

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

**KURTKÖY DERESİ TAŞKIN YAYILIM-TEHLİKE-
RİSK HARİTALARININ BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gökhan DERE

Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Enstitü Bilim Dalı : HİDROLİK

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Emrah DOĞAN

Mayıs 2019

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KURTKÖY DERESİ TAŞKIN YAYILIM-TEHLİKE-
RİSK HARİTALARININ BELİRLENMESİ**

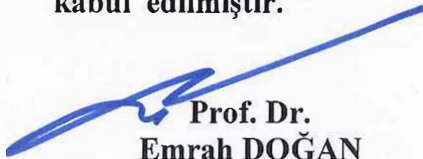
YÜKSEK LİSANS TEZİ


Gökhan DERE

Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Enstitü Bilim Dalı : HİDROLİK

Bu tez ~~24.05~~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.


Gökhan DERE
02.05.2019

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 Prof. Dr. Emrah DOĞAN'a,

Yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi ve birikimlerinden faydalandığım Dr. Öğr. Üyesi Osman SÖNMEZ'e,

Tez çalışmam boyunca desteklerini esirgemeyen, DSİ 32. Şube Müdürlüğü'nde çalışan çalışma arkadaşlarıma,

Tüm hayatım boyunca yanımda bulunan ve beni destekleyen aileme,

ve Athisse GÜNDAĞ' a çok teşekkür ediyorum.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
TABLolar LİSTESİ.....	x
ÖZET.....	xi
SUMMARY	xii
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2.	
TAŞKIN KAVRAMI.....	3
2.1. Taşkınların Oluşumunu Etkileyen Faktörler	4
2.1.1. Taşkınları oluşturan doğal faktörler	4
2.1.1.1. İklim faktörleri.....	4
2.1.1.2. Drenaj alanının şekli ve büyüklüğü	6
2.1.1.3. Zeminin doygunluğu.....	7
2.1.1.4. Bitki örtüsü	8
2.1.1.5. Eğim.....	8
2.1.1.6. Deniz seviyesinden yükseklik.....	8
2.1.1.7. Drenaj alanının depolama kapasitesi	8
2.1.2. Taşkınları oluşturan insani faktörler	9
2.1.2.1. Kentleşme	9
2.1.2.2. Bitki örtüsünün tahrip edilmesi	10
2.1.2.3. Baraj yıkılması.....	11

2.1.2.4. Hatalı arazi kullanımı	12
2.2. Taşkınların Zararları.....	12
2.2.1. Doğrudan zararlar.....	13
2.2.2. Dolaylı zararlar.....	13
2.3. Taşkınların Faydaları.....	14
2.4. Taşkından Korunma Yolları.....	14
2.4.1.1. Yapısal önlemler.....	15
2.4.2. Yapısal olmayan önlemler.....	22
2.5. Taşkınların Türkiye Ekonomisine Etkileri.....	23
BÖLÜM 3.	
KAYNAK ARAŞTIRMASI	24
3.1. Türkiye’de Yapılan Çalışmalar	24
3.2. Dünya’da Yapılan Çalışmalar	33
BÖLÜM 4.	
ÇALIŞMANIN ÖNEMİ	38
BÖLÜM 5.	
ÇALIŞMA ALANI	39
5.1. Çalışma Alanına Ait Doğal Faktörler.....	39
5.1.1. Coğrafi faktörler.....	39
5.1.2. Jeolojik yapı	39
5.1.3. İklim	42
5.1.3.1. Yağış	42
5.1.3.2. Sıcaklık	43
5.1.3.3. Buharlaşma	45
5.1.3.4. Nem.....	46
5.1.3.5. Rüzgâr.....	47
5.2. Ekonomik ve Sosyal Faktörler	48
5.3. Son Yıllarda Bölgede Yaşanan Taşkınlar	52

BÖLÜM 6.	
YÖNTEM.....	56
6.1. Çalışma Üzerine Genel Bilgi.....	56
6.2. Farklı Yöntemler ile Tekerrürlü Taşkın Debisi Hesabı.....	56
6.2.1. Debi hesabında kullanılan istatistiki yöntemler	56
6.2.2. Log-Pearson tip III dağılımı.....	57
6.2.3. Debi hesabında kullanılan deterministik yöntemler.....	58
6.2.3.1. Mockus yöntemi	58
6.3. Hidrolik Modelleme	61
6.3.1. NetCAD 5.1 hakkında genel bilgiler.....	62
6.3.2. ArcMAP 10.1 hakkında genel bilgiler	63
6.3.3. HEC-RAS 5.0.6 hakkında genel bilgiler.....	64
BÖLÜM 7.	
UYGULAMA	65
7.1. Günlük Maksimum Yağışların Ekstrem Dağılım Hesabı	65
7.2. Farklı Yağış Akış Yöntemleri ile Tekerrürlü Taşkın Debisi Hesabı.....	67
7.3. Altlık Haritanın ArcMAP Ortamında Sayısallaştırılması	71
7.4. HEC-RAS'ta Hidrolik Modelleme.....	72
BÖLÜM 8.	
SONUÇ VE ÖNERİLER	80
KAYNAKÇA.....	83
EKLER.....	91
ÖZGEÇMİŞ	92

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

1D	: Bir Boyutlu Model
2D	: İki Boyutlu Model
AGİ	: Akım Gözlem İstasyonu
CAD	: Computer Aided Design
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
DHI	: Danimarka Hidrolik Enstitüsü
DMİ	: Devlet Meteoroloji İşleri
DSİ	: Devlet Su İşleri
İVTYS	: İlişkisel Veritabanı Yönetim Sistemleri
GIS	: Geographical Information System
GPS	: Global Positioning System
ICOLD	: International Comission on Large Dam
LIDAR	: Laser İmaging Detection and Ranging
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
STRM	: Shuttle Radar Topography Mission
SYM	: Sayısal Yükseklik Modeli
SOAP	: Simple Object Access Protocol
TIN	: Triangular Irregular Networks
UA	: Uzaktan Algılama
USACE	: The U.S. Army Corps of Engineers

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Nehir taşkınlarının arazide (a) ve şehirde şematik gösterimi (Keller, 1979; Tarbuck, 1984).	3
Şekil 2.2. Yağışın oluşum şekilleri (Bedient ve Huber, 1992).	4
Şekil 2.3. Aynı havzada meydana gelebilecek farklı taşkın hidrografları (Uçar, 2010).	6
Şekil 2.4. Drenaj alanı şeklinin hidrografın şekline etkisi (Usul, 2008).	7
Şekil 2.5. Plansız yapılaşma örneği (URL 1).	10
Şekil 2.6. Kurtköy Deresi üst havzasında plansız kentleşme ve bitki örtüsünün tahrip edilmesi	11
Şekil 2.7. Vaiont barajının yıkılması (URL 2).	12
Şekil 2.8. Antalya Aksu Çayında inşa edilen taşkın seddeleri (URL 3).	17
Şekil 2.9. Meriç Nehrinde uygulanan taşkın kanalı (URL 3).	17
Şekil 2.10. Japonya' nın Tokyo şehrinde inşa edilen taşkın geciktirme havuzu (URL 4).	18
Şekil 2.11. Mogan sel kapanı (URL 3).	19
Şekil 2.12. Muğla Akçay'da akarsu yatağı tanzimi (URL 3).	20
Şekil 2.13. Sakarya Doğançay Deresinde inşa edilen taşkın duvarları	20
Şekil 2.14. Sakarya Doğançay Deresinde inşa edilen harçlı kargir benti	21
Şekil 2.15. Sakarya Doğançay Deresinde inşa edilen harçlı kargir seki	22
Şekil 2.16. Taşkın zararlarının sektörel sınıflandırılması (Kılıçer ve Özgüler, 2002).	23
Şekil 5.1. Çalışma alanının Türkiye haritasındaki yeri	40
Şekil 5.2. Çalışma alanı	41
Şekil 5.3. Kurtköy DMİ 1964-2009 yılları arası aylık toplam yağış (MGM, 2009).	42

Şekil 5.4. Sapanca DMİ 1936-1996 yılları arası aylık toplam yağış (MGM, 1997).	43
Şekil 5.5. Sapanca DMİ 1964-1996 yılları arası aylık ortalama sıcaklık (MGM, 1997).	44
Şekil 5.6. Adapazarı DMİ 1951-2013 yılları arası aylık ortalama sıcaklık (MGM, 2013).	44
Şekil 5.7. Kurtköy DMİ 1965-2009 yılları arası aylık toplam buharlaşma (MGM, 2009).	45
Şekil 5.8. Adapazarı DMİ 1961-2013 yılları arası aylık toplam buharlaşma (MGM, 2013).	45
Şekil 5.9. Sapanca DMİ 1964-1997 yılları arası aylık ortalama nispi nem (MGM, 1997).	46
Şekil 5.10. Adapazarı DMİ 1950-2005 yılları arası aylık ortalama nispi nem (MGM, 2005).	47
Şekil 5.11. Adapazarı DMİ 1964-1975 yılları arası aylık ortalama rüzgar hızı (MGM, 1975).	47
Şekil 5.12. Adapazarı DMİ 1956-2005 yılları arası aylık ortalama rüzgar hızı (MGM, 2005).	48
Şekil 5.13. Kurtköy ve Mahmudiye Dereleri havzalarına ait genel görünüm (2019 yılı).	49
Şekil 5.14. Kurtköy ve Mahmudiye Dereleri havzalarına ait görünüm (2009 yılı).	49
Şekil 5.15. Kurtköy ve Mahmudiye Dereleri havzalarına ait görünüm (2012 yılı).	50
Şekil 5.16. Kurtköy ve Mahmudiye Dereleri havzalarına ait görünüm (2013 yılı).	50
Şekil 5.17. Kurtköy ve Mahmudiye Dereleri havzalarına ait görünüm (2015 yılı).	51
Şekil 5.18. Kurtköy ve Mahmudiye Dereleri havzalarına ait görünüm (2017 yılı).	51
Şekil 5.19. Taşkın sonrası Kurtköy Deresinde meydana gelen taban erozyonu	52
Şekil 5.20. Taşkın sonrası Kurtköy Deresinde meydana gelen kıyı erozyonu.....	53

Şekil 5.21. Kurtköy Deresinde üst havzadan gelen sedimentin ulaşım yapılarına etkisi	53
Şekil 5.22. Mahmudiye Deresinde taşkınlardan sonra oluşan kıyı oyulması	54
Şekil 5.23. Mahmudiye Deresinde meydana taşkın	54
Şekil 5.24. Mahmudiye Deresinde yaşanan taşkın sonrası zarar gören altyapı tesisleri.....	55
Şekil 6.1. Yayılım haritaları üretim aşamalarını gösteren diyagram	61
Şekil 6.2. Netcad 5.1 programı ile ilgili genel bir görünüm	62
Şekil 6.3. ArcMAP 10.1 programı ile ilgili genel bir görünüm	63
Şekil 6.4. HEC-RAS 5.0.6 programı ile ilgili genel bir görünüm.....	64
Şekil 7.1. Kurtköy Deresine ait 500 yıllık tekerrürlü taşkın hidrografi (m ³ /s).....	69
Şekil 7.2. Kurtköy Deresine ait 1000 yıllık tekerrürlü taşkın hidrografi (m ³ /s).....	69
Şekil 7.3. Mahmudiye Deresine ait 500 yıllık tekerrürlü taşkın hidrografi (m ³ /s).....	70
Şekil 7.4. Mahmudiye Deresine ait 1000 yıllık tekerrürlü taşkın hidrografi (m ³ /s).....	70
Şekil 7.5. Çalışma sahasına ait 1/1000 ölçekli haritanın NetCAD’te düzenlenmesi	71
Şekil 7.6. Çalışma sahasına ait ArcMAP’te oluşturulan TIN dosyası	71
Şekil 7.7. 2D Flow Areas komutu	72
Şekil 7.8. Taşkın sahasının saptanması	73
Şekil 7.9. Taşkın alanının memba sınırının saptanması	73
Şekil 7.10. Taşkın alanının mansap sınırının saptanması	74
Şekil 7.11. Kurtköy Deresinin, 500 yıllık taşkın tekerrür debisi için üretilen taşkın yayılım haritası	74
Şekil 7.12. Kurtköy Deresinin, 500 yıllık taşkın tekerrür debisi için üretilen taşkın yayılım hızı haritası	75
Şekil 7.13. Kurtköy Deresinin, 1000 yıllık taşkın tekerrür debisi için üretilen taşkın yayılım haritası	75
Şekil 7.14. Kurtköy Deresinin, 1000 yıllık taşkın tekerrür debisi için üretilen taşkın yayılım hızı haritası	76

Şekil 7.15. Mahmudiye Deresinin, 500 yıllık taşkın tekerrür debisi için üretilen taşkın yayılım haritası	77
Şekil 7.16. Mahmudiye Deresinin, 500 yıllık taşkın tekerrür debisi için üretilen taşkın yayılım hızı haritası	77
Şekil 7.17. Mahmudiye Deresinin, 1000 yıllık taşkın tekerrür debisi için üretilen taşkın yayılım haritası	78
Şekil 7.18. Mahmudiye Deresinin, 1000 yıllık taşkın tekerrür debisi için üretilen taşkın yayılım hızı haritası	79

TABLolar LİSTESİ

Tablo 6.1. Log Pearson Tip III dağılımı için frekans faktör değerleri (Usul, 2002).....	57
Tablo 7.1. Sapanca DMİ istasyonuna ait veriler.....	65
Tablo 7.2. Olasılık dağılımlarında kullanılan istatistiki parametreler.....	67
Tablo 7.3. Log-Pearson Tip III için günlük maksimum yağışlarının ekstrem dağılımı (mm).....	67
Tablo 7.4. Kurtköy ve Mahmudiye derelerine ait bilgiler	67
Tablo 7.5. Kurtköy ve Mahmudiye Dereleri Mockus Yöntemi düzenleme katsayıları	67
Tablo 7.6. Süperpozesiz Mockus Metoduna göre hesaplanan Kurtköy Deresi tekerrürlü taşkın debileri m^3/s).....	68
Tablo 7.7. Süperpozesiz Mockus Metoduna göre hesaplanan Mahmudiye Deresi tekerrürlü taşkın debileri (m^3/s)	68

ÖZET

Anahtar kelimeler: Taşkın yayılım haritası, HEC-RAS, Kurtköy Deresi, Mahmudiye Deresi, Sapanca

Taşkınlar, bir akarsuyun farklı sebeplerle yatağın taşması veya farklı nedenler sonucunda yükselen suların yerleşim yerlerine, verimli tarımsal alanlara, altyapı ve üst yapı tesislerine ve o bölgede yaşamını sürdüren canlılara zarar veren nedeni ile doğal afet olarak adlandırılır. Dünya nüfusunun hızla artması neticesi ile meydana gelen, iklim değişikliği ve plansız kentleşme gibi etkiler son yıllarda taşkın olaylarının artmasına sebep olmuştur. Bu trendin etkisi ile Sapanca İlçesinde bulunan derelerde de sık sık taşkınlar meydana gelmektedir. Bu derelerden ikisi Kurtköy ve Mahmudiye dereleridir.

Bu çalışmada, elde edilen meteorolojik veriler kullanılarak, istatistiki yöntemlerle ekstrem yağış hesabı yapılmıştır. Bu doğrultuda her iki dere için taşkın tekerrür debileri Mockus yöntemiyle hesaplanmıştır. Hesaplanan bu debiler ışığında Kurtköy ve Mahmudiye derelerine ait taşkın yayılım haritaları üretilmiş ve olası bir taşkında meydana gelebilecek tarımsal ve yapısal hasarlar öngörülmeğe çalışılmıştır.

Taşkın yayılım haritaları üretilirken 1/1000 ölçekli harita NetCAD ortamında üçgenleme modeline hazır hale getirilip ArcMAP'e aktarılmıştır. Üçgenleme modelinin elde edilmesinden sonra veriler analiz edilmek üzere HEC-RAS programına aktarılmıştır. Hidrolojik datalar kullanılarak 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500 ve 1000 yıllık tekerrürlü taşkın debileri hesaplandıktan sonra hidrolik modelleme yapılmıştır. Tüm bu debiler için taşkın risk analizleri, taşkın yayılım haritaları elde edilmiş, bu bağlamda çözüm önerileri sunulmuştur.

DETERMINATION OF KURTKOY STREAM FLOOD INUNDATION- HAZARD-RISK MAPS

SUMMARY

Keywords: Flood inundation maps, HEC-RAS, Kurtköy Stream, Mahmudiye Stream, Sapanca

Floods are called natural disasters due to damages of the bed due to different reasons of a stream or the settlements of the rising waters due to different reasons, fertile agricultural areas, infrastructure and superstructure facilities and living creatures that live in that region. The effects of climate change and unplanned urbanization, which are caused by the rapid increase in the world population, have led to an increase in flood events in recent years. With the effect of this trend, floods occur frequently in the rivers in Sapanca District. Two of these streams are Kurtköy and Mahmudiye creeks.

In this study, extreme rainfall was calculated by using statistical methods. In this direction, flood recurrence flows for both streams were calculated by Mockus method. In the light of these calculated flows, flood propagation maps belonging to the Kurtköy and Mahmudiye streams were produced and agricultural and structural damages that might occur in a possible flood were predicted.

Flood propagation maps were produced and 1/1000 scale map was prepared for triangulation model in NetCAD environment and transferred to ArcMAP. After obtaining the triangulation model, the data was transferred to the HEC-RAS program for analysis. By using hydrological data, hydraulic modeling was performed after calculating 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500 and 1000-year repetitive flood flows. Flood risk analyzes and flood propagation maps were obtained for all of these flow rates.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Doğal afet olarak taşkın, bir akarsuyun muhtelif nedenlerle yatağından taşarak, çevresindeki arazilere, yerleşim yerlerine, altyapı tesislerine ve canlılara zarar vermek suretiyle, etki bölgesinde normal sosyo-ekonomik faaliyetleri kesintiye uğratabilecek ölçüde bir akım büyüklüğü oluşturması olayı şeklinde ifade edilmektedir. Kent sosyolojisinin değişmesi neticesinde; nüfus artışları yaşanmakta ve dünya hızlı bir şekilde değişime uğramaktadır. Bu durum, kontrolsüz yapılaşma nedeniyle dere yataklarında daralmalar meydana getirerek, taşkınların artmasına sebebiyet vermektedir.

Dünyanın birçok bölgesinde aşırı yöresel yağışlardan veya toplu kar erimelerinden sonra yaşanan akarsu taşkınları en yaygın taşkın örneğidir. Taşkın, yaşadığı bölgenin iklim koşullarına, jeoteknik ve topoğrafik niteliklerine bağlı olarak gelişen doğal bir oluşumdur. Ancak taşkın problemi veya afeti çoğunlukla insan aktivitelerinin bir sonucu olarak meydana gelmektedir. Taşkın riski bulunan sahalarda önceden tedbir almaksızın süregelen kontrolsüz kentleşme faaliyetleri dünyanın her köşesinde taşkın afetinin en önemli nedenidir.

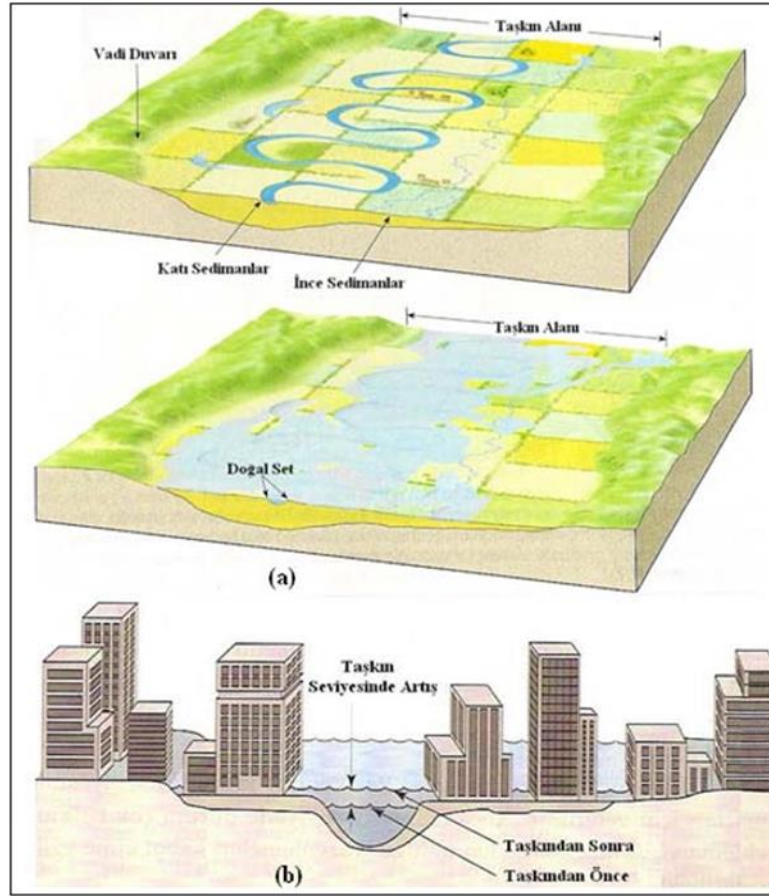
Ülkemizde taşkın afetleri, depremden sonra en büyük ekonomik kayıplara neden olan doğal afettir. Mevcut envanter verileri itibari ile taşkınlardan kaynaklanan ekonomik kayıp her yıl için ortalama 100 milyon ABD dolarına ulaşmaktadır. Buna karşın taşkınların kontrolü ve zararlarının azaltılmasına yönelik olarak genelde yapısal önlemler bağlamında sürdürülen projeli faaliyetler için ayrılan yatırım miktarı ise yılda ortalama 30 milyon ABD doları mertebesinde (Kılıçer ve Özgüler, 2002).

Bu bağlamda; sunulan çalışma ile Kurtköy ve Mahmudiye derelerinde meydana gelebilecek olan taşkınların ve bu taşkınların ne kadarlık bir alanda etkili

olabileceğinin belirlenmesi çalışmaları, yerleşim ve tarımsal faaliyet gösteren bölgelerin akarsu kıyısında yer almalarından dolayı ortaya çıkacak olan can ve mal kaybının en aza indirilebilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

BÖLÜM 2. TAŞKIN KAVRAMI

Taşkınlar; akarsu taşkınları, lokal taşkınlar, kıyısal taşkınlar ve ani taşkınlar gibi alt başlıklarda toplanabilir. Türkiye için en sık görülen ve en etkili türü akarsu taşkınlarıdır. Taşkın; bir yataktaki mevcut su miktarının, havzaya normalden fazla düşen yağmur ve/veya kar erimesinden dolayı hızla artması ile yatak çevresinde yaşayan canlılara, arazilere, mal ve mülke zarar vermesi olayıdır. Bir yatakta debi normalinden fazla artarsa su artık nehir yatağına sığmayacak ve yandaki düzlüklere taşacaktır (Şekil 2.1.). Bu alanlarda bulunan mevcut yapılar sular altında kalacak ve önemli ölçüde can ve mal kaybına neden olacaktır.



Şekil 2.1. Nehir taşkınlarının arazide (a) ve şehirde şematik gösterimi (Keller, 1979; Tarbuck, 1984).

2.1. Taşkınların Oluşumunu Etkileyen Faktörler

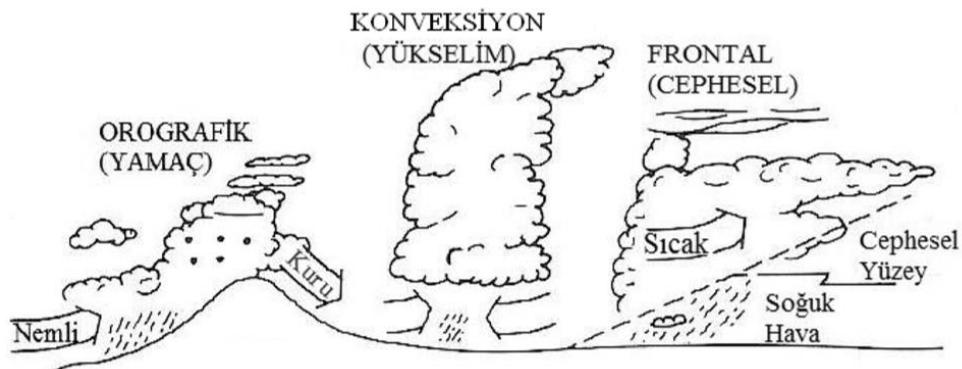
2.1.1. Taşkınları oluşturan doğal faktörler

Meteorolojik bir afet olan taşkınlar, bu karaktere sahip doğal afetlerin (kuraklık, çığ, yıldırım, don, sis, fırtına vb.) başında gelmektedir. Taşkınları oluşturan doğal faktörler aşağıdaki gibi sıralanmıştır. Bu bölümde akarsu taşkınlarını etkileyen faktörler ele alınmıştır.

2.1.1.1. İklim faktörleri

Taşkınları oluşturan doğal faktörlerin en önemlisi iklim faktörleridir. Bu faktörler; sıcaklık, yağışlar, buharlaşma, rüzgar, basınç ve nem olarak sınıflandırılabilir.

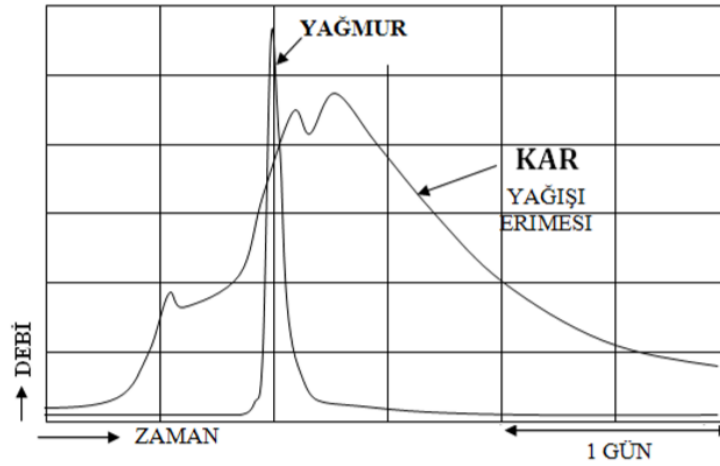
Yağışların süresi, şiddeti, şekli gibi özellikleri taşkın oluşumunu etkilemektedir. Taşkınları oluşturan yağışlar; kar, yağmur ve dolu olabilir. Yağışın taşkına etkisi yeryüzüne düştüğü an değil, akışa geçtiği an başlamaktadır. Taşkına sebep olabilecek şiddetli yağışlar, genellikle farklı hava kütlelerinin karşılaşım alanlarında görülen cephesel (frontal) yağış, nemli hava kütesinin bir dağ yamacına çarparak yükselmesi ve soğuması sonucu oluşan orografik (yamaç) yağışları ve ısınan havanın yükselerek soğuması sonucu oluşan konvektif (siklonik-yükselim) yağışlardır (Şekil 2.2.).



Şekil 2.2. Yağışın oluşum şekilleri (Bedient ve Huber, 1992).

Şiddetli yağışlar, havzaya düşen su miktarının normalden fazla olması ve oluşturduğu akım değerinin yatağın taşıma kapasitesinin üzerinde bulunması; yatak çevresindeki can ve mal kayıplarının daha sık şekilde meydana gelmesine sebebiyet vermektedir. Doğal olarak, yağışların şiddetinin yanı sıra süreleri de taşkınların oluşmasında önemli bir yere sahiptir. Yağış süreleri, yağış miktarları fazla olan bölgelerde, kurak iklim bölgelerine göre daha uzundur. Sabit şiddetteki bir yağışın süresi arttıkça, meydana getireceği taşkın da büyüyecektir. Drenaj alanının büyüklüğü, akımın toplanma zamanı, nehir kanallarının çatallanma oranı gibi diğer özelliklerine bağlı olarak, bir süre sonra dengeye ulaşır ve artık yağışın süresi sonsuz da olsa, taşkın hacmi büyümesine rağmen pik değerinde değişme görülmez. Hidrolik hesaplar, pik (maksimum) değer olan debi değerine göre yapılır ve taşkın anında oluşabilecek su yüzü profilleri tespit edilir.

Özellikle dağlık kesimlerde hızlı kar erimesi sonucu oluşan kuvvetli akışlar, drenaj sisteminin yeterli olmadığı durumlarda büyük taşkınlara neden olmaktadır. Yağmurlardan meydana gelen taşkınlarla, kardan meydana gelen taşkınlar arasındaki en önemli fark, oluşturacakları hidrografların (debinin zamanla değişimini gösteren grafik) özelliklerinde gizlidir (Şekil 2.3.). Yağmurdan meydana gelen taşkın hidrografında tepe noktası yani debinin maksimum olduğu değer yüksek, taşkın pikinin oluşma süresi kısayken, kardan meydana gelen taşkın hidrografında pik değerinin oluşma dönemi daha uzun zamana dağılmıştır. Yağmurdan meydana gelen akımlar aniden yüksek miktarda debilerin oluşmasına neden olsa da, kar erimesinden oluşacak akımların hacimleri çok daha büyüktür. Eğer bu iki durum beraber oluşuyorsa (şiddetli yağmur + hızlı kar erimesi durumu) ve yan kollardaki seviyeler bu sebepten aynı anda yükseliyorsa, mansapta oldukça tehlikeli taşkınlar meydana gelecektir.



Şekil 2.3. Aynı havzada meydana gelebilecek farklı taşkın hidrografları (Uçar, 2010).

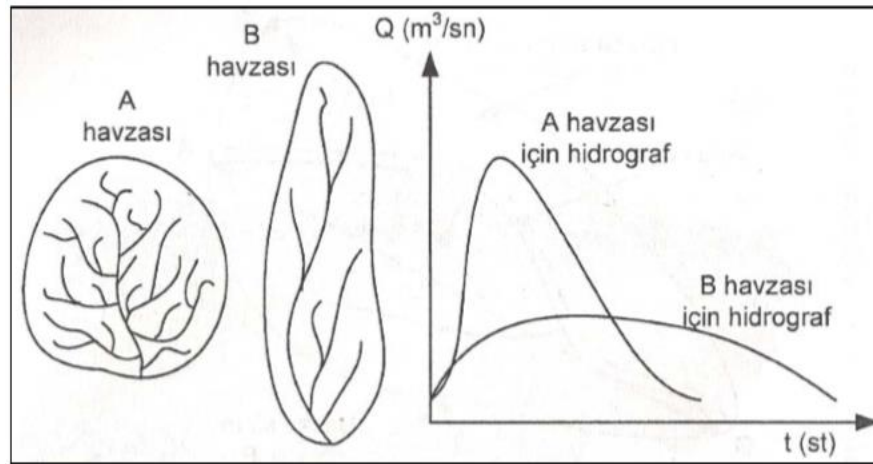
Dolu yağışının oluşturacağı taşkınlar ise; dolunun erime hızıyla ilgili olarak değişmektedir. Bunu etkileyen faktör ise ortamın sıcaklığıdır. Kara nazaran daha hızlı bir erime oluşacağından yüzey akışı daha fazla olacak ve taşkına, eşit miktarda yağdıkları durumda oransal olarak kardan daha fazla etkisi olacaktır.

Taşkına etki eden diğer bir iklim faktörü de sıcaklıktır. Taşkın anındaki sıcaklık değişimi oluşacak yağışın türünü etkileyeceğinden meydana gelecek olan taşkın hidrografına etki etmektedir. Sıcaklık 0°C 'nin altına düştüğünde yağış türü genellikle kar olacaktır. Sıfırın üzerine çıktığında da dolu veya yağmur şeklinde olacaktır. Bu nedenle sıcaklık, oluşacak taşkın hidrografının şekline etki edecek ve özelliklerini tamamen değiştirecek, böylece akışa geçecek olan miktarı doğrudan etkileyici bir faktör olacaktır. Türkiye'de özellikle Mart-Nisan aylarında kısa zamanda havanın ısınmasına bağlı olan kar erimesi ve şiddetli yağışların birlikte meydana gelmesi ani taşkınlara neden olmaktadır. Bu durumda; taşkın pik değerine ulaşma zamanı düşük olduğundan, yüksek eğimli bölgelerin mansabında düşük kotlarda kalan yerleşim yerleri için tehlikeli durumlar ortaya çıkabilir.

2.1.1.2. Drenaj alanının şekli ve büyüklüğü

Drenaj alanının şekli, oluşacak taşkın pike ulaşma süresini ve debisini etkileyen doğal faktörlerden birisidir. Havzanın mansabında meydana gelecek bir taşkın

hidrografi incelenirse, aynı alana sahip iki drenaj alanından, ince uzun olanda oluşacak taşkın toplama zamanı daha uzundur, kısa ve tıknaz olanda ise daha kısadır. Uzun havza için taşkın debisi havzanın çıkışına daha geç ulaşacağı için zamana yayılır ve maksimum değeri daha küçük olur, kısa ve yuvarlak özellikteki alanda ise pik değere ulaşma süresi toplama zamanından ötürü daha kısadır (Şekil 2.4.). Drenaj alanının çok büyük olması da debinin büyüklüğünü ve taşkın hacmini arttırmaktadır.



Şekil 2.4. Drenaj alanı şeklinin hidrografın şekline etkisi (Usul, 2008).

2.1.1.3. Zeminin doygunluğu

Daha önce havzaya düşen yağışlar esnasında zemin yeterince doygunluğa ulaşmış ise, zeminde akışa geçecek suyun az bir kısmının süzülmesine izin verir. Örneğin; kurak veya az yağışlı ve sıcak bir sonbahar geçen bölgede, ilkbahardaki yağmur ve kar erimesi sonucunda zemin yüzeyinde akışa geçen su, doygunluk derecesi düşük olan zemin içerisine daha fazla süzülür. Buna karşın yağışlı ve serin bir sonbahar geçen bölgede, ilkbahardaki yağmur ve kar erimesi sonucunda zemin yüzeyinde akışa geçen su, doygunluk derecesi yüksek olan zemin içerisinde daha az süzülür. Bu durum ise taşkınların oluşumunda etkin bir rol oynar (Gürer, 1998).

2.1.1.4. Bitki örtüsü

Topoğrafyayı kaplayan bitki örtüsü, suyun akışını yavaşlatan ve zemin içerisindeki suyu bünyesine alarak azaltan, bu nedenle taşkınların etkisinin azaltılmasında kullanılan olumlu bir faktördür. Ancak drenaj havzasında yetersiz bitki örtüsü varsa, yağıştan süzülen miktar az olacağından taşınan miktarın boyutu artacaktır. Bu da yataktaki su seviyesini arttırıcı bir etken olacaktır. Bu tip havzaların memba kesimlerinde ağaçlandırma çalışmaları ve depolamalı tesisler yapmak alınması gereken önlemlerden bazılarıdır.

2.1.1.5. Eğim

Suyun zemin üzerindeki akış hızı süzülme miktarını etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Havzanın eğimi ise yüzey akışının hızını kontrol etmektedir. Bu bağlamda; havzanın eğiminin düşük olması, akış hızını azaltır iken, havza eğiminin yüksek olması, akış hızını arttırmaktadır. Bu sebeple, yamaçlarda eş yükselti eğrilerine paralel teraslama yapılmalı ve suyun doğrudan hızla aşağıya inmesinin önüne geçilmelidir.

2.1.1.6. Deniz seviyesinden yükseklik

Yağışın hangi oranda kar veya yağmur olacağı konusunda da drenaj alanının deniz seviyesinden yüksekliği önemlidir.

2.1.1.7. Drenaj alanının depolama kapasitesi

Drenaj alanında bulunan boşluklarda yapılacak yüzey depolamaları taşkın debisinin pik değerinde önemli ölçüde düşüşe neden olacaktır. Bunun yanı sıra jeolojik yapısı karstik olan mağara vb. yapılar ise oluşan akışın bir müddet depolanmasını veya farklı bir yerden çıkmasını sağlayacak ve taşkınların etkisini azaltacaktır. Sonuç olarak havza depolaması hem yüzey üzerindeki çukurlarda oluşabilirken, hem de yer altı sularında depolanabilir veya yüzey altı akış ile farklı bir bölgeye transfer edilebilir.

Bunların yanı sıra akarsu yatağının şekli, kollarının sıklığı, yeraltı akiferinin kapasitesi, zeminin killi veya geçirimli bir malzemeden oluşması de taşkını etkileyen doğal faktörlerdendir.

2.1.2. Taşkınları oluşturan insani faktörler

Taşkının afete dönüşmesine sebep olan neden insan faktörüdür. Dere yatağında veya taşkın sahasında kontrolsüz yapılaşma, üst havzalarda mevcut bitki örtüsünün tahrip edilmesi ile yağış akış katsayısının arttırılması gibi hatalı arazi kullanımları buna örnektir. Bu durum taşkın afetinin meydana gelmesindeki en büyük örnektir. Akademik çalışmalar taşkınların sebep olduğu zararların yağmur, kar gibi yağışlar değil bilimsel bilgiden uzak, yanlış planlanan şehirleşmenin bir sonucu olarak ortaya çıktığını göstermektedir.

2.1.2.1. Kentleşme

İnsanların dere yataklarına ve/veya taşkın sahaslarına konutlar, ticari alanlar ve ulaşım tesisleri vb. yapılar inşa etmeleri, önceden ham zemin veya bitki örtüsü ile kaplı olan bu alanlarda betonlaşmaya sebep olmaktadır. Bu durum geçirimli alanları, geçirimsiz alanlara dönüştürmekte ve yağışın doğrudan akışa geçmesine sebep olmaktadır. ($Q=C.i.A$) rasyonel metot denklemindeki C katsayısının (yüzey akış katsayısı) artması ve bu sebeple yağıştan akışa geçen miktarın artması, plansız kentleşme faaliyetlerinin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Şekil 2.5.'te plansız bir yapılaşma örneği gösterilmiştir.

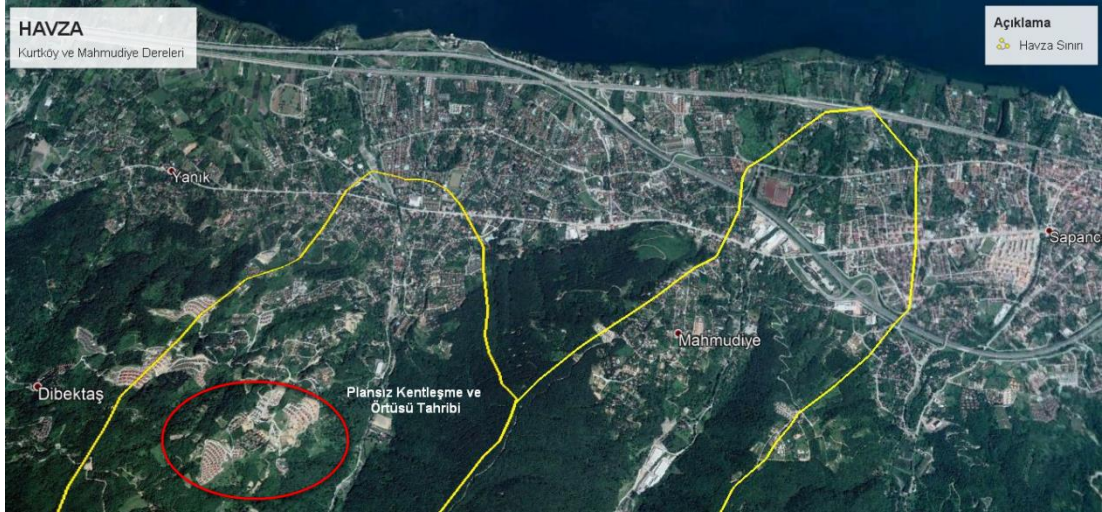


Şekil 2.5. Plansız yapılaşma örneği (URL 1).

Ülkemizde kentleşmenin etkili olduğu bir diğer taşkın sebebi ise yetersiz kesitlendirilmiş köprü, menfez ve büz gibi geçişlerdir. Bu konuda yetkili kuruluş Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğüdür. Tasarım ve inşa aşamasında ilgili kuruluşlardan görüş almadan inşa edilen ve hatalı boyutlandırılan bu yol geçişleri, suyun akışını engellediğinden sıklıkla taşkınlara sebebiyet vermektedir.

2.1.2.2. Bitki örtüsünün tahrip edilmesi

Üst havzalarda özellikle ormanlık alanlarda yapılan bu müdahaleler nedeniyle, zeminin köklere tutunamaması sonucu mukavemeti düşmekte, geçirimsizlik katsayısı azalmakta ve toprak erozyonu oluşmaktadır. Erozyonun artması ile yüzey akışı sonucu, dere yatağına taşınan sediment miktarı artmaktadır. Bu durum dere yatağı üzerinde bulunan köprü, menfez ve büz gibi yapıların kesitlerinde (debuşe) daralmalara sebebiyet vererek taşkın riskini arttırmaktadır. Şekil2.6.'da Kurtköy Deresi üst havzasında plansız kentleşme sonucu bitki örtüsü tahribi örneği gösterilmiştir



Şekil 2.6. Kurtköy Deresi üst havzasında plansız kentleşme ve bitki örtüsünün tahrip edilmesi

2.1.2.3. Baraj yıkılması

Barajların proje ve işletme aşamasında, taşkın kontrolü için yeterli hacim bırakılması büyük önem arz etmektedir. Gelen taşkının baraj haznesinde sönmülenip ötelenmesi gerekmektedir. Bu durum taşkın ötelenmesi olarak adlandırılır. Barajlar aynı zamanda nehir yatağından askıda veya sürüklenerek gelen sedimenti ölüm hacimlerinde biriktirerek nehir yatağında düzenli bir akım sağlamış olurlar. Barajlar çeşitli şekillerde yıkılarak, haznesinde depolanan suyun mevcut nehir yatağını aşması suretiyle taşkınlara sebep olabilirler.

İçme suyu, sulama suyu, enerji, taşkın vb. sebeplerle inşa edilen barajların temel yıkılma nedenleri özetle; yapısal hatalar (temel yetersizliği, yetersiz sıkışma vb.) dolusavak yetersizliği, şev kaymaları ve heyelanlar, sızma ve borulanma, deprem ve ani yağışlar sonucu suyun baraj gövdesi üzerinden taşması olarak sıralanabilir. Uluslararası Büyük Barajlar Komisyonu'nun (ICOLD) 1973 yılında yayınladığı bir rapora göre %38'ini dolusavak yetersizliği, %33'nü sızma ve borulanma ve %23'ünü diğer nedenler oluşturmaktadır (Bozkuş, 2014). Örneğin İtalyan'ın Venedik şehrinin 90 km kuzeyindeki Piave Nehri üzerinde bulunan 267 m yüksekliğindeki beton kemer Vaiont Barajı (Şekil 2.7.) tarihin en büyük felaketlerinden biri olarak 2000'den fazla insanın ölümüne yol açarak 9 Ekim 1963'te yıkıldı (Tayfur, 2017). Ülkemiz tarihi borunca baraj yıkılması ile ilgili çok büyük ve yıkıcı örnekler

bulunmamaktadır. Bu durum güvenlik katsayılarımızın yüksek olması ve baraj tasarım tekniklerini gelişmiş ülkelerden temin etmemizle ilgili örnektir.



Şekil 2.7. Vaiont barajının yıkılması (URL 2).

2.1.2.4. Hatalı arazi kullanımı

Arazinin eş yükselti eğrilerine paralel sürülmemesi, teraslanmaması, bitkilerin ekilişinde düzgün sıralama yapılmaması, tarım alanlarının nadasa bırakılması gibi arazi kullanım örnekleri de taşkın zararlarını arttırıcı yönde etki gösterirler (Uçar, 2010).

2.2. Taşkınların Zararları

Taşkın zararları, doğrudan zararlar ve dolaylı zararlar olarak iki grupta incelenebilir. Taşkınların sebep olduğu doğrudan zararların en önemli faktörü, can kayıplarının

yaşanmasıdır. Öte yandan evlerin yıkılması ve hayvanların telef olması da yine doğrudan zararlara örnektir. İkincil zararlara örnek ise insanların yaşanan ekonomik sıkıntılardan kaynaklı olarak işsiz kalmasıdır.

2.2.1. Doğrudan zararlar

İnsan, mülk ve doğaya verilen zararlardır. Bu zararlara aşağıda yer verilmiştir (Erkek,2015).

- Tarımsal arazilerde meydana gelebilecek zararlar; taşkınların sebep olduğu ekili ve dikili arazilerde meydana gelebilecek zararları ifade eder.
- Ulaşım tesislerinde meydana gelebilecek zararlar; otoyol, tren, havaalanı gibi ulaşım ağlarında meydana gelebilecek zararları ifade eder.
- Kırsal alanlarda meydana gelebilecek zararlar; taşkınlar sonucu kırsal alanlarda meydana gelebilecek kıyı oyulmaları ve heyelanlardan kaynaklanabilecek zararları ifade eder.
- Meskûn mahallerde meydana gelebilecek zararlar; insanların ikamet ettiği alanlarda bulunan konutlar ve altyapıda meydana gelebilecek zararları ifade etmektedir.
- Su yapılarında meydana gelebilecek zararlar; akarsu yatağı üzerine çeşitli amaçlar ile inşa edilen baraj, gölet, HES, regülatör, tersip bendi vb. su yapılarında meydana gelebilecek zararları ifade eder.
- Üretim tesislerinde meydana gelebilecek zararlar; fabrika, imalathane gibi ticari alanlarda meydana gelebilecek zararları ifade eder.
- Altyapı tesislerinde meydana gelebilecek zararlar; su, elektrik, telefon gibi tesislerde meydana gelebilecek zararları ifade eder.

2.2.2. Dolaylı zararlar

Dolaylı zararlar, taşkın sonrasında ekonomik kayıplardan doğan işsizlik, salgın hastalıklar vb psikolojik ve sosyolojik zararları ifade etmektedir.

2.3. Taşkınların Faydaları

Taşkınlar can ve mal kayıplarına sebep olan doğal afetler olmasına karşın, faydaları da bulunmaktadır. Taşkınların faydaları aşağıdaki gibi sıralanmıştır;

- Taşkınlar sonrasında yer altı su seviyesi artmaktadır.
- Taşkınlar esnasında yüzeyden akan sel suları, bitkisel organizmaların yetişmesi için gerekli olan alüvyonlu toprağı taşır.
- Taşkın suları bazı durumlarda su ihtiyacı olan kurak bölgelerin, su kaynaklarını beslerler.
- Taşkın esnasında taşan suyun ormanlık alanlara yayılması sonucu tohumlar taşınarak ormandaki bitki oranında artış sağlanır.

2.4. Taşkından Korunma Yolları

Her yıl ülkemizde ve dünyada taşkınların sebep olduğu doğal afetler ciddi can ve ekonomik kayıplara sebep olmaktadır. Taşkın afetinin sebep olacağı can ve ekonomik kayıpları en aza getirmek için ülkemizde bazı koruma kanunları yürürlüğe konmuştur (Taşkın Mevzuatı). Taşkın doğal afetine karşı yürürlüğe konan kanunlar aşağıda sıralanmıştır;

- 6200 Sayılı Kanun: Devlet Su İşleri Umum Müdürlüğü Teşkilat ve Vazifeleri Hakkında Kanun,
- 4373 Sayılı Kanun: Taşkın Suları ve Su Baskınlarına Karşı Koruma Kanunu,
- 5216 Sayılı Kanun: Büyükşehir Belediyesi Kanunu,
- 7269 Sayılı Kanun: Umum, Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanun,
- 5237 Sayılı Kanun: Türk Ceza Kanunu,
- 5442 Sayılı Kanun: İl İdaresi Kanunu,
- 2872 Sayılı Kanun: Çevre Kanunu,
- 5393 Sayılı Kanun: Belediye Kanunu,
- 1593 Sayılı Kanun: Umumi Hıfzıssıhha Kanunu,

- 5326 Sayılı Kanun: Kabahatler Kanunu,
- 5403 Sayılı Kanun: Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu,
- 442 Sayılı Kanun: Köy Kanunu' dur.

Bu bağlamda yetkili kuruluşlarca (Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü ve yerel idareler) taşkınların zararlarından korunmak adına yapısal ve yapısal olmayan önlemler alınabilmektedir.

2.4.1.1. Yapısal önlemler

Taşkınların zararlı etkilerinden korunmak alınan yapısal önlemlere; biriktirme yapıları (baraj, sel kapanı vb.), taşkın seddeleri, sekiler, britler, yatak tanzimi, çeşitli geometrik düzende inşa edilen taşkın kanalları gibi örnekler verilebilir. Aşağıda bu yapısal önlemlere detaylıca değinilmiştir.

1. Biriktirme Yapıları; tasarımı dahilinde bir biriktirme haznesine sahip olan yapılar içme suyu, sulama, enerji vb amaçlar için kullanılmakta iken aynı zamanda taşkın kontrol amacı ile de kullanılırlar. Ancak bu yapıların taşkın kontrol amacıyla kullanılabilmesi için, taşkın anında kullanılmak üzere boş bir hacim bırakılmalıdır. Baraj ve göletler işletilirken suyu rezervuar sahalarında depolayarak nehir rejimini düzenlemiş olurlar. Baraj ve gölet gibi biriktirme yapıları sadece su depolamakla kalmaz, aynı zamanda taşınan sedimenti de ölü hacimlerinde depolamış olurlar, böylece nehir yatağının taşınan sediment miktarı ile daralmasını önlemektedir (Uçar 2010, Akkaya 2016).
2. Taşkın Seddeleri; taşkın sularını geri tutarak mansap bölgesindeki taşkın debilerinin küçülmesini sağlamaktadır. Barajlardan küçük olan bu yapıların maksimum su seviyesi haznedeki maksimum su seviyesi ile belirlenmektedir. Bu kapasite mansap bölgesindeki akarsuyun emniyetle geçirebileceği debi ile sınırlıdır. Kullanım amaçlarına göre sedde çeşitleri; yazlık sedde, kışlık sedde, bitişik sedde ve ayrık sedde olarak sınıflandırabilmektedir. Seddeler taşkınların

zararlarını azaltan yapısal önlemlerden olmasına karşın, bir takım istenmeyen etkileri de bulunmaktadır (Onuşluel, 2005);

- Taşkın sularının akarsu vadisinde geri tutulması ortadan kalkar, yataktaki su seviyesi yükselir,
- Taşkın dalgasının pik debisi büyür,
- Taşkın yatağında hızlar ve kayma gerilmesi artar,
- Tarım alanları verimli alüvyondan mahrum kalır,
- Yeraltı suları taşkın debilerinden beslenemeyeceğinden, küçük çaplı debilerde de bir azalma meydana gelir,
- Taşkın yatağının genişlediği kısımlarda katı madde yığılması gözlenir,
- Katı maddelerin taşkın yatağında birikmesi sonucu; taşkın su seviyeleri yükselebilir. Bu durum seddelerin sonradan yükseltilmesini gerektirebilir.

Şekil 2.8.'de örnek olarak DSİ'ce Antalya Aksu Çayında inşa edilen taşkın seddeleri gösterilmiştir.

1. Taşkın kanalı; nehir yatağının olası bir taşkın sularını karşılayacak kapasitesinin bulunmadığı ve sedde çözümünün uygulanamayacağı durumlarda, taşkın sularının belirli bir kısmı taşkın kanalına alınıp nehir yatağının taşkın yükü azaltılmaktadır.



Şekil 2.8. Antalya Aksu Çayında inşa edilen taşkın seddeleri (URL 3).



Şekil 2.9. Meriç Nehrinde uygulanan taşkın kanalı (URL 3).

Şekil 2.9.'da örnek olarak DSİ'ce Meriç Nehrinde inşa edilen taşkın kanalı örneği gösterilmiştir.

2. Taşkın Geciktirme Havuzu; baraj ve bağlamaların aksine kontrolsüz çıkış tesisleri olan taşkın geciktirme havuzları tek amaca sahip olan taşkın kontrol elemanıdır. Bu kontrol elemanının amacı; taşkın debilerinin geri tutulmasını sağlayarak zarar meydana getirmeyecek büyüklükte geciktirmeli olarak akarsu yatağına verilmesidir. Bu sayede hidrografın pik debileri düşürülerek güvenli geçiş sağlanmaktadır (Hırca, 2018). Şekil 2.10.'da Japonya'nın Tokyo şehrinde 2009 yılında tamamlanan 32 m çapında 5 adet dehliz şaftının görüntüsü belirtilmiştir. 6.5 m çapında iletim hatları ile birbirine bağlanan bu şaftlar olası taşkınlarda, taşkın geciktirme sistemi olarak kullanılmaktadır. Bahsi geçen şaftlar taşkın tehlikesi atlatıldıktan sonra pompalar yardımı ile deşarj edilmektedir.



Şekil 2.10. Japonya' nın Tokyo şehrinde inşa edilen taşkın geciktirme havuzu (URL 4).

3. Sel Kapanı; Taşkın sularını geçici olarak geride tutarak mansap bölgesindeki taşkın debilerinin küçülmesini sağlayan, yükseklikleri genellikle 10-20m arasında değişen küçük barajlardır. Genellikle kapaksız olarak planlanır. Bir

veya birden fazla dip savak, kontrolsüz çıkış tesisleri olarak sürekli açık tutulur. Maksimum kapasitesi haznedeki maksimum su seviyesi ile belirlenir. Bu kapasite mansap bölgesindeki akarsuyun emniyetle geçirebileceği debi ile sınırlıdır. Şekil 2.11.'de örnek olarak DSİ'ce Ankara'da inşa edilen Mogan sel kapanına ait görüntü gösterilmiştir.

4. Akarsu Yatağının Düzenlenmesi; akarsu yatağında, askıda ve sürüntü yoluyla taşınan sediment zamanla akarsu yatağının kesitini daraltmakta ve deforme etmektedir. Akarsu yatağında yapılacak tanzim işlemiyle akarsu yatağının kapasitesinin, dolayısı ile akarsudan geçecek olan debi miktarının artırılması hedeflenmektedir. Şekil 2.12.'de örnek olarak DSİ'ce Muğla Akçay'da yapılan akarsu yatağı düzenlemesi gösterilmiştir.



Şekil 2.11. Mogan sel kapanı (URL 3).



Şekil 2.12. Muğla Akçay'da akarsu yatağı tanzimi (URL 3).

5. Taşkın Duvarları; meskun mahallerde, akarsuyun ekstrem yükselmesi esnasında taşkın sularının mevcut akarsu yatağında kalmalarını sağlayan yapılardır. Şekil 2.13.'de örnek olarak DSİ'ce Sakarya Doğançay Deresinde inşa edilen taşkın duvarları gösterilmiştir.



Şekil 2.13. Sakarya Doğançay Deresinde inşa edilen taşkın duvarları

6. Britler; akarsuyu yatağının eğimini düzenlemek için inşa edilen nispeten küçük boyutlu ve enine yapılardır. Şekil 2.13.'de taşkın duvarları arasına kanal eğimini düzenlemek için inşa edilmiş britler gösterilmiştir.
7. Tersip Bentleri; yukarı havzada katı maddenin taşınması önlemek ve akarsuyun enerjisini sönmölemek için üst havzalarda inşa edilen enine yapılardır. Bu amaçla inşa edilen tersip bentleri arkasında katı madde biriktirirler ve su yükünü azaltarak, akan suyun aşındırıcı gücünü azaltırlar. Tersip bentleri kullandıkları yapı malzemelerine göre 5'e ayrılmaktadırlar (Dernek, 2012). Şekil 2.14.'te örnek olarak Sakarya Doğançay Deresinde inşa edilen harçlı kargir tersip bendi gösterilmiştir.

- Beton tersip bentleri,
- Kuru kargir bentleri,
- Harçlı kargir bentleri,
- Toprak malzemeli tersip bentleri,
- Tel ya da gabyon tipinde inşa edilen tersip bentleri.



Şekil 2.14. Sakarya Doğançay Deresinde inşa edilen harçlı kargir bendi

8. Sekiler; tasarım amaçları tersip bendi ile aynı olup nispeten küçük yapılardır. Genellikle üst havzalarda, akarsuyun katı madde hareketini önlemek ve akan suyun enerjisini sönmölemek için enine inşa edilen yapılardır. Tersip bentlerine nazaran arkalarında fazla katı madde biriktiremezler. Akarsu eğimini düzenleyip akarsu tabanı ve şevlerinde erozyonu önlemeleri amaçlanmaktadır. Şekil 2.15.'te örnek olarak DSİ'ce Sakarya Doğançay deresinde inşa edilen harçlı kargir seki gösterilmiştir.



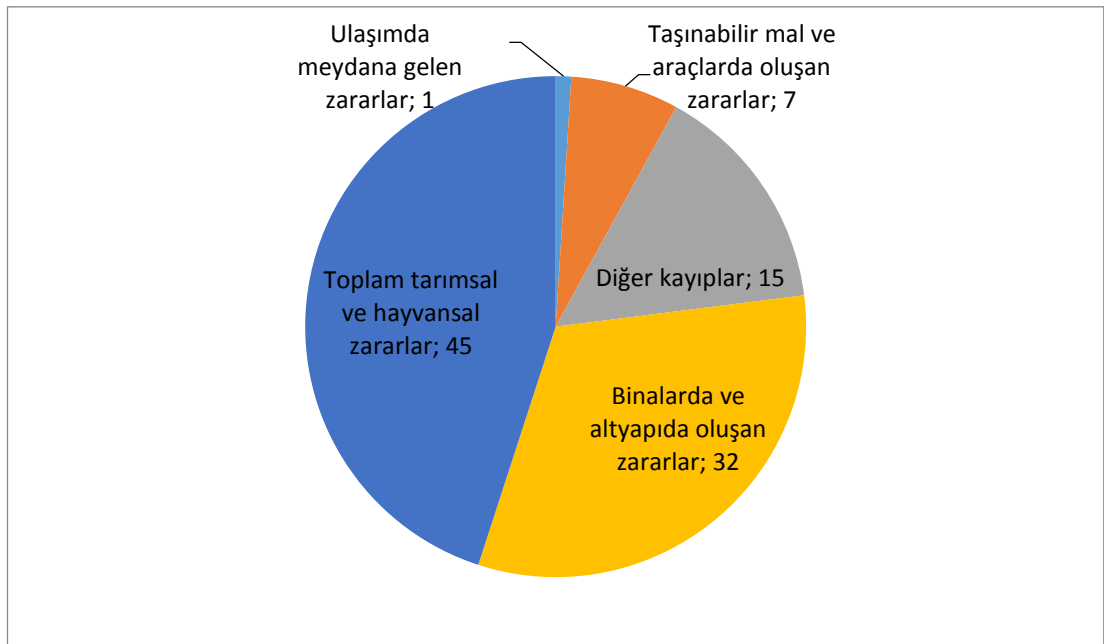
Şekil 2.15. Sakarya Doğançay Deresinde inşa edilen harçlı kargir seki

2.4.2. Yapısal olmayan önlemler

Taşkınlardan korunmak için alınan yapısal olmayan önlemler; risk altındaki bölgelerin taşkın yayılım risk haritalarının oluşturulması ve bu bölgeler için afet yönetim sistemlerinin geliştirilmesidir. Ayrıca risk altındaki bölgelerde yaşayan insanların eğitilmesi, hatalı arazi kullanımının önlenmesi ve böylece erozyon kontrolünün sağlanması da yine yapısal olmayan önlemlerdendir.

2.5. Taşkınların Türkiye Ekonomisine Etkileri

Taşkınlar, Türkiye’de depremlerden sonra en büyük ekonomik kayıplara neden olan doğal afettir. Mevcut envanter verileri itibari ile taşkınlardan kaynaklanan ekonomik kayıp son 10 yılda her yıl için ortalama 260 000 000 ABD Doları’na ulaşmaktadır. Buna karşın taşkınların kontrolü ve zararlarının azaltılmasına yönelik olarak genelde yapısal önlem olarak sürdürülen projeli faaliyetler için ayrılan yatırım miktarı ise yılda ortalama 30 000 000 ABD doları civarındadır (Kılıçer ve Özgüler, 2002).



Şekil 2.16. Taşkın zararlarının sektörel sınıflandırılması (Kılıçer ve Özgüler, 2002).

Ekonomik kayıpların sektörel bazda kayıplar ile ilgili yapılan araştırmalar; kayıpların %45’ nin tarımsal ve hayvansal zararları, %32’sinin binalarda ve altyapıda oluşan zararları, %7 sinin taşınabilir mal ve araçlarda oluşan zararları, %1’ nin ulaşımda meydana gelen bozuklukların neden olduğu zararları ve %15’ inin ise diğer kayıplar olduğunu göstermektedir (Şekil 2.16.).

BÖLÜM 3. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Taşkınlar sonucu oluşacak her türlü zararın önüne geçebilmek için bu doğal afeti tanımak ve olasılıklarını tahmin edebilmek gerekmektedir. Bu sebeple bu bölümde son yıllarda gerçekleştirilen çalışmalara kronolojik sıra ile yer verilmiştir.

3.1. Türkiye’de Yapılan Çalışmalar

Büyükkaracığan (1997), çalışmasında taşkın frekans analizindeki bağımsızlık tezinin gerçekleştiğini araştırmıştır. Konya Havzasındaki 13 akarsuyun yıllık pik akımlarına beş bağımlılık testi uygulamış ve karşılaştırmasını yapmıştır. Uygulanan bağımlılık testlerinden en az ikisi için 13 akarsudan yalnızca bir tanesi bağımlı değişken özelliği göstermiştir. Çalışma sonucunda, Konya Havzasındaki akarsular için bağımsızlık tezinin genel anlamda geçerli olduğu kabul edilmiştir. Çalışmada en uygun olasılık dağılımlarının belirlenebilmesi için iki ve üç parametrelili Log–Normal, Gumbel, Pearson Tip III, Log–Boughton, Log – Logistic, ekstrem değerler dağılımları 12 istasyona ait yıllık pik akımlara uygulanmıştır. Bu dağılımların büyük bir kısmını değerleri, momentler, maksimum olabilirlik, olasılık ağırlıklı momentler ve L momentler yöntemleri ile tahmin edilmiştir. Modellerden en uygun olanının belirlenmesi amacı ile Ki-kare ve Kolmogorov-Smirnov testlerinin istatistikleri de hesaplanmış ve yapılan değerlendirmelere göre Log-Pearson Tip III’ ün en uygun olasılık dağılım fonksiyonu olduğu belirlenmiştir.

Yazıcılar ve Önder (1998), ülkemizde ilk kez HEC-RAS yazılımının kullanıldığı bu çalışmada Bartın nehrinde taşkın sırasında suların yayılabileceği alan belirlenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen su seviyeleri ile Bartın Merkezde 1998 yılında meydana gelen taşkındaki su seviyelerinin oldukça yakın olduğu görülmüştür.

Doğanoğlu (2000), taşkın b6lgesinin yoğun yerleşim alanı olarak kullandığı ayboğazı Havzası alışma alanı olarak ele almıştır. alışmasında taşkın davranışını ve taşkın yayılım haritalarını elde etmek amacıyla HEC-RAS yazılımlarını AVRas ara y6z programı ile entegre etmiştir. Sonuçta, su basma haritaları ile su derinliği girdilerini elde etmiştir.

Turan (2002), Ulus Havzası'nda gerçekleştirmiş olduğu çalışmasında CBS ile MIKE 11 hidrolik modeli birlikte kullanılmıştır. alışmasında hidrolik analizlerle elde ettiği su seviyelerini CBS' ye aktararak taşkın yayılım haritalarını 6retmiştir.

Seçkin (2002), alışma alanı olarak Seyhan ve Ceyhan Havzalarını ele almıştır. Belirli tekerr6r yıllarına ait taşkın debilerini belirlemek amacıyla b6lgesel taşkın frekans analizi yapmıştır. alışmasında, 6ncelikle havzaları homojen alt havzalara ayırmıştır. Sonrasında Log-Logistic, Log Pearson Tip III, Pearson Tip III, Wakeby, Log Boughton, Gumbel ve Log Normal dağılımları uygulamıştır. Uygun dağılımı belirlemek için Kolmogorov-Smirnov, Cramer Von Mises ve Ki kare testlerini uygulamıştır. B6lgenin tek olarak incelenmesi halinde elde edilen sonuçlar ile homojen alt havzalara ayırdığı takdirde elde edilen sonuçlar arasında farklılıklar g6zlemlenmiş, b6lgesel analizin daha hassa sonuç verdiği kanaatine varılmıştır.

Ekinci (2003), İhsaniye Dere Havzası alışma alanı olarak belirlenmiştir. alışmasının amacı; İhsaniye Deresi'nde meydana gelen taşkın 6zellikleriyle yağış 6zellikleri arasındaki ilişkiyi belirlemektir. Taşkın frekans analizi ile g6n6m6ze kadar sıklıkla ve b6y6k hacimli olarak tekrarlanan taşkınları incelemiştir. Elde ettiği sonuçlar ile taşkınların genel karakteristik ve tekrarlanma ihtimallerini karşılaştırmıştır.

Yalçın ve Aky6rek (2004), çalışmada Karadeniz B6lgesinin batısında yer alan Bartın Havzası'nı ele almıştır. CBS kullanılarak taşkın haritaları oluşturulmuştur. Çok 6l6l6 karar analizinin uyguladığı çalışmada sellerin oluşumunu etkileyen fakt6rlerden olan; drenaj yoğunluğu, ana drenaj alanının gradyanı, havza eğimi, havza b6y6kl6đu gibi parametreler de dikkate alınmıştır.

Temiz ve ark. (2004), çalışmada Batı Karadeniz Bölgesinde potansiyel taşkın alanlarının belirlenmesi amacıyla CBS kullanılmıştır. Bölgenin yağış verileri, drenaj ağı, arazi kullanımı veri olarak girilmiş ve taşkından etkilenebilecek alanlar 50 yıllık taşkın debisine göre belirlenmiştir.

Kaleyci (2004), Karadeniz Bölgesi'nde iklimsel özelliklere bağlı olarak sık sık yoğun ve uzun süreli yağışlar oluşmakta ve bu yağışlar taşkınları meydana getirmektedir. Çalışmada, taşkın ile karşı karşıya kalabilecek bölgeleri tespit edilmesi amaçlanmıştır. Taşkın tahmin hesaplarında hem istatistiki yöntemler hem de birim hidrograf yöntemleri kullanılmıştır. Havza üzerinde bulunan 7 AGİ' ye ait akım verileri noktasal ve bölgesel taşkın frekans analizinde, istatistiki yöntemler kullanılarak, 500, 1000, 10000 tekerrür yılına ait taşkın debileri hesaplanmıştır. Elde edilen debiler HEC-RAS'ta hidrolik analizlerde kullanılmış ve taşkın yayılım alanları belirlenmiştir.

Onuşluel (2005), Bostancı Havzası'nın taşkın yayılım alanlarını belirlemek amacıyla CBS yöntemlerini kullanmıştır. CBS ile taşkın alanlarının belirlenmesinin daha kısa sürede ve daha doğru sonuçlar verdiğini belirtmiştir. Çalışmasında HEC-RAS hidrolik modelleme programı kullanarak, İzmir Bostanlı Havzası'nda bulunan kritik alanlara kararlı ve kararsız akım simülasyonları oluşturulmuştur. HEC-RAS modelinden elde edilen su derinlikleri ArcView sistemine uygun yardımcı programlar ile aktarılmış ve sonucunda taşkına maruz kalacak alanlar belirlenerek görselleştirilmiştir.

Usul ve Turan (2006), Batı Karadeniz Bölgesi'nde meydana gelen taşkınlar yıllarca bölgede büyük kayıpların yaşanmasına neden olmuştur. Bu nedenle bu alanda kapsamlı taşkın analizinin yapılması gündeme gelmiştir. Ulus Nehri çevresinde dolgunun bulunmaması ve bölgede yaşayan halkın bilinçsizce nehir yatağında meydana getirmiş olduğu değişiklikler havzada önemli hasarlar oluşmasına neden olmuştur. Çalışmada MIKE 11 kullanılarak 25, 50 ve 100 yıl tekerrürlü taşkın debileri için hidrolik analizler gerçekleştirilmiş ve taşkın yayılım haritaları elde edilmiştir.

Özdemir (2007), Balıkesir Havran Çayı çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Bu bölgede meydana gelen taşkınları önleme amacıyla birçok çalışma yapılmıştır. Havran Barajı da bu çalışmalardan biridir. Taşkınların önlenmesi ve azaltılması için, Havran ilçe merkezi ve ovasının CBS ve Hidrolik yazılımlar kullanılarak taşkın yayılım haritaları üretilmiştir. Çalışmada; 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritaları, Havran Barajı'na ait teknik özellikler ve yan kollara ait akım verileri kullanılmıştır. Tüm veriler HEC – Georas'a aktarılmış ve ardından HEC –RAS'ta hidrolik analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, değişik senaryolara bağlı taşkın yayılım haritaları üretilmiştir.

Demirkesen ve ark. (2007), Küresel çapta yaşanan iklim değişikliği çeşitli sorunları da beraberinde getirmektedir. Bunlardan biri de deniz seviyesindeki yükselmedir. İklim değişimindeki hızın aynı oranda devam etmesi halinde bazı kıyı alanlarının büyük olasılıkla 2100 yılına kadar su altında kalması beklenmektedir. Bu nedenle, İzmir kıyı kesiminin bu tehlikeye karşı mevcut durumu araştırılmıştır. Çalışmada; Landsat-7 ETM⁺ uydu görüntüleri kullanılmıştır. Kıyı kesiminde deniz seviyesinden 2 ve 5 metre yükseklikteki alanlar çalışma bölgesinin sırasıyla 2.1 ve 3.7'sini kapsamaktadır. Çalışma sonucunda, deniz seviyesinden yılda ortalama 20-50 mm kadar yükselme meydana gelirse 2100 yılına kadar birçok kıyı bölgesi su altında kalabileceği belirlenmiştir.

Kara ve Akar (2007), çalışmasında CBS ve UA'nın taşkın ile ilgili kesin ve doğru sonuç belirlemedeki potansiyeli araştırılmıştır. Karadeniz Bölgesi'nin orta ve doğu kısmını içine alan Beşikdüzü-Solaklı Havzası seçilmiştir. Çalışmada veri olarak 1/100.000 ölçekli topoğrafya haritası, Landsat 1975 MS, 1987 TM, 200 ETM uydu görüntüleri kullanılmıştır. Analizlerde ArcGIS 9.1, bitki örtüsü ve yerleşim alanlarının gelişiminin belirlenmesinde Erdas 8.5 uzaktan algılama yazılımları kullanılmıştır. Çalışma sonucunda CBS ve UA' nın belirlemiş olan risk faktörleri kapsamında taşkın yayılımının belirlenmesinde önemli bir rolünün bulunduğu ortaya çıkmıştır.

Özdemir (2008), Havran Çayı üzerinde yapılan çalışmada 1981 yılı öncesine kadar bölgede birçok taşkın olayı meydana gelmiştir. Bu durumun nedeni, çay yatağında

yapılan ıslah çalışmalarıdır. Ancak, olası taşkın durumuna karşı Havran Ç ayı ve bu çayın yan kolları olan; Küçükçay, Bent ve kışla yan dereleri dahil olmak üzere 5, 10, 25, 50, 100, 200 ve 1000 yıllık dönüş aralıklı taşkın debileri istatistiki yöntemler ile hesaplanmıştır. Gumbel ve Log Pearson Tip III dağılımları karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda, Gumbel dağılımının 100 yıllık, Log Pearson Tip III dağılımında 50 yıllık tekrarlanma sıklığı birbirine eşit gelmiştir.

Malkoç ve ark. (2008), akarsu üzerine yapılabilecek herhangi bir tesisin planlama ve projelendirilmesinde en önemli adım muhtemel maksimum taşkın debilerinin hesap edilmesidir. Bu nedenle Soğanlı Deresi üzerine yapılması muhtemel baraj veya regülatör için maksimum taşkın debi hesabı yapılmıştır. Çalışma sonucunda; yapılacak yapının regülatör olması durumunda, “Bölgesel Taşkın Frekans Analizi” ile hesaplanan tekerrürlü taşkın debilerinin kullanılmasına karar verilmiştir. Yapının baraj olarak projelendirilmesinde ise, maksimum taşkın hesaplanırken yağış, kar ve baz akımlarını birlikte incelemişlerdir.

Uşul (2008), çalışmasında klasik yöntemler ile CBS’ yi entegre etmiş ve Çayboğazı Havzası’nın taşkın analizini yapmıştır. Bu kapsamda öncelikle havzanın SYM (Sayısal Yükseklik Modeli) oluşturulmuştur. Havzanın birim hidrografi bulunarak belirli dönüş aralıklarına ait (25, 50 ve 100 yıllık) etkin bir yağıştan meydana gelebilecek taşkın hidrografi elde edilmiştir. Hidrolik modellemede MIKE 11 yazılımı uygulanmıştır. Çalışma sonucunda risk altında kalabilecek alanlar belirlenmiştir.

Gül ve ark. (2009), potansiyel taşkın kontrol projeleri ile taşkın sırasında su altında kalabilecek alanlar belirlenebilmektedir. Uzun yıllar taşkın tehdidi altında olan Bostanlı Nehri Havzası çalışma alanı olarak seçilmiştir. Çalışmanın amacı; yapılması planlanan Bostanlı Barajı’nın taşkın önlemedeki performansının değerlendirilmesidir. Bölgenin 100 yıllık ve 500 yıllık tekerrürlü taşkın debileri; $68.9 \text{ m}^3/\text{sn}$. ve $158.7 \text{ m}^3/\text{sn}$ ’ dir. Çalışma sonucunda; baraj inşaatının planladığı gibi tamamlanıp faaliyete geçmesi ile bu değerlerin sırasıyla $65.5 \text{ m}^3/\text{sn}$ ve $150.7 \text{ m}^3/\text{sn}$ düşerek barajın olumlu bir etkisi olacağı gözlemlenmiştir. Ancak değerler dikkate

alındığında havzadaki genel taşkın önleme performansına çok az bir etki ettiği belirtilmiştir.

Saf (2009), çalışmanın amacı; Büyük Menderes ve Küçük Menderes üzerinde bulunan 45 adet akım gözlem verisine L momentleri yöntemi ile taşkın frekans analizinin yapılmasıdır. Çalışmanın ilk aşamasında 45 adet akım verisine Mann-Kendall eğilim analizi yapılmıştır. İkinci aşamada; 7 veride eğilim mevcut olmadığı belirlenerek 45 veriden toplamda 36'sının Mann-Kendall testinin %5 anlamlılık düzeyinde geçiren tarama kriterlerini karşıladığı görülmüştür. Bu nedenle 36 adet akım gözlem verisine L momentleri yöntemi uygulanarak taşkın frekans analizi yapılmıştır.

Kara (2009), akarsu üzerinde bulunan yapılar ya da yataklarında meydana gelen değişimler su yüzü profilindeki değişimi de beraberinde getirmektedir. Bu değişimin belirlenmesi, sonrasında projelendirilecek yapılar için önemlidir. Çalışmada HEC-RAS paket programı kullanılarak 5 farklı debi ile 4 farklı dikdörtgen kesitli köprü modelindeki su yüzü profilleri belirlenmiştir. Ardından, yapılan deneysel çalışmalarla elde edilen su yüzü profilleri ile karşılaştırılmıştır.

Gümrükçüoğlu ve ark. (2010), 1993 yılında Kankas Nehri'nde meydana gelen taşkın sonucunda büyük zarar meydana gelmiştir. Çalışmada; bölgenin arazi kullanım şeklindeki değişimler incelenmiştir. 1993 sel öncesine ve sonrasına ait arazi kullanımı 1988, 1991, 1993, 1996 ve 1998 yıllarına ait uydu görüntüleri ile karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda; 1993 sel olayının ardından tarım arazisinin, çayır ve ormanlık alanların azaldığı belirlenmiştir.

Uçar (2012), Trabzon Değirmendere Havzası çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Çalışma kapsamında; arazi modellemesi için CBS programı olan ArcGIS 9.3, hidrolik analizlerde ise HEC-RAS 4.0 kullanılmıştır. Bilinçsiz yerleşmeye bağlı olarak dere yatağının kenarlarında meydana gelen yapılaşmalar dere yatağında daralmalara neden olmuştur. Çalışma sonucunda; taşkın haritaları üretilerek risk

altında olduğu belirlenen alanlar için çeşitli yapısal ya da yapısal olmayan önerilerde bulunmuştur.

Demirkese (2011), küresel iklim değişiminin bir sonucu olarak deniz seviyelerindeki yükselme ve aşırı yağışlar kıyı taşkınlarını meydana getirmektedir. Çalışmaya konu olan Hatay ili kıyı taşkınlarına karşı savunmasızdır. Hatay sadece taşkın riski ile karşı karşıya değildir. Aynı zamanda tektonik ve sismik olarak hassas bir bölgedir. Bu nedenler sonucunda çalışmada çoklu risk değerlendirilmesi yapılmıştır. Taşkın riski belirlenirken Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) DEM verileri kullanılarak farklı ölçütlere göre yayılım haritaları elde edilmiştir. Risk altında bulunan bölgeler belirlenerek taşkın yayılım haritaları üretilmiştir.

Turoğlu (2011), İstanbul'da meydana gelen taşkınların şehirleşmenin bir sonucu olduğunu belirtmiştir. Çalışmasında CBS ve UA kullanarak yapmış olduğu analizlerde şehirleşmenin akıma engel olduğunu gözlemlemiştir. Çalışma sonucunda; doğal akışı kolaylaştıran projelerin yapılmasını önermiştir.

Eren (2011), Boğluca Dere' sinin taşkın riskinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada DSİ, Mockus, SCS ve Snyder yöntemleri ile elde edilen tekerrürlü taşkın debilerini kıyaslamıştır. Dere kesit durumları incelendikten sonra en riskli bölge için taşkın haritası oluşturulmuştur.

Sönmez (2013), Amerika Iowa eyaletinde bulunan Cedar Nehri' nin merkezinde yer alan Waverly şehrini çalışma alanı olarak ele almıştır. Çalışmasında taşkın analizlerini, 1D ve 1D ile 2D modellerin birlikte ele alınması şeklinde ayrı ayrı incelemiştir. 1D modelleme için HEC-RAS programını kullanmıştır. 1D ve 2D'nin birlikte incelendiği MikeFlood hidrodinamik programı ile de 2D taşkın simülasyonu gerçekleştirmiştir.

Doğan ve ark. (2013), Aşağı Sakarya Nehri yatağının son 113 km'lik kısmı çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Çalışmada; ilgili bölgeye ait 100 yıl dönüş aralıklı taşkın debisi hesaplanmıştır. Ayrıca olası baraj yıkılması durumu için risk analizleri

yapılmıştır. Hesaplanan taşkın debisi HEC-RAS programında kullanılmış ve taşkın anındaki su seviyeleri ile taşkın alanları belirlenmiştir.

Özşahin (2013), çalışmasında; Arnavutluk ülkesinin CBS tekniklerini kullanarak taşkın risk analizini yapmıştır. Bu analiz yapılırken jeoloji, jeomorfolojik, bakı, yağış, akım, akarsuya uzaklık, toprak ve arazi kullanımı, yeraltı suyu gibi özelliklere bağlı kalınarak çakıştırma yöntemi ile taşkın risk alanlarını tespit etmiştir. Analiz sonucunda; ülkenin %45'inin risksiz, %18.52'sinin orta riskli ve %36'sının risk altında olduğu belirlenmiştir.

Şahin ve ark. (2013), çalışmada 18 Ocak 2010 tarihinde Kuzey Kıbrıs'ın Güzelyurt bölgesinde meydana gelen ani taşkın olayını incelenmiştir. Çalışmada taşkın modellenmesi yapılmış ve modelleme sonucunda iki çözüm önerisinde bulunulmuştur. Bu öneriler; maliyet analizi sonuçlarına bağlı kalınarak sel kapanı yapılması ve taşkın hacmini bir bölümünün kırsal yan havza olan Fabrika Deresi'ne bağlayan bir çevirme kanalı yapılmasıdır.

Erdem (2013), deprem bölgesinde yer alması ve en fazla taşkın gözlemlenen illerden biri olması nedeniyle çalışma alanı olarak Balıkesir ili seçilmiştir. Çalışmanın amacı; Balıkesir ili için taşkından korunma projelerinde öncelikli olan alanların belirlenmesidir. Bu nedenle, çalışmada CBS yazılımları kullanılarak bu alanlar tespit edilmiştir. Yapılan çalışma sonucu; Erdek, Edremit, Bandırma, Gönen, Manyas, Ayvalık, Susurluk ve Marmara Adası'nın taşkın planlamasında öncelik sahibi olduğu ortaya çıkmıştır.

Efe (2014), çalışmada Batman Çayı'nın Yeni Malabadi Köprüsü ile Diyarbakır Batman Karayolu Köprüsü arasında kalan alan için taşkın risk analizi yapılmıştır. AutoCAD Civil 3D programı kullanılarak toplamda 165 adet enkesit alınmıştır. Oluşturmuş olduğu altlığı HEC-RAS programına aktararak hidrolik analizleri gerçekleştirmiştir. Bu sayede Batman Çayı'nın su yüzü profilleri elde etmiştir.

Demir (2014), çalışma alanı olarak Aşağı Sakarya Havzası seçilmiştir. Havzaya ait hidrolojik özellikler incelenmiş ve bu bağlamda taşkın yayılım haritaları elde edilmiştir. Bunun için bölgeye ait SYM haritası ArcGIS ortamında sayısallaştırılmıştır. Elde edilen veriler MIKE 11 programına aktarılmıştır. Hidrolojik veriler sayesinde hesaplanan 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200 ve 500 yıllık dönüş aralıklı debiler için ilgili çalışma alanına ait taşkın yayılım haritaları üretilerek risk altında kalan alanlar belirlenmiştir.

Türkkan ve Korkmaz (2015), çalışmada; Bursa Kaplıkaya Deresi'nin farklı akımlar altında oluşabilecek taşkın durumu incelenmiştir. Bu kapsamda, ArcGIS ve HEC-RAS 4.1 yazılımı kullanılmıştır. Topografik veriler ArcGIS ortamında işlenmiştir. Çalışma sonucunda, Kaplıkaya Deresi' nin 500, 1000 ve 10000 yıl tekerrürlü taşkın debileri kullanılarak HEC-RAS' ta nehir akımının simülasyonu yapılmıştır.

Beyazıt ve Bakış (2015), çalışma alanı olarak Sakarya Havzası'nın alt havzası olan Seydisuyu Çayı seçilmiştir. Bu havza için taşkın riski UA ve CBS yardımı ile belirlenmiştir. Seydisuyu Çayı' nın 50, 100 ve 1000 yıl dönüş aralıklı debi değerleri HEC-RAS paket programında hidrolik analizlerle kullanılmıştır. Elde edilen sonuç gerçek arazi yapısı ile mukayese edilerek taşkın sırasında oluşabilecek su seviyesinin yerleşim ve tarım alanlarındaki riski ortaya koymuştur.

Akkaya (2016), çalışma alanı olarak Meriç ve Tunca Nehirlerinin Edirne ili sınırları içerisinde bulunan kısımları seçilmiştir. Çalışmanın amacı; bu alanların taşkın yayılım haritalarının 1D ve 2D olarak üretilmesidir. Çalışma sonucunda; taşkın Edirne merkezine olası etkilerinin azaltılması amacı ile iki seçenekli güzergâh ile tahliye kanalı tasarlanmıştır. Çalışmada tasarlanmış olan her bir kanal 2D modelleme ile çalıştırılmıştır.

Bizimana (2016), çalışmasında Waverly şehrinin özellikleri dikkate alınarak olası bir taşkında önemli şekilde etkilenebilecek alanların taşkın riski değerlendirilmiştir. Çalışmada hem Bulanık Mantık hem de CBS yöntemleri kullanılarak taşkın yayılım

haritaları üretilmiştir. Yöntemlerden Bulanık Mantığın daha gerçekçi sonuç verdiği kanaat getirilmiştir.

Yaylak (2016), Bitli il merkezinden geçmekte olan Bitlis Çayı' nın taşkın risk haritaları üretilmiştir. Çalışmada ArcGIS ve HEC-RAS paket programları kullanılmıştır. HEC-RAS'ta oluşturulan su yüzü profilleri HEC-GeoRAS kullanılarak ArcGIS' e aktarılmış ve taşkın yayılım haritaları oluşturulmuştur.

Hırca (2018), çalışma alanı olarak Sakarya ilinin Akyazı ilçesi Küçücek Sanayi Bölgesi seçilmiştir. Çalışmada Küçücek Dere'sine ait hidrolik veriler kullanılarak 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200 ve 500 yıllık tekerrürlü taşkın debileri hesaplanmıştır. 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.

3.2. Dünya'da Yapılan Çalışmalar

Benson (1968), geliştirilmiş taşkın yatağı yönetimi ve büyük ölçekli planlama için taşkın sıklığının tahmin edilmesine tutarlı bir yaklaşım benimsenmelidir. Bu nedenle Federal çalışma grubu taşkın felaketine karşı en sık kullanılan yöntemleri incelemiştir. Bu kapsamda Benson, ABD'nin birçok bölgesinden 10 farklı AGİ'den alınan ve gözlem süresi 44-97 yıl arasında değişen veriler üzerine araştırma yapmıştır. Çalışmanın amacı; farklı yöntemleri kullanarak taşkın debisi hesabında en uygun yöntemi belirlemektir. Çalışmada, Gamma dağılımı, Log Gumbel dağılımı, Gumbel dağılımı, Log-Normal dağılımı, Log-Pearson Tip III dağılımı ve Hazen yöntemi olmak üzere 6 farklı yöntem incelenmiş ve Log-Pearson Tip III dağılımının gözlemlenmiş taşkınlarla uyumluluğu belirlenmiştir.

McMahon ve Srikanthan (1981), çalışmada, Avustralya'da bulunan 172 AGİ'den elde edilen gözlem sonuçlarına L momentleri diyagram analizi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; Log-Pearson Tip III dağılımının büyük taşkın tahminlerinde uygun sonuç verdiği belirlenmiştir.

Azagra ve ark. (1999), çalışma alanı olarak Texas Austin' deki Waller Nehir havzası seçilmiştir. Bu bölgeye ait TIN arazi modelini ve hava fotoğrafını CBS yazılımında veri olarak kullanmış ve gerekli alanlardan enkesit almıştır. Elde edilen hidrolik model çıktıları ArcView' e girilerek taşkın risk haritaları oluşturulmuştur. Ancak yazarlara göre hava fotoğraflarının kullanılması ve kesitlerin gerçeği tam olarak yansıtması nedeniyle bulunan su yüzü seviyeleri doğru değildir.

Islam ve Sado (2002), çalışma alanı olarak Bangladeş seçilmiştir. Çalışmada; 1988 yılında meydana gelen taşkın olayı; sayısal yükseklik, fiziksel ve jeolojik parametreler doğrultusunda incelenmiştir. Bu kapsamda; taşkın neden olduğu hasarın, taşkın dalgası yayılımı, taşkın sıklığı, taşkın süresi, taşkın taşıdığı olduğu sedimente bağlı olarak değiştiği ancak en belirleyici unsurların taşkın derinliği ve taşkın sıklığı olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmanın sonucunda, analizler fizyografi, arazi örtüsü ve jeoloji gibi çeşitli kombinasyonlarda değerlendirilerek taşkın haritaları üretilmiştir.

Wiles ve Levine (2002), çalışma alanı olarak Ohio'da yer alan Swan Nehri Havzası seçilmiştir. Çalışmanın amacı; arazi kullanımındaki değişikliğin Swan Havzası'nda otuz yılı aşkın süredir meydana gelen taşkınlar üzerindeki etkisini araştırmaktır. Akış modellemesinde 1980 yılında ilk kez Rosmillier tarafından önerilen rasyonel formülün bir modifikasyonu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Akış analizi ile havzadaki artan akış miktarının artan kentleşme ile doğrudan bağlantılı olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda 1973 yılında meydana gelen 100 yıl tekerrürlü yağış sonucu oluşan yüzey akışının 1995 yılında 10 yıl tekerrürlü bir yağışın sonucunda oluşan yüzey akış hacmine eş değer olduğu ortaya çıkmıştır. Bu kapsamda Swan Havzası'nın sızma miktarının azalarak yüzeysel akışta kalan yağış miktarının arttığı belirlenmiştir.

Sinnakaudan ve ark. (2002), Kinta Nehri'nin (Malezya) bir alt havzası olan Pari kolu çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Çalışmanın amacı Pari kolunun taşkın risk haritalarını üretmektir. Bunun için havzaya ait parametreler HEC-6 programında veri olarak kullanılmış ve hidrolik analizleri gerçekleştirilmiştir. Sonrasında elde edilmiş

olan su yüzü kotları AVHEC-6 kullanılarak ArcVIEW 3.1'e aktarılmıştır. Sonuç olarak bölgenin taşkın sırasında meydana gelebilecek yayılım alanları belirlenmiştir.

Kneble ve ark. (2004), çalışma alanı olarak San Antonio Nehir Havzası seçilmiştir. Çalışmanın amacı 2002 yılında meydana gelen taşkın sonucu havzanın HEC-HMS ile yağış-akış modelini kurmaktır. Bu doğrultuda HEC-HMS'den elde edilen model ile yağış verileri HEC-RAS'a aktarılmış ve hidrolik analiz gerçekleştirilmiştir. Taşkın sırasında su yüzü profillerinden oluşacak modelleme NEXRAD Level III ve CBS yöntemleri ile sağlanmıştır. Çalışmada; Map to Map ölçekte taşkın önlemleri için bir araç sağlamış ve sonraki modelleme çalışmalarına fayda sağlamıştır.

Casa ve ark. (2006), çalışmada Topografik veri kaynağının ve çözünürlüğünün taşkın hidrolik modellemesinin üzerindeki etkileri araştırılmıştır. 3 farklı harita oluşturma yöntemi kullanılarak 7 tane SYM oluşturulmuştur. SYM oluşturulurken kullanılan bu 3 haritalama yöntemi; küresel konumlandırma sistemi olan (GPS) araştırma ve batimetri, yüksek çözünürlüğe sahip lazer dalgalarının kullanılması ile cisimlerin uzaklığını ölçen LIDAR 1/5000 ölçekli haritalardır. 7 SYM'nin hidrolik sonuçları HES-RAS tek boyutlu model kullanılarak elde edilmiştir. SYM'nin doğruluğu 3 farklı hidrolik bağlamda analiz edilmiştir: hidrolik modelin deşarjı ve su yüzeyi yükselmesi, taşkın sırasında sular altında kalabilecek bölgenin tasviri ve modelin n (Manning pürüzlülük katsayısı) duyarlılığıdır. Çalışma sonucunda GPS tabanlı SYM'nin en gerçekçi sonucu verdiği ancak LIDAR verilerin n değişikliğine karşı en fazla duyarlılığa sahip olduğu açığa çıkmıştır. Çalışmada her bir SYM'nin hidrolik modelleme sonuçlarının doğruluğunun belirlenmesine ek olarak, her bir Topografik veri kaynağının zaman-maliyet oranının analizi de yapılmıştır. Sonuçlar özellikle geniş alanlar için havadan geçen lazerli bir taramanın hassas SYM oluşturmada etkin bir yöntem olduğunu göstermiştir.

Gutry-Korycka ve ark. (2006), çalışmada sigortalama şirketleri açısından taşkın risk haritalarının önemi üzerinde durulmuştur. Bu haritalar ya 100 yıl dönüş aralığına ait olarak ya da tarihsel olarak en yüksek kaydedilen taşkın baz alınarak oluşturulmaktadır. Bu çalışmada Vistula Nehri'nin taşkın koruma yapıları için taşkın

değerlendirilmesi tek boyutlu hidrolik model ve SYM kullanılarak geliştirilmiştir. Simülasyondan elde edilen sonuçlar; taşkın sularının şehrin önemli bir kısmının potansiyel olarak etkileyebileceğini göstermiştir.

Dingguo ve ark. (2007), çalışma alanı olarak Poyang Göl Bölgesi seçilmiştir. Çalışmanın amacı; taşkından etkilenip sular altında kalabilecek tarım arazisinin belirlenebilmesidir. Analiz 3 aşamadan meydana gelmiştir: ilk aşamada 1/50000 ölçekli Topografik harita kullanılarak SYM oluşturulmuştur. İkinci aşamada her bir alt bölge için çiftçilerin ekonomik faaliyetlerini gösteren farklı indeksler (kırsal nüfus oranı, ekili oranı, kişi başı net kırsal gibi) hesaplanmıştır. Üçüncü aşamada ise her bucak için risk katsayısı üretilerek normalize edilen endeksler taşkın risk alanları ile örtüştürülmüştür. Çalışma sonucunda, taşkın tehlike bölgesindeki toplam 180 bucağın yaklaşık %55.56'sının taşkın riski bulunduğu ortaya çıkmıştır.

Hardmeyer ve Spencer (2007), çalışma alanı olarak Rhode Adası seçilmiştir. Çalışmanın amacı taşkına eğilimli alanların CBS yazılımı ile belirlenerek taşkın risk haritalarının üretilmesidir. Çalışmanın sonucu; önceki kentleşme hızının devam etmesi ve taşkın azaltma önlemlerinin alınmaması halinde gelecekte yıllık taşkın kayıplarının %50'den fazla olabileceğini göstermiştir.

Lastra ve ark. (2008), çalışma alanı olarak İspanya'daki 155 km'lik Sarria Nehri Havzası seçilmiştir. Çalışmada bu alana ait kentsel yerleşim bölgesinin HEC-HMS programı ile hidrolik analizleri yapılmıştır. Buradan elde edilen debiler hidrolik modelleme programı olan HEC-RAS'ta kullanılmıştır. Çalışmada; taşkın risk haritaları üretilmemiştir. Ancak geçmiş yıllarda meydana gelen taşkınlar ile elde edilen su yüzü seviyeleri ile karşılaştırılmıştır.

Vojinovic ve Tutulic (2009), çalışma alanı olarak St. Martin (Hollanda) seçilmiştir. Çalışmanın amacı; düzensiz arazilerdeki taşkın analizinde 1D ve 2D modelleme yaklaşımlarının özellikleri arasındaki farkların araştırılmasıdır. 1D model için MIKE 11 ve 2D model için ise MIKE 21 kullanılmıştır. 10, 100 ve 200 yıllık dönüş aralığına ait taşkın risk haritaları üretilmiştir.

Rahman ve ark. (2013), taşkın tahmini yapılmasında doğrudan yöntem taşkın frekans analizinin yapılmasıdır. Taşkın frekans analizinde ise öncelikli olan uygun olasılık dağılımının belirlenmesi ve ilgili parametrelerin seçimidir. Bu çalışmada 15 farklı olasılık dağılımının uygunluğu yıllık maksimum akış verilerine dayanan 3 tahmin yöntemi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda tek bir dağılımın tüm Avustralya için uygunluğu belirlenmemiştir. Ancak; Log-Pearson Tip III dağılımı, GEV ve Pareto dağılımları en uygun 3 yöntem olarak belirtilmiştir. Bu nedenle, Avustralya’da yapılacak bir uygulamada bu 3 dağılımdan nihai seçim yapılırken karşılaştırma yapılmasına karar verilmiştir.

Chen ve ark. (2017), ABD’de 2008 yılında Iowa eyaletinde meydana gelen taşkın olayı araştırılmıştır. Çalışma 3 aşamadan oluşmaktadır. (1) taşkın sırasında LIDAR verilerinin toplanması, (2) LIDAR gözlem noktalarını taşkın su yüzeyi noktaları ve taşkın olmayan noktalar olarak sınıflandırılarak taşkın suyu yüzey yükselti modeli oluşturulması, (3) SYM oluşturulmasıdır. Çalışmada su ölçümleri SPOT görüntüleri ve eş zamanlı hava fotoğrafı ile değerlendirilmiştir.

Bu çalışma, çalışılan alanın bir içme suyu alanı olan Sapanca Gölü kıyısında olması ve bu alandan önemli tren ve otoyolların geçmesi açısından gibi özelliklerle diğer çalışmalardan ayrılmaktadır. Olası bir taşkın durumunda göle akacak malzemenin içme suyunu kirletmesi söz konusudur. Ayrıca önemli bir turizm merkezi olan bir bölgenin taşkın risklerinin incelenmesi çalışılmaya değer bir konudur.

BÖLÜM 4. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ

Kurtköy ve Mahmudiye Dereleri, Sapanca Gölü'nün güneyinde bulunan dik yamaçlardan doğup, Sapanca Gölü'nü besleyen yan derelerdir. Dere eğimlerinin yüksek olması ve havzalarda yağın yağışların kısa süreli sağanak yağışlar sonucunda, eğimin yüksek olduğu üst havzalarda kıyı oyulmalarına neden olmakta, eğimin azaldığı kısımlar ile Sapanca Gölü arasında (Sapanca İlçe Merkezi) ise ciddi boyutlarda taşkınlara sebep olmaktadır. Bu çalışma ile farklı senaryolar ele alınarak oluşması öngörülen taşkınlar sonucunda; Sapanca İlçesi'nde muhtemel ekonomik kayıpların hesaplanması ve bu ekonomik kayıpların meydana gelmemesi için çözüm önerileri sunulmuştur. Çalışmanın amacı ve aşamaları şu şekildedir;

1. Kurtköy ve Mahmudiye Derelerine ait taşkın tekerrür debilerinin hesaplanması için, literatürde yer alan farklı yağış-akış modelleri kullanılmıştır. Bu sayede, çalışma alanı için en uygun debi hesap yöntemi kullanılmıştır.
2. Kurtköy ve Mahmudiye Derelerinin taşkın yayılım haritalarının üretilmesi amacıyla elde edilen 1/1000 ölçekli sayısal veriler, NetCAD paket programında düzenlendikten sonra, TIN verisi oluşturmak için ArcMAP'e aktarılmıştır. Ardından bu altlık HEC-RAS'ta hidrolik analizler için kullanılmıştır. Analiz sonuçları HEC-RAS'ta elde edilerek tehlike altındaki alanların taşkın yayılım haritaları üretilmiştir.
3. Üretilen taşkın yayılım haritalarına bağlı olarak belirli dönüş aralıklarında oluşan taşkınlarda, Sapanca ilçesinde meydana gelebilecek yapı hasarları ve tarım arazilerinde oluşabilecek maddi kayıplar hesaplanmıştır.
4. Taşkınların önüne geçmek için yapısal dere ıslah projeleri önerilmiş, yerel idarelerin alacakları kararlar ile ilgili çözüm önerileri sunulmuştur.

BÖLÜM 5. ÇALIŞMA ALANI

Taşkın yayılım-risk haritaları üretilirken, modelleme yapılması planlanan alanın topografik, iklimsel, jeolojik vb. özelliklerinin bilinmesi, üretilen haritaların gerçeklik potansiyellerinin artmasını sağlamaktadır. Bu bağlamda bu bölümde çalışma alanına ait doğal, sosyo-ekonomik etkenler hakkında bilgi verilmiştir. Çalışma alanı Şekil 5.1. ve Şekil 5.2.'de gösterilmiştir.

5.1. Çalışma Alanına Ait Doğal Faktörler

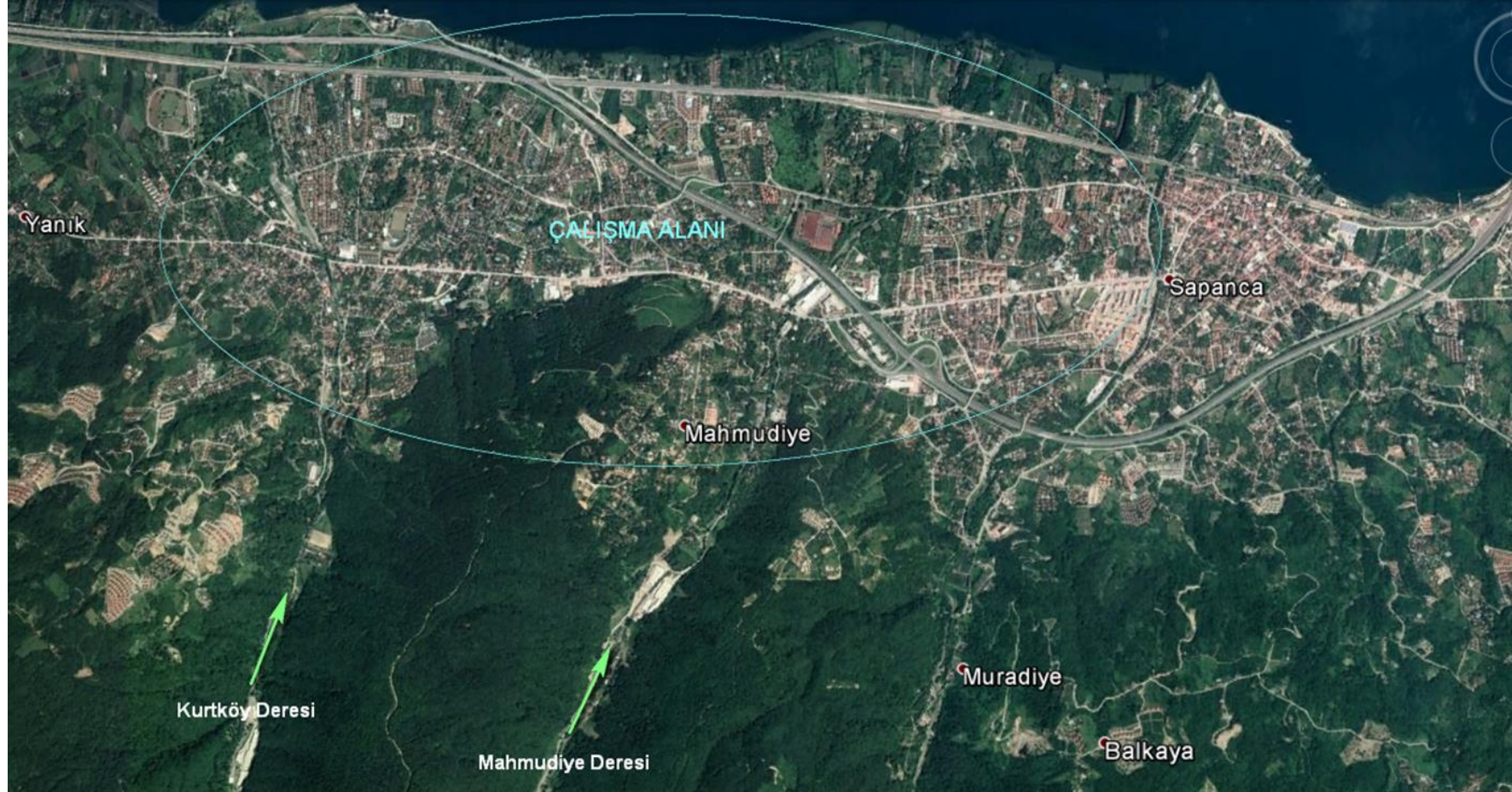
5.1.1. Coğrafi faktörler

Sapanca İlçesi sınırları içerisinde konumlanan Kurtköy ve Mahmudiye Dereleri Sakarya İlinin Güneybatı yönünde olup 18 km uzağında bulunmaktadır. Sapanca Gölü'ne güney kuzey yönünde uzanan dik yamaçlardan akarak mansaplanan Kurtköy ve Mahmudiye Derelerinin havza alanları sırası ile 20,26 m² ve 20,46 m²'dir. Sapanca Gölünde biriken fazla sular ise Çarksuyu Kanalı ile Sakarya Nehrine boşalmaktadır.

5.1.2. Jeolojik yapı

Çalışma sahası olan Kurtköy ve Mahmudiye derelerinin üst havzaları dik yamaçlardan oluşan orman örtüsü ile kaplı olup, alt kısımlar ise zemin düz olup killi bir yapıya sahiptir.





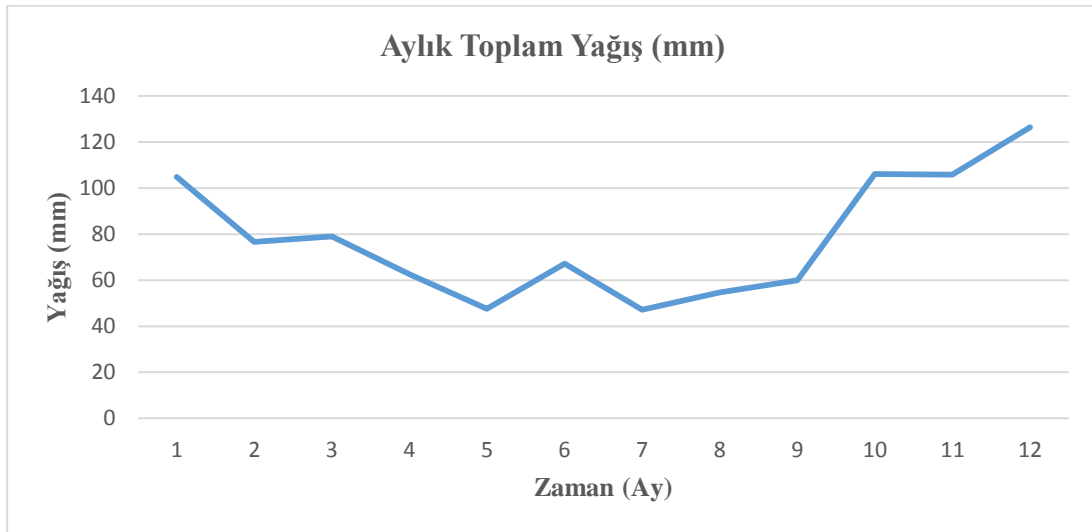
Şekil 5.2. Çalışma alanı

5.1.3. İklim

Sapanca İlçesi, Marmara Bölgesinde bulunduğundan bölgede hüküm süren iklim şartlarının etkisi altındadır. Çalışma alanında Marmara iklim bölgesinin İstanbul-Kocaeli kısmının karakteristik özellikleri görülmektedir. Yıllık yağış ortalaması 600 mm – 1200 mm arasında değişmektedir. Yazları sıcak ve az yağışlı, kışları ise soğuk ve yağışlı seyretmektedir. Sıcaklıklar yılın genelinde 5 °C ile 30 °C arasında değişmektedir.

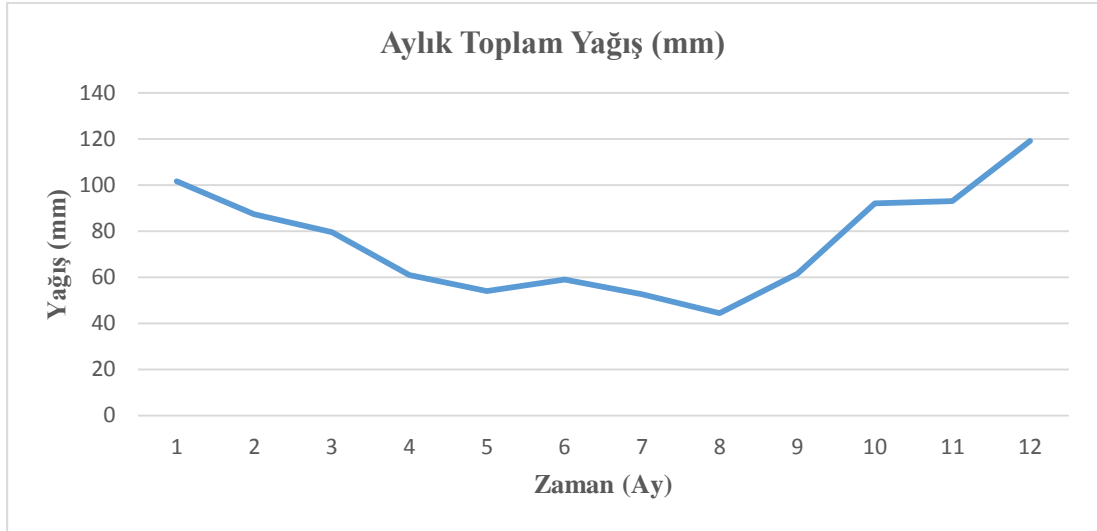
5.1.3.1. Yağış

Çalışma alanı Sapanca İlçesinde içinde ve yakın çevresinde yer alan ve yağış gözlemi yapan meteoroloji istasyonları, Kurtköy DMİ ve Sapanca DMİ olup; aylık ortalama yağış değerleri Şekil 5.3. ve Şekil 5.4.'de verilmiştir. Sapanca DMİ istasyonu 1997 yılında kapatılmıştır.



Şekil 5.3. Kurtköy DMİ 1964-2009 yılları arası aylık toplam yağış (MGM, 2009).

Şekil 5.3.'e ait yağış verileri incelendiğinde, çalışma en yakın istasyon olan Kurtköy DMİ istasyonunda 1964-2009 yılları arasında yıllık ortalama yağış 937.55 mm ölçülmüştür. Aylık ortalama en düşük yağış değeri Mayıs ayında 47.6 mm iken, en yüksek yağış değeri Aralık ayında 126.3 mm' dir.

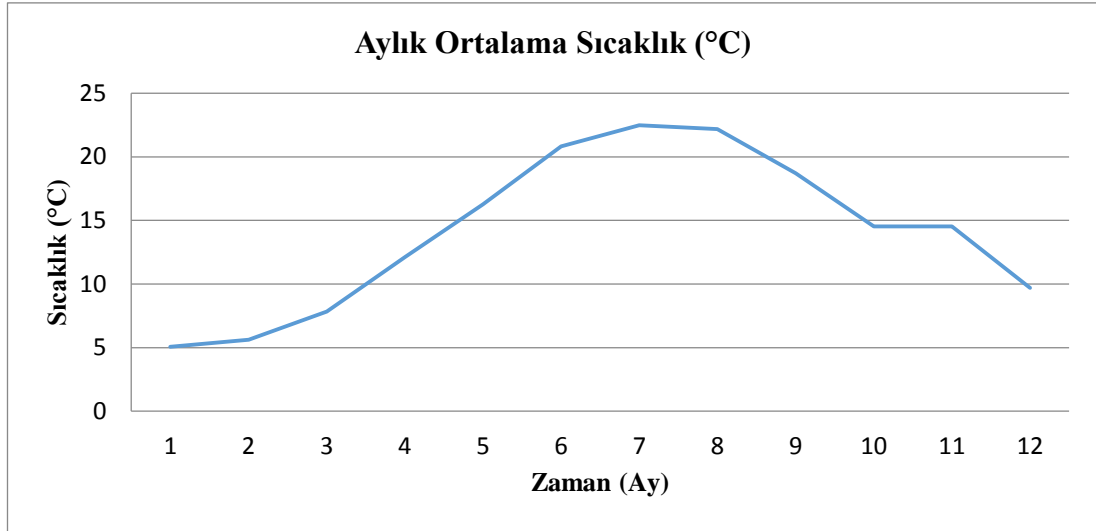


Şekil 5.4. Sapanca DMİ 1936-1996 yılları arası aylık toplam yağış (MGM, 1997).

Şekil 5.4.'e ait yağış verileri incelendiğinde, çalışma alanı yakınında bulunan Sapanca DMİ istasyonunda 1936-1996 yılları arasında yıllık ortalama yağış 905.75 mm ölçülmüştür. Aylık ortalama en düşük yağış değeri Ağustos ayında 44.43 mm iken, en yüksek yağış değeri Aralık ayında 119.21 mm' dir.

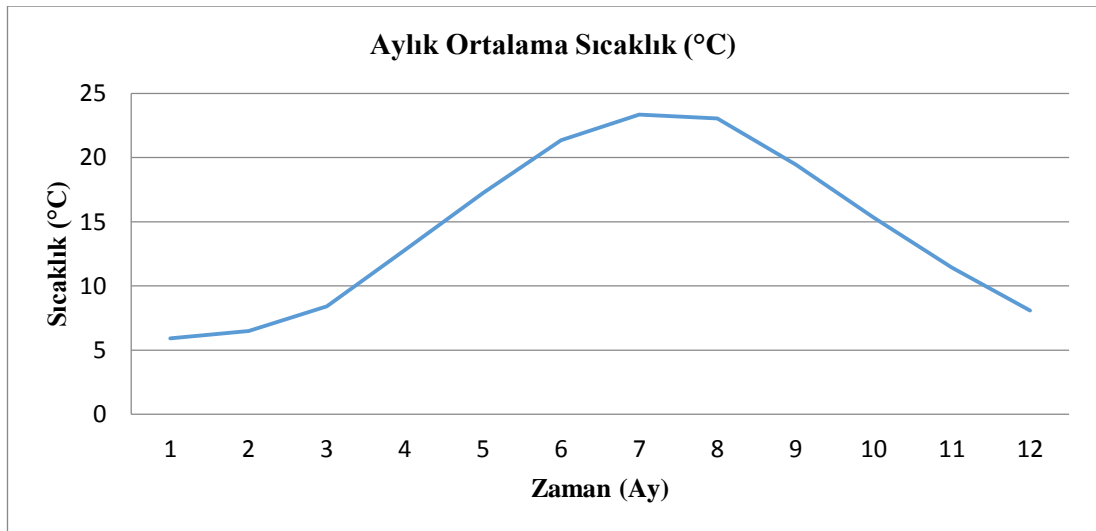
5.1.3.2. Sıcaklık

Çalışma alanı Sapanca İlçesinde içinde ve yakın çevresinde yer alan ve sıcaklık gözlemi yapan meteoroloji istasyonları, Sapanca DMİ ve Adapazarı DMİ olup; aylık ortalama sıcaklık Şekil 5.5. ve Şekil 5.6.'da verilmiştir. Sapanca DMİ istasyonu 1997 yılında kapatılmıştır.



Şekil 5.5. Sapanca DMİ 1964-1996 yılları arası aylık ortalama sıcaklık (MGM, 1997).

Şekil 5.5.'e ait sıcaklık verileri incelendiğinde, çalışma en yakın istasyon olan Sapanca DMİ istasyonunda 1964-1996 yılları arasında yıllık ortalama sıcaklık 13,55 °C hesaplanmıştır. Aylık ortalama en düşük sıcaklık değeri Ocak ayında 5,62 °C iken, en yüksek sıcaklık değeri Temmuz ayında 22,5 °C' dir.

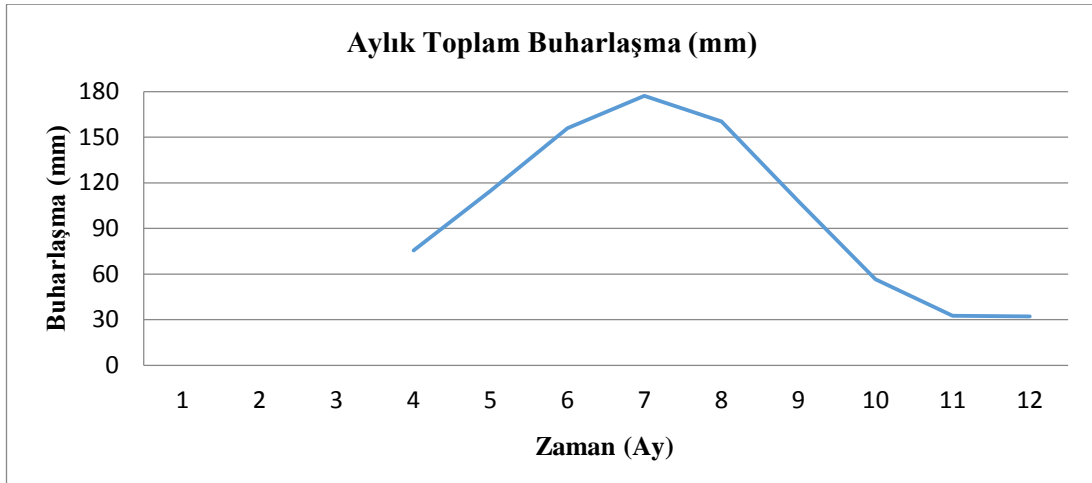


Şekil 5.6. Adapazarı DMİ 1951-2013 yılları arası aylık ortalama sıcaklık (MGM, 2013).

Şekil 5.6.'ya ait sıcaklık verileri incelendiğinde, çalışma alanı yakınında bulunan Adapazarı DMİ istasyonunda 1951-2013 yılları arasında yıllık ortalama sıcaklık 14,42 °C hesaplanmıştır. Aylık ortalama en düşük sıcaklık değeri Ocak ayında 5,93 °C iken, en yüksek sıcaklık değeri Temmuz ayında 23,36 °C' dir.

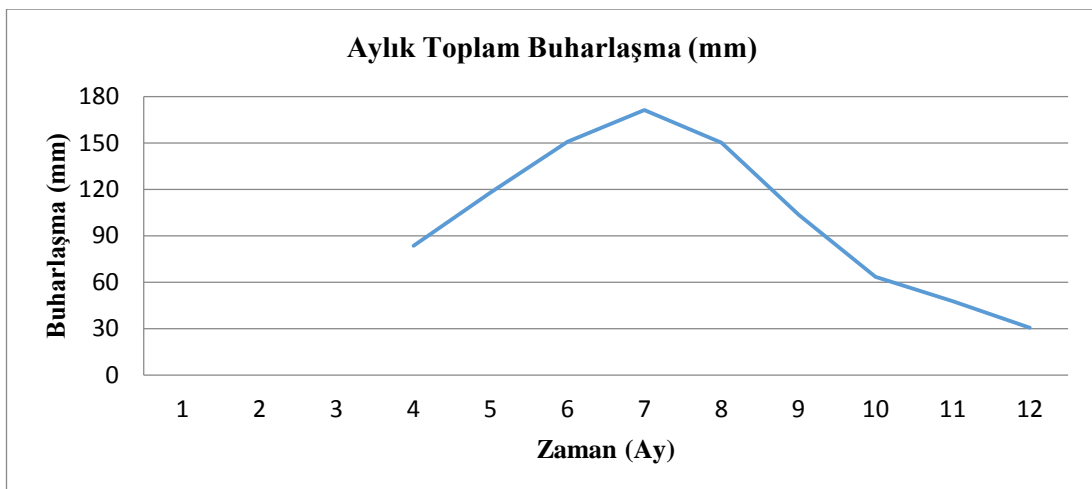
5.1.3.3. Buharlaşma

Çalışma alanı Sapanca İlçesinde içinde ve yakın çevresinde yer alan ve hava buharlaşma gözlemi yapan meteoroloji istasyonları, Kurtköy DMİ ve Adapazarı DMİ olup; aylık toplam buharlaşma değerleri Şekil 5.7. ve Şekil 5.8.'de verilmiştir.



Şekil 5.7. Kurtköy DMİ 1965-2009 yılları arası aylık toplam buharlaşma (MGM, 2009).

Şekil 5.7.'ye ait buharlaşma verileri incelendiğinde, çalışma en yakın istasyon olan Kurtköy DMİ istasyonunda 1965-2009 yılları arasında yıllık toplam tava buharlaşması 912,29 mm ölçülmüştür. Aylık toplam en düşük buharlaşma değeri Aralık ayında 32,09 mm iken, en yüksek buharlaşma değeri Temmuz ayında 177,09 mm'dir.

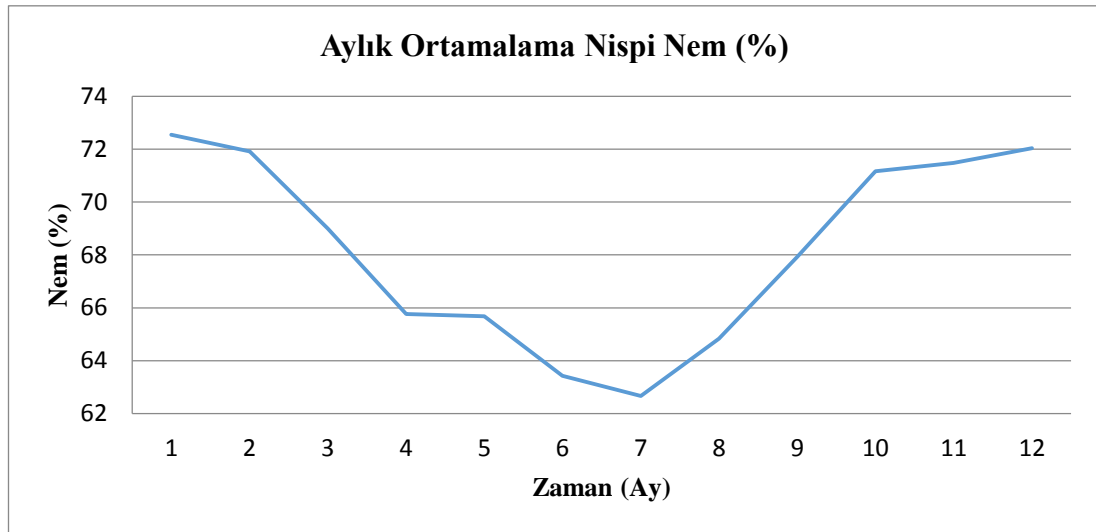


Şekil 5.8. Adapazarı DMİ 1961-2013 yılları arası aylık toplam buharlaşma (MGM, 2013).

Şekil 5.8.'e ait buharlaşma verileri incelendiğinde, çalışma alanı yakınında bulunan Adapazarı DMİ istasyonunda 1961-2013 yılları arasında yıllık toplam tava buharlaşması 918,28 mm ölçülmüştür. Aylık toplam en düşük buharlaşma değeri Aralık ayında 30,43 mm iken, en yüksek buharlaşma değeri Temmuz ayında 171,28 mm'dir.

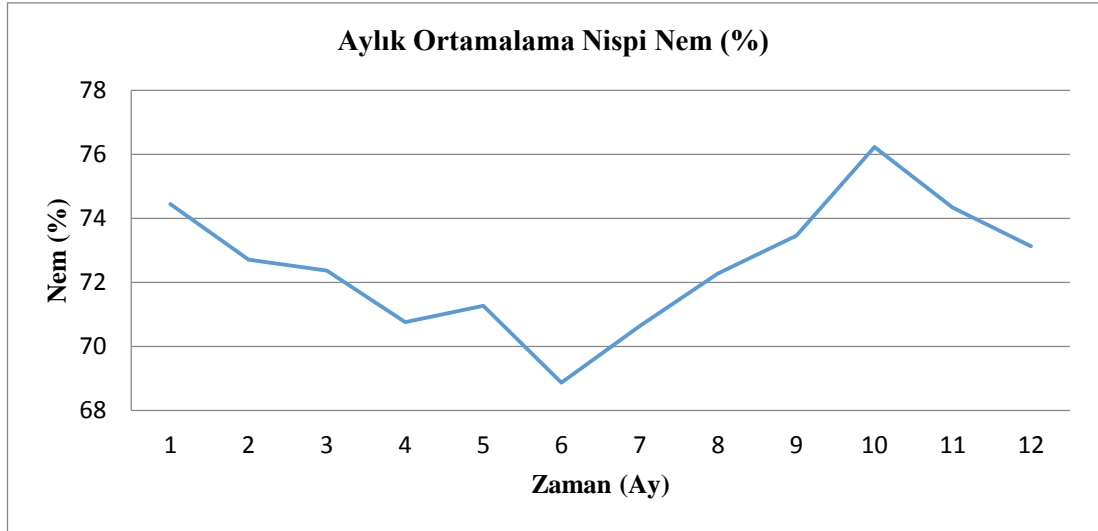
5.1.3.4. Nem

Çalışma alanı Sapanca İlçesinde içinde ve yakın çevresinde yer alan ve bağıl nem gözlemi yapan meteoroloji istasyonları, Sapanca DMİ ve Adapazarı DMİ olup; aylık ortalama nem oranları Şekil 5.9. ve Şekil 5.10.'de verilmiştir.



Şekil 5.9. Sapanca DMİ 1964-1997 yılları arası aylık ortalama nispi nem (MGM, 1997).

Şekil 5.9.'a ait nispi nem verileri incelendiğinde, çalışma en yakın istasyon olan Sapanca DMİ istasyonunda 1964-1997 yılları arasında yıllık ortalama nem %68,20 ölçülmüştür. Aylık ortalama en düşük nem oranı Temmuz ayında % 62,66 iken, en yüksek nem oranı Ocak ayında % 72,54' tür. Sapanca DMİ istasyonu 1997 yılında kapatılmıştır.

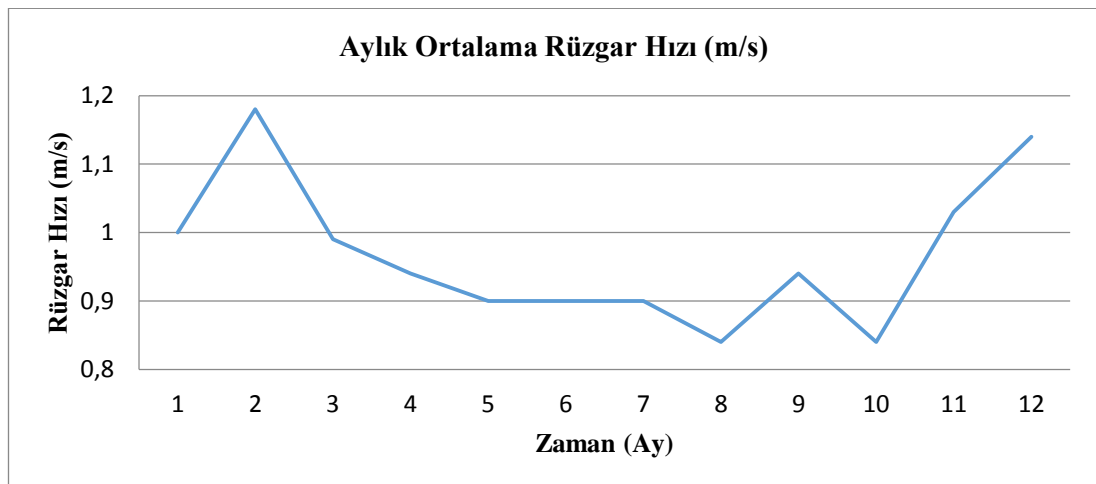


Şekil 5.10. Adapazarı DMİ 1950-2005 yılları arası aylık ortalama nispi nem (MGM, 2005).

Şekil 5.10.'a ait nispi nem verileri incelendiğinde, çalışma alanı yakınında bulunan Adapazarı DMİ istasyonunda 1950-2005 yılları arasında yıllık ortalama nem %72,54 ölçülmüştür. Aylık ortalama en düşük nem oranı Haziran ayında %68,87 iken, en yüksek nem oranı Ocak ayında % 74,34 ölçülmüştür.

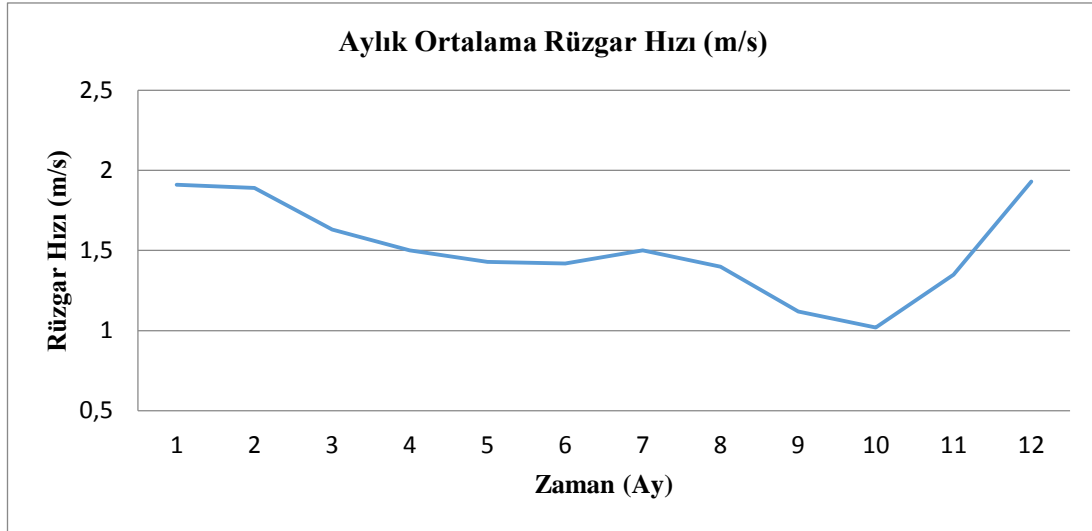
5.1.3.5. Rüzgâr

Çalışma alanı Sapanca İlçesinde içinde ve yakın çevresinde yer alan ve rüzgâr gözlemi yapan meteoroloji istasyonları, Sapanca DMİ ve Adapazarı DMİ olup; aylık ortalama rüzgâr hızları Şekil 5.11. ve Şekil 5.12.'de verilmiştir.



Şekil 5.11. Adapazarı DMİ 1964-1975 yılları arası aylık ortalama rüzgâr hızı (MGM, 1975).

Şekil 5.11.'e ait rüzgâr hızı verileri incelendiğinde, çalışma en yakın istasyon olan Sapanca DMİ istasyonunda 1964-1975 yılları arasında yıllık ortalama rüzgâr hızı 0,99 m/s ölçülmüştür. Aylık ortalama en düşük rüzgâr hızı Temmuz ve Ağustos aylarında 0,84 m/s iken, en yüksek rüzgâr hızı Şubat ayında 1,18 m/s ölçülmüştür.



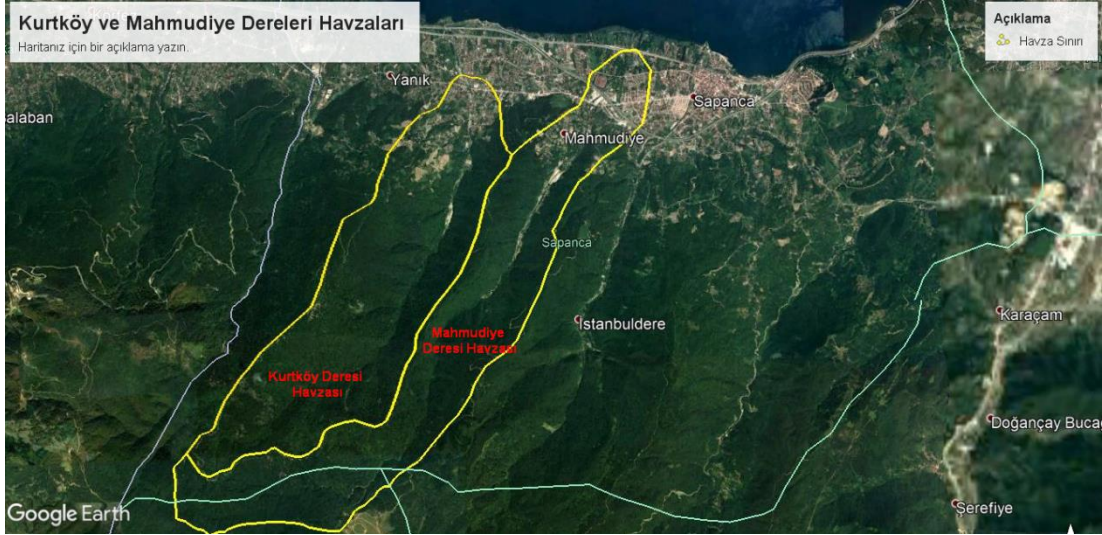
Şekil 5.12. Adapazarı DMİ 1956-2005 yılları arası aylık ortalama rüzgar hızı (MGM, 2005).

Şekil 5.12.'ye ait rüzgâr hızı verileri incelendiğinde, çalışma alanı yakınında bulunan Adapazarı DMİ istasyonunda 1956-2005 yılları arasında yıllık ortalama rüzgâr hızı 1,51 m/s ölçülmüştür. Aylık ortalama en düşük rüzgâr hızı Ekim ayında 1,02 m/s iken, en yüksek rüzgâr hızı Aralık ayında 1,93 m/s ölçülmüştür.

5.2. Ekonomik ve Sosyal Faktörler

Çalışma alanı olan Sapanca İlçesi önemli bir tarım ve turizm ilçesidir. Türkiye nüfusunun önemli bir kısmının yaşadığı İstanbul'a oldukça yakın bir mesafede konumlanmaktadır. Bu durum turizm özelliğinin korunmasında etkilidir. Ayrıca son zamanlarda Ortadoğu'da yaşanan siyasi gelişmeler (Arap baharı, Suriye iç savaşı vb.) Arap nüfusunun batıya göç etmesine sebep olmuş, Sapanca İlçesi' de bu durumdan nasibini fazlasıyla almış ve Arap nüfus yoğunluğu artmıştır. Ayrıca her iki dere yataklarına yakın çok sayıda su arıtma fabrikaları konumlandırılmıştır.

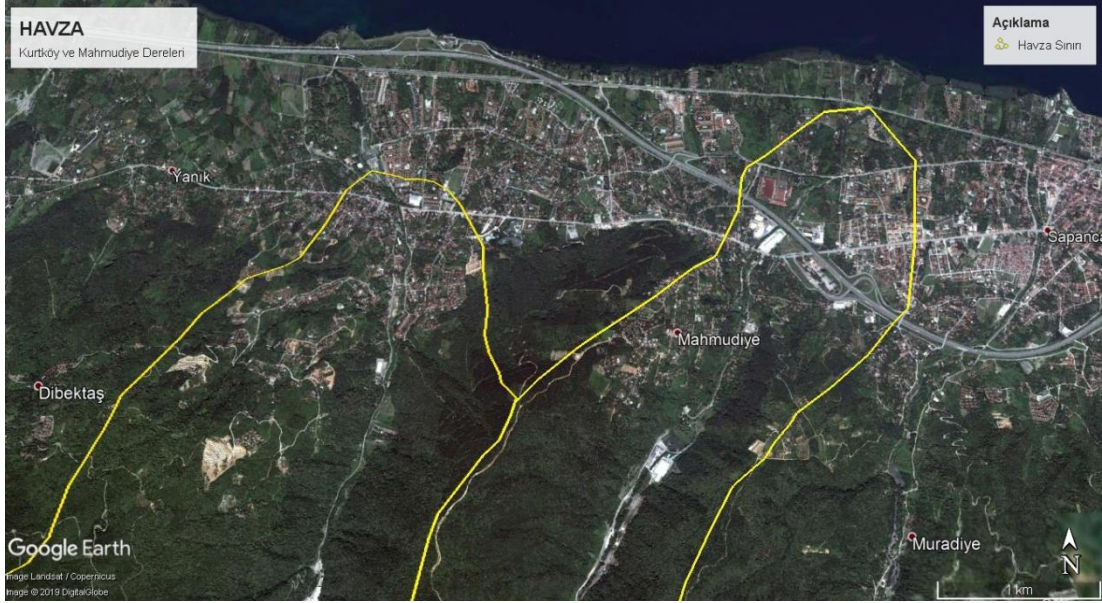
Kurtköy ve Mahmudiye dereleri üst havzalarına bakıldığında son yıllarda imara açılan ormanlık alanların artışı gözlenmektedir. Şekil 5.11.'de Kurtköy ve Mahmudiye Dereleri havzalarına ait 2019 yılına ait Google Eart görüntüsü gösterilmiştir.



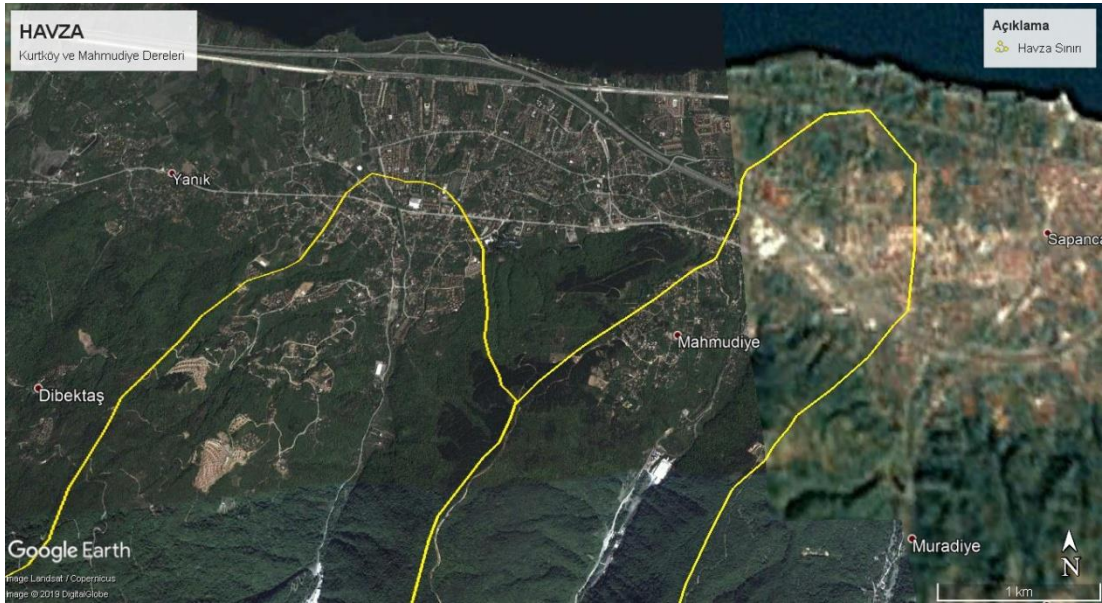
Şekil 5.13. Kurtköy ve Mahmudiye Dereleri havzalarına ait genel görünüm (2019 yılı).



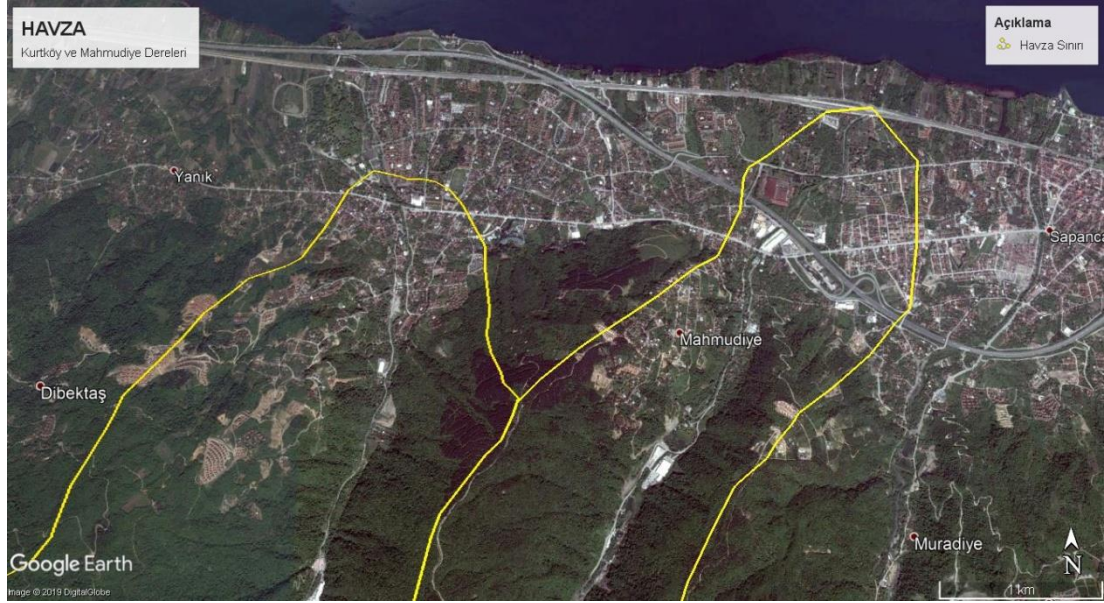
Şekil 5.14. Kurtköy ve Mahmudiye Dereleri havzalarına ait görünüm (2009 yılı).



Şekil 5.15. Kurtköy ve Mahmudiye Dereleri havzalarına ait görünüm (2012 yılı).



Şekil 5.16. Kurtköy ve Mahmudiye Dereleri havzalarına ait görünüm (2013 yılı).



Şekil 5.17. Kurtköy ve Mahmudiye Dereleri havzalarına ait görünüm (2015 yılı).



Şekil 5.18. Kurtköy ve Mahmudiye Dereleri havzalarına ait görünüm (2017 yılı).

Şekil 5.13., 5.14., 5.15., 5.16., 5.17. ve 5.18.'de Kurtköy ve Mahmudiye Derelerine ait havza görüntüleri gösterilmiştir. Özellikle 2009 yılı ile 2015 yılları arasında; üst havzada bulunan ormanlık kısımlarda, konut ve ticari amaçla imara açılan alanlar dikkat çekmektedir. Sadece Kurtköy Deresinin alanla kaplı üst havzasında 2009 yılı ile 2019 yılları arasında yaklaşık olarak 35 ha alanda konut ve ticari maksatla yapılan yapılaşma söz konusudur.

5.3. Son Yıllarda Bölgede Yaşanan Taşkınlar

Çalışma alanı olan Kurtköy ve Mahmudiye derelerinde, son yıllarda özellikle Haziran ve Eylül aylarında ani ve depresif yağışların etkisiyle özellikle eğimin azaldığı ve kentleşmenin en fazla görüldü İstanbul-Ankara tren hattı ile Sapanca Gölü arasında taşkınlar gözlenmiştir. Üst havzalarda ise eğimin yüksek olması ile kıyı oyulmaları ve heyelanların yaşandığı gözlenmiştir.



Şekil 5.19. Taşkın sonrası Kurtköy Deresinde meydana gelen taban erozyonu

Şekil 5.19.'da 2015 yılında Kurtköy Deresinde meydana gelen taşkın sonucu oluşan kıyı erozyonunun bir köprü kesitini daralttığı görülmektedir. Yine aynı taşkın sonra Sapanca Gölü kıyısında konumlanmış meskûn mahalde meydana gelen kıyı erozyonu belirtilmiştir.



Şekil 5.20. Taşkın sonrası Kurtköy Deresinde meydana gelen kıyı erozyonu

Şekil 2.21.'de bir alüvyal dere olan Kurtköy Deresinde, üst havzadan gelen sedimentin bir köprü kesitini daralttığı görülmektedir.

Şekil 2.22.'de 2015 yılında yaşanan taşkın sonrası Mahmudiye Deresinin alt havzasında meydana gelen kıyı erozyonu gösterilmiştir.



Şekil 5.21. Kurtköy Deresinde üst havzadan gelen sedimentin ulaşım yapılarına etkisi



Şekil 5.22. Mahmudiye Deresinde taşkınlardan sonra oluşan kıyı oyulması



Şekil 5.23. Mahmudiye Deresinde meydana taşkın



Şekil 5.24. Mahmudiye Deresinde yaşanan taşkın sonrası zarar gören altyapı tesisleri

Şekil 5.22., 5.23. ve 5.24.'te Mahmudiye Deresinde 2015 yılında meydana gelen taşkın sonrasında oluşan kıyı oyulması ve taşkın sonrası zarar gören altyapı tesisleri gösterilmiştir.

BÖLÜM 6. YÖNTEM

6.1. Çalışma Üzerine Genel Bilgi

Bu çalışmanın amacı; Kurtköy ve Mahmudiye derelerinin bulunduğu Sapanca İlçesinin, belirli taşkın tekerrür debileri ışığında taşkın yayılım-risk haritalarının elde edilmesi, üst havzadan gelen suyun dere yataklarına sığmaması sonucu meydana gelmesi öngörülen tarımsal ve yapısal ekonomik kayıpların belirlenmesi ve tüm bu kayıpların minimuma indirilmesi için çözüm önerilerinin sunulmasıdır.

6.2. Farklı Yöntemler ile Tekerrürlü Taşkın Debisi Hesabı

Literatürde yer alan debi hesap metotları “Deterministik” ve “İstatistikî” yaklaşımlar olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır (Çelik, 2012). Bu yaklaşımlar tercihinde, çalışılan alanın karakteristik özellikleri ve elde edilen verilerin türleri önem arz etmektedir.

6.2.1. Debi hesabında kullanılan istatistikî yöntemler

Debi hesabında kullanılan istatistikî yöntemler, aşağıda sıralanmıştır:

- Normal Dağılım,
- Log Normal Dağılım,
- Pearson Dağılımı,
- Gumbel Dağılımı,
- Log-Pearson Tip III Dağılımı.

Bu tez çalışmasında daha sonra 7. Bölümde detaylıca değinilecek olan extrem yağışların hesabında en ideal istatistiki yöntem Log-Pearson Tip III Dağılımı seçildiğinden bu yönetime aşağıda detaylıca değinilecektir.

6.2.2. Log-Pearson tip III dağılımı

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.

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

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

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

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

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

		T Yineleme Dönemi (Yıl)										
Cs	Aşılma Olasılığı (P)										Cs	
	1.010	1.25	2	5	10	25	50	100	200	500		
	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	
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	

Tablo 6.1. (Devamı)

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	1.000	-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

6.2.3. Debi hesabında kullanılan deterministik yöntemler

Debi hesabında kullanılan deterministik yöntemler aşağıda sıralanmıştır:

- D.S.İ sentetik yöntemi,
- Mockus yöntemi,
- Snyder yöntemi,
- Rasyonel yöntem.

Bu tez çalışmasında taşkın tekerrür debileri hesaplanırken Mockus Yöntemi seçildiğinden bu yöntem aşağıda detaylıca değinilecektir.

6.2.3.1. 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 (süperpozesiz) yönteminde,

suların toplanma zamanının (t_c)<30 saat olan drenaj havzalarında kullanılabilir. 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.

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

Burada;

t_c =Suların toplanma zamanı (sa),

L= Akarsu kol boyu (m),

S= Harmonik meyil olarak ifade edilmektedir.

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

Burada;

D= Taşkını meydana getiren yağış süresidir (sa).

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

Burada;

t_p = Hidrografın yükselme zamanıdır (sa).

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

Burada;

t_r = Hidrografın alçalma zamanıdır (sa).

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

Burada;

t_b = Hidrografın taban süresidir (sa).

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

Burada;

Q_p =Havzaya uyarlanan birim hidrograf pik debisi (m^3/sn),

K =Havza katsayısı,

h_a = 1 mm'lik yağışı ifade etmektedir.

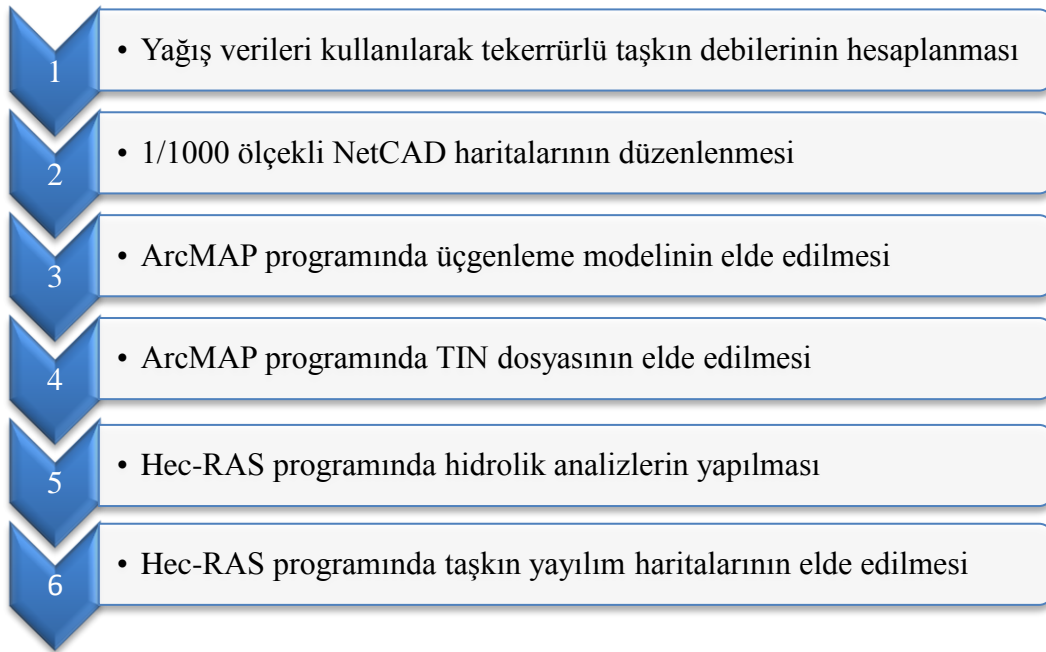
Bu aşamadan sonra 24 saatlik yağış yinelemeleri, D'ye karşılık gelen plüviyograf sayısı ve maksimize faktörü (1.13) ile çarpılmaktadır. Elde edilen düzetilmiş yağış değerlerinden “h akış katsayıları” belirlenmektedir. H akış katsayıları 2 yöntem ile belirlenebilmektedir. Denklem (6.11)'nin kullanılmasıyla 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.

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

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

6.3. Hidrolik Modelleme

Taşkın yayılım haritaları üretilirken, çeşitli deterministik ve istatistikî yöntemler kullanılarak tekerrürlü taşkın debileri hesaplandıktan sonra hidrolik modelleme aşamasına geçilir. Taşkın yayılımlarının elde edilebilmesi için 1D (1 boyutlu) ve 2D (2 boyutlu) analiz yapabilen çeşitli modelleme programları tasarlanmıştır. Bunların en bilinenleri Danimarka Hidrolik Enstitüsü (DHI) tarafından geliştirilen MIKE 11 ve MIKE 21 (2D) ile Birleşik Devletler Mühendisler Birliği Ordusu (USACE) tarafından geliştirilmiş olan HEC-RAS kullanılmaktadır (Hırca,2018). Bu çalışmada ise ele alınan Kurtköy ve Mahmudiye derelerinin yayılım haritalarını elde etmek için HEC-RAS Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yazılımı tercih edilmiştir. Çalışmada NetCAD tabanlı 1/1000 ölçekli altlık harita düzenlenerek, ArcMAP'e aktarılmıştır. Bu aşamada üçgenleme modeli elde edilmiş olup, üçgenleme modeli gerçek arazi modeline en yakın son haline getirilerek analiz için hazır hale getirilmiştir. Taşkın tekerrür debileri de hesaplandıktan sonra HEC-RAS programında analizler yapılmış ve taşkın yayılım haritaları elde edilmiştir. Tüm bu aşamaların özet hali Şekil 6.2.'de gösterilmiştir.



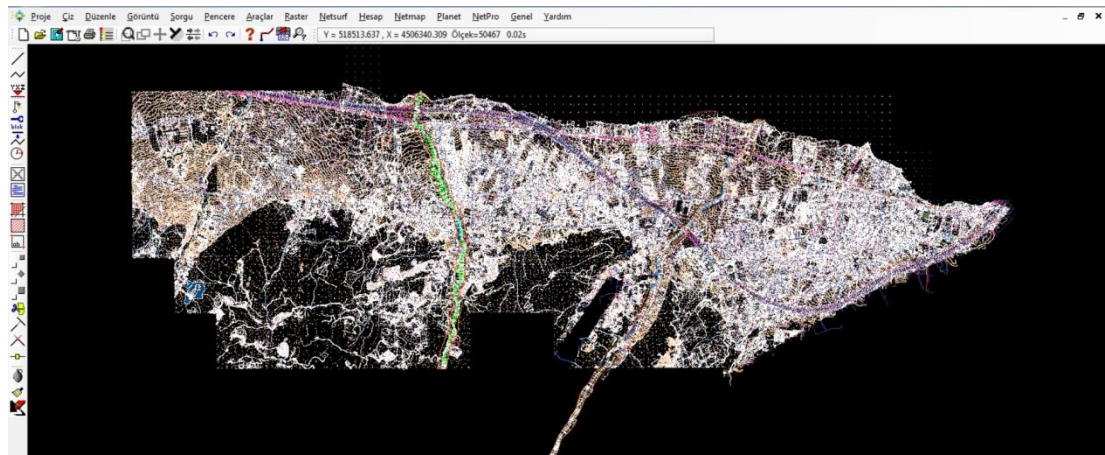
Şekil 6.1. Yayılım haritaları üretim aşamalarını gösteren diyagram

Özetle bu çalışmada CAD tabanlı NetCAD 5.1 programı ile birlikte Coğrafi Bilgi Sistemlerinde (CBS) kullanılan ArcMAP 10.1, ArcGeoRAS ve HECRAS 5.0.6 programları kullanılmıştır.

6.3.1. NetCAD 5.1 hakkında genel bilgiler

Netcad haritacıların kullandığı bir program ve birçok alt modülden oluşmuştur. Yol, Baraj, Gölet, İmar işleri, Halihazır, Parselasyon gibi haritacıların yaptığı tüm işlerde kullanılır. Program Türkçedir. Birçok alt modülü vardır. Kullanıldığı işe göre değişir. İnşaat sektöründe NetPro çok kullanılır kazı dolgu kesit kübaj profil hazırlamak için yol, baraj gibi işlerde çok kullanılır.

Netcad bir harita çizim programıdır. Halihazır harita üretimi, imar planı çizimi, parselasyon haritaları yapımı ve imar uygulamalarının her türlü çizimi ile raporlarının hazırlanması, arazi toplulaştırma, kamulaştırma haritalarının üretimi, yağmurlama projeleri ve coğrafi bilgi sistemleri çalışmalarını yapabilen bir CAD programıdır (URL 5).



Şekil 6.2. Netcad 5.1 programı ile ilgili genel bir görünüm

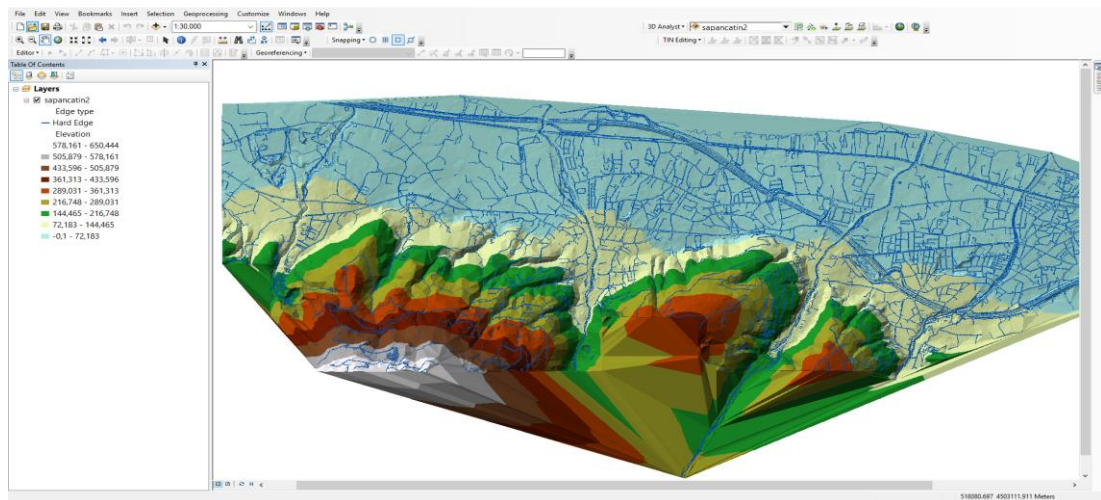
Şekil 6.2.'de elde edilen 1/1000 ölçekli altlık haritanın düzenlenmesi (yollar, yapılar vb.) ile ilgili görsel gösterilmiştir.

6.3.2. ArcMAP 10.1 hakkında genel bilgiler

ARCGIS teknolojisi, ESRI tarafından geliştirilmiş, ölçeklendirilebilir entegre bir Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımıdır. Yazılım bileşenlerinin ortak kütüphanesi ArcObjects üzerine kurulmuş bir sistemdir CBS yazılım bileşenlerinin ortak kütüphanesi ArcObjects üzerine kurulmuş bir sistemdir. ArcGIS teknolojisi aşağıdaki anahtar bölümleri içerir:

- Desktop GIS: İleri düzeyde CBS uygulamalarının bütünüdür.
- Mobile GIS: Ofis dışında arazide CBS uygulamalarını gerçekleştirmenizi sağlar.
- Server GIS: Ortak CBS yazılım objeleri kütüphanesidir.

Sunucu tarafında bütün CBS uygulamalarını, SOAP tabanlı web servislerini ve web uygulamalarını gerçekleştirmek için kullanılır. • Online GIS: İsteğe bağlı olarak güncel CBS verilerine ve yeteneklerine düşük maliyetlerle erişmenizi sağlayan servislerdir. Bütün bu sistemler aynı zamanda, coğrafi bilgilerin birçok ilişkisel veritabanı yönetim sistemi (İVTYS) içerisinde yönetilebilmesini de ArcSDE teknolojisi ile sağlar. ArcGIS, desktop ve server tarafında, tek veya çok kullanıcı ortamlarda Coğrafi Bilgi Sistemi uygulamaları için ölçeklendirilebilir bir altyapı sağlar (URL 6).

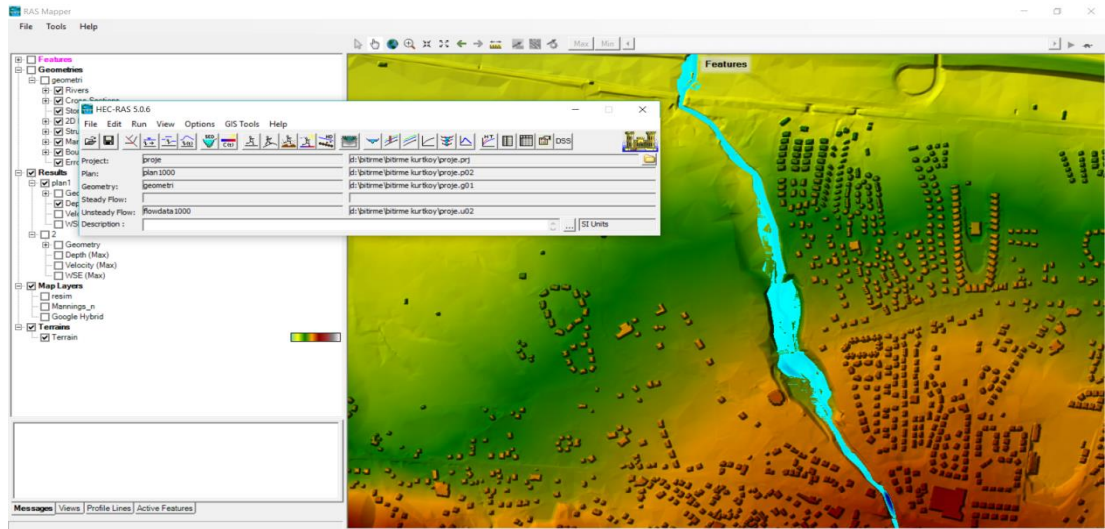


Şekil 6.3. ArcMAP 10.1 programı ile ilgili genel bir görünüm

Şekil 6.3.'de ArcMAP 10.1'de üçgen modelin elde edilmesi ve verilerin düzenlenmesi ile ilgili görsel verilmiştir.

6.3.3. HEC-RAS 5.0.6 hakkında genel bilgiler

Birleşik Devletler Mühendisler Birliği Ordusu (USACE) tarafından geliştirilmiş olan HEC-RAS tek boyutlu (1D), sürekli akımlara ait su yüzü profillerini hesaplayan ve süreksiz akımlara ait modellemelerin yapıldığı bir programdır. HEC-RAS' da hidrolik modellemeden önce hidrolojik hesapların yapılması gerekmektedir. HEC-RAS programında ayrıca katı madde taşınımı ve su kalitesi modellenebilmektedir.



Şekil 6.4. HEC-RAS 5.0.6 programı ile ilgili genel bir görünüm

Şekil 6.4.'de HEC-RAS'da hidrolik modelleme yapılması ile ilgili bir görsel verilmiştir.

BÖLÜM 7. UYGULAMA

7.1. Günlük Maksimum Yağışların Ekstrem Dağılım Hesabı

Bu çalışma kapsamında, çalışma alanına en yakın gözlem yapan istasyon olan Sapanca DMİ istasyonuna ait veriler Sakarya Meteoroloji Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Tablo 7.1.'de olasılık dağılımlarında kullanılan parametreler belirtilmiştir.

Tablo 7.1. Sapanca DMİ istasyonuna 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

Tablo 7.1. (Devamı)

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
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
53	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 7.1.'den elde edilen değerler ile olasılık dağılımlarının istatistiki parametreleri belirlenmiştir. Bu parametreler Tablo 7.2.'de gösterilmiştir.

Tablo 7.2. 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 7.1.'de verilen değerlere uygulanmasıyla elde edilen ekstrem yağışlar Tablo 7.3.'te belirtilmiştir.

Tablo 7.3. 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

Tablo 7.4. Kurtköy ve Mahmudiye derelerine ait bilgiler

Dere Adı	Havza Alanı (km^2)	Pik Süre (T_p) (sa)	Suların Toplanma Zamanı (T_c) (sa)
Kurtköy Deresi	20.26	2.01	1.69
Mahmudiye Deresi	18.20	1.92	1.53

Kurtköy ve Mahmudiye derelerine ait havza alanı, Pik Süre (T_p) ve Suların Toplanma Zamanına (T_c) ait bilgiler Tablo 7.4.'te verilmiştir.

Tablo 7.5. Kurtköy ve Mahmudiye Dereleri Mockus Yöntemi düzenleme katsayıları

T (saat)	%	MF	YADK	PLV	Son Çarpım
2	1.00	1.13	1.00	0.53	0.5989

Kurtköy ve Mahmudiye derelerine ait maksimize faktörü, yağış alan dağılım, plüvyograf ve son çarpım katsayıları Tablo 7.5.'te verilmiştir.

7.2. Farklı Yağış Akış Yöntemleri ile Tekerrürlü Taşkın Debisi Hesabı

Farklı yineleme yıllarına ait debi hesap yöntemleri “Deterministik” ve “İstatistiki” yöntemler olarak ikiye ayrılmaktadır (Çelik, 2012). Fakat Kurtköy ve Mahmudiye

Derelerinde istatistiki yöntemler uzun yıllar boyunca kayıt altına alınmış akım verilerine ulaşılamadığından deterministik yöntem olan Süperpozesiz Mockus Yöntemi kullanılmıştır. Tablo 7.1.'de Kurtköy ve Mahmudiye dereleri için Log-Pearson Tip III dağılımı ile elde edilen ekstrem yağış değerleri belirlenmiştir. Kurtköy Deresine ait Süperpozesiz Mockus Yöntemi ile elde edilen tekerrürlü taşkın debileri Tablo 7.6.'da Mahmudiye Deresine ait Süperpozesiz Mockus Yöntemi ile elde edilen tekerrürlü taşkın debileri ise Tablo 7.7.'de verilmiştir.

Tablo 7.6. Süperpozesiz Mockus Metoduna göre hesaplanan Kurtköy Deresi tekerrürlü taşkın debileri (m^3/s).

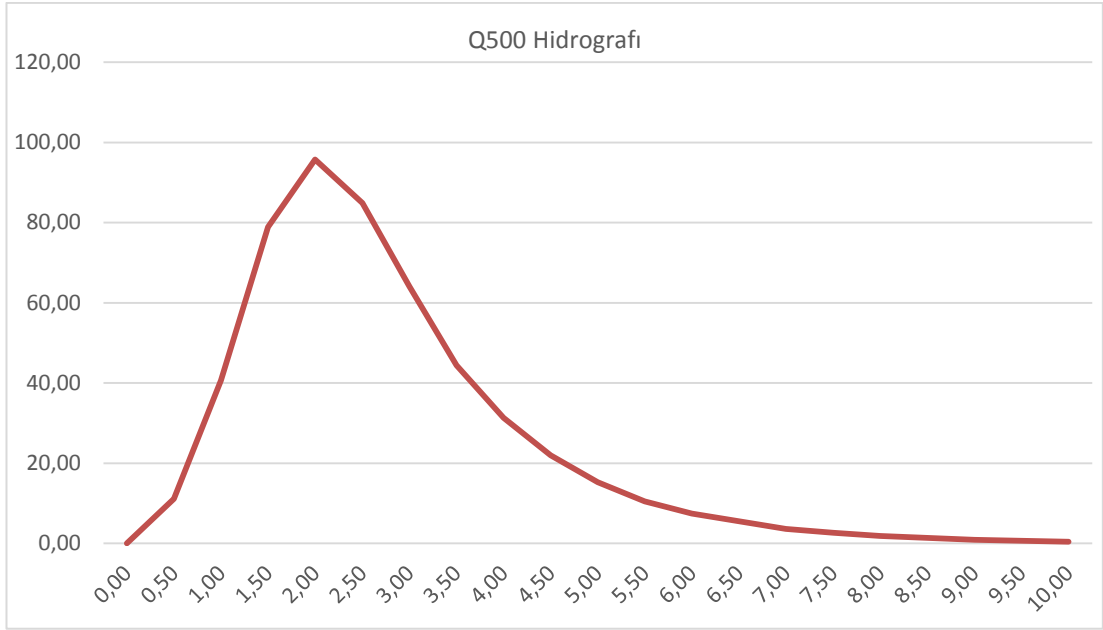
		Tekerrür Aralıkları						
Yıl	2	5	10	25	50	100	500	1000
Debi	1.18	7.67	14.39	26.87	39.49	55.27	61.52	95.7

Tablo 7.7. Süperpozesiz Mockus Metoduna göre hesaplanan Mahmudiye Deresi tekerrürlü taşkın debileri (m^3/s).

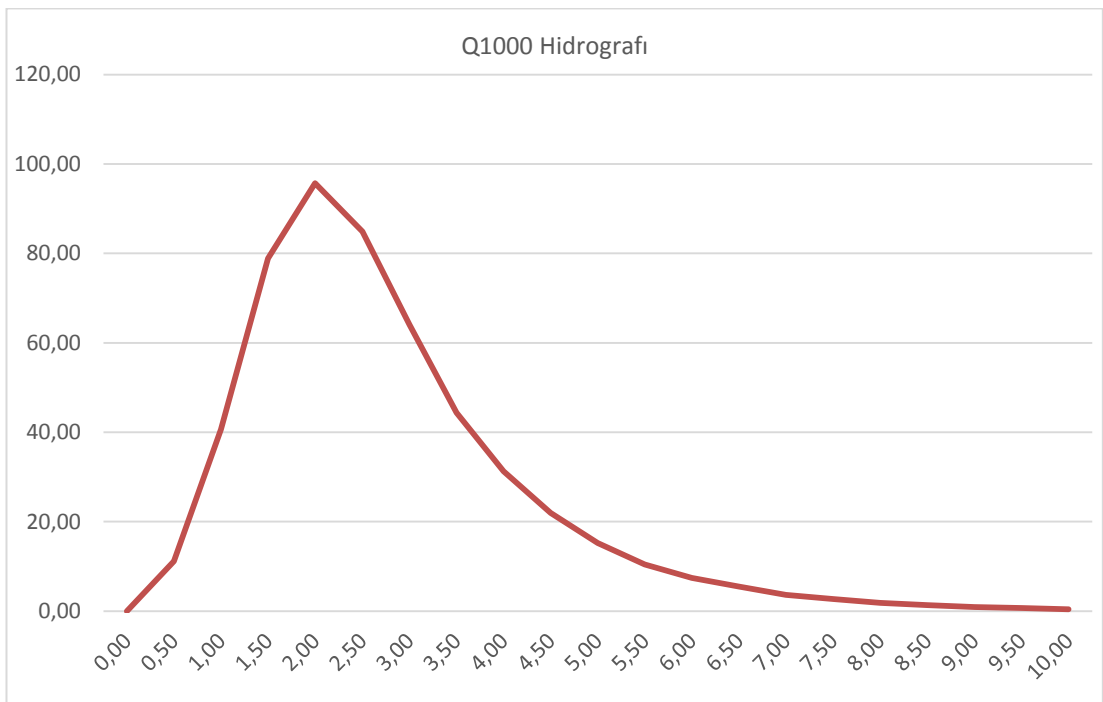
		Tekerrür Aralıkları						
Yıl	2	5	10	25	50	100	500	1000
Debi	1.77	7.22	13.55	25.31	37.19	52.05	57.93	90.1

Tablo 7.6. ve Tablo 7.7. incelendiğinde Kurtköy Deresi 500 yıllık tekerrürlü taşkın debisi $61.52 m^3/s$ iken, 1000 yıllık tekerrürlü taşkın debisi $95.70 m^3/s$, Mahmudiye Deresi 500 yıllık tekerrürlü taşkın debisi $57.93 m^3/s$ iken, 1000 yıllık tekerrürlü taşkın debisi $90.10 m^3/s$ olarak hesaplanmıştır.

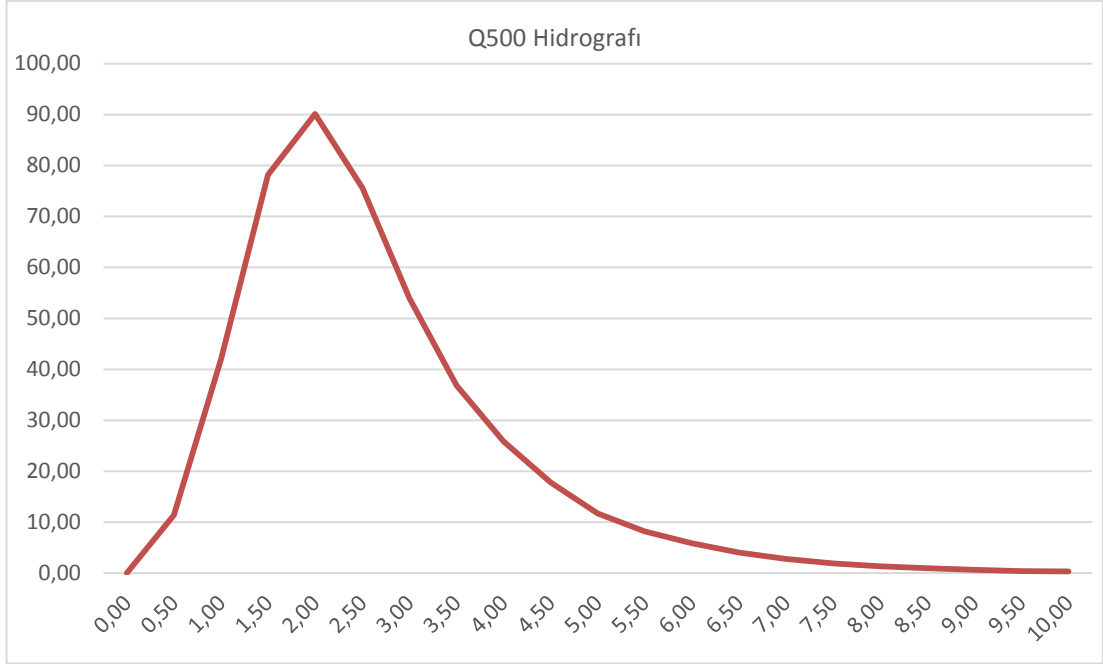
Kurtköy ve Mahmudiye Derelerine ait taşkın yayılım etmek için HEC-RAS programında analiz yapmak üzere çeşitli taşkın tekerrür debileri için taşkın hidrografları elde edilmiştir. Kurtköy Deresine ait 500 yıllık taşkın hidrografi Şekil 7.1.'de ve 1000 yıllık tekerrürlü taşkın hidrografi ise Şekil 7.2.'de gösterilmiştir. Mahmudiye Deresine ait 500 yıllık taşkın hidrografi Şekil 7.3.'de ve 1000 yıllık tekerrürlü taşkın hidrografi ise Şekil 7.4.'de gösterilmiştir



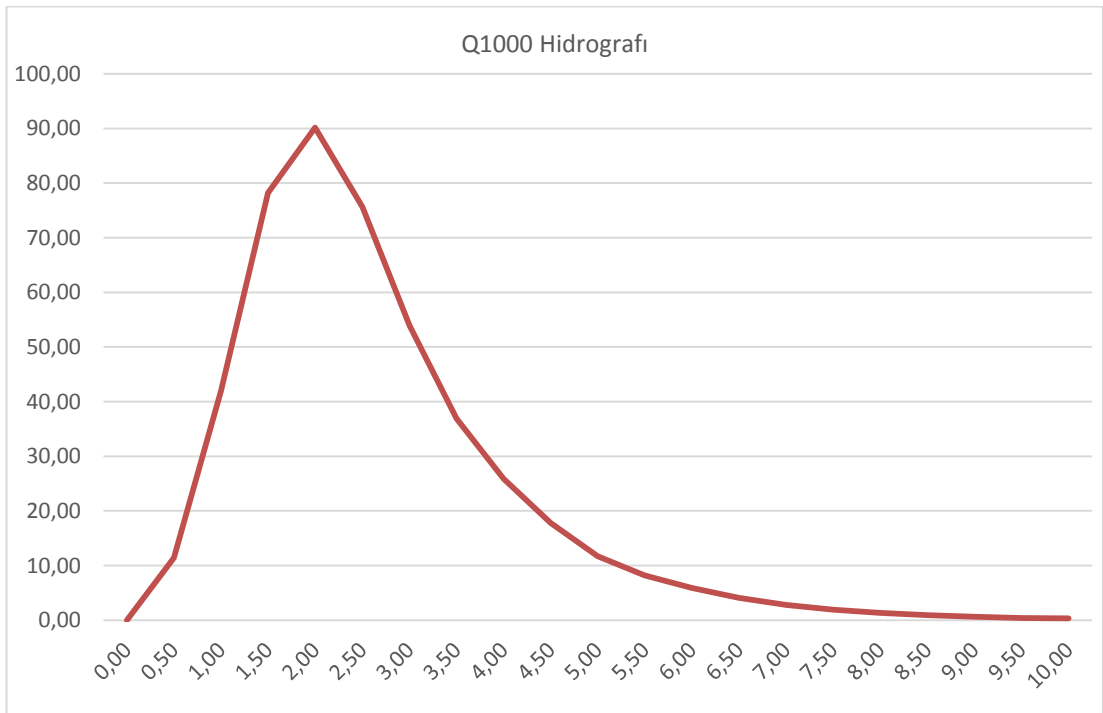
Şekil 7.1. Kurtköy Deresine ait 500 yıllık tekerrürlü taşkın hidrografi (m³/s).



Şekil 7.2. Kurtköy Deresine ait 1000 yıllık tekerrürlü taşkın hidrografi (m³/s).



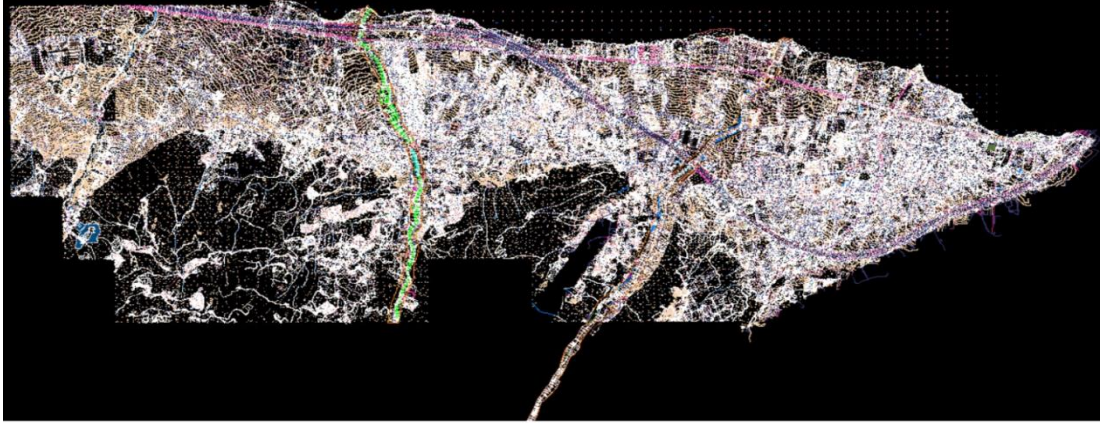
Şekil 7.3. Mahmudiye Deresine ait 500 yıllık tekerrürlü taşkın hidrografı (m³/s).



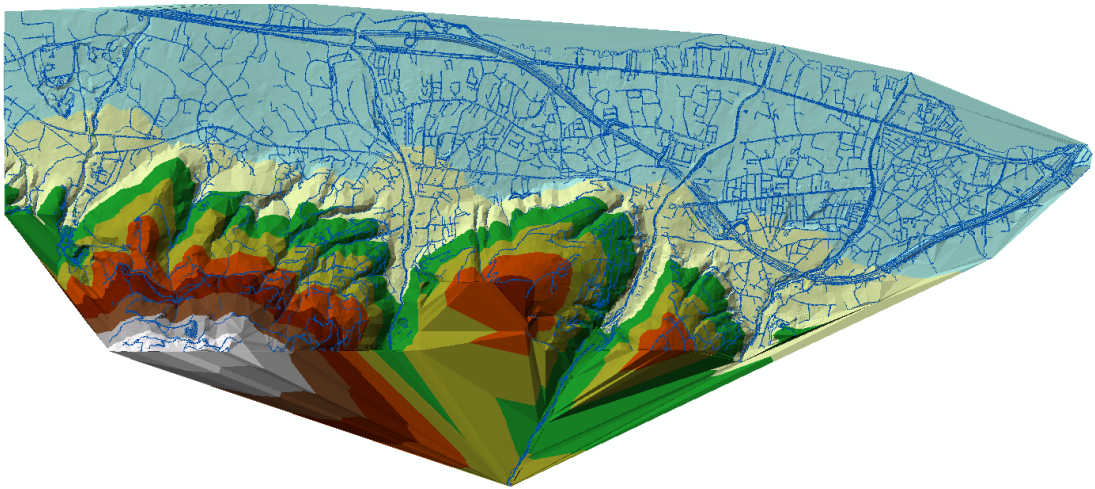
Şekil 7.4. Mahmudiye Deresine ait 1000 yıllık tekerrürlü taşkın hidrografı (m³/s).

7.3. Altlık Haritanın ArcMAP Ortamında Sayısallaştırılması

Çalışma alanı Kurtköy ve Mahmudiye Derelerinin taşkın yayılım haritalarının üretilmesi amacı ile hidrolik analizlerin gerçekleştirebilmesi için HEC-RAS programı seçilmiştir. Bu bağlamda HEC-RAS programında bir altlık haritaya ihtiyaç duyulmuştur. Bu altlık ise elde edilen 1/1000 ölçekli NetCAD dosyasının NetCAD programında (Şekil 7.5.) ilgili tabakaları düzenlendikten sonra (yapı tabakalarının ayrıştırılması, gereksiz tabakaların silinmesi vb.) ArcMAP programına aktarılmıştır. ArcMAP’te yükseklik verileri alınarak üçgen model oluşturulmuş olup; TIN dosyası elde edilmiştir. Elde edilen TIN dosyası görüntüsü Şekil 7.6.’da gösterilmiştir. TIN dosyası kullanılarak oluşturulan altlık, hidrolik analiz yapılmak üzere HEC-RAS programına aktarılmıştır.



Şekil 7.5. Çalışma sahasına ait 1/1000 ölçekli haritanın NetCAD’te düzenlenmesi

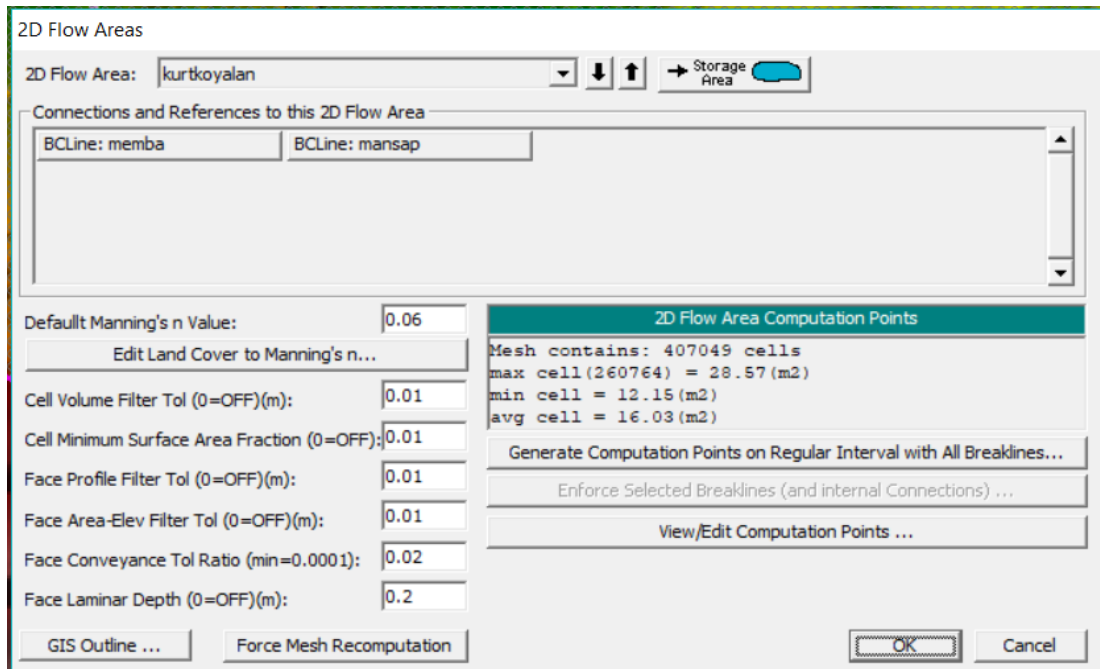


Şekil 7.6. Çalışma sahasına ait ArcMAP’te oluşturulan TIN dosyası

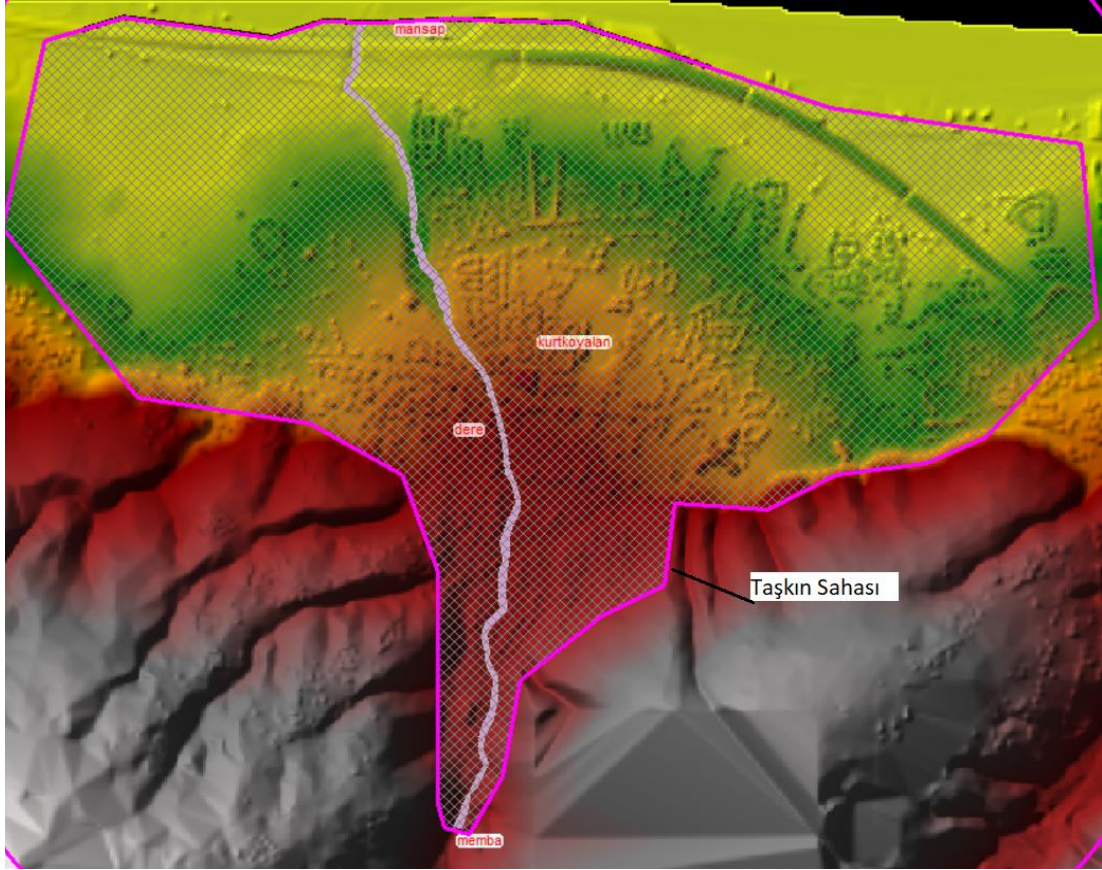
7.4. HEC-RAS'ta Hidrolik Modelleme

Çalışma alanı, Kurtköy ve Mahmudiye derelerinin HEC-RAS'ta hidrolik modellemesi yapılırken aşağıdaki aşamalar takip edilmiştir;

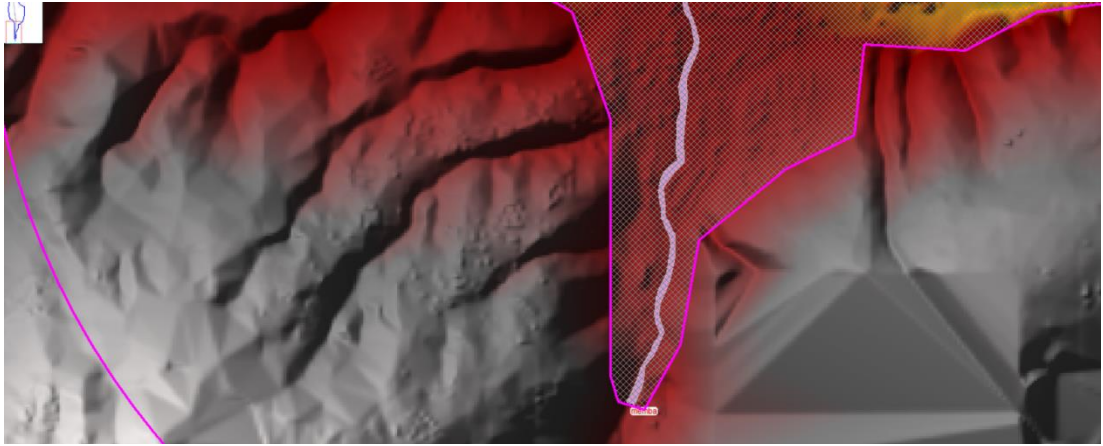
1. ArcMAP programı ile oluşturulan altlık dosya (Şekil 7.6.) HEC-RAS programına aktarılmıştır. İlk olarak 2D Flow Areas bölümünde Kurtköy ve Mahmudiye derelerinin taşkın sınırları programa tanıtılmıştır. Burada seçme işlemi saat yönünün tersi istikamette yapılmalıdır. Dere yatakları dışında kalan alanların manning (n) pürüzlülük katsayısı 0.06 olarak belirlenmiştir (Şekil 7.7., Şekil 7.8.).
2. SA/2D Area BC Lines komutu ile memba ve mansap sınır şartları belirlenmiştir (Şekil 7.9., Şekil 7.10.).
3. 2D Area Manning n Regions komutu ile Kurtköy ve Mahmudiye dere yatakları içerisinde uygulanacak manning (n) pürüzlülük katsayıları programa girilmiştir. Her iki dere için manning (n) pürüzlülük katsayısı 0.03 olarak belirlenmiştir.



Şekil 7.7. 2D Flow Areas komutu



Şekil 7.8. Taşkın sahasının saptanması



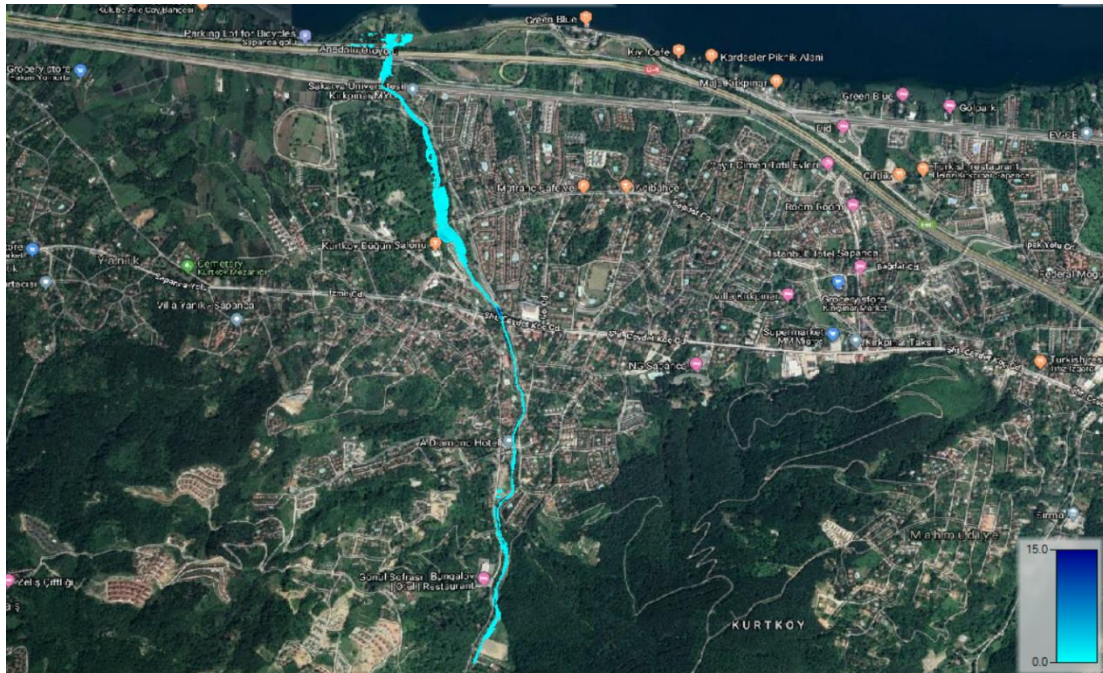
Şekil 7.9. Taşkın alanının memba sınırının saptanması



Şekil 7.10. Taşkın alanının mansap sınırının saptanması

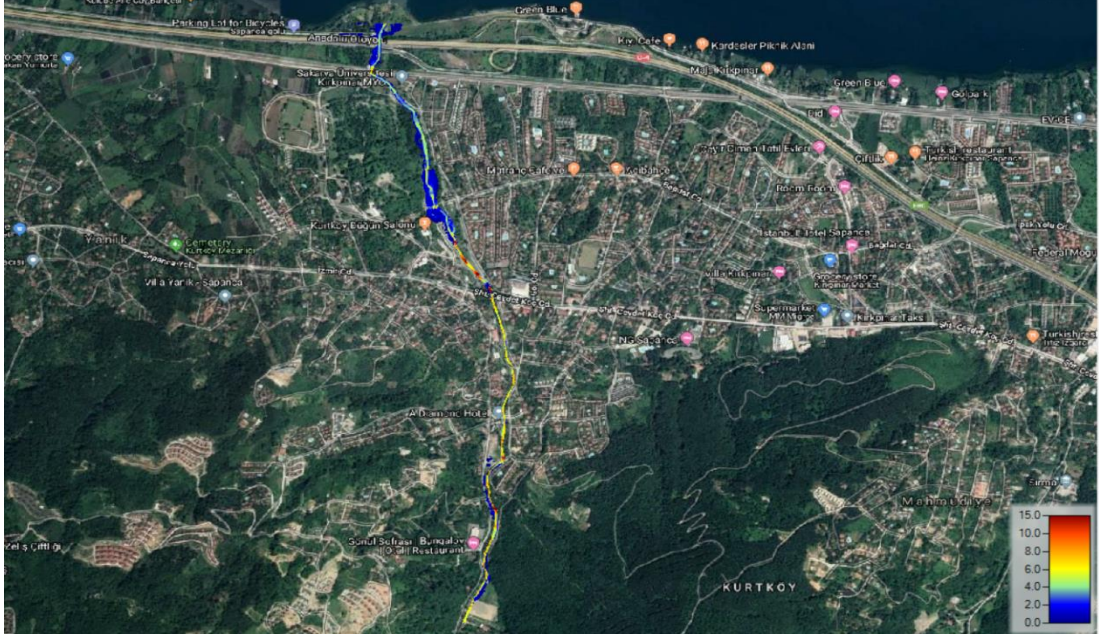
4. Son olarak Unsteady Flow Data komutunda, Boundry Condition sekmesi ile çeşitli taşkın tekerrür debileri için hesap edilen taşkın hidrografları girilerek hidrolik modelleme tamamlanmıştır.

Bu çalışmanın temel amacı olan, Kurtköy ve Mahmudiye derelerine ait çeşitli taşkın tekerrür debileri için, yapılan hidrolik modelleme ile üretilen taşkın yayılım haritaları ve suyun akış yönlerini gösteren haritalar üretilmiştir.



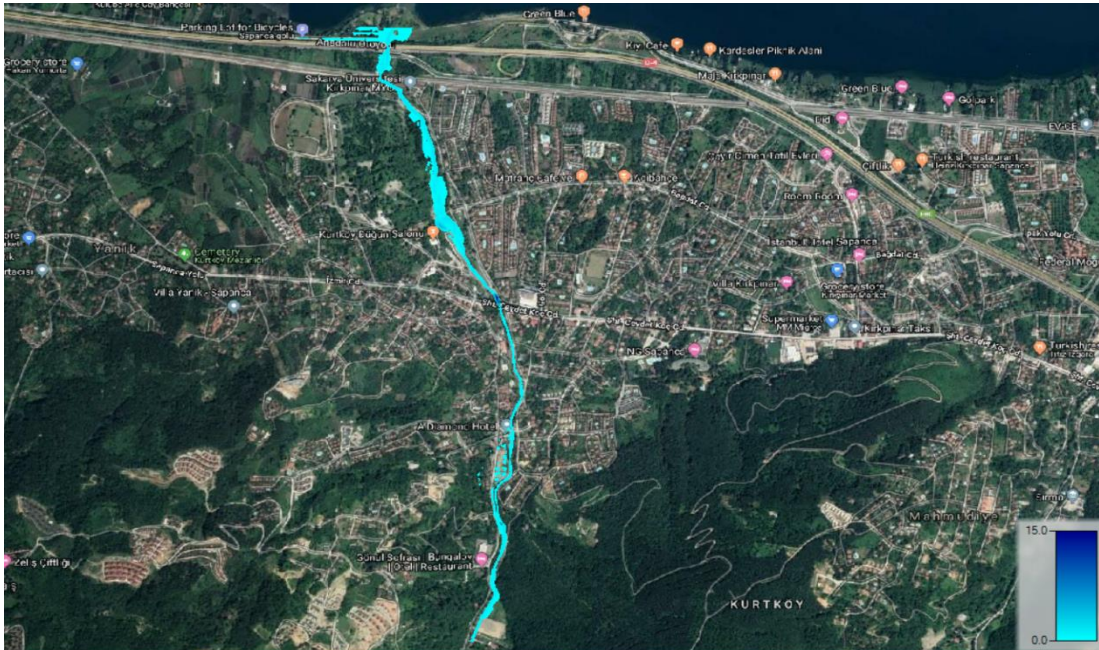
Şekil 7.11. Kurtköy Deresinin, 500 yıllık taşkın tekerrür debisi için üretilen taşkın yayılım haritası

Şekil 7.11.'de Kurtköy Deresinin deterministik yöntemlerle hesaplanan, 500 yıllık tekerrürlü taşkın debisi için üretilmiş taşkın yayılım haritası gösterilmiştir.



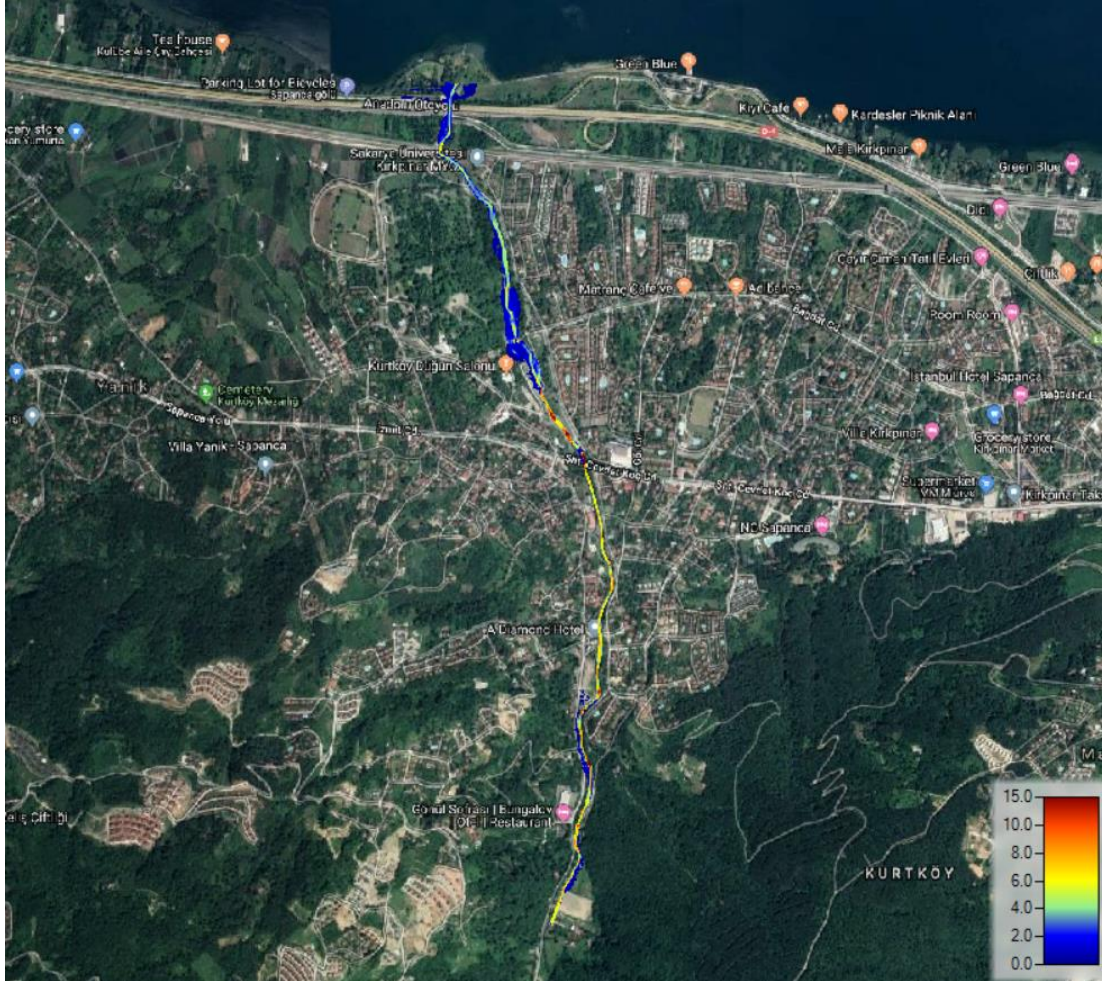
Şekil 7.12. Kurtköy Deresinin, 500 yıllık taşkın tekerrür debisi için üretilen taşkın yayılım hızı haritası

Şekil 7.12.'de Kurtköy Deresinin deterministik yöntemlerle hesaplanan, 500 yıllık tekerrürlü taşkın debisi için üretilmiş taşkın yayılım hızları haritası gösterilmiştir.



Şekil 7.13. Kurtköy Deresinin, 1000 yıllık taşkın tekerrür debisi için üretilen taşkın yayılım haritası

Şekil 7.13.'te Kurtköy Deresinin deterministik yöntemlerle hesaplanan, 1000 yıllık tekerrürlü taşkın debisi için üretilmiş taşkın yayılım haritası gösterilmiştir.



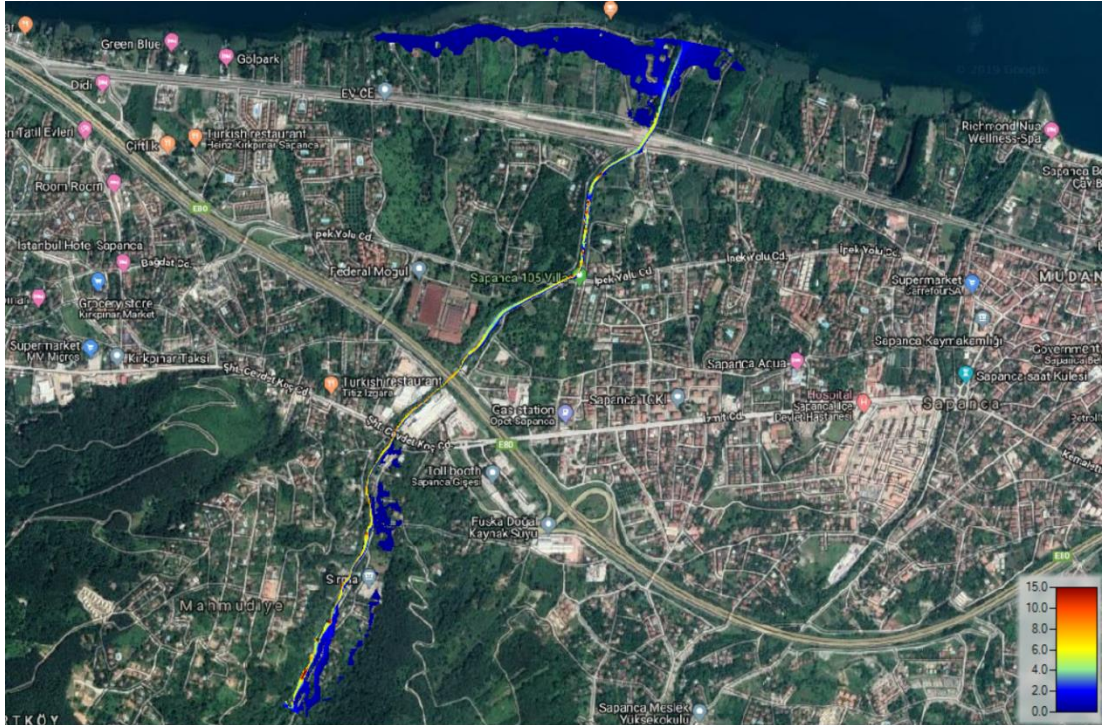
Şekil 7.14. Kurtköy Deresinin, 1000 yıllık taşkın tekerrür debisi için üretilen taşkın yayılım hızı haritası

Şekil 7.14.'de Kurtköy Deresinin deterministik yöntemlerle hesaplanan, 1000 yıllık tekerrürlü taşkın debisi için üretilmiş taşkın yayılım hızları haritası gösterilmiştir.



Şekil 7.15. Mahmutiye Deresinin, 500 yıllık taşkın tekerrür debisi için üretilen taşkın yayılım haritası

Şekil 7.15.'de Mahmutiye Deresinin deterministik yöntemlerle hesaplanan, 500 yıllık tekerrürlü taşkın debisi için üretilmiş taşkın yayılım haritası gösterilmiştir.



Şekil 7.16. Mahmutiye Deresinin, 500 yıllık taşkın tekerrür debisi için üretilen taşkın yayılım hızı haritası

Şekil 7.16.'da Mahmudiye Deresinin deterministik yöntemlerle hesaplanan, 500 yıllık tekerrürlü taşkın debisi için üretilmiş taşkın yayılım hızları haritası gösterilmiştir.



Şekil 7.17. Mahmudiye Deresinin, 1000 yıllık taşkın tekerrür debisi için üretilen taşkın yayılım haritası

Şekil 7.17.'de Mahmudiye Deresinin deterministik yöntemlerle hesaplanan, 1000 yıllık tekerrürlü taşkın debisi için üretilmiş taşkın yayılım haritası gösterilmiştir.

BÖLÜM 8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, Marmara Bölgesinin önemli bir turizm bölgesi olan Sapanca İlçesinden geçen Kurtköy ve Mahmudiye derelerine ait taşkın yayılım haritalarının üretilmesi için; uzun yıllar kayıt altına alınan akım verileri bulunmadığından, sentetik yöntemler kullanılarak ekstrem yağış hesabı yapılmıştır. Ekstrem yağışların belirlenmesinde; Log-Normal Dağılım, Normal Dağılım, Gumbel Dağılımı ve Pearson Tip III Dağılımı olmak üzere 5 farklı sentetik yöntem kullanılmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucu Pearson Tip III Dağılımı ile elde edilen ekstrem yağışlar debi hesabında kullanılmıştır.

Elde edilen yağış verilerinin ardından; havza alanları, birim hidrograf pik süreleri ve suların toplanma zamanı parametreleri göz önünde bulundurularak Kurtköy ve Mahmudiye dereleri için çeşitli tekerrür debilerin hesaplanması, bir deterministik yöntem olan Mockus Yöntemi ile hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda Kurtköy Deresinin 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 ve 1000 yıllık taşkın tekerrür debileri sırasıyla; 1.88 m³/s, 7.67 m³/s, 14.39 m³/s, 26.87 m³/s, 39.49 m³/s, 55.27 m³/s, 61.52 m³/s ve 95.70 m³/s, Mahmudiye Deresinin 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 ve 1000 yıllık taşkın tekerrür debileri ise sırasıyla; 1.77 m³/s, 7.22 m³/s, 13.55 m³/s, 25.31 m³/s 37.19 m³/s, 52.05 m³/s, 57.93 m³/s ve 90.16 m³/s olarak hesap edilmiştir.

Çalışmanın bir sonraki aşamasında, hesaplanan çeşitli taşkın tekerrür debileri için HEC-RAS programında üretilen taşkın yayılım haritalarına altlık oluşturacak 1/1000 ölçekli altlık harita, NetCAD ve ArcMAP programları kullanılarak elde edilmiştir.

Kurtköy ve Mahmudiye dereleri için üretilen taşkın yayılım haritaları incelendiğinde; her iki dere de 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık taşkın tekerrür debilerini geçirecek kapasitededir. Bu durumun sebebi dere yatak eğimlerinin yüksek olması, yatakların

derin olması ve ilgili kuruluşlarca belirli periyotlarda yapılan yatak tanzimi çalışmaları sonucunda dere kesitlerinin korunmasıdır. Her ne kadar bahsedilen taşkın tekerrür debileri esnasında, herhangi bir taşkın yaşanmayacağı ön görülse de; bu akımların etkisi altında her iki dere de taban ve kıyı oyulmaları ve yüksek miktarda sediment taşınımı söz konusudur.

Kurtköy Deresinde 500 yıllık tekerrürlü taşkın debisi için üretilen taşkın yayılım haritası incelendiğinde; 7.86 ha alana yayılan taşkın sularından 6 adet konutun, 1000 yıllık tekerrürlü taşkın debisi için üretilen taşkın yayılım haritası incelendiğinde ise; 10.44 ha alana yayılan taşkın sularından 17 adet konutun etkilendiği görülmektedir.

Mahmudiye Deresinde 500 yıllık tekerrürlü taşkın debisi için üretilen taşkın yayılım haritası incelendiğinde; 13.40 ha alana yayılan taşkın sularından 30 adet konut ve 2 adet seranın etkilendiği görülmektedir. Mahmudiye Deresinde 1000 yıllık tekerrürlü taşkın debisi için üretilen taşkın yayılım haritası incelendiğinde ise; 18.94 ha alana yayılan taşkın sularından 57 Adet konut, 1 adet ticari işletme ve 2 adet seranın etkilendiği görülmektedir.

Havza yapısı ve büyüklüğü, bitki örtüsü, dere yatağı eğimi ve kentleşme gibi parametrelere bakıldığında benzer özellikler gösteren, Kurtköy ve Mahmudiye dereleri için üretilen taşkın yayılım hız haritaları incelendiğinde; her iki dere için eğimin yüksek olduğu ve yapılaşmanın azalmaya başladığı üst havzada, hızlar 5-7 m/s seviyelerinde iken, eğimin az olduğu ve yapılaşmanın ve tarımsal faaliyetlerin yüksek olduğu alt kısımlarda ise hızlar 1-3 m/s seviyelerindedir.

Elde edilen sonuçlara göre Kurtköy ve Mahmudiye dereleri için taban ve kıyı oyulmasını önlemek, dere yataklarının eğimlerini düzenlemek ve akımın hızlarını azaltmak için, üst havzada tersip bendi ve seki gibi enine yapılar inşa edilmelidir. Ayrıca 500 ve 1000 yıllık tekerrürlü taşkın debilerinin karşılanması için taşkın geciktirici sel kapanları vb. biriktirme yapıları ve yükselen taşkın sularının meskûn mahallere yayılmasını önlemek amacıyla taşkın duvarları inşa edilmelidir.

Bu bağlamda, üretilen taşkın yayılım haritalarının, yerel yönetimlerce; oluşturulacak afet risk yönetimleri ve kent planlaması yapılırken kullanılması, olası maddi ve can kayıplarının önüne geçilmesine katkıda bulunacaktır.

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.
- Arenal, I. M., Allen Y. J., Concepción O. G., García I. S., Hernández A. L. P., Otero C. R., Padrón P. B., Parrado R. P., Pérez M. B. 1998. The coastal floods in the Cuban territory, the most sensitive areas and the possible impact of the climate change. Institute of Meteorology.
- 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.
- Azagra, E., Olivera, F., Maidment, D. 1999. Floodplain visualization using tins. WR Online Report 99-5. The University of Texas, 7-14, 23-53.
- Balcı, N. 1958. Elmalı Barajının İstasyondan Korunması imkânları ve Vejetasyon Su Düzeni Üzerine Araştırmalar. İstanbul Üniversitesi, Ormancılık Coğrafya ve Yakınşark Ormancılığı Enstitüsü ve Kürsüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Bayazıt, Y., Bakış, R. 2015. Seydisuyu Çayının Havza Taşkın Haritalarının Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Oluşturulması, VIII. Ulusal Hidroloji Kongresi, Şanlıurfa, 157-164.
- Bedient, P., B., and Huber, W., C., 1992. Hydrology and Floodplain Analysis 2nd ed., Addison-Wesley, USA 14.

- Bear, J., Cheng, A., Sorek, S., Ouazar, D., Herrera I. 1999. Seawater Intrusion in Coastal Aquifers — Concepts, Methods and Practices. Kluwer Academic Publishers. 1-8.
- Benson, M.A. 1968. Uniform flood-frequency estimating methods for federal agencies. *Water Resour. Res.* 4(5): 212-230.
- Berginnis, M., Wadsworth, I., Larson, L. 2016. Flood Risk Management in America: Reducing taxpayer costs and building economically stable communities. ASFP Transition Brief, America, 1-4.
- Bulu, A., Yılmaz, E. 2002. Serbest Yüzeyle 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.
- Bozkuş, Z. 2004. Afet Yönetimi İçin Baraj Yıkılma Analizleri, *İmo Teknik Dergi*, 3335-3350, 224.
- Casa, A., Benito, G., Thorndycraft, V.R., Rico, M. 2006. The topographic data source of digital terrain models as a key element in the accuracy of hydraulic flood modelling. *Earth Surface Processes and Landforms*, 31(4): 444-456.
- Chen, B., Krajewski, F., Goska, R., Young, N. 2017. Using lidar surveys to document floods: a case study of the 2008 Iowa flood. *Journal of Hydrology*, 553: 338-349.
- Demir, F. 2014. Aşağı Sakarya Nehri Adapazarı kesimi taşkın risk tayini. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Demirkesen, A.C., Evrendilek, F., Berberoğlu, S., Kılıç, S. 2007. Coastal flood risk analysis using landsat-7 etm+ imagery and SRTM DEM: a case study of Izmir, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 131(1-3): 293-300.
- Demirkesen, 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.
- Dingguo, M.A., Jie, C., Zhang, W.J., Zheng, L., Liu, Y., 2007. Farmers' vulnerability to flood risk: a case study in the Poyang Lake Region. *Journal of Geographical Sciences*, 17(3): 269-284.

- 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.
- Doğanoğlu, V.İ. 2000. Coupling of GIS with a hydraulic model for flood inundation mapping. Orta Doğu Teknik 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.
- Devlet Su İşleri (DSİ). 2015. Watersavr kullanımının su kalitesi ve canlı kaynaklar üzerindeki potansiyel etkisinin araştırılması sonuç raporu, AR-GE Yayın No: 5, Ankara
- Dokuzuncu Kalkınma Planı (DPT). 2007. Toprak ve Su Kaynaklarının Kullanımı ve Yönetimi Raporu.
- Eagleson, P. S. 1970. Dynamic Hydrology, McGraw-Hill Book Company, 1- 462.
- European Environment Agency Report (EAA). 2016. Flood risks and environmental vulnerability, 1: 9-11.
- Efe, H. 2014. Batman Çayı'nın taşkın analizinin hec-ras programıyla yapılması. Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Ekinci, D. 2003. İhsaniye Deresi Havzası (Zonguldak) taşkın analizi. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi, 11: 97-118.
- Erdem, U. 2013. Yerleşimlerin taşıdığı deniz taşkını, sel ve deprem afet tehlikelerinin CBS kullanılarak yorumlanması: Balıkesir örneği. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 15(2): 40-57.
- Eren, M. E. 2011. Boğluca (Kayalı) Deresinin taşkın riskinin irdelenmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Erkek, C. 1995. Bölgesel taşkın zararları ve taşkın kontrolü. Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi, 379: 42-46.
- Feng, L. H., Lu, j. 2010. The practical research on flood forecasting based on artificial neural networks. Expert Systems with Applications, 37(4): 2974-2977.
- Korycka, M., Magnuszewski, A., Suchożebrski, J., Jaworski, W., Marcinkowski, M., Szydłowski, M. 2006. Numerical estimation of flood zones in the Vistula River valley, Warsaw, Poland. Climate Variability and Change Hydrological Impacts, Cuba, 191-195.

- Gül, G.O., Harmancıoğlu, N., ve Gül, A. 2009. A Combined Hydrologic and Hydraulic Modeling Approach for Testing Efficiency of Structural Flood Control Measures. *Natural Hazards*, 54(2): 245-260.
- Gümrükçüoğlu, M., Goodin, DG., Martin, C. 2010. Landuse change in upper Kansas river floodplain: following the 1993 flood . *Natural Hazards*, 55: 467-479.
- Güngör, Y. 2010. Afetler Tarihi. Acil Yardım Ve Afet Yönetimi Lisans Tamamlama Programı, İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi, 1-129.
- Hardmeyer, K., Spencer, M.A. 2007. Using risk-based analysis and geographic information systems to assess flooding problems in an urban watershed in Rhode Island. *Environ Manage*, 39: 563-574.
- Hoşgören, M. Y. 2015. Hidrografiya'nın Ana Çizgileri I, Yeraltı Suları- Kaynaklar-Akarsular, 9. Baskı, Çantay Kitabevi, 1-166.
- HEC. 2009. HEC-GeoRAS GIS Tools for Support of HEC-RAS using ArcGIS User's Manual 4.2. U.S. ArmyCorps of Engineers, Institute for Water Resources.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (Ipcc). 2013. Climate Change 2013. 1-222.
- Islam, M., Sado, K. 2002. Development of flood hazard maps of Bangladesh using NOAA-AVHRR images with GIS. *Hydrological Sciences-Journal-des Sciences Hydrologiques*, 45(3): 337-355.
- Jonkman, S. N., Bočkarjova, M., Kok,M., Bernardini, P. 2008. Integrated hydrodynamic and economic modelling of flood damage in the netherlands. *Ecological Economics* 66(1):77-90.
- Kadıoğlu, M. 2007. Sel, Heyelan ve Çığ İçin Risk Yönetimi. Sel – Heyelan – Çığ Sempozyumu, Samsun, 186-197.
- Kadıoğlu, M., 2008, Sel, heyelan ve çığ için risk yönetimi, Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri, JICA Türkiye Ofisi Yayınları No: 2, s251- 276.
- Kaleyci, H. 2004. Değirmendere Havzası'nda Taşkın Frekans Analizi ve Taşkın Sularının Belirlenmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Kara, S., Akar, İ. 2007. Sel ve Taşkınların; Nedenlerinin, Sonuçlarının ve Çözüm Önerilerinin Belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) ve Uzaktan Algılamının (UA) Kullanımı: Beşikdüzü-Solaklı Arasındaki Karadeniz Akları Örneği. 5. Türkiye Kuvaterner Sempozyumu, İstanbul.
- Kara, Ö. 2009. Su yüzü profillerinin hec-ras paket programıyla incelenmesi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.

- Keller, E.A. 1979. Environmental Geology. Bell & Howell Company, 1- 522.
- Kılıçer, Ü., ve Özgüler, T., 2002. Türkiye’de Taşkın Durumu, TMH, Türkiye Mühendislik Haberleri, 420-421-422: 4-5-6.
- Knebl, M.R., Yang, Z.L., Hutchison, K., Maidment, D.R. 2004. Regional Scale Flood Modeling Using NEXRAD Rainfall, GIS, and HEC-HMS/RAS: A Case Study for The San Antonio River Basin Summer 2002 Storm Event. Journal of Environmental Management, 75(4): 325-336.
- Koca, Y. C. 2014. Rize iyidere alt havzası ikizdere kesiti için birim hidrografın belirlenmesi. T. C. Orman ve su işleri bakanlığı. İnşaat Mühendisliği Bölümü, Uzmanlık Tezi.
- Kundzewicz, Z. W., Menzel, L. 2005. Natural flood reduction strategies – a challenge. International Journal of River Basin Management, 3(2): 125- 131.
- Lastra, J., Fernandez, E., DíezHerrero, A., Marquinez, J. 2008. Flood hazard delineation combining geomorphological and hydrological methods: an example in the Northern Iberian Peninsula. Nat Hazards., 45: 277-293.
- Malkoç, F. Ö., Yıldız, M., Malkoç, Y. 2008. Solaklı Deresi Havzası İçin Taşkın Hidrolojisi Çalışmaları. Taşkın, Heyelan ve Dere Yataklarının Korunması Konferansı, Trabzon, 89-100. Mcmohon, T. A., Srikanthan, R. 1981. LP3 distribution-is it applicable to flood frequency analysis of Australian streams?. J. Hydrol., 52: 139-149.
- Meriç, B. T. 2004. Su kaynakları yönetimi ve Türkiye. Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 28(1): 27-38.
- Onuşluel, G. 2005. Floodplain management based on the HEC-RAS modeling system. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Doktora Tezi.
- Onuşluel, G., Aygün, O. 2013. Taşkın potansiyeli yönünden Türkiye akarsu havzalarının mekânsal karakterizasyonu. VII. Ulusal Hidroloji Kongresi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, 393-402.
- Özbal, R. 2010. Taşkın Koruma Projelerinde Yapısal Tedbirler. İi. 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. TMMOB Harita ve 75 Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel Teknik 2009 Kurultayı, Ankara.
- Özdemir H, 1978. Uygulamalı Taşkın Hidrolojisi. DSİ Basım ve Foto – Film İşletme Müdürlüğü Matbaası, Ankara.

- Özdemir, H. 2007. Havran Çayı Havzasının (Balıkesir) cbs ve uzaktan algılama yöntemleriyle taşkın ve heyelan risk analizi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Doktora Tezi.
- Özdemir, H. 2008. Havran Çayı'nın (Balıkesir) taşkın sıklık analizinde Gumbel ve Log Pearson Tip III dağılımlarının karşılaştırılması. Coğrafi Bilimler Dergisi,6(1), 41-52.
- Özşahin E, 2013. Arnavutluk'ta taşkın risk analizi. Uluslararası Avrasya Sosyal Bilimler Dergisi 12: 91-109.
- Öztürk, K. 2002. Küresel iklim değişikliği ve Türkiye'ye olası etkileri. G. Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi Cilt 22, Sayı 1 47- 65.
- Rijswick, M., Kaufmann, M., Doorn-Hoekveld, W., Gilissen, H., Wiering, M. 2015. Flood Risk Management in the Netherlands. ECCA 2015, Copenhagen, Denmark.
- Rahman, A. S., Rahman, A., Zaman, M. A., Haddad, K., Ahsan, A., Imteaz, M. 2013. A Study on selection of probability distributions for at-site flood frequency analysis in Australia. Natural Hazards, Vol. 69 (3).
- Sakieh, Y, 2017. Y. Understanding The Effect Of Spatial Patterns On The Vulnerability Of Urban Areas To Flooding. International Journal of Disaster Risk Reduction, 25, 125 – 136.
- 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 İle Taşkın Riski Ön Değerlendirmesi. DSİ Yayınları, 1-67.
- Seçkin, N. 2002. Ceyhan ve Seyhan havzalarının bölgesel taşkın frekns analizi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Sinnakaudan, S.K., Ab Ghani, A., Kiat, C.C., Ahmad, M.S.S., Zakaria, N.A. 2002. Integrated triangular irregular network (itin) model for flood risk analysis case study: Pari River, Ipoh, Malaysia. Advances in Hydraulics and Water Engineering, 12: 656-660.
- Sönmez O. 2013. Nehirlerde 2 boyutlu taşkın modellemesi ve taşkın haritalarının oluşturulması. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İnşaat Mühendisliği Bölümü, Doktora Tezi.
- Şahin E, Akıntuğ B, Yanmaz MA, 2013. Güzelyurt taşkını modellemesi ve çözüm önerileri. İMO Teknik Dergi, 6447-6462.
- Tayfur, G, 2013. Baraj Yıkılması Sonucu Meydana Gelen Taşkın Dalgası Simülasyonu Gerçekleştirme Aşamaları. Su Vakfı, Sayı 5.

- Tarlock, A. 2012. United States flood control policy: the incomplete transition from the illusion of total protection to risk management. *Duke Environmental Law & Policy Forum*, 23: 151-183.
- Tarbuck, E.J., Lutgens F.R. 1984. *The Earth: an Introduction to Physical Geology*. Bell & Howell Company, USA, 594.
- Taş, E., İçağa, Y., Zorluer, İ. 2016. Taşkın yayılım haritalarının oluşturulması ve taşkın zarar analizi: Akarçay Afyon Alt Havzası Örneği. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16: 711-721.
- 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.
- Temiz, N., Aksoy, H. ve Ercanoğlu, M. 2004. Batı Karadeniz Bölgesi'nde potansiyel taşkın alanlarının belirlenmesine yönelik bir çalışma. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 47 (2): 41-48.
- The Ofda/Cred International Disaster Database (EM-DAT). 2017. *Disaster Data: A Balanced Perspective*, 48: 1-2.
- Turoğlu H, 2011. İstanbul'daki Sel ve Taşkınlar. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 3 (1): 39-46.
- 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*.
- Türkkan, G. ve Korkmaz, S. 2015. Kaplıkaya Deresinin sayısal model ile taşkın analizi. VIII. Ulusal Hidroloji Kongresi, Şanlıurfa, 62-69.
- 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.cnnturk.com.tr, Erişim Tarihi: 02.04.2019
- URL 2. www.wikipedia.org, Erişim Tarihi: 02.04.2019
- URL 3. www.dsi.gov.tr, Erişim Tarihi: 05.04.2019
- URL 4. www.cnn.com, Erişim Tarihi: 7.04.2019
- URL 5. www.netcad.com.tr, Erişim Tarihi: 16.04.2019

URL 6. www.dpu.edu.tr, Erişim Tarihi: 17.04.2019

Usul, N. 2002. Engineering Hydrology. ODTÜ Basımevi, Ankara, 257-267.

Usul, N. ve Turan, B. 2006. Flood forecasting and analysis within the Ulus Basin, Turkey, using geographic information systems. *Natural Hazards*, 39, 213-229.

Usul, N. 2008. Çayboğazı Havzasında Hidrolojik-Hidrolik Model ve CBS ile Taşkın Çalışması. Taşkın, Heyelan ve Dere Yataklarının Korunması Konferansı Trabzon, 147-159.

Usul, N. 2013. Mühendislik Hidrolojisi. ODTÜ Basımevi, Ankara, 1-396.

Uşıkay, S. ve Aksu, S. 2002. Ülkemizde Taşkınlar, Nedenleri, Zararları Ve Alınması Gereken Önlemler. *TMH - Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi*, 420-421-422: 133-136.

Vojinovic Z., Tutulic, D. 2009. On the use of 1D and coupled 1D-2D modelling approaches for assessment of flood damage in urban areas. *Urban Water Journal*, 6:183-199.

WMO/GWP. 2008. Associated Program on Flood Management. Urban Flood Risk Management-A Tool for Integrated Flood Management. APFM Technical Document No. 11, Flood Management Tool Series.

Wiles, J.J. ve Levine, N.S. 2002. A combined GIS and HEC model for the analysis of the effect of urbanization on flooding: the Swan Creek Watershed, Ohio. *Environmental and Engineering Geoscience*, 8 (1): 47-61.

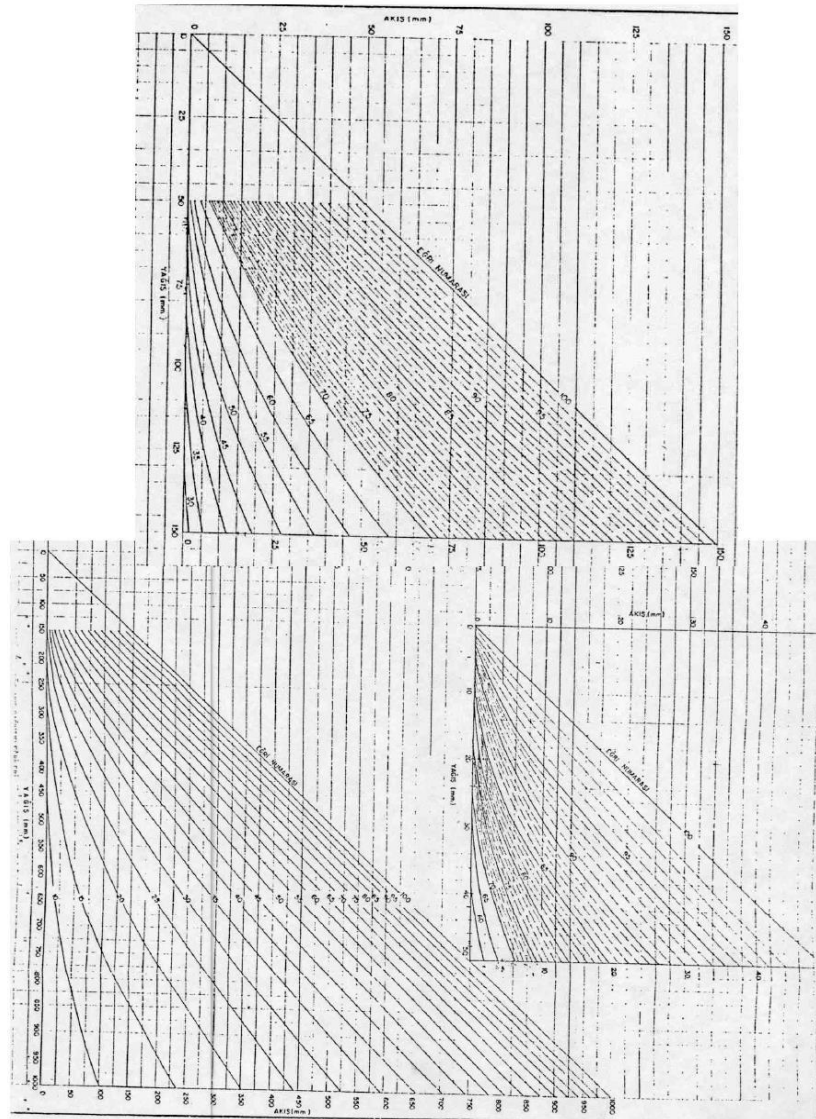
Yalçın, G. ve Akyürek, Z. 2004. Analysing Flood Vulnerable Areas With Multicriteria Evaluation. XX. International Society for Photogrammetry and Remote Sensing Congress, 12-23.

Yaylak, M. 2016. Coğrafi bilgi sistemleri (cbs) yardimiyla Bitlis Deresi taşkın risk analizi. Bitlis Eren Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.

Yazıcılar F.ve Önder, H. 1998. Taşkın yatakları planlamasında HEC-RAS bilgisayar programı ile su yüzü profili hesaplanması-Bartın Nehrinde bir uygulama. *Su Mühendisliği Problemleri Semineri (V)*, Muğla, 1-21.

EKLER

EK 1: Yağış Akış Grafiği



ÖZGEÇMİŞ

Gökhan DERE, 03.11.1987 yılında K. Maraş'ta doğdu. İlköğrenimini K. Maraş'ta, orta ve lise öğrenimini ise İstanbul'da tamamladı. 2009 yılında Çukurova Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 2012 yılında DSİ 32. Şube Müdürlüğü/Sakarya'da çalışmaya başladı. 2013 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.