiye Deresinde yatak içinde devrilen ağaçlar.....	28
Şekil 5.6. Sapanca Mahmudiye Deresi akışı engelleyen büzlerin kaldırılması	29

Şekil 5.7. Sapanca İstanbuldere membasındaki alabalık tesisine biriken rusubat	29
Şekil 5.8. Sapanca İstanbuldere membada rusubatla dolan turistik alabalık tesisi	30
Şekil 5.9. Sapanca İstanbuldere mansabındaki orta ayaklı YHT sanat yapısı	30
Şekil 5.10. Sapanca Keçi Deresinde hasar gören DSİ AGİ tesisi	31
Şekil 5.11. Sapanca Keçi Deresinde hasar gören yol durumu	32
Şekil 5.12. Sapanca Sarp Deresinde yetersiz köprü kesiti ve orta ayak sebebiyle biriken rusubat.....	32
Şekil 5.13. Sapanca Sarp Deresinde şişen akım sonucunda taşkının çıktığı seviye.....	33
Şekil 5.14. Sapanca Yanık Deresinde hasar gören büzlÜ geçiş ve yol.....	33
Şekil 6.1. Keçi Deresi Q500 taşkın hidrografı	41
Şekil 6.2. Çalışma diyagramı	42
Şekil 6.3. NetCAD programında nokta bulutuna genel bakış.....	43
Şekil 6.4. TIN Verisine genel bakış	44
Şekil 6.5. ARCMAP Tin editing eklentisi	44
Şekil 6.6. Raster olarak kaydedilen SYM	45
Şekil 6.7. Raster olarak kaydedilen binalar.....	46
Şekil 6.8. Binalar ve SYM birleşik raster hali	47
Şekil 6.9. HEC-RAS hidrolik analiz programına genel bakış.....	47
Şekil 6.10. Geometric data arayüzü	48
Şekil 6.11. 2D taşkın alanı özellikleri	48
Şekil 6.12. Mansap sınır koşulları çizgisi	49
Şekil 6.13. Memba sınır koşulları çizgisi.....	49
Şekil 6.14. Son halini almış geometric data ekran görüntüsü	50
Şekil 6.15. Taşkın hidrografının zaman aralıkları ve debilerinin girildiği ekran.....	51
Şekil 6.16. Verileri girilen hidrografın HEC-RAS tarafından çizimi	51
Şekil 6.17. Keçi Deresi havzası için Q500 taşkın yayılım haritası	52
Şekil 6.18. Keçi Deresi havzası için Q100 taşkın yayılım haritası	53
Şekil 6.19. Keçi Deresi havzası için Q50 taşkın yayılım haritası	53

Şekil 6.20. Keçi Deresi havzası için Q25 taşkın yayılım haritası	54
Şekil 6.21. Keçi Deresi havzası için Q10 taşkın yayılım haritası	55



TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 2.1. Taşkın yönetimi konusunda sorumlu ve ilgili kurumlar	17
Tablo 5.1. Günlük maksimum yağış değerleri (mm)	24
Tablo 5.2. Günlük maksimum yağışların yineleme değerleri (mm)	25
Tablo 6.1. Log Pearson Tip III dağılımı için frekans faktör değerleri (Usul, 2002).....	35
Tablo 6.2. Meteoroloji istasyonlarına ait veriler	39
Tablo 6.3. Olasılık dağılımlarında kullanılan istatistiki parametreler.....	40
Tablo 6.4. Log-Pearson Tip III için günlük maksimum yağışlarının ekstrem dağılımı (mm).....	40
Tablo 6.5. Çalışma alanına ait bilgiler	41
Tablo 6.6. Mockus yöntemine ait katsayılar	41
Tablo 6.7. Süperpozesiz Mockus metoduna göre hesaplanan Keçi Deresi tekerrürlü taşkın debileri (m^3/s).....	41
Tablo 7.1. Taşkın Yayılım Alanı (ha)	57
Tablo 7.2. Taşkın Yayılım Alanında Kalan Yapı (Adet)	57
Tablo 7.3. Taşkın Yayılım Alanında Kalan Caddeler ve Su Derinlikleri (m)	57

ÖZET

Anahtar kelimeler: Taşkın yayılım haritası, Hec-RAS, Sapanca, Keçi Deresi

Akarsularda su seviyesi ve debi zaman içinde değişir. Debinin ve dolayısıyla seviyenin yüksek olduğu dönemlerde akarsu yatağının dışına taşabilir. Hidrolojik ekstrem olaylar olarak bilinen taşkınların sonucunda insanları etkileyen önemli ekonomik, ekolojik ve çevresel zararlar ve hatta can kayıpları meydana gelmektedir. Taşkınların çevreye verdiği zararların öngörülebilmesi ve zararların minimum düzeye indirgenmesi için hidrolojik verilerin toplanması, çeşitli metotlar ile analiz edilmesi ve değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla yapılan tez çalışması ile Sakarya ili güney Sapanca havzasında yer alan Keçi deresi örneği ele alınarak, elde edilen yağış verileri istatistik yöntemler ile 5, 10, 50, 100 ve 500 yıllık taşkın tekerrür debileri hesaplanarak hidrolik analiz yapan paket programlar vasıtasıyla taşkın yayılım haritaları çıkarılmıştır. Elde edilen bu haritalar yardımı ile risk altında bulunan meskûn mahaller ve olası taşkın durumunda yaşanabilecek zararlar tespit edilmiş ve bu zararların önlenmesi için önerilerde bulunulmuştur.

MODELLING OF SOUTH SAPANCA BASIN FLOOD INUNDATION MAPS: KEÇİ STREAM SAMPLE

SUMMARY

Keywords: Flood inundation map, Sapanca, Keçi Stream, Hec-RAS

Flow and stream level change in time at rivers. When flow and water stream at high quantity/level, stream may flow outside of riverbed. Floods known as hydrological extreme incidents may occur grave economic, ecologic and environmental losses and even loss of life. It's a necessity that hydrological datas to be collected, analyzed with various methods estimated in order to reduce damages to minimum and calculation of environmental losses. For this purpose, flood inundation maps have been calculated with computer modelling of precipitation-flow simulation by using statistical methods for 5, 10, 50, 100 and 500 years of flood repetition flows at Keçi stream sample, south Sapanca basin. In this study, damages and built-in spaces affected by flood detected and some solutions presented in order to reduction/prevention.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Su, dünyamız için başlıca şekillendirici ve canlı yaşamı için vazgeçilmez bir besin ögesidir. Yaşam için elzemdir. Su döngüsünün bir başlama noktası yoktur ama yeryüzüne inen yağışların çoğu deniz, okyanus veya karaya düşer. Karaya düşen yağışların bir kısmı toprak tarafından emilir ve toprak doygunluğa ulaştıktan sonra yer çekiminin etkisiyle yüzey akışına geçer. Böylece akarsular yani dereler ve nehirler oluşur.

Taşkın, bir akarsuyun mevcutta taşıdığı su miktarına hidrolojik olaylar neticesinde ilave gelen suyun eklenerek akması sebebiyle, akımın akarsu yatağını aşarak etrafındaki alanları yıkıcı etkiyle tahrip etmesidir. Buna karşın insanlar ise geçmişten itibaren suya ulaşımın kolay olmasından dolayı barınma ve tarım gibi yaşamsal faaliyetlerini suya yakın alanlarda gerçekleştirmiştir. Günümüzde bile kentleşmenin de etkisiyle taşkın yatakları halen yerleşim yerleri olarak kullanılmaktadır.

Bu sebeple Türkiye’de ve dünyada yaşanan taşkınlar sonucunda önemli ekonomik zararlar ile birlikte can kayıpları da sıklıkla yaşanmaktadır.

Bu çalışmada, Marmara bölgesinin doğusunda bulunan Sakarya iline bağlı Sapanca İlçesindeki Sapanca Gölü’ne mansap olan Keçi Deresi ve havzası çalışma alanı olarak seçilmiştir. Bölgenin farklı tekerrürlerde meydana gelebilecek taşkın riskleri analiz edilerek, yapısal ve yapısal olmayan çözüm önerileri sunulmuştur.

BÖLÜM 2. TAŞKIN

2.1. Taşkın Tanımı

Taşkın; bir akarsuyun çeşitli sebeplerle yatağından taşarak, çevresindeki arazilere, yerleşim yerlerine, altyapı tesislerine ve canlılara zarar vererek o bölgedeki ekonomik ve sosyal faaliyetleri kesintiye uğratan bir tabii olaydır. Taşkınlar her yıl can kaybının yanında büyük sosyo-ekonomik zararlara yol açmaktadır. Son yıllarda küresel iklim değişikliği ve yanlış arazi kullanımı etkisi ile yaşanan taşkınların sayısında ve etkisinde önemli artışlar olmaktadır. Taşkınlar en yaygın görülen meteorolojik karakterli doğal afetlerin başında gelmektedir (Taşkın Yönetimi SYGM, 2017).

İstatistiksel verilere bakıldığında doğal afetler içinde taşkınlar, Türkiye’de depremle sonra en fazla can kaybına ve maddi zarara sebebiyet veren afetlerdendir. İklim değişiklikleri, plansız kentleşme, dere yataklarına yetkisiz yapılan müdahaleler, akarsu havzalarında meydana gelen bozulmalar ve değişiklikler, taşkın yatağındaki arazilerin öncelikli ihtiyaçlar için kullanımı, karayolu ve demiryolu ağlarından suyun akışını sağlayan sanat yapılarının yetersiz boyutlandırılması gibi etkenler taşkınları ve etkilerini arttırmaktadır.

2.2. Taşkın Mevzuatı

Ülkemizde 1900’den 2019 yılına kadar birçok kanunda, yönetmelikte ve genelgelerde taşkınla ilgili düzenlemeler bulunmaktadır. Bu kanun, yönetmelik ve genelgeler aşağıda listelenmiştir.

2.2.1. Kanun ve kanun hükmünde kararnameler

1. Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun (6306)
2. Orman ve Su İşleri Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname (645)
3. Çevre ve Şehircilik Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname (644)
4. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun (5902)
5. Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu (5403)
6. Büyükşehir Belediyesi Kanunu (5216)
7. Tabii Afet Nedeniyle Meydana Gelen Hasar ve Tahribata İlişkin Hizmetlerin Yürütülmesine Dair Kanun (4123)
8. Kıyı Kanunu (3621)
9. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun (3254)
10. Orman Genel Müdürlüğü Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararnamenin Değiştirilerek Kabulü Hakkında Kanun (3234)
11. Çevre Kanunu (2872)
12. İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun (2560)
13. Tabii Afetlerden Zarar Gören Çiftçilere Yapılacak Yardımlar Hakkında Kanun (2090)
14. Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanun (7269)
15. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğünün Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun (6200)
16. Taşkın Sulara ve Su Baskınlarına Karşı Korunma Kanunu (4373)

2.2.2. Yönetmelikler

1. Taşkın Yönetim Planlarının Hazırlanması, Uygulanması ve İzlenmesi Hakkında Yönetmelik (29710)

2. Afet ve Acil Durum Müdahale Hizmetleri Yönetmeliği (28855)
3. Su Havzalarının Korunması ve Yönetim Planlarının Hazırlanması Hakkında Yönetmelik (28444)
4. Kum Çakıl ve Benzeri Maddelerin Alınması, İşletilmesi ve Kontrolü Yönetmeliği (26724)
5. Karayolu Yolboyu Mühendislik Yapıları İçin Afet Yönetmeliği (26369)
6. Kıyı Kanununun Uygulanmasına Dair Yönetmelik (20594)
7. Afetlerin Genel Hayata Etkililiğine İlişkin Temel Kurallar Hakkında Yönetmelik (13007)

2.2.3. Genelge ve Tebliğler

1. Havza Yönetim Heyetlerinin Teşekkülü, Görevleri, Çalışma Usul ve Esasları Hakkında Tebliğ (29361)
2. Akarsu ve Dere Yataklarının Islahı ile ilgili Başbakanlık Genelgesi (27499)
3. Dere Yatakları ve Taşkınlar ile ilgili Başbakanlık Genelgesi (26284)

Ülkemizde taşkınlarla mücadele, 6200 Sayılı yasanın 2. Maddesinin (a) bendinde “Taşkın sular ve sellere karşı koruyucu tesisler meydana getirmek” ibaresiyle DSI’nin birinci sıradaki görevi olarak belirlenmiştir.

2.3. Taşkınların Nedenleri

2.3.1. Taşkınları oluşturan meteorolojik etkenler

2.3.1.1. Yağış

Atmosferde bulunan su buharının çeşitli sebeplerden dolayı yoğunlaşması ile yeryüzünün herhangi bir yerine inerek su bırakması sonucu yağışlar meydana gelmektedir. Yağışın taşkına sebep olduğu an, yeryüzüne düştüğü ilk an olmayıp akışa geçmeye başladığı zamandır. Kısa sürede ve kuvvetli bir şekilde meydana

gelen yağmur yağışları toprak ve bitki örtüsü tarafından emilememektedir. Kontrolsüz olarak akışa geçen bu büyük su kütlesi ise taşkına neden olmaktadır.

Yağışların miktarının yanı sıra meydana gelme süreleri de taşkın oluşumunda önemli etkiye sahiptir. Uzun süreli ve eşit miktara sahip olan yağışlar kısa sürede son bulan yağışlara göre havzaya daha fazla su düşmesine neden olmaktadır. Süre bakımından ise yağış; kurak bölgelerde yağış miktarının fazla olduğu bölgelere nazaran daha kısa sürmektedir (Uçar, 2010).

2.3.1.2. Sıcaklık

Yağışların yeryüzüne düşme şeklini sıcaklık belirler. Sıcaklık 0 °C'nin altında olduğunda kar, 0 °C'nin üstünde olduğundaysa yağmur veya dolu olarak yağışlar gerçekleşir. Bundan dolayı sıcaklık taşkın birim hidrografını doğrudan etkileyen bir faktördür.

Türkiye’de meydana gelen taşkınlar, en fazla ilkbahar-sonbahar döneminde yaşanır ve sıcaklıkta artışa bağlı kar kütlelerinin erimesi sonucunda gerçekleşir. Batı Anadolu, Akdeniz ve Karadeniz bölgeleri taşkına en duyarlı bölgelerdir (Uşkay ve Aksu, 2002).

2.3.1.3. Rüzgarlar

Kıyı bölgelerden iç bölgelere yönelerek esen rüzgarlar kıyıda nem taşıyarak yağışa sebep olurken; iç bölgelerden kıyılara yönelen rüzgarlarda bu durum söz konusu değildir.

2.3.2. Taşkınları oluşturan hidrolojik etkenler

Yer altı su seviyesi, yüzeyin doğal sızma oranı, toprağın nem durumu, su geçirmez alanların artışı, havzanın özellikleri (drenaj alanı eğimi, drenaj alanı büyüklüğü, drenaj

alanı şekli, havza hidrojeolojisi, havza yönü) ve dere yataklarının kesit ve pürüzlülük durumu taşkınların oluşum nedenlerinden belli başlılarıdır.

2.3.3. Taşkınları oluşturan insan kaynaklı etkenler

Ormansızlaştırma faaliyetleri ve arazinin yanlış kullanımına bağlı yüzeysel akış kapasitesinin artması neticesindeki bilinçsiz arazi kullanımı, dere yataklarına tekniğe aykırı ve izinsiz menfez, köprü gibi enine yapılar yapılması ve yetkisiz müdahalelerde bulunulması, dere yatağına moloz, çöp, evsel ve sanayi atıklarının atılması ve kanalizasyon şebekesi döşenmesi, dere yataklarının üstünün kapatılarak pazar yeri, konut, otopark maksatlarıyla kullanılması, dere yatağını enine kesen içme suyu, doğalgaz, atık su vb. boruların kesiti daraltması, dere yataklarında doğal ortamda büyüyen çalı ve ağaçların kesiti daraltması ve temizliğin yapılmaması, önceden yaşanan taşkınlar veya çeşitli sebeplerle yukarı havzadan gelen rusubat ile dere yatağının ve sanat yapılarının kesitlerinin daralması, yapılaşma nedeniyle kent merkezlerinde yatak kesitlerinin daralması, ekolojik dengenin insan müdahalesi sebebiyle bozulmasından kaynaklanan iklim değişiklikleri, yüzeysel yağmur sularının drenajında altyapının olmaması veya yetersiz kalması gibi sebepler insan kaynaklı taşkınların nedenlerindendir.

2.3.4. Sakarya ilinden taşkınlara sebebiyet verebilecek örnek yapılar

Taşkınlar kesitin yetersiz olduğu noktadan başlamakta ve yatağı aşarak yıkıcı etki göstermektedir. Bazen akarsu kesiti gelen akımı karşılayamadığı için, bazen de kesiti daraltan etkenlerden dolayı taşkınlar yaşanmaktadır.

Çalışmanın bu bölümünde, çalışma alanının Sakarya ilinde olması sebebiyle, Sakarya'dan örnekler sunulacak olup, derelere ve çaylara yapılan müdahaleler ve taşkına sebebiyet verebilecek bazı örnekler sunulmuştur.



Şekil 2.1. Sakarya, Kocaali, Demiraçma Deresinde daraltılan kesit (İslah öncesi)

Demiraçma Deresinde yatak üzerine yapılan bu yapı sebebiyle derenin kesiti daralmıştır. Yoğun yağışlardan dolayı artan debi neticesinde yukarı havzadan rusubat, bitki parçaları ve ağaç köklerinin de etkisiyle su bu noktadan şişerek taşkına sebebiyet vermiştir. Şekil 2.1.'de (membadan bakış) taşkın izleri görülmektedir.



Şekil 2.2. Sakarya Karasu Kızılıcık deresi yatak içine inşaa edilen ve kesiti daraltan yapı

Sakarya, Karasu, Kızılcık mahallesi içinden geçen Kızılcık deresinde, Şekil 2.2.'de görüldüğü üzere yapının bir kısmı dere yatağı içerisine yapılmış ve suyun akışı kısmen engellenmiştir. Membadan çekilen fotoğrafta yapının aynı zamanda kurp içinde kaldığı görülmektedir.



Şekil 2.3. Sakarya Geyve Kıncı Deresi taşkın koruma tesisinin işgali (İslah öncesi)

Sakarya, Geyve, Alifuatpaşa Beldesi, Kıncı deresinde Şekil 2.3.'te görüldüğü üzere taşkın koruma duvarlarının üzerine müştemilat, depo gibi çeşitli yapılar yapılmış, duvar ardında dere yatağı ise molozla doldurularak yatak kesiti daraltılmıştır. Ayrıca taşkın koruma tesisinin içine bahçe, kümes gibi basit yapıların da inşa edildiği gözlenmiştir.



Şekil 2.4. Sakarya Sapanca İstanbulderesi yatak içinden geçen içme suyu borusu ve kesiti daraltan rusubat

Sakarya, Sapanca, İstanbul deresinde Şekil 2.4.'te (mansaptan bakış) dereyi enine kesen, akışın doğal halini bozan ve kesiti daraltan çelik içme suyu borusu görülmektedir. Aynı zamanda biriken rusubat ve atılan molozlar neticesinde köprü kesitinin daraldığı da gözlenmiştir.



Şekil 2.5. Sakarya Sapanca Sarp Deresi taşkın koruma tesisi üzerine yapılan yapı

Sakarya, Sapanca ilçesi Sarp Deresindeki taşkın koruma tesisi üzerine inşa edilen yapının, Şekil 2.5.'te (mansaptan bakış) harçlı kârgir duvar üzerine mesnetlendirildiği görülmüştür.



Şekil 2.6. Sakarya Sapanca Sarp Deresi üzerinde inşa edilen yetersiz sanat yapısı ve kesiti daraltan rusubat

Sakarya, Sapanca ilçesi Sarp Deresinde Şekil 2.6.'da yüksek hızlı tren hattının geçiş kotundan dolayı tek açıklıklı inşa edilen sanat yapısının elevasyonunun yetersiz olduğu ve biriken rusubatin sanat yapısının kesitini daralttığı gözlenmiştir.



Şekil 2.7. Sakarya Sapanca Keçi Deresinde akışı engelleyen ve kesiti daraltan sanat yapısı

Sakarya Sapanca Keçi Deresi üzerinde Şekil 2.7.'de görüleceği üzere 2 adet büyük çaplı büz üzerine tabliye betonu atılarak inşa edilen bu yapıda yol geçişi sağlanmış fakat suyun doğal akışı engellenerek kesit daraltılmıştır.



Şekil 2.8. Sakarya Sapanca Keçi Deresinde akışı engelleyen ve kesiti daraltan içme suyu boruları

Sakarya, Sapanca, Keçi deresinde Şekil 2.8.'de (mansaptan bakış) dereyi enine kesen, akışın doğal halini bozan ve kesiti daraltan bir dizi içme suyu borusu görülmektedir. Aynı zamanda dereye atılan evsel atıkların da bulunduğu gözlenmiştir.



Şekil 2.9. Sakarya Sapanca Keçi Deresinde, dereye kanalizasyon deşarjı

Sakarya, Sapanca, Keçi Deresinde Şekil 2.9.'da dereye kanalizasyon deşarjının yapıldığı görülmektedir. Dere içerisine bırakılan kanalizasyon deşarjları sabit debilerinden dolayı kesit kapasitesini daraltmakta ve taşkın anında olumsuz etki oluşturmaktadır.



Şekil 2.10. Sakarya Sapanca İstanbulderede dere yatağına bırakılan atık moloz ve çöpler

Sakarya, Sapanca, İstanbul derede Şekil 2.10.'da görüldüğü üzere inşaat çalışmaları sebebiyle şantiye sahasındaki moloz ve kazı fazlası malzeme dere tarafına taşınarak yatak kesiti daraltılmıştır.

2.4. Taşkın Türleri

Taşkınlar meteorolojik etkilere, meydana gelme sürelerine ve nerelerde meydana geldiklerine göre sınıflandırılmaktadır.

2.4.1. Meteorolojik etkiler bakımından taşkınlar

1. Kış Yağışları Kaynaklı Taşkınlar; Kasım-Mart ayları arasında meydana gelen yağışlardan kaynaklanmaktadır.

2. Yaz Yağışları Kaynaklı Taşkınlar; Yazın sağanak halde yağın yağışlardan kaynaklanmaktadır.
3. Cephe Yağışları Kaynaklı Taşkınlar; Sıcaklık ve yoğunluk farkı ile karşılaşan iki hava kütesinin sonucunda oluşan yağışlardan kaynaklanmaktadır.
4. Kar Erimesi Kaynaklı Taşkınlar; Dağlık bölgelerde kar-buzul erimesi neticesinde akışa geçen sulardan kaynaklanmaktadır.
5. Yerleşim Yeri Kanal Taşması Kaynaklı Taşkınlar; Meskûn mahallerde kentleşme etkisiyle daraltılan kanalların kesitlerinin yetersiz kalmasından kaynaklanmaktadır.
6. Deniz Dalgası ve Gelgit Kaynaklı Taşkınlar; Beklenmedik fırtınalar ve gelgitlerin kot itibariyle deniz seviyesinin altındaki alanları sular altında bırakmasından kaynaklanmaktadır.
7. Biriktirme Yapılarının Yıkılması Kaynaklı Taşkınlar; Rezervuarında su biriktiren yapıların yıkılması neticesinde, suyun mansaptaki yerleşim alanları ve tarımsal arazileri tahrip etmesinden kaynaklanmaktadır.

2.4.2. Oluşum yerleri bakımından taşkınlar

1. Şehir ve Metropol Taşkınları; hızla artan nüfus beraberinde kontrolsüz kentleşmeyi meydana getirmektedir. Taşkın yataklarına yapılan bina, yol, park, gibi yapılar doğal bitki örtüsünün tahribatına neden olmaktadır. Bu durum ise şehirleşen alanlarda doğal alanlara göre yüzeysel akışın 2-6 kat artmasına neden olmaktadır (Kadioğlu, 2007). Günümüzde kentleşme ve betonlaşmanın etkisiyle yüzeysel akışa geçen yağmur sularının oranındaki artış ve yatağı daraltılan dereler neticesinde şehir ve metropollerde sıklıkla taşkınlar yaşanmaktadır.
2. Kıyı Alanı Taşkınları; tropikal fırtınalardan kaynaklanan şiddetli yağışlar, volkanik patlamalar neticesinde oluşan büyük dalgalar veya depremler neticesinde okyanus sularının kıyıya hareketi kıyı alanı taşkınlarını oluşturmaktadır. Kıyı alanı taşkınlarında büyük dalgalar ile su kütleleri kıyıya taşıdığından, oluşan hasar da büyüktür.

3. Dere ve Nehir Taşkınları; Uzun süren şiddetli yağışlar neticesinde toprağın da suya doyması ile birlikte yağın yağmur direk akışa geçerek akarsularda debiyi arttırarak taşkına sebep olmaktadır.
4. Dağlık Alan ve Orman İçi Taşkınları; dağlık alanlar ve ormanlarda kuvvetli fırtınaların ve şiddetli yağışların meydana gelmesi kuru ve küçük derelerin debilerinin artmasına sebep olmaktadır.

2.4.3. Oluşum süreleri bakımından taşkınlar

1. Ani Gelişen Taşkınlar; 6 saat içerisinde görülebilen ani taşkınlar dünyanın her yerinde meydana gelebilmektedir. Özellikle Akdeniz bölgesinde nehir havzalarında kuvvetli yağışlar sebebiyle görülen ve ekonomik açıdan ciddi kayıplar meydana getiren ani taşkınlar konveksiyonel yağışlar sebebiyle sık görülen taşkınlardandır. Sediment taşınımı ve kıyı oyulmasına sebep olan bu taşkın tipinde, büyük hasarlar meydana gelmektedir (Kadioğlu, 2008; Sönmez, 2013).
2. Yavaş Gelişen Taşkınlar; 1 hafta veya daha uzun sürede meydana gelmektedir. Bu taşkın türünde yeryüzüne düşen yağış suları nehirlerde ani akış haline dönüşmemektedir (Akkaya, 2016).

2.5. Taşkından Korunma Yöntemleri

Taşkınların çok yönlü zararlarını önleyebilmek maksadıyla taşkın öncesi, esnası ve sonrasında yapısal ve yapısal olmayan önlemler olarak iki ana grupta toplanmaktadır.

2.5.1. Yapısal önlemler

2.5.1.1. Barajlar/biriktirme yapıları

Akarsu havzasının tamamında taşkın koruma ve taşkın kontrol ihtiyacının tesisi amacıyla ve su depolaması neticesinde giderilebilecek diğer ihtiyaçların (içme suyu, enerji, sulama) da karşılandığı baraj, gölet gibi büyük su yapılarıdır.

2.5.1.2. Taşkın koruma duvarları

Taşkın koruma duvarları, genellikle meskûn mahallerde yapılan membadan mansaba kadar akımın geçtiği güzergahın farklı tekerrürlü taşkın debilerini karşılayan, taşkın sırasında suyu taşkın tehlikesi taşıyan alanlardan uzak tutan ve taşkını kontrollü geçiren yapılardır.

2.5.1.3. Seddeler

Bir akarsu veya nehir boyunca inşa edilen ve taşkın korunan alana girmesini engelleyen yapay bir dolgudur.

2.5.1.4. Sel kapanları

Geçirimsiz bir baraj gövdesiyle aynı gövdeye sahip olan bu yapılar, taşkın sularını rezervuarında depolayarak, dolusavak eşiğinden aşıttıktan sonra taşkın sularını mansaba gönderirler. Bu sayede mansapta taşkın emniyeti ve taşkın ötelemesi gerçekleştirirler.

2.5.1.5. Tersip bentleri/ geçirgen tersip bentleri

Genellikle yukarı havza çözümü olan tersip bentleri, yüksek eğimli akarsu veya derelerde akımın aşağı havzaya bol miktarda rusubat getirmesine karşılık inşa edilen enine su yapılarındandır. Geçirgen tersip bentleri ise istenilen boy ve çapın üstündeki rusubatın aşağı havzaya geçişini engelleyerek aşağı havzada taşkın yıkıcı etkisini azaltır ve balık geçişlerine de imkân verir.

2.5.1.6. İslah sekileri

Genellikle birbiri ardına inşa edilen ıslah sekileri, yukarı havzada ve yüksek eğimli derelerde hem suyun hızını hem de eğimini düşürerek rusubat taşınımını azaltan ve yıkıcı tahribat ile mansaba ulaşmasını engelleyen yapılardır.

2.5.1.7. Biritler

Genellikle taşkın koruma duvarlarında temelleri birleştiren ve suyun, duvarın temelini açığa çıkarmasını engelleyen enine yapılardır. Temelden yüksek yapılırsa eğimi düşürür ve akımın hızını azaltır.

2.5.2. Yapısal Olmayan Önlemler

Yapısal olmayan önlemler daha az bütçeyle taşkın yaşanmadan önce havza bazında alınan bir dizi doğal ve ekolojik tedbirlerdir. Çayır ve meralar, kent ormanları, vejetasyon, yeniden mendereslendirme, yeşil çatılar, arazi kullanımı planlamalarının yapılması, taşkınlara karşı farkındalığın arttırılması neticesinde taşkın risklerinin azaltılması, taşkın tahmini ve erken uyarı sistemleri de taşkına karşı alınabilecek yapısal olmayan önlemler olarak sıralanabilir.

2.6. Ülkemizde Taşkın Yönetimi

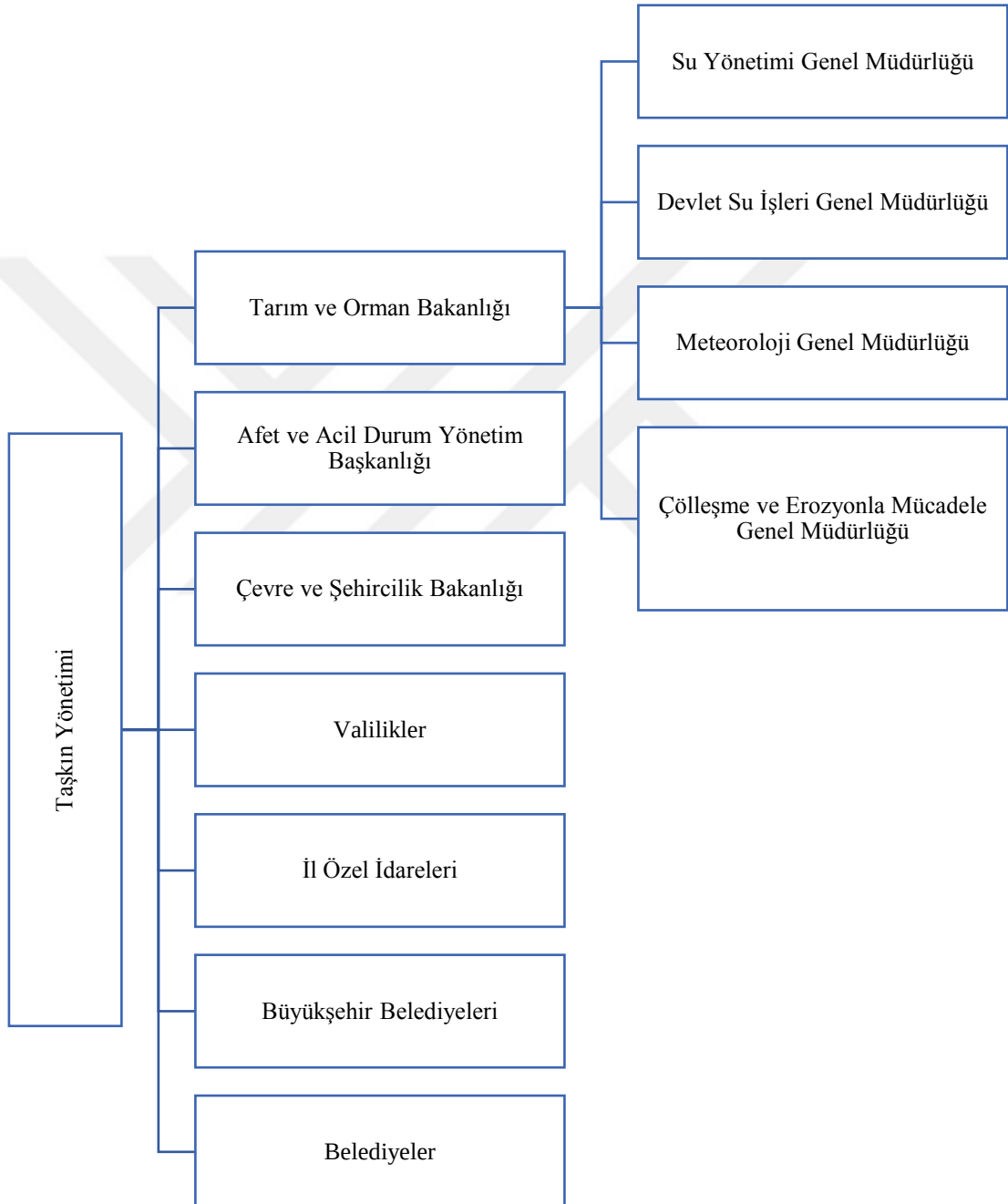
Ülkemizde taşkın yönetimi çerçevesinde birçok çalışma yapılmış olup bunların çoğunluğu ilgili kurumlar tarafından ihalesi ve inşaatı yapılan yapısal proje faaliyetleri ve taşkın sürecindeki acil yardım ve kurtarma faaliyetleridir. Son yıllarda gelişen teknoloji ile birlikte erken uyarı faaliyetleri de önem kazanmıştır. Su kaynaklarının havza bazlı yönetimini, taşkın koruma amacı da içeren detaylı master plan ve projelerin artması yaşanan taşkınları ve sıklıklarını azaltacaktır. Ayrıca ülkemizde halkın taşkınlar konusunda bilinçlendirilmesi, dere ve taşkın yataklarının imara kapatılması vejetasyon gibi yapısal olmayan önlemlerin ilgili kurumlarca arttırılması da taşkınları önemli derecede azaltacaktır.

2.6.1. Koordinasyon, sorumlu ve ilgili kurumlar

Ülkemizde havzalar, tamamıyla veya kısmen içlerinde kalan birçok il ve ilçeden oluşmaktadır. Dolayısıyla bir havzada veya bir su kaynağında yaşanan taşkın, bir veya birden fazla il ve ilçenin sorumluluğuna girmesi ihtimali vardır. Bundan ötürü

taşkın öncesinde, taşkın anında veya taşkın sonrasında yapılacak çalışmaların ilgili kurumlarca koordinasyon içerisinde yapılması gerekmektedir. Taşkın yönetimi konusunda sorumlu ve ilgili kurumlar aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 2.1. Taşkın yönetimi konusunda sorumlu ve ilgili kurumlar



BÖLÜM 3. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Taşkınların sebep olduğu zararları önlemek için öncelikle bu katastrofik olayı tanımak, anlamak ve olasılıkları tahmin etmek gereklidir. Dolayısıyla bu bölümde son yıllarda bu amaçla yapılan çalışmalardan bazılarına yer verilmiştir.

Oğraş (2018), Dicle Nehri'nin Diyarbakır- Silvan karayolu ile tarihi On Gözlü Köprü arasındaki kesimde HEC-RAS ile taşkın analizini yapmıştır. Dicle Nehri üzerindeki köprülerin ve mevcut doğal kesit değişimlerinin de akıma etkisini tespit etmiş ve ayrıca oluşabilecek taşkın yayılım alanlarının güzergah üzerinde bulunan tarihi ve kritik yapılara etkisini tespit etmeye çalışmıştır.

Çeliker (2018), Bingöl İl Merkezi'ndeki özellikle Çapakçur Deresi üzerinde taşkın riski değerlendirmesi hidrolik ve hidrolojik modelleri kullanarak araştırmıştır. 3 boyutlu arazi modellemeleri ve tanımlanması, CBS programı olan ArcGIS 10.1 ile, hidrolik modelleri de HEC-RAS 5.0.3 ile gerçekleştirmiştir. 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 ve 1000 yıllık hesaplanmış tekerrür debi değerleri hidrolik modele girilerek su seviyeleri tespit edilmiştir ve sonuçlar HEC-GeoRAS yardımıyla ArcGIS'e aktararak taşkın risk haritaları hazırlanmıştır.

Üçüncü (2018), Kırıkkale il sınırları içerisinde bulunan Karadere ve Hodar Deresi havzalarında çeşitli tekerrür süreleri için taşkın pik debileri tahmini sentetik birim hidrograf yöntemlerinden DSİ Sentetik ve Mockus metotlarıyla hesaplamıştır. Yağış değerlerini Kırıkkale Meteoroloji İstasyonu'ndan 2010 yılına kadar ölçülen değerler kullanarak hesaplarda kullanmıştır. Bulduğu farklı taşkın pik debilerini HEC-RAS programına girilip analizler yapılarak mevcut kesitlerin yeterli olup olmadığını incelemiştir.

Hırca (2018), çalışma alanı olarak Sakarya ili Akyazı ilçesi Küçücek Sanayi Bölgesi seçmiştir. Çalışmasında Küçücek Dere'sine ait hidrolik veriler kullanılarak 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200 ve 500 yıllık tekerrürlü taşkın debilerini hesaplamıştır. SYM kullanılarak, ArcGIS ortamında nehir, kıyı çizgileri, akış yolları ve enkesitler sayısallaştırılmıştır. Elde edilen veriler HEC-RAS paket programına aktarılmıştır. Çalışma sonucunda taşkın yayılım-risk haritaları elde edilmiştir.

Ersoy (2017), Manisa İli, Yunusemre İlçesinin, Beydere Mahallesi sınırlarından geçen Gediz Nehrinin bir yan kolu olan Kızıldere deresinde 100, 500 ve 1000 yıl tekerrürlü taşkın debi görülmesi durumunda meydana gelecek taşkın alanlarını HEC-RAS modeliyle belirlemiştir.

Doğu (2016), Kırıkkale il sınırları içerisinde bulunan Çoruhözü deresi havzasında sentetik birim hidrograflar ile taşkın pik debileri tahmini yaparak Kırıkkale kent merkezinde dere ıslahı çalışmaları kapsamında 1999 yılında DSİ tarafından hesaplanan taşkın pik debilerine göre tasarlanan kesitlerin, çalışmasında elde edilen 500 ve 1000 yıllık taşkın pikleri için yeterli olup olmadığı HEC-RAS programı kullanılarak araştırmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; mevcut kesitlerin yetersiz olduğu görülmüştür.

Bozoğlu (2015), Samsun İli Terme İlçesi taşkın problemini 1 Boyutlu ve 2 Boyutlu taşkın modelleme yaklaşımı ile incelemiştir. MIKE taşkın model yazılımını dere memba kısmı için çalışmalarında kullanmıştır. Yapılan modellemenin sonucunda membada bulunan menderes oluşumlarının taşkın geciktirme görevi yaparak şehre gelen debiyi özellikle taşkın durumlarında düşürdüğü gözlemiştir. Membada yapısal çözümleri farklı senaryolar için çalışmıştır. Terme nehrini besleyen dört adet alt havza değerlendirilmeye alınmış ve her bir senaryo için mansap taşkın durumu değerlendirilmiştir.

Sönmez (2013), Amerika'nın Iowa eyaletinde bulunan Waverly şehrinin ortasından akan Cedar Nehri'ni çalışma alanı olarak ele almıştır. Çalışmasında taşkın analizlerini, 1 boyutlu ve 1 boyut-2 boyut modelleri birlikte ele alarak ayrı ayrı

incelemiştir. 1 Boyutlu modelleme için HEC-RAS yazılımını kullanmıştır. 1 Boyut-2 boyutun birlikte incelendiği MikeFlood hidrodinamik programı ile de 2D taşkın analizini gerçekleştirmiştir.

Uçar (2010), Trabzon Değirmendere Havzası'nın, arazi modellemelerini CBS programı olan ArcGIS programı ile, hidrolik analizleri ise HEC-RAS ile gerçekleştirmiştir. Özellikle Maçka ilçe merkezinde; yapılaşmanın dere yatağının tam kenarında olması ve mevcut köprülerin dar olan dere yatağını daha da küçültmesinden dolayı, olası maksimum taşkın anlarında yapıların çok zarar göreceği tespit etmiştir. Sonuçları HEC-GeoRAS yardımıyla ArcGIS'e aktararak taşkın risk haritaları elde etmiştir. Risk taşıyan birçok yerleşim yeri tespit edilmiş, çeşitli yapısal ve yapısal olmayan çözüm önerilerinde bulunmuştur.

Turan (2002), Bartın ili Ulus havzasında, CBS ile Mike programıyla 1 boyutlu modellemesinin entegrasyonunu gerçekleştirmiştir. Hidrolojik çalışmalarını MKE 11 NAM yağış-akış modülü ile yapmıştır. Çalışmasının sonucunda 1991 taşkını, 25, 50 ve 100 yıllık taşkın olayları için taşkın haritaları elde etmiştir.

Bu çalışmada ise Kocaeli ve Sakarya şehirlerinin içme suyu ihtiyacını karşılayan Sapanca Gölü'ne mansap olan Keçi Deresi ele alınmıştır. Dere havzasında birçok meskûn mahal bulunması, İstanbul-Ankara arası ücretli bağlantı yolu, yüksek hızlı tren hattı ve turistik dinlenme tesisleri bulunması sebebiyle ve ayrıca 30.09.2015 tarihinde ciddi bir taşkına maruz kalması sebebiyle ele alınmıştır. Keçi deresi eğim bakımından memba bölgesinde vahşi dere, mansap bölgesinde ise ova akarsuyu özelliğini yansıtmaktadır. Bölge ekonomik gelişmişlik düzeyi bakımından da önem arz ettiği için 2 boyutlu taşkın analizine tabi tutularak incelenmiştir.

BÖLÜM 4. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ

Keçi Deresi, Sapanca Gölü'nün güneyinde bulunmaktadır. Yukarı havzada yüksek eğimler ile doğar ve Sapanca Gölü'ne mansap olur. Yüksek eğimler ve havzasında kısa süreli ve yoğun yağışlar sonucunda, üst havzalarda kıyı oyulmaları yaşanmakta, eğimin azaldığı alt havzalarda ise kıyı oyulmalarından gelen rusubat ve yukarı havzadan gelen ağaç ve bitki kökleri neticesinde hidrolik ve insan kaynaklı etkenler neticesinde kesitleri yetersiz kalmakta ve yıkıcı taşkın etkileri görülmektedir. Bu çalışma ile hesaplanan tekerrürlü taşkın debileri neticesinde simülasyon yapılmış ve taşkın neticesinde meydana gelecek ekonomik ve sosyal kayıpların engellenmesi için çözüm önerileri sunulmuştur. Çalışmanın amacı ve aşamaları şu şekildedir;

1. Keçi Deresine ait tekerrürlü taşkın debilerinin hesaplanması için, farklı yağış-akış modelleri kullanılmıştır. Böylece, çalışma alanı için en uygun debi hesap yöntemi kullanılmıştır.
2. Keçi Deresinin taşkın yayılım haritalarının üretilmesi amacıyla elde edilen 1/1000 ölçekli sayısal veriler, NetCAD paket programında düzenlendikten sonra, TIN verisi oluşturmak için bir CBS programı olan ArcMAP'e aktarılmıştır. Ardından bu altlık HEC-RAS'ta 2 boyutlu hidrolik analizler için kullanılmıştır. Analiz sonuçları ArcMAP'e aktarılarak tehlike altındaki alanların taşkın yayılım haritaları üretilmiştir.
3. Taşkın yayılım haritalarına bağlı olarak belirli dönüş aralıklarında oluşan taşkınlarda, Sapanca ilçesinde meydana gelebilecek yapı hasarları ve tarım arazilerinde oluşabilecek maddi kayıplar hesaplanmıştır.
4. Bölgede tekrar yaşanması muhtemel taşkınların önüne geçmek için yapısal ve yapısal olmayan ıslah önerilerinde bulunulmuştur.

BÖLÜM 5. ÇALIŞMA ALANI

Bu bölümde çalışma alanına ait coğrafi faktörler, meteorolojik özellikler ve iklim ve bitki örtüsü hakkında bilgi verilmiştir. Çalışma alanı Şekil 5.1.'de gösterilmiştir.

5.1. Çalışma Alanına Ait Doğal Faktörler

5.1.1. Coğrafi faktörler

Sapanca Gölü dik yamaçlardan doğan dereler vasıtasıyla beslenmektedir. Sapanca Gölüne güneyde Sarp Deresi, Keçi Deresi, İstanbuldere, Mahmudiye Deresi, Kurtköy Deresi, Yavuzselim Deresi, Balıkhane Deresi ve küçük dereler mansap olurken kuzeyde ise Eşme Deresi, Maden Deresi, Harmanlar Deresi ve diğer küçük dereler mansap olmaktadır. Sapanca Gölü ayrıca kaynak akımlarıyla da beslenmektedir.



Şekil 5.1. Çalışma alanı

5.1.2. İklim ve bitki örtüsü

Sakarya ili Karadeniz ve Marmara bölgesinde hüküm süren iklim şartlarının tesiri altındadır. Karadeniz kıyısı ve doğusunda Karadeniz iklimi, Batı ve güneyde Marmara bölgesi iklimi görülür. Etüt sahasında Marmara iklim bölgesinin İstanbul-Kocaeli kısmının karakteristik vasıfları görülmektedir. Senenin, azamî 40 gününde sıcaklık 0°C' nin altında ve azamî 30 gününde +30°C üstünde seyreder. Yağış ortalaması 600 mm- 1000 mm arasında değişmektedir. Sapanca Meteoroloji istasyonu kayıtlarına göre yıllık ortalama yağış 905.8 mm dir. Yazları az yağışlı sıcak kışları ise yağışlı ve olan Marmara İklim Bölgesine girer (URL 1).

Sakarya ilinde, dağlar gür ormanlarla, platolar makilerle kaplıdır. Ova ve vadiler tarım alanlarıdır. Dağlar gibi Karasu bölgesi de ormanlıktır. Orman ve fundalıklar il topraklarının %45'ini, ekili-dikili alanlar %47'sini, çayır ve meralar ise %3,5'ini teşkil eder. 700 metre yüksekliğe kadar kayın, gürgen, ıhlamur, kestane, kavak, çınar ve meşe ağaçlarına rastlanır. Daha yükseklerde iğne yapraklı ağaçlar bunların yerini alır.

5.1.3. Yağış

Çalışma alanına, depresyonik(cephesel yağış), orografik(yamaç yağışları) ve konveksiyonel tipte yağışlar düşmektedir. Depresyonik yağışlar genellikle bahar ve kış aylarında, orografik yağışlar havza içi yükseltilerde, özellikle diğer tipteki yağışları arttırıcı yönde, konvektif yağışlar ise daha çok yaz ve bahar aylarında etkili olmaktadır. Çalışma yağış alanının iklim koşulları gereği çok şiddetli yağışlara yaz ve sonbahar rastlanmamaktadır. Bölgede yağış miktarı topografyaya bağlı olarak kısa mesafeler içerisinde değişiklikler gösterir. Yağış ortalaması 600 mm- 1000 mm arasında değişmektedir.

Çalışma bünyesinde, yinelemeli taşkın debileri 30 m kotunda bulunan Sapanca DMİ ile 40 m kotunda bulunan Kurtköy DSİ'nin günlük maksimum yağış değerlerinden faydalanılarak hesaplanmıştır. DMİ Sapanca ve DSİ Kurtköy meteoroloji

istasyonlarının mevcut yılın en büyük günlük (24 saatlik) yağış değerlerinden en büyüğü kullanılarak frekans analizi yapılmış, örnek dağılıma en iyi uyan dağılım fonksiyonuna çeşitli yinelenmeli günlük maksimum yağış değerleri hesaplanmıştır. Log-normal, Pearson ve Log-Pearson dağılım modeli ile elde edilen sonuçlar birbirine yakın çıkmıştır. USGS'in hazırlamış olduğu Bulletin 17B'ye göre Log-Pearson Tip III esas alınarak hesaplarda kullanılmıştır. Çalışma alanındaki DMİ Sapanca ve DSİ Kurtköy meteoroloji istasyonlarına ait günlük maksimum yağış değerleri (mm) Tablo 5.1.'de, günlük maksimum yağışların yinelenme değerleri (mm) ise Tablo 5.2.'de verilmiştir.

Tablo 5.1. Günlük maksimum yağış değerleri (mm)

Yıl	Sapanca	Kurtköy	Maksimum Yağış
1936	58.5		58,5
1937	61.2		61,20
1938	68.7		68,7
1939	66		66,00
1940	86,9		86,9
1941	56,2		56,2
1942	66,7		66,7
1943	39,4		39,40
1944	59,4		59,4
1945	41,6		41,6
1946	46,6		46,60
1947	34,6		34,6
1948	60,4		60,4
1949	68,3		68,3
1950	181,10		181,10
1951	48,8		48,80
1952	58,90		58,90
1953	41,5		41,50
1954	52,60		52,60
1955	59,9		59,90
1956	35,10		35,10
1957	72,1		72,10
1958	28,3		28,30
1959	39,1		39,10
1960	43,30		43,30
1961	86,50		86,50
1962	73,9		73,90
1963	53,10		53,10
1964	59,1	63,60	63,60
1965	59,8	42,00	42,00
1966	53,10	38,90	38,90
1967		40,60	40,60
1968		82,00	82,00
1969		37,20	37,20
1970	79,50	70,00	70,00
1971	43,10	33,60	33,60

Tablo 5.1. (Devamı)

1972	108.5	112,30	112,30
1973		59	59,00
1974	110.6	128	128,00
1975	48,00	40,00	40,00
1976	40,80	47.5	47,50
1977	35,60	47,00	47,00
1978	55,60	58,00	58,00
1979	58,40	63,00	63,00
1980	63,00	56,30	56,30
1981	46,00	44.5	44,50
1982	56,40	50,00	50,00
1983	56	72,20	72,20
1984	98,00	132,50	132,50
1985	39,30	46.1	46,10
1986	44.5	51,50	51,50
1987	53,50	62,80	62,80
1988	49	68,00	68,00
1989	51,00	69,00	69,00
1990	68,00	54.7	54,70
1991	47,00	46.2	46,20
1992	48	53,20	53,20
1993	34,00	34,50	34,50
1994	42,00	54.2	54,20
1995		80,00	80,00
1996		36,60	36,60
1997		68,30	68,30
1998		46.6	46,60
1999		101	101,00
2000		58.7	58,70
2001		63,40	63,40
2002		41,90	41,90
2003		55,10	55,10
2004		46,70	46,70
2005		62,90	62,90
2006		43,80	43,80
2007		74,20	74,20
2008		43,50	43,50
2009		57,00	57,00

Tablo 5.2. Günlük maksimum yağışların yineleme değerleri (mm)

Dağılım Tipi	2	5	10	25	50	100	200	500
Normal Dağılım	59.82	80.37	91.12	102.58	109.97	116.63	122.70	130.03
Log-Normal (2 Parametrelî)	55.39	77.07	91.60	110.14	124.04	138.05	152.20	171.22
Log-Normal (3 Parametrelî)	53.54	73.64	89.20	111.30	129.41	148.93	169.89	199.93
Pearson Tip-3 (Gama Tip-3)	51.11	72.64	90.45	115.00	134.03	153.32	172.83	192.33
Log-Pearson Tip-III	53.62	72.90	88.13	110.41	129.41	150.60	174.35	201.83
Gumbel	55.94	79.21	94.63	114.10	128.55	142.89	157.17	176.02

5.1.4. Sıcaklık

Çalışma alanının yakın çevresinde yer alan ve sıcaklık gözlemi yapan meteoroloji istasyonu, Sapanca DMİ istasyonu esas alınmıştır.

Sapanca DMİ meteoroloji istasyonunun 1964-1996 periyodunda yıllık ortalama sıcaklık 13.55 °C, Sapanca (DMİ) meteoroloji istasyonunda maksimum sıcaklık 39.5 °C olarak 1984 ve 1987 Temmuz ayında, minimum sıcaklık ise -12.00 °C olarak 1985 yılı Şubat ayında ölçülmüştür.

5.2. Çalışma Alanı ve Sapanca Bölgesinde Yaşanan Taşkınlara Genel Bakış

Sakarya İli Sapanca İlçesinde 2000 yılı ve sonrasında aşırı yağışlar sonucunda 30 Eylül 2015 tarihinde bir adet taşkın meydana gelmiştir. Sapanca ilçesinde 30 Eylül 2015 sabahı itibari ile 1 günlük 84 mm, 01 Ekim 2015 sabahı itibari ile 1 günlük 47.1 mm yağış almıştır. Keçi deresinde taşkın nedeniyle meskûn mahallerde özellikle göl mahallesinde yer yer evleri su basmıştır.

Meteorolojik verilere göre 29 Eylül 2015'i 30 Eylül 2015'e bağlayan gece 22.00 - 02.00 saatleri arasında etkili olan yağışta bu 4 saatlik süre içinde metrekareye 109.6 kilogram yağış düşmüştür (URL 2).



Şekil 5.2. Sapanca Mahmudiye Deresi mansabında bulunan ve taşkından etkilenen özel mülkiyetler

Dere yatağına bağlı şevlerin taşkın debisinden etkilendiği bunun neticesinde akışın toprağı şevden kopardığı (kıyı oyulması), aşağı havzaya rusubat olarak getirdiği ve mansapta yatağı kısmen doldurduğu gözlenmiştir. Buna bağlı olarak dere yatağının çok yakınına inşa edilen özel mülkiyetlerin taşkından etkilendiği ve müdahale sonucu kurtarıldığı da gözlenmiştir (Şekil 5.2.).



Şekil 5.3. Sapanca Mahmudiye Deresi membada hasar gören elektrik direği

Yaşanan taşkın incelendiğinde can kaybı yaşanmamasına rağmen Sapanca gölünü besleyen dereler üzerinde yatak içine yapılan turistik alabalık tesislerinin, derelerin kenarlarından geçen yolların, dere üzerindeki bazı sanat yapılarının, şevlerde veya taşkın yatağında bulunan ağaçların, yol kenarında bulunan bazı elektrik ve telefon direklerinin, derelerin içinden geçen küçük çaptaki su borularının taşkından zarar gördüğü tespit edilmiştir (Şekil 5.3.- Şekil 5.4.- Şekil 5.5.- Şekil 5.7.- Şekil 5.9.).



Şekil 5.4. Sapanca Mahmudiye Deresi membasında hasar alan sanat yapısı

Taşkın etkisiyle devrilen ağaçların, elektrik direklerinin ve hasar gören sanat yapılarının yatak kesitini daraltması sebebiyle suyun yatağını aştığı gözlenmiştir.



Şekil 5.5. Sapanca Mahmudiye Deresinde yatak içinde devrilen ağaçlar

Bunun yanı sıra karayolu geçişlerini kolaylaştırmak için dere üzerine bırakılan büyük çaplı büzlerin de kesiti daralttığı için taşkın sırasında köprü, menfez gibi çalışmadığı tespit edilmiş olup, taşkın sırasında yetkili kuruluşlarca taşkın etkisini azaltması amacıyla büyük çaplı büzler sökülüştür (Şekil 5.6.).



Şekil 5.6. Sapanca Mahmudiye Deresi akışı engelleyen büzlerin kaldırılması

Yukarı havzadan yüksek hızlarla gelen sedimentin aşağı havzada çökerek turistik alabalık tesislerinin rusubatla doldurduğu gözlenmiştir (Şekil 5.7.- Şekil 5.8.).



Şekil 5.7. Sapanca İstanbuldere membasındaki alabalık tesisine biriken rusubat



Şekil 5.8. Sapanca İstanbuldere membada rusublatla dolan turistik alabalık tesisi

Ayrıca Sakarya Meteoroloji İl Müdürlüğü'nün 30.09.2015 tarihinde saat 12.30'da yaptığı açıklamaya göre son 24 saat içinde Sakarya genelinde metrekaresine düşen yağış miktarının 113 kilogram olarak belirlenmiştir. Yaşanan taşkın neticesinde Sapanca ilçesinde 30 mahalle taşkından etkilenmiş, 28 ev ise taşkından zarar görmüştür. Tüm bu sonuçlar incelendiğinde toprağın suya doyması neticesinde artan yağışların doğrudan akışa geçerek taşkına sebebiyet vermesi gibi hidrolojik etkenlerin dışında, insan kaynaklı etkenlerin de taşkına sebebiyet vermekle birlikte taşkının etkisini de arttırdığı gözlenmiştir.



Şekil 5.9. Sapanca İstanbuldere mansabındaki orta ayaklı YHT sanat yapısı

Ayrıca yukarı havzadan gelen rusubatin dere üzerindeki köprü, menfez gibi enine sanat yapılarında kesitin içinde çökeldiği ve zarar gören turistik alabalık tesislerine ait kopan parçaların da orta ayaklı menfez ve köprülerde bitki kökleri, ağaç ve dal parçaları ile birleşerek orta ayağa takılarak taşkın etkisini arttırdığı gözlenmiştir (Şekil 5.9.- Şekil 5.12.- Şekil 5.14.).



Şekil 5.10. Sapanca Keçi Deresinde hasar gören DSİ AGİ tesisi

Yükselen su seviyesi ve artan debi nedeniyle Keçi Deresinde suyun kıyı oyulmalarına sebebiyet verdiği ve DSİ akım gözlem istasyonunun hasar aldığı gözlenmiştir (Şekil 5.10.- Şekil 5.11.)



Şekil 5.11. Sapanca Keçi Deresinde hasar gören yol durumu



Şekil 5.12. Sapanca Sarp Deresinde yetersiz köprü kesiti ve orta ayak sebebiyle biriken rusubat

Karayolunun kotu sebebiyle Şekil 5.12.'de yetersiz elevasyon ile çift açıklıklı inşa edilen betonarme köprünün, yukarı havzadan gelen rusubat ve ağaç parçaları neticesinde kesitinin daralmasından dolayı su geriye doğru şişerek taşkına sebebiyet vermiştir (Şekil 5.13.).



Şekil 5.13. Sapanca Sarp Deresinde şişen akım sonucunda taşkınının çıktığı seviye



Şekil 5.14. Sapanca Yanık Deresinde hasar gören büzlü geçiş ve yol

Sapanca Yanık deresinde ise suyun doğal akışına engel olan ve kesiti daraltan büzler neticesinde, suyun kesitin daraldığı yerden şiştiği taşkına ve kıyı oyulmasına sebebiyet verdiği gözlenmiştir (Şekil 5.14.).

BÖLÜM 6. YÖNTEM VE UYGULAMA

Çalışmanın bu bölümünde tekerrürlü taşkın debilerinin hesabından, hidrolik simülasyon aşamasına kadar tüm adımlar anlatılmıştır.

6.1. Tekerrürlü Taşkın Debisi Hesabı

Proje alanı ve yakın çevresinde bulunan AGİ'lerin yılın anlık maksimum akımlarından, noktasal ve bölgesel taşkın frekans analizi yapma imkânı bulunmadığından proje kapsamında yer alan derelerin gözlenmiş akımlara dayanılarak hesaplanması mümkün olmamıştır.

Bu tez çalışması kapsamında çeşitli yinelenmeli taşkın debi ve hidrograflarının sentetik yöntemler ile belirlenmesinde havza yağış alanının büyüklüğü göz önünde bulundurularak, günlük maksimum yağışların ekstrem dağılım hesabında Log-Pearson Tip III (Tablo 5.2.) kullanıldıktan sonra tekerrürlü taşkın debi hesabında Süperpozesiz Mockus Metodu Metodu kullanılmıştır.

Debi hesap metotları “Deterministik” ve “İstatistiki” yaklaşımlar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Çelik, 2002).

6.2. Debi Hesabında Kullanılan İstatistiki yöntemler

Normal Dağılım, Log-Normal Dağılım, Gumbel Dağılımı, Pearson Dağılımı, Log-Pearson Tip III Dağılımı olarak sıralanmaktadır (Bayazıt ve Önöz, 2008).

6.2.1. Log-Pearson tip III

Log Pearson Tip III dağılımı, istatistiksel metotlardan olup farklı dönüş aralıklarında gelmesi muhtemel taşkınların hesabında kullanılmaktadır. Bu dağılımda kullanılan denklemler aşağıda sırasıyla verilmiştir. Tablo 6.1.'de ise Log-Pearson Tip III dağılımı için frekans faktörü değerleri verilmiştir (Hırca, 2018).

$$\overline{\log x} = \frac{\sum \log x}{N} \quad (6.1)$$

$$\sigma_{\log x} = \sqrt{\frac{\sum (\log x - \overline{\log x})^2}{N-1}} \quad (6.2)$$

$$C_S = \left[\frac{N \cdot \sum (\log x - \overline{\log x})^3}{(N-1) \cdot (N-2) \cdot (\sigma_{\log x})^3} \right] \quad (6.3)$$

$$\log x = \overline{\log x} + k \cdot \sigma_{\log x} \quad (6.4)$$

Burada;

$\log x$: logaritmik ortalama,

$\sigma_{\log x}$: logaritmik standart sapma,

C_S : çarpıklık katsayısı,

k: frekans faktörüdür.

Tablo 6.1. Log Pearson Tip III dağılımı için frekans faktör değerleri (Usul, 2002)

CS	T Yineleme Dönemi (yıl)										CS
	1.010	1.25	2	5	10	25	50	100	200	500	
	Aşılma Olasılığı										
	99	80	50	20	10	4	2	1	0.5	0.1	
3.0	-0.667	-0,636	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051	4.970	7.250	3.0
2.8	-0.714	-0.666	-0.384	0.460	1.210	2.275	3.114	3.973	4.847	6.915	2.8
2.6	-0.769	-0.696	-0.368	0.499	1.238	2.267	3.071	3.889	4.718	6.672	2.6
2.4	-0.832	-0.725	-0.351	0.537	1.262	2.256	3.023	3.800	4.584	6.423	2.4
2.2	-0.905	-0.752	-0.330	0.574	1.248	2.240	2.970	3.705	4.444	6.168	2.2

Tablo 6.1. (Devamı)

2.0	-0.990	-0.777	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298	5.908	2.0
1.8	-1.087	-0.799	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147	5.642	1.8
1.6	-1.197	-0.817	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388	3.990	5.371	1.6
1.4	-1.318	-0.832	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828	5.095	1.4
1.2	-1.449	-0.844	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661	4.815	1.2
1.0	-1.588	-0.852	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489	4.531	1.0
0.8	-1.733	-0.856	-0.132	0.780	1.336	1.993	2.453	2.891	3.312	4.244	0.8
0.6	-1.880	-0.857	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132	3.956	0.6
0.4	-2.029	-0.855	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.949	3.666	0.4
0.2	-2.178	-0.850	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763	3.377	0.2
0.0	-2.326	-0.842	0	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576	3.090	0.0
-0.2	-2.472	-0.830	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.178	2.388	2.808	-0.2
-0.4	-2.615	-0.816	0.366	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029	2.201	2.533	-0.4
-0.6	-2.755	-0.800	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.880	2.016	2.268	-0.6
-0.8	-2.891	-0.780	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.733	1.837	2.017	-0.8
-1.0	-3.022	-0.758	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588	1.664	1.786	-1.0
-1.2	-3.149	-0.732	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449	1.501	1.577	-1.2
-1.4	-3.271	-0.705	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.318	1.351	1.394	-1.4
-1.6	-3.388	-0.675	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.197	1.216	1.238	-1.6
-1.8	-3.499	-0.643	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.087	1.097	1.107	-1.8
-2.0	-3.605	-0.609	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990	0.995	1.999	-2.0
-2.2	-3.705	-0.574	0.330	0.752	0.844	0.888	0.900	0.905	0.907	0.909	-2.2
-2.4	-3.800	-0.537	0.351	0.725	0.795	0.823	0.830	0.832	0.833	0.833	-2.4
-2.6	-3.889	-0.499	0.368	0.696	0.747	0.764	0.768	0.769	0.769	0.769	-2.6
-2.8	-3.973	-0.460	0.384	0.666	0.702	0.712	0.714	0.714	0.714	0.714	-2.8
-3.0	-4.051	-0.420	0.396	0.636	0.660	0.666	0.666	0.667	0.667	0.668	-3.0

6.3. Debi Hesabında Kullanılan Deterministik yöntemler

DSİ Sentetik Yöntemi, Sentetik Birim Hidrograf, Mockus Yöntemi, Snyder Yöntemi ve Rasyonel Yöntem olarak sıralanmaktadır.

6.3.1. Süperpozisiz mockus yöntemi

Mockus yönteminde hidrograflar üçgen şeklinde olup hesap ve çizim kolaylığı sağlamaları nedeniyle tercih edilmektedir (Koca, 2014). Üzerinde akım gözlem istasyonunun olmadığı ya da uzun yıllara dayalı kayıtlı verilerin bulunmadığı bölgelerde bu yöntem uygulanabilmektedir. Mockus (süperpozisiz) yönteminde, suların toplanma zamanının (t_c)<30 saat olan drenaj havzalarında

kullanılabilmektedir. t_c 'nin 30 saatten büyük olması halinde drenaj alanı tali parçalara ayrılmaktadır. Her bir ayrılan bölge için ayrı ayrı çizilecek hidrografların, geciktirme zamanları dikkate alınarak süperpoze edilmektedir. Bu yöntemde kullanılan denklemler aşağıda sırasıyla verilmiştir (Taşkın Koruma Raporu).

$$t_c = 0,00032 * \frac{L^{0,77}}{S^{0,385}} \quad (6.5)$$

Burada;

t_c : suların toplanma zamanı (sa)

L: akarsu kol boyu (m)

S: harmonik meyil

$$D = 2\sqrt{t_c} \quad (6.6)$$

Burada;

D: taşkını meydana getiren yağış süresi (sa)

$$t_p = (0,5 * D) + (0,6 * t_c) \quad (6.7)$$

Burada;

t_p : hidrografın yükselme zamanı (sa)

$$t_r = 1,67 * t_p \quad (6.8)$$

Burada;

t_r : hidrografın alçalma zamanı (sa)

$$t_b = t_p + t_r \quad (6.9)$$

Burada;

t_b : hidrografın taban süresi (sa)

$$Q_p = \frac{K * A * h_a}{t_p} \quad (6.10)$$

Burada;

Q_p : havzaya uyarlanan birim hidrograf pik debisi (m^3/s)

K: havza katsayısı

h_a : 1 mm'lik yağışı ifade eder.

Bu aşamadan sonra 24 saatlik yağış yinelemeleri, D'ye karşılık gelen plüviyograf sayısı ve maksimize faktörü (1.13) ile çarpılmaktadır. Elde edilen düzetilmiş yağış değerlerinden “h akış katsayıları” belirlenmektedir. H akış katsayıları 2 yöntem ile belirlenebilmektedir. Denklem (6.11)'in kullanılmasıyla elde edilebilmekte veya EK'deki eğri no kullanılarak yağış-akış abağından okunabilmektedir. Son olarak her bir tekerrür yılı için ayrı ayrı bulunan akış katsayıları ile pik debi çarpılarak taşkın debileri hesaplanmış olmaktadır.

$$h_{akış} = \frac{(P-0,2S)^2}{(P+0,8S)} \quad (6.11)$$

$$Q = \text{Akış katsayısı} * Q_p \quad (6.12)$$

6.4. Günlük Maksimum Yağışların Ekstrem Dağılım Hesabı

Çalışma kapsamında, DMİ Sapanca ve DSİ Kurtköy meteoroloji istasyonlarının mevcut yılın en büyük günlük (24 saatlik) yağış değerlerinden en büyüğü kullanılarak

(Tablo 5.1.) frekans analizi yapılmış ve örnek dağılıma en iyi uyan dağılım fonksiyonuna çeşitli yinelenmeli günlük maksimum yağış değerleri hesaplanmıştır.

Tablo 6.2. Meteoroloji istasyonlarına ait veriler

Sıra No	X Değerleri	Log (x)	Log(x)-Log($\bar{x}$) ²	Log(x)-Log($\bar{x}$) ³
1	28.3	1.4518	0.08901811	-0.02655936
2	33.6	1.5263	0.05008921	-0.01121028
3	34.5	1.5378	0.04508249	-0.00957220
4	34.6	1.5391	0.04455028	-0.00940320
5	35.1	1.5453	0.04195875	-0.00859476
6	36.6	1.5635	0.03484359	-0.00650406
7	37.2	1.5705	0.03225707	-0.00579345
8	38.9	1.5899	0.02566272	-0.00411106
9	39.1	1.5922	0.02495411	-0.00394197
10	39.4	1.5955	0.02391639	-0.00369865
11	40.0	1.6021	0.02192931	-0.00324741
12	40.6	1.6085	0.02005606	-0.00284033
13	41.5	1.6180	0.01744972	-0.00230506
14	41.6	1.6191	0.01717466	-0.00225078
15	41.9	1.6222	0.01636645	-0.00209378
16	42.0	1.6232	0.01610264	-0.00204336
17	43.3	1.6365	0.01291804	-0.00146823
18	43.5	1.6385	0.01246711	-0.00139203
19	43.8	1.6415	0.01180946	-0.00128335
20	44.5	1.6484	0.01036028	-0.00105453
21	46.1	1.6637	0.00747266	-0.00064597
22	46.2	1.6646	0.00731085	-0.00062510
23	46.6	1.6684	0.00668462	-0.00054653
24	46.6	1.6684	0.00668462	-0.00054653
25	46.7	1.6693	0.00653326	-0.00052807
26	47.0	1.6721	0.00609143	-0.00047542
27	47.5	1.6767	0.00539518	-0.00039629
28	48.8	1.6884	0.00381006	-0.00023518
29	50.0	1.6990	0.00261893	-0.00013402
30	51.5	1.7118	0.00146982	-0.00005635
31	52.6	1.7210	0.00085029	-0.00002479
32	53.1	1.7251	0.00062755	-0.00001572
33	53.2	1.7259	0.00058728	-0.00001423
34	54.2	1.7340	0.00026070	-0.00000421
35	54.7	1.7380	0.00014782	-0.00000180
36	55.1	1.7412	0.00008089	-0.00000073
37	56.2	1.7497	0.00000017	0.00000000
38	56.3	1.7505	0.00000013	0.00000000
39	57.0	1.7559	0.00003283	0.00000019
40	58.0	1.7634	0.00017643	0.00000234
41	58.5	1.7672	0.00028935	0.00000492
42	58.7	1.7686	0.00034198	0.00000632
43	58.9	1.7701	0.00039879	0.00000796
44	59.0	1.7709	0.00042876	0.00000888
45	59.4	1.7738	0.00055890	0.00001321
46	59.9	1.7774	0.00074427	0.00002030
47	60.4	1.7810	0.00095428	0.00002948
48	61.2	1.7868	0.00134000	0.00004905

Tablo 6.2. (Devamı)

49	62.8	1.7980	0.00228620	0.00010931
50	62.9	1.7987	0.00235275	0.00011412
51	63.0	1.7993	0.00242016	0.00011906
52	63.4	1.8021	0.00269816	0.00014015
538	63.6	1.8035	0.00284213	0.00015152
54	66.0	1.8195	0.00481615	0.00033423
55	66.7	1.8241	0.00547309	0.00040490
56	68.0	1.8325	0.00678374	0.00055873
57	68.3	1.8344	0.00710232	0.00059855
58	68.3	1.8344	0.00710232	0.00059855
59	68.7	1.8370	0.00753620	0.00065423
60	69.0	1.8388	0.00786833	0.00069795
61	70.0	1.8451	0.00901599	0.00085609
62	72.1	1.8579	0.01161864	0.00125237
63	72.2	1.8585	0.01174877	0.00127347
64	73.9	1.8686	0.01404201	0.00166396
65	74.2	1.8704	0.01446209	0.00173919
66	80.0	1.9031	0.02339203	0.00357768
67	82.0	1.9138	0.02678734	0.00438424
68	86.5	1.9370	0.03492064	0.00652564
69	86.9	1.9390	0.03567351	0.00673781
70	101.0	2.0043	0.06460539	0.01642113
71	112.3	2.0504	0.09014063	0.02706331
72	128.0	2.1072	0.12749506	0.04552396
73	132.5	2.1222	0.13843639	0.05150809
74	181.1	2.2579	0.25783340	0.13092084

Tablo 6.2.'den elde edilen değerler ile olasılık dağılımlarının istatistiki parametreleri belirlenmiştir. Bu parametreler Tablo 6.3.'de gösterilmiştir.

Tablo 6.3. Olasılık dağılımlarında kullanılan istatistiki parametreler

Yıl Sayısı	74
Lineer Çarpıklık Katsayısı	2.464428
Logaritmik Çarpıklık Katsayısı	0.866403
Lineer Ortalama	59.82162
Lineer Standart Sapma	24.41882
Logaritmik Ortalama	1.750145
Logaritmik Standart Sapma	0.14573

Log-Pearson Tip III dağılımının Tablo 6.2.'de verilen değerlere uygulanmasıyla elde edilen ekstrem yağışlar Tablo 6.4.'te belirtilmiştir.

Tablo 6.4. Log-Pearson Tip III için günlük maksimum yağışlarının ekstrem dağılımı (mm)

Tekerrür Aralıkları							
2	5	10	25	50	100	200	500
53.62	72.90	88.13	110.41	129.41	150.60	174.35	201.83

6.5. Tekerrürlü Taşkın Debilerinin Hesabı

Bu çalışmada Keçi deresi havzasına ait kayıtlı akım verilerinin olmaması sebebiyle deterministik yaklaşımlardan olan süperpozesiz mockus metodu ile debi hesabı çalışma alanında uygulanmıştır.

Tablo 6.5. Çalışma alanına ait bilgiler

Dere Adı	Havza Alanı (km^2)	Pik Süre (T_p) (sa)	Suların Toplanma Zamanı (T_c) (sa)
Keçi Deresi	7.8	0.82	0.53

Mockus yönteminde, havzadaki drenaj alanının karakteristik özelliğine arazi kullanım katsayısı olan (CN_{II}) 'nin belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada CN_{II} değeri 70 olarak alınmıştır.

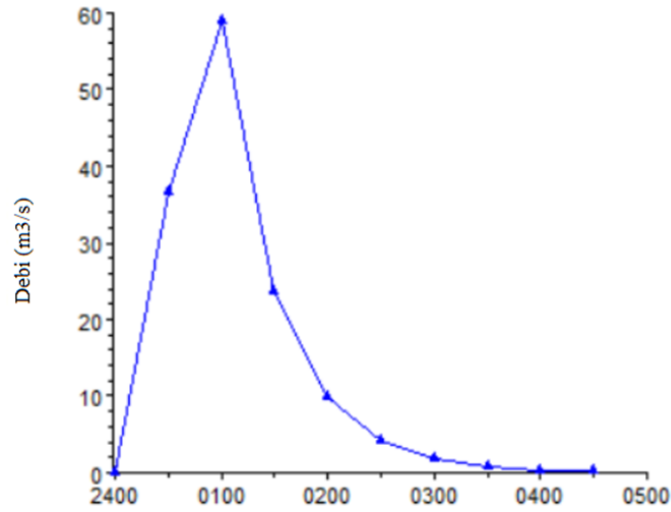
Tablo 6.6. Mockus yöntemine ait katsayılar

T (saat)	%	MF	YADK	PLV	Son Çarpım
1	1.00	1.13	1.00	0.46	0.5198

Bu veriler neticesinde hesaplanan tekerrürlü taşkın debileri Tablo 6.7.'de verilmiştir.

Tablo 6.7. Süperpozesiz Mockus metoduna göre hesaplanan Keçi Deresi tekerrürlü taşkın debileri (m^3/s)

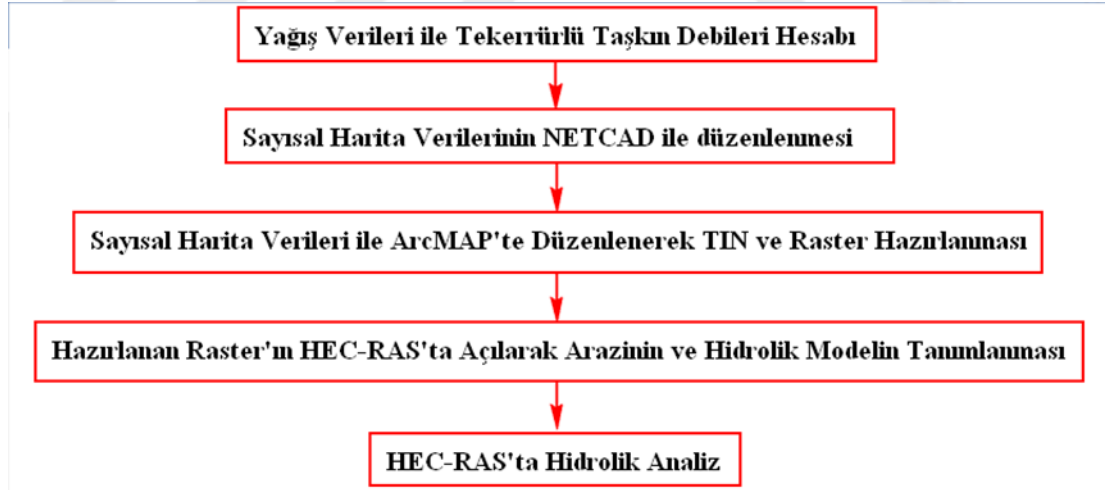
Tekerrür Aralıkları						
2	5	10	25	50	100	500
0.64	4.13	8.64	17.46	26.66	38.39	58.97



Şekil 6.1. Keçi Deresi Q500 taşkın hidrografi

6.6. Hidrolik Modelleme

Tekerrürlü taşkın debileri hesaplandıktan sonra, taşkın yayılım haritalarının üretilmesi için hidrolik modelleme yapılması zaruridir. Havzalarda taşkın yayılım alanlarının belirlenmesinde ve hidrolik analizlerin yapılması için yaygın olarak kullanılan iki adet hidrolik modelleme programı bulunmaktadır. Danimarka Hidrolik Enstitüsü(DHI) tarafından geliştirilen MIKE programı ve Birleşik Devletler Mühendisler Birliği Ordusu (USACE) tarafından geliştirilen HEC-RAS programı en yaygın kullanılan hidrolik modelleme programlarıdır. Çalışmaya konu olan Keçi Deresi için 1/1000 ölçekli sayısal veriler NETCAD paket programında düzenlendikten sonra, coğrafi bilgi sistemi programı olan ArcGIS modülü ArcMAP ile üçgen model oluşturulup düzenlenmiş, arazi modeli oluşturulmuş, düzenlenmiş ve geometrik veriler hazırlanmıştır. Elde edilen bu veriler neticesinde oluşturulan TIN dosyası, raster haline dönüştürülmüştür. HEC-RAS v5.0.6 ile 2 boyutlu analiz yapılmış ve suyun yatağını aşarak taşıdığı alanlar haritalandırılmıştır. Çalışmanın aşamaları Şekil 6.2.'de gösterilmiştir.

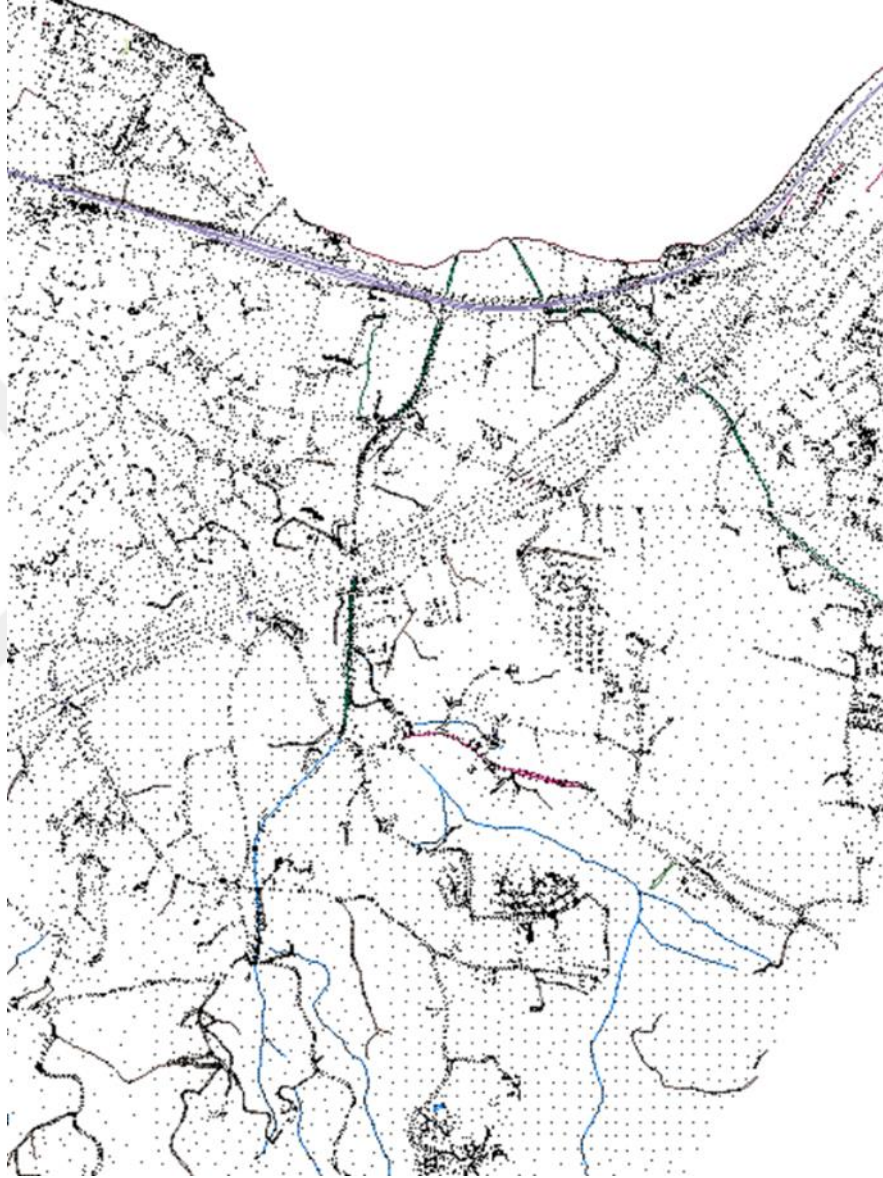


Şekil 6.2. Çalışma diyagramı

6.6.1. Sayısal arazi verilerinin düzenlenmesi

Güney Sapanca Havzasında Sapanca İlçesine ait 1/1000 ölçekli sayısal harita alımları ve yine Keçi Deresine ait 1/1000 ölçekli sayısal alımlar entegre edilmiştir. Arazi modeli ham haliyle nokta bulutundan oluştuğu için üçgenlemelerin sağlıklı

alışmasına engel teşkil olabilecek yapıların kotları bilgisini içeren noktalar, bahçe ihata duvarlarının ve tel çitlerin kotları bilgisini içeren noktalar NETCAD paket programıyla kaldırılarak arazi modelinin sadece dere, yollar ve arazi olarak yalın ve sağlıklı bir nokta bulutuna ulaştırılması amaçlanmıştır (Şekil 6.3.).

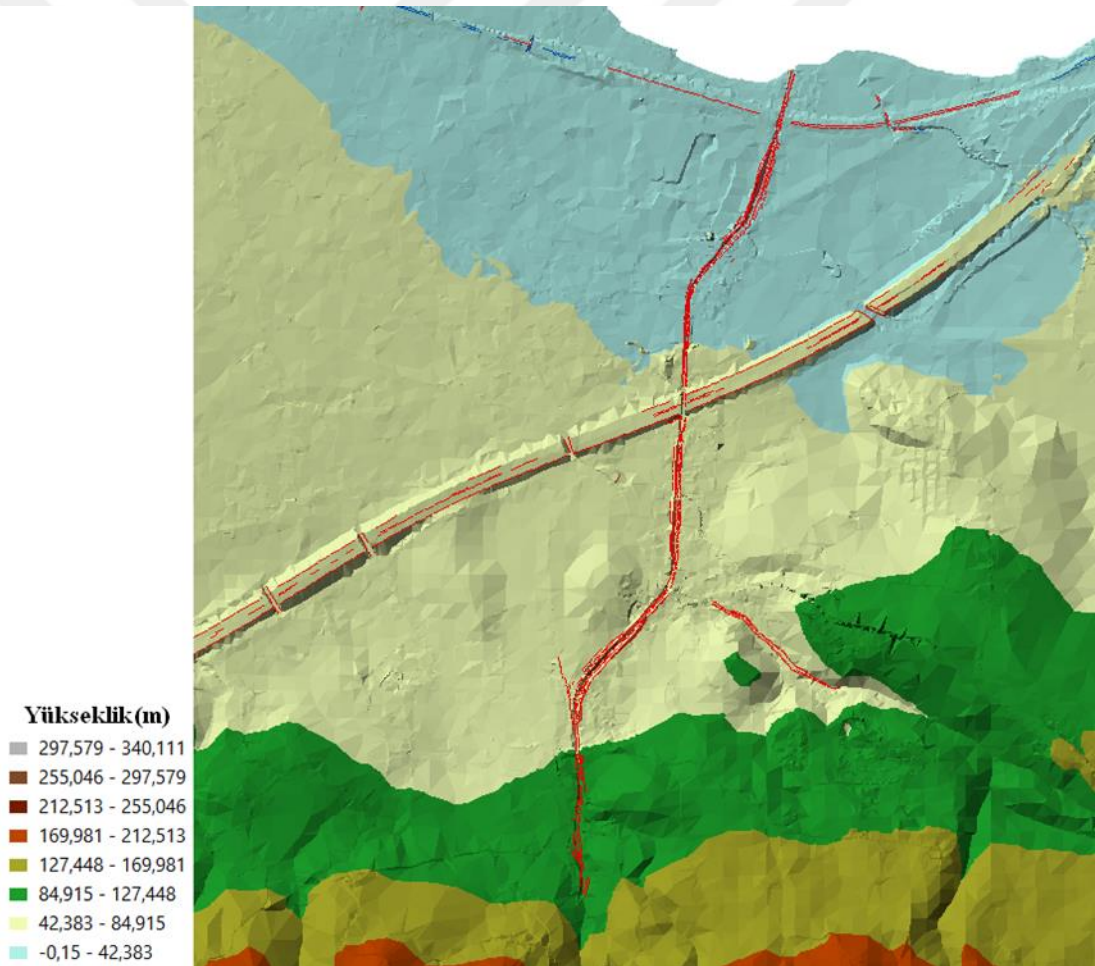


Şekil 6.3. NetCAD programında nokta bulutuna genel bakış

Ardından Cad versiyonda kaydedilen araziyi temsil nokta bulutu, CBS programı olan ARCGIS paket programının ARCMaP modülü ile programa eklenerek sayısal yükseklik modeli hazırlanmıştır (Şekil 6.4.).

Hazırlanan vektör verinin Raster ve/veya TIN formatına çevrilebilmesi için ArcToolbox → 3D Analyst Tool → Data Management → TIN → Create TIN aracı seçilmiştir. Açılan menü aşağıdaki şekildeki gibi doldurularak Create TIN aracı çalıştırılmaktadır.

Bu aşamadan sonra arazi modelinde oluşturulan üçgenlerin düzenlenmesi TIN Editing eklentisi yapılmıştır (Şekil 6.5.). TIN Editing eklentisi ile kot bilgisi içeren nokta veya noktaları ekleme ve silme işlemleri, üçgen modelde şev ve düzlükler boyunca doğru üçgenleme yapılmasına olanak sağlamak için üçgenler arası çizgileri düzenleme ve kaldırma gibi işlemler yapılmaktadır.



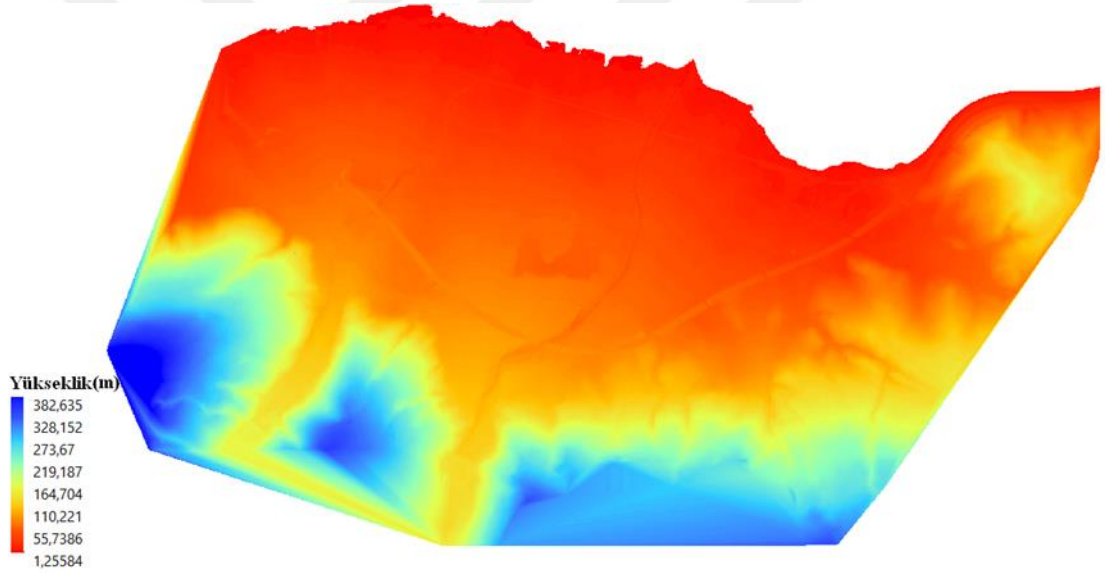
Şekil 6.4. TIN Verisine genel bakış



Şekil 6.5. ARCMAP Tin editing eklentisi

Çalışma havzası boyunca dere, yollar ve arazi olmak üzere üçgenlemedeki hataları tek tek düzeltmek, hidrolik modellemenin başarısını doğrudan etkilemektedir. Su yerçekimi etkisiyle hareket ettiğinden, sayısal yükseklik modelindeki en ufak hata, suyun gideceği yön ve alanda değişikliğe sebep olmaktadır. Şekil 6.4.'teki kırmızı çizgiler sayısal yükseklik modelindeki düzenlemeleri ifade etmektedir. Bu çalışmada Keçi Deresi havzasındaki dere yatağı ve muhtemel taşkın alanlarındaki köprü menfez gibi bağlantı noktalarında geçiş kotları düzeltilerek akış yolu düzenlenmiştir.

Çalışmada oluşturulan sayısal yükseklik verisi olan TIN dosyası son kontrollerden sonra ArcToolbox → 3D Analyst Tool → Conversion → From TIN → TIN to Raster aracı seçerek Raster haline getirilmiştir.



Şekil 6.6. Raster olarak kaydedilen SYM

Taşkın havzasında yapılacak 2 boyutlu çalışmalarda binaların etkisinin gösterilebilmesi için Cad dosyasından binaları ayırarak poligon olarak ArcGIS'e alınması gerekmektedir. Bu işlemi gerçekleştirmek için Cad ham verisinden ilgili bina katmanları seçilerek ayrı bir dosyaya aktarılmaktadır. Bina verisinin içerisinde olduğu Cad dosyası çizgi (Line) shape formatında ArcGIS'e alınmaktadır. Daha sonra ArcToolbox → Data Management Tools → Features → Feature to Polygon aracı kullanılarak, bina katmanı poligona çevrilmektedir.

Oluşturulan bina poligonunun Öz nitelik tablosu (Attribute Table) açılmakta ve Alan Ekle (Add Field) menüsünden “yükseklik” alanı eklenmektedir. Binaların yükseklik bilgileri elimizde olmadığı için bu çalışmada şehirdeki azami kat yüksekliği olan 3 kata karşılık gelecek şekilde bina yükseklikleri 10 m olarak kabul edilmiştir. Bu çalışmada önemli olan binaların taşkın alanında temsil edilebilmesidir.

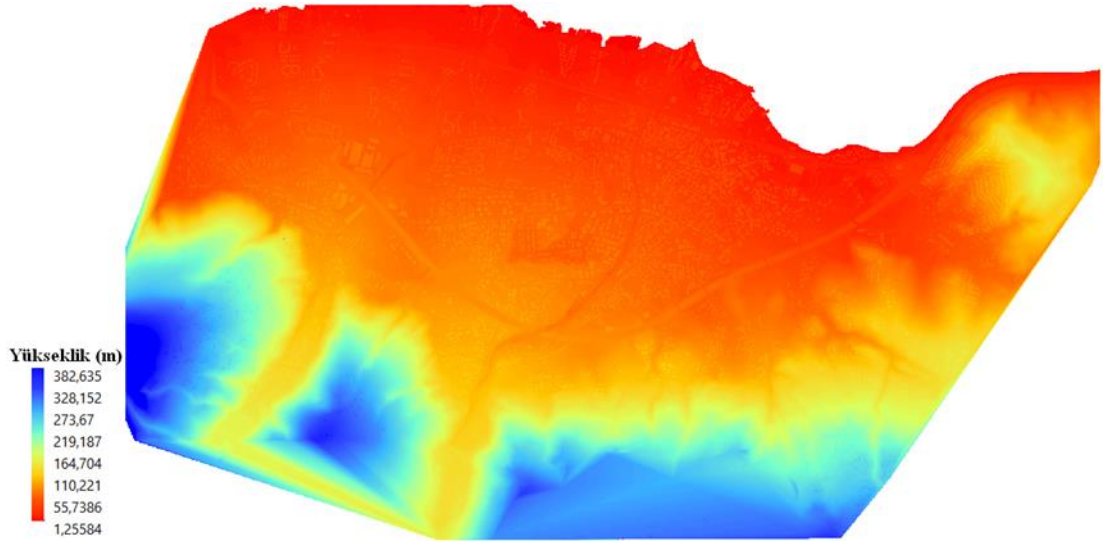
ArcToolbox → Conversion Tools → To Raster → Polygon to Raster aracı kullanılarak binalar raster formatına dönüştürülmektedir.



Şekil 6.7. Raster olarak kaydedilen binalar

Ardından Raster haline getirilen bina verisi, üçgen modelden oluşturulan raster veri üzerine eklenmektedir. Bu işlem ArcToolbox → Special Analyst Tool → Local → Cell Statistics aracıyla gerçekleştirilmektedir.

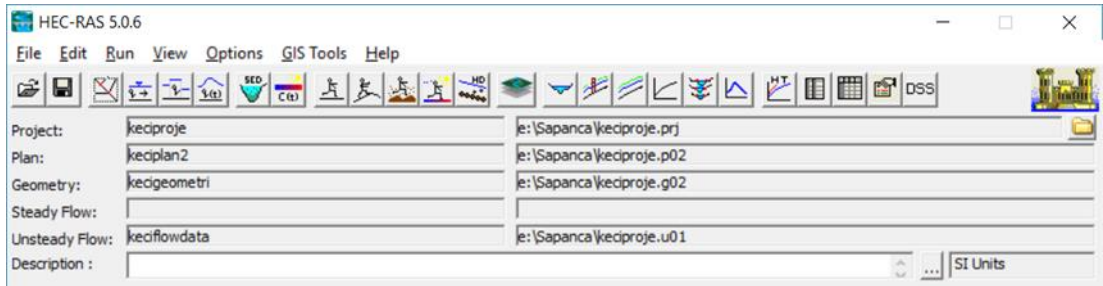
Bu işlem sonucunda binaların da eklenmiş olduğu araziye tam olarak temsil eden sayısal yükseklik modeli oluşmuştur (Şekil 6.8.).



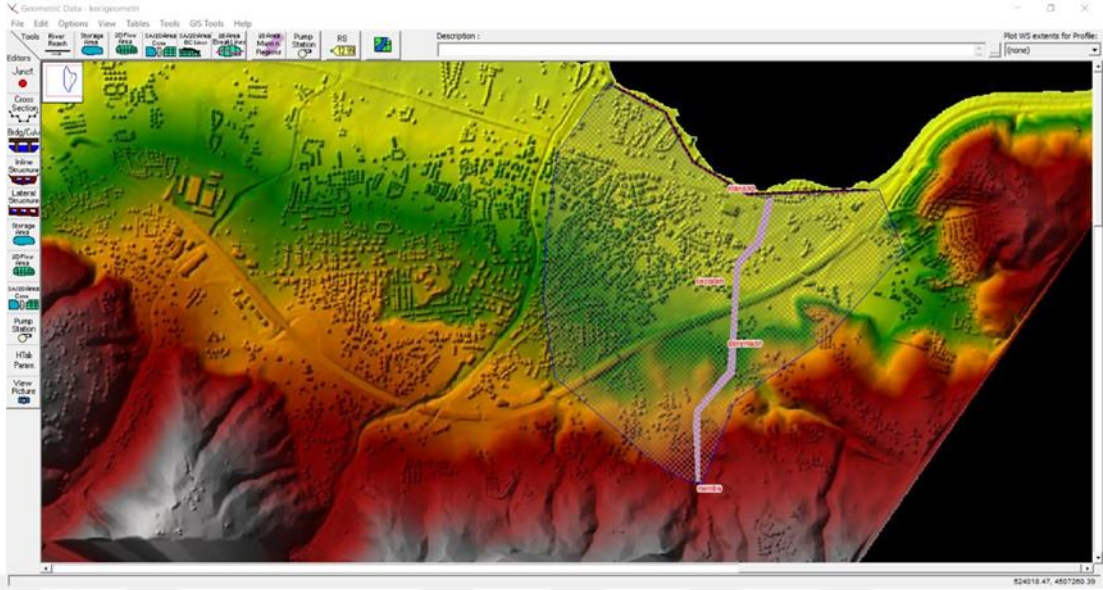
Şekil 6.8. Binalar ve SYM birleşik raster hali

6.6.2. Verilerin HEC-RAS'a aktarımı ve modelin kurulması

HEC-RAS programında yeni bir proje başlattıktan sonra RAS Mapper → Terrain sekmesinden açılan menüde Create New Terrain ile oluşturulan DEM verisi (Raster) programa eklenmektedir. Edit → Geometric Data ile eklediğimiz sayısal yükseklik modelini görebileceğimiz ve hidrolik modeli kurabileceğimiz arayüz açılmaktadır (Şekil 6.10.).

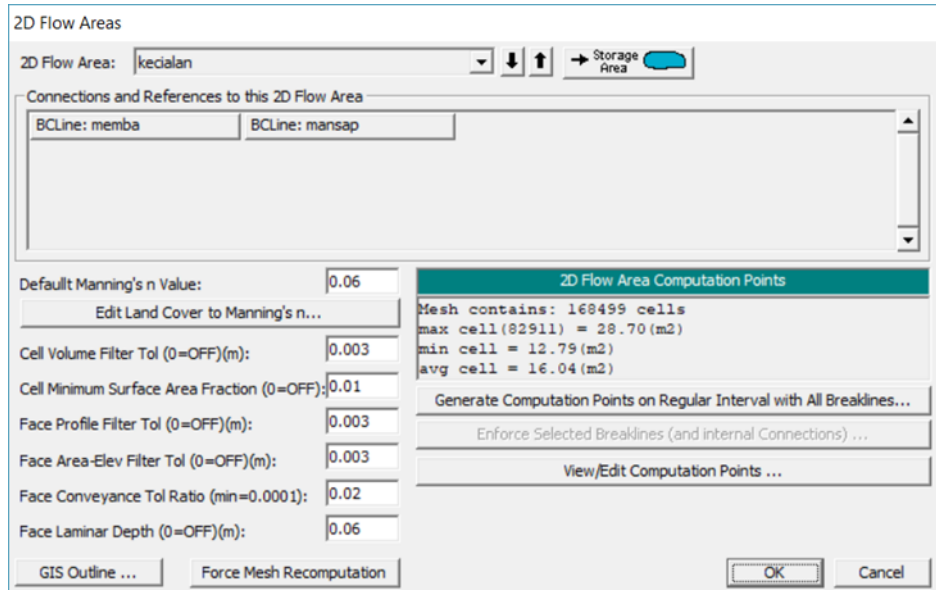


Şekil 6.9. HEC-RAS hidrolik analiz programına genel bakış



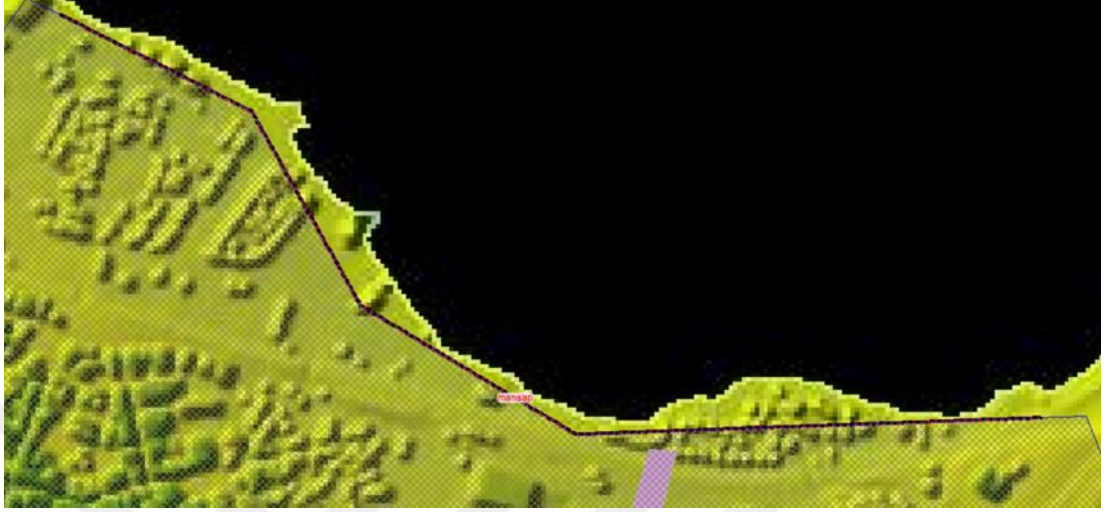
Şekil 6.10. Geometric data arayüzü

Geometric Data arayüzünde 2D Flow Area butonu ile taşkın iki boyutlu yayılabilmesi için alan belirlendikten sonra yayılım alanı tanımlanmaktadır. Tanımlanan taşkın alanında değişiklik veya düzeltme yapılacaksa Edit menüsü kullanılmaktadır. Burada alan dönme işlemi tamamlandıktan sonra mesh yani hücre ağı oluşturma penceresi gelmektedir. Generate Computation Points butonuna basıldığında ise hücre boyutları x ve y düzleminde sorulmaktadır. Hücre boyutları ne kadar küçük olursa taşkın yayılım alanı ve yönü daha tutarlı sonuç vermektedir (Şekil 6.11.).

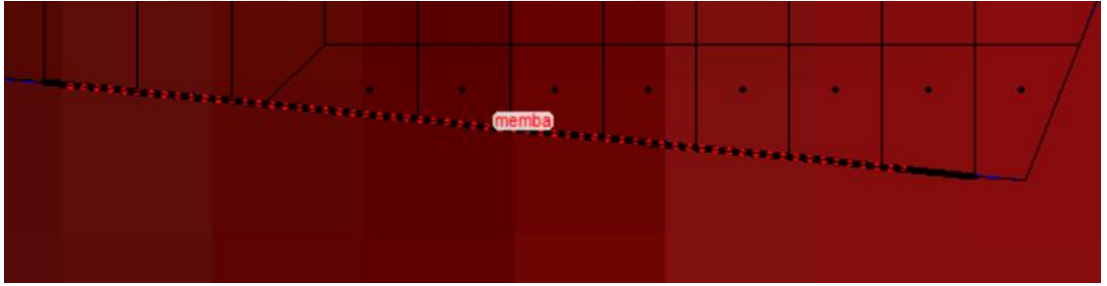


Şekil 6.11. 2D taşkın alanı özellikleri

Yine Geometric Data arayüzünde SA/2D BC Lines butonu ile memba ve mansap sınır koşul çizgileri tanımlanmıştır (Şekil 6.12. ve Şekil 6.13.).

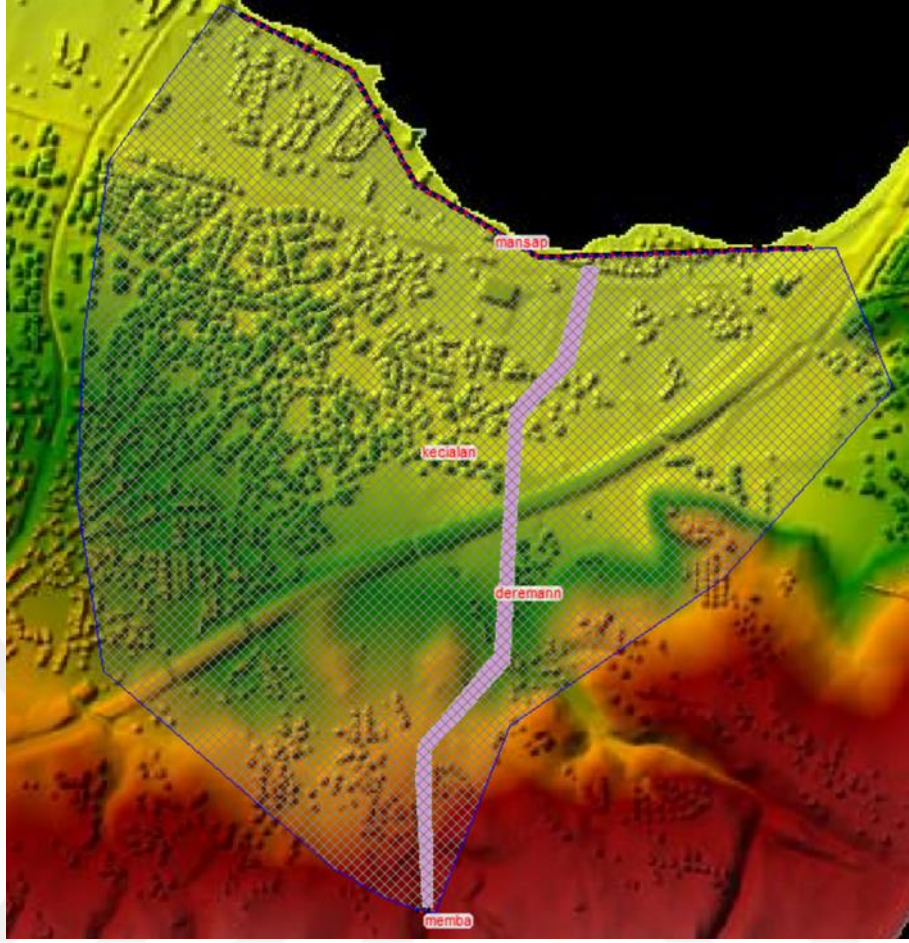


Şekil 6.12. Mansap sınır koşulları çizgisi



Şekil 6.13. Memba sınır koşulları çizgisi

Bu aşamalardan sonra Geometric Data arayüzünde 2D Area Manning n Regions kullanılarak Keçi Deresi şev başlarından itibaren derenin manning katsayısını temsil edecek alan belirlenir. Dereye ait alanlar için manning katsayısı 0.3, dere dışında kalan alanlar 0.6 alınmıştır.



Şekil 6.14. Son halini almış geometric data ekran görüntüsü

Son olarak membayı temsil sınır koşulları yani (Flow Hydrograph) tekerrürlü taşkın debilerine ait hidrografa ait debi değerleri ve zaman aralıkları girilmektedir (Şekil 6.15.). Şekil 6.15.'teki menüde Plot Data butonuna basıldığında ise verilerini girdiğimiz hidrografın çizimi yapılmaktadır (Şekil 6.16.). Mansabı temsil sınır koşulları yani Normal Depth seçilerek Friction Slope değeri 0.01 olarak girilmektedir.

Flow Hydrograph

SA: kecialan BCLine: memba

☐ Read from DSS before simulation Select DSS file and Path

File:

Path:

☒ Enter Table Data time interval: 30 Minute

Select/Enter the Data's Starting Time Reference

☐ Use Simulation Time: Date: 21FEB2019 Time: 00:00

☒ Fixed Start Time: Date: 21FEB2019 Time: 00:00

No. Ordinates Interpolate Missing Values Del Row Ins Row

Hydrograph Data			
	Date	Simulation Time (hours)	Flow (m3/s)
1	20Pub2019 2400	00:00	0
2	21Pub2019 0030	00:30	36.64
3	21Pub2019 0100	01:00	58.97
4	21Pub2019 0130	01:30	23.65
5	21Pub2019 0200	02:00	9.87
6	21Pub2019 0230	02:30	4.13
7	21Pub2019 0300	03:00	1.75
8	21Pub2019 0330	03:30	0.76
9	21Pub2019 0400	04:00	0.29
10	21Pub2019 0430	04:30	0.23
11	21Pub2019 0500	05:00	0.23
12	21Pub2019 0530	05:30	0.23
13	21Pub2019 0600	06:00	0.23
14	21Pub2019 0630	06:30	0.23
15	21Pub2019 0700	07:00	0.23

Time Step Adjustment Options ("Critical" boundary conditions)

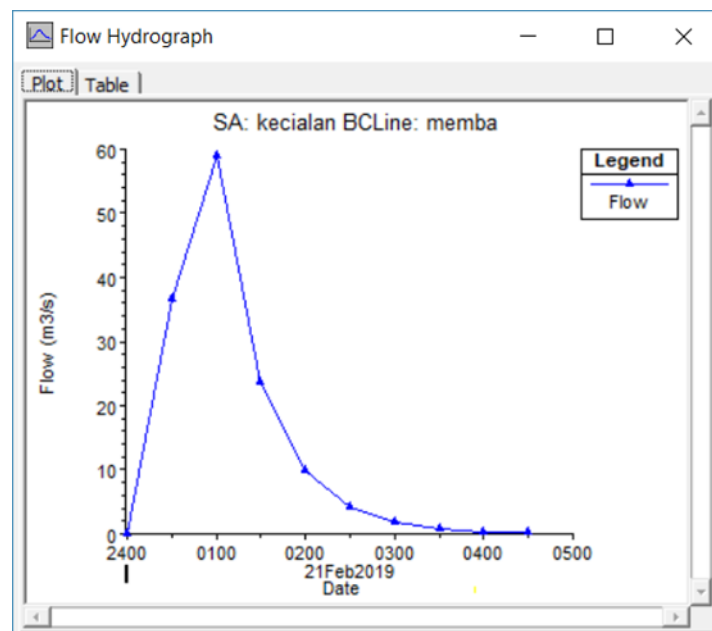
☐ Monitor this hydrograph for adjustments to computational time step

Max Change in Flow (without changing time step):

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

Plot Data OK Cancel

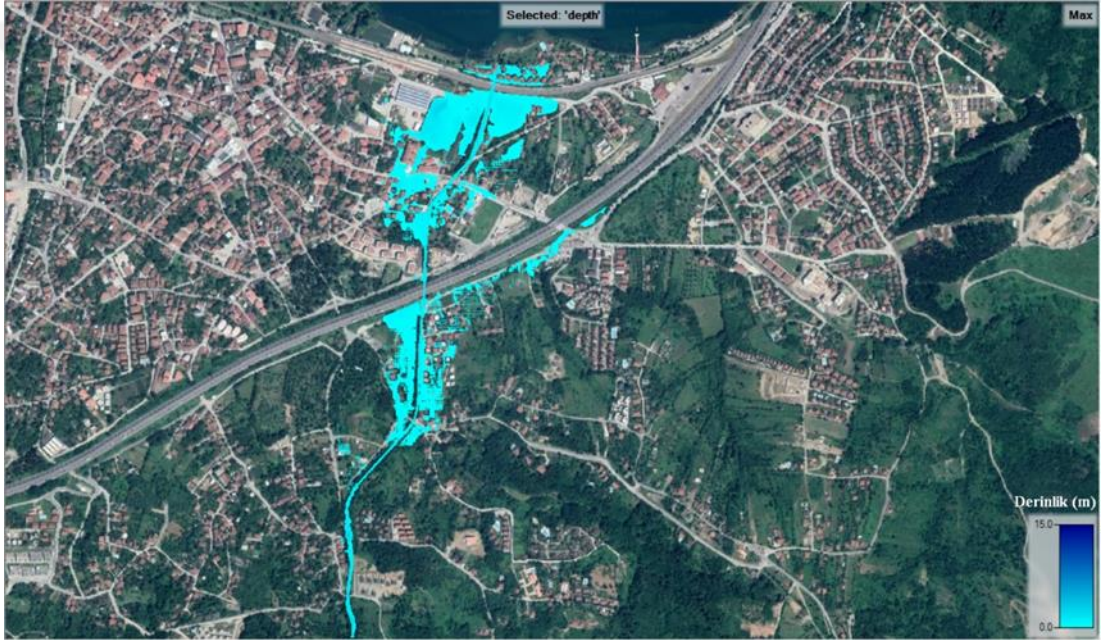
Şekil 6.15. Taşkın hidrografının zaman aralıkları ve debilerinin girildiği ekran



Şekil 6.16. Verileri girilen hidrografın HEC-RAS tarafından çizimi

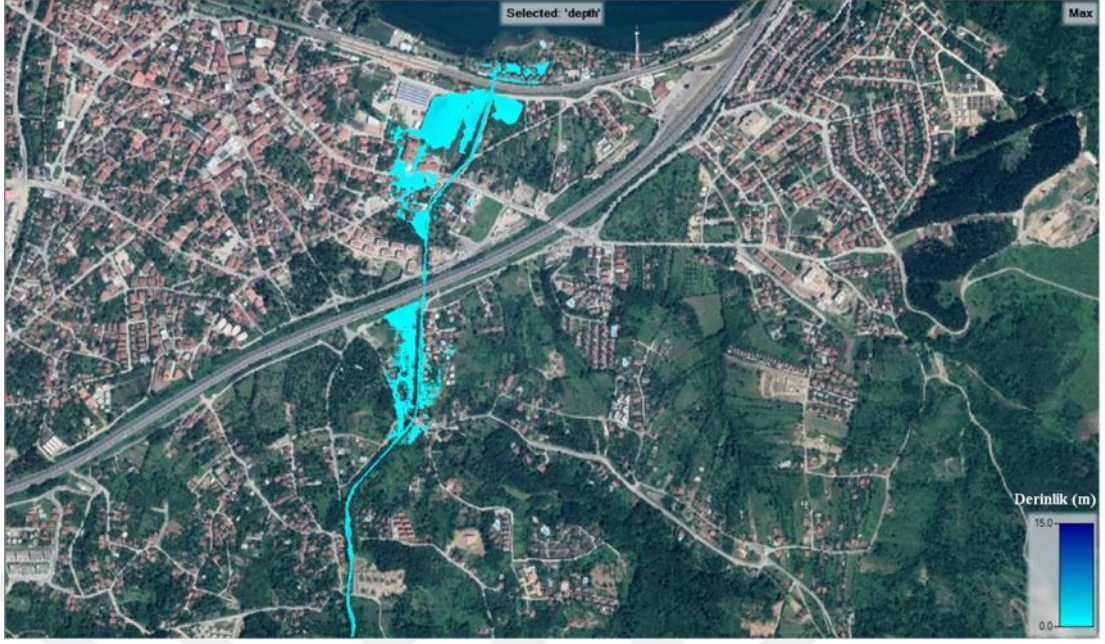
6.6.3. Simülasyon Sonuçlarının Görüntülenmesi

Simülasyonun sonucu HEC-RAS programında RASMapper ara yüzünden görüntülenmektedir. Bu ara yüz üzerinden hücreler için hesaplanmış bütün hidrolik parametreler çizilerek görüntülenmektedir. Özellikle hızın ve derinliğin tehlikeli boyutlara ulaştığı hücrelerin belirlenmesi bu alanlarda tehlikenin bertaraf edilmesi için alınması gereken önlemlerin boyutlandırılmasında önemli bir işlev yüklenmektedir. Farklı tekerrürler ile analiz edilmiş model sonuçları aşağıda sırasıyla verilmiştir.



Şekil 6.17. Keçi Deresi havzası için Q500 taşkın yayılım haritası

500 Yıl tekerrürlü taşkın ile saniyede 58.97 m^3 debi gelmesi durumunda, taşkınının 15.4 ha alanı etkilediği, 85 adet yapının taşkın yayılım alanında kaldığı, maksimum su derinliğinin 2.5 m ile kapalı pazar yerinin doğusu olabileceği ve Kemalettin Sami Paşa Caddesinin 165 m boyunca ortalama 0.25 m su altında kalabileceği, Mimar Sinan Caddesinin ise 150 m boyunca ortalama 0.30 m su altında kalabileceği, Fevzi Çakmak Caddesinin ise 115 m boyunca ortalama 0.1 m su altında kalabileceği tespit edilmiştir.



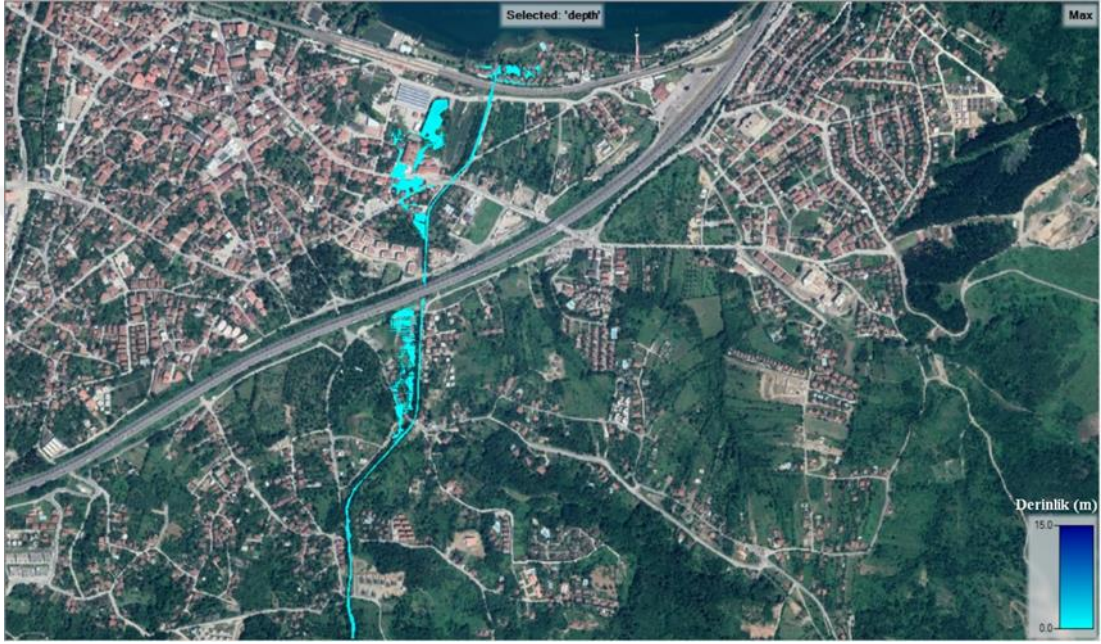
Şekil 6.18. Keçi Deresi havzası için Q100 taşkın yayılım haritası

100 Yıl tekerrürlü taşkın ile saniyede 38.39 m^3 debi gelmesi durumunda, taşkın 9.4 ha alanı etkilediği, 44 adet yapının taşkın yayılım alanında kaldığı, maksimum su derinliğinin 2.2 m ile kapalı pazar yerinin doğusu olabileceği ve Kemalettin Sami Paşa Caddesinin 145 m boyunca ortalama 0.25 m su altında kalabileceği, Mimar Sinan Caddesinin ise 130 m boyunca ortalama 0.15 m su altında kalabileceği tespit edilmiştir.



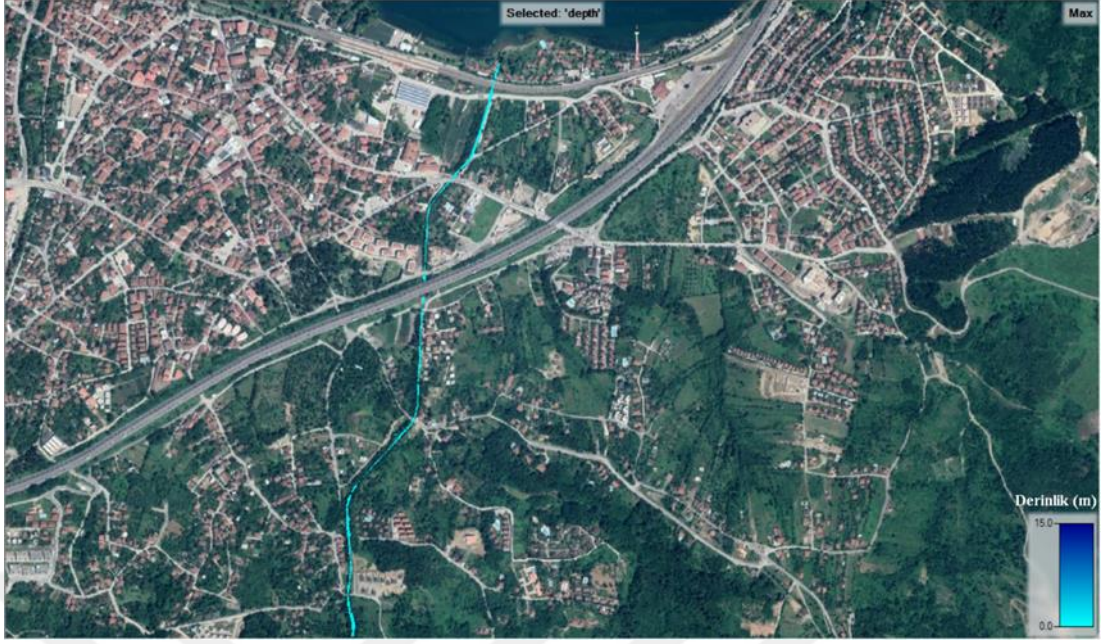
Şekil 6.19. Keçi Deresi havzası için Q50 taşkın yayılım haritası

50 Yıl tekerrürlü taşkın ile saniyede 26.66 m^3 debi gelmesi durumunda, taşkın 7.2 ha alanı etkilediği, 30 adet yapının taşkın yayılım alanında kaldığı, maksimum su derinliğinin 2.0 m ile kapalı pazar yerinin doğusu olabileceği ve Kemalettin Sami Paşa Caddesinin 125 m boyunca ortalama 0.2 m su altında kalabileceği, Mimar Sinan Caddesinin ise 115 m boyunca ortalama 0.1 m su altında kalabileceği tespit edilmiştir.



Şekil 6.20. Keçi Deresi havzası için Q25 taşkın yayılım haritası

25 Yıl tekerrürlü taşkın ile saniyede 17.46 m^3 debi gelmesi durumunda, taşkın 4.4 ha alanı etkilediği, 22 adet yapının taşkın yayılım alanında kaldığı, maksimum su derinliğinin 1.5 m ile kapalı pazar yerinin doğusu olabileceği ve Kemalettin Sami Paşa Caddesinin 90 m boyunca ortalama 0.1m su altında kalabileceği, Mimar Sinan Caddesinin ise 45 m boyunca ortalama 0.1 m su altında kalabileceği tespit edilmiştir.



Şekil 6.21. Keçi Deresi havzası için Q10 taşkın yayılım haritası

Yapılan analiz sonucunda 10 Yıl tekerrürlü taşkın debisi olan $8.64 \text{ m}^3/\text{s}$ debi gelmesi durumunda suyun yatağını aşmadığı gözlenmiştir.

BÖLÜM 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Güney Sapanca Havzasında Sakarya ili sınırları içerisinde bulunan Keçi Deresi ve havzası incelenerek, elde edilen yağış verileri Log-Pearson Tip III yöntemi kullanılarak Süperpozesiz Mockus metoduna göre belirli dönüş aralıklarındaki taşkın tekerrür debileri hesaplanmış ve 2 boyutlu hidrolik simülasyon yapan HECRAS modeli vasıtasıyla taşkın yayılım haritaları çıkartılmıştır.

Çalışmanın ilk aşamasında günlük maksimum yağışların ekstrem dağılım hesabında istatistiksel yöntemler hesaplanarak bunlardan uygun olan Log-Pearson Tip III modeli seçilmiştir. Sonraki aşamada havza alanı dikkate alınarak debi hesabında deterministik yöntemlerden Süperpozesiz Mockus metodunun kullanılmasına karar verilmiştir.

Ardından çalışmaya konu havza alanı için elde edilen 1/1000 ölçekli sayısal harita verileri NetCAD paket programında düzenlenerek araziye temsil edecek nokta bulutu haline getirildikten sonra, ARCGIS modülü olan ARCMAP programında üçgenlenerek sayısal yükseklik modeli oluşturulmuş ve gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Bu aşamadan sonra çalışma alanındaki konut gibi mesken yapılar ve binalar için ayrıca bir harita oluşturularak yükseklik rolü kazandırılmış ve araziye temsil eden sayısal yükseklik modeliyle birleştirilerek HECRAS paket programında kullanılmaya hazır Raster harita oluşturulmuştur.

HECRAS v5.0.6 modeli vasıtasıyla hidrolik model oluşturulmuş ve simülasyon yapılmıştır.

Bu çalışma, çalışma alanının Kocaeli ve Sakarya şehirlerinin içme suyu ihtiyacını karşılayan Sapanca Gölü'ne mansap olan Keçi Deresi olması, Keçi deresi havzasında

meskûn mahal bulunması, İstanbul-Ankara arası ücretli bağlantı yolu, yüksek hızlı tren hattı bulunması ve 30.09.2015 tarihinde de taşkına maruz kalması yönüyle önem arz etmektedir.

7.1. Sonuç

Yapılan analiz sonuçlarına göre 2, 5 ve 10 yıllık tekerrür aralıklarına gelen debilerde akışın yatağı aşmadığı gözlenmiştir. 25, 50, 100 ve 500 yıllık dönüş aralıklarında ise akarsuyun yatağını aştığı gözlenmiştir.

Tablo 7.1. Taşkın Yayılım Alanı (ha)

Tekerrür Aralıkları			
25	50	100	500
4.4	7.2	9.4	15.4

Tablo 7.2. Taşkın Yayılım Alanında Kalan Yapı (Adet)

Tekerrür Aralıkları			
25	50	100	500
22	30	44	85

İstanbul-Ankara arası ücretli bağlantı yolu ve yüksek hızlı tren hattı kot itibarıyla yüksekte kaldığı için taşkın yayılımından etkilenmediği gözlenmiştir.

Tablo 7.3. Taşkın Yayılım Alanında Kalan Caddeler ve Su Derinlikleri (m)

	Tekerrür Aralıkları			
	25	50	100	500
Kemalettin Sami Paşa Caddesi	0.1	0.2	0.25	0.25
Mimar Sinan Caddesi	0.1	0.1	0.15	0.30
Fevzi Çakmak Caddesi	-	-	-	0.1

7.2. Öneriler

Bu tez çalışmasında yapısal ve yapısal olmayan öneriler olarak iki aşamada uygulanabilecek çözümler sunulmuştur. Bu çözümlerin sunulmasında “5.2. Çalışma

Alanı ve Sapanca Bölgesinde Yaşanan Taşkınlar Genel Bakış” bölümünde de bahsedilen 2015 Yılında yaşanan taşkın ve sebeplerinin irdelenmesi etkili olmuştur.

7.2.1. Yapısal olmayan öneriler

Günümüzde taşkınlar önceden tahmin edilebilmektedir. Gelişen meteorolojik tahmin metotları ve yıllar itibariyle katlanarak gelişen teknoloji neticesinde erken uyarı sistemleri ile taşkın afeti yaşanmadan önce halk uyarılmalı ve taşkın büyük yıkımlara sebebiyet verilmesinin önüne geçilmelidir. Bu kapsamda hidrolik simülasyon modelleri ile hazırlanan taşkın yayılım haritalarının önemi ortaya çıkmaktadır. Taşkın beklenen bölgedeki taşkın yayılım haritaları kullanılarak acil durum senaryoları hazırlanmalıdır.

Bölge halkının taşkına sebebiyet verebilecek eylemler konusunda bilinçlendirilmesi neticesinde taşkını oluşturan risklerin azaltılması hedeflenmelidir. Su alır götürür mantığıyla dere içine atılan evsel çöpler, ekonomik kaygılar neticesinde dere yatağına bırakılan inşaat yığıntısı molozlar, yer kazanma amaçlı dere yatağı içerisine yapılan bahçe ve kümesler, kentleşme sonucu dere yatağına ait alanların yetkisiz şekilde işgal edilmesi gibi basit sebepler taşkına sebep olmakta veya taşkın yıkıcı etkisini artırmaktadır.

Kamu kurumları arasındaki koordinasyonun artırılarak dere geçiş noktalarındaki bundan sonra yapılacak sanat yapılarının ilgili DSİ müdürlüğünden veya su idarelerinden uygun görüş ve kesit alınarak yapılması ve ayrıca mümkün olduğunca orta ayaklı sanat yapılarından kaçınılması ve büyük çaplı büzlerle geçişin asla sağlanmaması gerekmektedir.

7.2.1.1. İşletme bakım faaliyetleri

Ekstrem yağışlarda taşkınlar sebebiyet verebilecek hususların çözümü noktasında düzenli işletme bakım faaliyetleri hayati önem arz etmektedir. Akarsu yatağı içerisinde ve köprü, menfez gibi sanat yapılarının içlerinde kesiti daraltan bitki, ağaç

parçası, evsel çöp ve rusubat gibi her türlü engelin temizlenerek akışın doğal yatak içinde ve engelsiz olması sağlanmalıdır.

Akarsuya bırakılan kanalizasyon deşarjları kaldırılarak kanalizasyon kollektör hattı yapılmalı ve kanalizasyonun temiz su kaynağı olan Sapanca Gölüne deşarjının önüne geçilmelidir. Yağmur suyu deşarjı için ise kurumlar arası koordinasyon sağlanmalıdır.

Gerek talveg hattından veya yatak içinden, gerekse çift açıklıklı köprü, menfez gibi sanat yapılarında kesit içlerinden veya tabliye hizasından dereyi enine keserek geçen her türlü doğalgaz, içme suyu, kanalizasyon borularının talveg hattının altından güvenli kotlardan geçirilerek yer altına alınması, emniyetin sağlanması ile birlikte aynı zamanda kesiti daraltmasının önlenmesi sağlanmalıdır.

7.2.1.2. Yapısal öneriler

2015 yılında yaşanan taşkın incelendiğinde; yukarı havzadan yüksek hızlarla gelen rusubatın eğimin azaldığı veya kesitin daraldığı noktalarda akım hızının düşmesi sebebiyle çökmesinden dolayı kesiti doldurmasından ötürü veya akım yüksekliğinin yatak içinde maksimum seviyede olmasına rağmen ağaç parçalarının sanat yapılarında akışa engel teşkil etmesi sebebiyle taşkın yaşandığı gözlenmiştir.

Yukarı havzada uygun bir konuma yüksek gövdeli bir tersip bendinin yapılması aşağı havzalara gelen rusubatı kesecek ve taşkın büyük ölçüde önlenebilecektir.

Yine yukarı havzada yüksek eğimleri düzenleyen bir dizi ıslah sekisinin yapılması eğim ve hızların düşmesi sebebiyle yukarı havzadan gelen rusubatı engellemiş olacak ve akımı düzenleyecektir.

Bir başka alınabilecek önlem ise geçirgen tersip bentleridir. Büyük ağaç ve dal parçalarının mansaba taşınmasını engelleyerek, sanat yapılarının kesitini daraltarak taşkına sebebiyet vermesi engellenecektir. Buna benzer bir diğer çözüm ise yukarı

havzada eğimin ve hızın yüksek olduğu noktalarda çelik tel gerdirilmesi neticesinde iri taş ve ağaç parçaları dahil olmak üzere tutulması ve mansaba geçişinin engellenmesi yöntemidir.

Kıyı oyulmalarını önlemek için gabion-fildöfer sistemler uygulanmalı veya taş tahkimat yapılarak, mansaba doğru rusubat taşınmasının önüne geçilmelidir.

Akarsu üzerindeki sanat yapıları yeniden gözden geçirilmeli, orta ayakları bulunan yapılar yerine tek açıklıklı hava payı bulunan köprü, menfezlerin yapılması tercih edilmelidir.



KAYNAKÇA

- Akın, M., Akın, G. 2007. Suyun önemi, Türkiye’de su potansiyeli, su havzaları ve su kirliliği. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 47(2):105-118.
- Akkaya, U. 2016. Meriç ve Tunca Nehirlerinin Edirne şehir merkezi kısmında 2 boyutlu taşkın modellemesi. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Doktora Tezi.
- Akyürek, Z. 2013. Taşkın Tehlike ve Taşkın Risk Haritalarının Oluşturulması. Taşkın ve Kuraklık Yönetimi Daire Başkanlığı Hizmet İçi Eğitim Programı, Afyonkarahisar.
- Atakuman, Ç. 2008. Su Fakirliği Kapımızda mı?. Bilim ve Teknik Dergisi, 489: 48-55.
- Avdan, Z., Yıldız, D., Çabuk, A. 2015. Yağmur Suyu Yönetimi Açısından Yeşil Altyapı Sistemlerinin Değerlendirilmesi. II. International Sustainable Structure Symposium, Ankara, 733-740.
- Balcı, N. 1958. Elmalı Barajının İstasyondan Korunması imkânları ve Vejetasyon Su Düzeni Üzerine Araştırmalar. İstanbul Üniversitesi, Ormancılık Coğrafyası ve Yakınşark Ormancılığı Enstitüsü ve Kürsüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Bayazıt M., Önöz B., “Taşkın ve Kuraklık Hidrolojisi.” Nobel Yayın Dağıtım. 259 s. Ankara. 2008.
- Bayazıt, Y., Bakış, R. 2015. Seydisuyu Çayının Havza Taşkın Haritalarının Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Oluşturulması, VIII. Ulusal Hidroloji Kongresi, Şanlıurfa, 157-164.
- Bozoğlu, 2015. 1-D And 2-D Flood Modeling Studies And Upstream Structural Measures For Samsun City Terme District, METU, Master of Science, Civil Engineering Department.
- Bulu, A., Yılmaz, E. 2002. Serbest Yüzeyli Akımlarda Pürüzlülük Katsayısının Belirlenmesi. Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi, 420(4): 79-81.

- Büyükkaracıgan, N. 1997. Taşkın frekans analizinde kullanılan değişik dağılımların konya havzası yıllık pik akım serilerine uygulanıp karşılaştırılması. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Çelik, H. 2012. Sel Kontrolünde Hidroloji. Çem Sel kontrolü Semineri, Afyonkarahisar.
- Çelikler, 2018. Bingöl Kent Merkezindeki Derelerin Taşkın Alanlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (Cbs) ile Belirlenmesi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Demirkese, A. C. 2011. Multi-risk interpretation of natural hazards for settlements of the Hatay province in the east Mediterranean region, Turkey using SRTM DEM. Environmental Earth Sci., 65:1895–1907.
- Dernek, E. 2012. Taşkın Yapıları Tasarımı ve Kayı Deresi Örneği. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Devlet Su İşleri (DSİ). 2006. Teknik Şartnameler. Islah ve Taşkın Koruma Yapıları Uygulama Projeleri Yapım İş, 6-8.
- Doğan, E., Sönmez, O., Yapan, E., Othan, K., Özdemir, S., Çitgez, T. 2013. Aşağı Sakarya Nehrinde taşkın yayılım haritalarının elde edilmesi. SAÜ. Fen Bil. Der., 17(4): 363-369.
- Doğu, 2016. Kırıkkale Çoruhözü Deresinin Taşkın Pik Debilerinin Hesaplanması ve Bir Boyutlu Modellenmesi, Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Dokuzuncu Kalkınma Planı (DPT). 2007. Toprak ve Su Kaynaklarının Kullanımı ve Yönetimi Raporu.
- Erkek, C. 1995. Bölgesel taşkın zararları ve taşkın kontrolü. Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi, 379: 42-46.
- Ersoy, Manisa Kızıldere Taşkın Akımlarının Hec-Ras ile Modellenmesi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Güngör, Y. 2010. Afetler Tarihi. Acil Yardım ve Afet Yönetimi Lisans Tamamlama Programı, İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi, 1-129.
- Hırca, 2018. Akım Ölçümü Olmayan Nehirlerde Taşkın Yayılım Haritalarının Oluşturulması ve Hasar Olasılık Eğrilerinin İncelenmesi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.

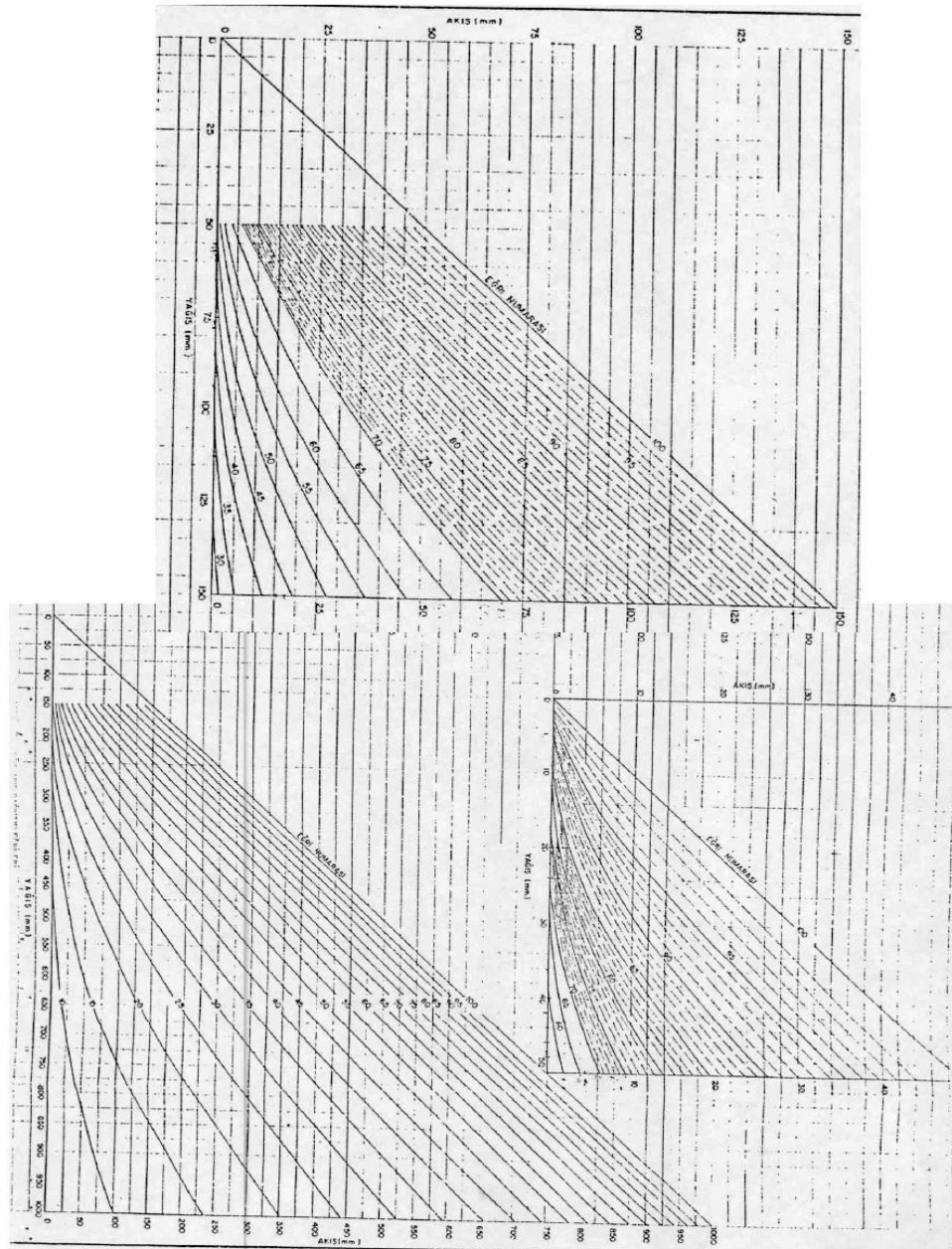
- Kadioğlu, M. 2007. Sel, Heyelan ve Çığ İçin Risk Yönetimi. Sel – Heyelan – Çığ Sempozyumu, Samsun, 186-197.
- Oğraş, 2018. Dicle Nehri'nin Taşkın Analizinin Hec-Ras Programıyla Yapılması, Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Özbal, R. 2010. Taşkın Koruma Projelerinde Yapısal Tedbirler. II. Ulusal Taşkın Sempozyumu, Afyonkarahisar.
- Özcan E, 2006. Sel Olayı ve Türkiye. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 26 (1): 35-50.
- Özcan, O., Musaoğlu, N., Şeker, DZ., 2009. Taşkın Alanlarının CBS ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Belirlenmesi ve Risk Yönetimi; Sakarya Havzası Örneği.
- Özdemir H, 1978. Uygulamalı Taşkın Hidrolojisi. DSİ Basım ve Foto – Film İşletme Müdürlüğü Matbaası, Ankara.
- SAF, B., 2009. Regional flood frequency analysis using L-moments for the West Mediterranean region of Turkey. Water Resour Manage, 23(3): 531-551.
- Sargın, A. 2013. Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Taşkın Riski Ön Değerlendirmesi. DSİ Yayınları, 1-67.
- Sönmez O. 2013. Nehirlerde 2 boyutlu taşkın modellemesi ve taşkın haritalarının oluşturulması. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İnşaat Mühendisliği Bölümü, Doktora Tezi.
- Taşkın Koruma Raporu, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı- DSİ III. Bölge Müdürlüğü, Eskişehir, 1-24.
- Taşkın mevzuatı, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü.
- Taşkın Yönetim Planı. 2017. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara, 1-228.
- TMMOB Harita ve 75 Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel Teknik 2009 Kurultayı, Ankara.
- Turan, B. 2002. Obtaining inundation maps by integration of gis and hydrologic and hydrologic-hydraulic model. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Uçar, İ. 2010. Trabzon Değirmendere Havzası'nda coğrafi bilgi sistemleri ve bir hidrolik model yardımıyla taşkın analizi yapılması. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.

- URL 1. www.sakaryakulturturizm.gov.tr/tr-112516/sakarya-genel-bilgiler.html., Eriřim Tarihi: 02.05.2015.
- URL 2. www.milliyet.com.tr/siddetli-sagnak-sapanca-yi-vurdu-gundem-2124814/., Eriřim Tarihi: 30.09.2015.
- Uşkay, S. ve Aksu, S. 2002. Ülkemizde Tařkinlar, Nedenleri, Zararlari ve Alinmasi Gereken Önlemler. TMH - Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi, 420-421-422: 133-136.
- Üçüncü, 2018. Kırıkkale Karadere ve Hodar Derelerinin Taşkın Pik Debilerinin Hesaplanması ve HEC-RAS Programında Bir Boyutlu Modellenmesi, Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.



EKLER

EK 1: Yağış-Akış Grafiği



ÖZGEÇMİŞ

Mustafa Emre YURDAKUL, 22.10.1986 yılında Bursa’da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Yalova’da tamamladı. 2008 yılının sonunda Sakarya Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 2010 yılında Zonguldak Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğünde çalışmaya başladı. 2011 Yılında askerlik görevini tamamladı ve yine aynı yıl DSİ 32. Şube Müdürlüğü/Sakarya’da çalışmaya başladı. 2014 yılında Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği anabilim dalı Hidrolik bilim dalında yüksek lisans öğrenimine başladı. Halen DSİ 32. Şube Müdürlüğü/Sakarya’da çalışmaya devam etmektedir.