



**KTO KARATAY ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**BOZKIR-ÇARŞAMBA ÇAYI
ISLAH ÇALIŞMALARININ HEC-RAS PROGRAMINDA
İNCELENMESİ**

Selin ÇAKAN

Yüksek Lisans Tezi

**KONYA
Ağustos 2021**

BOZKIR-ÇARŞAMBA ÇAYI ISLAH ÇALIŞMALARININ
HEC-RAS PROGRAMINDA İNCELENMESİ

Selin ÇAKAN

KTO Karatay Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Programı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mehmet Faik SEVİMLİ
İkinci Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Vahdettin DEMİR

Konya
Ağustos 2021

BİLDİRİM

Enstitü tarafından onaylanan Yüksek Lisans tezimin tamamını veya herhangi bir kısmını basılı veya dijital biçimde arşivleme ve aşağıda belirtilen koşullar dahilinde erişime açma iznini KTO Karatay Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle, Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak ve gelecekteki çalışmalar (makale, kitap, lisans, patent vb.) için tezimin tamamının veya bir bölümünün kullanım hakları yalnızca bana ait olacaktır.

Tezimin bütünüyle kendi çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izinle kullanılması zorunlu olan kaynakları, yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde izinlerin suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayımlanan “Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge” kapsamında, tezim, aşağıda belirtilen koşullar haricince, YÖK Ulusal Tez Merkezi ve KTO Karatay Üniversitesi Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

Enstitü / Fakülte Yönetim Kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.¹

Enstitü / Fakülte Yönetim Kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren ... ay ertelenmiştir.²

Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir.³⁴

31 Ağustos 2021

Selin ÇAKAN

¹ MADDE 6(1) Lisansüstü tezle ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.

² MADDE 6(2) Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internette paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.

³ MADDE 7(1) Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

⁴ MADDE 7(2) Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir.

ETİK BEYAN

KTO Karatay Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Hazırlama ve Yazım Kurallarına uygun olarak Prof. Dr. Mehmet Faik SEVİMLİ ve Dr. Öğr. Üyesi Vahdettin DEMİR danışmanlığında tarafımdan üretilen bu tez çalışmasında; sunduğum tüm veri, enformasyon, bilgi ve belgeleri bilimsel etik kuralları çerçevesinde elde ettiğimi, tüm değerlendirme, analiz, bulgu ve sonuçları bilimsel usullere uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım kaynakların tümüne bilimsel normlara uygun biçimde atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

31 Ağustos 2021

Selin ÇAKAN

Aileme ithaf edilmiştir.

TEŞEKKÜR

“Bozkır Çarşamba Çayı Islah Çalışmalarının HEC-RAS Programında İncelenmesi” adlı bu çalışma, KTO Karatay Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Lisans öğrenciliğimde Hidrolik Bilimler alanına ilgi duymamda etkili olan ve yüksek lisansta da bu alanda çalışmamda etken olan bilim dünyasına katkı sağladığına inandığım bu tezde, çalışma planlamasından yazımına kadar her basamağında bilgi ve deneyiminden yaralandığım, görüş ve önerilerini esirgemeyen, en meşgul vaktinde bile kıymetli zamanını ayıran danışman hocalarım Prof. Dr. Mehmet Faik SEVİMLİ ve Dr. Öğr. Üyesi Vahdettin DEMİR’e şükran ve saygılarımı sunarım.

Tez savunma jürimde bulunmaları benim için büyük onur olan, tezime kısa zamanda büyük katkı veren değerli hocalarım Prof. Dr. Atilla ÖZÜTOK ve Doç. Dr. Meral BÜYÜKYILDIZ’a teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Tezde kullanılan verileri sağlayan DSİ 4. Bölge Müdürlüğü personellerine, özellikle Meteoroloji Müdürü Mehmet Emin HAYIRLIOĞLU, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü personellerine, özellikle İnşaat Müh. Mustafa DAL’a ve Meteoroloji 8. Bölge Genel Müdürlüğü personellerine teşekkürlerimi sunarım.

Hayattaki en büyük dayanaklarım olan ve desteklerini hiçbir zaman eksik etmeyen annem Zehra ÇAKAN, babam Mehmet Ali ÇAKAN, ablam Sema ÇAKAN’a ve üzerinde çok emekleri bulunan aile büyüklerime teşekkürlerimi sunarım.

Ağustos, 2021

Selin ÇAKAN

ÖZET

Selin ÇAKAN

Bozkır Çarşamba Çayı Islah Çalışmalarının HEC-RAS Programında İncelenmesi

Yüksek Lisans

Konya, 2021

Taşkın, akarsuların çeşitli nedenlerle yükselmesi sonucunda yatağından taşarak çevredeki yerleşim yerlerine, tarım arazilerine, alt yapılar, üst yapılar ve bölgede yaşayan canlıların canlarını tehlikeye sokan, depremden sonra en çok can kaybına neden olan doğal afettir. Dünya nüfusun hızla artmasıyla süregelen küresel iklim değişikliği, tarım arazilerin yanlış kullanılması, plansız kentleşme gibi etkilerle taşkınların artmasının en önemli sebeplerindendir. Taşkın yaşanan bölgede canlıların hayatı, mal-mülk, çevre, tarih ve kültürel varlıklar açısından oluşabilecek maddi ve manevi zararları önlemek veya azaltılması amacıyla bölgede taşkından koruma çalışmaları yapılmaktadır.

Bu çalışmada Konya ili içinde bulunan Bozkır Merkez/Çarşamba Çayı'nda yapılan ıslah çalışmaları konusunda bir boyutlu ve iki boyutlu taşkın modellemesi yapılarak incelenmiştir. İstatistik yöntemlerle elde edilen yıllık anlık maksimum akım değerleri kullanılarak 2, 5, 10, 25, 50, 100 ve 500 yıllık pik taşkın tekerrür debileri elde edilmiştir. Sayısal Yükseklik Modeli (SYM), 1/1000 ölçekli halihazır haritalar ve ArcMAP programı kullanılarak düzenlenmiştir. Ayrıca Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'nden (SYGM) bölgeye ait SYM alınmıştır. SYM, HEC-RAS 5.0.7 programına aktararak, taşkın tekerrür debileri ile taşkın tehlike haritaları elde edilecektir. İki boyutlu analizlerle oluşturulan taşkın yayılım, derinlik ve su hızı haritaları ile taşkın tehlike haritaları ve taşkın tehlike seviyesi haritaları belirlenmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda mevcut kesitlerin yeterli olup olmadığı, olası yıkıcı etkilerin meydana gelme zamanları ve büyüklükleri araştırılacaktır.

Çalışma sonucunda Çarşamba Çayı'na ait 25, 50, 100, 500 yıllık tekerrür debileri ile Taşkın tehlike haritaları üretilmiştir. Elde edilen tahminler SYGM tarafından hazırlanan raporla karşılaştırılmış ve benzer alanlarda taşkın tehlike alanları saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler

Çarşamba Çayı, SYM, HEC-RAS, taşkın, yağış, taşkın tehlike haritaları

ABSTRACT

Selin ÇAKAN

Examination Of The Improvement Works Of Bozkır Çarşamba Stream

With The HEC-RAS Program

Master's

Konya, 2021

Flood is a natural disaster that causes the most loss of life after the earthquake, which endanger the lives of the surrounding settlements, agricultural lands, infrastructures, superstructures and the creatures living in the region by overflowing from its bed as a result of the rise of the rivers for various reasons. The ongoing global climate change with the rapid increase in the world population, the misuse of agricultural lands, and unplanned urbanization are among the most important reasons for the increase in floods. In order to prevent or reduce material and moral damages that may occur in terms of life, property, environment, historical and cultural assets in the flooded area, flood protection works are carried out in the region.

In this study, one-dimensional and two-dimensional flood modeling was carried out on the improvement works carried out in Bozkır Center / Çarşamba Stream in Konya province. Peak flood recurrence rates of 2, 5, 10, 25, 50, 100 and 500 years were obtained by using the annual instantaneous maximum flow values obtained by statistical methods. The Digital Elevation Model (DEM) was prepared using 1/1000 scale maps and ArcMAP program. In addition, DEM for the region was obtained from the General Directorate of Water Management (SYGM). By transferring DEM to HEC-RAS 5.0.7 program, flood recurrence rates and flood hazard maps will be obtained. Flood spread, depth and water velocity maps created by two-dimensional analysis, flood hazard maps and flood hazard level maps were determined. In line with the data obtained, it will be investigated whether the existing sections are sufficient, the time and magnitude of possible destructive effects.

As a result of the study, flood hazard maps were produced with 25, 50, 100, 500 year recurrence rates of Çarşamba Stream. The estimates obtained were compared with the report prepared by SYGM and flood hazard areas were determined in similar areas.

Keywords

Çarşamba Stream, DEM, HEC-RAS, flood, precipitation, flood hazard maps

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
BİLDİRİM	ii
ETİK BEYAN	iii
TEŞEKKÜR	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	viii
TABLolar DİZİNİ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiii
SİMGELER DİZİNİ.....	xvi
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xviii
1. GİRİŞ	1
1.1. Dünya’da Yaşanılan Taşkınlar ve Islah Çalışmaları	4
1.2. Türkiye’de Yaşanılan Taşkınlar ve Islah Çalışmaları.....	7
1.2.1. Ülkemizde Yapısal Projeler Kapsamında Faaliyetler	9
1.2.2. Yapısal Olmayan Projeler Kapsamında Faaliyetler	13
1.3. Son Yıllarda Çarşamba Çayı’nda Yaşanılan Taşkın.....	14
1.4. Tezin Amacı ve Kapsamı.....	16
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....	18
2.1. Türkiye’de HEC-RAS ile Yapılan Çalışmalar	18
2.2. Dünya’da HEC-RAS ile Yapılan Çalışmalar	22
3. ÇALIŞMA ALANI	26
3.1. Doğal Faktörler.....	26
3.1.1. Coğrafik Konum	26
3.1.2. Topografya	27
3.1.3. İklim.....	28
3.1.4. Yağış	29
3.1.5. Sıcaklık	29
3.1.6. Nem.....	30
3.1.7. Rüzgâr.....	31
3.2. Sosyal ve Ekonomik Faktörler	31
4. MATERYAL	32

4.1. Akım Verileri.....	32
4.2. Yıllık Anlık Maksimum Akımlar	33
4.3. Topografik Veriler ve Sayısal Yükseklik Modeli	33
4.4. Sanat Yapıları	34
5. YÖNTEM	36
5.1. Baz Akımı (Taban Akışı).....	36
5.2. Taşkın Debi Hesaplama Yöntemleri	36
5.2.1. İstatiksel Yöntemler	36
5.2.2. Deterministik Yöntemler	42
5.3. Manning Pürüzlülük Katsayısı	46
5.3.1. Cowan Yöntemi	47
5.4. Bir ve İki Boyutlu Hidrolik Modelleme	49
5.4.1. HEC-RAS 1B	50
5.4.2. HEC-RAS 2B	51
5.5. Uzaktan Algılama ve CBS'nin Taşkın Modellemelerinde Kullanılması	54
5.6. Taşkın Yönetimi Planı	55
5.6.1. Taşkın Riski Ön Değerlendirmesi.....	56
5.6.2. Taşkın Tehlike Haritaları.....	56
5.7. Taşkın Haritalarının Hazırlanması	58
6. UYGULAMA VE BULGULAR	63
6.1. Çarşamba Çayı ve Model Alanına Ait Bilgiler	63
6.2. Taşkın Debilerinin Hesabı	65
6.2.1. Çarşamba Çayı Havzası Yağış Verilerinin İstatiksel Yöntemlere Göre Dağılımı	65
6.2.2. Çarşamba Çayı Akım Verilerinin İstatiksel Yöntemlere Göre Dağılımı	68
6.2.3. Çarşamba Çayı Akım Verilerinin Sentetik Yöntemlerle Dağılımı	69
6.2.4. Baz Akımının Hesaplanması.....	70
6.3. Manning Pürüzlülük Katsayısı Hesabı	73
6.4. Hidrolik Modelleme	73
6.4.1. Taşkın Analizlerinde HEC-RAS Uygulama Adımları	73
6.5. Taşkın Debileri Modellemesi	75
6.5.1. Bir Boyutlu Modelleme	75
6.5.2. İki Boyutlu Modelleme.....	81
6.6. Taşkın Tehlike Haritaları	81

6.6.1. Taşkın Yayılım Haritaları.....	81
6.6.2. Taşkın Derinlik Haritaları.....	82
6.6.3. Taşkın Su Hızı Haritaları.....	84
6.7. Taşkın Tehlike Seviyesi Haritaları.....	86
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	89
KAYNAKLAR.....	92
EKLER.....	105
ÖZGEÇMİŞ.....	114

TABLolar DİZİNİ

Tablo 4.1. İstasyonların özellikleri.....	32
Tablo 4.2. Çarşamba Çayı üzerindeki köprülere ait karakteristik bilgiler.....	35
Tablo 4.3. Çarşamba Çayı'na ait kanal kesitleri (DSİ 4. Bölge, 2020).....	35
Tablo 5.1. Modifiye Cowan yöntemine göre malzeme cinsine bağlı " n_b " değeri.....	48
Tablo 5.2. Modifiye Cowan yöntemine göre şev durumuna bağlı " n_1 " değeri.....	48
Tablo 5.3. Modifiye Cowan yöntemine göre kanal kesit değişimine bağlı " n_2 " değeri.....	48
Tablo 5.4. Modifiye Cowan yöntemine göre kanal engelleri bağlı " n_3 " değeri.....	49
Tablo 5.5. Modifiye Cowan yöntemine göre kanal bitki durumuna bağlı " n_4 "	49
Tablo 5.6. Modifiye Cowan yöntemine göre kanal kıvrım durumuna bağlı " m " değeri.....	49
Tablo 5.7. DEFRA yöntemi ile moloz faktörü.....	58
Tablo 5.8. DEFRA yöntemi ile tehlike seviyeleri.....	58
Tablo 5.9. Taşkın tehlike haritalarının genel özellikleri.....	62
Tablo 6.1. Çarşamba Çayı Havzasının yinelemeli yağış debileri.....	65
Tablo 6.2. Bozkır DMİ istasyonuna günlük maksimum yağışlar (mm).....	66
Tablo 6.3. Bozkır DMİ istasyonuna ait KS testi sonuçları.....	66
Tablo 6.4. Günlük noktasal yağış tekerrür değerleri (mm).....	67
Tablo 6.5. Çalışma alanına ait saatlik yinelemeli yağış değerleri (mm).....	67
Tablo 6.6. Çarşamba Çayı D16A115 istasyonuna ait taşkın tekerrür debileri.....	68
Tablo 6.7. Çarşamba Çayı D16A115 istasyonuna ait KS testi sonuçları.....	68
Tablo 6.8. DSİ Sentetik birim hidrograf yöntemine ile hesaplanan tekerrür debileri....	69
Tablo 6.9. D16A115 Sorkun istasyonu baz akımı hesabı.....	70
Tablo 6.10. D16A115 Sorkun istasyonu aylık ortalama akım değerleri.....	71
Tablo 6.11. D16A115 Sorkun istasyonu baz akımı hesabı.....	71
Tablo 6.12. Modifiye Cowan yöntemine göre n değeri.....	73

Tablo 6.13. Taşkın yayılım alanları.....	82
Tablo 6.14. Taşkın tehlike seviyelerinin alansal dağılımı (km ²).....	87

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Dünya'daki taşkın durumu (URL-1).....	4
Şekil 1.2. Hollanda'daki Deltaweren projesi (URL-2).....	5
Şekil 1.3. Japonya'nın Tokyo kentinde oluşturulan su havuzları (URL-3).....	5
Şekil 1.4. İtalya Mose taşkın bariyerleri (URL-4)	6
Şekil 1.5. Dam Easy, Boxwall, Tubewall, Floodbreak, Floodblock bariyerleri (URL-4).	6
Şekil 1.6. Ülkemizde yaşanan sel-taşkın sayısı ve can kayıpları (URL-1)	7
Şekil 1.7. 2007 yılında Elâzığ yaşanan taşkın (Dursun, 2008).....	8
Şekil 1.8. Ayamama deresi çevresinde yaşanan taşkın (Kömüşcü ve ark, 2011).....	8
Şekil 1.9. Samsun'da yaşanan taşkın (SYGM, 2017).....	9
Şekil 1.10. Hatay'da yaşanan taşkın (JMO, 2014).....	9
Şekil 1.11. Gezende Barajı (URL-5)	10
Şekil 1.12. Ankara'da Mogan sel kapanı (URL-6)	10
Şekil 1.13. Aksu çayında inşası tamamlanmış taşkın seddeleri (URL-7).....	11
Şekil 1.14. Rize'de Ballı Dere üzerinde bulunan taşkın kanalı (URL- 8).....	11
Şekil 1.15. Sivas Hafik Tuzhisar Köyü taşkın koruma kanalı inşaatı (URL-9).....	11
Şekil 1.16. Zonguldak Beycuma üzerinde inşa edilmiş tersip bent (URL-10).....	12
Şekil 1.17. Trabzon Kof Deresi üzerinde inşa edilmiş geçirgen tersip bent (URL-11)..	12
Şekil 1.18. Kahramanmaraş Türkoğlu Karderesi sekileri (URL-12).....	13
Şekil 1.19. 2017 yılında Çarşamba Çayı üzerindeki su durumu (URL-13).....	14
Şekil 1.20. Bozkır, Hadim, Seydişehir aylık yağış değerleri (SYGM, 2017).....	14
Şekil 3.1. Türkiye haritasında Konya ili, Bozkır ilçesinin konumları.....	26
Şekil 3.2. Çalışma alanına ait eğim ve bakı haritaları.....	27
Şekil 3.3. Çarşamba sahasının topografik ve hidrografik haritası (SYGM, 2017).....	28
Şekil 3.4. DMİ Konya Bölge Müdürlüğü bölgeye ait yağış değerleri	29
Şekil 3.5. DMİ Konya Bölge Müdürlüğü bölgeye ait sıcaklık değerleri.....	30

Şekil 3.6. DMİ Konya Bölge Müdürlüğü bölgeye ait nem değerleri.....	30
Şekil 3.7. DMİ Konya Bölge Müdürlüğü bölgeye ait rüzgâr değerleri.....	31
Şekil 4.1. Akım gözlem istasyonu.....	32
Şekil 4.2. D16A115 istasyonuna ait YAMA değerleri(DSİ,1980-2021 yılları arasında)	33
Şekil 4.3. Köprü konumları (Google-Earth, 2021).....	34
Şekil 5.1. HEC-RAS yazılımı ana penceresi ve menüler.....	51
Şekil 5.2. Enerji çizgi gösterimi.....	52
Şekil 5.3. Taşkın tehlikesi hesaplamaları için izlenen yöntemler.....	60
Şekil 6.1. Bozkır Çarşamba Çayı Havzası su toplama alanı.....	64
Şekil 6.2. Bozkır Çarşamba Çayı Havzası (Google Earth-2021).....	64
Şekil 6.3. İstasyon konumları ve Thiessen oranları.....	65
Şekil 6.4. Süre-Yağış-Tekerrür eğrileri.....	67
Şekil 6.5. Aylık ortalama akım verilerine ait gidiş grafiği.....	72
Şekil 6.6. Debi-Süreklilik eğrisi.....	72
Şekil 6.7. Çalışma alanı kanal kesitine ait bir görüntü.....	73
Şekil 6.8. Bir boyutlu modellemede uygulama adımları.....	74
Şekil 6.9. İki boyutlu modellemede uygulama adımları.....	75
Şekil 6.10. Q ₂₅ debisinin su yüzü profili.....	76
Şekil 6.11. Q ₅₀ debisinin su yüzü profili.....	77
Şekil 6.12. Q ₁₀₀ debisinin su yüzü profili.....	78
Şekil 6.13. Q ₅₀₀ debisinin su yüzü profili.....	79
Şekil 6.14. Q ₂₀₁₀ debisinin su yüzü profili.....	80
Şekil 6.15. Farklı tekerrür debilerine göre yayılım haritası ve binalar.....	81
Şekil 6.16. Q ₂₅ debisine ait derinlik (m) ve yayılım haritaları.....	82
Şekil 6.17. Q ₅₀ debisine ait derinlik (m) ve yayılım haritaları.....	83
Şekil 6.18. Q ₁₀₀ debisine ait derinlik (m) ve yayılım haritaları.....	83

Şekil 6.19. Q ₅₀₀ debisine ait derinlik (m) ve yayılım haritaları.....	83
Şekil 6.20. Q ₂₅ debisine ait su hız haritası.....	84
Şekil 6.21. Q ₅₀ debisine ait su hız haritası.....	85
Şekil 6.22. Q ₁₀₀ debisine ait su hız haritası.....	85
Şekil 6.23. Q ₅₀₀ debisine ait su hız haritası.....	85
Şekil 6.24. Q ₂₅ debisine ait tehlike seviye haritası.....	86
Şekil 6.25. Q ₅₀ debisine ait tehlike seviye haritası.....	86
Şekil 6.26. Q ₁₀₀ debisine ait tehlike seviye haritası.....	87
Şekil 6.27. Q ₅₀₀ debisine ait tehlike seviye haritası.....	87
Şekil 6.28. HEC-RAS 2B tehlike alanlarının farklı tekerrür debilerine göre dağılımı...	88

SİMGELER DİZİNİ

A	: Havza Alanı
°C	: Santigrat
°D	: Doğu Derece
d	: Derinlik
ĝ	: Güven Değerleri
H ₀	: Dere Boyu Proje Kotu
H ₁	: Kılavuz Yöntem Düşük Hasar Seviyesi
H ₂	: Kılavuz Yöntem Orta Hasar Seviyesi
H ₃	: Kılavuz Yöntem Yüksek Hasar Seviyesi
H ₃	: Dere Boyunun En Yüksek Kotu
h	: Su Derinliği
h _a	: Su Derinliği
i	: Yağış Şiddeti
°K	: Kuzey Derece
L	: Kanal Uzunluğu, Dere Uzunluğu
L _c	: Havzanın Ağırlık Merkezinden Havza Çıkış Noktasına Olan Mesafe
L _{ch}	: Ana Kanal Akım Yolu Uzunluğu
L _h	: Drenaj Alanının Hidrolik Uzunluğu
L _{lob}	: Sol Taşkın Kanalı Akım Yolu Uzunluğu
L _{rob}	: Sağ Taşkın Kanalı Akım Yolu Uzunluğu
M	: Sınıf Ortalaması
m	: Mertebe
N	: Veri Sayısı
n	: Manning Pürüzlülük Katsayısı
P	: Olasılık Değeri
P _i	: En Büyük Yağış Miktarı
p	: x Yönündeki Akış Hızı
Q	: Debi
Q _{baz}	: Baz Akım
Q _{ch}	: Ana Kanal İçin Kesitler Arasındaki Ortalama Debi
Q _i	: i'inci Kesitteki Debi
Q _{max}	: Maksimum Debi

Q_{\min}	: Minimum Debi
Q_P	: Taşkın Tepe Noktasındaki Debi
Q_T	: Tekerrür Debisi
q	: y Yönündeki Akış Hızı
R	: Hidrolik Yarıçap
S	: Harmonik Eğim
S, σ_x	: Standart Sapma
S_0	: Ana Kanal Taban Eğimi
S_f	: Enerji Çizgisinin Eğimi
T	: Hidrografın Devam Süresi
T_b	: Taşkın Süresi
t	: Zaman
t_c	: Toplanma Süresi
t_p	: Taşkın Pik Debisine Ulaşma Süresi
t_r	: Taşkın Sönümlenme (Alçalma) Süresi
u	: x Yönünde Akım Hızı
V	: Ortalama Hız
v	: y Yönünde Akım Hızı
x	: Kanal Boyu
\bar{x}, μ, μ_x	: Ortalama
Δ	: Kolmogorov-Smirnov Test İstatistiği
ΔD	: Birim Sağanak Süresi
ρ	: Su Yoğunluğu
ξ	: Su Yüzey Kotu
ξ	: Yer Parametresi
τ	: Kayma Gerilmesi

KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltma	Açıklama
1B, 1D	: Bir Boyutlu
2B, 2D	: İki Boyutlu
AB	: Avrupa Birliği
AFAD	: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
AGİ	: Akım Gözlem İstasyonu
ALOS	: Advanced Land Observing Satellite
ASF	: Alaska Satellite Facility
CAD	: Computer Aided Design
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
CLC	: CORINE Land Cover
CNII	: Havzaya İlişkin Eğri Numarası II
CNIII	: Havzaya İlişkin Eğri Numarası III
CORINE	: Coordination of Information on the Environment
DEFRA	: Department for Environment Food and Rural Affairs
DF	: Dağılım Fonksiyonu
DMİ	: Devlet Meteoroloji İstasyonu
DSİ	: Devlet Su İşleri
EİE	: Elektrik İşleri Etüt İdaresi
FEMA	: Federal Emergency Management Agency
G	: Gumbel Dağılımı
HEC-RAS	: Hydrologic Engineering Center - River Analysis System
ICBR	: Internationale Commissie Ter Bescherming Van De Rijn
KS	: Kolmogorov-Smirnov Uyumluluk Testi
LİDAR	: Light Detection and Ranging
LN-T2	: 2 Parametrelı Log-Normal Dağılım
LN-T3	: 3 Parametrelı Log-Normal Dağılım
LP-T3	: Log-Pearson Tip-III Dağılımı
MF	: Moloz Faktörü
MGİ	: Meteoroloji Gözlem İstasyonu
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
N	: Normal Dağılım

NTFA	: Noktasal Taşkın Frekans Analizi
ODF	: Olasılık Dağılım Fonksiyonu
OYF	: Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu
PLV	: Plüviyograf
Q ₂₀₁₀	: 2010 Yılı Taşkın Debisi
Q ₂₅	: 25 Yılda Bir Beklenen Taşkın Pik Debisi
Q ₅₀	: 50 Yılda Bir Beklenen Taşkın Pik Debisi
Q ₁₀₀	: 100 Yılda Bir Beklenen Taşkın Pik Debisi
Q ₅₀₀	: 500 Yılda Bir Beklenen Taşkın Pik Debisi
SI	: Système International d'Unités
SYM	: Sayısal Yükseklik Modeli
SYGM	: Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
TD	: Tehlike Derecesi
TIN	: Triangulated Irregular Network
US	: United States
USGS	: United States Geological Survey
YADK	: Yağış Alanı Dağılım Katsayısı
YAMA	: Yıllık Anlık Maksimum Akım

1. GİRİŞ

Taşkın, akarsuların çeşitli nedenlerle yükselmesi sonucunda yatağından taşarak çevredeki yerleşim yerlerine, tarım arazilerine, alt yapılar, üst yapılar ve bölgede yaşayan canlıların canlarını tehlikeye sokan doğal afettir (SYGM, 2017).

Dünya Meteoroloji Örgütüne göre taşkınlar; ani taşkınlar, akarsu taşkınları, karların erimesinin neden olduğu taşkınlar, kıyı taşkınları, şehir taşkınları, buz ve moloz hareketinin neden olduğu taşkınlar şeklinde sınıflandırılmıştır (WMO, 2008).

Ani taşkınlar; çok şiddetli yağış ile beraberinde heyelanda oluşturabilen, buz kütlelerinin ani yer değişimi ve baraj yıkılması ya da tepe noktalardan harekete geçen yüzeysel akışın eğim etkisi ile aşağı noktalara ilerlemesi ile oluşmaktadır (WMO, 2008).

En sık görülen taşkın çeşitleri olan akarsu taşkınları; o bölgedeki havzaya fazla yağış düşmesi sonucunda ve/veya kar ve buz erimelerinin de etkisiyle, akarsu yatağındaki su miktarını artırarak, o bölgenin ekonomik ve sosyal faaliyetleri kesintiye uğratan tabii olaydır.

Karların erimesinin neden olduğu taşkınlar; Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da ılık yağmura maruz kalan karlı tepelerden akan su taşkın pik debisinden büyük olduğu, eğimin fazla olduğu yerlerde oluşmaktadır (Şen, 2009).

Kıyı taşkınları; deniz altı depremler, yüksek gelgitler ve fırtınalardan kaynaklanan yüksek ve güçlü dalgaların oluşturduğu büyük su kütlelerinin kıyıya vurması olayıdır. 28 Mart 1964 yılında Alaska'da 9.2 büyüklüğünde oluşan deprem tsunami oluşturdu. Oluşan tsunami Amerika'nın kuzey kıyılarındaki kasabaları etkilemiştir (Ersoy, 2015).

Şehir taşkınları; şiddetli yağış ve fırtına etkisi ile yoğun yapılaşmanın bulunduğu alanlarda, yüzeydeki geçirimsiz malzemelerin etkisi ile alt yapı tesislerinin kapasitesinin aşılması ile oluşan taşkınlardır (WMO, 2008). 2012 yılında Samsun Atakum ilçesinde dere yataklarındaki yapılaşma ve alt yapı yetersizliği sonucunda şehir taşkını meydana gelmiştir (Ülke vd., 2013).

Buz ve moloz hareketlerinin neden olduğu taşkınlar; mevsimsel olarak erimelerin yaşandığı bölgelerde, buzul sularının nehirlerde birikerek ve nehir su seviyelerini yükselterek taşkınlara neden olmaktadır. Sarp bölgelerde kar erimleri ve yoğun yağışa bağlı olarak toprak kaymaları ve moloz hareketleri oluşabilmektedir. Yağış durumunda akarsu kesitlerinde

daralma oluşturan bu hareketler, akarsu yatak kapasitesini düşürerek taşkınlara neden olmaktadır (WMO, 2008).

Taşkınların oluşmasında insani faktörler ve doğal faktörler etkindir. Dünyada en yaygın taşkın türü akarsu taşkını olup aşırı yağış ve toplu kar erimelerinden kaynaklanır (Uşıkay ve Aksu, 2002).

Taşkınlar esas itibariyle doğa olayı olarak tanımlansa da taşkın oluşumunda temel sebep insani faaliyetleridir (SYGM, 2017). Taşkın bölgelerindeki plansız kentleşme, akarsu yataklarına müdahale, baraj yıkılmaları, sanayileşme ve nüfus artması gibi faaliyetler etkisinde yanlış arazi kullanımı insani faktörlere bağlı olarak taşkınları oluşturmaktadır. Dere yataklarına veya taşkın sahalarında konut, ticari alanlar ve ulaşım sahaları yapılması sonucunda, tabii zemin beton ve asfalt gibi geçirimsiz maddelerle kaplanmaktadır. Yağıştan akıma geçen miktarın azalmaması hacim ve pik debi artmaktadır. Ayrıca pik debiye erişme süreleri azalmaktadır. Eğim yönünde tarlanın sürülmesi, tarım arazilerinin nadasa bırakılması, ormanları tarım arazisine dönüştürmesi, ağaçlandırmanın planlı yapılamaması, dere yataklarının doldurularak tarım arazisine dönüştürülmesi gibi etkiler yanlış arazi kullanımı ile olarak taşkın zararlarını arttırmaktadır (Uçar, 2010). Bitki örtüsünün bozulması sonucunda toprağın kökler tarafından tutunamaması ve yağış etkisi ile heyelanlar meydana getirmektedir. Oluşan toprak-su karışımları taşınan miktarı arttırarak sanat yapılarında daralma ve tıkanıklıklar oluşturmaktadır. Taşkından korunmak için tasarım ve inşaat konusunda yeterli inceleme ve analizler yapılarak sanat yapılarının yeterli kesitlerde boyutlandırması gerekmektedir (Kirmencioğlu, 2015).

Depremler, heyelanlar, küresel ısınmayla buzulların erimesi, deniz seviyesinin yükselmesi ve iklim değişikliği etkisiyle birim alana düşen yağış miktarının ve sürelerinin farklı olması taşkınlar oluşturan doğal faktörlerdir. Beşeri faktörlerin etkisi ve arazinin coğrafik-jeomorfolojik yapısı da taşkın oluşumunda etkili doğal yöntemlerdendir (Kirmencioğlu, 2015). Bu etkiler bir araya getirildiğinde, taşkınların hem sayısal hem de hasar miktarında artış olması beklenmektedir (SYGM, 2017).

Bir akarsu kaynağı, yatağı ve üzerinde yapılacak yapının projelendirilebilmesi için, öncelikle havza üzerine gelebilecek muhtemel yağış frekansının uzun süreler incelenmesi ve yıllık tekerrür taşkın debilerinin hesaplanması gerekmektedir. Güvenilir ve daha az maliyetli yapı bu istatistikler ele alınarak planlanmaktadır ve bu sayede taşkın riski

azaltılmaktadır (SYGM, 2017). Akarsuların farklı değerlerde yıl içerisinde birden fazla taşkın gözlenmesi; düzenli olmayan rastgele taşkın değerlerine sahip olması nedeniyle kaynaklanmaktadır.

Taşkınların doğrudan ve dolaylı olmak üzere belirli zararları vardır. Doğrudan zararların başında can kayıpları gelmektedir. Taşkınla oluşan erozyon etkisi ile akarsu yatağında bozulmalar, sedimentlerin birikmesi sonucunda toprakta yapısal bozukluklar ve verimsizlik, su altında kalmaktan dolayı yapısal hasarlar ve bitkisel ölümleri, kitle tesiri etkisi ile konut, sosyal yapı, sanat yapıları ile oluşan hasarlar doğrudan zararlar içerisinde yer almaktadır. Taşkın sonrası oluşan ekonomik kayıplar sebebiyle üretim kapasitesinin azalması sonucunda artan işsizlik, turistik alanların hasar görmesi ve oluşan kirlilik etkisi ile su ve gıda güvencesinin sağlanamaması sonucunda fiziki ve psikolojik sağlık gibi etmenleri dolaylı zararlar içerisinde yer almaktadır (SYGM, 2017). Taşkınlar, taşkın sonrası karışan toprak su miktarı ile alüvyondan kurak arazilerin beslenmesi, yeraltı su miktarının artması, ormanlık arazilerde tohumların taşınması sağlayarak bitki oranında artış gibi faydalar sağlamaktadır (Dere, 2019).

Taşkınların azaltılabilmesi ve önlenebilmesi amacıyla belirli korunma yöntemleri izlenmektedir. Yapısal ve yapısal olmayan faaliyetler doğrultusunda gerçekleştirilen korunma yöntemleri sayesinde can-mal, evre, tarihi ve kültürel varlıklar açısından ortaya çıkabilecek maddi ve manevi zararlar en aza indirgenmesi amaçlanmaktadır (SYGM, 2017).

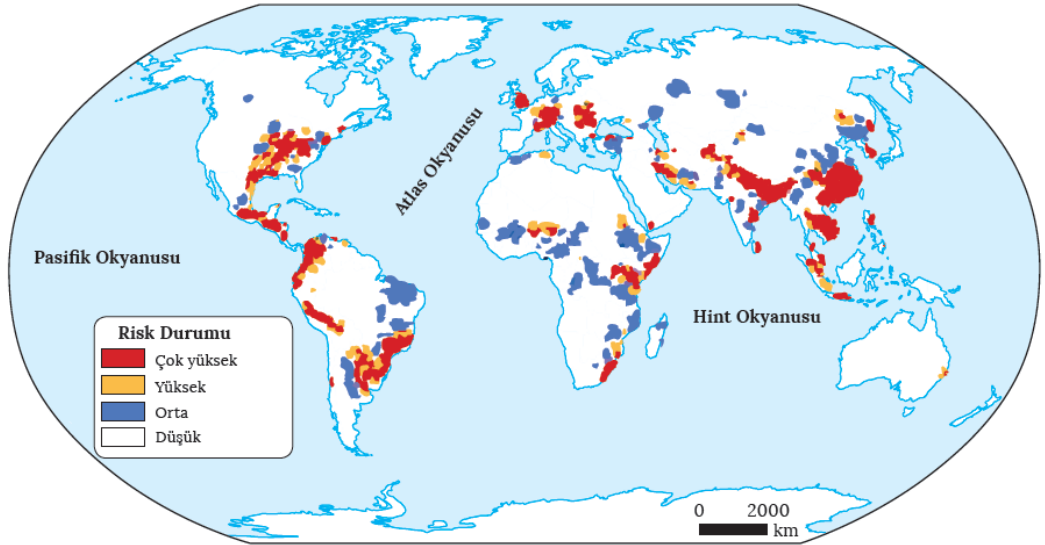
EM-DAT (Emergency Events Database) verilerine göre son 30 yılda ortalama olarak yıllık 100 milyon kişi taşkınlardan etkilenmiştir. Yine EM-DAT verilerine göre 1950-1960 yıllar arasında taşkınların verdiği hasar ortalama yıllık 5 milyar ABD doları civarındayken, 1990-2000 yıllar arasında taşkınların verdiği hasar ortalama yıllık 220 milyar ABD doları seviyelerine ulaşmıştır. Taşkın frekans ve şiddetindeki artışla beraber ekonomik kayıpların aksine taşkınlardan kaynaklı ölümlerde küresel lkte azalma meydana gelmiştir (SYGM, 2017; Jha vd., 2012).

Ülkemizde depremlerden sonra en büyük ekonomik kayıplara neden olan doğal afet taşkınlardır (SYGM, 2017). Türkiye’de meydana gelen taşkınlardan kaynaklanan yıllık ortama zarar 100 milyon ABD doları ve yıllık ortalama ekonomik kayıp 150 milyon ABD dolarıdır. Taşkın kontrolünün sağlanması ve zararın azaltılmasına yönelik proje

faaliyetleri için yıllık ortalama 30 milyon ABD doları yatırım yapılmaktadır. Ekonomik olarak sektörel bazda kayıplar ile ilgili yapılan araştırmalara göre; %45'ini tarımsal ve hayvansal zararlar, %32'sini binalarda ve alt yapıda oluşan zararları, %15'ini diğer kayıplar, %7'sini taşınabilir mal ve araçlarda oluşan zararları, %1'ini ulaşımda meydana gelen bozuklukların sebep olduğu kayıplar olarak saptamıştır (Özoral, 2007).

1.1. Dünya'da Yaşanılan Taşkınlar ve İslah Çalışmaları

Dünya'nın pek çok yerinde başta insani faktörler ve meteorolojik afetler sonucunda taşkınlar meydana gelmektedir. Her yıl milyonlarca kişiyi etkileyen bu taşkınlar büyük miktarda can ve mal kayıplarına sebep olmaktadır. Taşkın sonrası en çok can kaybının yaşandığı bölge Güneydoğu Asya ülkelerinden; Bangladeş, Çin, Hindistan, Pakistandır. Bu felaketlere karşı yaşadığı tecrübeler sonrasında ABD, İngiltere ve Japonya gibi gelişmiş ülkelerde gerekli önlemler alındığından daha az etkilendiği söylenebilmektedir (URL-1). Şekil 1.1'de dünya'daki taşkın risk durumunu gösteren bir harita verilmiştir.



Şekil 1.1. Dünya'daki taşkın durumu

Kaynak: URL-1

1953 yıllarında Hollanda'da yaşanan en büyük felaket olan 1836 kişinin hayatını kaybettiği 70 bin kişinin evsiz kaldığı taşkın gerçekleşmiştir. Taşkın sonrasında başlatılan Deltaweren projesi kapsamında nehir yükseldiğinde taşabileceği yerler boşaltılarak fazla suyu tutması amacıyla bariyerler inşa edilmiştir ve Şekil 1.2'de bu bariyerler gösterilmiştir (URL-2).



Şekil 1.2. Hollanda'daki Deltaweren projesi

Kaynak: URL-2

Japonya'da bulunan Saitama ili fazla yağış aldığıında Naka Nehri Havzası'nda taşkınlar oluşturmaktaydı. Şekil 1.3'te verilen 1993-2006 yılları arasında Japonya'nın Tokyo şehrinde inşa edilen bu taşkın geciktirme tünelleri ve havuzları sayesinde, yüksek taşkın riski olan şehir ve şehirde yaşayan 13 milyon insan korunmaktadır. Kullanılan bu havuz sistemi taşkın anında pik debiler düşürerek, taşkın tehlikesi geçtikten sonra havuz pompalarla boşaltılmaktadır (URL-3).



Şekil 1.3. Japonya'nın Tokyo kentinde oluşturulan sel havuzları

Kaynak:URL-3

İtalya, Venedik'te inşasına başlanan Mose taşkın bariyerler projesi ile 33 yıllık çalışmanın ardından sel ve taşkınlara karşı mücadele edebilir hale gelmiştir.1981 yılında tasarlanan proje 2003 yılında 78 tane dev bariyerle üç büyük körfezi kapatarak İtalya şehirlerini korumayı amaçlamıştır. Dalgalar şehri tehdit ettiği zaman su yüzeyine çıkan bariyerler,

durgun havalarda su dibine çekilmektedir. Bu proje ile UNESCO mirası olan Venedik kanalları taşkınlara karşı korunması amaçlanmaktadır (URL-4). Şekil 1.4'te İtalya Mose taşkın bariyerlerine ait bir görsel verilmiştir.



Şekil 1.4. İtalya Mose taşkın bariyerleri

Kaynak: URL-4

Büyük yapısal önlemlere ek olarak düşük maliyetlerde kolay kurulum ile taşkın önleme sistemleri de mevcuttur. Şekil 1.5'te sırasıyla Dam Easy, Boxwall, Tubewall, Floodbreak, Floodblock gibi etkili, kolay kurulumu olan taşkın bariyerleri verilmiştir. Yoğunlukla yabancı ülke üretimi olan bu yapılar pek çok ülkede kullanılmaktadır (URL-4).

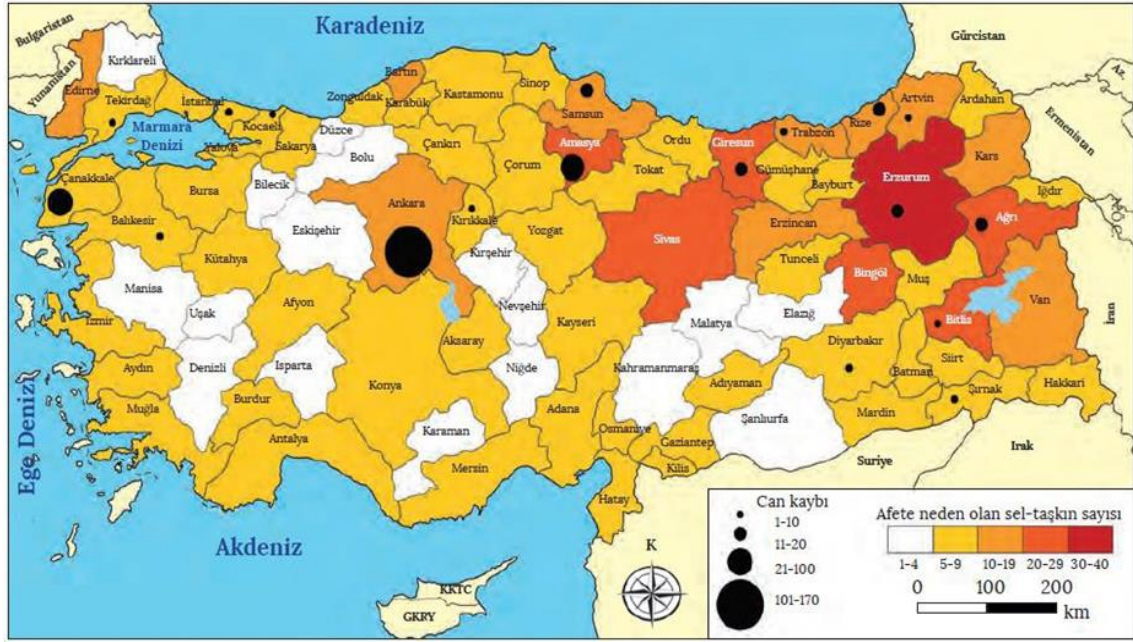


Şekil 1.5. Taşkın bariyerleri

Kaynak: URL-4

1.2. Türkiye’de Yaşanılan Taşkınlar ve İslah Çalışmaları

Ülkemizde sel ve taşkın olayları ile yağışların sinopik durumları incelendiğinde taşkın en fazla mart, nisan, mayıs ve haziran aylarında gözlemlenmiştir. Batı Anadolu, Karadeniz ve Akdeniz coğrafi bölgeleri taşkınların en çok yaşandığı alanlardır (TUHK, 2003). Ülkemizde taşkınlar farklı zamanlarda farklı bölgelerde, pek çok kişiye farklı şekillerde zarar vermiştir (URL-1). Şekil 1.6.’da ülkemizde yaşanan sel-taşkın sayısı ve can kayıpları gösterilmiştir.



Şekil 1.6. Ülkemizde yaşanan sel-taşkın sayısı ve can kayıpları

Kaynak: URL-1

Ülkemizde 1975-2015 yılları arasında 1209 tane taşkın meydana gelmiş, 720 kişi hayatını kaybetmiş ve taşkın anında 893.933 ha alan sular altında kalmıştır (SYGM, 2017).

1957 yılında yaşanan taşkında en fazla can kaybını Ankara’da Hatip çayının taşması sonucunda 185 vatandaşımız yaşamını yitirmiştir (Uşkay ve Aksu, 2002).

1995 yılında Ege bölgesinde kıyı kesiminde etkili olan şiddetli yağışlar, ani taşkın oluşturarak, İzmir ve civarında 61 kişinin can kaybına ve büyük miktarda maddi hasara yol açmıştır (Kömüscü vd., 1998).

1998 yılında Batı Karadeniz bölgesinde olan taşkında özellikle Bolu, Zonguldak, Karabük, Kastamonu ve Bartın illeri etkilenmiştir. 2 milyondan fazla insanı etkileyen

taşkında 30'dan fazla can kaybı meydana gelmiştir. Bölgedeki 151 dere ve nehir yatağı taşmış, 478 ev kullanılamaz hale gelmiştir (Korkanç ve Korkanç 2006).

2006 yılında Batman'da İluh deresinde yaşanan şiddetli yağış sonrasında 10 kişi yaşamını yitirmiş, 13 kişi yaralanmıştır. Hayvan kayıplarının maddi değeri 2 milyon TL, bina, ahır ve işyerinde yaklaşık zarar 2,5 milyon TL'dir (Sunkar ve Tonbul, 2011).

2007 yılında Elâzığ'daki aşırı yağış ve 2005 yılında dere yataklarına müdahaleler sonucunda taşkın oluşmuş ve insanlar can kaybı tehlikesi yaşamış ve çok sayıda yerleşim yeri etkilenmiştir (Dursun, 2008). Şekil 1.7'de Elâzığ taşkına ait görsel verilmiştir.



Şekil 1.7. 2007 yılında Elâzığ'da yaşanan taşkın

Kaynak: Dursun (2008)

2009 yılında İstanbul'da Ayamama Deresi taşkını sonunda 32 kişi yaşamının yitirmiş, 3.816 konut ve 1.490 iş yeri zarar görmüştür (Kömüşcü vd., 2011). Şekil 1.8'de Ayamama Deresi taşkına ait bir görsel verilmiştir.



Şekil 1.8. Ayamama Deresi çevresinde yaşanan taşkın (Kömüşcü vd., 2011)

Kaynak: Kömüşcü vd. (2011)

2012 yılında Samsun'da Yılanlı, Mert ve İncirli derelerinin aşırı yağış sebebiyle taşması sonucunda 14 kişi yaşamını kaybetmiştir. Taşkın sonunda 1.111 konut, 1.507 işyeri, 327 depo, 36 kamu binası ve tramvay hatları zarar görmüş ve büyük miktarda maddi hasar meydana gelmiştir (Bahadır, 2014). Şekil 1.9'da Samsun taşkına ait görsel verilmiştir.



Şekil 1.9. Samsun’da yaşanan taşkın

Kaynak: SYGM (2017)

2014 yılında Hatay’da Erzin ilçesinde Sarı Çayı’nın taşması sonucunda 5 kişi yaşamını kaybetmiş ve maddi hasar oluşmuştur (SYGM, 2017). Şekil 1.10’da Hatay taşkına ait görsel verilmiştir.



Şekil 1.10. Hatay’da yaşanan taşkın

Kaynak: JMO (2014)

1.2.1. Ülkemizde Yapısal Projeler Kapsamında Faaliyetler

Taşkın koruma yapıları; taşkın seddeleri, taşkın kanalları, taşkın koruma duvarları, britler, tersip bentler, geçirgen tersip bentler ve sekilerdir. Bu yapılar taşkın anında akarsudan taşan suların, yerleşim yerlerinde hasara yol açmasının engellemek amacı inşa edilmektedir.

Taşkın kontrol yapıları ise barajlar ve sel kapanlarıdır. Bu yapılar akarsu rejimini düzenlemek amacı ile inşa edilmektedir.

Barajlar: Havzanın tamamını ele alan enerji, içme suyu, sulama suyu dışında taşkın önlemek amacıyla inşa edilen biriktirme yapılarıdır. Ülkemizde şimdiye kadar taşkından korunmak amacı ile 563 tane baraj inşa edilmiştir (DSİ, 2018). Ülkemizde Akdeniz Bölgesinde bulunan, Silifke Göksu nehrinde olan taşkın Şekil 1.11’de gösterilen Gezende Barajı ile engellenmiştir (Uşıkay ve Aksu, 2002).



Şekil 1.11. Gezende Barajı

Kaynak: URL-5

Sel Kapanı: Yükseklikleri 10-20 m arasında değişen, taşkın sularını geçici olarak mansap bölgesinde tutan, genellikle kapaksız küçük barajlardır. Şekil 1.12’de Ankara’da Mogan sel kapanı verilmiştir.



Şekil 1.12. Ankara’da Mogan sel kapanı

Kaynak: URL-6

Taşkın seddeleri: Barajlara göre daha az su tutabilen, mansap kısmında taşkın sularını geride tutarak taşkın debilerinin düşmesini sağlayan ve emniyetle kanal kesitinden geçebilecek debi ile taşkın kontrolü sağlanmaktadır (Dernek, 2012). Şekil 1.13’te Aksu çayına ait taşkın seddeleri verilmiştir.



Şekil 1.13. Aksu çayında inşası tamamlanmış taşkın seddeleri

Kaynak: URL-7

Taşkın Kanalı: Taşkın seddesinin yapılamadığı ve taşkın suyu nehir yatağı kapasitesine göre yeterli gelmediği durumda taşkın suları taşkın kanalına taşarak nehir yatağının yükünü azalmaktadır. Şekil 1.14’te Ballı Dere üzerinde bulunan taşkın kanalları ve britler (kırmızı çizgi ile) gösterilmiştir.



Şekil 1.14. Rize’de Ballı Dere üzerinde bulunan taşkın kanalı

Kaynak: URL-8

Taşkın Koruma Duvarları: Yerleşim yerlerinden geçen akarsuların çok yükselmesi durumunda, taşkın sularının akarsu yatağında kalmasını amaçlayan yapılardır. Şekil 1.15’te Sivas Hafik Tuzhisar Köyü taşkın koruma kanalı gösterilmiştir.



Şekil 1.15. Sivas Hafik Tuzhisar Köyü taşkın koruma kanalı inşaatı

Kaynak: URL-9

Britler: Akarsu yatak eğimini düzeltmek amacıyla yapılan küçük boyutlu enine yapılardır. Şekil 1.14'te Rize Ballı Dere üzerinde inşa edilmiş brit kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

Tersip Bentler: Akarsu enerjisini sönmölemek, aşındırıcı etkisini azaltmak ve üst havzadan katı madde taşımamasını engellemek için inşa edilen enine yapılardır. Şekil 1.16'da Zonguldak Beycuma üzerinde inşa edilmiş tersip bent gösterilmiştir.



Şekil 1.16. Zonguldak Beycuma üzerinde inşa edilmiş tersip bent

Kaynak: URL-10

Geçirgen Tersip Bentler: İstenilen çapta rüsubatın rezervuarında tutulmasına veya mansaba geçişine imkân sağlayan, akarsu yataklarında canlı geçişlerine de olanak verebilen enine yapılardır. Şekil 1.17'de Kof Deresi üzerinde inşa edilmiş geçirgen tersip bent verilmiştir.



Şekil 1.17. Trabzon Kof Deresi üzerinde inşa edilmiş geçirgen tersip bent

Kaynak: URL-11

Sekiler: Tersip bentlerle aynı amaca hizmet eden ve onlara göre daha küçük inşa edilen yapılardır. Tersip bentlere göre daha az katı madde biriktiren sekiler, akarsu eğimini düzenleyerek, akarsu tabanı ve şevlerinde erozyonu engellemeyi amaçlar. Şekil 1.18'de Kahramanmaraş Türkoğlu Karderesi sekileri verilmiştir.



Şekil 1.18. Kahramanmaraş Türkoğlu Karteresi sekileri

Kaynak: URL-12

1.2.2. Yapısal Olmayan Projeler Kapsamında Faaliyetler

Uydu teknolojisiyle akarsu yatağı ve hidrolojik veriler birleştirilerek hidrolik modeller oluşturularak taşkın tahmini yapılmaktadır. Hidrolik verileri elde etmek amacıyla DSi ve DMi tarafından meteorolojik gözlem verileriyle akım gözlem istasyonları kurulmuştur. Erken uyarı sistemleri adına risk altındaki bölgeler belirlenerek haritalama işlemleri yapılmaktadır. Olası taşkın gerçeğe dönüşmesi durumunda, taşkın anında sular altında alanlar belirlenmesi çalışmasıdır. Erken uyarı sisteminin uygulanması amacıyla Batı Karadeniz, Susurluk, Menderes ve Gediz havzaları pilot proje kapsamında belirlenmiştir (Uşıkay ve Aksu, 2002).

Taşkın gerçeğe dönüşmesi sonucunda, bölgelerde ve il merkezlerinde kriz masaları kurularak, gerekli teknik ekip ve yardımcı personellerle kurtarma faaliyetleri planlanarak afet yönetimi sistemleri geliştirilmektedir. Taşkın konusunda iyileştirme yöntemi olarak sayılan yapısal olmayan bir diğer yöntemdeyse; halk taşkın neden olduğu, taşkın anında ve sonrasında nasıl davranılması gerektiği konusunda eğitilmelidirler. Yeniden yapılanma konusunda sosyal, ekonomik, çevresel, teknik, idari ve kanuni ölçütler dikkate alınmalıdır (SYGM, 2017).

1.3. Son Yıllarda Çarşamba Çayı'nda Yaşanılan Taşkın

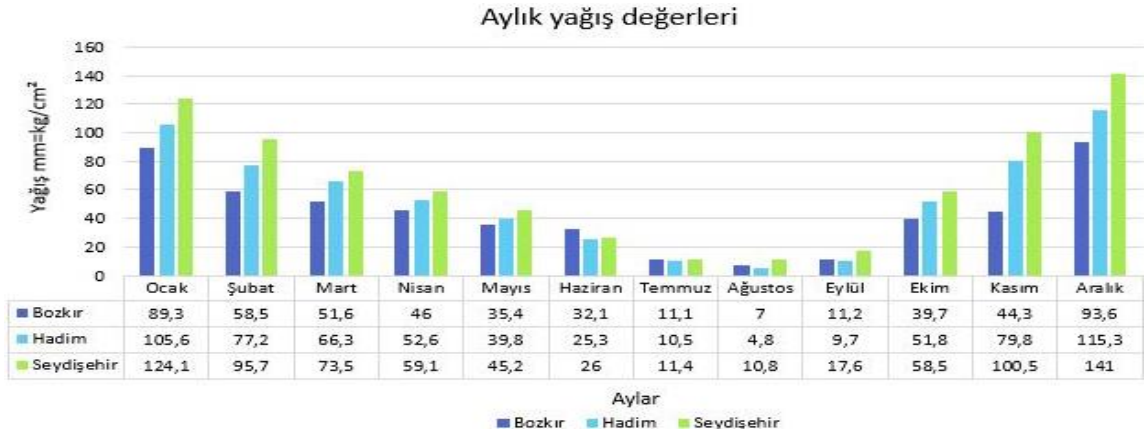
Akdeniz ikliminin etkisi ile çalışma alanımıza düşen yağışlar zaman zaman Çarşamba Çayı'nda taşkınlar oluşturmuştur. 2008, 2010, 2012 ve 2017 yılları arasında taşkın oluşmuştur. Şekil 1.19'da 2017 yılında yapılan ıslah çalışmalarına rağmen Çarşamba Çayı taşma noktasına geldiği görseller verilmiştir (URL-13).



Şekil 1.19. 2017 yılında Çarşamba Çayı üzerindeki su durumu

Kaynak: URL-13

En şiddetli taşkın 15 Aralık 2010 tarihinde gerçekleşmiştir. Bu dönemde yüzeyde bulunan mevcut karın, havzaya düşen yağışlar sebebiyle aniden erimesi neticesinde taşkın meydana gelmiştir. 11 Aralık 2010 tarihinde, Seydişehir'de (rakım 1.131 m) kuvvetli (31,1 mm); Hadim'de (rakım 1.552 m) de çok kuvvetli (58 mm) yağış meydana gelmiştir. 12 Aralık 2010 tarihinde ise her iki merkezde de kuvvetli yağış gerçekleşmiştir (SYGM, 2017). Şekil 1.20'de Bozkır, Hadim, Seydişehir aylık yağış değerleri verilmiştir.



Şekil 1.20. Bozkır, Hadim, Seydişehir aylık yağış değerleri

Kaynak: SYGM (2017)

15 Aralık'da akım verileri, Bozkır Sorkun istasyonunda 01:30'da 60,8 m³/sn olarak pik debi yapan akım, 2,83 m³/sn olarak aralık ayı ortalamasından 30 kat daha fazladır. Pınarcık istasyonunda ise saat 05:00'da pik debi 73,1 m³/sn olarak belirlenen pik akım miktarı da 2,88 m³/sn olan aralık ayı ortalama akımından yaklaşık 25 kat daha fazladır. Taşkının yaşandığı 15 Aralık 2010 tarihinde 60,8 m³/sn'lik debi gerçekleşmiştir. Bu aşırı akımlar taşkına neden olmuştur (SYGM, 2017).

Konya Bozkır ilçesi Çarşamba Çayı'nda olan taşkın aşağıdaki nedenlerden dolayı olmaktadır.

- Kış ayında şiddetli yağın yağmurun, yerdeki mevcut karı eritmesi ile akım miktarının arttırması,
- Dere Kasabası dar bir vadi içine konumlanmış olup konut, yol ve diğer yapıların akarsu yatağını daraltması,
- Bozkır İlçe merkezi içerisinde bulunan akarsu kanalının süs amaçlı yapılan yapıların, suyun doğal akışını engellemesi,
- Bozkır ilçesi çıkışında sulama amaçlı regülatörün suyun doğal akışını engellemesi
- Çökelez Deresi üzerindeki bulunan menfez kesitlerinin yetersiz olması,
- Dar tarım arazilerinin sulanması ve/veya yer kazanma amacıyla dere yatağına (doldurulması vb.) müdahaleler,
- Bozkır ilçe merkezinde yer alan Muahede Köprüsü'nün günümüz ihtiyaçları sonrası daraltılarak taşkın anında gelen suyu taşınamaması sonucu yataktan taşmasıdır.

15 Aralık 2010 tarihinde yaşanan bu taşkından Bozkır ilçe merkezinde 70 konut ve işyeri, Dere Kasaba'sında 50 konut etkilenmiş ve 42 konutta taşkın sularını tahliye edebilmek için motopomplar kullanılmıştır. Akarsu üzerinde bulunan; 13 köprüden 5 tanesi yıkılmış, kalan 8 tanesi de hasar görmüştür. Bozkır-Sorkun karayolunun yaklaşık 1.000 m' lik kesiminin asfaltı taşkından tahrip olarak kullanılamaz hale gelmiştir. İçme suyu ve kanalizasyon şebekelerinde zarar vererek 630.237 TL hasar oluşturmuştur. Havza alanında kalan köy ve kasabalara ait sebze ve meyve bahçeleri, tahıl ve ağaçlık alanlardan oluşan 485 dekar tarım arazisi zarar görmüştür. Tarım arazileri taş, çakıl, mil vb. unsurlarla dolmuştur (SYGM, 2017).

1.4. Tezin Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmanın amacı; ıslah çalışması sonrasında, havzada meydana gelen taşkın ne kadarlık kısmında etkili olabileceğini belirlemek ve olabilecek can ve mal kayıplarını en aza indirgeyebilmek amacıyla tehlike ve tehlike seviyesi haritaları oluşturulmuştur. 1/1000 ölçekli halihazır haritalar üzerinden ArcMAP programları ile Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) oluşturulmuştur. HEC-RAS 5.0.7 (Hydrologic Engineering Center River Analysis System) programı ile hidrolik model oluşturulmuştur. İstatistik yöntemler kullanılarak elde edilen Yıllık Anlık Maksimum Akım (YAMA) değerleri kullanılarak 2, 5, 10, 25, 50, 100 ve 500 yıllık tekerrür debileri elde edilmiştir. Deterministik yöntemler kullanılarak 25, 50, 100 ve 500 yıllık tekerrür debileri elde edilmiştir. Taşkın tekerrür debilerinde deterministik yöntemlerden, DSİ sentetik birim hidrograf yönteminin kullanılacağı kararlaştırılmıştır. Manning pürüzlülük katsayıları, çalışma alanına bağlı olarak DSİ Modifiye Cowan yöntemi ile bulunmuştur. Bu veriler doğrultusunda hidrolik model oluşturulmuştur. Bir boyutlu modelleme sonucunda su yüzü profilleri oluşturulmuştur. İki boyutlu modelleme sonucunda da taşkın yayılım ve hız haritaları, derinlik haritaları ve taşkın tehlike seviyeleri haritaları oluşturulmuştur. Taşkın tehlike seviyeleri haritaları, Department for Environment Food and Rural Affairs (DEFRA) yöntemi kullanılarak ArcMAP ortamında üretilmiştir (Anonymous, 2006). Bu veriler doğrultusunda mevcut bulunan kesitlerin yeterli olup olmadığı, olası yıkıcı etkilerin meydana gelme zamanları ve büyüklükleri araştırılacaktır. Sonuçlar SYGM tarafından yapılan raporlarla karşılaştırılacaktır ve bazı önerilerde bulunulacaktır (Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2020). Bu tez çalışması yedi bölümden oluşmaktadır. Bunlar giriş, literatür araştırması, çalışma alanı, materyal, yöntem, uygulama ve bulgular, sonuçtur.

Giriş bölümünde; taşkın tanımı, taşkın çeşitleri, taşkın oluşma nedenleri, taşkın zararları ve yararları, dünyada yaşanan taşkın ve ıslah çalışmaları, ülkemizde yaşanan taşkın ve ıslah çalışmaları, taşkından korunma yolları, taşkın ekonomik etkileri anlatılmıştır. Ayrıca Çarşamba Çayı'nda farklı yıllarda yaşanan taşkınlar ve 2010 yılında meydana gelen taşkın bilançosu anlatılmıştır. Çalışmanın amaç ve kapsamına yer verilmiştir.

Literatür araştırması bölümünde; ülkemizde ve dünyada taşkın ile ilgili olarak HEC-RAS yazılımı ile yapılan çalışmalar kronolojik sıra ile ele alınmıştır.

Çalışma alanı bölümünde; çalışma alanı hakkında doğal, sosyal ve ekonomik faktörler hakkında bilgi verilmiştir.

Materyal bölümünde; çalışmada kullanılacak veriler hakkında bilgi verilmiştir.

Yöntem bölümünde; modelleme öncesi kullanılan yöntemler ve modelleme hakkında detaylı bilgiler verilmiştir.

Uygulama ve bulgular bölümünde; taşkın modellemesine ait bulgular verilmiştir. Taşkın modellemesi Q_{25} (25 yılda bir beklenen taşkın pik debisi, m^3/s), Q_{50} , Q_{100} , Q_{500} debisi için yapılmıştır. Bu debiler ile taşkın tehlike haritaları oluşturulmuştur.

Sonuç bölümünde; tez çalışmasının analiz sonuçları doğrultusunda sonuçlar yorumlanmış ve çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Artan nüfus, buna bağlı olarak doğan ihtiyaçlar ve küresel iklim değişikliğinden kaynaklanan taşkınlar, her yıl milyonlarca insanı olumsuz etkileyerek can ve mal kayıpları oluşturmaktadır. Taşkınların kontrole alınabilmesi ve önlenmesi amacıyla belirli yazılımlar geliştirilerek elde olan hidrolojik veriler doğrultusunda, belirli tahminler yapılarak taşkın risk ve yayılım haritaları oluşturulmaktadır. Bu programlar HEC-RAS, FLOW 3D, FLO-2D, MIKE11, MIKE21, ISIS, BASISN örnek olarak verilebilmektedir.

Bu bölümde HEC-RAS ve ArcGIS yazılımları kullanılarak taşkın modellemeleri, taşkın yayılım ve risk haritaları, taşkın zarar tahminleri ile ilgili olarak yapılan literatür çalışmaları özetlenmiştir.

2.1. Türkiye’de HEC-RAS ile Yapılan Çalışmalar

1994 yıllarından beri kullanılan HEC-RAS programı ile sadece bir boyutlu taşkın modeli hazırlanmaktadır. 2015 yılında yenilenen HEC-RAS 5.0 sürümü ile iki boyutlu taşkın modellemesi de yapılabilmektedir. Bu bölümde ülkemizde 1998 yılından 2020 yılına kadar HEC-RAS programı ile yapılan taşkın modellemelerinden kronolojik sıralama ile bahsedilmiştir.

Yazıcılar ve Önder (1998) tarafından ülkemizde ilk kez HEC-RAS yazılımı kullanılarak Bartın Çayı’nda taşkın anında suların yayılabileceği kısımlar belirlenmiştir. 1998 yılında Bartın merkezde meydana gelen taşkın su seviyesi ile araştırma analizlerine göre elde edilen su seviyelerinin oldukça yakın olduğu saptanmıştır.

Yurtal vd. (2003) tarafından Seyhan nehri üzerindeki köprülerden dolayı meydana gelen kabarmalar HEC-RAS programı modellenerek su yüzü profili oluşturulmuştur. Çalışmalardan elde edilen verilerle, DSİ’nin 1980 senesinde nehir üzerinde bulunan Taş Köprü ve Girne Köprüsü membasındaki kabarmaların birbirine benzer olduğu belirlenmiştir.

Kaleyci (2004) tarafından Karadeniz Bölgesinde yer alan Değirmendere Havzası’nda taşkın tahmin hesapları yapılmıştır. Birim hidrograf ve istatistikî yöntemler kullanılarak hesaplar yapılmış ve su yüzey kotları, taşkın altında kalabilecek alanlar tespit edilmiştir. Q_{500} , Q_{1000} , Q_{10000} tekerrür taşkın debileriyle HEC-RAS yazılımı kullanılarak model oluşturulmuştur.

Onuşluel (2005) tarafından İzmir’de bulunan Bostanlı Havzası’nda taşkın alanlarının belirlenmesi için CBS yöntemi ve HEC-RAS hidrolik modeli kullanılmıştır. CBS sistemi ile taşkın yatağı belirlenmiştir. HEC-RAS yazılımı ile kritik alanlarda kararlı ve kararsız akım modelleri oluşturulmuştur. HEC-HMS ile taşkın pik debileri ve taşkın hidrografları oluşturularak, HEC-RAS programında aktarılarak su derinlikleri hesaplanmış ve ArcView programına aktarılmıştır. Taşkın altında kalan alanlar belirlenmiştir.

Özdemir (2007) tarafından Balıkesir üzerinde Havran ayı Havzasında meydana gelebilecek taşkın risk analizleri, CBS, HEC-GeoRAS ve HEC-RAS programları kullanılarak yapılmıştır.

Gül vd. (2009) tarafından İzmir Bostanlı Havzasında taşkın anında su altında kalan alanları belirlemek ve Bostanlı Barajı’nın potansiyel performansını değerlendirmek amacı ile yapılan bu çalışmada, CBS ve HEC-RAS yazılımı kullanılmıştır. Oluşturulan modelde barajın debisi (68,9 m³/sn, 158,7 m³/sn), barajın inşaatında planlanan debiye (65,5 m³/sn, 150,7 m³/sn) göre daha fazladır. Bu durumun barajın genel taşkın önleme performansını çok az etkilediği gözlemlenmiştir.

Kara (2009) tarafından su yüzeyindeki değişimlere bağlı olarak yapılan deneysel açık kanal sistemi ve üzerinde bulunan değişik açıklık ve kesitlere sahip dikdörtgen kesitli köprüler inşa edilmiştir ve HEC-RAS programı ile kesitler modellenmiştir. Bu deneysel çalışma ve oluşturulan modelle su yüzey profilleri karşılaştırılmış ve uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Düden (2010) tarafından Darıdere Barajının kısmi ve tedrici yıkıldığı göz önüne alınarak oluşturduğu taşkın sonrasında ortaya çıkan su yüzü profili HEC-RAS yazılımı kullanılarak belirlenmiştir.

Uçar (2010) tarafından Trabzon Değermendere Havzası, CBS sistemi ve HEC-RAS programı kullanılarak taşkın risk haritaları oluşturulmuş, risk belirlenen alanlarda yapısal ve yapısal olmayan önerilerde bulunulmuştur.

Özdemir (2011) tarafından Çanakkale okal Barajı ökme ve taşkın analizleri için HEC-RAS programı kullanılmıştır. Yapılan analizler doğrultusunda baraj çökmesi sonucunda taşkın alanları belirlenmiştir.

Tuncer (2011) tarafından İstanbul Küçükçekmece’de bulunan Nakkaş deresinin taşkın analizleri yapılmıştır. HEC-RAS programı standart adım yöntemi ve Manning formülü kullanılarak analiz edilmiştir.

Çitgez (2011) tarafından Düzce Kaynaşlı Deresi ve Kuru Derelerin kesitleri ve tekerrür debileri ile HEC-RAS modelinde tanımlanmış ve kesitlerden geçebilecek maksimum debi miktarı hesaplanmıştır.

Doğan ve Ark. (2013) tarafından Aşağı Sakarya Nehri’nde taşkın yayılım haritasını elde etmek amacıyla bölgede olası taşkın durumunu ve olası baraj yıkılması durumunda risk analizleri yapılmıştır. Bölgeye Q_{100} yıllık taşkın debileri HEC-RAS programına aktararak taşkın anındaki su yüzey seviyeleri ve taşkın alanları gösterilmiştir.

Efe (2014) tarafından Batman ili üzerinde bulunan Batman Çayı’nın taşkın analizleri HEC-RAS programında yapılmıştır. Su yüzey profilleri oluşturularak, DSİ tarafından yürütülmüş ıslah çalışmaları kesitinin yeterli olacağı belirlenmiştir.

Geyikli (2015) tarafından Malatya’da Derme Deresi üzerinde olası taşkın durumunu incelemiştir. CBS, HEC-RAS ve HEC-GeoRAS yazılımları ile su yüzü kotları belirlenerek, taşkın risk haritaları saptanmıştır.

Türkkan ve Korkmaz (2015) tarafından Bursa Kaplıkaya Deresi’nde HEC-RAS programı ile farklı akımlar oluşturularak taşkın durumu incelenmiştir.

Üyüküoğlu (2015) tarafından Ilica Deresi’nde olası taşkın durumunda HEC-RAS programı kullanılarak mevcut güzergahın ve kesitin yeterli olup olmadığı araştırılmıştır. Taşkın alanları ve su yüzü profilleri oluşturulduktan sonra mevcut kesitlerin yeterli olmadığı anlaşılmıştır. Yeni kesit belirlenerek oluşturulan güzergâh doğrultusunda analizler yapılarak taşkın riski ortadan kaldırılmıştır.

Yaylak (2016) tarafından Bitlis Çayı olası taşkın durumunu incelemek amacı ile çalışma alanı ArcGIS programıyla sayısallaştırılarak, HEC-GeoRAS programında analiz edilmiştir. Analizler sonucunda belirlenen su yüzü profilleri ile taşkın yayılım haritası belirlenmiştir.

Ersoy (2017) tarafından Manisa'da Gediz Nehri'nin bir kolu olan Kızıldere Dere'sinin taşkın tekerrür debileri Mockus yöntemi ile hesaplanmıştır. HEC-RAS programı ile oluşturulan hidrolik modelin analizine göre Q_{100} , Q_{500} ve Q_{1000} durumunda meydana gelecek taşkın alanları saptanmıştır.

Uslu vd. (2018) tarafından Samsun'da 2012 yılında Mert Irmağı ve Yılanlı Dere'de olan taşkın can-mal kayıplarına neden olduğundan, çalışma alanı olarak belirlenmiştir. HEC-GeoRAS ve HEC-RAS yazılımları kullanılarak taşkın risk haritaları oluşturulmuş ve 2014 yılında yapılan ıslah çalışmalarının yeterli olup olmadığı hakkında tespitler yapılmış ve önerilerde bulunulmuştur.

Üçüncü (2018) tarafından Kırıkkale'de bulunan Karadere ve Hodar Deresi Havzası'nın DSİ Sentetik ve Mockus metotları ile tekerrür taşkın debileri hesaplanmıştır. Bulunan pik debiler HEC-RAS programında mevcut kesitlerle modellenerek analiz edilmiştir. Çalışmada halihazırda bulunan kesitlerin yetersiz olduğu saptanmıştır.

Hırca (2018) tarafından Sakarya ili içerisinde Küçücek Sanayi Bölgesi üzerinden geçen Küçücek Dere'sini ArcGIS ile nehir, kıyı şeritleri, akış yolları ve en kesitler belirlenmiştir. Bu veriler HEC-RAS programına aktararak taşkın yayılım-risk haritaları belirlenmiştir.

Keçik (2019) tarafından Kahramanmaraş ilinin Türkoğlu ilçesi üzerinde bulunan İmalı Deresi'nden alınan haritalar AutoCAD Civil 3D programında sayısallaştırılarak dere güzergâhı oluşturulmuştur. Q_{100} , Q_{500} , yıllık tekerrür debileri HEC-RAS ile hidrolik modeller oluşturularak su yüzü profili ve taşkın haritaları oluşturulmuştur.

Kuşoğlu (2019) tarafından Kahramanmaraş'ta Göksun ilçesinde bulunan Törbüzek Çayı'nda taşkın yayılım alanının elde edilmesi için Q_{100} , Q_{500} , yıllık tekerrür debileri HEC-RAS programı ile modellenerek su yüzü profili ve taşkın yayılım haritaları oluşturulmuştur.

Demir (2020) tarafından Samsun havzası Mert Irmağı üzerinde Q_{50} , Q_{100} , Q_{500} ve Q_{1000} yıllık tekerrür debileri, bir ve iki boyutlu hidrolik modellerde kullanılarak taşkın alanları ve taşkın zararları tespit edilmiştir. Bir ve iki boyutlu hidrolik hesapları yapan HEC-RAS ve iki boyutlu hidrolik hesap yapan FLO-2D programı ile yapılan taşkın modelleri

ile taşkın risk ve tehlike haritaları oluşturulmuştur. Taşkın risklerine ait zarar hesaplamaları yapılmıştır.

2.2. Dünya’da HEC-RAS ile Yapılan Çalışmalar

Bu bölümde uluslararası literatürde yer alan önemli çalışmalar incelenmiştir. 1994 yılından 2018 yılına kadar HEC-RAS programı ile yapılan taşkın modellemelerinden kronolojik sıralama ile bahsedilmiştir.

Beavers (1994) tarafından CBS ve hidrolik modellemeyi birlikte çalıştıran ilk çalışma yapmıştır. Bu çalışmada ArcGIS ve HEC-RAS kullanımı ile iki boyutlu model arasında en iyi sonuçları veren iki program arasındaki uyum HEC-GeoRAS ile sağlanmıştır. Bu çalışmayla, su yönetimi bölgeleri önem kazanmış ve uzmanlar tarafından yaygın olarak kullanılabilir hale gelmiştir.

Knebl vd. (2005) tarafından ani taşkınların çok sık yaşandığı ABD Orta Teksas bölgesinde, San Antonia Nehri’ni çalışma alanı olarak belirlenmiştir.2002 yazında yaşanan taşkın çerçevesinde NEXRAD seviye III yağış, GIS ve bir hidrolojik modeli HEC-HMS / RAS entegre eden bölgesel ölçekli taşkın modellemesi için kullanılmıştır. Bu çalışmanın sonuçları, bölgesel ölçekte taşkın hidrolik tahminleri için bilgi sağlayarak gelecekteki modellemelere fayda sağlayacaktır. Bu bölgesel ölçekli model San Antonio Nehir Havzası için tasarlanmış olsa da ülkenin diğer bölgelerindeki model uygulamaları için bir prototip olarak kullanılabilir.

Yang vd. (2006) tarafından Kanada Ottawa bölgesinde güney nehir alt havzası Bear Brook’ta HEC-2 programında buldukları su yüzey profillerini HEC-RAS programına aktararak, CBS ile yeniden yapılandırılarak nehir ağı ve taşkın bölgeleri değişmeyen akımlarda su yüzey profilleri elde edilmiştir.

Hardmeyer ve Spencer (2007) tarafından Amerika Birleşik Devletleri, New England bölgesinde yer alan Rhode Adası’nda taşkın bölgelerini belirlemek amacı ile CBS yazılımlarıyla taşkın risk haritaları üretilmiştir. Çalışma sonucu doğrultusunda bölge için olası taşkın zararları belirlenmiştir. Kentleşme bu hızla devam etmesi durumunda ve herhangi taşkın önleme çalışma yapılmaması durumunda yıllık taşkın hasarlarının %50’ye kadar artabileceği saptanmıştır. Güvenli alanda kalınması için konut yerleşimleri için öneride bulunulmuştur.

Sole vd. (2007) tarafından İtalya, Basilicata bölgesinde bulunan ana nehir kolu üzerinde MIKE11, MIKE21 ve HEC-RAS programları kullanılarak, Q_{30} , Q_{200} ve Q_{500} debileri ile su yüzeyi profilleri oluşturulmuş ve CBS yardımı ile risk haritaları oluşturulmuştur. Çalışmada kullanılan farklı hidrolik modeller ile elde edilen taşkın risk haritalarının ayrıcalıkları ortaya konulmuştur.

Sheffer vd. (2008) tarafından Fransa'da Gardon Irmağı'nda geçen 500 yıl boyunca havzada radyo-karbon birikimi ve jeolojik katmanların beraberinde en az 5 büyük taşkın yaşandığı HEC-RAS programı ile analiz edilmiştir. Yaşanılan bu taşkınlar ile en az üçünün $6.850-7.100 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik debiye, en az iki taşkında ise $8.000 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik debiye sahip olduğu belirlenmiştir. 21 kişinin hayatını kaybettiği, 2002 yılı Eylül ayında yaşanan taşkında nehirde su seviyesinin 3 metreyi bulduğu gözlemlenmiştir. Jeolojik ve hidrolik araştırmalar ile elde edilen veriler doğrultusunda kayıtlarda bulunan 2002 yılında yaşanan taşkınım bölgede yaşanan en büyük taşkın olmadığı ve geçmişte daha büyük taşkınlar yaşanıldığı tespit edilmiştir.

Shrestha vd. (2010) tarafından Nepal'de bulunan Sun Koni Nehir Havzası buzul gölü patlamasına karşın, taşkın riski (GLOF) değerlendirilmesi yapılmıştır. Analiz için BOSS-DAMBRK, HEC-GeoRAS, ve HEC-RAS programları kullanılmıştır. Analiz sonucunda, GLOF'un 950 ha arazi ve alt yapıyı yüksek oranda etkilediği belirlenmiştir. GLOF etkisinde oluşan ekonomik risk yaklaşık olarak 197 milyon ABD doları olarak tahmin edilmiştir.

Hittle (2011) tarafından Crawford şehri, Cochran Borough bölgesine bağlı tortu birikiminden kaynaklanan, taşkınların yaşandığı Wymans Run deresi incelenmiştir. ABD Jeolojik Araştırma Çok Boyutlu Yüzey Suyu Modelleme Sistemine (MD-SWMS) dahil edilen hidrodinamik model, Akış ve Tortu Taşınması ve Kanal Morfolojik Evrimi (FaSTMECH), Wymans Run'daki veriler kullanılarak, kayma gerilimi ve hızı tahmin etmek için kullanılmıştır. HEC-RAS programı ile tahmin edilen kayma gerilmesi ve hız değerleri akış aşağı taşınan çökeltinin dere yatağında birikebileceği alan belirlenmek için kullanılmıştır. Köprü genişletme, kanal genişletme ve köprüden yukarı akış dahil olmak üzere köprüdeki tortu miktarının azaltmak için olası mühendislik çözümleri inceleme senaryoları FaSTMECH modeli kullanılarak görselleştirilmiştir. Her bir senaryo, su

yüzeyi yüksekliği, sınır kesme gerilimi ve hız üzerindeki potansiyel etkiler açısından değerlendirilmiştir.

Ghanbarpour (2012) tarafından Kuzey İran'daki Zaremroud Nehri üzerinde sabit ve değişen akım için su seviyesini belirlemek için GIS analizi MCDA yöntemiyle birlikte HEC-RAS modeli oluşturulmuştur. 4 farklı boyutlarda çeşitli kanal modelleri beraberinde bölgede optimum taşkın azaltma ve önlemlerinin ne olması gerektiği araştırılmıştır. Q_{50} ve Q_{100} yıllık sel baskın alanları ve derinlikleri çevresel ve ekonomik etkiler açısından, bölgede yapısal ve yapısal olmayan önlemler konusunda çıkarımlarda bulunmuşlardır.

Walsh ve Miskewitz (2013) tarafından artan ortalama deniz seviyesinin gelgit kapısının akış yukarı taşmasını önleme yeteneği üzerindeki etkisini simüle etmek için mevcut gelgit yapısını ve ABD New Jersey Meadowlands'daki drenaj alanları HEC-RAS ve HEC-HMS yazılımları ile modellenmiştir. Yağış fazlalığını kara akışına ve kanal akışına dönüştüren bir yağış-akış modelinden HEC-HMS ve HEC-HMS türevi hidrograflarına dayalı nehir kanalı ağı üzerinde dengesiz durum akışını oluşturan model HEC-RAS ile oluşturulmuştur. CBS sistemi ile yakın zamanda geliştirilen harita ile haritalandırılmıştır. Model tahminleri, deniz seviyesindeki yükselişin gelgit kapısı etkinliğini azaltacağına ve daha uzun süreli ve daha derin sel olaylarına neden olacağı saptanmıştır. Sonuçlar, bu yerel alan için deniz seviyesindeki yükselişin gelgit kapısı etkinliğini azaltacağına ve bu yerel alan için deniz seviyesi yükselmesinde kritik nokta olduğunu, bunun ötesinde taşkın senaryolarının önemli ölçüde kötü hale geldiği ve yaşam standardı ve en yoğun nüfuslu gruplardan birinde iş yapabilme yeteneği üzerinde önemli ölçüde olumsuz bir etki olacağını göstermektedir.

Sönmez (2013) tarafından Amerika'da Washington eyaletinde bulunan Cedar Nehri'nde çeşitli taşkın tekerrür debileri, HEC-RAS programı ile bir boyutlu model, MikeFlood programı ile bir boyutlu ve iki boyutlu olarak modellenmiştir. 2007 yılında gerçekleşen taşkın verileri ile model kalibre edilmiştir. 5, 10 ve 30 m çözünürlüğe sahip SYM çalışmada kullanılmıştır. Çalışma analizleri sonucunda Waverly şehrinde 100 yıllık bir taşkın meydana gelmesi halinde taşkın risk planı oluşturularak zararın en aza indirgenmesi amaçlanmıştır.

Boudaghpour vd. (2014) tarafından İran'ın Kerman eyaletindeki Halilrood su toplama alanındaki taşkın bölgesini belirlemek ve taşkın alanının çevresel etkilerini tespit etmek

amacı ile yapılmıştır. Halilrood su toplama alanındaki taşkın bölgesinde haritalama teknikleri kullanılmıştır. Çalışmada ArcGIS 9.3, ArcView 9.x, HEC-GeoHMS4.2.92, HEC-HMS 3.3, HEC-RAS 3.1.3, HEC yazılımları kullanılmıştır.

Abdelbasset vd. (2015) tarafından Fas'ın kuzeyinde yer alan Ouergha Nehri üzerinde taşkın için hidrolik modelleme çalışmaları HEC-RAS, CBS, HEC-GeoRAS programları kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda; son zamanlarda gözlenen aşırı yağışların alanda bulunan AL Wahda Barajı'nın varlığına rağmen yaşanabilecek taşkınların yıkıcı etkiler meydana getirebileceği belirtilmiştir.

Derdous vd. (2016) tarafından Cezayir'de bulunan beton bir baraj olan Zardezas Barajı'nın potansiyel başarısızlıklarından kaynaklanan riskleri değerlendirmek amacı yapılmıştır. CBS entegrasyonuna dayalı HEC-GeoRAS ile dijital yükseklik modelinden geometrik bilgiler elde edilmiştir. Baraj yıkılması akış simülasyonu HEC-RAS ile yapılmış, CBS sistemi ile su derinliği ve akış hız haritalarına bağlı taşkın tehlike haritaları oluşturulmuştur. Bu haritalara göre Zardezas Barajının potansiyel durumu ve olası tehlike durumu can ve mal kayıpları tahmini ele alınmıştır.

Farid vd. (2017) tarafından Endonezya'da Güney Sumatera eyaletinde bulunan başkent olan Palembang şehrinde bulunan Musi Nehir Havzası'ndan taşkın için tehlike oluşturmaktadır. Çalışmada Palembang şehrinin taşkın tehlike haritaları HEC-RAS 5.0 ile iki boyutlu model kullanılarak geliştirilmiştir. Taşkın modelinde Musi Nehir Havzası'nın 21 alt havza bulunmaktadır. Taşkın tehlikesi düzeyi, genel olarak afet risk değerlendirmesine ilişkin kılavuz hakkında 2012 yılında BNPB 2 nolu genel yönetmeliğe aittir. 25 yıllık taşkın getiri sonucu, 112,47 km² alan su altında kalmış, 14 alt havza yüksek tehlike seviyesinde sınıflandırılmıştır. Tehlike haritasının risk değerlendirmesi için bölgede kullanılması beklenmektedir.

Bhootha ve vd. (2018) tarafından Gujarat'ın eski başkenti Ahmedabad şehrinin olası bir taşkında sular altında kalan alanı tahmin etmek ve alçak alanları belirlemek için HEC-RAS yazılımı ile iki boyutlu hidrolik modelleme yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, taşkın sırasında alçak alanlar belirlenerek, bölgeden insanları tahliye etmek için önemli bilgiler sağlayacaktır.

3. ÇALIŞMA ALANI

Bir bölgenin taşkın durumu incelenirken, o bölgeye ait coğrafi bilgilerin (konum, topografya, iklim, toprak durumu vb.) iyi bilinmesi yapılan analizin gerçeklik potansiyelini arttırmaktadır. Bu bağlamda bu kısımda çalışma alanına ait doğal, sosyal-ekonomik etkenler hakkında bilgi verilmiştir.

3.1. Doğal Faktörler

3.1.1. Coğrafik Konum

Konya'nın Bozkır ilçesi kuzeyde $37^{\circ} 18' 3''$, güneyde $37^{\circ} 8' 5''$ boylamında ve doğuda $32^{\circ} 5' 0''$, batıda $32^{\circ} 4' 0''$ enleminde bulunmaktadır ve Şekil 3.1'de harita üzerinde gösterilmiştir. Çarşamba Çayı, 16 numaralı Konya Kapalı Havzası'nın güneybatısında yer alır. Bozkır İlçesi'nin içinden geçerek Çumra Ovası'na ulaşır. Konya ili Bozkır ilçesinde bulunan Çarşamba Çayı kaynağını, Orta Toros Dağları'nın en batısını oluşturan ve yer yer 2500 metre yüksekliğe sahip Geyik Dağları'ndan almaktadırlar (DSİ 4. Bölge Konya, 2011).



Şekil 3.1. Türkiye haritasında Konya ili, Bozkır ilçesinin konumları

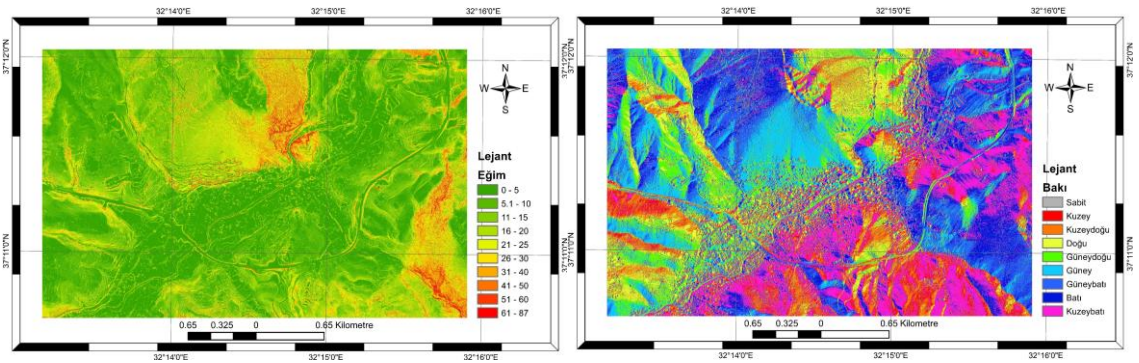
Etüt alanı, 1/25000 ölçekli Konya-N28-d1, d2 ve c1 paftaları içerisinde yer almaktadır. (DSİ 4. Bölge Konya) Bozkır ilçe merkezi Konya il merkezine 129 km, Bozkır ilçe merkezine Çağlayan kasabası 6 km, Dere kasabası 9 km, Sorkun kasabası 15 km mesafededir. Bozkır ilçe merkezinden Konya il merkezine ve kasabalara ulaşım asfalt bir yolla sağlanmaktadır (DSİ 4. Bölge Konya, 2011).

3.1.2. Topografya

Topoğrafyanın etkisi ile suyun zemin yüzeyindeki akış hızı ve zemindeki süzülme miktarı taşkını etkileyen en önemli faktörlerdendir. Havzanın eğiminin yüksek olması akım hızını artırırken, havzanın eğiminin düşük olması akış hızını azaltmaktadır (Özdemir, 1978). Yüksek eğimli alanların mansabında akım fazla olacağından, düşük kotlarda kalan yerleşim yerleri taşkın tehlikesi ile karşı karşıyadır. Taşkın hacimleri aynı eğimleri farklı iki havzada, eğimi fazla olan havzada taşkın debisi daha büyük olduğundan pike ulaşma süresi ve taşkın süresi daha kısadır (Ward ve Stanley, 2004).

Eğim yüzünün baktığı yönü belirleyen bakı etkisiyle, güneşten alınan ısı miktarına bağlı olarak terleme, buharlaşma ve erime de taşkını etkileyen faktörlerdendir. Konum olarak kuzey yarım kürede bulunan Türkiye’de kuzeye bakan yamaçlara, yağış daha fazla düşmektedir. Güneye bakan kısımlarda ise buharlaşma fazla ve su miktarı azdır. Bu nedenle kuzeye bakan yamaçların fazla yağış alması sonucunda taşkın oluşum olasılığı artmaktadır (Özdemir, 1978).

Nüfus artışı ve artan nüfusun ihtiyaçlarının artması doğrultusunda, yerleşim alanlarının artması, yetersiz alt yapı ve üst yapı koşulları, taşkın sahasında yanlış imar uygulamaları, mevcut bitki örtüsünün bozulması ve arazi kullanımı nedeniyle yağış doğrudan akışa geçerek taşkın etkilerini ve sayılarını arttırmaktadır. Şekil 3.2’de SYM üzerinden ArcGIS yazılımı ile çalışma alanına ait eğim ve bakı haritaları sırası ile verilmiştir.

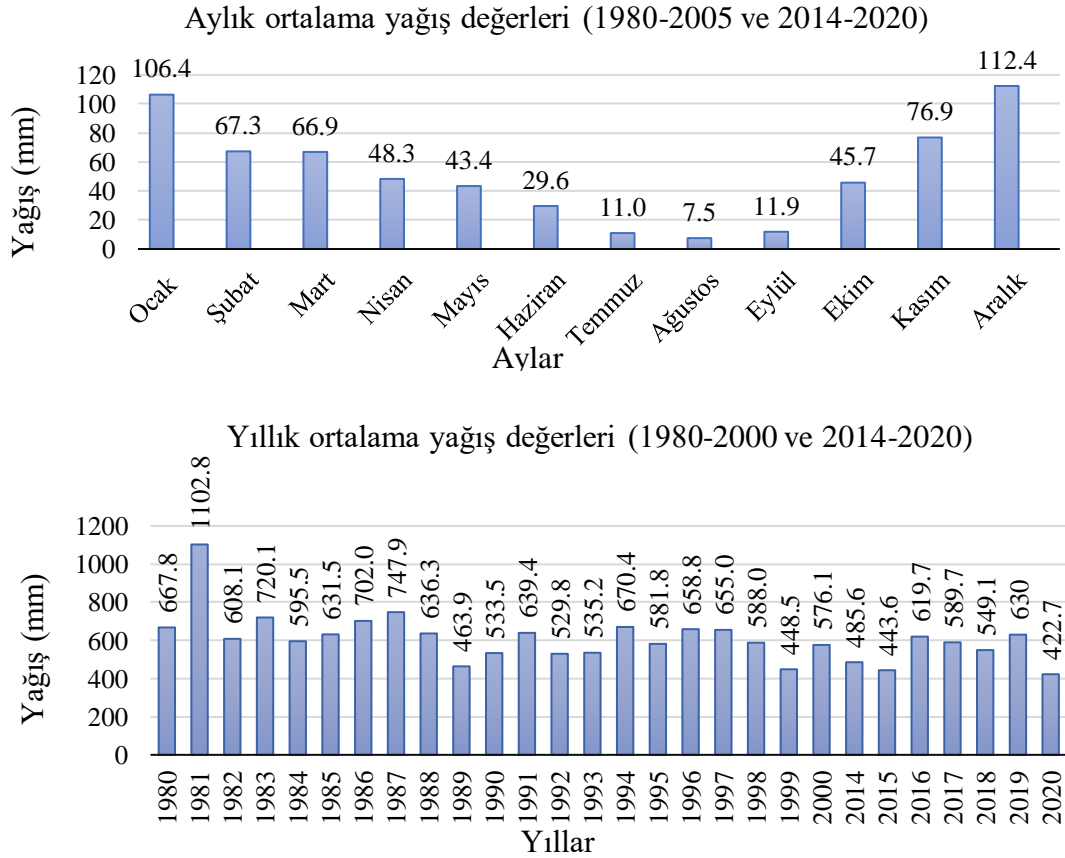


Şekil 3.2. Çalışma alanına ait eğim ve bakı haritaları

Bozkır ilçe merkezi ile Çağlayan, Dere, Sorkun kasabaları yerleşim ve tarım alanlarında taşkınlara neden olan Çarşamba Çayı ve yan kollarının tabii yatakları, taşkın debilerini geçirecek kapasite değildir. Yağış alanı membaya doğru yükselen, genelde dağlık arazilerden oluşmaktadır. Çarşamba Çayı’nın eğimi yüksek olan yukarı havzasından kaba rüsubat (taş, çakıl vb.) gelmekte, eğimin az olduğu kesimlerde ise ince rüsubat (mil vb.)

3.1.4. Yağış

Büyük ölçüde Akdeniz yağış rejimi etkisinde olan Bozkır ilçesi ve yakın çevresinde yazlar kurak, kışlar kar ve sulu karlı şekilde geçmektedir. Bozkır ilçesinde yıllık ortalama yağış 627,3 mm olarak tespit edilmiştir. Yıllık yağış miktarının; %45,61 kış aylarında, %25,28 ilkbahar aylarında, %7,67 yaz mevsiminde, %21,44 sonbaharda aylarında almaktadır. Yıllara göre en çok yağış 1981 yılında 1.102,8 mm, en az yağış ise 2020 yılında 422,7 mm yağış düşmüştür. Şekil 3.4'te bölgeye ait aylık ve yıllık yağış değerleri verilmiştir (DMİ, 1980-2021 yılları arasında). Yıllık yağış değerleri zamanla düşmüştür. Bölgede yaşananlar taşkınlar ani yağıştan kaynaklanmaktadır.



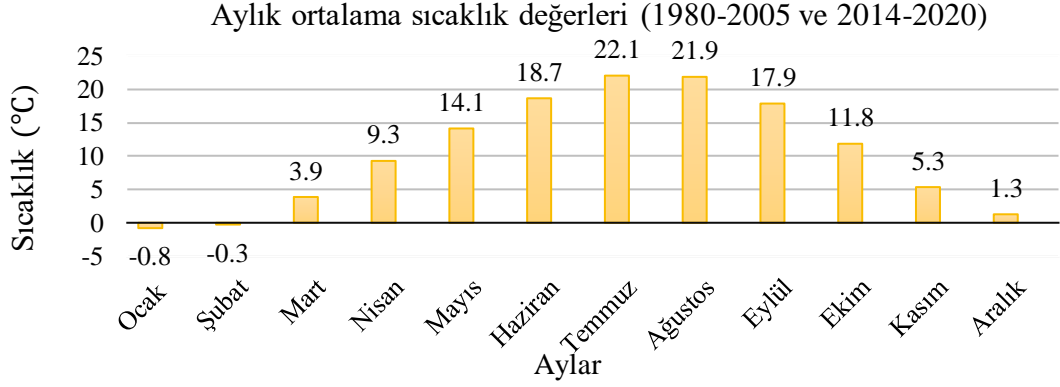
Şekil 3.4. DMİ Konya Bölge Müdürlüğü bölgeye ait yağış değerleri

Kaynak: DMİ (1980-2021 yılları arasında)

3.1.5. Sıcaklık

Bozkır ilçesi ve yakın çevresinde uzun yıllar (1980–2005 ve 2014-2020 yılları arasında) mevsimlere göre sıcaklık ortalamalarının dağılımı incelendiğinde sıcaklıkların en yüksek

olduğu mevsim yaz mevsimi olarak belirlenmiştir. Sıcaklık ortalamaları; kış mevsiminde 0,01°C, ilkbaharda 9,1°C, yaz mevsiminde 20,9°C sonbaharda ise 11,67°C 'tir. Bozkır ilçesinin yıllık ortalama sıcaklık değeri 10,43°C olarak belirlenmiştir. Şekil 3.5'te bölgeye ait sıcaklık değerleri verilmiştir (DMİ, 1980-2021 yılları arasında).

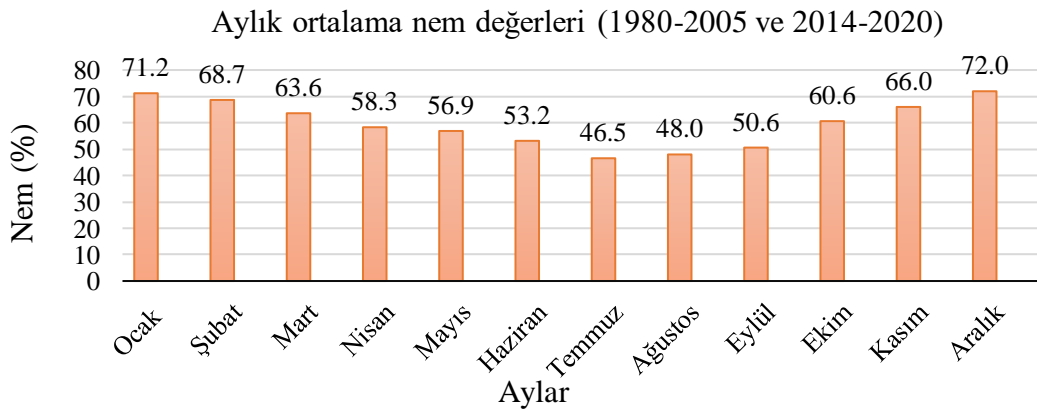


Şekil 3.5. DMİ Konya Bölge Müdürlüğü bölgeye ait sıcaklık değerleri

Kaynak: DMİ (1980-2021 yılları arasında)

3.1.6. Nem

Bozkır ilçesi ve yakın çevresinde yıllık ortalama bağıl nem oranı %58,1 olarak belirlenmiştir. Bu değere göre Bozkır orta derece nemli bölge konumundadır. Bağıl nemin en yüksek olduğu ay %72,0 ile aralık, en düşük olduğu ay ise %46,5 ile temmuz ayıdır. Şekil 3.6'da bölgeye ait nem değerleri verilmiştir (DMİ, 1980-2021 yılları arasında).

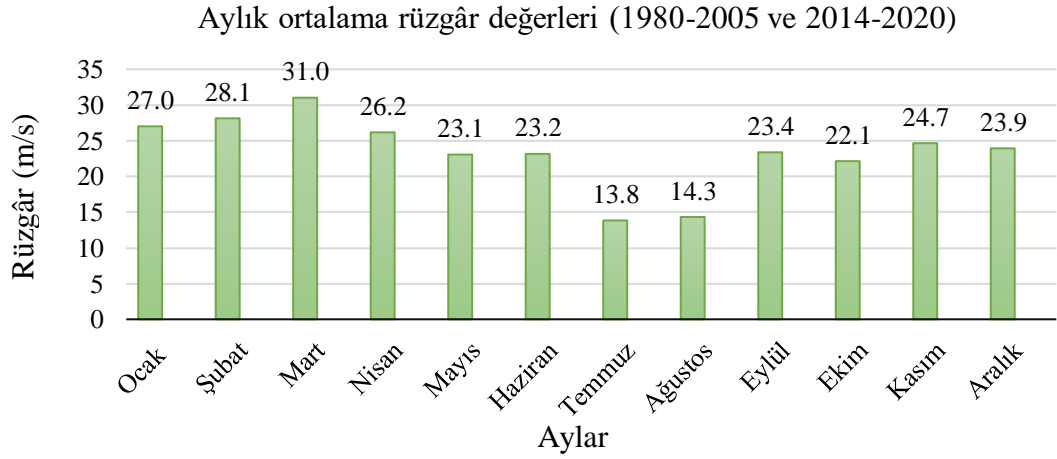


Şekil 3.6. DMİ Konya Bölge Müdürlüğü bölgeye ait nem değerleri

Kaynak: DMİ (1980-2021 yılları arasında)

3.1.7. Rüzgâr

Bozkır ilçesi ve yakın çevresinde güney başlangıçlı rüzgarlar mevcuttur. Güneybatı (SW) yönlü lodos hakimdir. Rüzgârın en şiddetli olduğu mart ayında 31 m/sn en düşük olduğu temmuz ayında ise 13,8 m/sn olarak belirlenmiştir. Bölgede hâkim olan yıllık ortalama rüzgâr değeri 23,4 m/sn olarak bulunmuştur. Şekil 3.7’de bölgeye ait nem değerleri verilmiştir (DMİ, 1980-2021 yılları arasında).



Şekil 3.7. DMİ Konya Bölge Müdürlüğü bölgeye ait rüzgâr değerleri

Kaynak: DMİ (1980-2021 yılları arasında)

3.2. Sosyal ve Ekonomik Faktörler

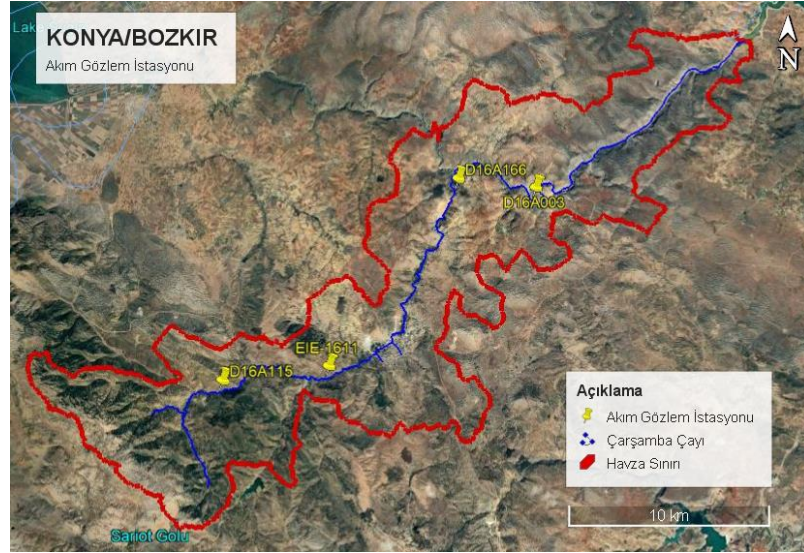
İsauralılar Romalılar, Bizanslılar, Selçuklular, Beylikler ve Osmanlı imparatorluğu gibi medeniyetlerin geçmişte bıraktığı izlerden dolayı tarihi ve kültürel eserleri oldukça çoktur. Bunlar Zengibar Kalesi (isauralılar), Hisarlık Kasabası Camii (Osmanlı İmparatorluğu), Üçpınar Kurşunlu Camii (tahmini 1816 yılı), Bozkır Merkez Büyük Camii (tahmini 1869 yılı), Tarihi Köprü-Muahede köprüsü (Selçuklu dönemi)'dur. Ayrıca Tufan Deresi, Akçapınar, Dikilitaş, Hisarlık, Çat, Arslantaş, Babuşçu, Sarıot ve Tosun Taşı Yaylaları; dağcılık, sağlık ve spor turizmi alanında etkindir (Özkan, 2010).

Bozkır ilçe merkezinin nüfusu 7.358, Çağlayan Kasabası'nın 1.206, Dere Kasabası'nın 1.016, Sorkun Kasabası'nın ise 1.111'dir. Vatandaşın geçim kaynağını meyvecilik, bağcılık, sebzeçilik, hayvancılık ve arıcılık teşkil etmekte olup, bunun yanında tekstil ve bıçakçılık yapılmaktadır (DSİ 4. Bölge Konya, 2011).

4. MATERYAL

4.1. Akım Verileri

Çalışmamızda kullanılacak taşkın tekerrür hesaplarının bulunabilmesi için bölgedeki akım gözlem istasyonları, Şekil 4.1’de, Tablo 4.1’de ise istasyonların özellikleri verilmiştir.



Şekil 4.1. Akım Gözlem İstasyonları

Kaynak: Google-Earth (2021)

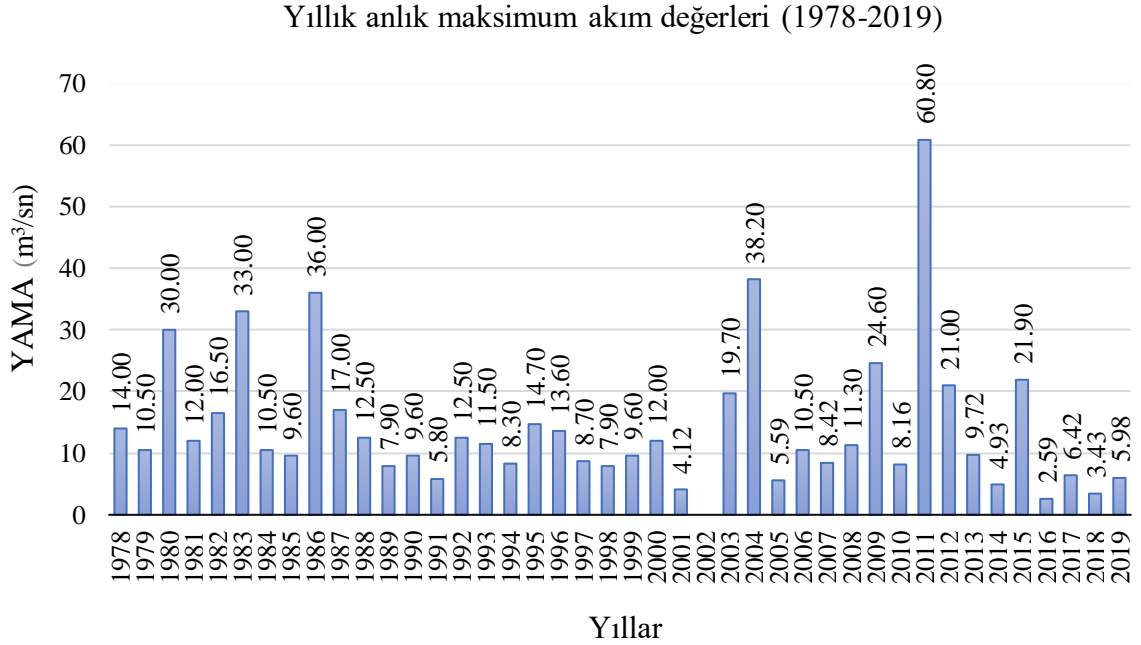
Tablo 4.1. İstasyonların özellikleri

İstasyon No	İstasyon Adı	Enlem (K)	Boylam (D)	Kot (m)	Yağış Alanı (km ²)	Gözlem Süresi
D16A115	Çarşamba S. Sorkun	37°9'56"	32°8'58"	1.150	84	1976-2019
D16A166	Çarşamba S. Pınarcık	37°15'47"	32°16'49"	1.125	343	1998-2015
D16A003	Çarşamba S. Mavi	37°15'34"	32°19'33"	918	6416	1941-2015
EIE1611	Çarşamba S. Bozkır	37°10'24"	32°12'34"	1.090	5882	1955-2011

D16A115 Numaralı Çarşamba S. Sorkun istasyonu (37°9'56"K, 32°8'58"D) Konya Seydişehir-Bozkır yolunun yaklaşık 2 km’den sonra solda bulunan Dereköy yolu üzerinden 3 km sonra, Sorkun yolunda bulunmaktadır. (Pafta N28-D2) Bu istasyon 1976 yılında DSİ tarafından kurulmuştur. 1976-2019 yılları arasındaki veriler DSİ Konya 4. Bölge Müdürlüğünden temin edilmiştir.

4.2. Yıllık Anlık Maksimum Akımlar

D16A115 Numaralı Çarşamba S. Sorkun istasyonuna ait YAMA değerleri Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2. D16A115 istasyonuna ait YAMA değerleri

Kaynak: DSİ (1980- 2021 yılları arasında)

Şekil 4.2 incelendiğinde 15 Aralık 2010’da meydana gelen taşkında Çarşamba Çayı üzerinde istasyonlardan, Bozkır Sorkun istasyonunda 1:30’da 60,8 m³/sn olarak pik debi yapan akım, 2,83 m³/sn olarak aralık ayı ortalamasından 30 kat daha fazladır. Yaşanılan taşkına neden olan akım 60,8 m³/sn’lik debi ile gerçekleşmiştir (SYGM, 2017).

4.3. Topografik Veriler ve Sayısal Yükseklik Modeli

Taşkın çalışmasının doğruluğu ve hassasiyeti elde edilen topografik verilerin yüzey model çözünürlüğü ile doğrudan alakalıdır. Taşkında kullanılacak haritalarda ölçek birimi önem taşımaktadır. 1/1000 gibi büyük ölçekli haritalarda bina, yol, arazi ve nehir yatak yapısı daha detaylı ve gerçekçi çözüm ortaya koymaktadır.

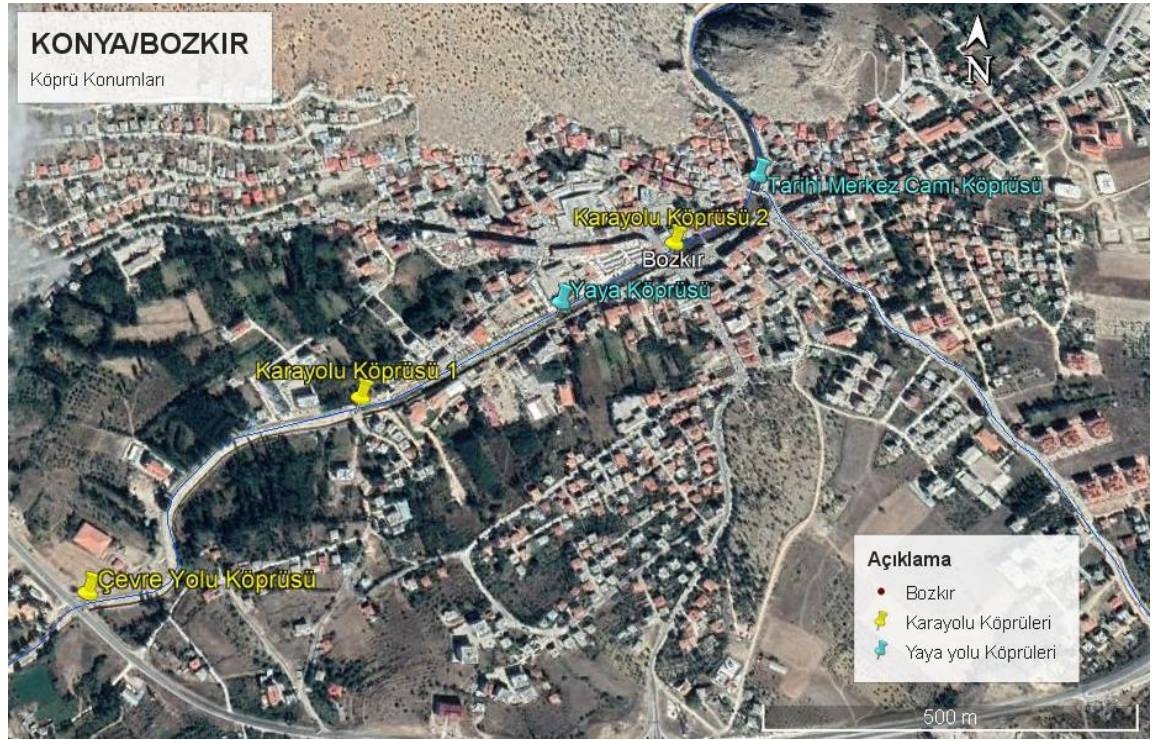
Halihazır haritalar, ArcGIS ve AutoCAD programları kullanılarak yapılan arazi çalışmalarına ek olarak harita üzerinde yer alan bina, yol, köprü gibi yapılarla birlikte sayısal yüzey modelleri elde edilmektedir.

Çalışmamızda Konya Büyükşehir Belediyesi İmar Müdürlüğü ve DSİ Konya 4.Bölge Müdürlüğü'nden bölgeye ait halihazır haritalar temin edilmiştir. Ek olarak SYGM'den bölgeye ait SYM (.shp) temin edilmiştir.

4.4. Sanat Yapıları

Bu çalışmada Konya ilçe merkezi, Bozkır ilçesi içerisinde bulunan Çarşamba Çayı incelenmiştir. Bu alan içerisinde Çarşamba Çayı üzerinde toplamda 5 adet köprü bulunmaktadır. Bu köprülerden 2 tanesi yaya köprüsü, kalan 3 tane köprü ise karayolu ulaşımında kullanılacak sanat yapılarıdır.

Çarşamba Çayı üzerinde bulunan karayolu köprüleri konumları sarı renkle, yaya yolu köprüleri konumları ise mavi renkle Şekil 4.3'te, köprüye ait karakteristik bilgiler ise Tablo 4.2'de verilmiştir. Köprüler **EK-1** ve **EK-5** arasında mevcut görüntüsü ve karakteristik özellikleri verilmiştir.



Şekil 4.3. Köprü Konumları

Kaynak: Google-Earth (2021)

Tablo 4.2. Çarşamba Çayı üzerindeki köprülere ait karakteristik bilgiler

Mevcut Köprüler							
Adı	Enlem (K)	Boylam (D)	Km	Köprü Üst Kotu (m)	Köprü Taban Kotu (m)	Köprü Tabla Genişliği (m)	Köprü Tabla Kalınlığı (m)
Çevre Yolu Köprüsü	37°11'73"	32°14'69"	6+665	1.141,9	1.140,9	17,20	1
Karayolu Köprüsü 1	37°11'71"	32°14'28"	6+100	1.136,35	1.135,55	14,35	0,8
Yaya Köprüsü	37°11'05"	32°14'96"	5+770	1.135,45	1.134,45	4	1
Karayolu Köprüsü 2	37°11'50"	32°14'90"	5+570	1.135,90	1.132,90	13,30	3
Tarihi Merkez Cami Köprüsü	37°11'44"	32°14'20"	5+385	1.133,05	1.133,95	4,70	0,9

Çarşamba Çayı'na ait kanal kesit bilgileri DSİ 4. Bölge Konya Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Trapez kanal kesiti olan bu kanalda, duvarlar taş duvar, taban ise doz beton şeklinde inşa edilmiştir. Kanal taban genişliği $b=15\text{m}$ ve dik duvar özelliğine sahip bu kanalda duvar yükseklikleri farklılık göstermektedir. Çarşamba Çayı'na ait kanal kesitleri **EK-6**'da kanala ait boy ve mesafeler ise Tablo 4.3'te verilmiştir (DSİ 4.Bölge, 2020).

Tablo 4.3. Çarşamba Çayı'na ait kanal kesitleri (DSİ 4. Bölge, 2020)

Kanal, Duvar Boy ve Mesafeleri						
Kesit (km)	Kesit (km)	b (m)	1/m	Sol Duvar h (m)	Sağ Duvar h (m)	
4+900	5+143		Dik	3		
5+143	5+240		Dik	2,5		
5+240	6+100	15	Dik	2,5	2,5	
6+100	6+153	15	Dik	2,9	2,9	
6+153	6+158	15	Dik	2,9	2,9	
6+158	6+192	15	Dik	2,9	2,9	
6+192	6+208	15	Dik	2,9	2,9	
6+208	6+258	15	Dik	2,9	2,9	
6+258	6+358	15	Dik	2,9	2,9	
6+358	6+408	15	Dik	2,9	2,9	
6+408	6+458	15	Dik	2,7	2,9	
6+458	6+508	15	Dik	2,7	2,9	
6+508	6+558	15	Dik	2,5	2,7	
6+558	6+608	15	Dik	2,5	2,7	
6+608	6+635	15	Dik	2,5	2,7	
6+635	6+665	15	Dik	3,5	4,2	

5. YÖNTEM

5.1. Baz Akımı (Taban Akışı)

Akarsuyun taşkın anındaki ortalama sarfiyatına baz akımı denir. Drenaj alanına ve iklim şartlarına bağlı olan baz akımı, yıl boyunca değişiklikler göstermektedir. Baz akımı kışın ve ilkbaharda kar erimeleri ve yağışa bağlı olarak yüksek, yaz ve sonbahar mevsimlerinde düşük olmaktadır. Dağlık kesimlerde hızlı kar erimesi sonucunda oluşan kuvvetli akışlar ile maksimum debiye ulaşma süresi, yağmurdan dolayı oluşan kuvvetli akışlara göre daha uzun ancak akım hacimleri daha fazladır. Bu iki durum aynı anda meydana gelirse taşkın büyüklüğü artmaktadır. Taşkınları oluşturan akışa, sentetik yöntemlerle hesaplanan yüzeysel akıma ek olarak baz akımın da eklenmesi gerekmektedir (Özdemir, 1978).

5.2. Taşkın Debi Hesaplama Yöntemleri

Taşkın sahalarının ve dere yataklarının projelendirilmesinde, muhtemel taşkın yineleme debileri çeşitli yöntemler kullanılarak olası taşkın durumuna karşı gerekli menfez, köprü, taşkın kanalları, baraj, seddeler, sel kapakları vb. hidrolik yapılar projelendirilmek için gereklidir. Bulunan taşkın debilerine göre yapısal ve yapısal olmayan önlemler adına yineleme dönemlerine ait taşkın debi hesapları önceden tahmin edilmelidir. Böylece taşkın risk ve taşkın sahalarının hidrolik yapılarının boyutlandırılması mümkün olacaktır. Taşkın debisi (pik debi tahmini) hesaplama yöntemleri istatistiksel ve deterministik yöntemler olarak ikiye ayrılmaktadır. Bu yöntemlerde seçim havza alanın şekil ve büyüklüğüne, karakteristik özelliklerine ve debi-yağış verilerine bağlı olarak değişmektedir (Uçar, 2010).

5.2.1. İstatiksel Yöntemler

İstatiksel yöntemlerle taşkın debilerinin hesaplanması sadece yeterli akım verilerinin bulunması ile yapılmaktadır. En az 30 yıllık akım verileri bulunmalıdır. Literatürde en çok; Normal (N), Log-Normal Tip-2 (LN-T2), Log-Normal Tip-3 (LN-T3), Gumbel (G), Pearson Tip-3 (P-T3), Log-Pearson Tip-3 (LP-T3) dağılımları tercih edilmektedir. Kolmogorov-Smirnov (KS) uygunluk testi ile uygun dağılım belirlenmektedir.

5.2.1.1. Normal (N) dağılım

Gauss dağılımı olarak da bilinen hidrolik değişkenlerin istatistiksel analizlerinde en çok kullanılan dağılımdır. Bunun nedeni çok sayıda, rastgele değişkenlerin toplamının dağılımı genellikle normal dağılıma yaklaşık olmasıdır (Benjamin ve Cornell, 1970; Usul, 2008). Merkez limit teoremine göre x bağımsız değişkenine bağlı olarak, n tane bağımsız değişkenlerinin, n değeri arttıkça dağılım hızla normal dağılıma yaklaşmaktadır. Normal dağılım; ortalama μ , ve standart sapma σ , olmak üzere iki parametreye bağlıdır. Normal dağılım $N(\mu, \sigma)$ şeklinde gösterilmektedir.

Normal dağılım için olasılık yoğunluk fonksiyonu (OYF) aşağıdaki Denklem 5.1'de verilmiştir.

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_x^2}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{(x - \mu_x)}{\sigma_x} \right)^2 \right] \quad (5.1)$$

Dağılım değerinin sınırsız olması ile $(-\infty \leq x \leq \infty)$ ortalama μ_x , varyansı σ_x^2 'dir. X değerinin standartlaşması ile z değişken normal dağılımı tek parametrelili hale getirmektedir. Ortalaması sıfır standart sapması bir olan $N(0,1)$ ve standart birim olarak adlandırılan z Denklem 5.2'de verilmiştir.

$$z = \frac{x - \mu_x}{\sigma_x} \quad (5.2)$$

Standartlaştırılmış normal dağılım eğrisinin altındaki alanlar sabittir. Olası ihtimal için z değeri tablodan bulunarak serideki değer, Denklem 5.3'te verilen x ters dönüşümle hesaplanır (Bayazit ve Yeğen Oğuz, 2005; Bayazit ve Önöz, 2008).

$$x_p = \mu_x + \sigma_x z_p \quad (5.3)$$

5.2.1.2. İki parametrelili Log-Normal (LN-T2) dağılımı

Hidrolik değişkenler doğal hadiselerin sıfırdan ve belirli bir alt limitten büyük değere sahip olmaları sonucunda belirli bir derecede sağa çarpıklık göstermektedir. Bu durumda frekanslar normal dağılıma uymaz ve bu değişkenler fonksiyonel olarak normal oldukları için logaritmaları normal dağılıma uyar ve Denklem 5.4'le hesaplanır (Benjamin ve Cornell, 1970; Usul, 2008).

$$Y = \ln x \quad (5.4)$$

Farklı tekerrür sürelerine ait debileri hesaplamak için Denklem 5.5 kullanılır.

$$Y = x_{ort} + \kappa \sqrt{\left(\frac{\sum x^2}{N} - \left(\frac{\sum x}{N}\right)^2\right) \left(\frac{N}{N-1}\right)} = x_{ort} + \kappa S_n \quad (5.5)$$

κ değerini hesaplamak için Denklem 5.6 kullanılır.

$$\kappa = \frac{e^{\left(\sqrt{a}\left(\frac{z}{2}\right)\right)} - 1}{\frac{\sqrt{b}}{x_{ort}}} \quad (5.6)$$

Denklem 5.6'da kullanılan a ve b değerleri, Denklem 5.7 ve Denklem 5.8 ile bulunur (Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2005; Bayazıt ve Önöz, 2008).

$$a = \ln \left(1 + \left(\frac{\sqrt{b}}{x_{ort}} \right)^2 \right) \quad (5.7)$$

$$b = \left(\frac{\sum x^2}{N} - x_{ort}^2 \right) \frac{N}{N-1} \quad (5.8)$$

5.2.1.3. Üç parametrelili Log-Normal (LN-T3) dağılımı

Çoğu zaman x değişkeninin logaritmasının alınması da normal dağılıma uyum sağlamayabilir. Böyle bir durumda bir alt sınır değeri X_0 dağılımdan çıkarılarak dağılımın normal dağılıma uygunluğu sağlanır ve Denklem 5.9'la hesaplanır.

$$Y = \ln(x - x_0) \quad (5.9)$$

X esas değişken olup, X_0 alt sınır değişken olarak, Y'nin dağılımı normal dağılım olmaktadır ve ile hesaplanır.

$$Y = x_{ort} + \kappa \sqrt{\left(\frac{\sum x^2}{N} - x_{ort}^2\right) \left(\frac{N}{N-1}\right)} \quad (5.10)$$

κ değerini hesaplamak için Denklem 5.11 kullanılır.

$$\kappa = \frac{e^{\left(\sqrt{a}\left(\frac{z}{2}\right)\right)} - 1}{f} \quad (5.11)$$

Denklemden kullanılan a, f değerleri ve çarpıklık katsayısı ise, Denklem 5.12, Denklem 5.13, Denklem 5.14, Denklem 5.15, ile hesaplanır (Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2005; Bayazıt ve Önöz. 2008).

$$a = \ln(z^2 + 1) \quad (5.12)$$

$$f = \frac{(1 - d^{2/3})}{d^{1/3}} \quad (5.13)$$

$$d = \frac{-c + \sqrt{c^2 + 4}}{2} \quad (5.14)$$

$$c = \frac{\left(\frac{\sum x^2}{N}\right) + 2x_{ort} - 3x_{ort} \left(\frac{\sum x^2}{N}\right)}{\left(\frac{\sum x^2}{N} - x_{ort}^2\right)} \quad (5.15)$$

5.2.1.4. Gumbel (G) dağılımı

Gumbel uç değerler teorisi en küçük ve en büyük değerlerin dağılımları dikkate alınarak kabul görmüştür (Gumbel, 1958; Usul, 2008). Kabule göre örnekleme kabul edilebilecek 1 yıllık 365 adet gözlemin uç değerleri bu örneklemin en büyük ve en küçük değerleridir. Bağımsız değişkenin sayısının sonsuza gitmesi durumunda örnekteki en büyük dağılımların birbirine yakınsadığı kabul edilmektedir (Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2005; Bayazıt ve Önöz. 2008). Bu dağılımda x değerine eşit ve daha büyük taşkın olma olasılığı p Denklem 5.16 ile hesaplanır.

$$p = 1 - e^{-e^{-y}} \quad (5.16)$$

y indirgenmiş özel değişkendir, tekerrür sürelerinin fonksiyonudur ve Denklem 5.17 ile bulunur. X; p olma ihtimaline sahip taşkın değeri, a; dağılım veya ölçek parametresi, X₀; dağılım mod değeridir.

$$y = a(x - x_0) \quad (5.17)$$

Veri sayıları 30'dan küçük olan ($n < 30$) örneklerde α ve X_0 aşağıdaki denklemlerle hesaplanır (Gumbel, 1958). \bar{x} ; gözlenmiş taşkın değerlerinin ortalaması Denklem 5.18 ile, σ_x ; standart sapması ise Denklem 5.19 ile bulunur. .

$$\alpha = \frac{\sigma_N}{\sigma_x} \quad (5.18)$$

$$x_0 = \bar{x} - y_N \left(\frac{\sigma_N}{\sigma_x} \right) \quad (5.19)$$

5.2.1.5. Pearson Tip-3 (P-T3) dağılımı

Pearson Tip-3 dağılımının bir diğer adı olan gama dağılımı iki parametrelili sürekli olasılık dağılımıdır. Pearson Tip-3 dağılımı parametre tahmini, moment hesapları veya maksimum olabilirlik yöntemi ile hesaplanmaktadır. Dağılımda OYF'si aşağıdaki Denklem 5.20 ile hesaplanır.

$$f(x) = |\beta| [\beta(x - \xi)]^{\alpha-1} \frac{\exp[-\beta(x-\xi)]}{\Gamma(\alpha)} \quad (5.20)$$

Denklem 5.21'de α biçim, β ölçek ve ξ yer parametresi olmak üzere $\alpha > 0$, $\beta > 0$ için $x > \xi$ olup ξ alt sınırını oluşturmaktadır. $\beta < 0$ için $x \leq \xi$ olup ξ üst sınırını oluşturmaktadır.

$$x > \xi \text{ için } C_{sx} = \frac{2}{\sqrt{a}} \text{ ve } x \leq \xi \text{ için } C_{sx} = -\frac{2}{\sqrt{a}} \quad (5.21)$$

Pearson Tip-3 dağılımında bazı tablolar ve yaklaşımlar kullanılmaktadır. Tabloların çarpıklığına bağlı olarak frekans faktörü K belirlenir. Ortalaması sıfır, varyansı 1 olan standart Pearson Tip-3 değişkeninin çarpıklığa bağlı p kuantilleri tablodan okunarak hesaplanmaktadır.

$$x_p = \mu + \sigma K_p(C_{sx}) \quad (5.22)$$

K frekans faktörü verilerden alınabileceği gibi $0.01 \leq p \leq 0.99$ ve $C_{sx} < 2$ Wilson-Hilferty transformasyonu kullanılarak güvenilir bir şekilde Denklem 5.23 ile hesaplanır (Bayazit ve Önöz, 2008).

$$K_p(C_{sx}) = \frac{2}{C_{sx}} \left(1 + \frac{C_{sx}^2}{6} + \frac{C_{sx}^2}{36} \right)^3 - \frac{2}{C_{sx}} \quad (5.23)$$

5.2.1.6. Log-Pearson Tip-3 (LP-T3) dağılımı

Taşkın analizinde kullanılan bir diğer dağılım Log-Pearson Tip-3 dağılımıdır. Rastgele bir değişkenin Y , logaritmaları için esas değişken x dağılımı ile LP-T3 olur ve Denklem 5.24 ile bulunur (Bayazıt ve Önöz, 2008).

$$Y = \ln x \quad (5.24)$$

Dağılım parametreleri x ; ortalamayı, S ; standart sapmayı, C_s ; çarpıklık katsayısını tanımlamaktadır. Bu eşitlikler sırası ile verilmektedir (Bayazıt ve Önöz, 2008).

$$\log x = \sum \frac{\log x}{N} \quad (5.25)$$

$$S_{\log x} = \sqrt{\frac{N \sum (\log x - \log \bar{x})^3}{N - 1}} \quad (5.26)$$

$$C_s = \frac{N \sum (\log x - \log \bar{x})^3}{(N - 1)(N - 2)S_{\log x}^3} \quad (5.27)$$

5.2.1.7. Kolmogorov-Smirnov Uygunluk Testi

KS uygunluk testi, 1933 yılında Kolmogorov tarafından tek örnek için uyum testi önerilmiştir. Rus matematikçi olan Smirnov tarafından 1939 yılında iki bağımsız örnek için uyum testi geliştirilmiştir. Geliştirilen bu iki testin yaklaşımı nedeniyle KS uyum testi olarak da adlandırılmaktadır (Kolmogorov, 1933; Smirnov, 1939).

KS uyum testi ile gözlenen verilerin tanımlanmış bir ana kitleden normal olasılık dağılımı ile uygun olup olmadığını saptamak için kullanılır. Tek örnek için KS uyum testi iki kümülatif dağılım fonksiyonunun incelenmesi temeline dayanır (Gamgam,1998). Bunlardan birincisi sıfır hipotezinde belirtilen kümülatif dağılım fonksiyonudur. İkincisi örnekten elde edilen gözlenen kümülatif dağılım fonksiyonudur. KS uyum testi tek örnek testinde hipotezlerin kuruluş şekli aşağıda sıralanmıştır.

Hipotezler (o: gözlenen, observed, e: tahmin edilen, expected);

H_0 : $o_i = e_i$ (Gözlenen frekanslar beklenen frekanslara uygundur),

H_a : $o_i \neq e_i$ (Gözlenen frekanslar beklenen frekanslara uygun değildir. Aralarındaki fark önemlidir).

Test istatistiği Δ ile gösterilir. Δ ; gözlenen ve beklenen değerlerin kümülatif nispi frekansları arasındaki mutlak farkın en büyüğüdür (Kartal, 1998).

$\Delta = \max |F_o - F_e|$ formülünde, F_o ; gözlenen kümülatif nispi frekans, F_e ; beklenen kümülatif nispi frekanstır. Δ istatistiği için örnek dağılımından elde edilen kritik değerler Kolmogorov-Smirnov uyum testine ilişkin tablodan n ve $1-\alpha$ (α , anlamlılık düzeyi olmak üzere) değerlerine göre bulunan Δ_k değeri ve örnekten hesaplanan değer Δ_h olmak üzere, $\Delta_h < \Delta_k$ ise H_0 kabul edilir. (yani H_a : red edilirse) gözlenen frekansların beklenen frekanslara uygun olduğu söylenir (Yıldırım, 2013).

5.2.2. Deterministik Yöntemler

Deterministik yöntemlerde, taşkın debilerinin hesaplanması için yeterli akım verilerinin bulunmaması durumunda sentetik birim hidrograf yöntemleri geliştirilmiştir. Akım verilerinin 30 yıllıkdan az olması durumunda kullanılmaktadır. Literatürde en çok; Mockus, DSİ Sentetik ve Snyder yöntemleri tercih edilmektedir.

5.2.2.1. Mockus yöntemi

Mockus yöntemi, genellikle akım gözlem istasyonu bulunmayan derelerde üçgen hidrograf çizim kolaylığı ve hesap pratikliğinden dolayı tercih edilmektedir. 1000 km² ve altındaki drenaj alanlarında kullanılmaktadır. Havzanın en uzak bölgesine düşen yağışın akışa geçerek, akarsu kesitine gelene kadar geçen zaman toplanma zamanı (t_c) 30 saatten az olan drenaj alanları için uygulanmaktadır. Toplanma zamanı daha büyük olan havzalarda, drenaj alanları tali parçalara bölünerek her bir bölüm için ayrı bir hesap yapılmaktadır. Daha sonra gecikme zamanları süperpoze edilmektedir. Yağış kararsızlığından kaynaklanan taşkın durumlarında dolayı birim sağanak zamanı ΔD doğru seçilmesi önemlidir. Birim sağanak zamanının seçilmesinde Denklem 5.28 kullanılmaktadır.

$$\Delta D = (t_c/5) \quad (5.28)$$

İlk 6 saatlik proje sağanak zamanı için ΔD çoğunlukla 1 saattir. 3 saatten az toplanma zamanının olduğu durumlarda, ΔD pratik olarak 0,5 saat alınmaktadır. 10 ile 15 saat arası toplanma zamanına sahip olduğu hallerde, ΔD 2 saat ,15 ile 30 saat olması durumunda

ise ΔD 'nin 3 saat alınması uygundur. Mockus yöntemine ait değerleri bulmak için aşağıdaki işlem sırası takip edilir. Denklem 5.29 ile geçiş zamanı " t_c " hesaplanmaktadır.

$$t_c = 0,00032(L_h^{0,77}/S^{0,385}) \quad (5.29)$$

L_h ; Drenaj alanının hidrolik uzunluğunu (m).

S ; Drenaj alanının ortalama eğimini (%) ifade etmektedir.

Taşkını oluşturan yağışın zamanı " D " ise Denklem 5.30 ile hesaplanmaktadır.

$$D = 2t_c^{1/2} \quad (5.30)$$

Pik debiye ulaşma zamanı " t_p " Denklem 5.31 ile hesaplanmaktadır.

$$t_p = 0,5\Delta D + 0,6t_c \quad (5.31)$$

Taşkın sönümlenme zamanı " t_r " Denklem 5.32 ile hesaplanmaktadır.

$$t_r = H_c t_c \quad (5.32)$$

H_c ; havza karakteristiklerine göre 1 ile 2 arasında değişen ampirik katsayıdır.

1 mm'lik yağışın oluşturacağı debi Denklem 5.32 yardımıyla ile hesaplanmaktadır. (Çavdar, 1996).

$$q_p = (K'A)/t_p \quad (5.33)$$

K' ; 0,21 ile 1,60 arasında değişen havza katsayısıdır.

Denklem 5.34 ile K' katsayısı hesabı Efelerli yöntemi kullanılarak elde edilmektedir. (Çavdar, 1996).

$$K' = 0,201 + \frac{0,01183}{\sqrt{A}}L - 0,2646 \frac{(H_{10} - H_0)/1000}{\sqrt{A}} \quad (5.34)$$

H_{10} ; dere boyunun en yüksek kotunu,

H_0 ; dere boyu proje kotunu,

L ; en uzun dere boyunu,

A ; havza alanını ifade etmektedir. Denklem 5.35 yardımı ile bulunan " q_p " değeri, maksimum yağış yüksekliği değeri " h_a " ile çarpılarak taşkın tepe noktasındaki debisi " Q_p " bulunmaktadır.

$$Q_p = q_p h_a \quad (5.35)$$

Maksimum yağış yüksekliği değeri “ h_a ” ise aşağıdaki denklemlerle elde edilmektedir.

$$h_a = \frac{(P_i - 0.2s)^2}{(P_i + 0.8s)} \quad (5.36)$$

$$s = \left[\left(\frac{1000}{C_{NII}} \right) - 10 \right] 25.4 \quad (5.37)$$

“ P_i ” değeri, elde edilecek tekerrürler için en büyük yağış miktarını, C_{NII} ise havzaya ilişkin eğri numarasını ifade etmektedir (Mockus, 1965).

5.2.2.2. DSİ Sentetik Birim Hidrograf yöntemi

1000 km² ve altındaki drenaj alanlarında DSİ sentetik yöntemi kullanılmaktadır. Daha büyük drenaj alanlarına geçildiğinde bu alanlar, 1000 km²'den daha küçük alanlara bölünerek birim hidrograflar elde edilmektedir. DSİ Sentetik yöntemi boyutsuz birim hidrograf esasına göre hesap yapmaktadır. Birim akış yüksekliğine karşılık gelen yağışın oluşturacağı birim debi Denklem 5.39 ile hesaplanmaktadır (SYGM, 2017).

$$S_h = \left(\frac{10}{\sum 1/\sqrt{S}} \right)^2 \quad (5.38)$$

$$q_p = 414 * \left[A^{0.225} * \left(\frac{L * L_C}{\sqrt{S_h}} \right)^{0.16} \right]^{-1} \quad (5.39)$$

A; Drenaj alanı (km²)

L; Akarsuyun ana kol uzunluğu (km)

L_C ; Akarsuyun havzayı terk ettiği yer ile havza ağırlık merkezi arasındaki uzaklığı

S_h ; Akarsu ana kolunun harmonik eğimini vermektedir.

Birim hidrografın pik değeri (Q_p) ise, Denklem 5.40 ile hesaplanmaktadır.

$$Q_p = q_p * A * 10^{-3} \quad (5.40)$$

$$V_b = A * 10^3 \quad (5.41)$$

$$T = 3.65 \times \left(\frac{V_b}{q_p} \right) \quad (5.42)$$

$$T_p = \frac{T}{5} \quad (5.43)$$

V_b ; 1mm'lik akım için birim hidrograf hacmi (m^3)

T; Akarsuyun ana kol uzunluğu (saat)

T_p ; Hidrografın yükselme zamanını (saat) vermektedir.

5.2.2.3. Snyder yöntemi

Yağış alanı 1000 km^2 'ye eşit veya daha büyük havzalar (üst sınır 5000 km^2) için Snyder yöntemi önerilmektedir (Özdemir, 1978; DSİ, 2012). Amerika Birleşik Devletleri'nin farklı çalışmaları sonucunda Snyder (1938) tarafından bulunmuştur. Snyder yönteminde, yağış ve akım verileri bulunmayan havzalarda birim hidrografın bulunması için havzanın fiziksel özellikleri kullanılmaktadır. Akarsu havzasının ağırlık merkeziyle taşkın hidrografının tepe noktası arasındaki " t_p " zaman farkı (saat) Denklem 5.44 yardımıyla bulunmaktadır (Snyder, 1938).

$$t_p = 0,75 C_t (L L_c)^{0,3} \quad (5.44)$$

C_t ; havza depolama kapasitesi ve eğime bağlı bir katsayısı,

L; havza uzunluğu (km)

L; havza alanı ağırlık merkezinin havza giriş veya çıkış noktasına olan en uzun mesafedir (km).

Havza gecikme süresi " t_p " ile, birim hidrograf için etkili yağış süresi " t_r " saat olarak, Denklem 5.45 ile bulunmaktadır (Chow vd., 1988).

$$t_r = \frac{t_p}{5,5} \quad (5.45)$$

Taşkın hidrografının tepe noktasındaki birim taşkın debisi " q_p " değeri ise Denklem 5.46 ile elde edilmektedir (Aslan, 1997).

$$q_p = 2760 C_p / t_p \quad (5.46)$$

Taşkın tepe noktasındaki debi " Q_p " ise Denklem 5.47 ile hesaplanmaktadır.

$$Q_p = q_p A 10^{-3} \quad (5.47)$$

Bulunan debi maksimum yağış yüksekliği ile çarpılarak taşkın pik debisi elde edilir.

5.3. Manning Pürüzlülük Katsayısı

Taşkın alanlarının projelendirilmesinde, taşkın yönetiminde ve taşkın sigorta çalışmalarında kullanılmak üzere, akışa karşı direnci tanımlayan bir pürüzlülük katsayısı belirlenmesi gerekmektedir (Arcement vd., 1984). Sağlıklı ve gerçeğe yakın analizler yapmak için Manning yöntemi ile pürüzlülük katsayıların belirlenmelidir. 1889 yılında Robert Manning tarafından bulunan Manning değeri serbest yüzeyli kararlı akımların debi durumunun hesaplanmasında Denklem 5.48 kullanılmaktadır.

$$Q = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} A \quad (5.48)$$

Burada Q; debi (m³/s), R; kesitin hidrolik yarıçapı (m), S; akarsuyun eğimi, A; akım alanı(m²) n; pürüzlülük katsayısıdır.

Manning denklemindeki akım alanı, hidrolik yarıçap ve taban eğimi fiziksel olarak belirlenebilen parametrelerdir. Doğal dere yataklarında pürüzlülük katsayısı fiziksel olarak ölçülmemekte ve farklı etmenlere bağlı olarak ampirik olarak belirlenmektedir. Bu değer hidrolik hesabın sonucunu doğrudan etkilemektedir (DSİ, 2016).

Pürüzlülük katsayısını etkileyen faktörler 1959 yılında Chow tarafından, 1966 yılında Henderson ve 1971 yılında Streeter tarafından önerilmiştir (Chow, 1959; Henderson, 1966; Streeter, 1971). 1987 yılında Barnes tarafından doğal kanalların pürüzlülük katsayısı tipik nehir ve dereler resimlerle verilmiştir (Barnes, 1987). Pürüzlülük katsayısının saptanmasında Manning tabloları (Manning, 1891), ampirik/fiziksel bağlantılar (Limerinos, 1970), akım hız ölçümüne bağlı olan hesaplar (Leopold, 1953) ve Cowan metodu kullanılmaktadır (Cowan, 1956; Arcement ve Schneider, 1989).

Manning tabloları taşkınlar ve hidrolik yapıların boyutlandırılması gibi çalışmalarda pratik olması nedeniyle ağırlıklı olarak tercih edilmektedir (Manning, 1891; Nalbantoğlu, 1976). Gerçek akım hızları ile Manning pürüzlülük katsayısı tablosu ile yapılan hesaplar sonucu ön görülen hızlar arasında farklar olduğu saptanmıştır (DSİ, 2016). Pürüzlülük katsayısının düşük olarak alınması sonucunda ulaşılması mümkün olmayan yüksek hızlar görülmüştür (Leopold, 1953).

Fotoğraf karşılaştırma yöntemi ile akarsu yataklarında pürüzlülüğü etkileyen pek çok etken (köprü ayağı, ağaç, düşü, mendereslenme vb.) olduğundan ve bu etkenler fotoğraf karşılaştırma ile dikkate alınmayacağından uygun bir metot olarak değerlendirilmemiştir (Barnes,1987; DSİ, 2016).

Fiziksel deneylerle bulunan katsayılar üniform şartlarda elde edildiğinden, üniform şartlara sahip olmayan dere yataklarında net sonuç vermemektedir (DSİ, 2016).

Akım hız ölçümü ile pürüzlülük tespiti güvenilir olsa da dolu kesitte her zaman rastlanmaması ve dolu kesitte ölçüm zorlukları nedeniyle vakit alan bir uygulamadır (Ladson vd., 2002). Bu yöntem diğer yöntem çeşitleri ile elde edilen pürüzlülük katsayısının kalibrasyonunda kullanılabilir.

Yapay ve doğal kanalların debi ve hızı belirlenirken kanalın hidrolik yarı çapı ve kanalın eğimi bulunarak, seçilen Manning pürüzlülük katsayısı ile hesaplar yapılmaktadır. Yapay kanallar da Manning katsayısını belirlemek doğal kanallara göre daha kolaydır. Pürüzlülük katsayısı olan “n” birçok etmene bağlıdır. Bu etmenler; yüzey pürüzlülüğü, kanal düzensizliği, kanal boyu, kanal eğimi ve şev durumu, kanalda oluşan çukurlar ve birikintiler, mevcut engeller, bitkiler, mevsimsel değişimler vb. oluşmaktadır (Bulu ve Yılmaz, 2002). Tam ve doğru kanal su yüzü profilinin belirlenmesi için “n” değerinin bu etmenler göz önüne alınarak en hassas olarak saptanması gerekmektedir. Farklı kanal tipleri için kullanılan n değerlerinin saptanmasında, 1956 yılında Cowan tarafından belirli kriterlere göre “n” değerlerini alt indisleri hesaplanmıştır.

5.3.1. Cowan Yöntemi

1956 yılında W. L. Cowan tarafından geliştirilen bu yöntem, United States Geological Survey (USGS) tarafından 1989 yılında tekrar düzenlenmiştir (Arcement ve Schneider, 1989). Cowan yöntemine ait pürüzlülük tablosuna, DSİ Taşkın İhtisas Komisyonu tarafından “kanal şev durumları (n_1)” parametresi eklenerek (Modifiye Cowan Yöntemi) son halini almıştır. (DSİ, 2016)

$$n = (n_b + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)m \quad (5.49)$$

n_b = düzgün kanalların içerdiği doğal malzeme değeri,

n_1 =yüzey düzensizlikleri göz önüne alınarak kullanılan değer,

n_2 =kanalın şekli ve kesit değişimleri için kullanılan değer,

n_3 =kanallardaki engellerin etkisi için kullanılan değer,

n_4 =kanallardaki bitki örtüsü için kullanılan değer,

m = kanalın menderesini hesaba katacak düzeltme faktörüdür (Arcement ve Schneider, 1989).

Denklem 5.49’ da kullanılan “ n_b ” değeri araziden alınmış numunelerin elek analizleri ile medyan çapına göre bulunmaktadır (Barnes, 1987; DSİ 2016). Diğer parametreler sırası ile Tablo 5.1- Tablo 5.5’te verilmiştir (Bulu ve Yılmaz, 2002).

Tablo 5.1. Modifiye Cowan yöntemine göre malzeme cinsine bağlı “ n_b ” değeri

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

Tablo 5.2. Modifiye Cowan yöntemine göre şev durumuna bağlı “ n_1 ” değeri

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

Tablo 5.3. Modifiye Cowan yöntemine göre kanal kesit değişimine bağlı “ n_2 ” değeri

Kanal Kesit Değişimi	n_2
Aşamalı	0,000
Arasıra değişen	0,005
Sık değişen	0,01-0,015

Tablo 5.4. Modifiye Cowan yöntemine göre kanal engelleri bağlı “n₃” değeri

Kanaldaki Engeller	Engel Kesit Alanı x 100	n₃
İhmal edilir	<%5	0,000
Önemsiz	%5-15	0,01-0,015
Kayda değer	%15-50	0,02-0,03
Şiddetli	> %50	0,04-0,06

Tablo 5.5. Modifiye Cowan yöntemine göre kanal bitki durumuna bağlı “n₄” değeri

Kanaldaki Bitki Örtüsü	n₄
Düşük	0,005-0,010
Orta	0,010-0,025
Yüksek	0,025-0,050
Çok yüksek	0,050-0,100

Tablo 5.6. Modifiye Cowan yöntemine göre kanal kıvrımına bağlı “m” değeri

Kanaldaki Kıvrımı	Dere Uzunluğu / Kuş Uçuşu Uzaklık	m
Önemsiz	1-1,2	1,0
Kayda değer	1,2-1,5	1,15
Şiddetli	>1,5	1,30

Kaynak: Cowan (1956)

5.4. Bir ve İki Boyutlu Hidrolik Modelleme

1B hidrolik modellemeler taşkın sularının nehir kanalındaki su seviyesinin saptanmasında, 2B hidrolik modeller ise taşkın anında akarsu akımının yatak dışına çıktığı durumlardaki taşkın alanlarının modellenmesinde kullanılır. Kanal hidroliği açısından uygulanan denklemler 1B modellemede dinamik bir takımın çözülmesine dayalı, 2B modellemede ise yatay taşkın dağılımından kaynaklanan modelden dolayı sığ su denklemlerinin çözümüne dayanmaktadır (SYGM, 2017).

1B ve 2B hidrolik modellerin uygulanabilmesi için bir takım geometrik veriler gerekmektedir. Ayrıca tekerrür debilerine bağlı olarak türetilmiş hidrograflar kullanılmaktadır. Akarsu yataklarının taşması ve havzada gerçekleşen taşkın modellenebilmesi için 1B kanal akış denklemleri ve 2B modellerin kombinasyonu kullanılmaktadır (SYGM, 2017).

Kentsel taşkınlar için 1B ve 2B model değerlendirilirken en uygun model, 2B model ile elde edilebilir. 1B modeller ile düzenli aralıklarla tanımlanmış olan dere kesitleri arasında

var olmayan kısımlar enterpolasyonla hesaplanırken, 2B modelde yüksek çözünürlükte bütün araziye kapsamaktadır.

5.4.1. HEC-RAS 1B

1994 yılında USACE (United States Army Corps of Engineers) tarafından geliştirilen yazılım, 1B su yüzü profilini modellemekte sıklıkla tercih edilmektedir (USACE, 2005). Ayrıca kritik alt ve üst akış hesabında, akım rejiminin belirlenmesinde, kanal modifikasyonları modellemesinde, kıyı simülasyonlarında, mevcut köprü ve kanal modellemelerinde, köprülerde meydana gelen oyulma analizlerinde, taşkın analizlerinde, savak analizlerinde ve olası taşkın durumunda taşkın altında kalan alanların saptanmasında kullanılmaktadır. Windows tabanlı ara yüze sahip olan yazılım ile kullanıcıya kolaylıkla veri girme, veri düzenleme, veriyi gösterme ve analiz çıktılarını almayı sağlamaktadır (Dyhouse vd., 2003).

Hidrodinamik akış denklemlerine bağlı yazılım Saint-Venant ve momentum denklemlerine dayanmaktadır. Saint-Venant denklemleri tek boyutlu akımın, hidrostatik basınç dağılımı ve dikey yönlü kanalın boyuna eğimi az ve sıkıştırılmaz bir akışkan olduğu kabul edilmektedir. Bu denklemler kütle-momentum korunum ilkesine bağlıdır (Liggett, 1975; Vila, 1986; Moussa ve Bocquillon, 2000).

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0 \quad (5.50)$$

Denklemden 5.50'da x; kanal boyunu, t; zamanı, Q; debiyi göstermektedir.

$$\frac{Q_2^2 \beta_2}{g A_2} + A_2 Y_2 + \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) L S_0 - \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) S_f L = \frac{Q_1^2 \beta_1}{g A_1} + A_1 Y_1 \quad (5.51)$$

Denklemden 5.51'de $Q_{1,2}$; 1 ve 2 kesitlerindeki debiyi, g; yer çekim ivmesini, $A_{1,2}$; 1 ve 2 kesitlerindeki kesit ıslak alanı, $Y_{1,2}$; 1 ve 2 kesitlerindeki su yüzü ile kesit merkezi arasındaki derinliği, S_0 ; ana kanal taban eğimi, S_f ; enerji çizgisinin eğimi, L; x eksen boyunca 1 ve 2 kesitleri arasındaki mesafeyi, β ; momentum düzeltme katsayısını (düzensiz kanallarda hız dağılımındaki değişimin bir ölçütüdür) göstermektedir (USACE, 2005).

5.4.2. HEC-RAS 2B

USACE tarafından 2015 yılında yenilenen HEC-RAS 5.0 sürümü ile iki boyutlu taşkın modellemesi de yapılabilmektedir. 2B Saint-Venant denklemleri ile taşkın akışı modellenmiştir (Manual, 2016; Quiroga vd., 2016).

$$\frac{\partial \xi}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = 0 \quad (5.52)$$

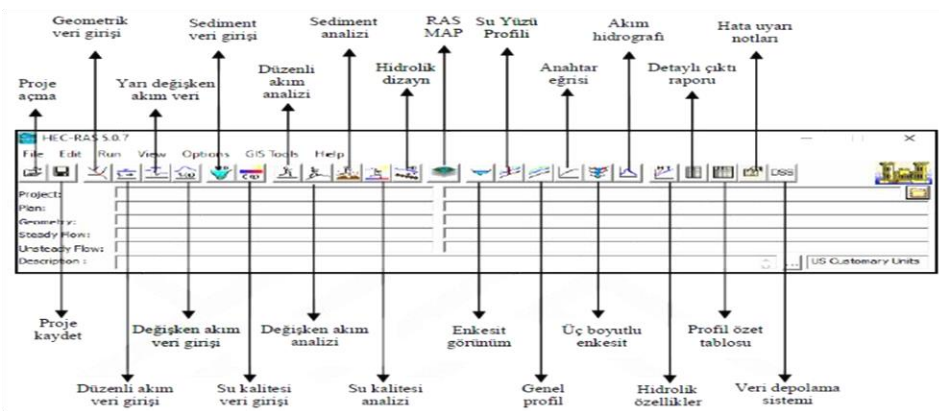
$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{pq}{h} \right) = \frac{n^2 p g \sqrt{p^2 + q^2}}{h^2} - gh \frac{\partial \xi}{\partial x} + pf + \frac{\partial}{\partial x} h \tau_{xx} + \frac{\partial}{\partial y} h \tau_{xy} \quad (5.53)$$

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{q^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{pq}{h} \right) = \frac{n^2 q g \sqrt{p^2 + q^2}}{h^2} - gh \frac{\partial \xi}{\partial y} + qf + \frac{\partial}{\partial y} h \tau_{yy} + \frac{\partial}{\partial x} h \tau_{xy} \quad (5.54)$$

Denklem 5.52, Denklem 5.53 ve Denklem 5.54'te, h; metre cinsinden su derinliğini, p ve q; x ve y yönlerindeki akışı (m²/s), ξ ; su yüzey kotunu (m), ρ ; su yoğunluğunu, τ_{xx} , τ_{yy} ve τ_{xy} ; etkili kayma gerilmesinin bileşenleri, f; coriolis etkisini (s⁻¹) ifade etmektedir. Coriolis etkisi: hava veya su gibi akışkanların dünyanın üzerinde dönmelerine neden olan olaya verilen isimdir (Quiroga vd., 2016).

5.4.2.1. HEC-RAS model teorisi

HEC-RAS yazılımı doğal akarsu ve kanallarda üniform akım ve yavaş değişkenli akımlarda 1B su yüzü profilini, kritik üstü, kritik altı ve üniform olmayan akımlarda su yüzü profilini hesaplamaktadır. HEC-RAS yazılımının ana penceresinde bulunan menüler Şekil 5.1'de gösterilmiştir (Manual, 2016).

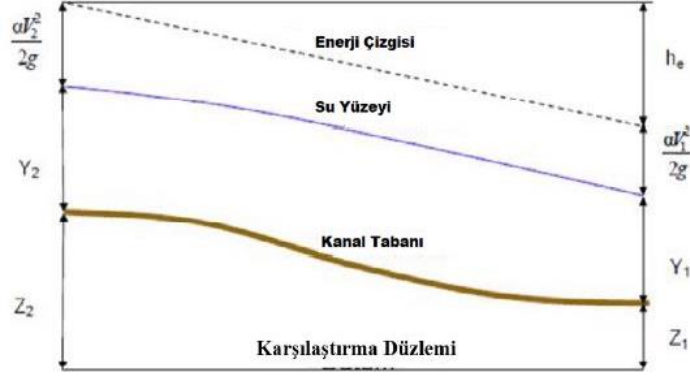


Şekil 5.1. HEC-RAS yazılımı ana penceresi ve menüler

Kaynak: Manual (2016)

5.4.2.2. Profil hesabında kullanılan temel denklemler

Kesitler arasında enerji denkleminin tekrarlı çözümüne dayanan standart adım yöntemi olarak da adlandırılan yöntemler ile su yüzü profilleri hesaplanmaktadır (Manual, 2016). Şekil 5.2’de Enerji çizgi gösterimi ve enerji denklemleri sırası ile verilmiştir.



Şekil 5.2. Enerji çizgi gösterimi

Kaynak: Manual (2016)

$$Z_2 + Y_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Z_1 + Y_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e \quad (5.55)$$

$Z_{1,2}$; ana kanal taban yüksekliği, $Y_{1,2}$; kesit akım derinliği, $V_{1,2}$; ortalama hız (debi/akım alanı), α_1, α_2 ; hız katsayısı, h_e ; enerji kayıp yüksekliğidir.

Yeniden düzenlenen enerji kaybı yüksekliği denklem 5.56 ile bulunmaktadır.

$$h_e = L S_f + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right| \quad (5.56)$$

S_f ; iki kesit arasındaki sürtünme eğimi, C ; genişleme veya daralma kayıp katsayısı, L ; kanal uzunluğu sağ ve sol taşkın kanallarının akım yolu uzunluklarına bağlıdır.

$$L = \frac{L_{lob} Q_{lob} + L_{ch} Q_{ch} + L_{rob} Q_{rob}}{Q_{lob} + Q_{ch} + Q_{rob}} \quad (5.57)$$

Q_{lob}, Q_{ch}, Q_{rob} ; sırası ile sol taşkın kanalı, ana kanal ve sağ taşkın kanalı için kesitler arasındaki ortalama debiyi, L_{lob}, L_{ch}, L_{rob} ; sırası ile sol taşkın kanalı, ana kanal ve sağ taşkın kanalı, akım yolu uzunluğunu tanımlamaktadır (Manual, 2016).

5.4.2.3. Taşkın modellemede HEC-RAS yazılımı ile kullanılan yardımcı yazılımlar

HEC-RAS programı ile elde edilen taşkın analizlerinin CBS yardımı ile taşkın yayılım haritalarının renklendirmek, alan-hacim hesabının yapılması ve risk unsurlarının tespit

edilmesi için kullanılan CBS yazılımlarından olan ArcGIS yazılımı kullanılmaktadır. HEC-RAS ve ArcGIS arasındaki bağlantıyı ise HEC-RAS Ras Mapper bölümü üstlenmektedir.

ArcGIS; ESRI tarafından geliştirilmiş, sözel ve grafik verilerinin görüntülenmesi, sorgulanması, güncellenmesi, analiz edilmesi grafik oluşturulması ve raporlama işlemlerinin yapıldığı, ölçeklendirilebilir entegre CBS yazılımıdır. ArcGIS yazılımı ArcMap, ArcCatalog ve ArcToolbox olmak üzere üç temel yazılımın birleşimidir. ArcMap verileri analiz eder, sorgular ve haritaların hazırlanması (yön oku, legend, ölçek, yazı vb.) işleminde kullanılmaktadır. ArcCatalog çalışma alt verilerinin oluşturulması ve konumlarının belirlenmesinde kullanılmaktadır. ArcToolbox ise farklı formattaki verilerin istenilen formata dönüştürülerek gönderme işlemleri gerçekleştirilmektedir. ArcGIS üzerinde çalışma alanına ait geometrik veriler HEC-RAS Ras Mapper kullanılarak oluşturulmaktadır. HEC-RAS yazılımı üzerinde yapılan hidrolik analizler sonrasında bulunan su yüzeyi ve hız bilgileri alansal analizlerin hesabı için tekrar HEC-RAS Ras Mapper yazılımı ile ArcGIS'e aktarılmaktadır.

HEC-RAS Ras Mapper; HEC-RAS yazılımında doğrudan su yüzeyi profili sonuçlarının taşkın haritalamasını gerçekleştirme yeteneğine sahip olan yazılımdır. HEC-RAS ile geometrisi ve hesaplanan su yüzeyi profilleri kullanılarak, su altında kalma derinliği ve taşkın yatağı sınır veri kümeleri, RAS Mapper aracılığıyla oluşturulabilmektedir. Hız, kesme gerilimi, akış gücü, buz kalınlığı ve taşkın yolu aşma verilerinin analizi için ek jeo-uzamsal veriler oluşturulabilmektedir. RAS Mapper'i analizde kullanmak için, ikili raster kayan nokta biçiminde (.flt) bir arazi modeliniz olmalıdır. Ortaya çıkan derinlik ızgarası .flt formatında saklanırken, sınır veri seti jeo-uzamsal yazılımla kullanım için ESRI'nin Shapefile (.shp) formatında saklanılmaktadır (USACE, 2005).

Çalışma alanına ait TIN (Triangulated Irregular Network) formatında hazırlanmış SYM ile nehre ait geometrik bilgiler HEC-RAS üzerinde geometrik veriler tanımlanması projeye bağlı olarak; nehir orta sağ ve sol yamaçları, nehir kesitleri, sanat yapıları ve binalar vb. çizimler yapılmıştır. Bu tanımlarla eklenen hidrolik verilerle HEC-RAS programı ile taşkın modellenmesi yapılmıştır. Analiz sonuçları ArcMAP programı ile haritalanmıştır.

5.4.2.4. Hidrolojik veriler

HEC-RAS'ta 1B ve 2B taşkın modellemesi için hidrolik veriler; hidrografik pik değerler veya akış hidrograflarıdır (USACE, 2005; Manual, 2016).

5.4.2.5. Taşkın yatağı ve taşkın kanal detayı

HEC-RAS Ras Mapper yazılımı kullanılarak TIN verisi üzerinden nehir kesitleri, HEC-RAS Geometrik Data kısmında ise sanat yapıları, binalar vb. bilgiler eklenerek modelleme tamamlanmalıdır. Halihazır haritalar ya da güncel uydu görüntüleri kullanılabilir.

5.4.2.6. Proje alanının belirlenmesi

Çalışma alanının TIN verisi içinde kalması şartı ile herhangi bir sınırlama bulunmamaktadır. Nehir kesitleri üzerinde yapılan en kesitlerle oluşturulan bu modelleme sınırları, çalışma alanını temsil etmektedir (USACE, 2005; Manual, 2016).

5.5. Uzaktan Algılama ve CBS'nin Taşkın Modellemelerinde Kullanılması

Yerleşim yerlerinde ve tarımsal sahalarda yaşanan aşırı ve ani yağışlar taşkınlara neden olmaktadır. Yaşanılan taşkınlar doğrudan (can, mal kaybı ekonomik zararlar vb.) ve dolaylı olarak zararlara (sosyolojik, psikolojik ve ekonomik zararlara) neden olmaktadır (DSİ, 2016). Taşkın alanlarının belirlenmesi, taşkınların izlenmesi ve analizlerinin yapılması taşkın zararlarını azaltmak için önemlidir. Büyük taşkın sahalarının modellenmesi ve haritalandırılması için uzaktan algılama sistemleri taşkın simülasyonlarında kullanılan yöntemlerden biridir. Taşkında, geniş alanlara yayılan su kütlelerinin izlenebilmesi için sinoptik bakış açısına sahip olan uzaktan algılama verileri kullanılmaktadır. Uzaktan algılama yöntemi ile farklı zamanlara ait uydu-radar verileri afet öncesi (taşkın zararını azaltmaya yönelik taşkın risk ve tehlike haritaları, planlamalar ve afet senaryoları), afet anında (erken hasar tespiti, mevcut tehlikenin izlenmesi-haritalanması, kurtarma çalışmalarının alternatiflerinin belirlenmesi, kriz yönetimi, lojistik destek) ve afet sonrasında (zarar tespiti, oluşturulacak yeni yerleşim alanlarının belirlenmesi ve sivil savunma ekiplerine destek amaçlı olsa tehlikenin

izlenmesi) yapılacak çalışmalar için önemli veri kaynaklarıdır (Özdemir, 2007; Özbal, 2010).

CBS, yeryüzüne ait bilgiler belirli bir amaca yönelik olarak toplamak, bilgisayar ortamında depolama, güncelleştirme, kontrol etme, analiz etme ve görüntüleme gibi işlemlerin bir bütün içerisinde değerlendirildiği sistemlerdir. Taşkın önlemlerinde, su kaynaklarının oluşturduğu problemlerde ve suyun kalitesinin belirlenmesinde hidrolojistler tarafından yıllardır kullanılmaktadır (Nas ve Nas, 2013). CBS sisteminin, klasik yöntemlerle yapılan taşkın analizlerine eklenmesi sonucunda çalışmaların daha ayrıntılı, daha net sonuçlara ulaşmak için daha fazla deneme-yanılma imkânı vermektedir. Bu bilgiler (su-derinlik bilgileri ve su yayılım alanları) CBS ile görsel olarak ifade edilebilmektedir (Usul, 2004).

5.6. Taşkın Yönetimi Planı

Taşkın yönetimi, taşkınların olası zararlarının önlemek amacıyla yapılan çalışmaların tümüne denir. Taşkınların kontrol altına alınabilmesi için öncelikle taşkın hacmi (taşkın anında suyun depolandığı yapı projelerinde), taşkın pik debileri (nehir kanalları ve sanat yapıları projelendirmesinde) ve pik su seviyelerinin (nehir boyunca seddelerin planlanması ve drenaj alanında suyun yayılacağı alanların belirlenmesinde) bilinerek onlara göre projelendirme işlemlerinin yapılması gerekmektedir (SYGM, 2017).

Taşkın yönetimi bilimsel ve mühendislik problemlerinin çözümünde insan ve sosyo-ekonomik anlamda planlama, yönetim ve gelişim konusunda bütüncül bir yaklaşımda sağlamalıdır. Yönetim planının temel amacı taşkından korunmak ve olası taşkın durumunda zararın en aza indirgenmesidir. Yönetim planında, taşkın öncesi, taşkın anında ve sonrasında alınabilecek yapısal ve yapısal olmayan önlemler bir bütün olarak ele alınarak ilgili kurumlarla gerekli kanun ve yönetmeliklere uygun olarak uygulanmalıdır. Taşkın yönetim plan döngüsü; önleyici tedbirler (mekânsal planlama, taşkın kontrol, su tutma, farkındalık ve sigorta), taşkın anında alınan tedbirler (erken uyarı sistemleri, rezervuar kontrolü, arama-kurtarma) ve taşkın sonrası alınacak tedbirler (normal hayata dönüş çalışmaları, yeniden inşa, organizasyon ve finansal yardım) olarak birbirini takip etmektedir. Taşkın yönetimi, taşkın riski ön değerlendirme, taşkın tehlike ve risk haritaları ile taşkın planları oluşturulmaktadır (SYGM, 2017).

5.6.1. Taşkın Riski Ön Değerlendirmesi

Taşkın ön risk değerlendirmesi, çalışma bölgesine ait geçmişte meydana gelen taşkınların incelenerek, önemli taşkınların belirlenmesi ve gelecekte yaşanabilecek taşkınlar ve su altında kalan alanların belirlenmesine dayalı, mevcut ve olası ulaşılacak bilgilerin tümünün değerlendirilmesi işlemidir. Taşkın riski taşıyan bölgelerin belirlenmesi, taşkın tehlike ve risk haritalarının hazırlanması ve bu çalışmalara binaen değerlendirilmesi ile taşkın risk ön değerlendirme yönetim planı hazırlanmaktadır (SYGM, 2017).

5.6.2. Taşkın Tehlike Haritaları

Taşkın tehlike haritaları, olası taşkın olma durumu ve büyüklüğü hakkında bilgi veren taşkın derinlik, taşkın yayılım, su hızları ve bunların bütünü gösteren haritalardır. Taşkın tehlikesi haritaları; debiye göre, mevcut arazilerin geçmiş ve gelecekteki durumunu senaryolaştırarak, farklı modellerle taşkın önleme yapıları ve taşkın bilincinin oluşumunu sağlamaktadır. Olası taşkın alanlarında; çok az sıklıkta yaşanabilecek taşkınlar (Q_{500}), orta sıklıkta meydana gelebilecek taşkınlar (Q_{100}), çok yüksek olasılıkta yaşanabilecek taşkınlar (Q_{50}) olmak üzere, coğrafi harita göz önünde bulundurulmalıdır. Tehlike haritalarının belirlenebilmesi için temel unsur su derinliği, taşkın yayılım haritaları ve akış hızlarıdır (SYGM, 2017).

5.6.2.1. Taşkın derinlik haritaları

Taşkın derinlik haritaları belirli tekerrür sürelerine göre yaşanabilecek olası taşkınların su derinliklerini göstermektedir. Tekerrür debilerinin hidrolik modellenmesi sonucunda elde edilen su derinlikleri santimetre mertebesinde metre mertebesine kadar değişmektedir. Derinlik sınıflandırılmasının artırılması harita hakkında daha ayrıntılı bilgi sağlar. Risk yönetimi ve mekânsal planlama için önemli bir kaynak olan taşkın derinlik haritaları en sık başvurulan taşkın tehlike haritalarıdır. Su derinliği, hız ve derinlik parametrelerinin birlikte ele alındığı taşkın tehlike ya da risk haritaları için de önemli bir veridir. Bu tip haritalar aracılığıyla tehlikenin derecesi nitel yaklaşımla gösterilebilmektedir (European Union, 2007).

5.6.2.2. Taşkın yayılım haritaları

Taşkın yayılım haritaları tehlike durumunu belirlemede en çok kullanılan haritalardır. Yayılım haritalarında gerçekleşmiş ya da gerçekleşmesi olası bir taşkının arazide yayılım gösterdiği alanları vermektedir. Taşkın direktifi, Avrupa Birliği (AB)'ne üye ülkelerden düşük ve orta olasılıklı senaryoya göre taşkın yayılmalarını gösteren haritaları hazırlamalarını istemiştir. Hem ülkemizde hem de AB ülkelerinde bu haritalar oluşturulmaktadır. Taşkın yayılım haritalarında içerik olarak farklı senaryolar için taşkın yayıldığı alanlar, yerleşim yerleri, yollar, demiryolları ve taşkın koruma yapılan gösterilebilir (European Union, 2007).

5.6.2.3. Su hızı haritaları

Su hızı haritaları, belirli tekerrür sürelerine göre yaşanabilecek olası taşkınların oluşturacağı hız değişimini göstermektedir. Taşkın direktifi mümkün olan bölgelerde taşkın anında suyun hızını belirten haritaların oluşturulmasının önermektedir. Su hızının bulunabilmesi için 2B modellemeler yapılmalıdır. Yüksek su hızı, düşük su derinliklerinde bile hem yapılar için hem de insanlar için ciddi tehdit oluşturmaktadır. Su hızı haritaları hem yapılara gelebilecek hasarları hem de insan hayatını tehdit edebilecek olan taşkın tehlikelerinin belirlenmesinde kullanılabilir (European Union, 2007).

5.6.2.4. Taşkın tehlike seviyelerinin DEFRA yöntemi ile belirlenmesi

Taşkın tehlike seviyeleri, DSİ tarafından önerilen ve literatürde de sıklıkla kullanılan DEFRA yöntemi ile belirlenmiştir. Bu yöntem İngiltere, Hollanda ve Fransa'da gerçekleştirilen taşkın çalışmalarında tercih edilmektedir.

Bu yöntem insanların taşkın anında ne yapıp ne yapmaması gerektiğine dair bilgiler veren "insanlar için risk" rehberinde taşkın tehlike seviyeleri belirtilmiştir. İnsanların taşkın anında genellikle kendi davranışlarından dolayı ölüm riskleri ve yaralanmaların artabileceğini belirtmiştir. Rehberde insanların çoğu zaman suyun kuvvetinin farkında olmadığını ve bir taşkın sırasında suya kapılıp gidebileceğini, yetişkin bir insan genellikle 1,5 m veya daha büyük derinliklerde sel akımında ayakta kalamayacağını ve insanların ayakta durarak kendilerini koruyabilmeleri için sadece su seviyesinin düşük olmasının yeterli olmadığını, su hızının da yeterince düşük olması gerektiğini belirtmiştir. Taşkın

çalışmalarında insanların güvenliği için hız ve derinlik unsurlarının birlikte değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamıştır. İnsanlar için risk rehberinde, taşkın tehlikesinin belirlenmesinde “tehlike seviyesi (hazard rating)” yöntemi önerilmektedir (Anonymous, 2006).

Tehlike seviyesi hesabında Denklem 5.58 kullanılmaktadır.

$$TD = d(v + n) + MF \quad (5.58)$$

Burada TD; tehlike derecesi, d; derinlik (m), v; hız (m/s), n; 0,5 alınan bir sabit değer, MF; moloz faktörü olarak ifade edilmektedir (Anonymous, 2006; Alphen ve Passchier, 2007). DEFRA yöntemi ile MF değerleri Tablo 5.7’ye göre verilmektedir. TD değerlerine göre taşkın tehlike seviyeleri Tablo 5.8’e gösterilmektedir.

Tablo 5.7. DEFRA yöntemi ile MF değerleri

Derinlik ve Hız	Mera/Ekilebilir Alan	Orman	Kent
0,00-0,25 m	0	0	0
0,25-0,75	0	0,5	1
d>0,75 ve/veya v>2m/s	0,5	1	1

Tablo 5.8. DEFRA yöntemi ile tehlike seviyeleri

TD=d(v+n)+MF	Seviye	Tanım
<0,75	Düşük	Dikkat- “Sığ akan su veya derin durgun su ile taşkın bölgesi”
0,75-1,25	Hafif	Halkın bir kısmı için tehlikeli (örn. çocuklar)- “Tehlike: derin veya hızlı akan suyla dolu bölge”
1,25-2,5	Yüksek	Halkın çoğu için tehlikeli-“Tehlike: hızlı akan su ile taşkın bölgesi”
>2,5	Çok Yüksek	Herkes için tehlikeli- “Aşırı tehlike: derin ve hızlı akan su ile taşkın bölgesi”

Kaynak: Anonymous (2006); Alphen ve Passchier (2007)

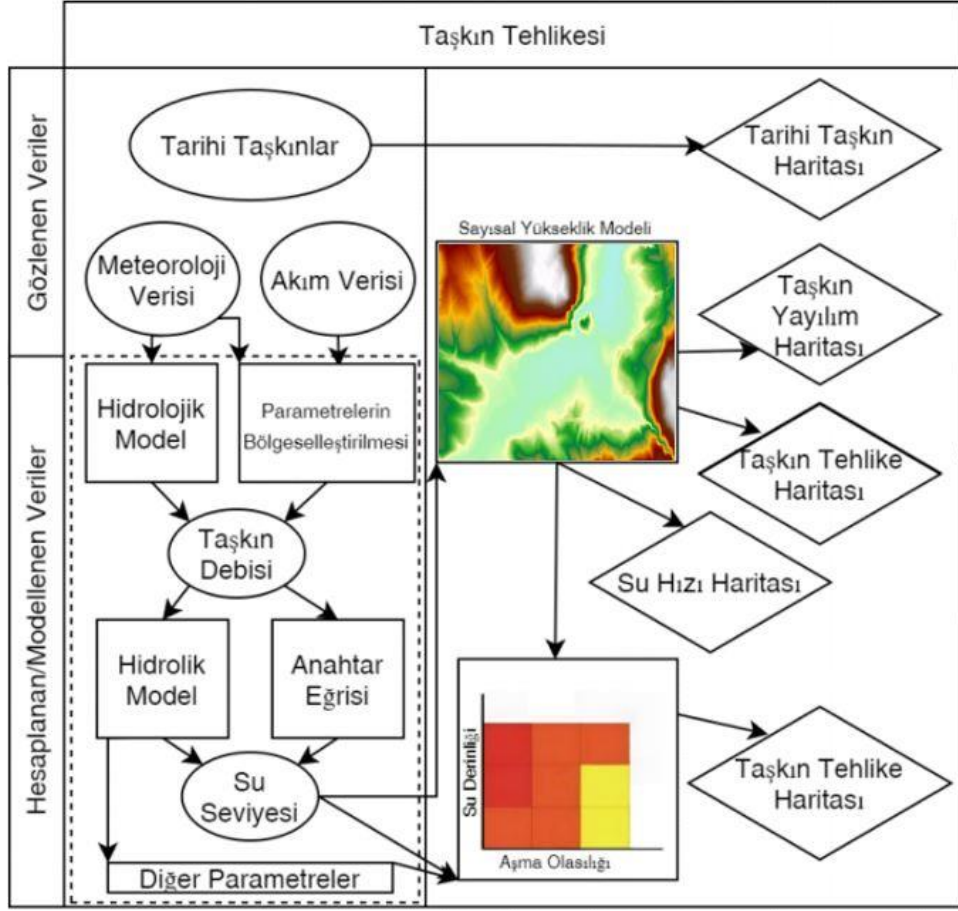
5.7. Taşkın Haritalarının Hazırlanması

Ülkemizde taşkın haritaları “Taşkın Tehlike Haritaları” ve “Taşkın Risk Haritaları” olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Anonim, 2014; SYGM, 2017). Taşkın tehlike haritaları meydana gelmesi muhtemel taşkın olasılığı ve büyüklüğü hakkında bilgi vermektedir.

Taşkın risk haritaları ise taşkın sonuçları (etkilenen alan, etkilenen kişi, ekonomik hasarlar) hakkında bilgi vermektedir.

Taşkın tehlikesini değerlendirirken, taşkınların ne sıklıkla meydana geldiği ve bunların büyüklüğü incelenerek ön değerlendirme yapılabilir. Tarihi taşkınlar bir noktada meydana gelen olaylar şeklinde haritalandırılabilir veya taşkın yayılım haritasında gösterilebilir. Taşkın yönetimi ile ilgili politika oluşturmak ve uygulamak için, tüm bölge üzerinde tutarlı olan güncel hidroloji bilgisine sahip olmak gereklidir. Tarihsel taşkın haritalarının kullanımı bu açıdan sınırlıdır, çünkü geri dönüş süreleri eşit olmadığından ve sınır koşulları (akarsu, toprak örtüsü vb.) zaman içinde önemli ölçüde değişmiş olabileceği için bunları karşılaştırmak çok zordur. Bu problemin üstesinden gelmek için istatistik yöntemleri ve modelleme araçları olası taşkınların tehlikesini hesaplamada kullanılır. Taşkın tehlikesini göstermek için kullanılacak çeşitli parametreler vardır. Bunlar; taşkın miktarı, su derinliği, akış hızı, taşkın yayılımı ve su seviyesi şeklinde sıralanabilir. Su derinliği ve hız parametreleri, taşkın hasarı hesaplarında sıkça kullanılan önemli temel parametrelerdendir. Bununla birlikte; akış hızı ve sürüntü malzemesi miktarı taşkın hasarı için çok önemli faktörlerdir. Su altında kalma süresi, halkın tahliyesi, iş kesintisi ve tedarik zincirlerinin çökmesi nedeniyle ortaya çıkan hasar da taşkın hasarı için çok önemli faktörlerdir. Ayrıca taşkın dalgasının yayılımı ve suyun yükselme hızı hakkındaki bilgiler, tahliyeden sorumlu acil eylem planlayıcıları için kritik öneme sahiptir ve potansiyel yaşam kaybını tahmin etmede önemli faktörlerdir (Jonkman, 2005).

Taşkın tehlikesinin hesaplanması; veri, kaynak ve mevcut zamana bağlı olarak değişen karmaşık yöntemler kullanılarak yapılabilir (Buchele vd., 2006). Taşkın tehlikelerinin hesaplanmasında farklı yaklaşımların da bulunduğu belirli bir kavramsal çerçeve kullanılır (Şekil 5.3).



Şekil 5.3. Taşkın tehlikesi hesaplamaları için izlenen yöntemler

Şekil 5.3'te taşkın tehlikesi hesaplamaları için kullanılan kavramsal çerçeve verilmiştir. Şekilde yer alan haritalar ve eğriler bu çalışmanın eğrileri ve haritaları olup tamamen açıklama amaçlıdır ve varsayımsal bir duruma dayanır. Taşkın haritalarının oluşturulmasında aşağıdaki adımlar izlenmiştir (De Moel ve Aerts, 2011).

- Belirli dönüş aralıkları için debilerin tahmin edilmesi; debi kayıtları ve ekstrem dağılımları ile ilgili frekans analizleri kullanılarak yapılabilir (Te Linde vd., 2011). Akım verisi yoksa, yağış kayıtları ile debi hesaplamak için akış katsayıları kullanılabilir (Merz vd., 2008). Gözlemlerin olmadığı alanları, gözlemlenmiş alanların bilgilerinden yola çıkarak yorumlayabilmek için ulusal bölgeselleştirme yöntemleri kullanılır (Merz ve Blöschl, 2005). Bununla birlikte, debilerin hesaplanması için hidrolojik modeller de kullanılmaktadır. Bu tür modeller meteorolojik veriler, toprak ve arazi örtüsü verilerini girdi olarak kullanırlar (Beden, 2019).

- Debiler ve tekerrür süreleri yukarıda belirtilen yaklaşımlar kullanılarak elde edildikten sonra, taşkın haritasının geliştirilmesine yönelik bir sonraki adım debileri su seviyelerine çevirmektir. Bu genellikle anahtar eğrileri ile yapılır. Alternatif olarak, su seviyelerini belirlemek için 1B veya 2B hidrodinamik modeller kullanılabilir. Sözü geçen alternatif çözüm, özellikle insan müdahalesi ile büyük ölçüde değiştirilmiş nehir yataklarında, dolgu alanlarında veya drenaj sistemlerinin de hesaba katıldığı karmaşık alanlarda daha faydalıdır.
- Taşkın yayılım alanları, muhtemel taşkın derinliği ve su seviyeleri SYM ile birleştirilir. Böylece taşkın yayılımını ya da derinliğini gösteren taşkın haritaları oluşturulur. SYM, 2B hidrodinamik modellerde zaten model altlığı olarak kullanıldığından bu üçüncü adım doğrudan elde edilmiş olur. Bu durum 2B model kullanmanın bir avantajıdır (Beden, 2019).

Çok çeşitli veriler, hesaplamalar veya modeller kullanan tüm yöntemlerde olduğu gibi veri ve işlem adımlarındaki tüm belirsizlikler nihai çıktıda yani haritada toplanır. Taşkın tehlikesi ve risklerinin haritalanması ile ilgili belirsizlikler uç olayların kısa zaman serilerinden istatistiksel olarak tahmin edilmesi, SYM kalitesi ve hidrolik yapılarının varlığı veya yeterliliği şeklinde sıralanabilir. SYM'lerin çözünürlüklerinin artması konusunda son yıllarda büyük gelişmeler kaydedilmiş olmakla birlikte, çözünürlükler akarsu şevlerinin ve hidrolik yapıların doğru şekilde ayırt edilmesi için hala yetersizdir.

Avrupa Birliği Taşkın Direktifi'ne göre bir taşkın tehlike haritası düşük, orta ve yüksek olasılıklı olmak üzere üç farklı senaryo neticesinde taşkın yayılım gösterdiği alanın, taşkın tipinin, su derinliğinin, su seviyesinin, akım hızının ve yönünün ifade edildiği haritalardır. Taşkın tehlike haritaları, geçmişte yaşanmış taşkın olayları ile ileride yaşanması muhtemel taşkın olaylarını içermelidir ve ayrıca farklı tekerrür süreleri için olayın yaratabileceği zararın boyutlarını gösterecek biçimde arazi kullanımı, acil durum hazırlığı ve taşkın bilincini artırma amacına uygun ölçekte üretilmelidir (European Union, 2007).

Taşkın tehlike haritalarının yasal bir yaptırımını veya kural koyucu bir tarafı bulunmamakla birlikte taşkınlar ve taşkına meyilli bölgelerin sınırlarının bilinmesi durumunda, bu alanlarda şehir planları taşkın olasılığı düşünerek hazırlanır ve böylece olası taşkın

zararları azaltılarak ve şehirleşme kurallarına uygun olarak yapılaşma sağlanmış olur (Anonim, 2014).

Taşkın tehlike haritaları belli bir noktada su seviyesinin yükselmesi durumunda erken uyarı yaparak gerekli önlemlere zemin hazırlar, taşkın kurtarma operasyonlarında etkilenenlerin daha yüksek yerlere transferi için imkanlar sağlar, yeni yerleşim yerlerinin planlanmasında ve oluşturulmasında bu haritalardan faydalanılır. Ayrıca planlama, sulama sistemi ve su yönetimi konusunda da bu haritalardan faydalanabilmektedir. Tehlike haritalarının genel özellikleri Tablo 5.9’da verilmiştir (SYGM, 2017).

Tablo 5.9. Taşkın tehlike haritalarının genel özellikleri

Taşkın Tehlike Haritaları	
İçerik	<ul style="list-style-type: none">▪ Taşkın parametreleri▪ Olasılık sınıflandırmasına göre▪ Taşkın boyutu▪ Geçmiş olaylar▪ Taşkın derinliği▪ Taşkın hızı▪ Taşkın yayılım▪ Taşkın derecesi
Kullanım	<ul style="list-style-type: none">▪ Toprak kullanım ve yönetimi▪ Havza yönetimi▪ Su yönetimi▪ Yerel düzeyde tehlike değerlendirme▪ Acil planlama ve acil durum yönetimi▪ Teknik maksatlı planlama▪ Genel bilinç oluşturma

Kaynak: SYGM (2017)

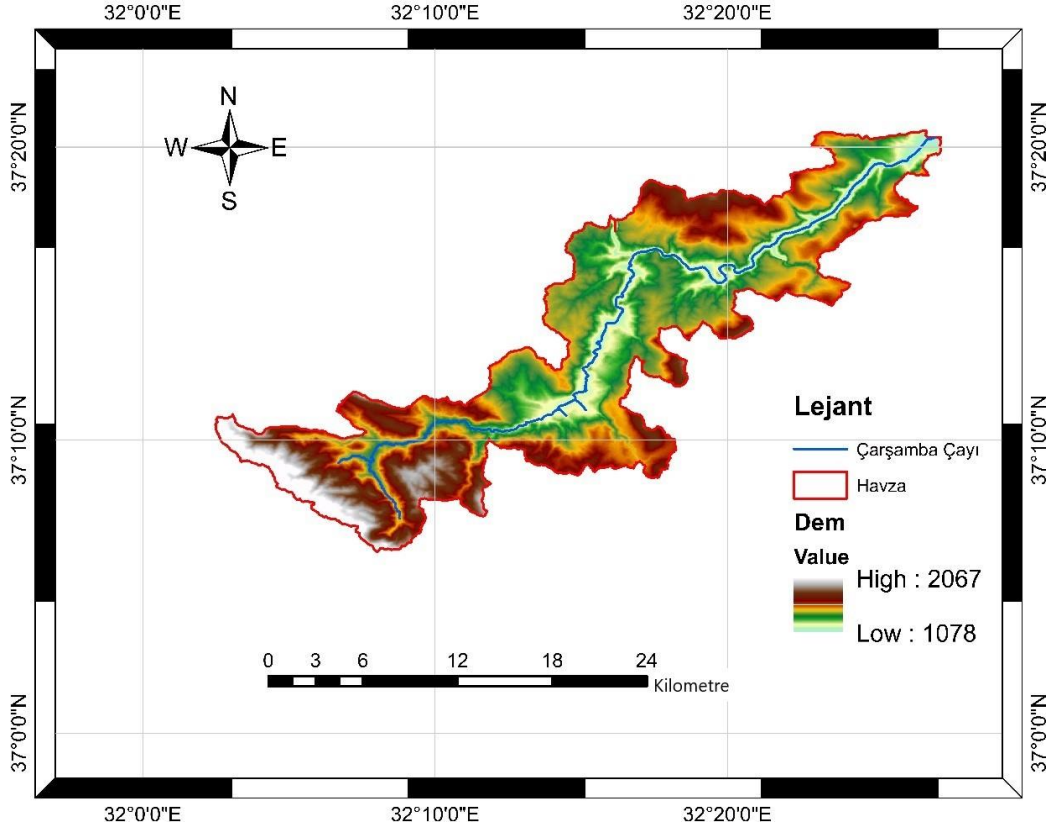
6. UYGULAMA VE BULGULAR

6.1. Çarşamba Çayı ve Model Alanına Ait Bilgiler

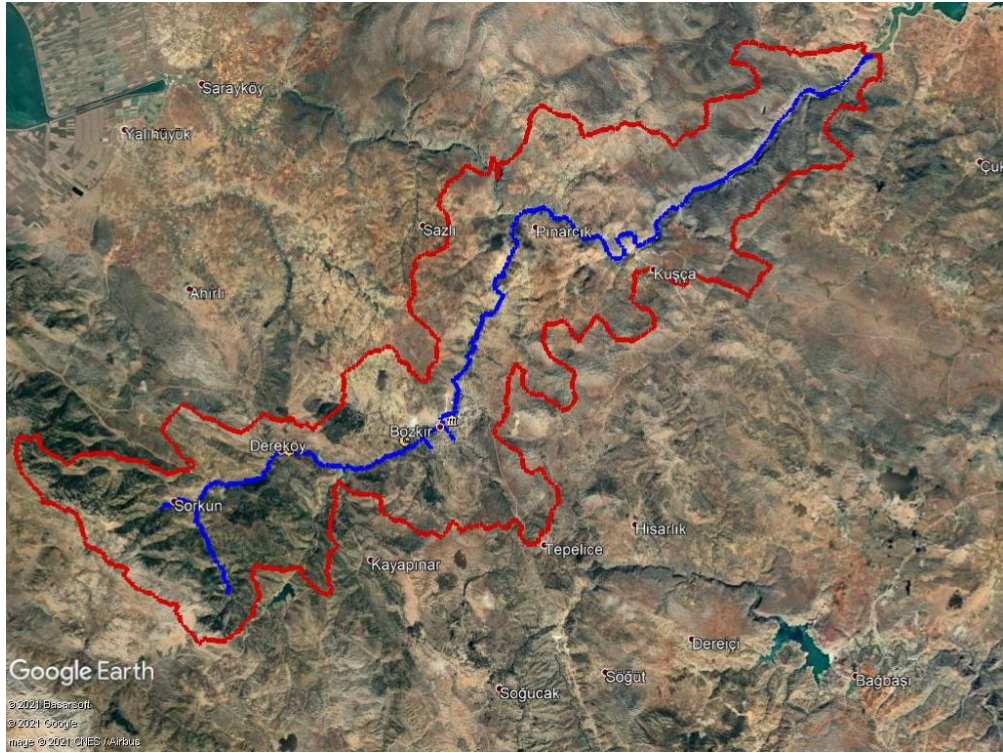
Konya ili, Bozkır ilçe sınırları içerisinde geçen Çarşamba Çayı, Karacahisar köyü yakınlarından doğmakta ve Karakaya bataklıklarında sonlanmaktadır. Çarşamba Çayı, daha çok kar ve yağmur sularıyla beslenmektedir. Yeraltı karstik kaynaklarında dahil olmasıyla güçlenmektedir. Bu anlamda en önemli kaynağını ise Aygır Gediği (Sugözü) oluşturmaktadır. Aygır Gediği Sorkun Kasabası'nın Karacahisar Köyü'ndedir. Burada, Toplar ve Kozlu dereleriyle birleşen Çarşamba Çayı; Dere, Çağlayan (Çat) Kasabası ve Bozkır merkezden geçmektedir. Daha sonra irili ufaklı çok sayıda dere katılmaktadır. Bunların içinde Kuruçay, Söğüt Deresi, Kaya Pınarı ve Çökelez Deresi en önemlileridir. Ancak yaz mevsiminde bu dereler büyük oranda kurur. Çarşamba Çayı Konya ili tarımsal sulamada önemli bir yer tutmaktadır (Atalay,1984).

Taşkın çalışmasının doğruluğu ve hassasiyeti elde edilen topografik verilerin yüzey modeli ile doğrudan ilgilidir. Çalışmamızda Konya Büyükşehir Belediyesi İmar Müdürlüğü'nden bölgeye ait 1/1000 halihazır haritalar, DSİ'den ise 1/25000 ölçekli Konya-N28-d1, d2 ve c1 paftalar NetCAD (.ncz) ve AutoCAD (.dwg) formatında temin edilmiştir. Ayrıca taşkın modellemesinde SYGM'den bölgeye ait SYM (.shp) temin edilmiştir. Bu veri bölgeye ait eğim, bakı, havza alanı sınırları ve akım ağları için kullanılmıştır. Çalışma alanı sınırlarında kullanılan SYM hem 1B modelde hem de 2B modelde kullanılmıştır.

Havza alanının sınırını belirlemek için Çay vd. (2018) tarafından uygulanan çalışma adımları takip edilmiştir. Advanced Land Observing Satelitycad, Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar (ALOS PALSAR) SYM üzerinden 2 adet güncel veri indirilmiştir. ArcGIS programının alt modülü olan ArcMAP üzerinden görüntüler birleştirilmiştir ve model iyileştirilmiştir. Akarsuyun akış yönleri ve akış toplamları ArcMap programı üzerinden "Spatial Analyst Tools" kısmı kullanılarak elde edilmiştir (Öztürk, 2009). Program üzerinden havza alanının sınırları ve drenaj ağları bulunmuştur (Güreşçi, 20012). Şekil 6.1 ve Şekil 6.2 'de Bozkır Çarşamba Çayı Havza alan sınırları ve akım ağları, ArcMAP ve Google-Earth üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 6.1. Bozkır Çarşamba Çayı Havzası su toplama alanı



Şekil 6.2. Bozkır Çarşamba Çayı Havzası

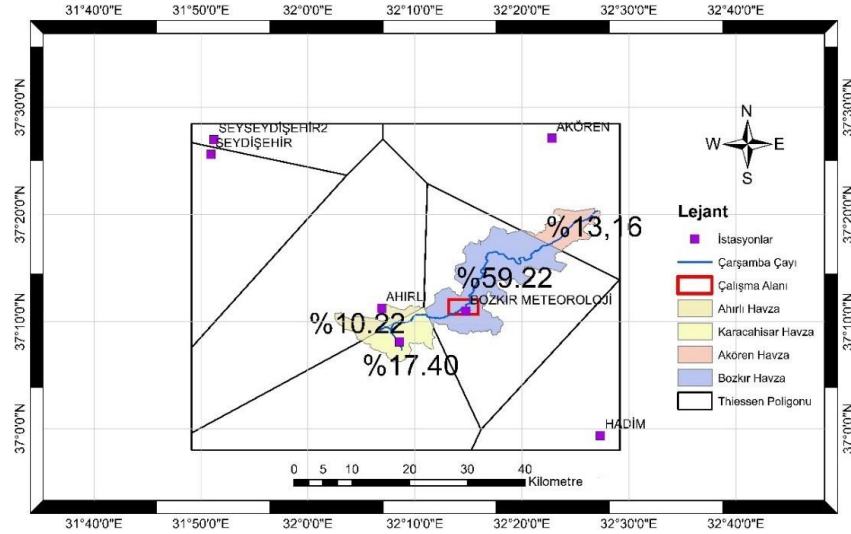
Kaynak: Google Earth (2021)

6.2. Taşkın Debilerinin Hesabı

Çarşamba Çayı'na ait taşkın debileri istatikselsel yöntemler ve deterministik yöntemlerle belirlenmiştir. Çalışmada istatikselsel yöntemlerde N, LN-T2, LN-T3, P-T3, LP-T3 ve G dağılımları, deterministik yöntemlerde ise DSİ Sentetik Birim Hidrograf yöntemi kullanılmıştır. Çarşamba Çayı çalışma alanına ait AGİ verisi D16A115 Numaralı Çarşamba S. Sorkun istasyonundan alınmıştır. Yeterli gözlem süresine sahip olan bu istasyondan alınan veriler doğrultusunda taşkın tekerrür debileri farklı yöntemler kullanılarak hesaplanmış ve karşılaştırılmıştır.

6.2.1. Çarşamba Çayı Havzası Yağış Verilerinin İstatikselsel Yöntemlere Göre Dağılımı

Bozkır Çarşamba Çayı Havzası, Thiessen poligonuna göre 18487 Akören DMİ, 18486 Ahırlı DMİ, Karacahisar DMİ ve 18489 Bozkır DMİ gözlem istasyonlarından etkilenmektedir. İstasyon konumları ve Thiessen oranları Şekil 6.3'te Tablo 6.1'de ise Bozkır Çarşamba Çayı Havzasının yinelemeli yağış debileri verilmiştir.



Şekil 6.3. İstasyon konumları ve Thiessen oranları

Tablo 6.1. Çarşamba Çayı havzasının yinelemeli yağış debileri

İstasyon Adı	Thiessen Oranı (%)	Tekerrür Süresi						
		P ₂	P ₅	P ₁₀	P ₂₅	P ₅₀	P ₁₀₀	P ₅₀₀
Akören DMİ	13,16	36,02	42,60	46,12	49,92	52,41	54,41	61,27
Ahırlı DMİ	10,22	43,50	57,03	65,70	76,41	84,23	91,95	109,74
Karacahisar	17,40	44,15	56,82	65,97	77,78	86,59	95,32	112,69
Bozkır DMİ	59,22	40,38	52,22	59,75	68,97	75,66	82,24	97,36

Bozkır havzasını kapsayan çalışma alanımızın tamamını Bozkır DMİ istasyonu etkilemektedir. Bundan dolayı Thiessen poligonumuz içerisinde bulunan Bozkır DMİ verileri kullanılarak günlük maksimum yağış debileri hesaplanmıştır.

Bozkır DMİ istasyonuna ait günlük maksimum yağış verileri istatistiksel yöntemler kullanılarak 2, 5, 10, 25, 50, 100 ve 500 yıllık taşkın tekerrür debileri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. Dağılım tiplerine göre tekerrür debileri Tablo 6.2’de verilmiştir. Kalın yazı tipine sahip sayılar en yüksek değerleri altı çizili sayılar ise en düşük değerleri göstermektedir. Dağılıma göre KS uyum testi (%90, %95 %98 ve %99’luk anlamlılık yüzdeleri) Tablo 6.3’te verilmiştir.

Tablo 6.2. Bozkır DMİ istasyonuna günlük maksimum yağışlar (mm)

Dağılım Tipi	Dönüş aralığı						
	2	5	10	25	50	100	500
N	42,26	53,01	<u>58,62</u>	<u>64,61</u>	<u>68,48</u>	<u>71,96</u>	<u>79,01</u>
LN-T2	<u>40,38</u>	<u>52,22</u>	59,75	68,97	75,66	82,24	97,36
LN-T3	40,92	52,27	59,07	67,08	72,71	78,09	90,02
P-T3	40,95	52,24	59,01	67,01	72,65	78,08	90,19
LP-T3	40,91	52,53	59,44	67,45	72,98	78,19	89,42
G	40,98	52,46	59,23	67,03	72,41	77,47	88,40

Tablo 6.3. Bozkır DMİ istasyonuna ait KS testi sonuçları

Dağılım Tipi	Sıra	İstatistik	P-Değeri	Anlamlılık Yüzdeleri			
				%90	%95	%98	%99
N	6	0,0827	0,8638	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
LN-T2	5	0,0724	0,9432	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
LN-T3	4	0,0600	0,9899	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
P-T3	3	0,0598	0,9905	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
LP-T3	2	0,0572	0,9943	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
G	1	0,0561	0,9955	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul

Tablo 6.2’ye göre en düşük debi, 2 ve 5 yıllık tekerrür süresinde LN-T2 dağılımında, 10, 25, 50, 100 ve 500 yıllık tekerrür süresinde N dağılımında görülmüştür. En yüksek debi, 2 ve 5 yıllık tekerrür süresinde N dağılımında, 10, 25, 50, 100 ve 500 yıllık tekerrür süresinde LN-T2 dağılımında görülmüştür.

Tablo 6.2 ve Tablo 6.3 incelendiğinde Bozkır DMİ istasyonuna günlük maksimum yağışlar verilerine ait en uygun dağılımın LN-T2 olduğu belirlenmiştir.

Tablo 6.4'te çalışma alanına ait hesaplanmış günlük maksimum tekerrür debileri verilmiştir. Bu günlük veriler daha sonra saatlik verilere dönüştürülmek üzere Tablo 6.4 plüviyograf katsayıları ile çarpılarak saatlik yinelemeli yağış debilerine dönüştürülmüştür ve Tablo 6.5'te gösterilmiştir.

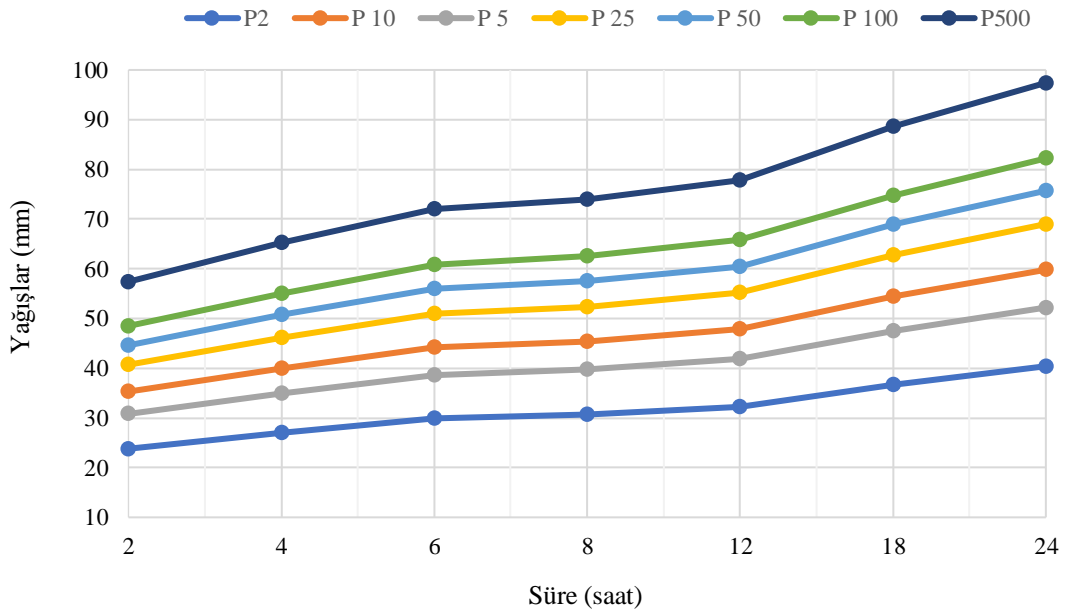
Tablo 6.4 Günlük noktasal yağış tekerrür değerleri (mm)

İstasyon Adı	Thiessen Oranı (%)	Tekerrür Süresi						
		P ₂	P ₅	P ₁₀	P ₂₅	P ₅₀	P ₁₀₀	P ₅₀₀
Bozkır DMİ	%100	40,38	52,22	59,75	68,97	75,66	82,24	97,36

Tablo 6.5. Çalışma alanına ait saatlik yinelemeli yağış değerleri (mm)

Süre	Konya Plv	Tekerrür Süresi						
		P ₂	P ₅	P ₁₀	P ₂₅	P ₅₀	P ₁₀₀	P ₅₀₀
2	0,59	23,8	30,8	35,3	40,7	44,6	48,5	57,4
4	0,67	27,1	35,0	40,0	46,2	50,7	55,1	65,2
6	0,74	29,9	38,6	44,2	51,0	56,0	60,9	72,0
8	0,76	30,7	39,7	45,4	52,4	57,5	62,5	74,0
12	0,80	32,3	41,8	47,8	55,2	60,5	65,8	77,9
18	0,91	36,7	47,5	54,4	62,8	68,9	74,8	88,6
24	1	40,4	52,2	59,8	69,0	75,7	82,2	97,4

Şekil 6.4'te süre değişimine bağlı olarak yağış miktarını gösteren süre-yağış-tekerrür eğrileri verilmiştir.



Şekil 6.4. Süre-Yağış-Tekerrür eğrileri

6.2.2. Çarşamba Çayı Akım Verilerinin İstatiksel Yöntemlere Göre Dağılımı

Çarşamba çayına ait YAMA verileri istatiksel yöntemler kullanılarak 2, 5, 10, 25, 50, 100 ve 500 yıllık taşkın tekerrür debileri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. Dağılım tiplerine göre tekerrür debileri Tablo 6.6’da verilmiştir. Kalın yazı tipine sahip sayılar en yüksek değerleri altı çizili sayılar ise en düşük değerleri göstermektedir. Dağılıma göre KS uyum testi (%90, %95, %98 ve %99’luk anlamlılık yüzdeleri) Tablo 6.7’de verilmiştir.

Tablo 6.6. Çarşamba Çayı D16A115 istasyonuna ait taşkın tekerrür debileri

Dağılım Tipi	Dönüş aralığı						
	2	5	10	25	50	100	500
N	14,42	23,98	28,98	<u>34,31</u>	<u>37,75</u>	<u>40,85</u>	<u>47,12</u>
LN-T2	11,32	20,32	27,59	38,24	47,19	57,04	83,52
LN-T3	11,27	19,96	27,08	37,62	46,57	56,48	83,58
P-T3	11,17	<u>19,51</u>	<u>26,75</u>	38,34	49,11	62,05	103,33
LP-T3	<u>11,15</u>	19,89	27,37	38,98	49,33	61,27	96,40
G	11,57	22,13	29,53	38,95	45,90	52,75	68,41

Tablo 6.7. Çarşamba Çayı D16A115 istasyonuna ait KS testi sonuçları

Dağılım Tipi	Sıra	İstatistik	P-Değeri	Anlamlılık Yüzdeleri			
				%90	%95	%98	%99
N	6	0,22550	0,02589	Ret	Ret	Kabul	Kabul
LN-T2	4	0,10726	0,69303	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
LN-T3	2	0,10178	0,75130	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
P-T3	1	0,09334	0,83488	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
LP-T3	3	0,09870	0,78293	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
G	5	0,14287	0,33982	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul

Tablo 6.6’ya göre en düşük debi, 2 yıllık tekerrür süresinde LP-T3 dağılımında, 5 ve 10 yıllık tekerrür süresinde P-T3 dağılımında, 25, 50, 100 ve 500 yıllık tekerrür süresinde N dağılımında görülmüştür. En yüksek debi, 2 ve 5 yıllık tekerrür süresinde N dağılımında, 10 yıllık tekerrür süresinde G dağılımında, 25 ve 50 yıllık tekerrür süresinde LP-T3 dağılımında, 100 ve 500 yıllık tekerrür süresinde P-T3 dağılımında görülmüştür.

Tablo 6.6 ve Tablo 6.7 incelendiğinde Çarşamba Çayı D16A115 istasyonuna ait en uygun dağılımın P-T3 olduğu belirlenmiştir.

6.2.3. Çarşamba Çayı Akım Verilerinin Sentetik Yöntemlerle Dağılımı

6.2.3.1. DSİ Sentetik Birim Hidrograf yöntemi

Çarşamba Çayı'nın havza alanı $A=273,05 \text{ km}^2$, havza uzunluğu $L=34,6 \text{ km}$, $L_C=13,9 \text{ km}$, $S_{\text{Har}}=0,008$, $C_{\text{II}}=75$ ve $C_{\text{III}}=88,5$ 'tir. DSİ Sentetik Birim Hidrograf yöntemiyle hesap adımları yöntemler bölümünde açıklandığı gibi uygulanmıştır. Denklem 5.39-Denklem 5.43'e göre hesaplanmıştır.

$$q_p = \frac{414}{A^{0,225} \times \left(\frac{L \times L_C}{\sqrt{S_h}} \right)^{0,16}} = \frac{414}{273,05^{0,225} \times \left(\frac{34,6 \times 13,9}{\sqrt{0,008}} \right)^{0,16}} = 29,65 \text{ l/s/km}^2/\text{mm} \quad (6.1)$$

$$Q_p = q_p \times A \times 10^{-3} = 29,65 \times 273,05 \times 10^{-3} = 8,09 \text{ m}^3/\text{s}/\text{mm} \quad (6.2)$$

$$V_b = A \times 10^3 = 273,05 \times 10^3 = 273,050 \text{ m}^3 \quad (6.3)$$

$$T = 3,65 \times \left(\frac{V_b}{q_p} \right) = 3,65 \times \left(\frac{273,050}{29,65} \right) = 34 \text{ saat} \quad (6.4)$$

$$T_p = \frac{T}{5} = \frac{34}{5} = 6,8 \text{ saat} \quad (6.5)$$

DSİ Sentetik birim hidrograf yöntemine göre tekerrür debileri Tablo 6.8'de verilmiştir.

Tablo 6.8 DSİ Sentetik birim hidrograf yöntemine ile hesaplanan tekerrür debileri

Tekerrür (yıl)	Q(m ³ /s)
Q ₂	34,02
Q ₅	57,75
Q ₁₀	76,42
Q ₂₅	102,12
Q ₅₀	122,75
Q ₁₀₀	144,08
Q ₅₀₀	190,83

Hidrolik modellemelerde havza alanına bağlı olarak 0-1000 km² arasında DSİ Sentetik birim hidrograf ve Mockus yöntemi, 1000 km²'den büyük drenaj alanlarında ise Synder yöntemi kullanılması önerilmektedir (Özdemir, 1978; DSİ, 2012). DSİ ve SYGM kendi modellemelerinde DSİ Sentetik birim hidrograf metodunu tercih etmiştir. Modelimizde DSİ Sentetik birim hidrograf yöntemi ile bulunmuş tekerrür debilerini kullanılması

kararlaştırılmıştır. Taşkın debi hesaplamaları yapılırken kullanılan bu yöntem birçok araştırmacı tarafından kabul gormuştur (Demir, 2020; Beden, 2019; Denizolgun vd., 2018; Kumanlıoğlu ve Ersoy, 2018; ztrk vd., 2003). DSİ Sentetik birim hidrograf yontemine gore debi hesabı ve debilerinin hidrografları **EK-7 ve EK-8**'de verilmiştir.

Literatürde, Q_{500} , Q_{1000} ve $Q_{10.000}$ yıllık tekerrür debilerinin hesaplamasında $Q_T=Q_{10}+Z_T(Q_{100}-Q_{10})$ formülü kullanılmaktadır (DSİ, 2012; Karapınar 2017). Q_{1000} için $Z_T=2,98$, Q_{500} için $Z_T=1,692$ ve Q_{100} için $Z_T=1,99$ 'dur (Chow, 1964). Bu debilerin bulunması için iki farklı yontem vardır. İlk olarak Q_T eşitliği, ikincisinde ise taşkın tekerrürü debilerinin logaritmik ekseninde oluşturulan eğriye gore en uygun denklemin uzatılması ile bulunmaktadır. Her iki yontemde karşılaştırılarak en büyük debi değerleri belirlenmelidir (DSİ, 2012). arşamba ayı'nın DSİ Sentetik birim hidrograf yontemine gore Q_{1000} debisi $278,05 \text{ m}^3/\text{s}$ bulunmuştur ancak bu tekerrür debisini seçmek ekonomik olarak uygun olmadığından hesaba alınmamıştır.

6.2.4. Baz Akımının Hesaplanması

Çalışmamızda baz akımı hesabı için, taşkın periyodu olan Aralık-Nisan arası aylarda ortalama debilerin ortalamasıyla bulunan değerlerin en büyüğü alınarak D16A115 numaralı Sorkun istasyonu baz akımı hesaplanmıştır (zdemir, 1978). YAMA'ların gorldğ aylar kullanılarak taşkın periyodu belirlenmiş ve Tablo 6.9'da gosterilmiştir.

Tablo 6.9. D16A115 Sorkun istasyonu baz akımı hesabı

Yıl	Taşkın periyodu aylık ortalama debileri (m^3/s)					
	Aralık	Ocak	şubat	Mart	Nisan	Ortalama
2011	5,122	2,749	2,168	5,134	6,512	4,337
2012	1,601	1,683	1,987	3,930	9,830	3,700
2013	2,273	2,104	2,646	3,836	4,040	2,980
2014	0,481	0,946	1,513	2,670	1,794	1,481
2015	2,701	2,401	2,211	5,465	5,800	3,715
2016	0,437	0,993	2,219	2,586	2,540	1,755
2017	0,280	0,563	1,068	4,092	6,415	2,484
2018	1,461	2,400	3,434	3,237	2,315	2,569
2019	1,975	2,476	3,411	4,360	5,982	3,641
D16A115 Sorkun istasyonu (Alan=273,05 km^2)				Baz Akım(m^3/s) =4,337		

Bu yöntemle göre D16A115 Sorkun istasyonu için taşkın periyodu olan Aralık-Nisan arası aylarda ortalama debilerin ortalamasıyla bulunan değerlerin en büyüğü alınarak baz akımı $4,337 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak Tablo 6.9’da belirlenmiştir.

Çalışmamızda baz akım hesaplanmasında ayrıca DSİ tarafından önerilen yeni yaklaşım kullanılmıştır. Bu yaklaşıma göre, nehre ait aylık ortalama akım-zaman eğrilerinin çizilmesi ve zamanın %95’inde olan akımın baz akım olarak kabul edilmesidir (Tarım ve Orman Bakanlığı DSİ Etüt, Planlama ve Tahsisler Dairesi Başkanlığı’ndan, DSİ VII. Bölge Müdürlüğü’ne gelen 11.01.2019 tarihli ve 23305308-111.02-29141 sayılı yazı). Aylık ortalama akım verileri Tablo 6.10’da verilmektedir.

Tablo 6.10. D16A115 Sorkun istasyonu aylık ortalama akım değerleri

Yıl	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
2011	0,566	0,668	5,122	2,749	2,168	5,134	6,512	6,351	2,665	0,916	0,567	0,422
2012	0,951	0,736	1,061	1,683	1,987	3,930	9,829	4,585	3,130	1,138	0,687	0,490
2013	0,487	0,899	2,273	2,104	2,646	3,836	4,040	2,910	1,018	0,547	0,388	0,334
2014	0,396	0,424	0,481	0,946	1,513	2,670	1,794	0,980	0,423	0,404	0,272	0,295
2015	0,606	0,650	2,701	2,401	2,211	5,465	5,800	3,850	1,669	0,700	0,520	0,400
2016	0,450	0,411	0,437	0,993	2,219	2,586	2,540	1,581	1,398	0,677	0,367	0,306
2017	0,293	0,270	0,280	0,563	1,068	4,092	6,415	5,041	2,034	0,726	0,450	0,306
2018	0,293	0,768	1,461	2,400	3,434	3,237	2,315	1,615	0,675	0,386	0,246	0,208
2019	0,275	0,332	1,975	2,476	3,411	4,360	5,982	5,107	2,149	0,716	0,423	0,328

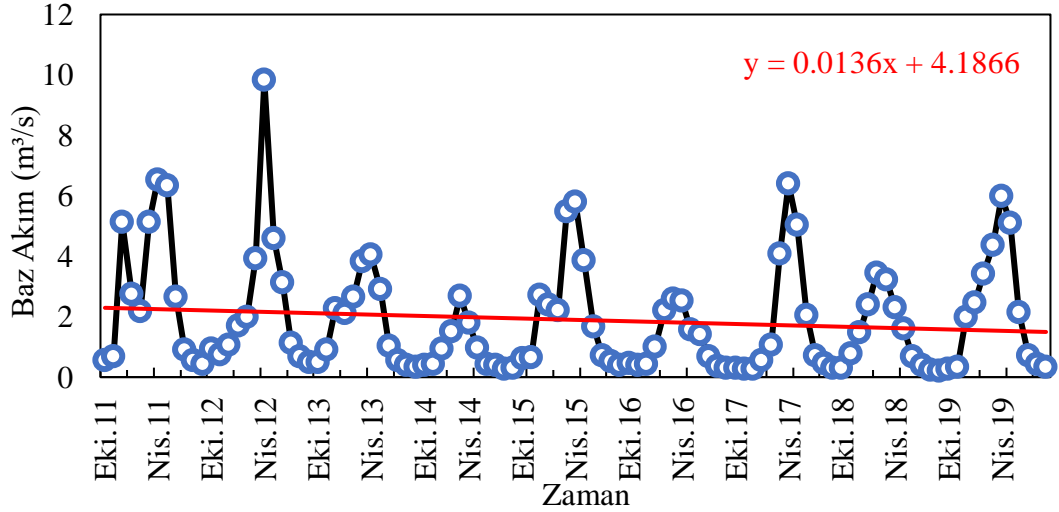
DSİ önerdiği yaklaşıma göre yapılan hesapta baz akımı Tablo 6.11’de verilmiştir.

Tablo 6.11. D16A115 Sorkun istasyonu baz akımı hesabı

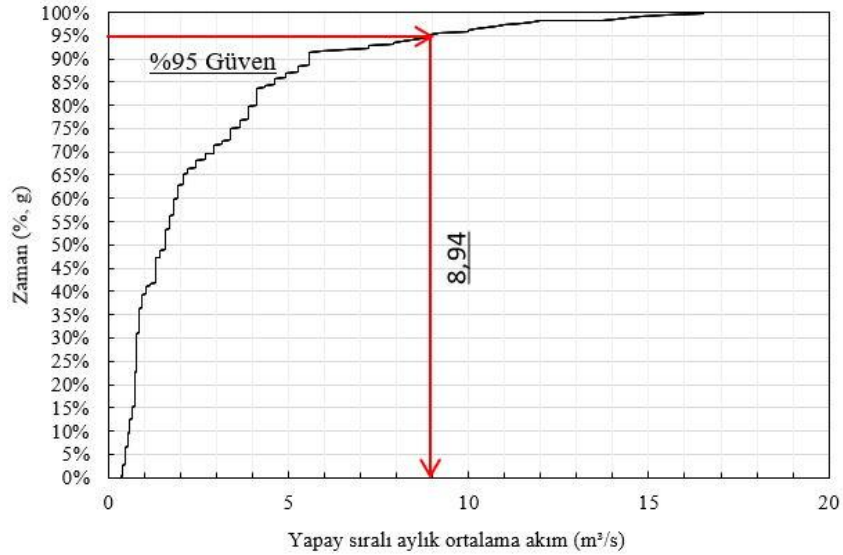
Yıllar	Baz Akım (m^3/s)
2011	7,24
2012	8,94
2013	4,36
2014	2,68
2015	5,59
2016	2,68
2017	6,25
2018	3,64
2019	6,58
D16A115 Sorkun istasyonu (Alan=273,05 km^2) Baz Akım(m^3/s) =8,94	

Yapılan iki yöntemle göre belirlenen değerlerden en büyük olan debi alınarak baz akımı belirlenmiştir. Debi-süreklilik eğrisinde elde edilen bu değer SYGM'den alınan baz akımı değeri olan 8,94 m³/s ile de uyumlu ve destekleyicidir (<https://usbs.tarimorman.gov.tr/>).

Yıllık akım verileri Ekim ayında başlar, Eylül ayında biter. Şekil 6.5'te aylık ortalama akım verilerine ait gidiş grafikleri, Şekil 6.6'da debi-süreklilik eğrisi verilmiştir.



Şekil 6.5. Aylık ortalama akım verilerine ait gidiş grafiği



Şekil 6.6. Debi-Süreklilik eğrisi

Şekil 6.6'da zamanın %95'ine ait debiler okunarak bulunan 8,94 m³/s baz akım değerleri, sentetik birim hidrograf yöntemi ile hesaplanan yüzeysel akış ile oluşan hidrograflara, hidrograf tabanı boyunca sabit bir değer olarak eklenmiştir (Şen, 2009).

6.3. Manning Pürüzlülük Katsayısı Hesabı

Çalışma alanına ait pürüzlülük katsayısı DSI Modifiye Cowan yöntemiyle hesaplanmıştır (Cowan, 1956). Şekil 6.7’de kanal kesitine ait bir görüntü yer almaktadır.



Şekil 6.7. Çalışma alanı kanal kesitine ait bir görüntü

Kanal yatağı beton, taş duvarlardan oluşan, ara sıra değişen kanal kesitine sahiptir. Kanalda engel ve bitki örtüsü bulundurmamaktadır. Hesaplama için alınan değerler Tablo 6.12’de verilmiştir. Kanal güzergâh boyunca aynı “n” değerine sahiptir.

Tablo 6.12. Modifiye Cowan yöntemine göre “n” değeri

n_b	n_1	n_2	n_3	n_4	m	n
0,018	0,005	0,005	0	0	1	0,028

DSİ’den alınan projelerde “n” değeri 0,028 olarak verilmiştir. Bu çalışmada da “n” değeri Denklem 5.49’a göre 0,028 olarak hesaplanmıştır.

6.4. Hidrolik Modelleme

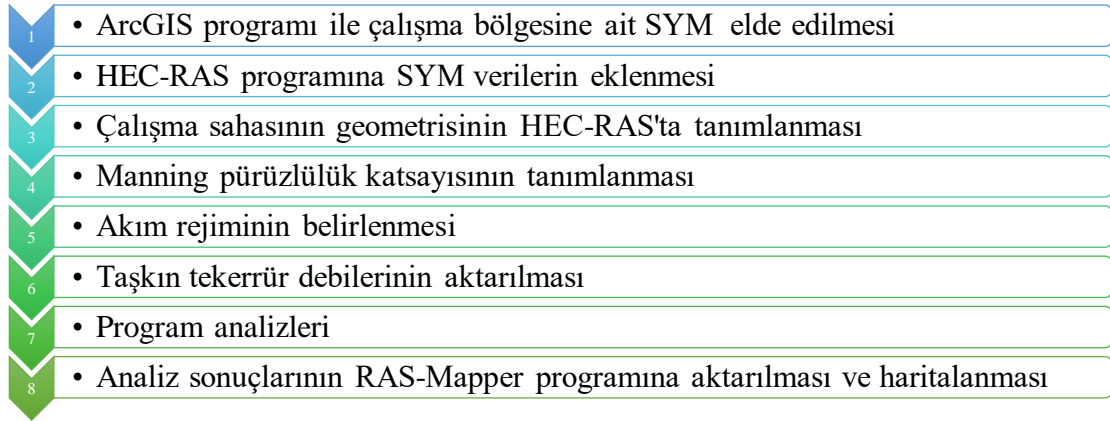
6.4.1. Taşkın Analizlerinde HEC-RAS Uygulama Adımları

Taşkın sahalarının 1B ve 2B olarak modellemesinde HEC-RAS yazılımları kullanılmaktadır. HEC-RAS programına nehir kesitlerinin, sanat yapılarının, taşkın tekerrür debilerinin ve Manning pürüzlülük katsayılarının aktarılması ile hidrolik modelleme oluşturulmaktadır.

6.4.1.1. Bir boyutlu modellemede uygulama adımları

ArcMAP programı yardımı ile geometrik veriler TIN dosyaları oluşturulmuştur. HEC-RAS programı için uygun hale getirilen dosya programa tanımlanmış ve taşkın sınırları, akarsu yatağı ve akarsu istikameti HEC-RAS Ras Mapper program üzerinde geometri belirlenmiştir. Manning pürüzlülük katsayısı Tablo 6.12'den alınarak programda tanımlanmıştır. 1B modellerde süreklilik denklemleri kullanılmış ve akımın zamanla değişmediği kabul edilmiştir. Bundan dolayı modelleme üniform akım şartlarına göre gerçekleşmiştir. Taşkın tekerrür debileri de (taşkın pik debileri) programa aktararak analizler yapılmıştır.

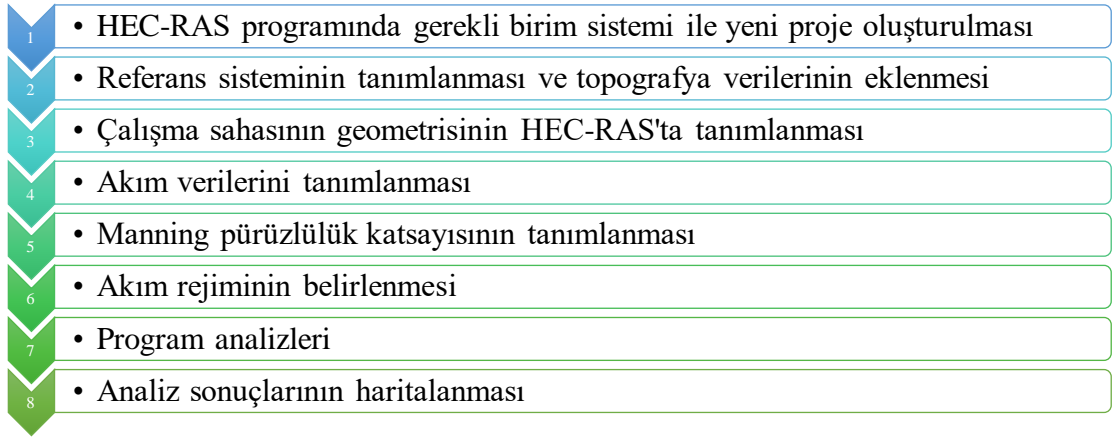
Bir boyutlu modellemede uygulama adımları Şekil 6.8'de verilmiştir.



Şekil 6.8. Bir boyutlu modellemede uygulama adımları

6.4.1.2. İki boyutlu modellemede uygulama adımları

İki boyutlu modellemede SI birim sistemi ile yeni proje oluşturulmuştur. Çalışma alanına ait koordinat referans sistemi olarak “ED50/UTM zone 36N” kullanılmıştır. SYM çözünürlüğü 10 m olduğundan mesh (sayısal ağ) boyutu 10 x 10 m olarak tanımlanmıştır. Mesh elemanlarına, memba koşuluna bağlı akış hidrograf değerleri ve mansap koşullarına bağlı eğim tanımlanmıştır. Üniform olmayan akım şartlarına göre modelleme yapılmıştır. İki boyutlu modellemede uygulama adımları Şekil 6.9'da verilmiştir.

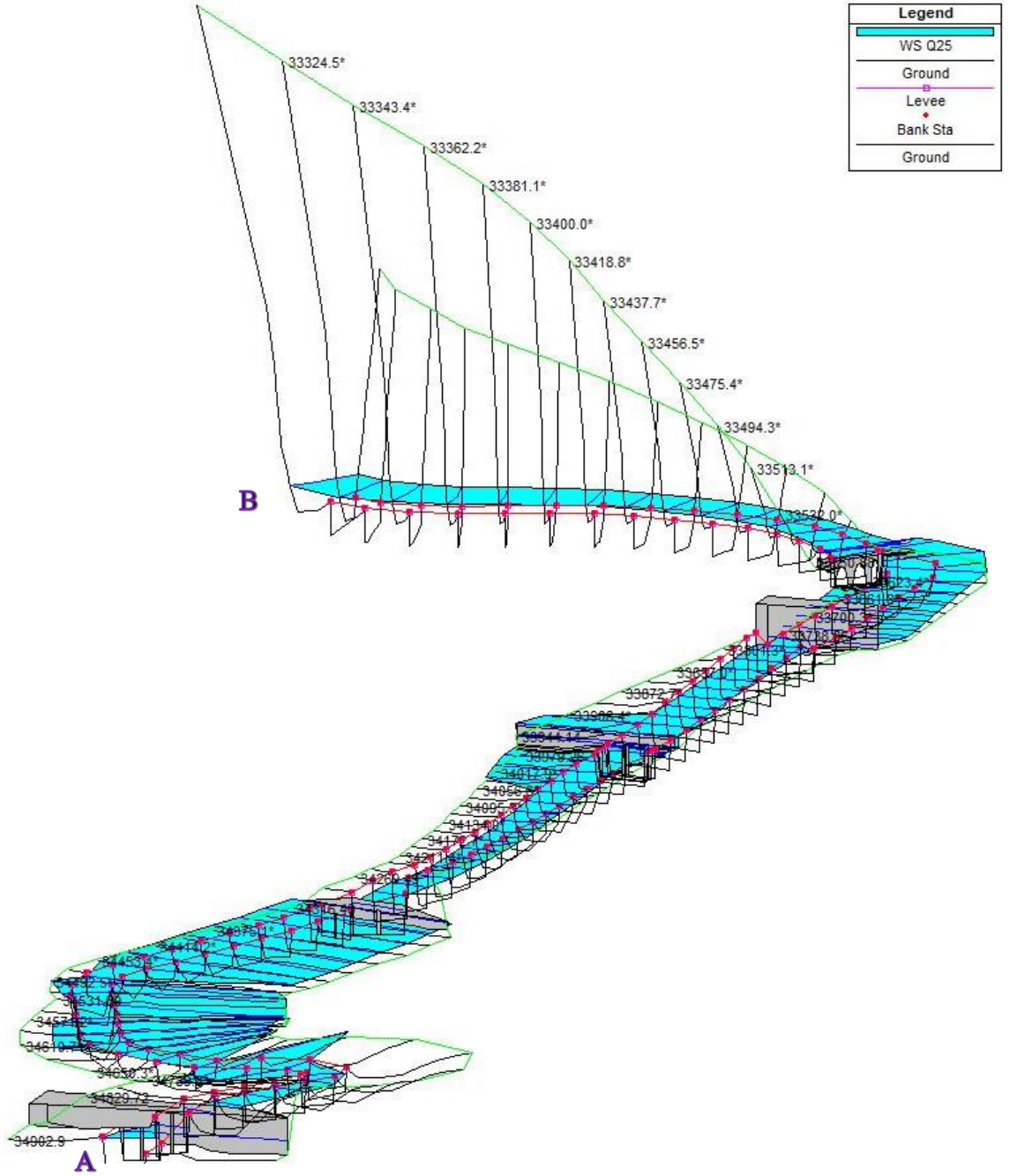


Şekil 6.9. İki boyutlu modellemede uygulama adımları

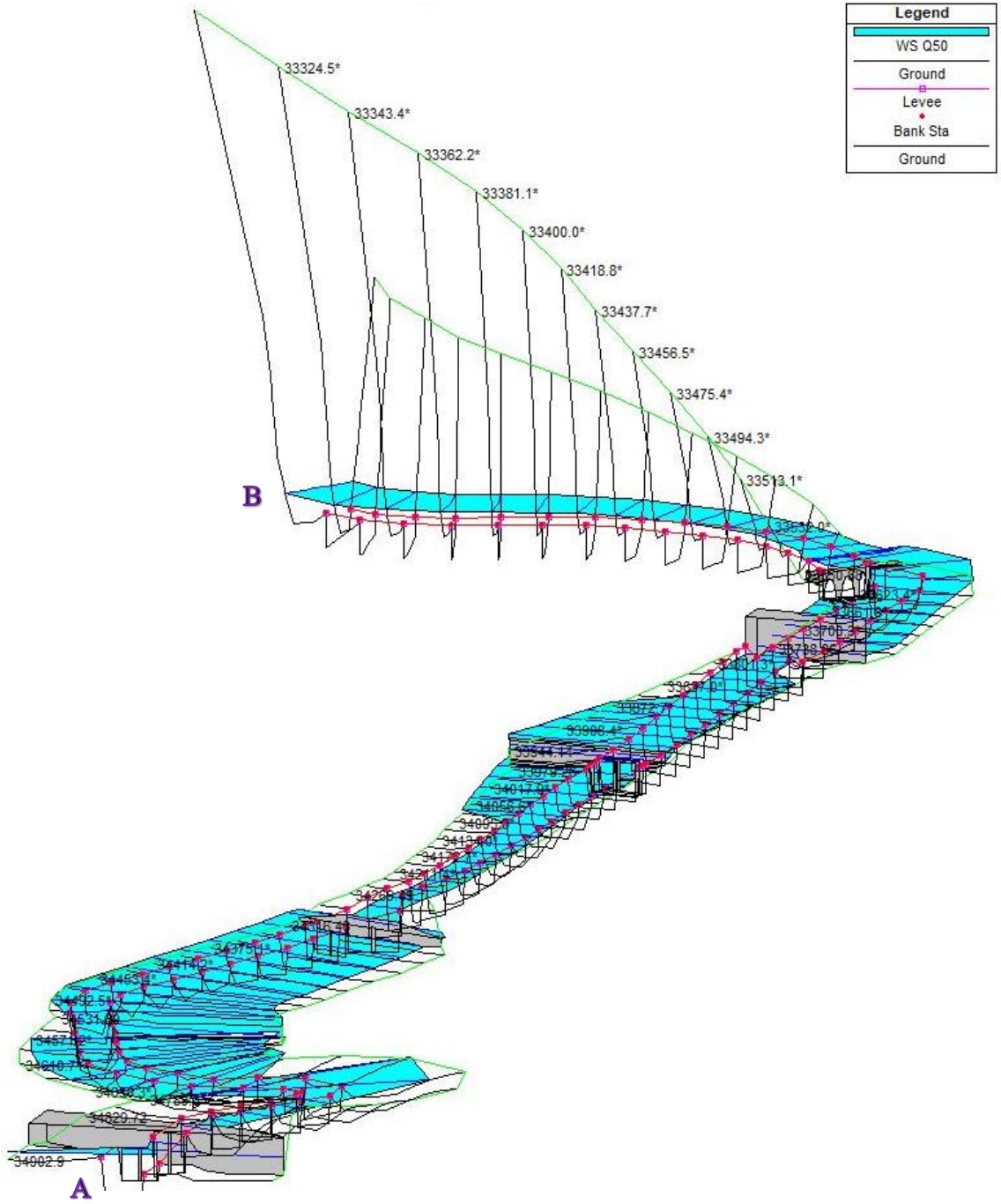
6.5. Taşkın Debileri Modellemesi

6.5.1. Bir Boyutlu Modelleme

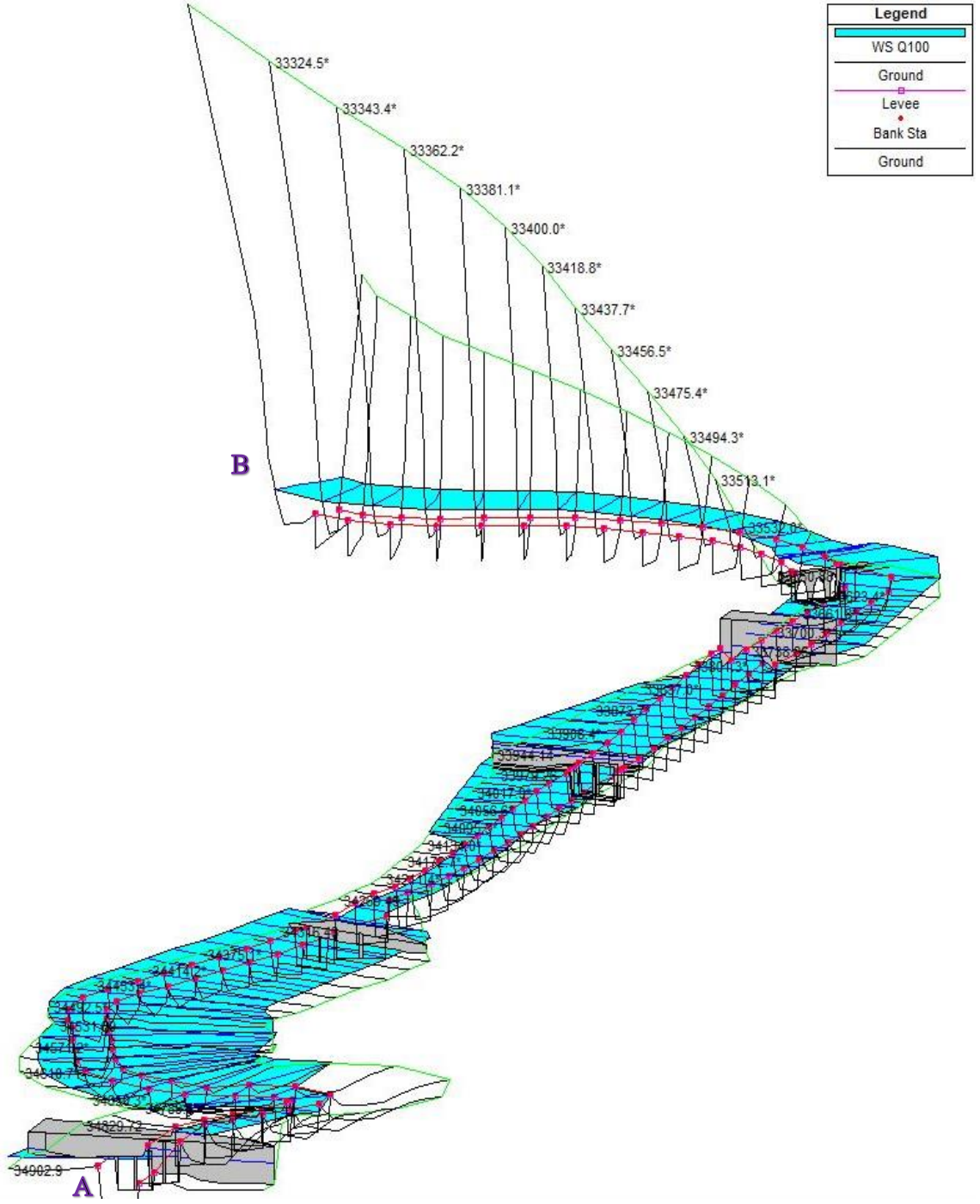
Bir boyutlu modellemede kullanılan veriler, halihazır harita, taşkın tekerrür debileri, hesaplanan Manning pürüzlülük katsayısı ve çalışma alanında bulunan sanat yapılarının geometrik verileri kullanılmıştır. Q_{25} , Q_{50} , Q_{100} , Q_{500} ve 2010 yılında yaşanan taşkın debileri kullanılarak su yüzü profilleri elde edilmiştir. Bir boyutlu modellemenin amacı akarsu kesitlerini ve köprülerin yeterlilik durumunu analiz etmektir. Şekil 6.10 – 6.14’te tekerrür debilerine göre su yüzü profilleri verilmiştir.

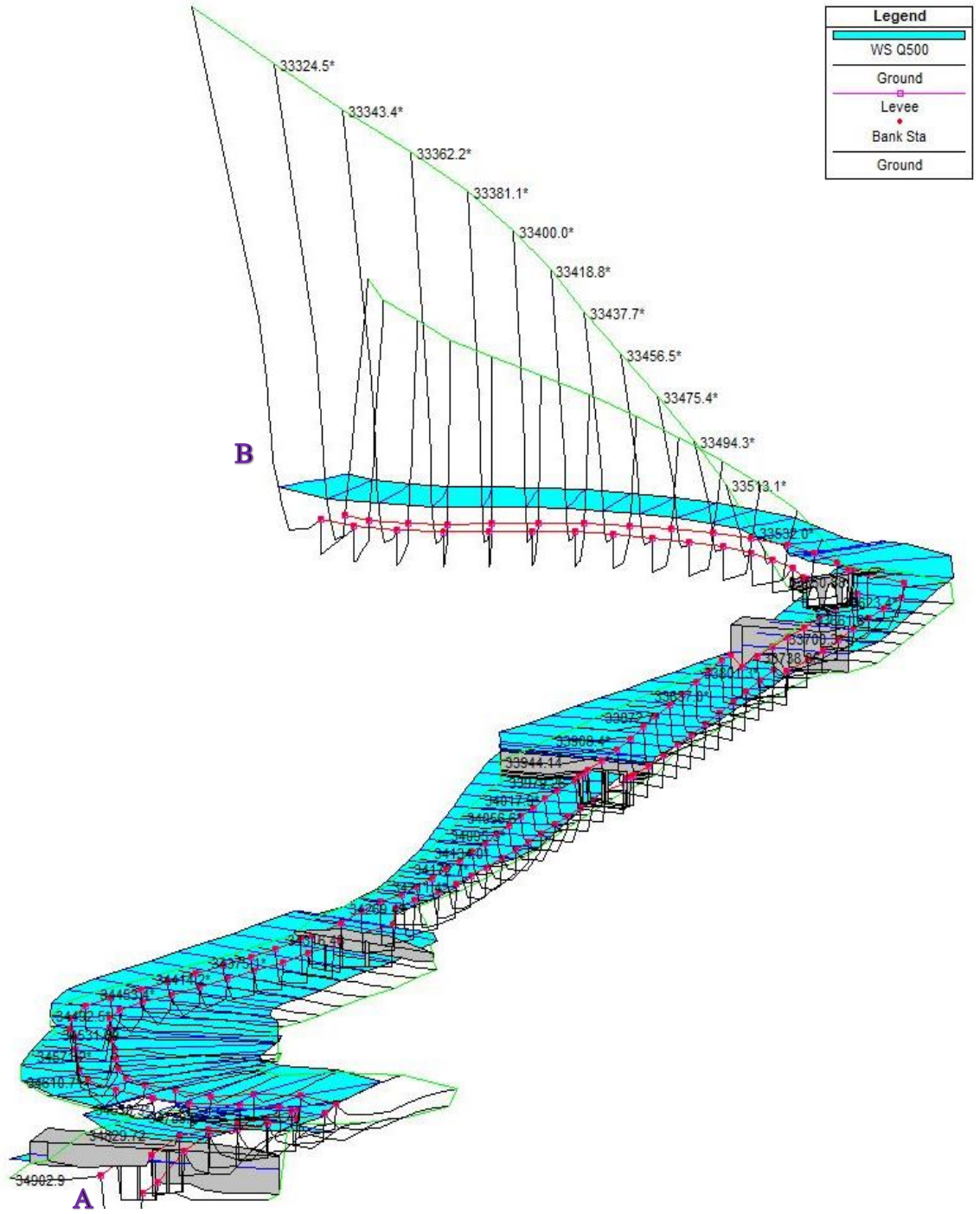


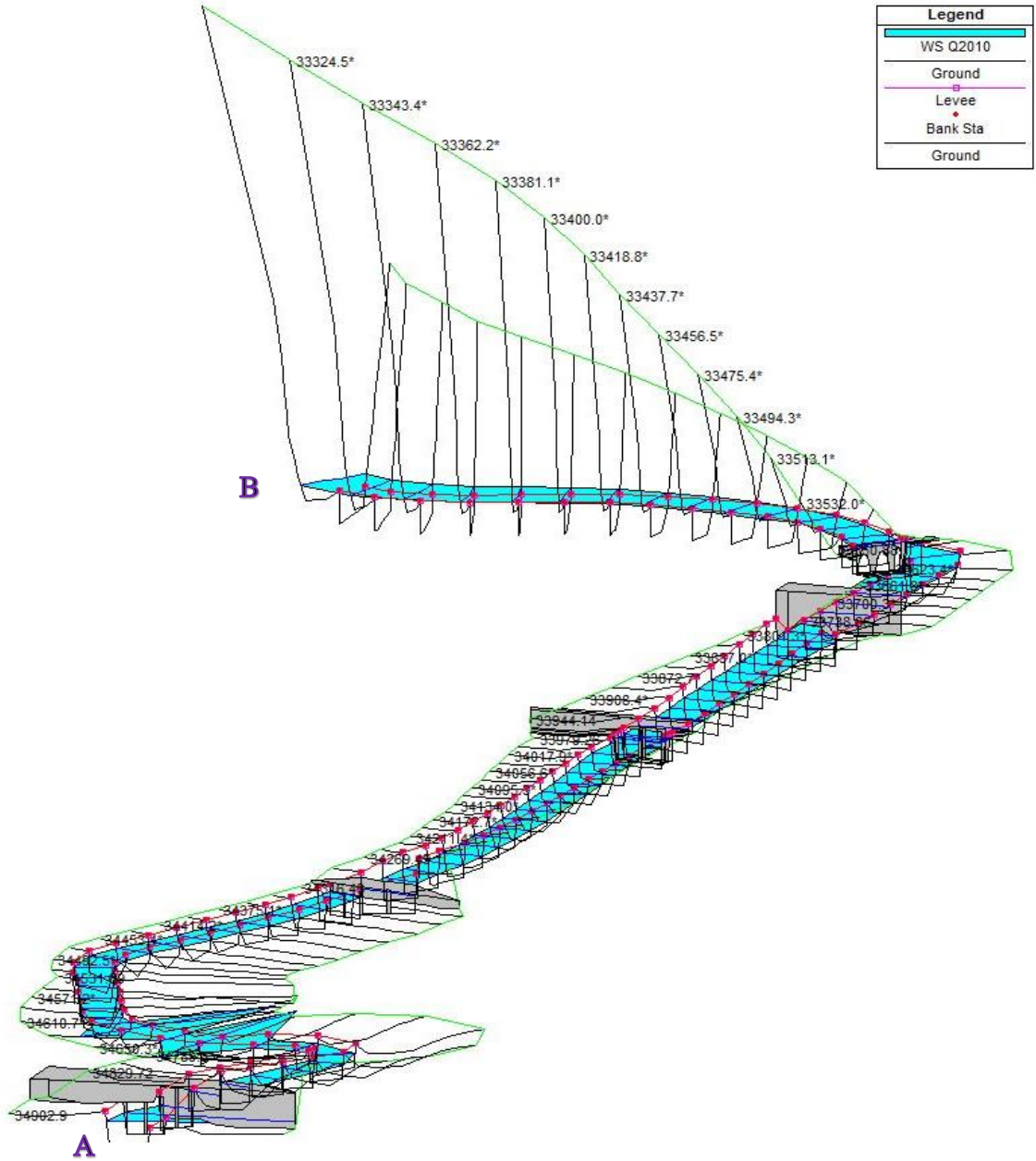
Şekil 6.10. Q₂₅ debisinin su yüzü profili



Şekil 6.11. Q₅₀ debisinin su yüzü profili

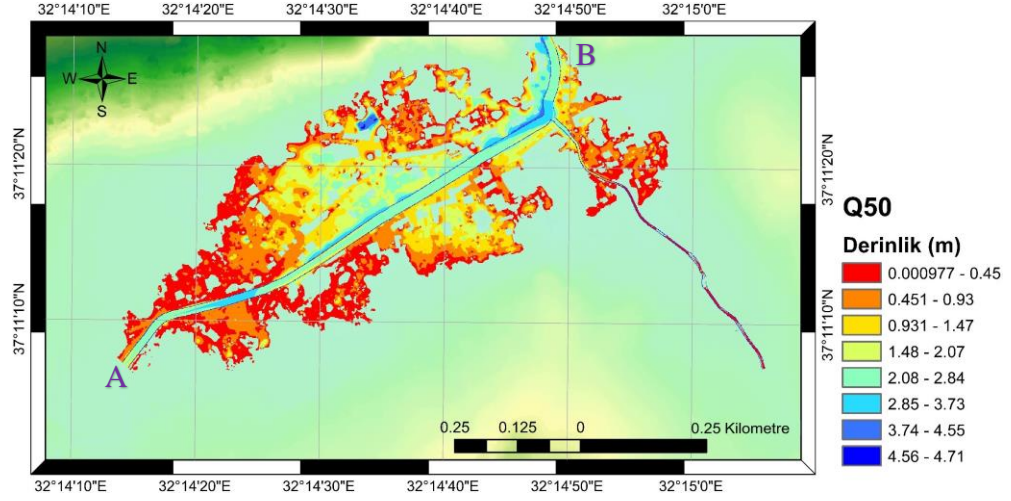




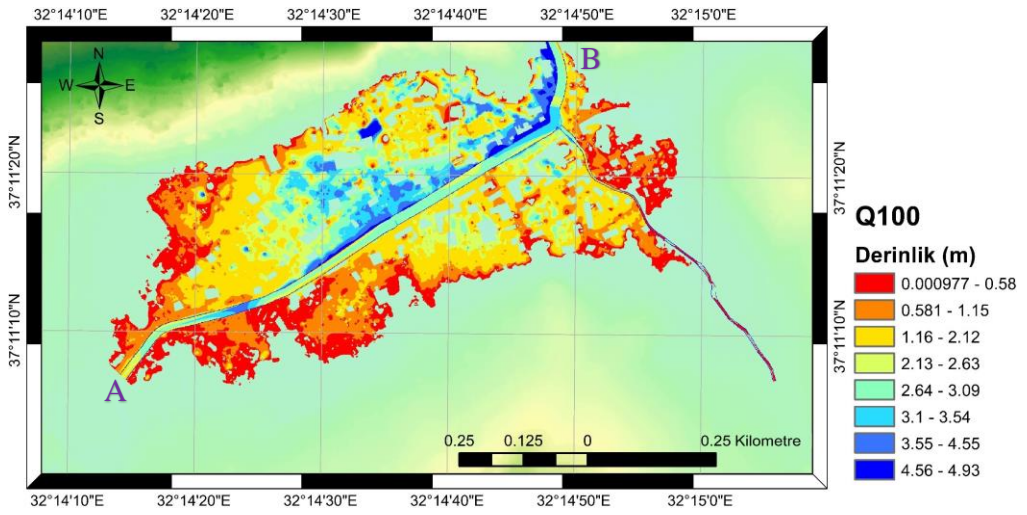


Şekil 6.14. Q₂₀₁₀ debisinin su yüzü profili

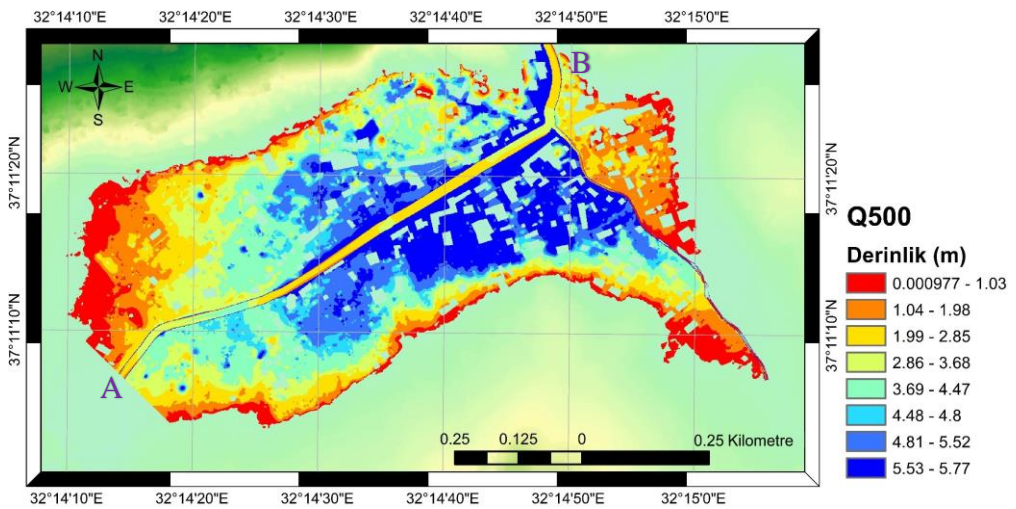
Çarşamba Çayı'nın memba kısmında (A) taşkın yayılımı çok fazla olmasa da çalışma alanının mansap kısmında (B) kesitlere sığamayarak özellikle düşük kotlardaki sağ ve sol yamaçlarda havuzlanmalara sebep olmuştur. Köprülerin su seviyeleri altında kalması, bazı köprülerde gözlemlenen kabarmalardan dolayı köprü tasarımlarının bu debileri geçiremeyecek tasarımda olduğunu ve köprü yüksekliklerinin yetersiz olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada yetersiz olan köprüler riskli köprüler olarak değerlendirilmiştir. Yayılım ile ilgili olarak daha doğru yorumlar yapabilmek için HEC-RAS 2B model kullanılmıştır.



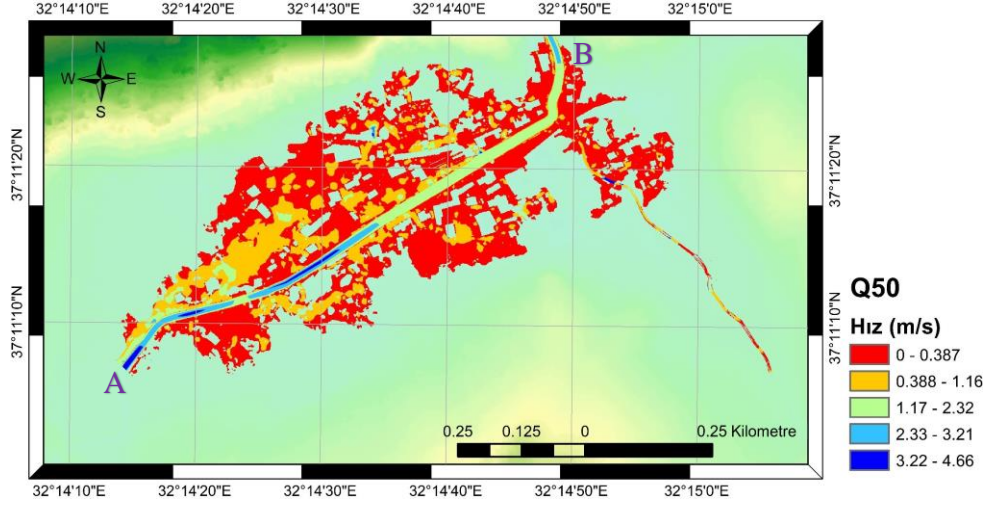
Şekil 6.17. Q₅₀ debisine ait derinlik (m) ve yayılım haritaları



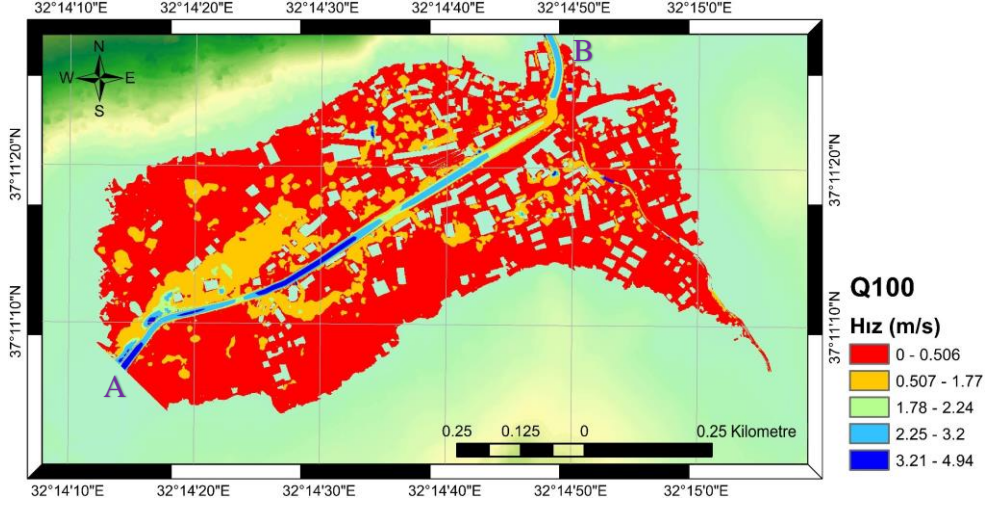
Şekil 6.18. Q₁₀₀ debisine ait derinlik (m) ve yayılım haritaları



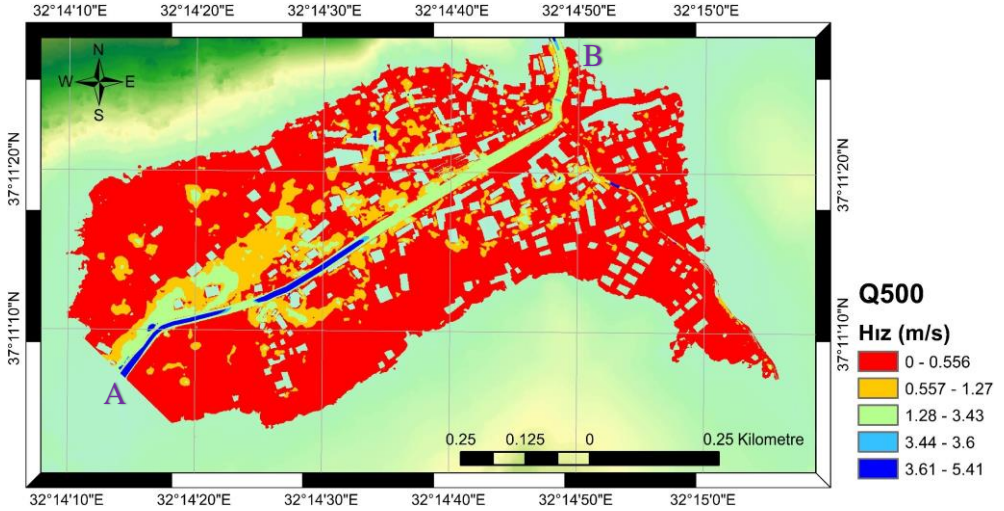
Şekil 6.19. Q₅₀₀ debisine ait derinlik (m) ve yayılım haritaları



Şekil 6.21. Q₅₀ debisine ait su hızı haritası



Şekil 6.22. Q₁₀₀ debisine ait su hızı haritası

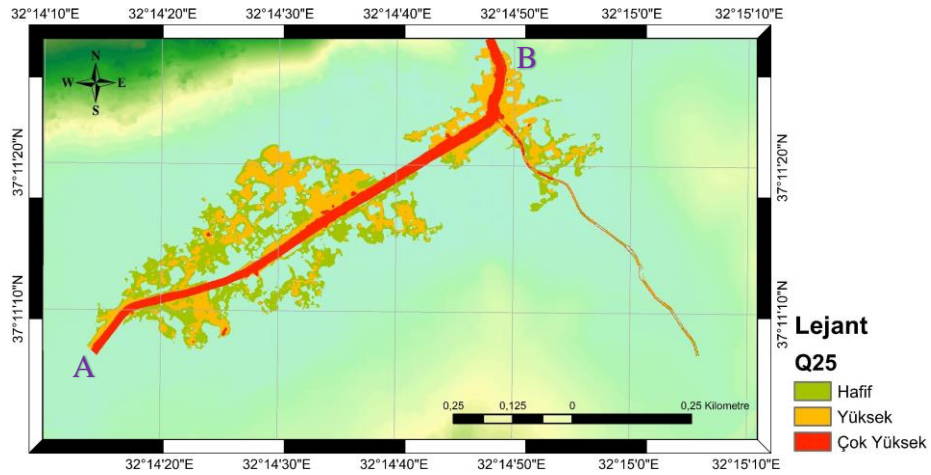


Şekil 6.23. Q₅₀₀ debisine ait su hızı haritası

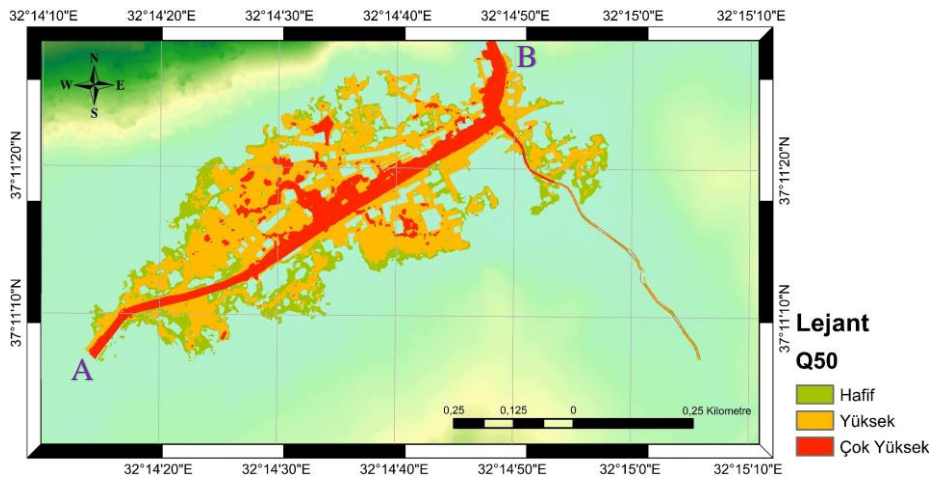
Modellemeler ile oluşturulan yukarıdaki şekiller incelendiğinde maksimum su hızları sırası ile Q_{25} debisi için 4,55 m/s, Q_{50} debisi için 4,66 m/s, Q_{100} debisi su hızı 4,94 m/s, Q_{500} debisi için 5,41 m/s olduğu görülmüştür. Modellemelerde hızları birbirine yakın olduğu saptanmıştır. En büyük hızlar nehir kesitinde (A) memba kısmında görülmüştür. Bunun nedeni kesitin dar ve kanal kıvrımından dolayı hızlar yüksek çıkmıştır. Topografyanın eğiminin düşük olması sebebiyle arazide su hızları düşüktür.

6.7. Taşkın Tehlike Seviyesi Haritaları

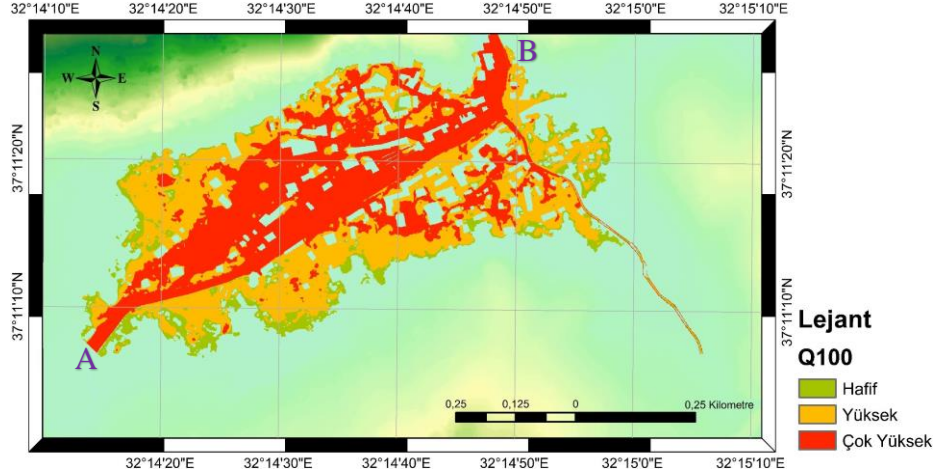
DEFRA yöntemi kullanılarak taşkın tehlike seviyeleri bulunmuştur. Tüm alan kentsel sınırlar içerisinde kaldığından dolayı moloz faktörleri yöntem bölümü Tablo 5.7’de bu değer 1 olarak alınmıştır. Taşkın tehlike seviyeleri haritaları, farklı tekerrür debilerine (Q_{25} , Q_{50} , Q_{100} , Q_{500}) göre Şekil 6.24-Şekil 6.27’de verilmiştir.



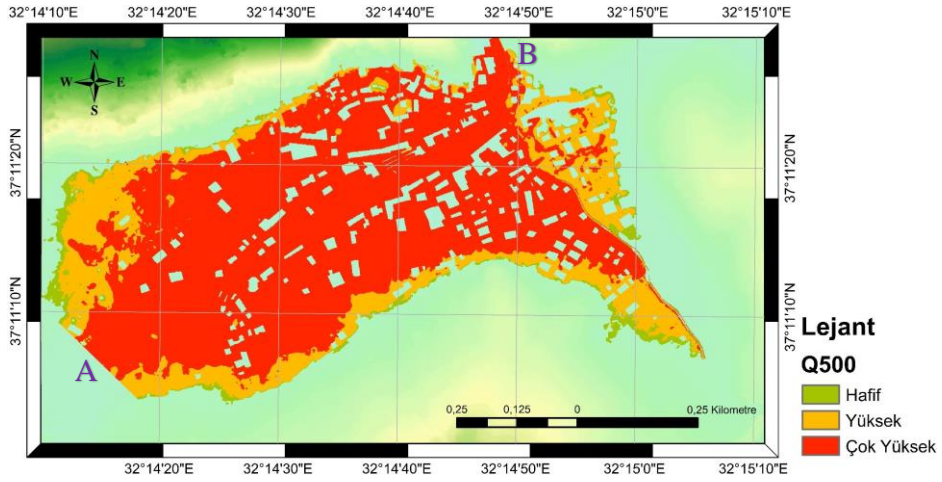
Şekil 6.24. Q_{25} debisine ait tehlike seviye haritaları



Şekil 6.25. Q_{50} debisine ait tehlike seviye haritaları



Şekil 6.26. Q100 debisine ait tehlike seviye haritaları

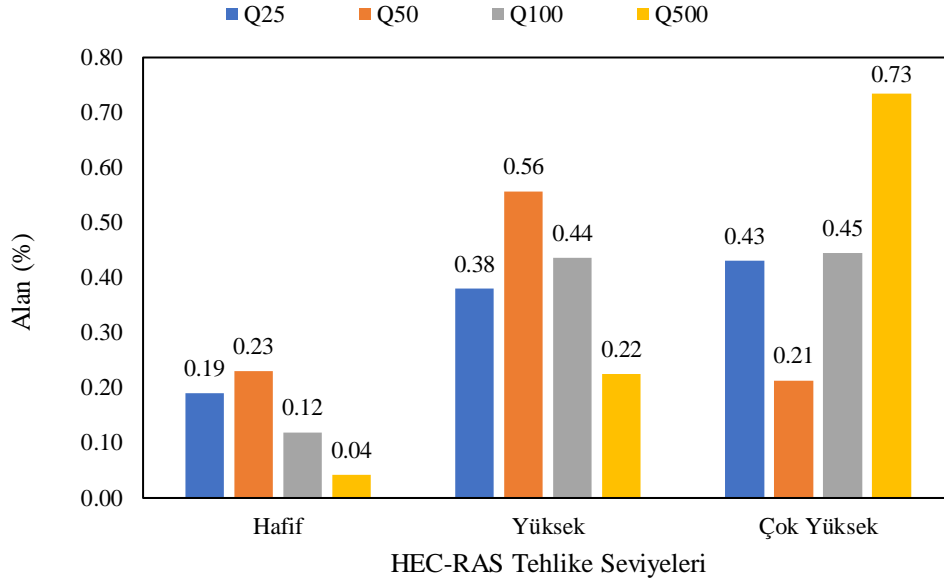


Şekil 6.27. Q500 debisine ait tehlike seviye haritaları

Tablo 6.14'te etki altında kalan alanların dağılımının sayısal değerleri yer almaktadır. Şekil 2.28'de HEC-RAS 2B tehlike alanlarının tekerrür debilerine göre dağılımı verilmiştir.

Tablo 6.14. Taşkın tehlike seviyelerinin alansal dağılımı (km²)

Model	HEC-RAS 2B			
	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
Hafif	0,026	0,053	0,039	0,021
Yüksek	0,052	0,128	0,143	0,113
Çok Yüksek	0,059	0,049	0,146	0,369
Toplam(km²)	0,137	0,230	0,328	0,503



Şekil 6.28. HEC-RAS 2B tehlike alanlarının farklı tekerrür debilerine göre dağılımı

Tekerrür süreleri artıkça çok yüksek tehlike alanları genel olarak artmış, hafif tehlike alanlarında ise azalma eğilimi göstermiştir. Taşkın alanından etkilenme oranı Q_{25} debisinde düşük tehlike seviyesinde %19 iken, çok yüksek tehlike seviyesinde %43'tür. Benzer şekilde Q_{500} debisinin düşük tehlike seviyesinde %4 iken, çok yüksek tehlike seviyesinde %73'tür. Q_{25} debisinden Q_{500} debisine geçişte çok yüksek tehlike alanları %30 artmıştır.

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan Konya ili, Bozkır Çarşamba Çayı Havzası'nda sayısal modelleme sistemlerine dayalı taşkın tehlike haritaları ve taşkın tehlike seviyesi haritaları ile değerlendirme yapılmıştır. Çarşamba Çayı havza sınırları uydu görüntüleri kullanılarak bulunmuş ve taşkın modellemesi ise Bozkır merkez bölümünde HEC-RAS 1B, HEC-RAS 2B programlarıyla, haritalama ise ArcGIS alt programları ile yapılmıştır.

Çalışmanın uygulama bölümünde yer alan başlıklara göre elde edilen sonuçlar incelendiğinde;

Taşkın debilerinin elde edilmesi: Bozkır Çarşamba Çayı Havza'sının, Thiessen poligonlarına göre Akören DMİ'den (%13,6), Ahırlı DSİ (%10,22) Karacahisar DMİ (%17,40)'den ve Bozkır DMİ (%59,22)'den etkilendiği görülmüştür. Ancak çalışma alanımızı kapsayan bölüm tamamen Bozkır DMİ 'den etkilenmektedir. Bu nedenle Thiessen poligonumuz içerisinde bulunan Bozkır DMİ verileri kullanılarak yağış-akış ilişkisine göre taşkın tekerrür debileri ile taşkın hidrografları elde edilmiştir. Çarşamba Çayı için en uygun yöntemin DSİ sentetik yöntemi olduğuna karar verilmiştir. Bu yöntemle göre tekerrür debileri sırasıyla $Q_{25}= 102,12 \text{ m}^3 /\text{s}$, $Q_{50}= 122,75 \text{ m}^3 /\text{s}$, $Q_{100}= 144,08 \text{ m}^3 /\text{s}$, $Q_{500}= 190,83 \text{ m}^3 /\text{s}$ ve $Q_{1000}=278,05 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak elde edilmiştir. Ayrıca bu debilere baz akım ($8,94 \text{ m}^3 /\text{s}$ olarak) eklenmiştir. Q_{1000} debisini seçmek ekonomik olarak uygun olmadığından hesaba alınmamıştır. Baz akım, debi- süreklilik eğrileri yardımıyla zamanın %95'inde var olan debi olarak alınmıştır.

Manning pürüzlülük katsayısının elde edilmesi: Kanal yatağı beton, taş duvarlardan oluşan, ara sıra değişen kanal kesimine sahip olan kanalda Manning pürüzlülük katsayısının hesaplamasında DSİ tarafından da önerilen Modifiye Cowan yöntemi kullanılarak güzergâh boyunca "n" değeri 0,028 olarak belirlenmiştir.

Taşkın tehlike haritalarının oluşturulması: HEC-RAS 2B modellemelerinde su yayılım alanları, su yükseklikleri ve su hızları farklı tekerrür debilerine göre farklılıklar göstermektedir. Q_{25} debisinde $0,137 \text{ km}^2$ alan sular altında kalmış, maksimum derinlik 4,43 m ve maksimum hız 4,55 m/s belirlenmiştir. Q_{50} debisinde $0,230 \text{ km}^2$ alan sular altında kalmış, maksimum derinlik 4,71 m ve maksimum hız 4,66 m/s belirlenmiştir. Q_{100} debisinde $0,328 \text{ km}^2$ alan sular altında kalmış, maksimum derinlik 4,93 m ve maksimum

hız 4,94 m/s belirlenmiştir. Q_{500} debisinde ise 0,503 km² alan sular altında kalmış maksimum derinlik 5,75 m ve maksimum hız 5,41 m/s belirlenmiştir.

Taşkın tehlike seviyesi haritaları: DEFRA yöntemi kullanılarak taşkın tehlike sınıfları belirtilmiştir. DEFRA yöntemine göre yapılan hesaplamalarla ArcMAP ile üretilen haritalarda genellikle tekerrür süresi arttıkça su derinliği ve hızın artmasına bağlı olarak tehlike seviyeleri artmaktadır. DEFRA yöntemine göre alanlar Q_{25} debisi için hafif seviyede 0,026 km², yüksek seviyede 0,052 km² ve çok yüksek seviyede 0,059 km² olarak bulunmuştur. Q_{50} debisi için hafif seviyede 0,053 km², yüksek seviyede 0,128 km² ve çok yüksek seviyede 0,049 km² olarak bulunmuştur. Q_{100} debisi için hafif seviyede 0,039 km², yüksek seviyede 0,143 km² ve çok yüksek seviyede 0,146 km² olarak bulunmuştur. Q_{500} debisi için hafif seviyede 0,021 km², yüksek seviyede 0,113 km² ve çok yüksek seviyede 0,369 km² olarak bulunmuştur. Çok yüksek tehlike seviyesinde alanlar (Q_{50} debisi ile) %21'i, ile (Q_{500} debisi ile) %73'ü arasında bulunmaktadır.

Sonuç olarak Çarşamba Çayı'nın ve Bozkır merkezde meydana gelebilecek Q_{25} , Q_{50} , Q_{100} ve Q_{500} taşkın debilerinin yıkıcı etkileri bu tez çalışmasında açıklanmaya çalışılmıştır.

Bozkır Çarşamba Çayı Havzası'nda taşkınlara karşı alınabilecek önlemler ve öneriler aşağıda sıralanmıştır;

- Q_{25} debisinden sonra Çarşamba Çayı'nın memba kısmında yer alan bölgenin taşkından etkilendiği tespit edilmiştir. Q_{100} debisiyle yerleşim yerlerinin yaklaşık %65'i bu taşkından etkilenmiştir. İslah çalışmaları Q_{500} debisine göre DSİ tarafından yapılmıştır. Yapılan ıslah çalışmalarında merkezde değişim yapılmadığından kanal kesitleri yeterli değildir.
- Kanal üzerinde bulunan Çevre yolu üzerindeki köprü bölgesinde kanal kesitlerini 1,5 m'ye kadar yükseltilmesi önerilmektedir. Karayolu köprüsü 1'de köprüyü 2,5 metre yükseltmesi önerilmektedir. Yaya köprüsünde ise 1 m köprüyü yükseltmesi önerilmektedir. Tarihi Merkez Cami Köprüsü taşkın için risklidir.
- Kanal kesitlerini Tarihi Merkez Cami Köprüsü'ne kadar olan kısımda sağ ve sol sahilde 1,5 m, Tarihi Merkez Cami Köprüsü'nden sonra kanal kesitlerini sağ ve sol sahilde 1m yükseltmemiz gerekmektedir. Bu öneriler SYGM'nin tüm sonuçlarını desteklemektedir.

- Taşkın haritaları yerel yönetimler tarafından imar planlamalarında dikkate alınmalı ve taşkın riski ile taşkın tehlikelerinin yüksek olduğu bölgelerde yapılaşmadan kaçınılmalıdır, bu bölgelere imar izni verilmemeli, yeşil alan, park, bahçe olarak değerlendirilmelidir.
- Ani taşkınların çevreye zarar vermesini önlemek için kent sınırlarından daha yukarıdaki bölgelerde (membra) nehir kotundan daha alt kotlarda taşkın tünelleri veya su depoları yapılabilir.
- Taşkın yatağında ikamet eden ve sanayi bölgesinde çalışan halk için, taşkınlar konusunda seminerler düzenlenebilir veya kısa açıklamalar yapılarak halkın bilinçlendirilmesi önerilmektedir.
- Tespit edilen riskli alanlar için taşkın sigortası kavramı hayata geçirilebilir. Havzada pilot uygulama olarak taşkın sigorta işlemleri başlatılabilir.
- Çarşamba Çayı üzerinde bulunan bütün köprü ayaklarında biriken moloz malzemenin temizliği düzenli aralıklarla (yılda 2 kez) yapılması önerilmektedir.
- Çarşamba Çayı memba kısmına sel kapanı veya tersip bendi, brit, seki, ağaçlandırma çalışmaları vb. üst memba önlemleri alınması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdelbasset, M. L., Abderrahim, C., Abdel-Ali, Abdellah B., Lahcen B., and Laila B. (2015). Integration of GIS and HEC-RAS in floods modeling of the Ouergha River, Northern Morocco. *European Scientific Journal*, 11 (2), 196–204.
- Alphen, J. and Passchier R. (2007). Atlas of Flood Maps, Examples From 19 European Countries USA and Japan. Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Netherlands (Prepared for EXCIMAP). Erişim adresi: http://www.mko.gov.si/fileadmin/mko.gov.si/pageuploads/podrocja/voda/atlas_primer_ov_kartiranja_poplavne_nevarnosti_ogrozenosti.pdf.
- Anonim, (2014). Taşkın riski yönetim planlarının hazırlanması kılavuzları, taşkın direktifinin uygulanması için kapasitenin geliştirilmesi AB eşleştirme projesi. Su Yönetimi Genel Mdrlğ, Ankara, Erişim adresi: http://taskinyonetimi.suyonetimi.gov.tr/taskin/Files/Outputs/TRYP_Kilavuzlar.pdf.
- Anonymous, (2006). Flood risks to people. department for environment, food and rural affairs. (Erişim tarihi: 10.08.2020).
- Arcement, G. J., Schneider J. and Schneider V. R. (1984). Guide for selecting Manning’s roughness coefficients for natural channels and flood plains. Erişim adresi: <https://pubs.usgs.gov/wsp/2339/report.pdf>, (Erişim tarihi: 25.09.2019)
- Arcement, G. J. and Schneider V. R. (1989). Guide for selecting Manning TM s roughness coefficients for natural channels and flood plains. United States Geological Survey Water-Supply. 2339, 1-39.
- Aslan, B. (1997). S.C.S. sentetik birim hidrograf yönteminin Türkiye Őartlarında uygulanabilirliğinin araştırılması. Yüksek lisans tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, İnaşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Atalay, A. (1984). arşamba ayı’nın Bozkır’a verdiği felaket ve Ekonomik Etkileri, (Erişim tarihi: 10 Mart 2020).
- Bahadır, M. (2014). Samsun’da meydana gelen 4 Temmuz ve 6 Ağustos 2012 taşkınlarının iklimatik analizi. *Coğrafya Dergisi*. 29. 28–50.

- Barnes, H. H. (1987). Roughness characteristics of natural channels. Technical Report. Geological Survey Water-Supply, Washington: United States Government Printing Office.
- Bayazıt, M. ve B. Önöz (2008). Taşkın ve kuraklık hidrolojisi. Ankara: Nobel Basımevi.
- Bayazıt, M. ve B. Yeğen Oğuz (2005). Mühendisler için istatistik. İstanbul: Birsen Yayın Dağıtım Ltd. Şti.
- Beavers, M. A. (1994). Floodplain determination using HEC-2 and Geographic Information Systems. MSc Thesis, Department of Civil Engineering, The University of Texas, Austin.
- Beden, N. (2019). Cevizdere havzasının sayısal modelleme sistemlerine dayalı taşkın analizi ve taşkın zararlarının değerlendirilmesi. Doktora tezi, Ondokuzmayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun.
- Benjamin, J.R. and Cornell, C.A. (1970). Probability Statistics and Decision for Civil Engineers, McGraw-Hill, New York.
- Bhootra, A., Chandak, B., Pandya, U., Patel, D., (2018). Application of 2D HEC-RAS hydrodynamic modelling for flood inundation mapping- A Case of Ahmedabad City, Gujarat, India., 20th EGU General Assembly, EGU2018, Proceedings from the conference held 4-13 April, 2018 in Vienna, Austria, p.7219
- Blumental, (1944). M.,Bozkır Güneydoğu Toros Dağlarının Tabaka Serisi Ve Yapısı, İ.Ü. F.F. Mec., C.9, S.2, s.18.
- Boudaghpour S., Bagheri M., Bagheri Z., (2014). Estimation of flood environmental effects using flood zone mapping techniques in Halilrood Kerman, Iran. J Environ Health Sci Eng, 12: 153.
- Bulu, A. ve E. Yılmaz (2002). Serbest yüzeyli akımlarda pürüzlülük katsayısının belirlenmesi. Türkiye Mühendislik Haberleri, 420. 421–423.
- Büchle, B., H., Kreibich, A., Kron, A., Thielen, J., Ihringer, P., Oberle, B., Merz and F. Nestmann, (2006). Flood-risk mapping: contributions towards an enhanced assessment of extreme events and associated risks. Natural Hazards and Earth Systems Science, 6. 485-503.

- Çavdar, S., K. (1996). İstanbul dereleri için taşkın debilerinin araştırılması. Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Çay, F., V. Demir ve M. F. Sevimli (2018). “Determination of the river basin boundaries with the help of GIS in Turkey”. 13th International Congress on Advances in Civil Engineering, İzmir.
- Chow, V. T. (1959). Open channel hydraulics. New York: McGraw-Hill
- Chow, V. T., Maidement D. R. and Mays L. W. (1988). Applied hydrology. New York: McGraw-Hill.
- Cowan, W. L. (1956). Estimating hydraulic roughness coefficients. Agricultural Engineering. 37 (7). 473–475.
- Çitgez, T. (2011). Sel ve taşkın zararlarının önlenmesi üzerine bir araştırma: Düzce-Kaynaşlı örneği. Yüksek lisans tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce.
- De Moel, H. and Aerts J. C. J. H. (2011). Effect of uncertainty in land use, damage models and inundation depth on flood damage estimates. Natural Hazards. 58. 407-425.
- Demir, V. (2020). Samsun Mert Havzasında bir ve iki boyutlu modeller ile taşkın alanlarının belirlenmesi. Doktora tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Samsun.
- Denizolgun, F. S., Güçlü, Y. S., ve Şen, Z. (2018). Kuzey Marmara Otoyolu’nda Dere Köprüsü tasarımı ve uygulaması: Alemdağ Dere Köprüsü örneği. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 2. 72–88.
- Dere, G. (2019). Kurtköy Deresi taşkın yayılım-tehlike-risk haritalarının belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Sakarya.
- Derdous, O., Djemili, L., Bouchehed, H., Tachi, S. E., (2016). A GIS based approach for the prediction of the dam break flood hazard – A case study of Zardezas reservoir “Skikda, Algeria”, Journal of water and land development. v.27 no.1 pp. 15-20
- Dernek, E. (2012). Taşkın yapılarının tasarımı ve Kayı Deresi örneği. Yüksek lisans tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.

- Doğan, E., Sönmez, O., Yapan, E., Othan, K., Özdemir, S., Çitgez, T. (2013). Aşağı Sakarya Nehri'nde taşkın yayılım haritalarının elde edilmesi. SAÜ. Fen Bil.Der., 17(4): 363-369.
- DSİ, (2012). Taşkınlar hidrolojisi tasarım rehberi (1. Baraj Kongresi). <https://docplayer.biz.tr/201782-Taskinlar-hidrolojisi-tasarim-rehberi.html>. (Erişim tarihi: 21.05.2021)
- DSİ, (2016). Dere yatakları için pürüzlülük katsayısı belirleme kılavuzu. Ankara: Orman ve Su İşleri Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü.
- DSİ Genel Müdürlüğü, (1980- 2021 yılları arasında). Akım Gözlem Yıllığı, DSİ Genel Müdürlüğü Yayınları
- DSİ 4. Bölge Konya Müdürlüğü, (2011) Konya -Bozkır İlçe Merkezi Sorkun-Dere ve Çağlayan Kasabaları Yerleşim Yerleri ile Tarım Alanlarının Çarşamba Çayı ve Yan Kolları Taşkından Korunmasına Ait Ön İnceleme Raporu.
- DSİ 2018 Faaliyet Raporu (2019). Tarım ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- DMİ Genel Müdürlüğü Konya Genel Müdürlüğü (1980- 2020 yılları arasında). Gözlem Yıllıkları
- Dursun, Ö. F. (2008) Dere Yataklarının Üzerlerinin Kapatılmasının Neden Olduğu Taşkınların İncelenmesi DSİ 9. Bölge Müdürlüğü Etüd ve Plan Şube Müdürlüğü, 5. Dünya Su Forumu Türkiye Bölgesel Hazırlık Toplantıları, Taşkın, Heyelan ve Dere Yataklarının Korunması Konferansı Bildiri Kitabı, Sayfa 201-206
- Düden, İ. (2010). Darıdere Barajının tedrici yıkılması ve yarıktan çıkan taşkın HEC-RAS ve Dambrk programlarında incelenmesi. Yüksek lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Dyhouse, G., Hachett J. and Benn J. (2003). Floodplain modeling using HECRAS. Waterbury: Haestad Press.
- Efe, H. (2014). Batman Çayı'nın taşkın analizinin HEC-RAS programıyla yapılması. Yüksek lisans tezi, Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır.

- Ersoy Ş., (2015). 2014 Yılındaki doğa afetlerine küresel bir bakış. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları No:122, 206
- Ersoy, S., B. (2017). Manisa Kızıldere taşkın akımlarının HER-RAS ile modellenmesi. Yüksek lisans tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Hidrolik Bilim Dalı, Manisa.
- European Union, (2007). EU Floods Directive. 2007/60/ES of the European Parliament and of the Council on the Assessment and Management of Flood Risks. Erişim Adresi: <https://eurlex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32007L0060&from=EN> (Erişim tarihi: 05.08.2020).
- Gamgam, H. (1998). Parametrik olmayan istatistiksel teknikler. Ankara: Gazi Üniversitesi Yayını.
- Gumbel, E., J. (1958). Statistics of extremes. New York: Columbia University Press.
- 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.
- Güreşçi, N. G., K., Seyrek ve A. H. Sargin (2012). Coğrafi Bilgi Sistemleri ile hidroloji uygulamaları. Ankara: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Teknoloji Dairesi Başkanlığı Yayınları.
- Hardmeyer, K., Spencer, M.A., (2007) Using risk-based analysis and geographic information systems to assess flooding problems in a urban watershed in rhode island. *Environmental Management* 39, 563-574
- Henderson, F. M. (1966). Open-channel flow, New York: Mac Millan Publishing.
- Hittle, Elizabeth, (2011). Simulations of flow and prediction of sediment movement in Wymans Run, Cochranon Borough, Crawford County, Pennsylvania: U.S. Geological Survey Open- File Report 2011-1223, 25 p.
- Hırca, T. (2018). Akım ölçümü olmayan nehirlerde taşkın yayılım haritasının oluşturulması ve hasar olasılık eğrilerinin incelenmesi. Yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Sakarya.
- Ghanbarpour M.R., Salimi S. and Hipel K.W. A (2012). Comparative evaluation of flood mitigation alternatives using GIS-based river hydraulics modelling and multicriteria

- decision analysis A comparative evaluation of flood mitigation alternatives using GIS-based river hydraulics modelling and multicriteria decision analysis. *Journal of Flood Risk Management*.
- İnan, N. (1988). Konya Ovası'nın İklimi, Doktora tezi, Selçuk Üniversitesi, Sosyal bilimler Enstitüsü, Coğrafya Ana Bilim Dalı, Konya.
- Jha A., Bloch R. and Lamond J., (2012). Cities and Flooding, A Guide to Integrated Urban Flood Risk Management for the 21st Century. *Journal of Regional Science*. Volume:55, s. 885-887
- Jonkman, S. N. (2005). Global perspectives on loss of human life caused by floods. *Natural Hazards*. 34. 151-175.
- JMO, 2014 “Hatay- Erzin’de Meydana Gelen Sel Felaketi Yerinde İncelendi” konulu haberi, erişim tarihi/18.05.2015 http://www.jmo.org.tr/genel/bizden_detay.php
- Kaleyci, H. (2004). Değirmendere Havzası’nda taşkın frekans analizi ve taşkın sularının belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Trabzon.
- Kara, Ö. (2009). Su yüzü profillerinin HEC-RAS paket programıyla incelenmesi. Yüksek lisans tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Kayseri.
- Karapınar, P. (2017). Bingöl Solhan Arakonak beldesi proje hesap raporu. Bingöl: DSİ 94. Şube Müdürlüğü.
- Kartal, M. (1998). Hipotez testleri. Erzurum: Şafak Yayınevi
- Keçik, H.M. (2019). Manisa Kızıldere taşkın akımlarının HEC-RAS ile modellenmesi. Yüksek lisans tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Kahramanmaraş.
- Kirmencioğlu, B. (2015). Türkiye’de dere yataklarına müdahalelerin taşkınlar üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi. Uzmanlık tezi, Orman ve Su işleri Bakanlığı, Ankara.
- Kolmogorov, A. N. (1933). Sulla determinazione empirica di una legge di distribuzione. *Giornale Dell’Istituto Italiano Degli Attuari*. 4. 83–91.

- Knebl M.R., Yang Z.-L., Hutchison K., Maidment D.R. (2005). 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 pp. 325-336
- Korkanç Y.S., Korkanç M. (2006) Sel ve Taşkınların İnsan Hayatı Üzerindeki Etkileri. *ZKÜ. Bartın Orman Fakültesi Dergisi-*, Cilt 8, Sayı 9.
- Komuscu, A.U., Erkan A., ve Çelik S. (1998) Meteorological and Terrain Analysis of Izmir Flash Flood of 3-5 November 1995, *Natural Hazards*, 18, 1- 25.
- Kumanlioğlu, A. A. ve Ersoy S. B. (2018). Akım gözlemi olmayan havzalarda taşkın akımlarının belirlenmesi: Kızıldere Havzası. *Dokuz Eylül Üniversitesi-Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*. 20 (60). 890–904.
- Kuşoğlu, Y. (2019). Tözbüzek Çayı'nda taşkın analizi yapılması ve taşkın yayılım alanlarının HEC-RAS ile elde edilmesi. Yüksek lisans tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Kahramanmaraş.
- Ladson, A. R., Anderson, B., Rutherford I. D. and van de Meene, S. (2002). An Australian handbook of stream roughness coefficients: How hydrographers can help. *Australian Hydrographer*. 6 (9). 4–12.
- Leopold, L. B. (1953). Downstream change of velocity in rivers. *American Journal of Science*. 251 (8). 606–624.
- Liggett, J. (1975). Basic equations of unsteady flow. Colorado: Geological Survey.
- Limerinos, J. T. (1970). Determination of the Manning coefficient from measured bed roughness in natural channels determination of the Manning. Washington: Water Supply Paper 1898-B.
- Manning, R. (1891). On the flow of water in open channels and pipes. *Transactions of the Institution of Civil Engineers of Ireland*. 20. 161–207.
- Manual (2016). HEC-RAS river analysis system Hydraulic reference manual, Version 5.0. US Army Corps of Engineers. Davis: Institute of Water Resources, Hydrologic Engineering Center.

- Merz, R. and G. Blöschl (2005). Flood frequency regionalisation-spatial proximity catchment attributes. *Journal of Hydrology*. 302. 283-306.
- Merz, R., G. Blöschl and G. Humer (2008). National flood discharge mapping in Austria. *Natural Hazards*. 46. 53-72.
- Moussa R. and C. Bocquillon (2000). Approximation zones of the Saint-Venant equations for flood routing with overbank flow. *Hydrology and Earth System Sciences*. 4. 251–261.
- Mockus, V. (1965). National engineering handbook hydrology chapters (NRCS), USA: Natural Resources Conservation Service.
- Nalbantoğlu, M. (1976) Manning formülü (n ve c) değerleri cetveli. Ankara: DSİ Yayınları
- Nas, S. S. ve E. Nas (2013, Ekim). Taşkın alanlarının coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla belirlenmesi ve risk analizi: Harşit Çayı (Gümüşhane) örneği. Taşkın ve Heyelan Sempozyumu. Trabzon.
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Konya Havzası Taşkın Yönetim Planı, (2020). Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Erişim adresi: <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/Ta%C5%9Fk%C4%B1n%20Y%C3%B6netim%20Planlar%C4%B1/Konya%20Havzas%C4%B1%20Ta%C5%9Fk%C4%B1n%20Y%C3%B6netim%20Plan%C4%B1.pdf>11 (Erişim tarihi: 15.11.2020)
- Onuşluel, G. (2005). Floodplain management based on the HEC-RAS modeling system. Doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İzmir.
- Özbal, R. (2010). Taşkın Koruma Projelerinde Yapısal Tedbirler, Erişim adresi: <http://www.dsi.gov.tr/faaliyetler/sempozyum-ve-sergiler/2-ulusalta%C5%9Fk%C4%B1n-sempozyumu-panel-sunular%C4%B1-ve-tebli%C4%9Flerkitab%C4%B1> (Erişim tarihi: 05.08.2020).
- Özdemir, H. (1978). Uygulamalı taşkın hidrolojisi. Ankara: DSİ Matbaası.
- Özdemir, H. (2007). Havran Çayı Havzasının (Balıkesir) CBS ve uzaktan algılama yöntemleriyle taşkın ve heyelan risk analizi. Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul.

- 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.
- Özdemir, H., Akbulak, C. ve Özcan. H., (2011). Çokal Barajı çökme modeli ve taşkın risk analizi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*. 8 (2). 659–698.
- Özkan N, (2010). Bozkır ilçe merkezinin beşerî ve ekonomik coğrafyası. Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, Sosyal Bilimler Öğretmenliği Bilim Dalı, Konya.
- Özoral, E. (2007). Taşkın koruma faaliyetlerinde memba ve mansap planlaması ve yukarı havza önlemleri. *Sel-Heyelan-Çığ Sempozyumu Bildiriler Kitabı*. 67-93.
- Öztürk, D. (2009). CBS tabanlı çok ölçütlü karar analizi yöntemleri ve taşkın duyarlılığının belirlenmesi: Güney Marmara Havzası Örneği. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Anabilim Dalı, İstanbul.
- Öztürk, M., Kaya, N. ve Aşkan, A. H. (2003). Menfezlerin projelendirmesinde kullanılan taşkın hesap metotlarının değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 7 (2). 167-171.
- Quiroga, V. M., Kure, S., K. Ud, and A. Mano (2016). Application of 2D Numerical simulation for the analysis of the February 2014 Bolivian Amazonia flood: Application of the new HEC-RAS version 5. *RIBAGUA. Revista Iberoamericana Del Agua*. 3 (1). 25-33.
- Sheffer, Y., Rico, N. A. and Enzel, M. (2008). The Palaeo flood record of the Gardon River. France: A comparison with the extreme 2002 flood event. *Geomorphology*. 98 (1). 2. 71-83.
- Shrestha, A. B., Erikson, M., Mool, P., Ghirmire, P., Mishra, B., Khanal, R. (2010). Glacial Lake Outburst Flood Risk Assessment of Sun Koshi Basin, Nepal. *Journal of Geomatics, Natural Hazards and Risk*, DOI: 10.1080/19475701003668968.
- Smirnov, N. V. (1939). Estimate of deviation between empirical distribution functions in two independent samples. *Bull Moscow University*. 2. 3-16.
- Snyder F. F. (1938). Synthetic unit-graphs. *Trans. Am. Geophys. Union*. 19 (1). 447-454

- Sole, A., L. Giosa and V. Copertino (2007). Risk flood areas, a study case: Basilicata Region, Southampton: WIT Press.
- Sönmez, O. (2013). Nehirlerde iki boyutlu taşkın modellemesi ve taşkın haritalarının oluşturulması, Doktora tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Sakarya.
- Streeter, V. L. (1971). Fluid mechanics New York: McGraw-Hill.
- Sunkar M., Tonbul S. (2011) Batman’da Yaşanan Sel ve Taşkın Olaylarının (31 Ekim-1 Kasım 2006) Sebep ve Sonuçları Fiziki Coğrafya Araştırmaları. Sistemik ve Bölgesel, Türk Coğrafya Kurumu Yayınları, No:5, 237-258, İstanbul.
- Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, (2017). Taşkın yönetimi. Ankara: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü.
- Şen, Z. (2009). Taşkın afet ve modern hesaplama yöntemleri. İstanbul: Su Vakfı Yayınları.
- Te Linde, A. H., Bubeck P., Dekkers J. E. C., De Moel H. and Aerts J. C. J. H. (2011). Future flood risk estimates along the River Rhine. Natural Hazards and Earth System Science. 11 (2). 459–473.
- Tuncer, İ. (2011). Açık kanallarda su yüzü profilinin belirlenmesi; Nakkaş Dere örneğinde bir HEC-RAS uygulaması. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Türkkan, G. ve Korkmaz, S. (2015). Kaplıkaya Deresinin sayısal model ile taşkın analizi. VIII. Ulusal Hidroloji Kongresi, Şanlıurfa, 6 2-69.
- Uçar, İ. (2010). Trabzon Değirmendere Havzası’nda coğrafi bilgi sistemleri ve bir hidrolik model yardımıyla taşkın analizi yapılması. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ankara.
- U.S. Army Corps of Engineering. (2018). HEC-RAS 5.0, Supplemental to user’s manual (February). 1–74.
- USACE, (2005). HEC-GeoRAS GIS Tools for support of HEC-RAS using ArcGIS® User’s Manual. Davis: US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center.
- Uslu G., Sesli F., Uzun B. (2018). Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Taşkın Tehlike Haritalarının Belirlenmesi. Kent Akademisi. 11(4): 545-558.

- Usul, N. (2004, Mart). Taşkın çalışmalarında Coğrafi Bilgi Sistemlerinin kullanılması. 22 Mart Dünya Su Günü Suya Bağlı Afetlerin Etkilerinin Azaltılmasında Yaşanan Sorunlar ve Çözüm Yolları Paneli. Ankara.
- Usul, N. 2008. Mühendislik Hidrolojisi, ODTÜ Yayıncılık, 408, Ankara.
- Uşıkay S., Aksu S. (2002) Ülkemizde Taşkınlar, Nedenleri, Zararları ve Alınması Gereken Önlemler. İMO. Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı 421
- URL-1, Erişim adresi: <https://www.fikir.gen.tr/sel-ve-taskin-olaylari-turkiyeda-sel-ve-taskin-olaylari/> (Erişim tarihi 7.12.2019)
- URL-2, Erişim adresi: <https://www.atlasdergisi.com/native/hollanda/> (Erişim tarihi: 8.12.2019)
- URL-3, Erişim adresi: <https://www.suhakki.org/2017/10/tokyonun-sellere-karsi-aldigi-dev-yeralti-sarniclari-onlemi-iklim-kaynakli-felaketlere-care-olur-mu/> Erişim tarihi: 9.12.2019
- URL-4, Erişim adresi: <https://www.yameraktan.com/kategoriler/genelvideolar/yaratici-buluslar-dunyada-sel-baskinlarini-onlemek-icin-gelistirilmis-6-sistem.html> Erişim tarihi: 24.01.2021
- URL-5, Erişim adresi: <https://www.enerjiatlas.com/hidroelektrik/gezende-baraji.html> Erişim tarihi 15.12.2019
- URL-6, Erişim adresi: <http://www.dsi.gov.tr/haberler/2018/06/27/mogan-sel-kapan%C4%B1-ta%C5%9Fk%C4%B1n-riskini-azaltt%C4%B1> Erişim tarihi 15.12.2019
- URL-7, Erişim adresi: <http://bolge13.dsi.gov.tr/haberler/2017/05/26/aksu-kaymakami-ve-dsi-b%C3%B6lge-m%C3%BCd%C3%BCr%C3%BCnden-i-nceleme> Erişim tarihi 7.12.2019
- URL-8, Erişim adresi: <http://www.dsi.gov.tr/haberler/2016/09/13/rizedeta%C5%9Fk%C4%B1n-riskini-azaltmaya-devam-ediyoruz> Erişim tarihi 7.12.2019
- URL-9, Erişim adresi: <http://bolge19.dsi.gov.tr/haberler/2016/02/19/sivas-hafik-tuzhisar-k%C3%B6y%C3%BC-ta%C5%9Fk%C4%B1n-koruma-i-n%C5%9Faat%C4%B1> Erişim tarihi 15.12.2019

URL-10, Erişim adresi: <https://twitter.com/muratacu/status/889726633472557056?lang=f>

Erişim tarihi 7.12.2019

URL-11, Erişim adresi: <https://www.61saat.com/bolgesel/dsi-den-bir-ilk-daha-doga-ile-butunlesen-su-h777881.html> Erişim tarihi 7.12.2019

URL-12, Erişim adresi: <https://www.turkoglu46.com/kurumlar/devlet-su-isleri-turkoglundada-taskin-koruma-tesisi-yapti/> Erişim tarihi 7.12.2019

URL-13, Erişim adresi: <https://www.haberler.com/carsamba-cayi-tasma-noktasina-geldi-9356075-haberi/> Erişim tarihi 5.01.2020

Ülke, A., Uslu A. ve Beden, N. (2013, Ekim) “Samsun şehir taşkınlarının kronolojisi, 2012 yılı Samsun taşkını”. Taşkın ve Heyelan Sempozyumu, Trabzon.

Üyüklüoğlu, M. (2015). HEC-RAS ile taşkın bölgelerinin modellenmesi. Yüksek lisans tezi, Bozok Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yozgat.

Üçüncü, Z. (2018). Kırıkkale Karadere ve Hodar Dereleri'nin taşkın pik debilerinin hesaplanması ve HEC-RAS programında bir boyutlu modellenmesi. Yüksek lisans tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Kırıkkale.

Vila J. P. (1986). Sur la théorie et approximation numérique de problèmes hyperboliques non linéaires applications aux équations de Saint-Venant et à la modélisation des avalanches de neige dense. PhD thesis, Université Paris VI Math, 481, Paris.

Ward, A. D. and Stanley, W. T. (2004). Environmental Hydrology Second Edition, Lewis Publishers, 475, Washington.

Walsh S., Miskewitz R., (2013). Impact of sea level rise on tide gate function, J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng. ;48(4):453-63.

WMO, (2008). Urban Flood Risk Management-A Tool for Integrated Flood Management, World Meteorological Organization (WMO), APFM Technical tarihi: 15.11.2020)

Yang J., Townsend R. D., Daneshfar B. (2006). Applying the HEC-RAS Model and GIS Techniques in River Network Floodplain Delineation, Canadian Journal of Civil Engineering, DOI: 10.1139/I05-102.

- Yaylak, M. (2016). Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) yardımıyla Bitlis Deresi taşkın risk analizi. Yüksek lisans tezi, Bitlis Eren Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bitlis.
- Yazıcılar, F. ve H. Önder (1998, Eylül). “Taşkın yatakları planlamasında HEC-RAS bilgisayar programı ile su yüzü profili hesaplanması-Bartın nehrinde bir uygulama”. V. Su Mühendisliği Problemleri Semineri, Muğla.
- Yıldırım, N. (2013). Normal dağılım için uyum iyiliği testleri ve bir simülasyon çalışması. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Anabilim Dalı, Ankara.
- Yurtal, R., Seçkin, G., Kaya, D., Atabay, S., Seyhan Nehri Su Yüzü Profillerinde Köprülerden Kaynaklanan Kabarmaların HEC-RAS Paket Programı Kullanılarak Modellenmesi, DMO Teknik Dergi, 14(2), 2935-2948, 2003.
- TUHK, (2003), Ulusal Meteorolojik ve Hidrolojik Afetler Programı (Taslak-3), Editörler: H. Bacanlı, H. Özgüler, O. Lenk, Ankara, 47 s. Erişim adresi: <http://www.meteor.gov.tr/2005/arsiv/ulusalprogram.pdf>, (Erişim tarihi: 17.03.2020).

EKLER

EK-1: Çevre Yolu Köprüsü

EK-2: Karayolu Köprüsü 1

EK-3: Yaya Köprüsü

EK-4: Karayolu Köprüsü 2

EK-5: Tarihi Merkez Cami Köprüsü

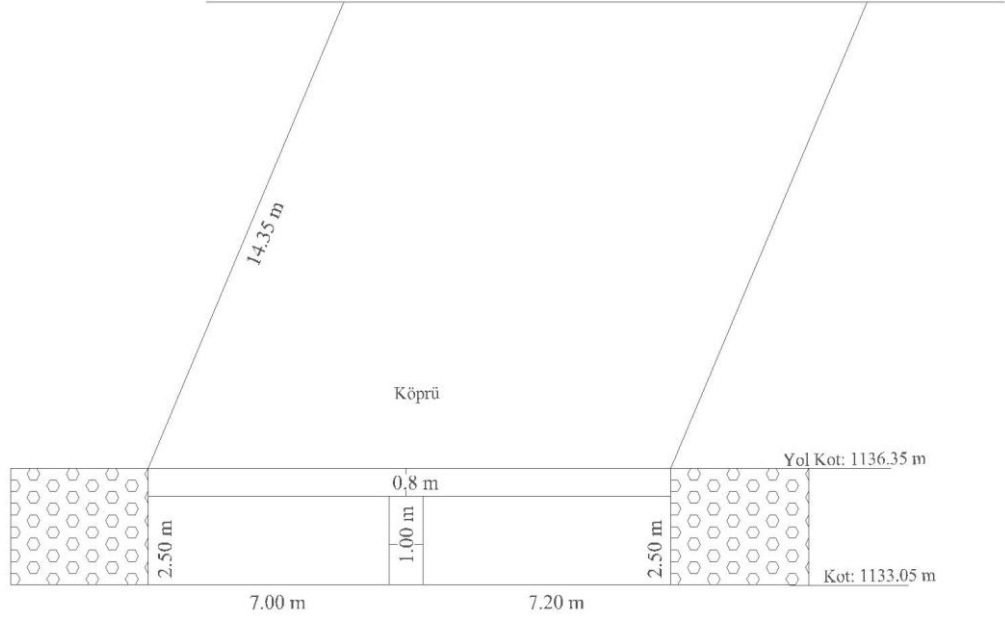
EK-6: Kanal kesitleri

EK-7: DSİ Sentetik birim hidrograf yöntemine göre debi hesabı

EK-8: DSİ Sentetik birim hidrograf yöntemi ile bulunan Çarşamba Çayı'na ait tekerrür debilerinin hidrografları

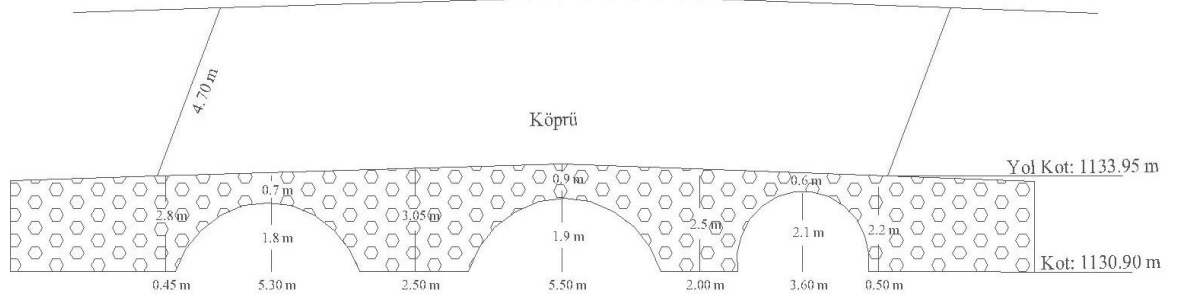
EK-2

KARAYOLU KÖPRÜSÜ 1

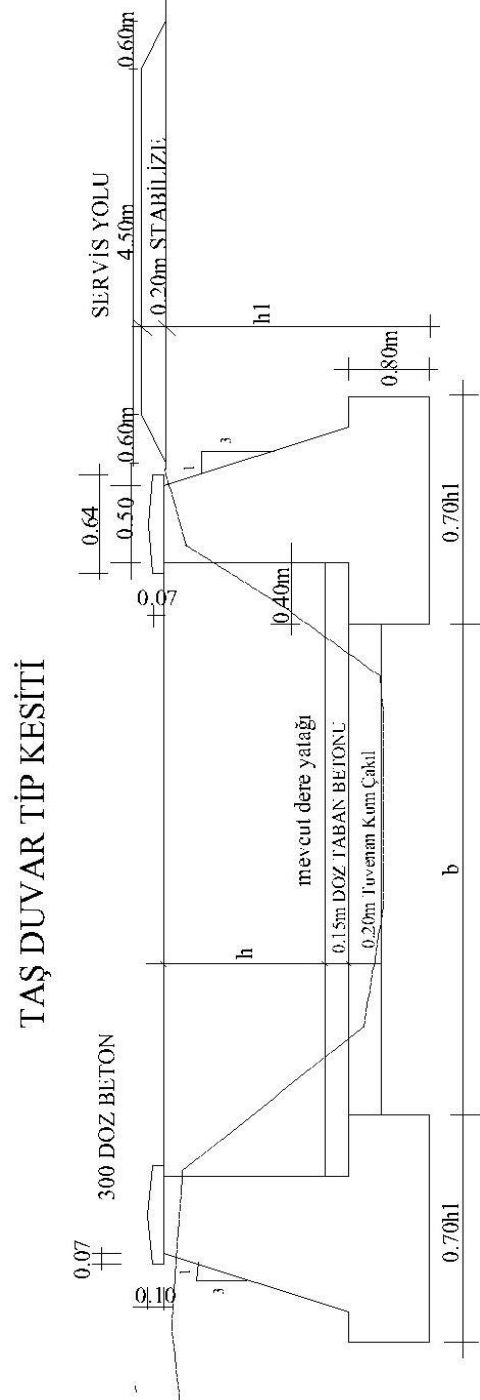
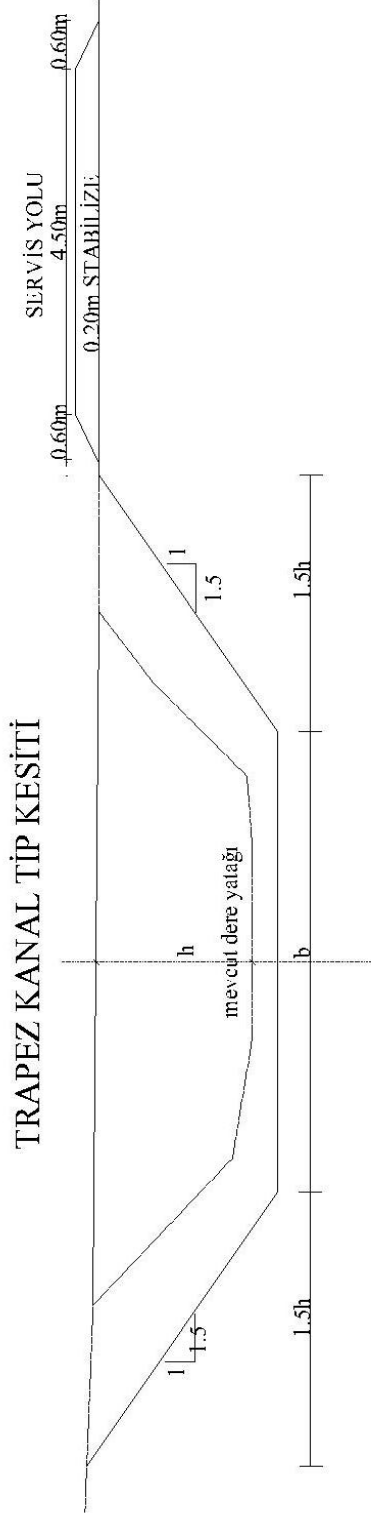


EK-5

TARİHİ MERKEZ CAMİ KÖPRÜSÜ



KANAL KESİTLERİ



EK-7

ÇARŞAMBA ÇAYI
DSİ SENTETİK YÖNTEMİ İLE TAŞKIN HESABI

A(km ²)	L(km)	L _c (km)	S _{Har.}	C _{II}	C _{III}
273,05	34,6	13,9	0,00800	75	88,5

HARMONİK EĞİM HESABI

Sıra No	Kot (m)	Kot Farkı (m)	L/10 (m)	$\frac{1}{\sqrt{S_1}}$
0	1094			
1	1099	5	3460	26,306
2	1112	13	3460	16,314
3	1129	17	3460	14,266
4	1192	63	3460	7,411
5	1246	54	3460	8,005
6	1276	30	3460	10,739
7	1308	32	3460	10,398
8	1356	48	3460	8,490
9	1423	67	3460	7,186
10	1900	477	3460	2,693
TOPLAM				111,809

$$S_h = \left(\frac{10}{\sum \frac{1}{\sqrt{S_1}}} \right)^2 = \left(\frac{10}{111,809} \right)^2 = 0,00799$$

$$q_p = \frac{414}{A^{0,225} \times \left(\frac{L \times L_c}{\sqrt{S_h}} \right)^{0,16}} = \frac{414}{273,05^{0,225} \times \left(\frac{34,6 \times 13,9}{\sqrt{0,008}} \right)^{0,16}} = 29,65 \text{ l/s/km}^2/\text{mm}$$

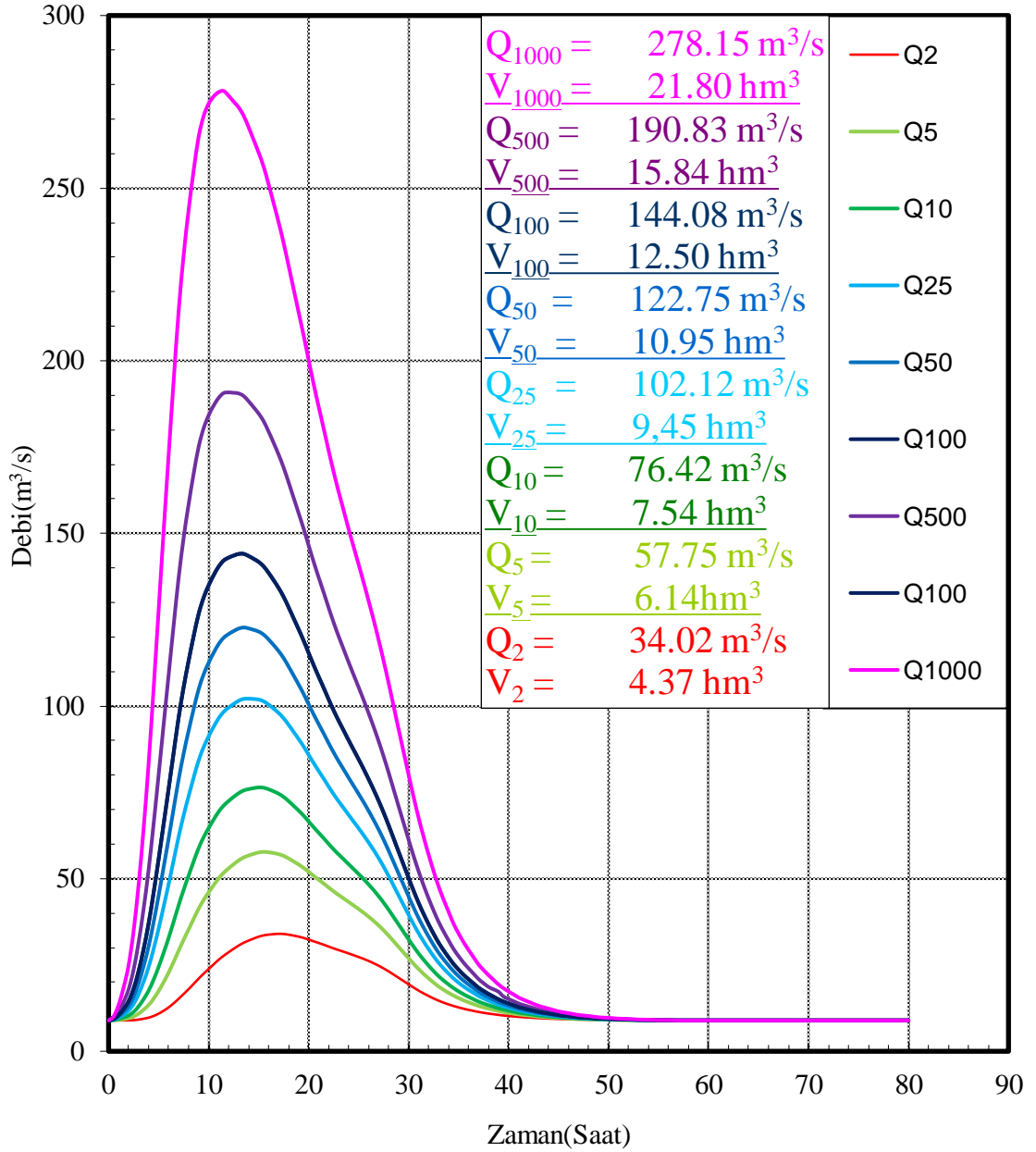
$$Q_p = q_p \times A \times 10^{-3} = 29,65 \times 273,05 \times 10^{-3} = 8,09 \text{ m}^3/\text{s}/\text{mm}$$

$$V_b = A \times 10^3 = 273,05 \times 10^3 = 273,05 \text{ m}^3$$

$$T = 3,65 \times \left(\frac{V_b}{q_p} \right) = 3,65 \times \left(\frac{273,050}{29,65} \right) = 34 \text{ saat}$$

$$T_p = \frac{T}{5} = \frac{34}{5} = 6,8 \text{ saat}$$

**DSİ SENTETİK YÖNTEMİ
ÇARŞAMBA ÇAYI
YİNELENMELİ TAŞKIN HİDROGRAFLARI**



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : SELİN ÇAKAN

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : 2018, KTO Karatay Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans Öğrenimi : 2021, KTO Karatay Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce, Almanca

İŞ DENEYİMİ

Stajlar : Tepekent Mimarlık Altınpark Şantiyesi, Fiva Yapı

Çalıştığı Kurum : Sema & Selin Çakan Mimarlık ve Mühendislik

Tarih: 31 Ağustos 2021