

**CANIK BAŞARI ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**MERT İRMAĞI (SAMSUN) TAŞKIN HARİTALARININ
COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ YARDIMIYLA BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnŐ. Müh. Vahdettin DEMİR

**HAZİRAN 2015
SAMSUN**

**CANIK BAŞARI ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

**MERT IRMAĞI (SAMSUN) TAŞKIN HARİTALARININ
COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ YARDIMIYLA BELİRLENMESİ**

Mühendis Vahdettin DEMİR

**Canik Başarı Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"İNŞAAT YÜKSEK MÜHENDİSİ"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 25/05/2015
Tezin Savunma Tarihi :**

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Özgür KİŞİ

Samsun 2015

Canik Başarı Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında
Vahdettin DEMİR tarafından hazırlanan

MERT IRMAĞI (SAMSUN) TAŞKIN HARİTALARININ
COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ YARDIMIYLA BELİRLENMESİ

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

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Özgür KİŞİ

Üye : Prof. Dr. Fazıl ÇELİK

Üye : Doç. Dr. Turgay PARTAL

Prof. Dr. Ragıp ERDÖL
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Mert Irmağı (Samsun) Taşkın Haritalarının Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Belirlenmesi” adlı bu çalışma, Canik Başarı Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

1649B021412359 başvuru numaralı ve 03.11.2014 tarihli, **TÜBİTAK 2210-C** Öncelikli Alanlara Yönelik Yüksek Lisans Bursu (2014/3. Dönem) desteğiyle bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

Uygulanan yöntemler ve elde edilen sonuçlar doğrultusunda bilim dünyasına katkılar sağlayacağına inandığım bu çalışmada, meşgul olduğu dönemlerde bile tez çalışmama zaman ayıran, planlanmasından yazımına kadar geçen her aşamada değerli bilgilerini ve tecrübelerini benimle paylaşan, manevi desteğini ve değerli vakitlerini benden esirgemeyen, iyi niyeti, hoşgörüsü, güler yüzü ile çalışmalarına destek veren kıymetli danışman hocam, **Prof. Dr. Özgür KİŞİ**'ye şükran ve saygılarımı sunarım. Ayrıca yüksek lisans'ta ders aldığım saygıdeğer hocalarım **Prof. Dr. Ragıp ERDÖL'e**, **Prof. Dr. Fazıl ÇELİK'e** ve **Prof. Dr. Aydın DUMANOĞLU'na** teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamızda kullanmış olduğumuz verilerin temini konusunda bize yardımcı olan DSİ 7. Bölge Müdürlüğü ve Samsun Canik-İlkadım Belediyesi çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Tüm yaşamım süresince, bana güvenen ve maddi-manevi desteğini eksik etmeyerek her zaman yanımda olan annem **Songül DEMİR** ve babam **Yakup DEMİR'e**, kardeşlerim **Volkan, Tarık DEMİR'** e teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak teorik ve uygulamalı çalışmalarım boyunca desteklerini gördüğüm, kıymetli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren, değerli eleştiri ve tecrübelerinden yararlandığım, meslektaşım **Hümevra BİLGE Hanım'a** sonsuz şükranlarımı sunarım.

Vahdettin DEMİR

Samsun 2015

TEZ BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**MERT IRMAĞI (SAMSUN) TAŞKIN HARİTALARININ COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ YARDIMIYLA BELİRLENMESİ**” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım **Prof. Dr. Özgür KİŞİ**'nin sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. **25/05/2015**

.

Vahdettin DEMİR

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	III
TEZ BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
TABLolar DİZİNİ.....	XI
SEMBOLLER DİZİNİ	XII
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Problemin Tanımı	2
1.3. Çalışmanın Amacı ve Önemi	4
1.4. Konu ile İlgili Daha Önce Yapılan Çalışmalar	4
1.5. Taşkın Olayı	9
1.5.1. Taşkın Frekans Analizi	11
1.6. Coğrafi Bilgi Sistemleri	12
1.6.1. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Elemanları.....	13
1.6.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri Veri Depolama Formatları.....	14
1.6.3. CBS' nin Uygulama Alanları	14
1.7. Taşkınların Modellenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Rolü	15
1.8. Kullanılan Programlar/Yazılımlar.....	15
1.8.1. HEC-RAS.....	16
1.8.2. HEC-GeoRAS	17
1.8.3. ArcGIS 10.2	17
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	19
2.1. Çalışma Alanı.....	20
2.2. Hidrolojik ve Hidrolik Modelleme	21
2.2.1. Hidrolojik Modelleme.....	21
2.2.2. Hidrolik Modelleme	21
3. BULGULAR VE TARTIŞMALAR	25
4. SONUÇLAR	49
5. ÖNERİLER.....	50
6. KAYNAKLAR	51

7. EKLER.....	55
ÖZGEÇMİŞ.....	57



ÖZET

MERT IRMAĞI (SAMSUN) TAŞKIN HARİTALARININ COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ YARDIMIYLA BELİRLENMESİ

Vahdettin DEMİR

Canik Başarı Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Özgür KİŞİ
2015, 54 (Tez Sayfa), 2 (Ek Sayfalar)

Taşkın, gelişmiş ülkeler dâhil dünyada birçok yeri etkileyen büyük bir doğal afettir. Bu doğal afetler sebebiyle her yıl can kayıplarının yanı sıra milyarlarca dolar mal kayıpları yaşanmaktadır. Taşkın risk haritalarıyla nerelerin su altında kalacağı tespit edilebilir ve kayıpları önlemek veya azaltmak mümkün olabilir. Bu haritalar taşkınla ilgili yardım ve kurtarma operasyonlarında da oldukça faydalıdır. Avrupa'da, 1990'ların sonlarında yaşanan büyük taşkınlardan dolayı taşkın haritaları çalışmaları başlamıştır. Şu an birçok Avrupa ülkesinde, toplum kuruluşlarında ve sigorta endüstrilerinde taşkın risk haritaları mevcuttur. 2007 yılında Avrupa Birliği tarafından kabul edilen yeni taşkın direktifine göre, tüm üye devletlerin 2015 yılına kadar kendi bölgeleri için taşkın risk haritaları üretmeleri gerekmektedir. Can ve mal kayıplarının önlenmesi veya azaltılması için Türkiye'de de mümkün olduğunca kısa sürede taşkın riski için kapsamlı çalışmalar yapılmalıdır.

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), taşkının etkilerinin görsel olarak incelenmesinde ve taşkın hasar tahminlerinin yapılmasında taşkın risk vb. haritaların hazırlanmasında kullanılmaktadır. Herhangi bir tekerrür süresi için meydana gelecek taşkının oluşturacağı hasarın boyutlarını ve taşkın profilini tahmin etmek için CBS, bir hidrolik yöntemle birlikte kullanılmalıdır. Taşkın risk haritalarının hazırlanması aşağıdaki adımları içerir: (1) Topoğrafik veriler ve ArcGIS programı kullanılarak sayısal yükseklik modelinin hazırlanması, (2) Bir hidrolik model (HEC-RAS) kullanılarak farklı tekerrür sürelerine sahip taşkının akışının simülasyonu ve (3) Elde edilecek sonuçların entegre edilmesiyle taşkın risk haritalarının oluşturulması. Bu tez kapsamında, Samsun merkez ilçe sınırlarında yer alan ve Karadeniz'e dökülen Mert Irmağı'na ait 2012 yılı taşkın risk haritası ve farklı tekerrür debileri için taşkın risk haritaları elde edilmiştir. Bu havzada 3 Temmuz 2012 tarihinde meydana gelen taşkında yüksek oranda can ve mal kayıpları yaşanmıştır. ArcGIS10.2 ve HEC-RAS 4.1 yazılımları kullanılarak 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500, 1000, 10000 yıl tekerrürlü taşkın debileri için analizler yapılmış ve taşkın risk haritaları elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Taşkın Haritaları; Coğrafi Bilgi Sistemleri; ArcGIS; HEC-RAS; HEC-GeoRAS; Samsun/Canik; Türkiye.

SUMMARY

MERT RİVER (SAMSUN/TURKEY) THE FLOOD MAPS DETERMINING THE HELP OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS

Vahdettin DEMİR

Canik Basari University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Civil Engineering Graduate Program
Supervisor: Prof. Dr. Ozgur KIŞI
2015, 54 Pages, 2 Appendix

Flooding, as a major natural disaster, affects many parts of the world including developed countries. Due to this natural disaster, billions of dollars in infrastructure and property damages and hundreds of human lives are lost each year. These hazards and losses can be prevented and reduced by providing reliable information to the public about the flood-risk through flood inundation maps. These maps are also useful in relief and rescue operations related to flooding. Most of the flood mapping projects were launched in late 1990s in Europe through major floods in that period. Many European countries now have flood inundation maps set by governments and insurance industries. According to the new flood directive which is adopted by the European Union in 2007, all member states should prepare flood inundation and risk maps for their region by 2015. To this end, for stopping and reducing losses property damages and human lives, comprehensive flood risk studies should be conducted in Turkey as soon as possible.

Geographic Information Systems (GIS) can be employed to visualize the range of flooding, and also to investigate the flood maps to yield flood damage estimation maps and flood risk map etc. To estimate the extent of flood associated with a given return period, however, the GIS must be used together with an applicable hydrological/hydraulic method for flood profile approximation. In this thesis, flood hazard mapping for the Mert River Basin in Samsun where human life losses and a significant amount of property damages were experienced in 2012 flood has been investigated. The preparation of flood risk maps includes the following steps: (1) Digitization of topographical data and preparation of digital elevation model using ArcGIS, (2) Simulation of flood flows of different return periods using a hydraulic model (HEC-RAS), and (3) Preparation of flood risk maps integrating the results of (1) and (2).

Key Words: Flood inundation maps; Geographic Information System; ArcGIS; HEC-RAS; HEC-GeoRAS; Samsun/Canik, Turkey.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. İş akış şeması.....	19
Şekil 2. Çalışma alanı Google-Earth görüntüsü	20
Şekil 3. DEM'in piksel dağılımı (A) ve düzensiz üçgen ağı TIN (B).....	26
Şekil 4. Çalışma alanı kesitleri	26
Şekil 5. HEC-RAS ile enterpole edilen çalışma alanındaki yeni kesitler.....	27
Şekil 6. Su yüzü profili (2 yıllık yineleme debisine ait).....	28
Şekil 7. Su yüzü profili (5 yıllık yineleme debisine ait).....	28
Şekil 8. Su yüzü profili (10 yıllık yineleme debisine ait).....	28
Şekil 9. Su yüzü profili (25 yıllık yineleme debisine ait).....	29
Şekil 10. Su yüzü profili (50 yıllık yineleme debisine ait).....	29
Şekil 11. Su yüzü profili (100 yıllık yineleme debisine ait).....	29
Şekil 12. Su yüzü profili (500 yıllık yineleme debisine ait).....	30
Şekil 13. Su yüzü profili (1000 yıllık yineleme debisine ait).....	30
Şekil 14. Su yüzü profili (10000 yıllık yineleme debisine ait).....	30
Şekil 15. Su yüzü profili (2007 yıllık yineleme debisine ait).....	31
Şekil 16. Su yüzü profili (2008 yıllık yineleme debisine ait).....	31
Şekil 17. Su yüzü profili (2009 yıllık yineleme debisine ait).....	31
Şekil 18. Su yüzü profili (2010 yıllık yineleme debisine ait).....	32
Şekil 19. Su yüzü profili (2011 yıllık yineleme debisine ait).....	32
Şekil 20. Su yüzü profili (2012 yıllık yineleme debisine ait).....	32
Şekil 21. Su yüzü profili (2013 yıllık yineleme debisine ait).....	33
Şekil 22. 2 ve 5 yıllık yineleme debisi Mert Irmağı 3 boyutlu taşkın haritası	34
Şekil 23. 10 ve 25 yıllık yineleme debisi Mert Irmağı 3 boyutlu taşkın haritası.....	34
Şekil 24. 50 ve 100 yıllık yineleme debisi Mert Irmağı 3 boyutlu taşkın haritası.....	34
Şekil 25. 500 ve 1000 yıllık yineleme debisi Mert Irmağı 3 boyutlu taşkın haritası.....	35
Şekil 26. 10000 yıllık yineleme debisi Mert Irmağı 3 boyutlu taşkın haritası	35
Şekil 27. 2007 ve 2008 Yılı YAMA debilerinin Google-Earth üzerinde görünümü	36
Şekil 28. 2009 ve 2010 Yılı YAMA debilerinin Google-Earth üzerinde görünümü	36
Şekil 29. 2011 ve 2013 Yılı YAMA debilerinin Google-Earth üzerinde görünümü	37

Şekil 30. 2012 (son taşkın yılı) Yılı YAMA debisinin Google-Earth üzerinde görünümü. 37	37
Şekil 31. 2 ve 5 yıllık yineleme debisi Mert Irmağı su yükseklik haritası	38
Şekil 32. 10 ve 25 yıllık yineleme debisi Mert Irmağı su yükseklik haritası	38
Şekil 33. 50 ve 100 yıllık yineleme debisi Mert Irmağı su yükseklik haritası	39
Şekil 34. 500 ve 1000 yıllık yineleme debisi Mert Irmağı su yükseklik haritası	39
Şekil 35. 10000 yıllık yineleme debisi Mert Irmağı su yükseklik haritası	40
Şekil 36. 3 Temmuz 2012 Mert Irmağı su yükseklik haritası	40
Şekil 37. TOKİ bölgesi taşkın sonrası görüntüleri [49, 50].	41
Şekil 38. Sanayi bölgesi taşkın sonrası görüntüleri [48].	41
Şekil 39. Q1000 ve Q10000 debisinin hâlihazır harita üzerinde oluşturduğu taşkın tehlike haritası	42
Şekil 40. Q10 debisinin yapılar üzerinde oluşturduğu taşkın tehlike haritası	43
Şekil 41. Q25 debisinin yapılar üzerinde oluşturduğu taşkın tehlike haritası	43
Şekil 42. Q50 debisinin yapılar üzerinde oluşturduğu taşkın tehlike haritası	44
Şekil 43. Q100 debisinin yapılar üzerinde oluşturduğu taşkın tehlike haritası	44
Şekil 44. Q10, Q25 ve Q50 taşkın debileri esnasında Mert Irmağı köprülerinin durumu ..	45
Şekil 45. Boy Kesit üzerinden, Q10 taşkın debisi	46
Şekil 46. Boy Kesit üzerinden, Q25 taşkın debisi	46
Şekil 47. Boy Kesit üzerinden, Q50 taşkın debisi	47
Şekil 48. Çalışma alanının 13. kesiti Arcmap ve Google-Earth altlıklarında görünümü	47
Şekil 49. Sanayi ve TOKİ bölgeleri için 2012 taşkın modellemesi ve çözüm modeli	48

TABLULAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Kullanılan programlar	16
Tablo 2. Samsun Mert Irmağı taşkın tekerrür debileri (Karadeniz'e çıkış).....	23
Tablo 3. Samsun Mert Irmağı YAMA debileri	23



SEMBOLLER DİZİNİ

Bu çalışmada kullanılmış bazı semboller ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Semboller Açıklama

A	: Alan
J	: Kanal eğimi
km ²	: Kilometrekare
m	: Metre
n	: Manning pürüzlülük katsayısı
Q	: Maksimum yüzey akış debisi (Debi)
Q2	: 2 yılda bir gelmesi muhtemel debi
Q5	: 5 yılda bir gelmesi muhtemel debi
Q10	: 10 yılda bir gelmesi muhtemel debi
Q25	: 25 yılda bir gelmesi muhtemel debi
Q50	: 50 yılda bir gelmesi muhtemel debi
Q100	: 100 yılda bir gelmesi muhtemel debi
Q500	: 500 yılda bir gelmesi muhtemel debi
Q1000	: 1000 yılda bir gelmesi muhtemel debi
Q10000	: 10000 yılda bir gelmesi muhtemel debi
U	: Islak çevre
R	: Hidrolik yarıçap

Kısaltmalar Açıklama

AGİ	: Akım Gözlem İstasyonu
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
CPU	: Central Processing Unit (Merkezi İşlem Birimi)
DEM	: Digital Elevation Model (Sayısal Yükseklik Modeli)
DSİ	: Devlet Su İşleri
ESRİ	: Environmental Systems Research Institute (Çevre Sistemleri Araştırma Enstitüsü)
GB	: Gigabyte
Ghz	: Gigahertz
HEC	: Hydrologic Engineering Center
MB	: Megabayt
RAM	: Random Access Memory
RAS	: River Analysis System
SAM	: Sayısal Arazi Modeli
SYM	: Sayısal Yükseklik Modeli
TIN	: Triangulated Irregular Network (Düzensiz Üçgen Ağı)
YAMA	: Yıllık Anlık Maksimum Akım

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

İnsanların hayatını devam ettirebilmesi için olmazsa olmaz olan su, doğrudan veya dolaylı olarak afetlere neden olmaktadır. Doğrudan oluşan durumlar göz önüne alındığında, suyun olmadığı veya yetersiz olduğu durumlarda kuraklıkla, suyun aşırı olduğu durumlarda da taşkın, erozyon ve taşkın sularının beraberinde sürüklediği ve sular çekildikten sonra kalan sedimantasyon sorunları gibi olaylarla karşılaşılabilir. Dolaylı olarak ise baraj yıkılmasına, taşkınlardan sonra meydana gelebilecek salgın hastalıklara ve sınır aşan sular yüzünden milletlerarası çıkabilecek sorunlara neden olabilir [43].

Akarsuyun yatak kesitinin suyu taşımaya ve iletmeye yetersiz olması sebebiyle, akarsudaki suyun yatağından taşarak çevresine zarar vermesi olayı taşkın olarak tanımlanmaktadır. Aşırı yağmur, ani kar erimesi, heyelan, barajdan kontrolsüz su bırakılması gibi olaylar taşkınların ana sebepleridir. Taşkınlar insanların ekonomik ve sosyal hayatını olumsuz yönde etkileyen doğal afetlerdir. Taşkın riski olan yerlerde yapılaşma olmasının taşkın zararlarını arttıracığı da bir gerçektir. Bu sebeple taşkınların insan sağlığına, çevreye, altyapı ve yatırımlara olan zararların azaltılması esastır [35].

Taşkın yatakları, yerleşim yeri olarak çoğu zaman insanlar tarafından tercih edilmektedir. Bu alanlar suya yakın ve düşük eğimli olmasından dolayı ulaşılması kolay bölgelerdir. Ancak potansiyel olarak taşkınların neden olduğu zararlara maruz kalabilirler. Normalde bu bölgelerin yeşil alan olarak kullanılması, futbol sahası, mesire alanı, vb. gibi taşkın anında boş kalabilecek faaliyetler için ayrılması gereklidir. Ancak, taşkınlardan bütünüyle korunmak genellikle ekonomik açıdan uygulanamadığından, bu yapıların gerçekçi olarak projelendirilmesinde taşkın risk değeri dikkate alınmalıdır. Taşkın olayı her zaman meydana gelebilir. Bu olayı afete dönüştüren ise insan faktörüdür. Taşkın riski bulunan sahalarda önceden tedbir almadan yapılan kontrolsüz yerleşimler taşkın oluşturacağı afetin en önemli sebeplerindendir. Taşkınlar, hidrometeorolojik afet olarak çevreye ve insanlara en çok zarar veren afet türüdür ve Türkiye de dâhil olmak üzere dünyanın birçok yerinde önemli oranda can ve mal kaybı olmaktadır [43].

Taşkınları önlemek için geliştirilen teknolojiden yararlanılarak taşkın bilgi sisteminin kurulması ve tek bir elden risk yönetiminin gerçekleştirilmesi sağlanabilir. Risk yönetimi

için, çeşitli yinelenme debilerinin oluşturacağı taşkınların etkilerini gösteren taşkın haritalarının oluşturulduğu bir modelleme yapılabilir. Verilerin depolandığı, sorgulandığı, analiz edildiği ve arazi modelinin oluşturulduğu Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve su yüzü profillerinin, su yüksekliklerinin, su hızlarının tespit edilebildiği hidrolik modellerin bir arada kullanımıyla meydana getirilecek taşkın haritaları bizlere taşkınların etkilerini gözleme imkân vermektedir [43].

Doğal afetler, kaçınılmaz, engellenemez, karşı konulamaz olaylar şeklinde tanımlanmaktadır. Fakat önceden tahmin edildiğinde, önlemler alındığında oluşturacakları zarar miktarı azaltılabilir. Bu sebeple yapılan taşkın risk analizlerinde, kullanılan verilerin (Manning katsayısı, debi, arazi kesiti, topografya ölçeği vb.) doğruluğuna bağlı olarak, kabul edilebilir sonuçlar ortaya koyarak, taşkınları önceden modelleyerek/tahmin ederek (taşkın anında su altında kalabilecek yerlerin önceden belirlenmesi) yapısal veya yapısal olmayan tedbirlerin alınması ile hazırlıklı olmak, zararları en aza indirecektir. Ve bununla birlikte çalışmamıza CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) teknolojilerinin entegrasyonu bize zaman, dinamiklik ve anlaşılma adına görsellik kazandırmaktadır [2, 12, 25, 28-32, 35, 43, 46-48].

CBS verilerinin temel altlık olarak kullanıldığı bu çalışmada, 3 Temmuz 2012 tarihinde Samsun'da yaşanan taşkında can ve mal kaybının yüksek oranda olduğu, merkez ilçe sınırlarında yer alan ve Karadeniz'e dökülen Mert Irmağı seçilmiştir. Coğrafi Bilgi Sistemleri programlarından biri olan ArcGIS 10.2 kullanılarak taşkın risk haritaları oluşturulmuştur. Ayrıca 3 Temmuz 2012 taşkını ve geçmiş yıllara (2007-2013) ait yıllık maksimum taşkın debileri kullanılarak taşkınlar modellenmiştir. Haritaların yorumlanması ile meydana gelebilecek olan taşkın senaryolarına ait riskli alanlar (su altında kalan alanlar) tespit edilerek çeşitli çözüm önerileri sunulmuştur.

1.2. Problemin Tanımı

Taşkınlar, dünyada sebep oldukları maddi ve manevi kayıplar bakımından doğal afetlerin ilk sıralarında yer almaktadırlar. Ülkemiz için de durum aynıdır, mevcut envanter verileri itibari ile taşkınlardan kaynaklanan ekonomik kayıp son 10 yılda her yıl için ortalama 260.000.000 ABD Doları'na ulaşmaktadır. Buna karşın taşkınların kontrolü ve zararlarının azaltılmasına yönelik olarak genelde yapısal önlem olarak ayrılan yatırım miktarı ise yılda ortalama 30.000.000 ABD doları civarındadır. Hatta verdikleri zarar açısından taşkınlar yine ülkemiz için büyük felaketler doğuran depremlerle başa baş gitmektedirler. Dolayısıyla tıpkı

depremler için olduğu gibi taşkınlar için de hazırlıklı olunmalıdır. Üstelik depremlerden farklı olarak taşkınlar için önceden haber verme ve hazırlanma imkânı da mevcuttur. Zira taşkınlar, büyük sağanaklar ve hızlı kar erimeleri gibi sebeplerle meydana gelmektedir. Bu olaylar için tahmin yapılabilir ve oluşacak olaylarla onu takip edecek taşkın arasında geçen zaman taşkın için hazırlanılmaya fırsat verir. Taşkın olmadan çok önce yapılacak çalışmalarla nerelerin su altında kalacağı bilindiği takdirde gelmekte olan taşkın için hazırlık yapmak çok daha kolay olur. Bunun nedenle Türkiye için taşkın risk çalışmaları bir an önce yapılmalıdır [20, 47].

Bu çalışmada ana problem taşkınlardır. Taşkınlar canlıların yaşamını etkileyen, önlem alınmadığında can ve mal kayıplarına sebep olan doğal afetlerden biridir. Ülkemizde taşkınlar risk analizleriyle meydana gelmeden önce değil de meydana geldikten sonra kriz analizleriyle yönetilmektedir. Bunun sonucunda da her yıl su basmalarından kaynaklı can kayıpları ve milyonlarca dolar maddi kayıp olmaktadır. Bir diğer problem ise taşkın yatakları üzerine inşa edilen yapılarıdır. Bu bölgeler taşkın risk haritalarıyla belirlenebilir ve imar planlarına altlık olarak aktarılabilir. Taşkın yatakları her an taşkından etkilenebilecek alanları gösterir. Bu nedenle de bu alanlarda yapılaşmalara izin verilmemeli, kullanılması gerekiyorsa da yeşil alanlar, parklar, yürüyüş yolları şeklinde değerlendirilmelidir. Ayrıca nehir üzerindeki su yapılarının (köprü, menfez vb.), tasarımının taşkın tekerrür debilerine göre yapılması, kırsal alanlarda Q50 kentsel alanlarda Q100 debilerini taşıyabilecek kapasitede olması gerekmektedir. Bir diğer problem akarsuların üst havzalarından (menbasından) gelen ve alt havzalarda (daha düz veya ovalık mansap bölgeleri) toplanan, çökerek akarsu kesitinin azalmasına sebep olan çökelti malzemelerine karşı akarsu ıslah çalışmalarının yetersiz olmasıdır. Diğer problemler ise kullanım sularının nehir yataklarına verilmesi ve nehir üzerinde yeterince akım gözlem istasyonlarının bulunmamasıdır.

Bu çalışma kapsamında incelenecek olan Mert Irmağı, Samsun tarihi boyunca kente sağladığı içme ve sulama suyu açısından önemli bir yere sahiptir. Ayrıca 3 Temmuz 2012 tarihinde Samsun'da yaşanan taşkında can (TOKİ ve çevresindeki konutlarda 12 kişi yaşamını yitirmiştir) ve mal kaybının (619 konut, 1284 işyeri, 223 depo, 12 kamu binası ve 19 adet ahır ve samanlığı su basmıştır) yüksek oranda olması da taşkın risk analiz çalışmasında örnek olarak tercih edilmesindeki ana sebeptir.

1.3. Çalışmanın Amacı ve Önemi

Taşkın haritalama, ülkemizde yeni gelişmeye başlayan bir konudur. Can ve mal kayıplarının önlenmesi veya en aza indirgenmesi için hızlı bir şekilde taşkın risk haritalarının ve erken uyarı sistemlerinin hazırlanması gerekmektedir. Bu çalışmada Samsun Mert Irmağı için taşkın risk haritaları oluşturulacaktır. Kullanılacak CBS ve hidrolik modeller bu bölge için ilk defa kullanılmış olacaktır. Bu çalışma, Mert Irmağı havzasında yapılacak olan Erken Uyarı Sistemi çalışmalarına altlık oluşturacak ve hız kazandıracaktır. Ayrıca gelecek yıllarda ölçülecek yeni veriler oluşturulan sistem verilerine eklenerek yeni senaryolar, bu senaryolara bağlı yeni taşkın haritaları daha kolay oluşturulabilecektir. Dolayısıyla sürekli yenilenen dinamik bir sistem oluşturulmuş olacaktır.

Mert Irmağı üzerindeki köprülerin de hidrolik modele dâhil edilmesi ile taşkına köprülerin etkisi araştırılacaktır. Elde edilecek taşkın risk haritaları neticesinde taşkın anında Mert Irmağı'nın sağ ve sol sahilinde meydana gelecek su derinlikleri tespit edilecektir. Bu çalışma ile yerel, belki de oluşacak büyük bir taşkının sebep olacağı ulusal bir soruna çözüm getirilmesi amaçlanmıştır.

Kentsel planlar oluşturulurken taşkın haritaları, risk yönetimi için tercih edilmemektedir. Bunun sebebi hazırlanan taşkın haritalarının yalnızca su yüzü profillerinin birleştirilmesiyle oluşturulmuş su yayılım alanından ibaret olması ve bu haritaları kullanacak kurumların ihtiyacını karşılamamasıdır. Bu sebeple risk yönetimi için gerekli olan su yüksekliği, su hızı ve muhtemel taşkında risk altında olan alanların öznitelik bilgilerinin birlikte ortaya konması gerekmektedir. Ayrıca su yüksekliği ve su hızı gibi haritalar sınıflandırılarak, risk altında olan bölgelerde muhtemel zararın parasal olarak ortaya konması, risk yönetiminde nerelere öncelik verilmesi gerektiği sorusuna cevap verebilmektedir. Bu bilgiler doğrultusunda Samsun Mert Irmağı için 7 sınıftan oluşan taşkın yükseklik haritaları üretilmektedir. Bu haritalar ile taşkın zararları azaltılarak risk yönetimi için gerekli olan veriler ile olası risk yönetilebilecektir.

1.4. Konu ile İlgili Daha Önce Yapılan Çalışmalar

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), İngilizce Geographical Information Systems (GIS) ifadesinin Türkçe'ye çevrilmiş hali olup, mekânsal ve/veya mekânsal olmayan bilgilerin toplanması, işlenmesi, analiz ve sonuçların hazırlanmasında kullanılan bir teknoloji olup,

inşaat mühendisliği, istatistik, jeoloji, şehir planlama, afet-risk yönetimi, gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Bu sistemin en önemli unsuru kullanıcı ve veri kalitesi olup, yeterince mekânsal ve mekânsal olmayan (öznitelik bilgileri) altlık/veri mevcut ise; bu bilgilerin işlenmesi, analizi ve yorumlanması birçok mühendislik probleminin çözümünde kullanılmaktadır.

CBS’de taşkın anında farklı debilerin kesitlerde ne kadar su seviyesi olacağını, yani su yüzü profillerini tespit etmek için alt programlar (HEC-GeoRAS vb.) üretilmiş ve CBS’ye ilave edilmiştir. Bu alt programlar ana program ArcGIS ile HEC-RAS arasında veri format dönüşümünü sağlamaktadır [43].

CBS’nin ve hidrolik modellerin beraber kullanımıyla ilgili, ilk örnekler 1994 yılında; Djokic, Beavers ve Deshakulakarni tarafından HEC-2’nin bir CBS programı olan ArcGIS’te hazırlanan arazi verilerinin üzerinde uygulayan bir yazılım geliştirmesiyle olmuştur. Daha sonraki yıllarda Windows tabanında çalışan Hydrologic Engineering Center tarafından geliştirilen HEC-RAS, HEC-2’nin yerine kullanılmaya başlanmıştır [27].

Ülkemizde, HEC-RAS yazılımı ilk kez Yazıcılar ve Önder (1998) tarafından, Bartın nehrinde kullanılmıştır. 1998’de Bartın Merkez’de yaşanan taşkın HEC-RAS yazılımıyla modellenmiş ve taşkın haritaları üretilmiştir. Üretilen taşkın haritalarındaki taşkın alanları gerçeğe oldukça yakın sonuçlar vermiştir [50].

Azagra vd. (1999) Texas’ta Waller Nehir Havzası’nı çalışma alanı olarak seçip, bu havzanın topoğrafik verilerinden oluşturdukları Triangulated Irregular Network (TIN) adı verilen üçgen interpolasyonlardan meydana gelen arazi modeli ve hava fotoğraflarıyla HEC-RAS’a girdi olarak kullanacakları kesitleri belirlemişler ve hidrolik model sonuçlarını ArcView’e girerek, iki ve üç boyutlu taşkın risk haritaları oluşturmuşlardır. Ancak Azagra ve Olivera’ya göre hava fotoğraflarını kullandıkları için yaptıkları çalışma, veri kalitesi nedeniyle gerçeği pek iyi yansıtmamaktadır, çünkü HEC-RAS’a girilen kesitler doğruyu tam olarak yansıtmadığı için bulunan su yüzü seviyeleri de doğru olmamaktadır [4].

Onüçyıldız (1999), Türkiye akarsularında seçilen belli istasyonların pik debilerini kullanarak taşkın debilerinin belirlendiği bir araştırmada Yıllık Anlık Maksimum Akım (YAMA) değerlerine sadece Log-Pearson Tip 3 dağılımını uygulamış ve herhangi bir uygunluk testi uygulanmadan tekerrür debilerini elde etmiştir. İncelenen 1545 adet YAMA değerinin gözlemlendiği istasyonlarda 281 (%18,2)’inin taşkın debisi olduğu sonucuna varmıştır [26].

Tate vd. (2002) Texas'ta Waller Nehri'nde taşkın sahalarını belirlemek için CBS'den, hidrolik modelin oluşturulabilmesi için de HEC-RAS'tan yararlanmıştır. Sayısal yükseklik haritası topoğrafik verilerden CBS'de oluşturulmuş ve HEC-RAS'tan alınan su seviyeleri de Digital Elevation Model (DEM) isimli sayısal arazi modeline girilip taşkın risk haritaları bahsedilen havza için üretilmiştir [41].

Wiles vd.'in (2002) Ohio Swan Nehir Havzası'nda taşkın zararlarını belirlemede bir HEC Modeli ve CBS tekniklerini kullanarak yürüttükleri çalışmada, taşkınla ilgili havza üzerinde 30 yılı aşkın bir süre içerisinde kullanım alanında yarattığı zararları incelemiştir. Havza üzerinde oluşan taşkınları HEC-RAS hidrolik modeli ve bir yüzey akış modelini içinde barındıran CBS programıyla analiz etmişler ve 1973'te oluşan 100 yıl tekrerrürlü bir yağışın meydana getirdiği yüzey akışı ve akış için sızma gibi önemli parametreleri tespit etmişlerdir [48].

Seçkin (2002), belirli yineleme dönemleri için gelecek taşkın debilerini, havzaları (Seyhan ve Ceyhan havzaları) alt bölgelere ayırarak, Log Lojistik, Log-Pearson Tip 3, Pearson 3, Wakeby, Log Boughton, Gumbel ve Log Normal dağılımlarını kullanarak hesaplamış, hangi dağılımın daha uygun olduğunu bulmak için de Kolmogorov- Smirnov, Cramer Von Mises ve Chi2 testlerini uygulamıştır. Devlet Su İşleri (DSİ) ve Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ)'nin 20 yıla yakın değeri olan ölçüm istasyonlarını seçmiş ve analizlerini bu veriler ile yapmıştır [36].

Onuşluel (2005), İzmir Karşıyaka İlçesindeki Bostanlı Nehir Havzası'nın taşkın alanlarının HEC-RAS ve CBS yöntemleriyle belirlenmesi amacıyla bir doktora tez çalışması yapmıştır. Bu çalışmasında, hidrolojik ve hidrolik yazılımlardan elde ettiği verileri, CBS tabanında "otomatize taşkın yatağı belirleme tekniği" ile göstermeyi amaçlamıştır. Bu çalışmada, HEC-RAS hidrolik modeli İzmir Bostanlı Havzası'ndaki kritik yerlere zamanla değişen ve zamanla değişmeyen akım simülasyonlarının oluşturulması amacıyla uygulanmıştır [27].

Kılınç ve Şahin (2005), İstanbul Kurbağalı Deresi'nin taşkın sahalarını belirlemek için CBS'yi kullanmışlardır. Bu tür bir çalışma yapılırken en önemli parametrenin veriler olduğu dile getirilmiş ve taşkın tekrerrür debilerini DSİ sentetik metodu yarımıyla hesaplanmıştır. Bulunan taşkın debisi CBS ile elde edilmiş olan dere kesitleriyle birlikte HEC-RAS yazılımına girilerek hidrolik analizleri yapılmış ve taşkın sahaları belirlenmiştir [21].

Machado ve Ahmad (2006) Kolombiya'da Atrato Nehri'nde taşkınların modellenmesi üzerine çalışmışlar. Bu çalışmada taşkın debilerini bulabilmek için çeşitli istatistiksel metotlar kullanılmış, bulunan bu debiler HEC-RAS hidrolik modeline girilmiş ve çıkan sonuçlar CBS'de görsel olarak sunulmuştur. Ayrıca 10, 25 ve 50 yıl yineleme dönemli debilerin kullanılmasıyla da taşkın risk haritaları oluşturulmuştur (Q50=3054 m³/s'lik için maksimum yükseklik sol yamaçta 3,7 m, sağ yamaçta da 3,1 m olarak ortaya çıkmıştır). Çeşitli yapısal önlemlerin alınması gerektiği çalışmada vurgulanmıştır [23].

Gutry-Korycka vd. (2006) Vistula Nehri'nde (Varşova, Polonya) bir boyutlu analiz yapan hidrolik model olan HEC-RAS ile 100 yıl yineleme dönemine sahip debiler ile taşkın risk haritalarını üretmişlerdir [14].

Sanyal ve Lu (2006) çalışmalarında hangi bölgelerin taşkın risk haritalarının çıkarılması gerektiğini belirtmişlerdir. Risklerin belirlenmesi ve risk parametreleri üzerine çalışmışlardır [35].

Sheffer vd. (2007), geçmişte Fransa'nın Gardon Irmağı'nda yaşanan büyük taşkınların hidrolik analizini HEC-RAS paket programıyla gerçekleştirmiştir. Gardon Irmağı Havzası'nda biriken radyo-karbon ve jeolojik katmanların durumu göz önüne alarak taşkınların en az 3'ünün 6850-7100 m³/s'lik debiye, en az iki büyük taşkın ise 8000 m³/s'nin üzerinde debiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Hidrolik analizler sonucu, 2002 Eylül ayında yaşanan ve 21 kişinin bu havzada hayatını kaybettiği büyük taşkın felaketinde su seviyelerini belirlemişlerdir [37].

Sole vd. (2007), Basilicata Bölgesinin (İtalya) ana nehir kolunda farklı tekerrür debilerine göre (30, 200 ve 500 yıl) su yüzü profillerini elde etmiş ve CBS'de haritalandırıp, risk haritalarını oluşturmuşlardır (Çalışmada 1500'den fazla nehir yatağı kesiti kullanılmıştır) [40].

Özdemir (2007), Havran Çayı Havzası'nın (Balıkesir) CBS ve uzaktan algılama yöntemleriyle taşkın ve heyelan risk analizini gerçekleştirmiştir. Yapılan çalışmada Havran İlçe merkezi ve ovası için taşkın risk haritaları oluşturulurken CBS, HEC-RAS ve HEC-GeoRAS yazılımlarından yararlanılmıştır. 1/25000 ölçekli topoğrafik verilerin yanı sıra Havran Çayı yatağındaki GPS verileri ve uydu görüntüleri, ArcGIS, ArcGIS'in bir uzantısı olarak çalışan ve HEC-RAS'a girilecek geometrik verilerin hazırlandığı HEC-GeoRAS ve HEC-RAS yazılımları kullanılarak, farklı senaryolara bağlı taşkın haritalamaları üretilmiştir [32].

Dursun (2008), Elazığ Murat Nehri'nin taşkın seviyelerini DSİ 9. Bölgeden temin ettiği taşkın tekerrür verilerini (2, 5, 10, 25, 50, 100, 1000 yıllık) HEC-RAS yazılımına aktararak su yüzü profilini tespit etmiştir. Sonuçları arazideki taşkınlar ile karşılaştırmıştır [12].

Solaimani (2009) çalışmasında, Zaremrood Irmağı'nın 4 km'lik son bölümünde (Tajan Irmağı'nın membasi, İran) 2-5-10-25-50 ve 100 yıl tekerrürlere sahip taşkın debilerinin oluşturacağı taşkın alanlarını HEC-RAS/HEC-GeoRAS paket programlarını ve CBS yöntemlerini kullanarak tespit etmiştir [39].

Bagdatlı ve diğ. (2013), 1:25000'lik topografik haritaları kullanarak ArcGIS ortamında Tekirdağ ili Marmara kıyı havzalarının taşkın analizini yaparak risk unsurlarını tanımlamış ve riskli alanlarını belirlemiştir [5].

Nas (2013), Gümüşhane Harşit Çayının taşkın haritalarını DSİ 22. Bölgeden temin ettiği taşkın tekerrür verileri (5, 10, 50, 100, 500 yıllık) ile oluşturmuşlardır. Çalışmasında ArcGIS ve HEC-RAS yazılımlarını kullanmıştır. Ayrıca belli noktalarda (kıvrım veya eğimin fazla değiştiği 11 adet noktada) nehir üzerinden kesitler almış. Bu kesitleri kullanarak Harşit Çayı'nın kesit bilgisini oluşturmuştur. Daha sonra farklı tekerrürlerdeki debiler ile HEC-RAS da hidrolik hesapları yapmış, su yüzü profillerini bulmuş ve ArcGIS ile taşkın haritalarını 2 ve 3 boyutlu olarak üretmiştir [2, 25].

Tofighi ve diğ. (2014) HEC-RAS ve ArcGIS yazılımlarını kullanarak 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200 taşkın tekerrür debileri için batı Azerbaycan'daki Simine-rud Nehrinin taşkın risk haritalarını üretmiş ve riskli bölgeler için çeşitli öneriler sunmuştur [42].

Kim ve Johnson (2014), CBS ve hidrolik modelleri kullanarak Indiana, Cosperville'deki North Branch Elkhart Nehri için taşkın risk haritalarını elde etmişlerdir [22].

Abdelbasset ve diğ. (2015) HEC-RAS ve CBS modellerini birlikte kullanarak Morocco'nun kuzeyinde bulunan Ouergha Nehri'nin taşkınlarını modellemiştir. Bu şekilde yapılan modelleme ve elde edilen risk haritalarının taşkına karşı strateji geliştirmede oldukça önemli olduğunu belirtmişlerdir [1].

Pazzi ve diğ. (2015) CBS ve hidrolik modelleri kullanarak Albania'nın kuzeyinde bulunan Dajç bölgesi için taşkın risk analizi yapmışlardır. Bu analizde çalışmamıza benzer şekilde HEC-RAS, Arc-GIS ve HEC-GeoRAS yazılımlarını kullanmıştır. Analiz sonucunda riskli bölgeler tesbit edilmiş ve önerilerde bulunulmuştur [33].

Yapılan tez çalışması ile daha önce birçok kez can ve mal kaybı yaşanmış olan

Samsun İl'indeki Mert Irmağı için farklı tekerrürlü taşkın debileri (2, 5, 10, 25, 50, 100, 500, 1000 ve 10000 yıllık) kullanılarak taşkın haritalarının üretilmesi üzerinedir. Tezi önerenlerin bilgileri dâhilinde henüz bu bölge için bu şekilde bir çalışma yapılmamıştır.

Literatürde fazlaca rastlanan hidrolik-hidrolojik ve topoğrafik analizlerin birlikte yapıldığı çalışmaların tercih edilmesinin nedeni akım gözlem istasyonlarının yeterli olmayışdır. Hidrolik modelde kullanılacak olan debi değeri, yağış-akış modellemesi yapılarak belirlenir, daha sonra taşkın tekerrür debileri bu model ile hesaplanır. Bu tez çalışmasında Mert Irmağı'na ait taşkın tekerrür debileri sentetik birim hidrograf yöntemlerinden, Devlet Su İşleri (DSİ) Mockus yöntemi kullanılarak elde edilmiştir. Bu değerler HEC-RAS bilgisayar programıyla değerlendirilerek, su yüzü kotları incelenmiş ve ırmağın sağ ve sol sahillerinde bazı bölgelerin sular altında kalacağı öngörülmüştür.

1.5. Taşkın Olayı

17/10/2012 tarihli, su havzalarının korunması ve yönetim planlarının hazırlanması hakkında yönetmeliğe göre taşkın, bir akarsuyun çeşitli sebeplerle yatağından taşarak çevresindeki arazilere, yerleşim yerlerine, altyapı tesislerine ve canlılara zarar vermek suretiyle etki bölgesinde normal sosyoekonomik hayatı kesintiye uğratacak ölçüde bir akış büyüklüğü oluşturması olayı şeklinde tanımlanmaktadır [18].

Türkiye, dünyada sel ve taşkın afetlerinin yaşandığı bir ülke olarak bilinmektedir. Ülkemizdeki taşkınların %51'i Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında görülmektedir. İlkbahar taşkınlarının toplam taşkınlara oranı ise % 66'dır. Ilıman bir iklime sahip ve genellikle her mevsimi yağışlı geçen Karadeniz Bölgesi, Türkiye'de taşkınların en fazla oranda meydana geldiği bölge olarak değerlendirilmektedir [9].

Taşkın esnasında akarsu debisi artar ve dolayısıyla su normal yatağına sığmayarak iki yandaki taşkın yataklarını veya daha fazla alanı basar. Ayrıca yanlış şehirleşme faaliyetleri taşkın miktarını artırıp pik debinin hem büyük hem de erken olmasına sebebiyet vermektedir. Şehirleşme, yapılan kaplamalarla geçirgen toprak yapısının geçirgenliğini (suyun sızmasını) azaltır veya geciktirir. Bunun sonucunda da su toprağa sızamaz ve yüzeyde akmaya başlar. Buna bir de kullanım suyu ilave edilince akarsulara gelen su miktarı çok artar. Bu nedenle sel yataklarında iskân yapılmaması gerekmektedir. Bu alanların mutlaka kullanılmaları gerekiyorsa insan hayatını fazla tehlikeye sokmayacak tarım alanları veya parklar şeklinde değerlendirilmesi gerekmektedir [47].

Dünyanın birçok bölgesinde yöresel anlık şiddetli yağışlardan veya toplu kar erimelerinden sonra yaşanan akarsu taşkınları oldukça yaygındır. Risk altındaki sahalarda önceden tedbir alınmaksızın süregelen kontrolsüz kentleşme faaliyetleri taşkın afetinin en önemli sebebini oluşturmaktadır.

Taşkınların yaratacağı etkileri belirlemek depremlere göre daha kolay olsa da tam olarak ne kadar zarar oluşturacağı konusunda net bir sonuca ulaşılamamaktadır. Eğer taşkın debilerinin ne kadar olacağı tespit edilebilirse bu taşkın debileri modellenerek hangi seviyelere kadar önlem alınması gerektiği de belirlenebilmektedir. Taşkınların hangi büyüklükte gerçekleşeceği mevcut hidrometeorolojik verilerle yapılacak istatistiksel çalışmalardan bilimsel olarak tespit edilebilmektedir. Ancak bu taşkınların eşit süre aralıklarında meydana gelmelerini beklemek doğru bir yaklaşım değildir. Uzun süreli yineleme değerlerine sahip taşkınların art arda oluşabileceği ve bu durumların daha tehlikeli sonuçlar doğurabileceği göz ardı edilmemelidir. Gerek su yapılarını (menfez, köprü, baraj, regülatör) boyutlandırmak gerekse oluşabilecek taşkınlara karşı önlemler alabilmek için, çeşitli yineleme dönemlerine sahip debileri önceden tahmin etmek gerekmektedir. Bu şekilde taşkın yatağı kullanım riskini belirlemek ve gerekli hidrolik yapıları tasarlamak mümkün olabilecektir [31].

Taşkın olayına etkiyen faktörler; Doğal faktörler ve insani faktörler olmak üzere ikiye ayrılır. Doğal faktörler incelendiğinde, taşkınların sebeplerini oluşturan etkenlerin başında iklim faktörleri gelmektedir. Bu faktörler; yağışlar, sıcaklık ve bunlara göre daha az etkili olan buharlaşma, rüzgâr, nem ve basınç olarak sınıflandırılabilir. Ardından drenaj alanının şekli ve büyüklüğü, zeminin doygunluğu, bitki örtüsü, eğim, deniz seviyesinden yükseklik ve drenaj alanının depolama kapasitesi gelmektedir. İnsani faktörler ise; kentleşme faaliyetleri, orman ve bitki örtüsünün yok edilmesi, baraj yıkılması ve hatalı arazi kullanımı şeklinde sıralanmaktadır [43].

Taşkınlarda oluşacak zararlar, debiye ve su altında kalan alanların miktarına bağlıdır. Taşkınların neden olacağı zararları önlemek için alınacak önlemler ise iki başlıkta toplanabilir:

1-Yapısal Önlemler: Momba ve mansap önlemleri olmak üzere ikiye ayrılır. Momba önlemleri, taşkın koruma maksatlı barajlar, sel kapanları, ıslah sekileri, tersip bentleri, taban kuşakları ve biritleri kapsar. Mansap önlemleri, yetersiz doğal yatak kapasitelerini düzenleyici tedbirler (taban ve şev düzenlemeleri), şevlerin stabilitesini artırıcı tedbirler (pereler vb.), beton kaplamalar, taş dolgular,

mahmuzlar, bitkisel kaplamalar, derivasyonlar, ayırık sistem kanalizasyonlar ve istinat duvarlarını kapsar [43].

2-Yapısal Olmayan Önlemler: Taşkını önceden tahmin ederek uyarıda bulunulması ve risk taşıyan bölgelerin bir an önce boşaltılmasını sağlamak, taşkın yöresindeki insanların eğitimi, taşkın yataklarına yerleşimin önüne geçilmesi ve bu yatakların rekreasyonel amaçlı kullanılması, hatalı arazi kullanımı önlenerek erozyon ve buna bağlı olarak sediment kontrolünün sağlanması, taşkın sigortası, vb. önlemler sayılabilir [43].

1.5.1. Taşkın Frekans Analizi

Hidrolojik verilerin gelecekteki durumu, frekans analizlerine göre belirlenebilir. Frekans analizi, hidrolojik bir olayın hangi aralıklarda meydana geleceğinin belirtilmesi olarak tanımlanabilir. Akım verilerinin söz konusu olayı niteleyecek kadar uzun bir süreyi kapsamaması gerekmektedir. Diğer yandan akarsuların frekansı, bu analizlerde kullanılan verilerin elde edildiği koşulların değişmediği durumda, ancak güvenilir olmaktadır [7]. Taşkın frekans analizi, su kaynakları projelerinin ekonomik ve hidrolojik olarak değerlendirilmesinde oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Frekans analizi, ekstrem olayların gelecekteki büyüklüğünün ve meydana gelme sürelerinin tahmin edilmesine yardım etmesi açısından; hidrolik yapıların uygun tasarım kriterlerinin saptanması ve proje maliyetinin düşürülmesi açısından etkili bir yöntemdir. Bu yüzden bir havzada meydana gelen akımlara istatistiksel frekans analiz yöntemi uygulanarak bu akımlara uygun olasılık dağılımları saptanabilir [38].

Hidrolik yapıların tasarlanması, su kaynakları sistemlerinin yönetimi ve taşkın ötelenmesi gibi mühendislik aktivitelerinde taşkın karakteristiklerinin doğru tahminleri gerekmektedir. Eğer gereğinden büyük tahmin yapılmışsa maliyette önemli artışlar, eksik tahmin yapılmışsa can ve mal kayıpları riski meydana gelebilmektedir. Bu yüzden hidrolojik frekans analizlerinde bir dağılımın verilere uygun olup olmadığı kesin olarak bilinmediği için çeşitli olasılık dağılımları denenerek bunların arasından veriye hem en yakın dağılımı saptamak, hem de yapılan tahminlerin ne denli doğru olduğunun da değerlendirmesinin yapılması çok önemlidir [3].

Taşkınların haritalarının oluşturulmasında hidrolik ve hidrolojik modellemeler kullanılır. Bu modellemelerde taşkın tekerrür debilerinin hesaplanması en önemli

aşamalardan biridir, taşkın tekerrür debilerinin hesaplanması için birçok farklı yöntem kullanılmaktadır, bu yöntemler bölgesel olarak farklılık gösterebilir ve doğruluğu veri sayısının fazla olmasıyla, istatistiksel ilişkilerin tutarlılığıyla sağlanır.

Taşkın debilerinin hesaplanmasında amaç, proje kesitine gelmesi muhtemel farklı taşkın yinelenme debilerinin çeşitli yöntemlerle belirlenmesidir. Belirlenen bu debiler kesit için optimum genişlik ve yükseklikleri bulmada yardımcı olmaktadır. Taşkın/pik debisi tahmin (hesaplama) yöntemleri istatistiksel ve deterministik yöntemler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Yağışları, akışları ve diğer bilgileri (varsa buharlaşma ve sızma) içeren veriler hidrolojik modellerin gerçekleştirilmesinde kullanılır. Akarsu havzasına ait akım verilerinin yeterli olması (yaygın görüş en az 20 yıllık yağış-akış değerinin bulunması) durumunda, taşkın debilerinin hesabında istatistik yöntemler (Log-Normal (2 ve 3 parametrelili), Ekstrem değer (tip I,II ve III), Pearson tip III, Log-Pearson tip III, Gama dağılımları yapay sinir ağları ve bulanık mantık yöntemleri gibi) tutarlı sonuçlar vermektedir. Ancak yağış alanlarının birçoğunda bu veriler mevcut değildir. Yağış – akış verilerinin yetersiz olması veya verilerin olmaması durumunda deterministik/ampirik yöntemler (DSİ Sentetik Yöntemi, Mockus Yöntemi, Snyder Yöntemi, Lag-Time Yöntemi, Mc Math Yöntemi, Rasyonel Yöntem gibi) kullanılmaktadır.

1.6. Coğrafi Bilgi Sistemleri

Coğrafi Bilgi Sistemleri birçok sektör tarafından yapılan çalışmalarda temel yazılım olarak kullanılmaktadır. Bu kullanım özellikle konumsal bazlı yapılan çalışmalarla ilgilenen kişi, kurum ve kuruluşlar arasında oldukça fazla ilgi duyulmasını ve farklı meslek dallarında genişleyen bir yelpazeye sahip olmasını sağlamıştır. İngilizcesi Geographical Information Systems (GIS) olan CBS, konuma dayalı gözlemlerle elde edilen mekânsal ve mekânsal olmayan bilgilerin toplanması, saklanması, işlenmesi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bütünlük içerisinde gerçekleştiren bir bilgi sistemidir. Ayrıca CBS “*karmaşık planlama ve yönetim sorunlarının çözülmesi için tasarlanan; mekândaki konumu belirlenmiş verilerin kapsanması, yönetimi, işlenmesi, analiz edilmesi, modellenmesi ve görüntülenmesini kapsayan donanım, yazılım ve yöntemler sistemi*” olarak tanımlanmaktadır [10, 16].

1.6.1. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Elemanları

Bir sistemin işleyebilmesi, bir çalışmanın veya bir uygulamanın gerçekleştirilebilmesi için bazı elamanlara (bileşenlere) ihtiyaç duymaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin de sağladığı avantajları en üst seviyeye çıkarabilmesi için bazı gereksinimlere, bileşenlere ya da elamanlara ihtiyaç duymaktadır. Bunlar veri, yazılım, yöntem, donanım ve kullanıcı insanlardan oluşmaktadır.

1) Donanım: CBS'nin işlemlerini mümkün kılan bilgisayar ve buna bağlı ek ürünlerin bütünü donanım olarak adlandırılır. Örneğin çizici, yazıcı, tarayıcı, sayısallaştırıcı, veri kayıt üniteleri, networkler gibi cihazlar bilgi teknolojisi araçları olarak CBS için önemli sayılabilecek donanımlardır. CBS programlarında ArcGIS için gerekli sistem gereksinimleri; 2.2 Ghz Dual Core yada fazlası CPU hızı, 2 GB ya da fazlası RAM, 1024x78 ya da daha fazla boyutta ekran çözünürlüğü, 500 MB önbellek, 2.4 GB boş alan, en az 512 MB ekran kartıdır. Maksimum performans elde etmek için bilgisayar donanımlarının yüksek kalitede olması gerekmektedir [10, 16].

2) Yazılım: Coğrafi Bilgi Sistemlerinin en önemli bileşenlerinden biri olan veri, bu sistemin işleyebilmesinde yeterli olmamaktadır. Sistemin işleyebilmesini sağlamak için verilerin işlenip analiz edilebileceği bir yazılıma ihtiyaç duyulur. Bu nedenle de CBS'nin vazgeçilmez bir bileşen ya da elmanı da yazılımdır [10].

3) Veri: CBS'nin en önemli bileşenlerinden biri "veri" dir. Grafik yapıdaki coğrafik veriler ile tanımlayıcı nitelikteki öznitelik veya tablo verileri gerekli kaynaklardan toplanabileceği gibi, kurum, kuruluşlardan satın alma yoluyla da temin edilebilir. CBS konumsal veriyi diğer veri kaynaklarıyla birleştirebilir. Böylece birçok kurum ve kuruluşta ait veriler organize edilerek yeni veri kümeleri oluşturulabilir. Veri, CBS uzmanlarınca temel öge olarak kabul edilirken, elde edilmesi en zor bileşen olarak da görülmektedir [10].

4) İnsan: Coğrafi Bilgi Sistemlerinde yukarıda sıralanan elamanlar/bileşenler her ne kadar bu sistem içerisinde gerekli elemanlar olsalar da insan olmadan bir bütünlük oluşturamazlar. İnsan CBS de problemin çözümünde karar vericidir ve sistem geliştirici olarak yapılan çalışmalara plan hazırlar. Bu nedenle, CBS'nin işleyebilmesi için bu konuda yetişmiş yönetici ve personellere ihtiyaç vardır [10].

1.6.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri Veri Depolama Formatları

CBS’de yeryüzüne ait bilgiler, vektör ve raster formatında depolanırlar. Bu iki format, coğrafi analizlerde ve sorgulamalarda etkin bir biçimde kullanılmaktadır.

1-Vektör veri formatı: Vektörel veri modelinde, nokta, çizgi ve poligonlar (x,y) koordinat değerleriyle kodlanarak depolanırlar. Nokta özelliği gösteren bir kuyu tek bir (x,y) koordinatı ile tanımlanırken, çizgi özelliği gösteren bir kanal veya akarsu şeklindeki coğrafi varlık birbirini izleyen bir dizi (x,y) koordinat serisi şeklinde saklanır. Poligon özelliğine sahip coğrafi varlıklar, örneğin baraj, sulama alanı, orman alanı, parsel kapalı şekiller olarak, başlangıç ve bitişinde aynı koordinat olan (x,y) dizi koordinatlar ile depolanır [10].

2-Raster veri formatı: Hücresel ya da diğer bir deyişle raster veri modeli daha çok süreklilik özelliğine sahip coğrafi varlıkların ifadesinde kullanılmaktadır. Raster görüntü, birbirine komşu grid yapıdaki aynı boyutlu hücrelerin bir araya gelmesiyle oluşur. Hücrelerin her biri piksel (pixel) olarak tanımlanır. Taranmış haritalar, hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri raster veriye birer örnektir [10].

1.6.3. CBS’ nin Uygulama Alanları

Coğrafi Bilgi Sistemleri, coğrafi verilerin söz konusu olduğu her alanda uygulanabilir. CBS teknolojisi bilimsel araştırmalar, kaynak yönetimi, varlık yönetimi, alt yapılar (doğalgaz, elektrik, su), arkeoloji, çevresel etki değerlendirmesi, kentsel planlama, kartografya, kriminoloji, coğrafi tarih, pazarlama, lojistik, maden haritalama, haritacılık, tarım ekili tarım alanlarının tespiti ve toplam mahsulün hesaplanması, askeri uygulamalar, hava, deniz ve kara trafiği izleme araç takip sistemleri, meteoroloji, arama kurtarma vb. gibi birçok alanda uygulanmaktadır [15].

Bu çalışma kapsamında CBS, taşkın haritalarının oluşturulmasında, hidrolik hesapları yapabilen HEC-RAS programı ile beraber kullanılmıştır. CBS teknolojilerinden yararlanılarak taşkın haritaları sınıflandırılmış ve uzaktan algılama sistemlerine ait programlarla bu veriler dönüştürülmüştür (Google-Earth .kml formatına). Ayrıca taşkın haritalarının 3 boyutlu gösterimi için de CBS teknolojilerinden yararlanılmıştır.

1.7. Taşkınların Modellenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Rolü

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) konuma dayalı gözlemlerle elde edilen grafik ve grafik olmayan bilgilerin toplanması, depolanması, saklanması, işlenmesi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bir bütünlük içerisinde gerçekleştiren bir sistemdir. CBS, kullanım suyunun kalitesinin belirlenmesi, taşkın önlemlerinin alınması ve su getirme gibi su kaynakları problemlerinin çözümlenmesinde uzun yıllardır hidrologistler tarafından kullanılmaktadır [2, 25].

Klasik yöntemlerle yapılan taşkın analizleri, devlet kuruluşları ve özel sektördeki elemanlarca zaten yıllardan beri yapılagelmektedir. Ancak bu yöntemlere coğrafi bilgi sistemleri tekniklerinin ilavesi ve hidrolojik ve hidrolik modellerle entegrasyonu, çalışmaları hem daha kapsamlı (su basma alanlarının ve su derinliklerinin daha ayrıntılı bilgileri ile) yapmakta ve daha fazla deneme sınama yapma imkânı vermekte, hem de sonuçların daha anlaşılır ve görsel olarak ifade edilebilir hale getirilmesini sağlamaktadır [47].

CBS yöntemleriyle elde edilmiş veriler; afet öncesi zararları azaltmaya yönelik olarak, tehlike ve risk haritalaması, planlama ve afet senaryolarının hazırlanması; afet anında, erken hasar tespiti, kriz yönetimi, lojistik destek, kurtarma çalışmaları için alternatiflerin belirlenmesi, mevcut tehlikenin izlenmesi ve haritalanması; afet sonrasında ise hasar tespiti, yeni yerleşim yerlerinin belirlenmesi ve tehlikenin izlenmesiyle sivil savunma ekiplerine destek çalışmalarında kullanılmaktadır [28].

Yağış ve iklim karakteristiğindeki değişimler, arazi kullanım karakteristiğinin değişmesi, havza karakteristiğinde değişikliğe sebep olacak yapıların inşası (baraj, koruma setleri, menfez vb.) ile doğa olayları (erozyon, orman yangınları vb.) taşkın modellenmesine ek zorluklar getirir. Buna karşın, CBS yukarıda sayılan zorlukları, veri depolama, analiz, güncelleme ve yönetim olanaklarıyla gidermekte taşkın sonucunda oluşabilecek hasarı ve büyüklüğünü 1, 2 ve 3 boyutlu yaklaşımlarla görselleştirmektedir [11].




1.8. Kullanılan Programlar/Yazılımlar

CBS teknolojileri birçok mühendislik probleminin çözümünde kullanılmaktadır. Taşkın modellemesi üzerine bir uygulama olan çalışmamızda ArcGIS 10.2 Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımı, HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center-River Analysis System) ile HEC-RAS yazılımının CBS ortamındaki dosyalarının oluşturulmasına imkan

veren ve sonuçların yine CBS ortamında grafik olarak görüntülenmesini sağlayan HEC-GeoRAS yazılımı kullanılmıştır.

“Samsun Mert Irmağı Taşkın Haritalarının Oluşturulması” adı altında yürütülen çalışmamız da kullanılan yazılımlar, ücretsiz olarak veya 60 günlük öğrenci deneme sürümlerinden oluşan programlardır. Ayrıntılı bilgi aşağıdaki gibidir (Tablo 1).

Tablo 1. Kullanılan programlar

Adı	Simge	İşlevi	Sürüm	Ulaşım Sitesi	
ArcGIS	ArcMap 10.2		Analiz	60 Günlük deneme	http://www.esri.com/software/arcgis/arcgis-for-desktop/free-trial
	ArcScene 10.2		3D modelleme	60 Günlük deneme	http://www.esri.com/software/arcgis/arcgis-for-desktop/free-trial
	ArcCatalog 10.2		Verileri düzenleme	60 Günlük deneme	http://www.esri.com/software/arcgis/arcgis-for-desktop/free-trial
HEC-RAS		Hidrolik analizler	Ücretsiz	http://www.HEC.usace.army.mil/software/HEC-ras/	
HEC-GeoRAS	---	ArcGIS ile HEC-RAS atası veri dönüşümü	Ücretsiz	http://www.HEC.usace.army.mil/software/HEC-georas/downloads.aspx	

1.8.1. HEC-RAS

Bu yazılım USACE (United States Army Corps of Engineers) tarafından 1994 yılında geliştirilmiş olup, su yüzü profilinin modellenmesi için 1970’li yıllardaki HEC-2 modelinden küçük farklarla ayrılan ve grafik kullanıcı arayüzü (GUI: Graphical User

Interface) eklenmiş halidir. Grafik kullanıcı ara yüzü Windows tabanlı olup kolay bir formatta kullanıcıya veri girmeyi, veriyi düzeltmeyi, göstermeyi ve analiz çıktılarını almayı sağlamaktadır. Bunlara ek olarak HEC-RAS aşağıda sıralanan hidrolik konuları da modelleyebilmektedir [6, 13, 24, 44].

- ✓ Kritik altı ve kritik üstü akış hesaplanması,
- ✓ Akış rejiminin belirlenmesi,
- ✓ Kanal modifikasyon analizleri,
- ✓ Kıyı modellemesi,
- ✓ Mevcut köprü ve kanal modellemesi,
- ✓ Köprülerde oyulma analizleri,
- ✓ Sel analizi,
- ✓ Savak analizi,
- ✓ Olası senaryolara göre taşkın altında kalan alanın belirlenmesi.

1.8.2. HEC-GeoRAS

HEC-GeoRAS coğrafi verilerin HEC-RAS ile beraber işlenmesi için geliştirilmiş ve ArcGIS üzerinde çalışan bir uzantı (modül) dir. Bu modül ile SAM (Sayısal Arazi Modeli)'dan elde edilen geometrik veri dosyaları (dere kanalı, en kesitler, dere kıyıları, sanat yapıları vb.) ile diğer tamamlayıcı bilgileri (pürüzlülük katsayısı vb.) HEC-RAS yazılımının okuyabileceği (import) formata çevrilebilmektedir. HEC-RAS ile analiz bittikten sonra su yüzü profili verisi ile su yüksekliği, su hızı vb. verileri tekrar CBS formatına çevrilebilmektedir. CBS formatına çevrilen bu verilerden amaç doğrultusunda haritalar (taşkın haritası, taşkın derinliği haritası) yapılabilmektedir [45].

1.8.3. ArcGIS 10.2

CBS'nin pek çok bilim dalında kullanılmasının yaygınlaşması, CBS yazılımı üreten firmaların sürekli kendilerini yenilemesini ve pek çok ileri modelleme ve simülasyon çalışmaları için uzantılar (extensions) geliştirmesini sağlamıştır. Bu çalışmada CBS olarak bir ESRI (Environmental System Research Institute) yazılımı olan ArcGIS 10.2 kullanılmıştır. Bu yazılım; coğrafi bilgilerin yönetimi, analizi ve harita olarak sunulması gibi

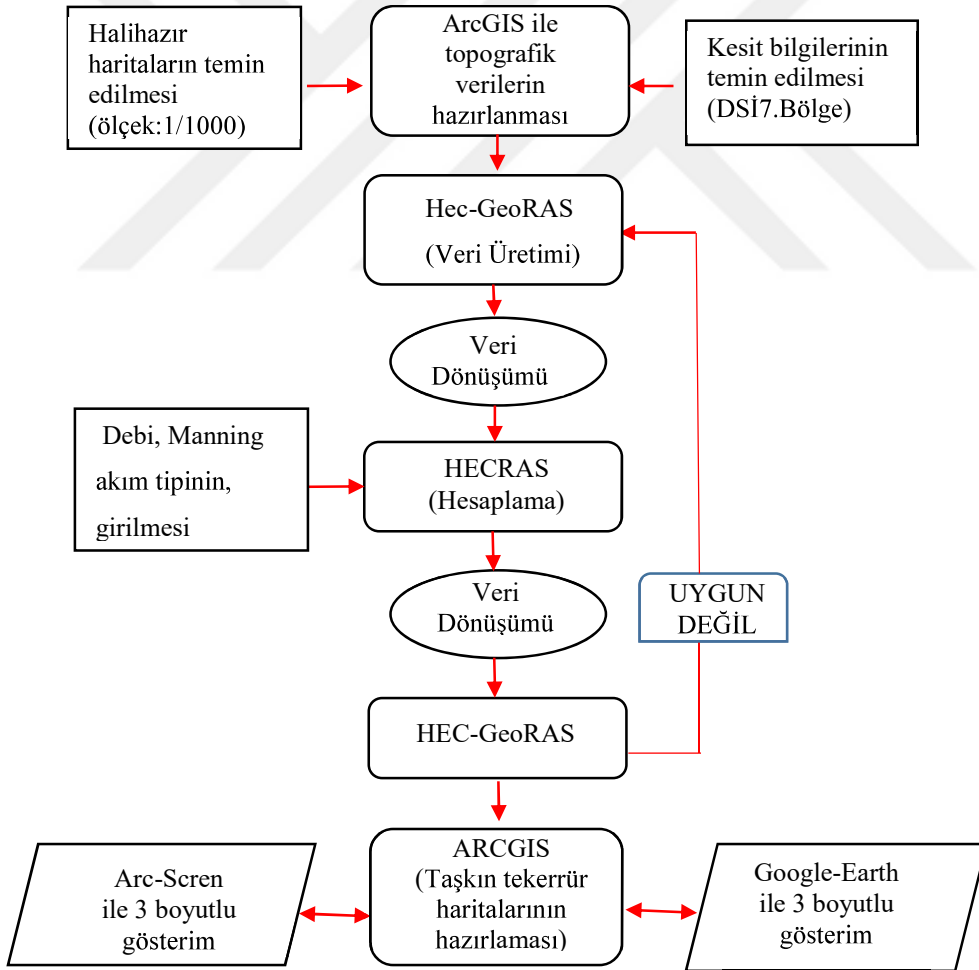
işlemler ile birlikte HEC-RAS verilerini HEC-GeoRAS uzantısı vasıtasıyla işleyip taşkın analizi için kullanılmaktadır.

ArcGIS’ de yaygın olarak üç farklı yazılım kullanılır. Bu yazılımlar ArcMap, ArcCatalog ve ArcToolbox dır. ArcMap verileri değerlendirir, sorgular, analiz eder ve haritaların dizayn (ölçek ekleme, kuzey oku ekleme, lejant ekleme vb.) işlemlerini yapar. ArcCatalog konumsal verileri yönetir ve çalışma alt datalarının oluşturulmasını sağlar. ArcToolbox verileri import eder, farklı formattaki verileri istenilen formata dönüştürür.



2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Mert Irmağı'na ait çalışmamızda; arazi modeli ve sonuç senaryoları, CBS programı olan ArcGIS 10.2 ile, hidrolik analizleri de İngilizcesi Hydrologic Engineering Centers River Analysis System olan HEC-RAS 4.10 programı ile yapılmıştır. Araziyi temsil eden 3 boyutlu model ArcGIS ile oluşturulmuş ve bu modelden alınan tüm topografik veriler, ArcGIS üzerinde çalışan HEC-GeoRAS modülü yardımıyla hidrolik analiz yapabilen HEC-RAS'a aktarılmıştır. Taşkın modellemesi için çeşitli tekerrürlere sahip debi değerleri HEC-RAS ile oluşturulan hidrolik modele girilmiş, kesitlerdeki su seviyeleri tespit edilmiştir. Sonuçlar HEC-GeoRAS yardımıyla ArcGIS'e aktarılarak belli tekerrürlerdeki (2, 10, 25, 50, 100, 500, 1000 ve 10000 yıllık) taşkın risk haritaları (senaryoları) elde edilmiştir. Çalışma ile ilgili iş akışı Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. İş akış şeması

2.1. Çalışma Alanı

CBS verilerinin temel altlık olarak kullanıldığı bu çalışmada, 3 Temmuz 2012 tarihinde Samsun'da yaşanan taşkınla can ve mal kaybının yüksek oranda olduğu, merkez ilçe sınırlarında yer alan ve Karadeniz'e dökülen, Mert Irmağı (enlem: 41,279 ve boylam: 36,352 koordinatları) seçilmiştir. Çalışma alanı Şekil 2'de gösterilmiştir.

Bu ırmak üzerinde 5'i bölünmüş yol köprüsü ve 1'i yaya köprüsü olmak üzere toplam altı köprü bulunmaktadır.

- Mert Irmağı'nın birinci, ikinci ve üçüncü köprüleri Karadeniz sahil şeridinde bulunmaktadır ve şehirlerarası karayolu ulaşımında kullanılmaktadır.

- Dördüncü ve beşinci köprüler ise Mert Irmağı'nın üzerine inşa edilmiş olup Canik ve İlkadım ilçeleri arasındaki karayolu ulaşımında kullanılmaktadır.

Taşkın alanının belirlenmesinde, arazinin incelenmesi için Google-Earth görüntüleri, (uydu fotoğraflarının veya hava fotoğrafının) dere yatağı, çevresel yapılaşma ve taşkından önceki-sonraki değişimleri gözlemlemede büyük yarar sağlamaktadır. Ayrıca bu görüntüler dere yatağına herhangi bir müdahale olup olmadığı araştırılması ve Manning katsayısının atanması işlemlerinde bizlere yarar sağlar.



Şekil 2. Çalışma alanı Google-Earth görüntüsü

2.2. Hidrolojik ve Hidrolik Modelleme

2.2.1. Hidrolojik Modelleme

Fiziksel olayları daha kolay ve iyi anlayabilmek için modellemeler kullanılır. Modelleme yapılırken bilinmeyen veya yeterince anlaşılmayan olaylar bilinen ve anlaşılan olgu/olaylara göre çözümlenir. Mevcut veri veya veri kümelerinden hareketle bilinmeyen bir olayı, basit ve anlaşılır bir hale getirmek için yapılan işlemler bütününe modelleme, modelleme sonucu çıkan ürüne ise model adı verilmektedir. Hidrolojik süreç ise yağış, akış, sızma, buharlaşma, erozyon gibi konularda geliştirilen modellerden oluşur.

Fiziksel modeller; sistemin, kütle, hareketin ve enerjinin korunumu prensiplerini esas alan, analizler içerisinde alt havzaların hidrolojik özelliklerini fiziksel açıdan ayrıntılı bir şekilde ifade eder. Coğrafi bilgi sistemleri; topografya, toprak türü, arazi kullanımı, bölgesel özellikler ve iklim şartları gibi coğrafi bilgilerin işlenmesi, depolanması ve gösterimini sağlar [38].

Hidrolojik büyüklüklerin birçoğu fizik yasalarıyla tam olarak açıklanamayan rastgele değişkenlerdir. Bunun en önemli sebebi yağışın rastgele karakteridir. Bu sebeple yağışla ilişkili olan akım değişkenlerinde de rastgelelik görülür. Hidrolojik sistemin rastgele karakteri, hidrolojik verilerdeki örnekleme hataları ve hidrolojik süreç için kabul edilen modeldeki hatalar hidrolojik değişkenlerin rastgele nitelik taşımaya sebep olur. Bir hidrolojik büyüklüğün rastgele değişkenliği önemli değilse bu yanı ihmal edilip ortalama değeri ile çalışılarak olay deterministik bir yaklaşımla incelenebilir. Ancak taşkın debisi gibi bazı büyüklükler için böyle bir yaklaşım anlamlı olmamaktadır. Bu durumda olasılık teorisi ve istatistik bilimlerine dayanan olasılık dağılım modellerinden yararlanır [8].

2.2.2. Hidrolik Modelleme

Taşkın risk alanlarının belirlenmesi için gerekli, akım gözlem istasyonu (AGİ) ölçümleri ülkemizde pek çok nehir için bulunmamaktadır. Bu sebeple modelleme çalışmaları taşkın alanlarının belirlenmesinde sıkça kullanılmaktadır. Bu modeller en temel anlamıyla su yüzü düzleminin sayısal yükseklik modeli ile karşılaştırılması ile elde edilir.

Çalışma alanında taşkın risk analizine ilişkin hidrolik modelleme çalışması CBS yöntemleri kullanılarak oluşturulmuştur.

Akışın akarsu boyunca hareketi sırasında akarsuyun her kesitinde debinin veya su seviyesinin değişimi saptanmak istenirse Manning ve süreklilik denklemine dayanan hidrolik modeller kurulur [25].

Çalışmada nehirdeki taşkın yayılma alanına ait bilgiler CBS yazılımı olan ArcGIS 10.2 ile ve bu yazılımın alt modülü olan HEC-GeoRAS ile tanımlanmıştır. Veri formatı dönüşümü yapıldıktan sonra (.xml den .sdf formatına) modelleme için gerekli olan geometrik data ve akım verileri HEC-RAS 4.1 (Hydrologic Engineering Center-River Analysis System) hidrolik yazılımına girilerek modelleme gerçekleştirilmiştir. HEC-GeoRAS, HEC-RAS sistemi için tasarlanmış CBS ara yüzüdür. HEC-RAS, çok kollu ve prizmatik olmayan en kesitli akarsularda, tek boyutlu hidrodinamik hesapları yapabilecek şekilde tasarlanıp geliştirilmiş bir programdır. Sistem de; nehir rejimi, taşkın rejimi ya da hidrolik sıçrama gibi karışık rejim durumlarında hesap yapabilmektedir. Ayrıca birçok hidrolik yapı ve su seviyesi kontrol elemanının su yüzü profiline etkisini de hesaplayabilmektedir. Modelleme bileşeni denklemleri;

Süreklilik denklemine göre, bir akarsudaki akım (debi) miktarı [25];

$$Q = V.A \quad (1)$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} J^{1/2} \quad (2)$$

ile hesaplanmaktadır.

R ; Hidrolik yarıçap $R=(A/U)$,

J ; Akarsu eğimi,

n ; Pürüzlülük katsayısı,

A ; Alan,

U ; Islak çevre (kesitte suyun temas ettiği yüzey uzunluğu)' dir.

Modellemede kullanılan tekerrür debilerinin artması halinde (taşkın hali) kesit alanı da orantılı olarak artmaktadır. Debiye bağlı kesit alanının artması kesitteki su yüksekliğinin artmasına ve suyun yatağından taşarak çevreye zarar vermesi ile sonuçlanmaktadır.

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

Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından belirlenen taşkın frekans değerleri havza büyüklüğüne göre farklı yöntemlerle (Sentetik-DSİ Sentetik, Mockus, Snyder, Gözlenmiş Akımlarla Tahmin-Noktasal Frekans, Bölgesel Taşkın Frekans, Ampirik-Rasyonel, Mc-Math) belirlenmektedir. Taşkın alanı çalışmalarında genellikle Q10, Q25, Q50, Q100, Q500 yinleme debileri kullanılmaktadır [2, 25, 35, 43].

Samsun Mert Irmağı hidrolik hesaplamalarda kullanılan tekerrür debi değerleri (DSİ 7. Bölge Müdürlüğü'nden elde edilen) Mockus yöntemine göre hesaplanmıştır. Bu yöntemin kullanılmasının nedeni ırmağa ait yeterli sayıda Yıllık Anlık Maksimum Akım değerlerinin bulunmamasıdır. İlgili hesap tablosu EK-1 de gösterilmiştir. Ayrıca can ve mal kayıplarının yaşandığı 2012 taşkını modellemek için YAMA değerleri, DSİ 7. Bölge Müdürlüğü'nden karşılıklı yazışmalarla temin edilmiştir. YAMA değerleri EK-2 de gösterilmiştir.

Yukarıdaki denklemlere (1-3) Mert Irmağı'na ait hidro-geometrik özellikler yazıldığında, mevcut yinleme debilerinden yararlanarak bu debilere karşılık gelen derinlik (h) değerleri bulunacaktır. Kullanılan tekerrür ve YAMA debileri aşağıdaki Tablo 2-3'de gösterildiği gibidir.

Tablo 2. Samsun Mert Irmağı taşkın tekerrür debileri (Karadeniz'e çıkış)

Tekerrür Yılı (Q)	5	10	25	50	100	500	1000	10000
Tekerrür Debisi (m ³ /sn)	508	641,8	839,7	1011,6	1207,6	1709,5	2028,5	3139,5

Tablo 3. Samsun Mert Irmağı YAMA debileri

Yıl	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
YAMA Debisi (m ³ /sn)	158	102	66,30	87,10	73	570	66,10

Manning pürüzlülük katsayısı dere yataklarının yan yüzeyleri için; beton duvar için 0,022, çalılık-ağaçlık için 0,026, ağaçlık için 0,045 ve taban içinde; 0,03 alınmıştır. Bu değerlerin atanmasında güncel uydu görüntüleme sistemlerinden yararlanılmıştır [2, 25, 40].



3. BULGULAR VE TARTIŞMALAR

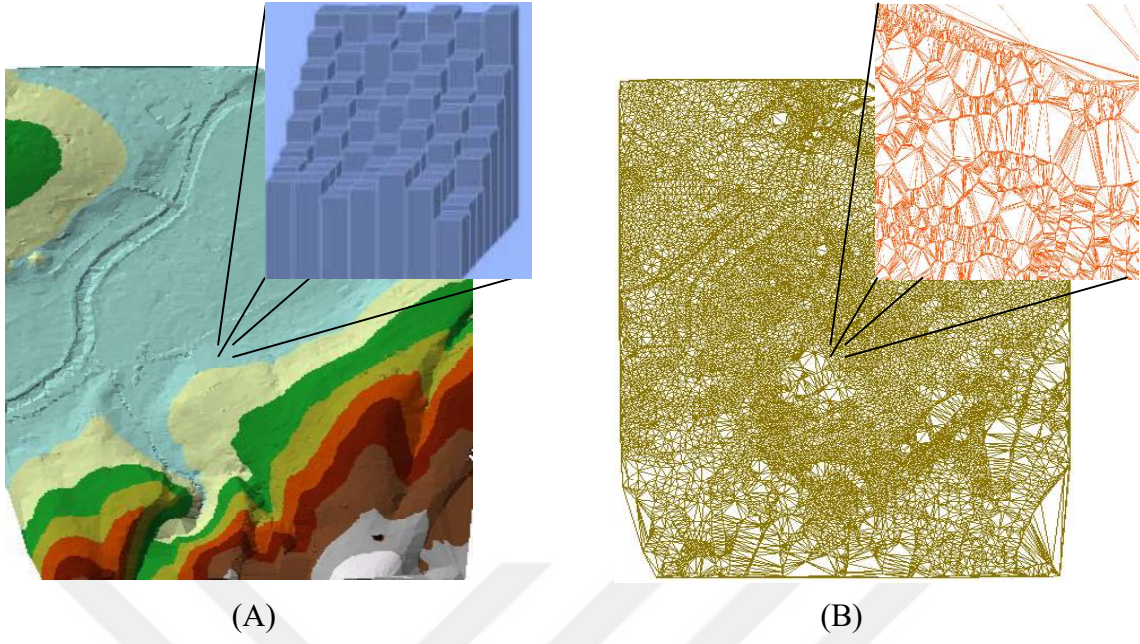
Modelleme sonuç haritaları ArcGIS 10.2 kullanılarak oluşturulmuştur. Meydana gelebilecek taşkın senaryolarına ait haritaların yorumlanması ile riskli alanlar (su altında kalan alanlar) tespit edilerek bölgenin hazırlıklı olması amaçlanmıştır.

Taşkın tekerrür debilerinin hesabından sonra bir diğer önemli aşama ise çalışma alanı yani topografyadır. Nehir kesitlerini ve nehir çevresini oluşturan topografya hassasiyeti çalışmayı önemli ölçüde etkilemektedir. Çünkü hesaplar (taşkın tekerrür debileri, Manning katsayısı seçimi gibi) doğru ya da tutarlı olsa bile küçük ölçekli haritaların (1/25000 gibi) veya çözünürlüğü metre hassasiyeti üzerinde olan uydu görüntülerinin (AsterGDEM gibi) kullanılması z yönündeki \pm kot duyarlılığının yetersiz olması sebebiyle çalışmada kaba hata olarak sonuç verebilmektedir. Bu nedenle olabildiğince daha büyük ölçekli ve mümkünse 1/1000 ölçekli haritaların kullanılması çalışmaları daha anlamlı ve modellemeyi de daha gerçekçi, kabul edilebilir yapacaktır.

Çalışmada yerleşim yerlerinin modellenmesi için, 1/1000 ölçekli haritalar belediyelerden (Canik-İlkadım) temin edilmiştir. Kullanılan haritalardaki verilerin eksik olması durumunda, arazi çalışmaları ile eksiklikler giderilerek, çalışma alanını temsil edebilecek özellikte arazi modeli oluşturulmuştur.

Kentsel alanlarda taşkın olayını modelleyebilmek için akarsuyun akış parametrelerine ihtiyaç duyulur, bunun içinde çalışma alanına ait SYM (Sayısal Yükseklik Modeli) kullanılır. Bir sayısal yükseklik modeli yeryüzünün sürekli bir biçimde değişen topografik yüzeyini 3 boyutlu gösteren bir yapıdır. Bu model, 3 boyutlu uygulamalar için genel bir veri kaynağıdır. Sayısal yükseklik modeli, raster veri özelliğinde olup bir arazi yüzeyini en iyi temsil eden düzenli/düzensiz aralıklarla yapılmış çok sayıda yükseklik ölçümünden oluşmaktadır. Kısaca, her bir pikselin yükseklik (kot) değerine sahip olan sürekli yüzeylere dönüştürülmesidir (Şekil 3).

CBS'de TIN üçgen modelleme üzerinde çeşitli katmanlar tanımlandıktan sonra bir ara program olan HEC-GeoRAS ile belli aralıklardaki kesitlerin HEC-RAS'a gönderilmesinde ve su yüzü seviyeleri elde edildikten sonra tekrar HEC-GeoRAS ile alınıp ArcGIS'te haritalandırma işlemlerinde altlık olarak kullanılır [25, 40].



Şekil 3. DEM'in piksel dağılımı (A) ve düzensiz üçgen ağı TIN (B)

DSİ 7. Bölge Müdürlüğü'nden temin edilen kesitler enterpole yönetimiyle yeniden oluşturulmuş ve 100 m aralıklarla yeni kesitler üretilmiştir (Şekil 4-5).

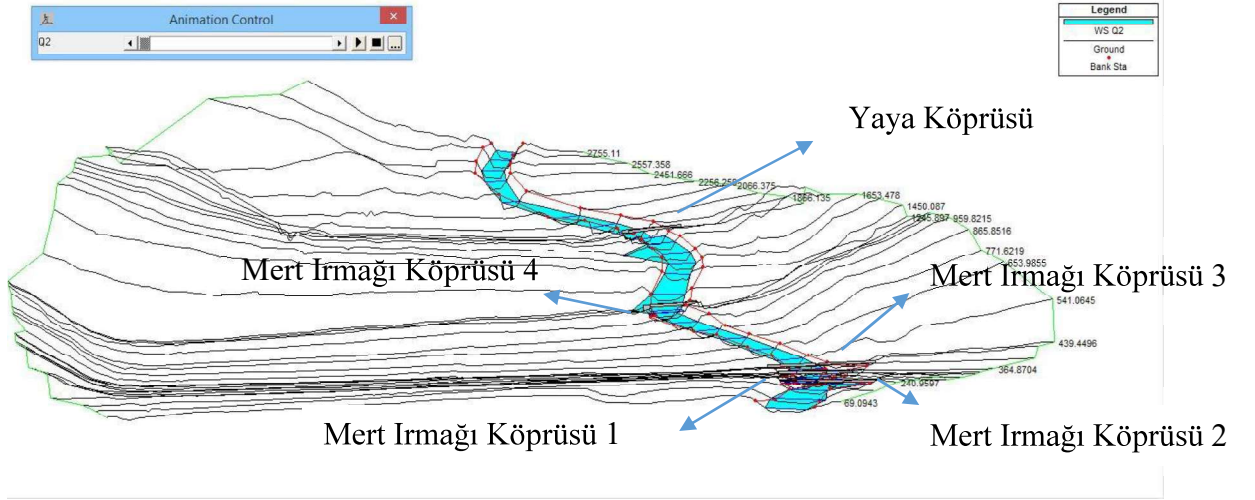


Şekil 4. Çalışma alanı kesitleri

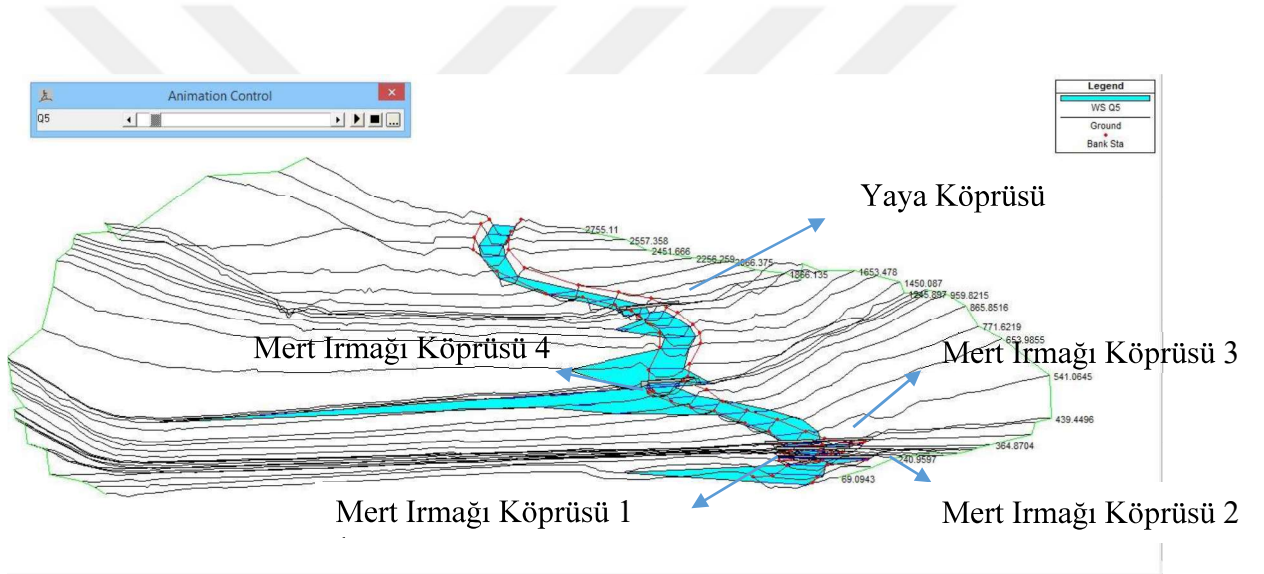


Şekil 5. HEC-RAS ile enterpole edilen çalışma alanındaki yeni kesitler

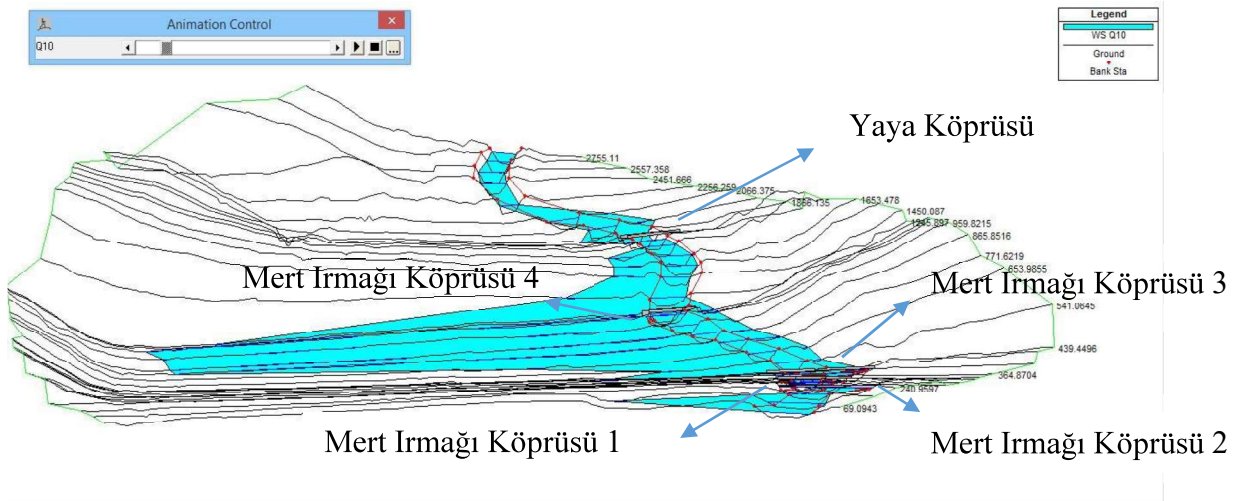
HEC-RAS hidrolik analiz programında hesaplar mambadan mansapa doğru yapılmaktadır. HEC-GeoRAS ile oluşturulan katmanlarda (sağ sahil, sol sahil, nehir orta ekseni, kesitler ve çalışma hesap alanı) sayısallaştırma/tanımlama mambadan mansa doğru yapılmıştır. Bu katmanlar format dönüşümü ile HEC-RAS'a akarılmıştır. HEC-RAS'da Q2, Q5, Q10, Q25, Q50, Q100, Q500 ve Q1000 yineleme debi değerleri, kesitlerdeki Manning değerleri ve akım durumu bilgileri girilmiştir. Ayrıca geçmiş yıllara ait maksimum akımları modellemek için, 2007-2013 yılları YAMA debileri de girilmiştir. HEC-RAS programında run(başlatma/koşurma) işlemi yapılmış, her bir kesit için ayrı debilerde su yükseklikleri ve su yüzü profilleri oluşturulmuştur (Şekil 6-21). Şekillerden özellikle 5 yıllık ve daha büyük tekerrür debileri için taşkınların oluştuğu ve suyun nehir kesitinden dışarıya taşıdığı açıkça görülmektedir. Ayrıca birçok ölümün meydana geldiği 2012 YAMA değerinin Q10 taşkın debisine yakın değerde olduğu Şekil 8 ve Şekil 20'nin benzer olmasından da anlaşılmaktadır. Q5 debisinden sonraki bütün taşkın debilerinde mansap bölgesine doğru eğimin azalması, kesit daralmaları, yatak yön değişimleri vb. sebeplerle taşkınların daha fazla alana yayıldığı açıkça görülmektedir.



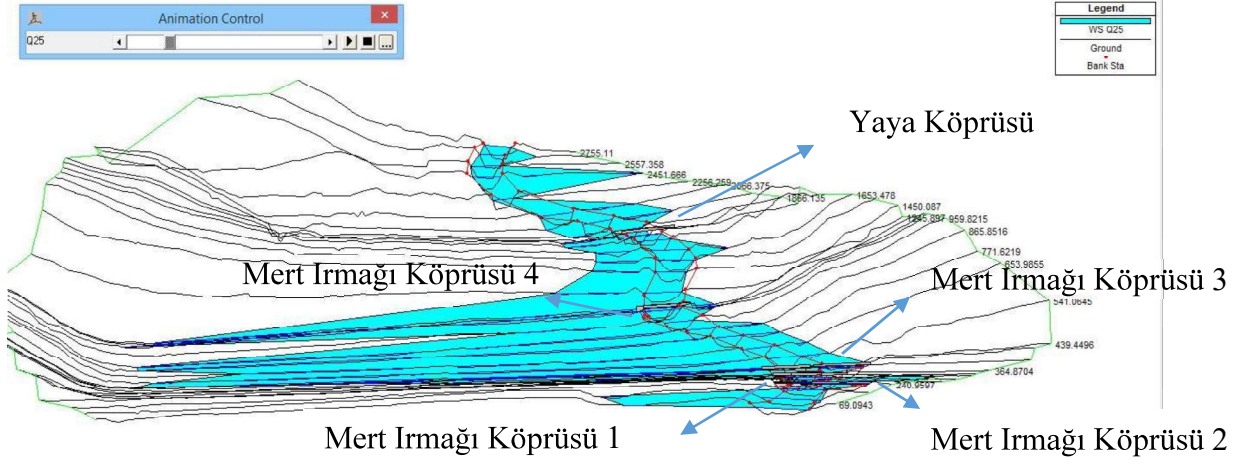
Şekil 6. Su yüzü profili (2 yıllık yineleme debisine ait)



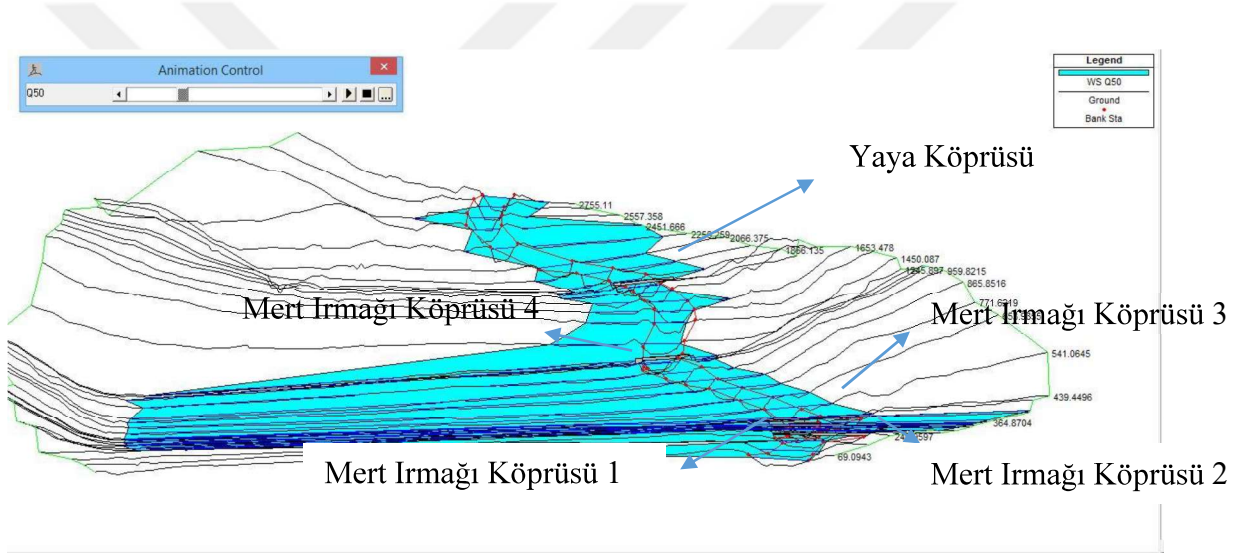
Şekil 7. Su yüzü profili (5 yıllık yineleme debisine ait)



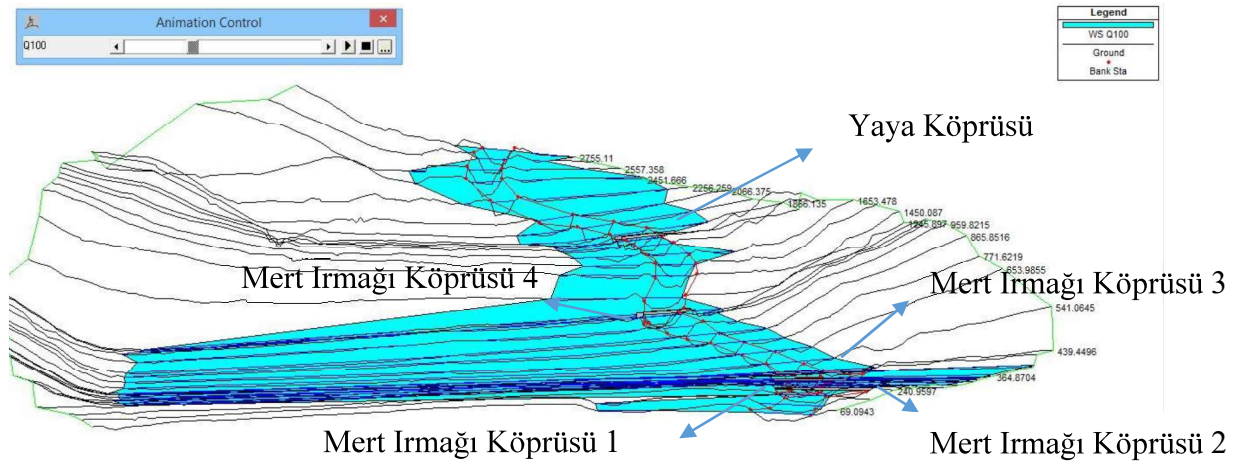
Şekil 8. Su yüzü profili (10 yıllık yineleme debisine ait)



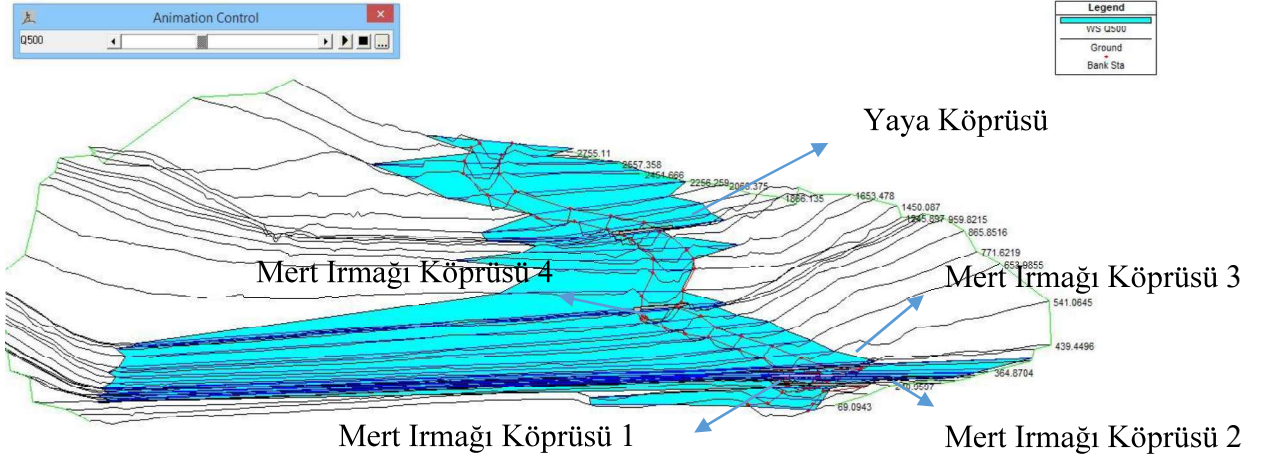
Şekil 9. Su yüzü profili (25 yıllık yineleme debisine ait)



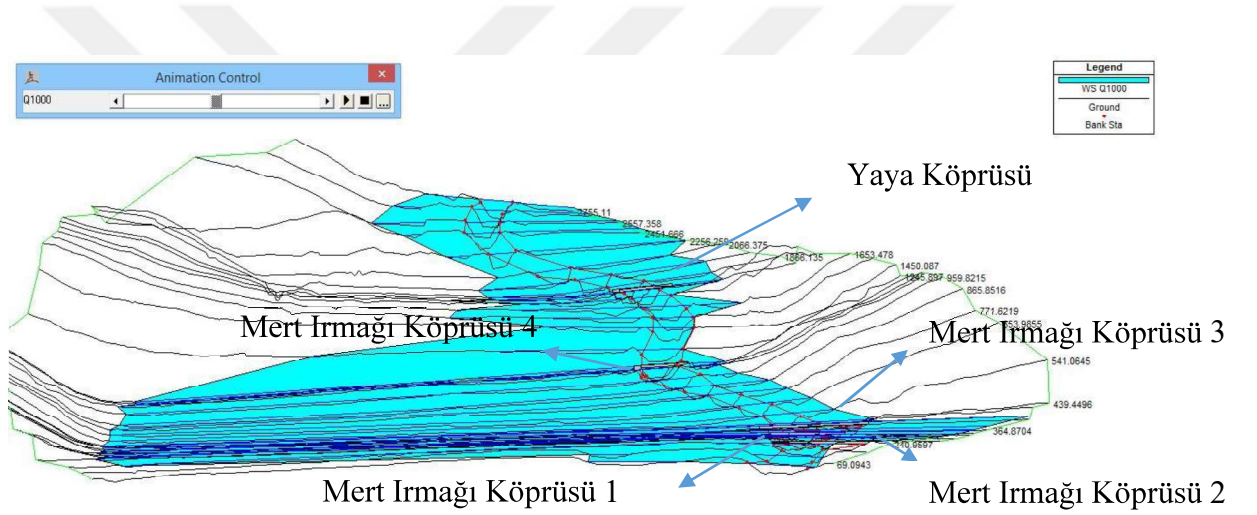
Şekil 10. Su yüzü profili (50 yıllık yineleme debisine ait)



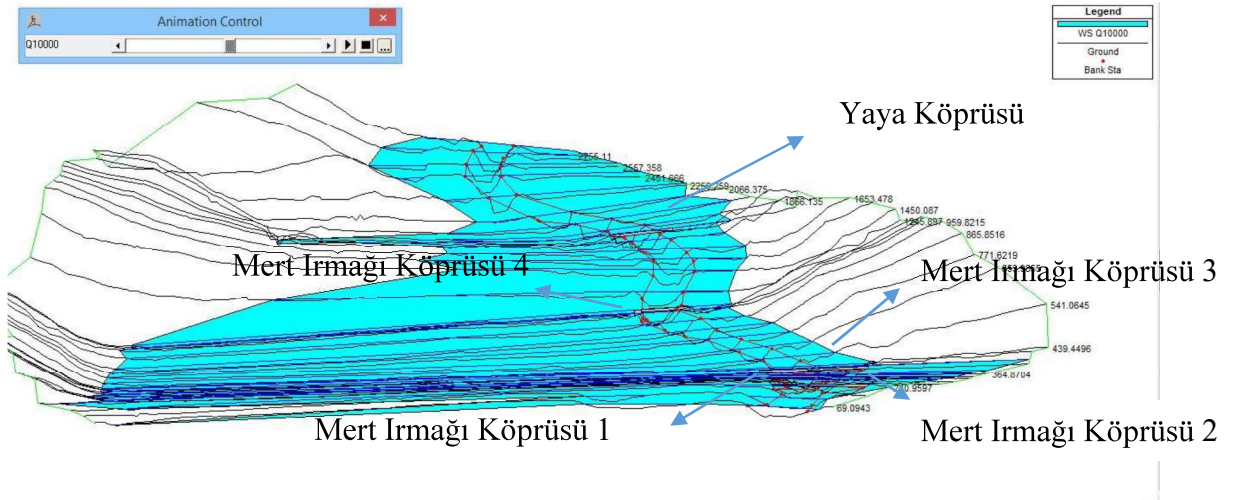
Şekil 11. Su yüzü profili (100 yıllık yineleme debisine ait)



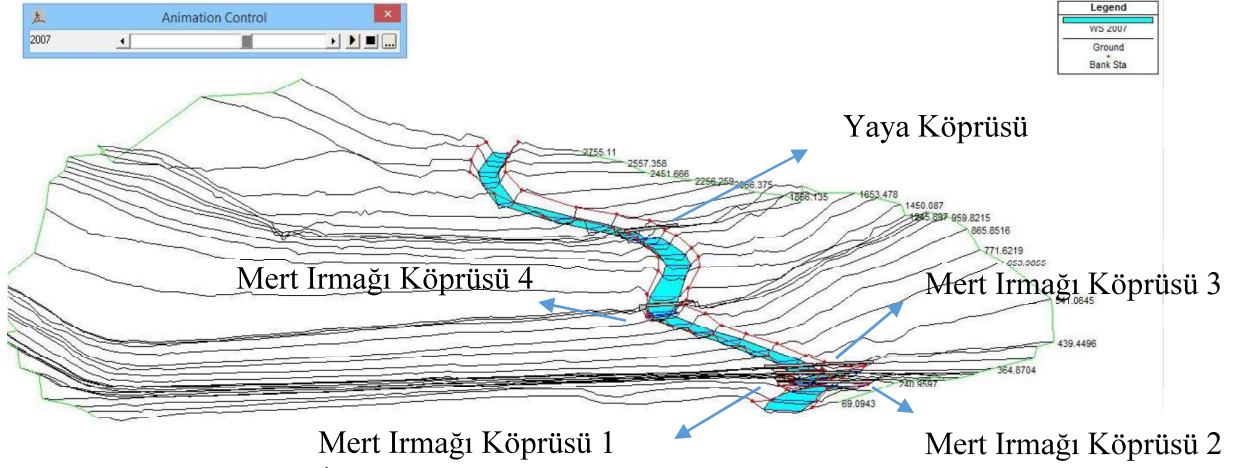
Şekil 12. Su yüzü profili (500 yıllık yineleme debisine ait)



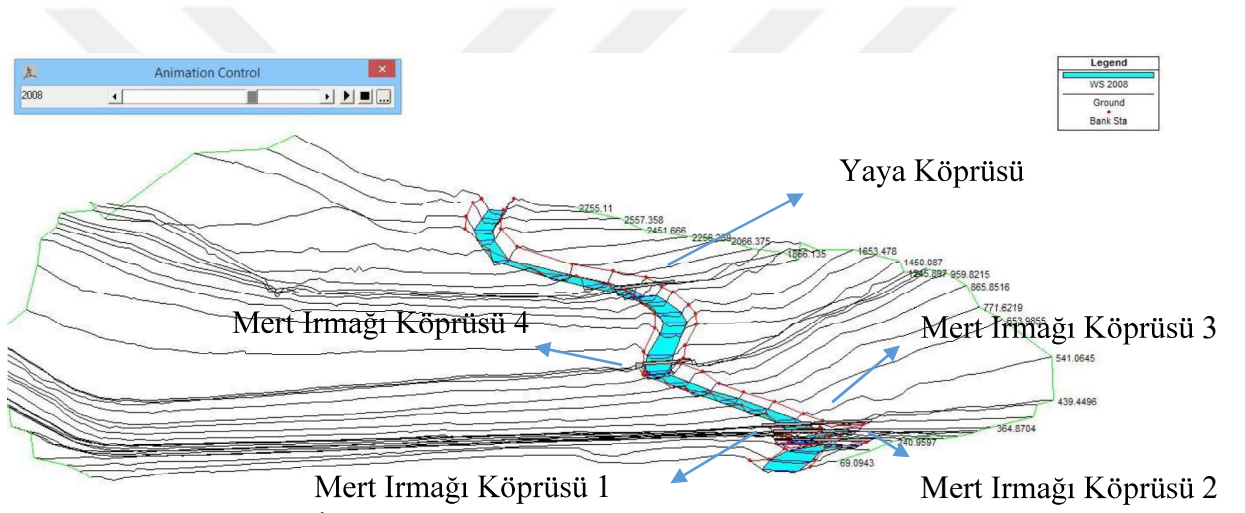
Şekil 13. Su yüzü profili (1000 yıllık yineleme debisine ait)



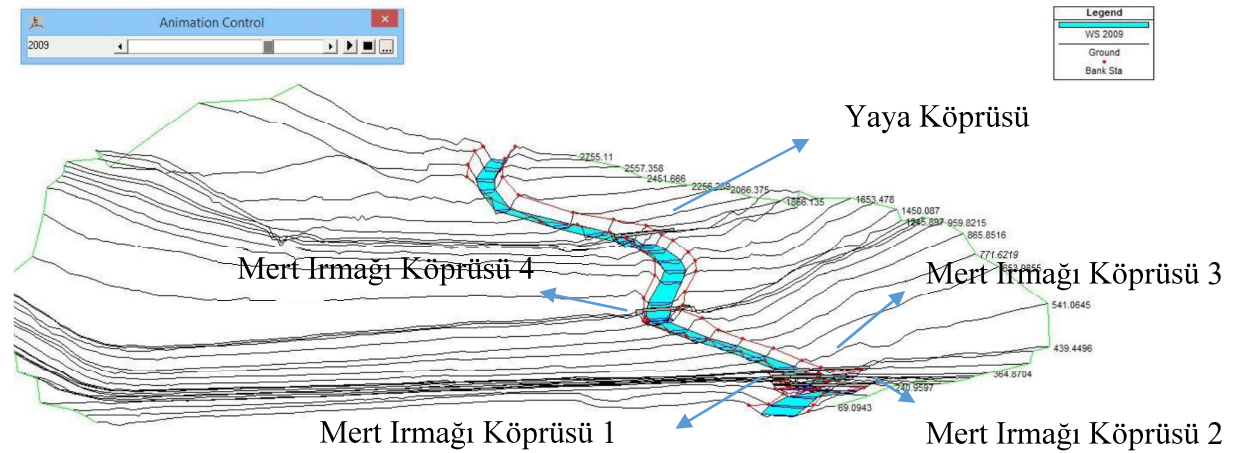
Şekil 14. Su yüzü profili (10000 yıllık yineleme debisine ait)



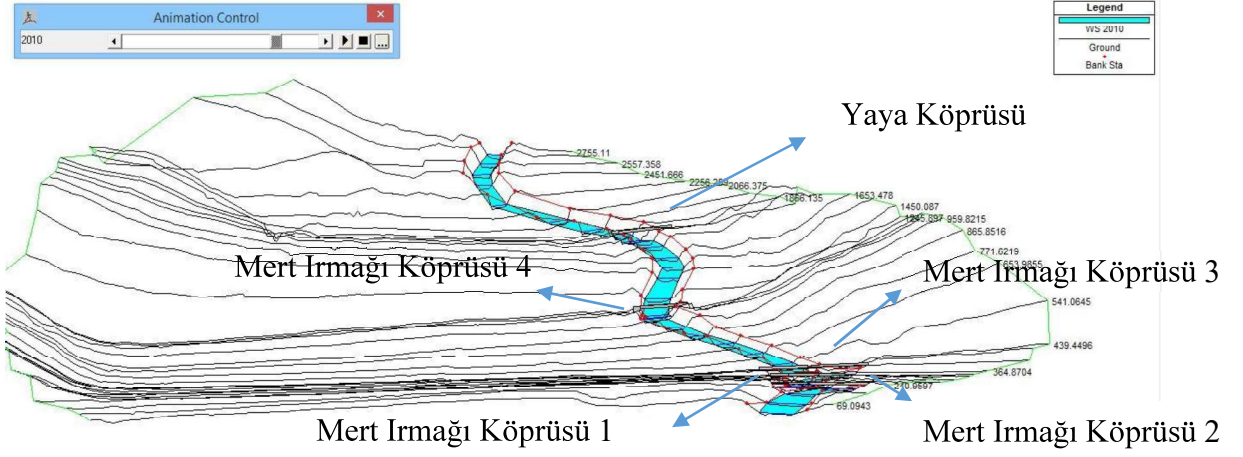
Şekil 15. Su yüzü profili (2007 yıllık yineleme debisine ait)



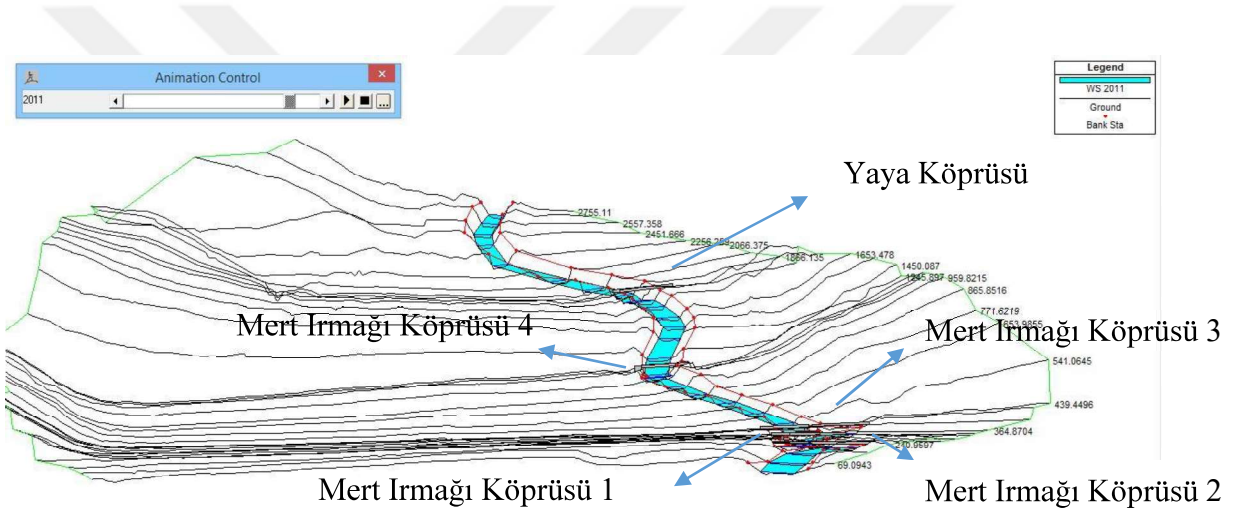
Şekil 16. Su yüzü profili (2008 yıllık yineleme debisine ait)



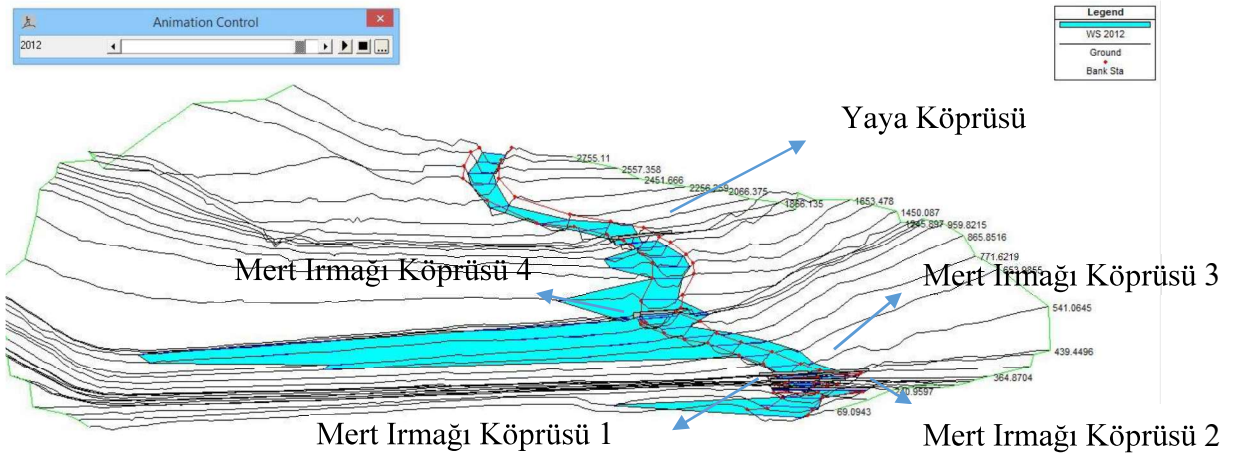
Şekil 17. Su yüzü profili (2009 yıllık yineleme debisine ait)



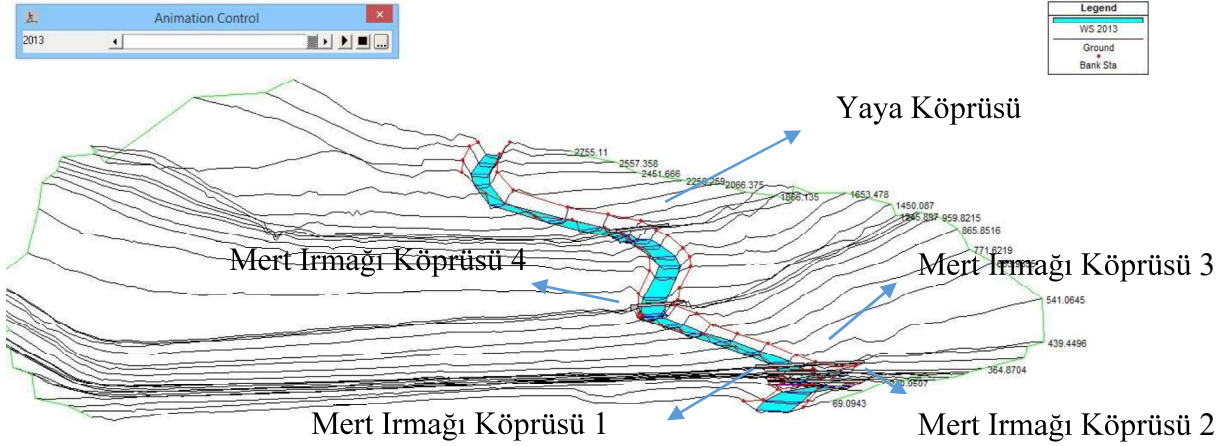
Şekil 18. Su yüzü profili (2010 yıllık yineleme debisine ait)



Şekil 19. Su yüzü profili (2011 yıllık yineleme debisine ait)



Şekil 20. Su yüzü profili (2012 yıllık yineleme debisine ait)



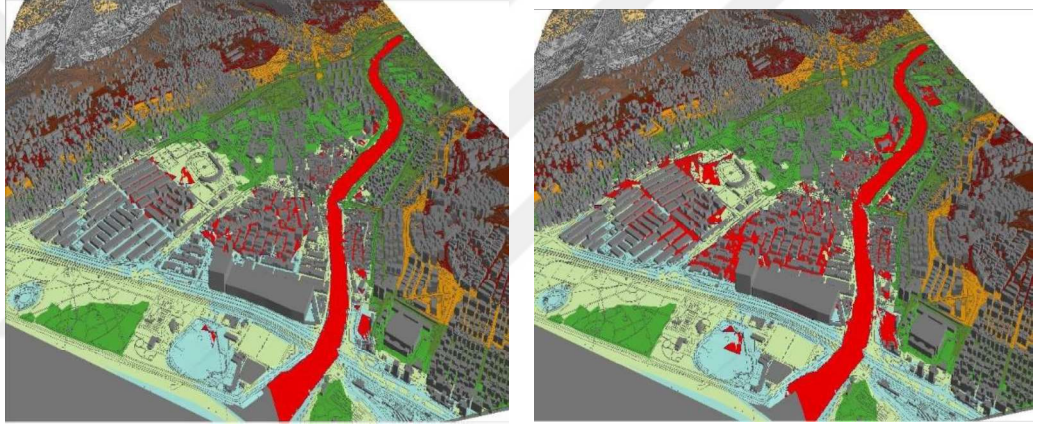
Şekil 21. Su yüzü profili (2013 yıllık yineleme debisine ait)

Su yükseklik seviyelerini içeren çıktı dosyası HEC-GeoRAS aracılığıyla yeniden ArcGIS formatına dönüştürülür. Bu dönüşüm işleminden sonra çeşitli aşamalar ile su profilinin sınırlarını ve yüksekliğini gösteren dosyalar yeni TIN üzerine eklenir. Bu dosya daha sonra istenirse ArcScene'de açılır ve arazi modeli üzerinde herhangi bir taşkın debisinin oluşması durumunda nerelerin su altında kaldığı 3 boyutlu olarak gözlemlenebilir/haritalanabilir. Ayrıca su altında kalan alanların ve yapıların tespitinde daha iyi yorum yapabilmek için ilgili dosyalar ArcGIS de ArcToolbox yardımıyla .kml dosya formatına dönüştürülüp Google-Earth'da çalıştırılabilir. Böylece risk miktarı ve sınırlar ileriye yönelik planlarda daha iyi gözlemlenebilir.

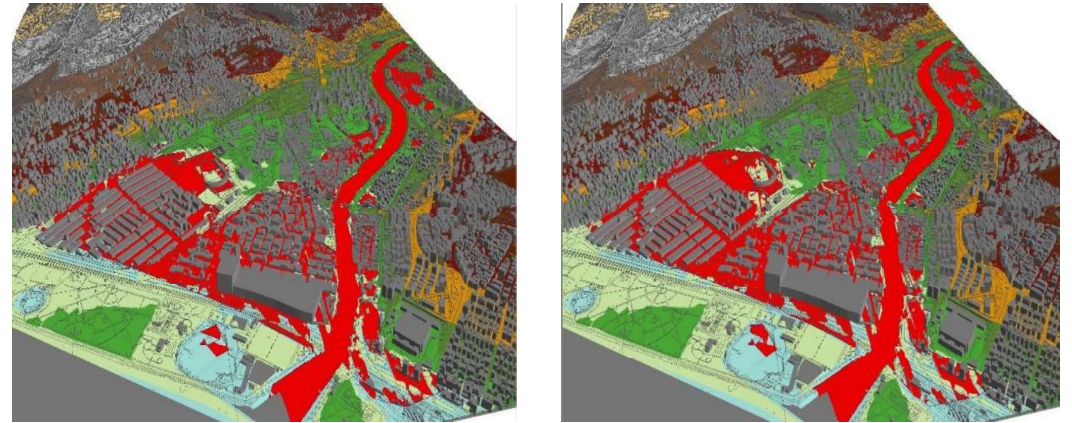
3 boyutlu taşkın haritaları ve taşkın yükseklik haritaları ArcGIS yazılımı kullanılarak oluşturulmuştur. Taşkın tekerrür debilerine ait (2, 5, 10, 25, 50, 100, 500, 1000 ve 10000 yıllık) taşkın risk haritaları (senaryoları) oluşturulmuş (Şekil 22-26) ayrıca 3 Temmuz 2012 taşkını ve geçmiş yıllara (2007-2013) ait yıllık maksimum taşkın debileri modellenmiştir (Şekil 27-30).



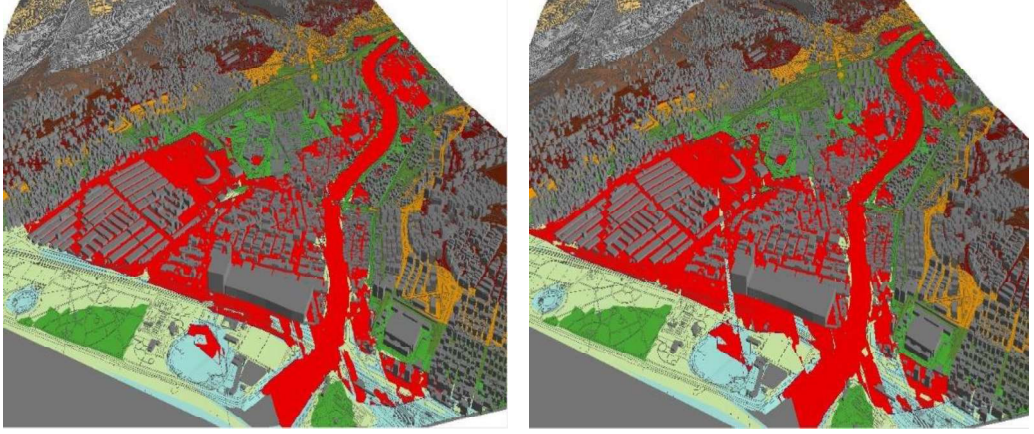
Şekil 22. 2 ve 5 yıllık yineleme debisi Mert Irmağı 3 boyutlu taşkın haritası



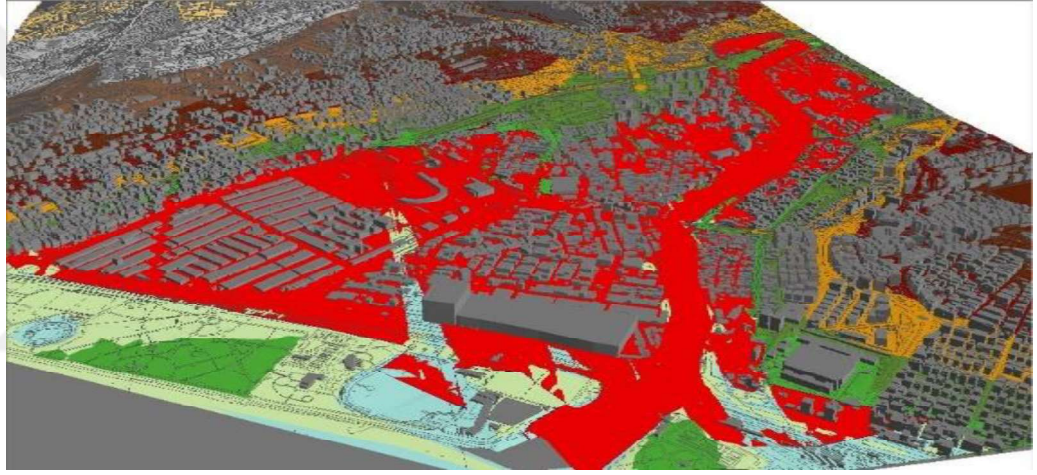
Şekil 23. 10 ve 25 yıllık yineleme debisi Mert Irmağı 3 boyutlu taşkın haritası



Şekil 24. 50 ve 100 yıllık yineleme debisi Mert Irmağı 3 boyutlu taşkın haritası



Şekil 25. 500 ve 1000 yıllık yineleme debisi Mert Irmağı 3 boyutlu taşkın haritası

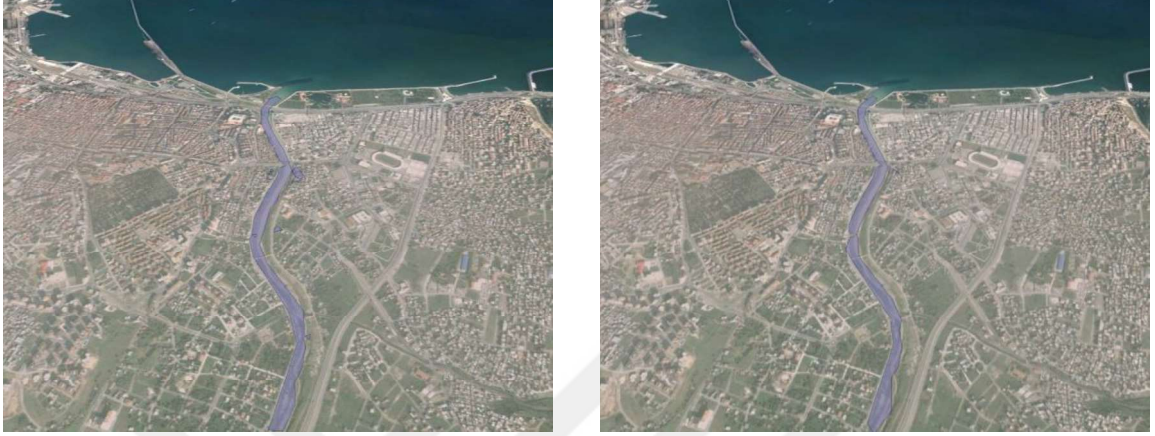


Şekil 26. 10000 yıllık yineleme debisi Mert Irmağı 3 boyutlu taşkın haritası

Şekillerden özellikle 5 yıl tekerrürlü debiden daha büyük taşkın debilerinin akarsu yatağından taşıdığı ve sanayi bölgesini sular altında bıraktığı açıkça görülmektedir. Özellikle sağ sahilde taşmalar daha fazla olmaktadır. Bunun sebepleri bu bölgenin düşük kotta yerleşmiş olması, nehir kesitinin o bölgelerde yeterli büyüklükte olmaması, sağ sahilde sedde yüksekliklerinin yeterli olmaması vb. olabilir.

Geçmiş yıllara ait taşkınların hangi bölgelerde tehlike oluşturduğu, o yıldaki YAMA modellemesiyle gözlemlenebilir. Ayrıca altlık, ilgili tarihe en yakın Google-Earth yılına getirilerek çevrede meydana gelen değişimlerin taşkın oluşumundaki rolü gözlemlenebilir (Şekil 27-30). Şekillere bakıldığında 2007 yılından 2013'e kadar yapılaşmanın nehrin memba kısmında hızla arttığı açık bir şekilde gözlemlenebilmektedir. Dolayısıyla yaklaşık

Q10 debisinin gözlemlendiği 2012 taşkınında da su altında kalan yerleşim yerlerinin sayısının fazla olması, yerleşim yerlerinin artmasına ilave olarak gelmesi muhtemel taşkınlara karşı da gerekli önlemlerin yeterli ölçüde alınmadığını göstermektedir.



Şekil 27. 2007 ve 2008 Yılı YAMA debilerinin Google-Earth üzerinde görünümü



Şekil 28. 2009 ve 2010 Yılı YAMA debilerinin Google-Earth üzerinde görünümü



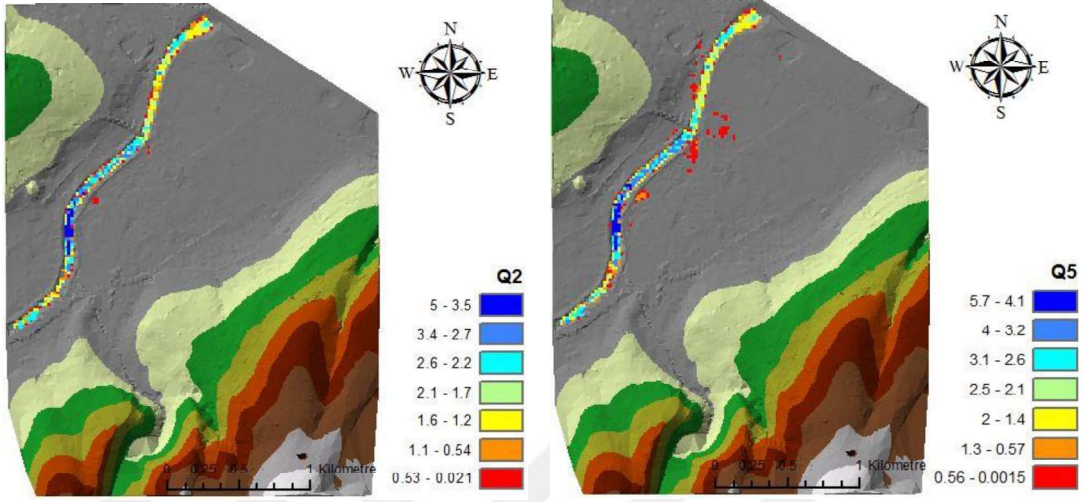
Şekil 29. 2011 ve 2013 Yılı YAMA debilerinin Google-Earth üzerinde görünümü



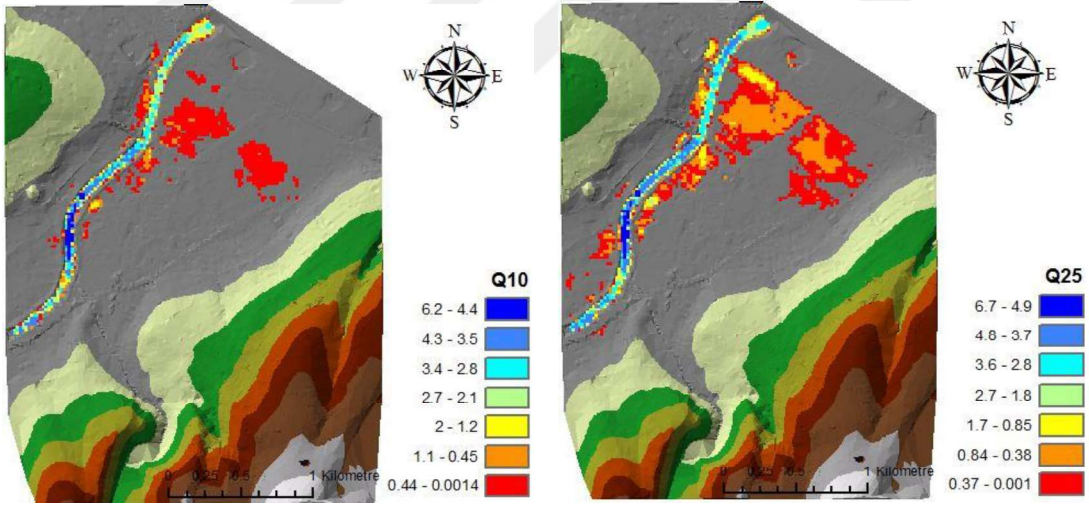
Şekil 30. 2012 (son taşkın yılı) Yılı YAMA debisinin Google-Earth üzerinde görünümü

Kent planları oluşturulurken taşkın haritaları, risk yönetimi için tercih edilmemektedir. Bunun sebebi hazırlanan taşkın haritalarının yalnızca su yüzü profillerinin birleştirilmesiyle oluşturulmuş su yayılım alanından ibaret olmasıdır. Bu sebeple de taşkında nerelerin daha çok etkileneceği, risk yönetiminde nerelere öncelik verilmesi gerektiği, hangi bölgelerde kesitler yetersiz veya kesitlerde kaç metreye kadar koruyucu yapılar yapılmalıdır

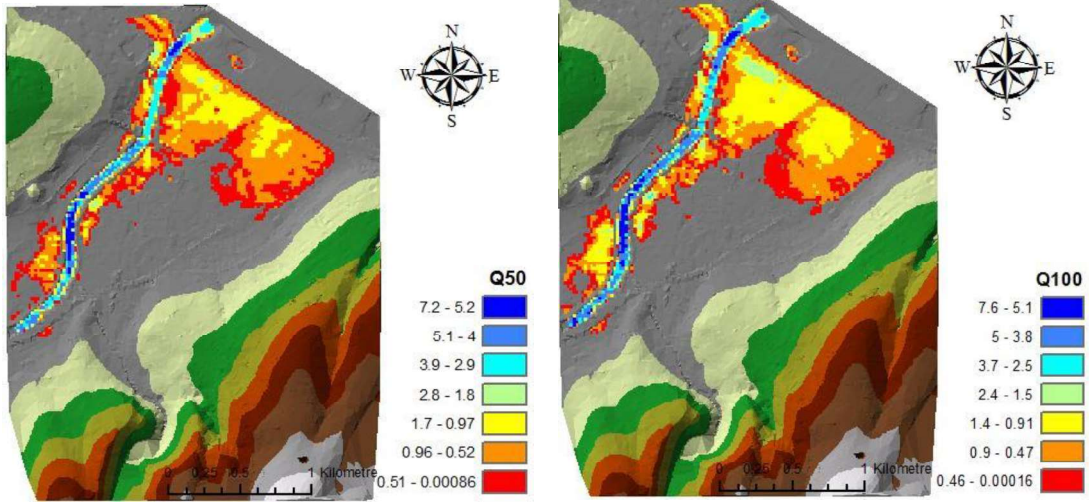
vb. gibi sorular taşkın derinlik haritalarının oluşturulmasıyla çözümlenebilir. Çalışma alanına ait su yükseklikleri haritaları aşağıda gösterildiği gibidir (Şekil 31-36).



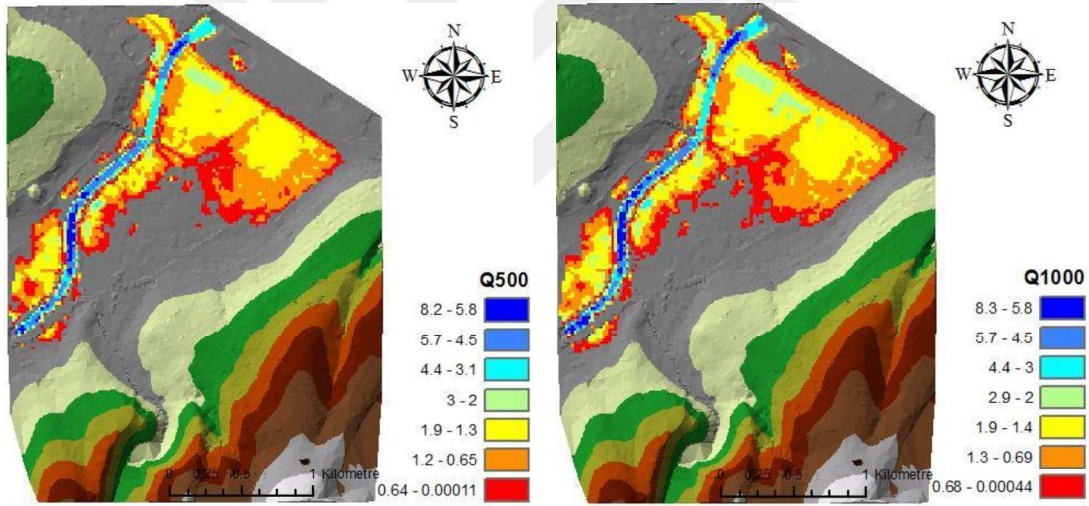
Şekil 31. 2 ve 5 yıllık yineleme debisi Mert Irmağı su yükseklik haritası



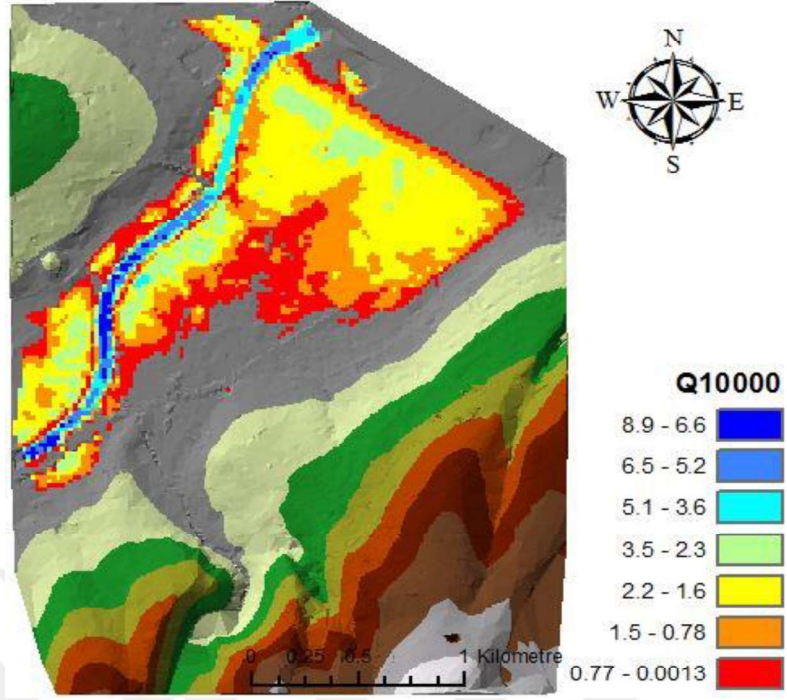
Şekil 32. 10 ve 25 yıllık yineleme debisi Mert Irmağı su yükseklik haritası



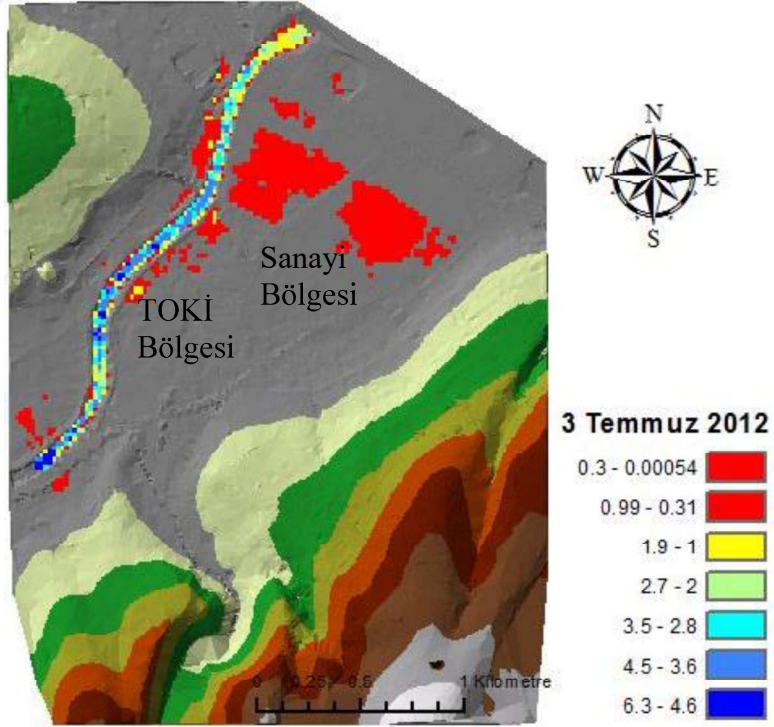
Şekil 33. 50 ve 100 yıllık yineleme debisi Mert Irmağı su yükseklik haritası



Şekil 34. 500 ve 1000 yıllık yineleme debisi Mert Irmağı su yükseklik haritası



Şekil 35. 10000 yıllık yineleme debisi Mert Irmağı su yükseklik haritası



Şekil 36. 3 Temmuz 2012 Mert Irmağı su yükseklik haritası

Haritalar incelendiğinde 2012 yılı Samsun taşkınında (bu da yaklaşık Q10 yıllık yineleme debisi) Sanayi bölgesinde bazı yerlerin 1 m'ye kadar, TOKİ bölgesinde ise 1.5 m'ye kadar su altında kaldığı açıkça görülmektedir. Taşkın sonrasında çekilen fotoğraflar incelendiğinde, taşkın TOKİ bölgesindeki binalar üzerinde oluşturduğu izlerde yaklaşık 1-1.5 m kadardır (Şekil 37-38). Q10000 felaket taşkınında ise bu bölgelerin 3.5 m'ye kadar sular altında kaldığı görülmektedir.

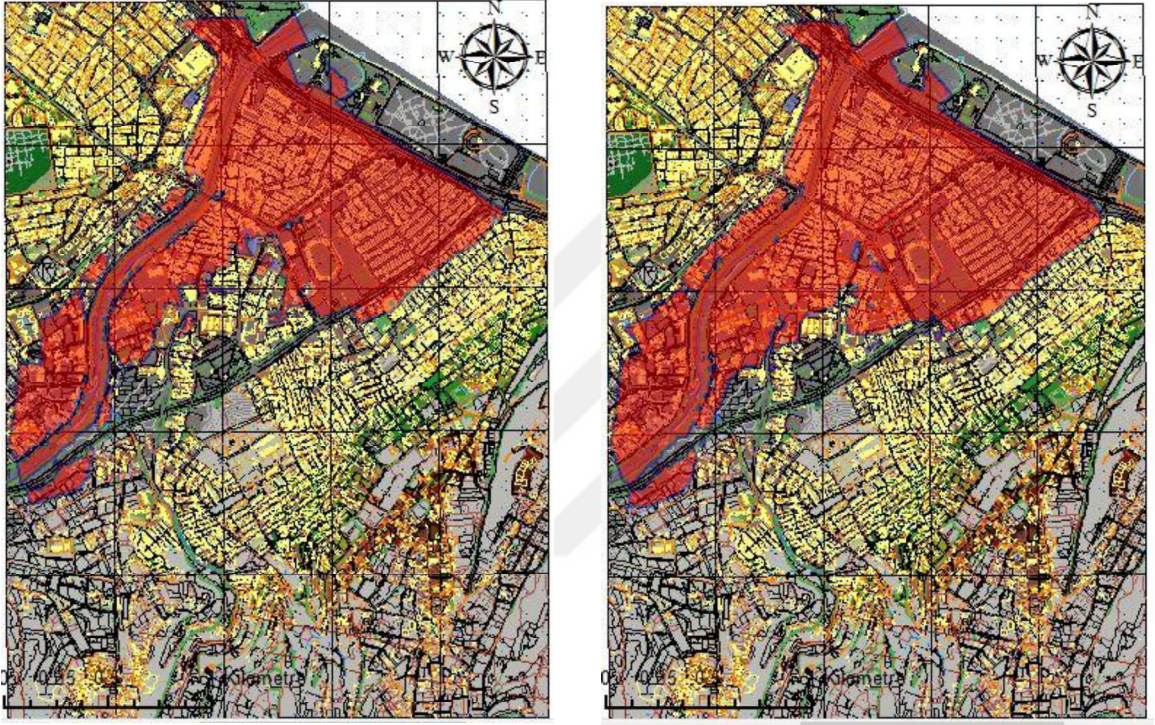


Şekil 37. TOKİ bölgesi taşkın sonrası görüntüleri [19, 49].



Şekil 38. Sanayi bölgesi taşkın sonrası görüntüleri [17].

Taşkınlara maruz kalan alanların önceden uyarılmasıyla yaşanabilecek can kayıpları önlenabilir. Ancak yine de yapısal zararlar meydana gelebilir. Çünkü tüm dere yataklarının en büyük risklere göre korunabilmeleri pek ekonomik değildir (Q1000 – Q10000 gibi). Bu debileri gösteren su yüzü profillerinin halihazır haritalara eklenmesi sonucunda oluşan haritalar Şekil 39’da gösterildiği gibidir.



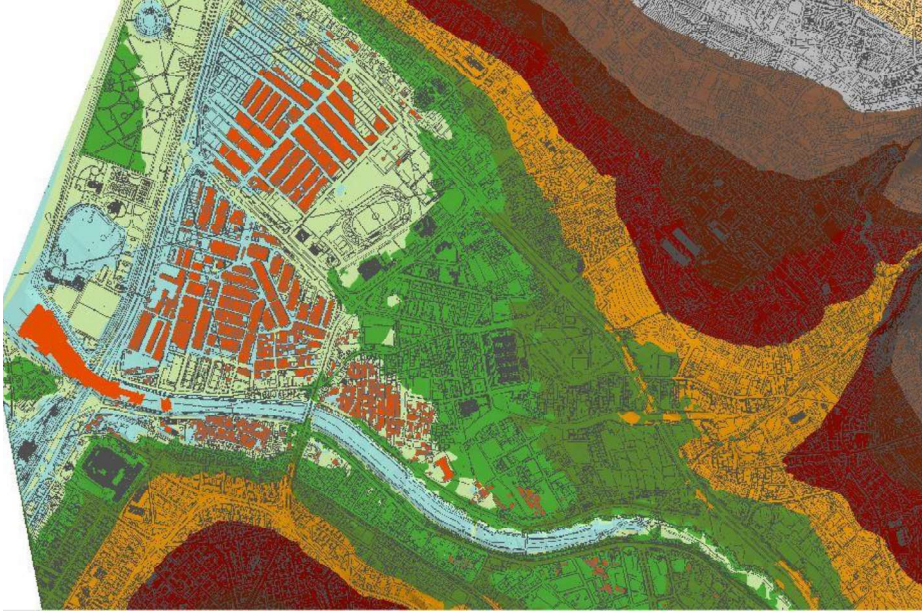
Şekil 39. Q1000 ve Q10000 debisinin hâlihazır harita üzerinde oluşturduğu taşkın tehlike haritası

Karadeniz Bölgesi için yapılan çalışmalarda Q25, Q50 ve hatta Q100 debilerine yakın debilerde taşkınlara gözlemlenmiştir. Bu sebeple özellikle Karadeniz bölgesinde Q100 debi değerlerini taşıyabilecek düzenlemeler kent sınırları içinde yapılmalıdır [25, 43].

Tekerrür debilerinin yapılar üzerinde oluşturduğu tehlikeyi gösteren haritalar aşağıda Şekil 40-43’deki gibidir.



Şekil 40. Q10 debisinin yapılar üzerinde oluşturduğu taşkın tehlike haritası



Şekil 41. Q25 debisinin yapılar üzerinde oluşturduğu taşkın tehlike haritası



Şekil 42. Q50 debisinin yapılar üzerinde oluşturduğu taşkın tehlike haritası

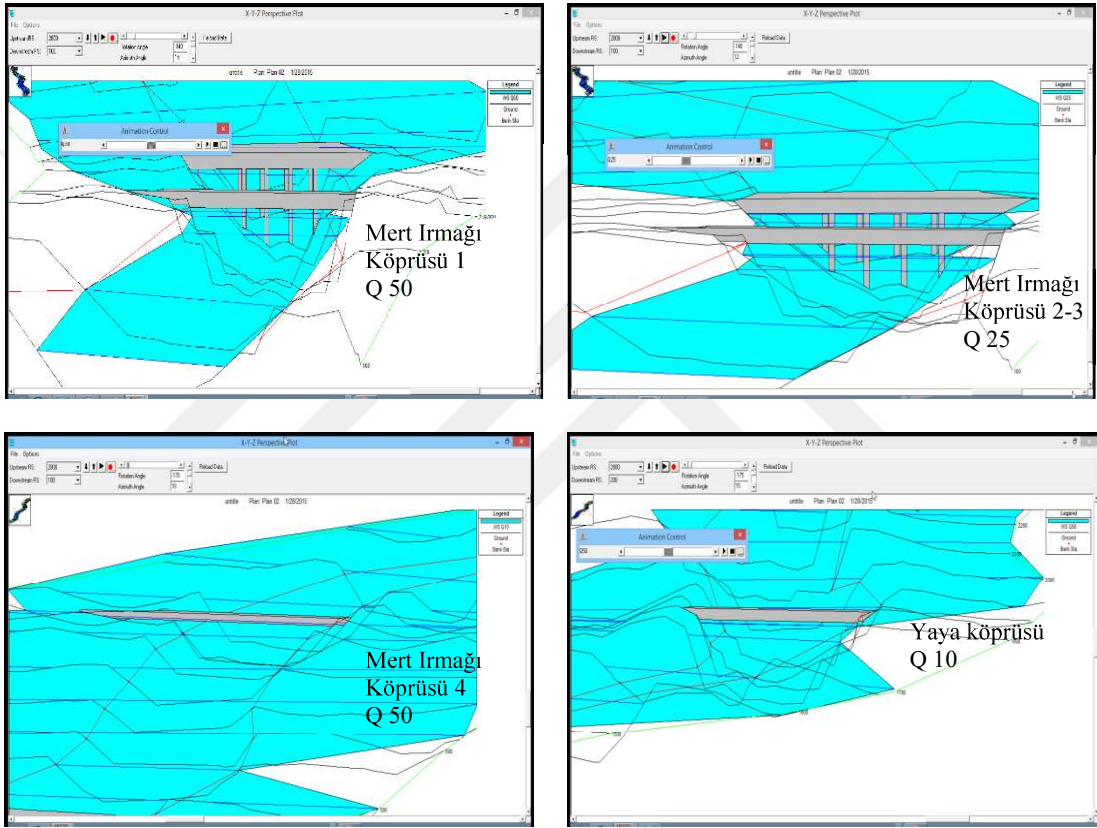


Şekil 43. Q100 debisinin yapılar üzerinde oluşturduğu taşkın tehlike haritası

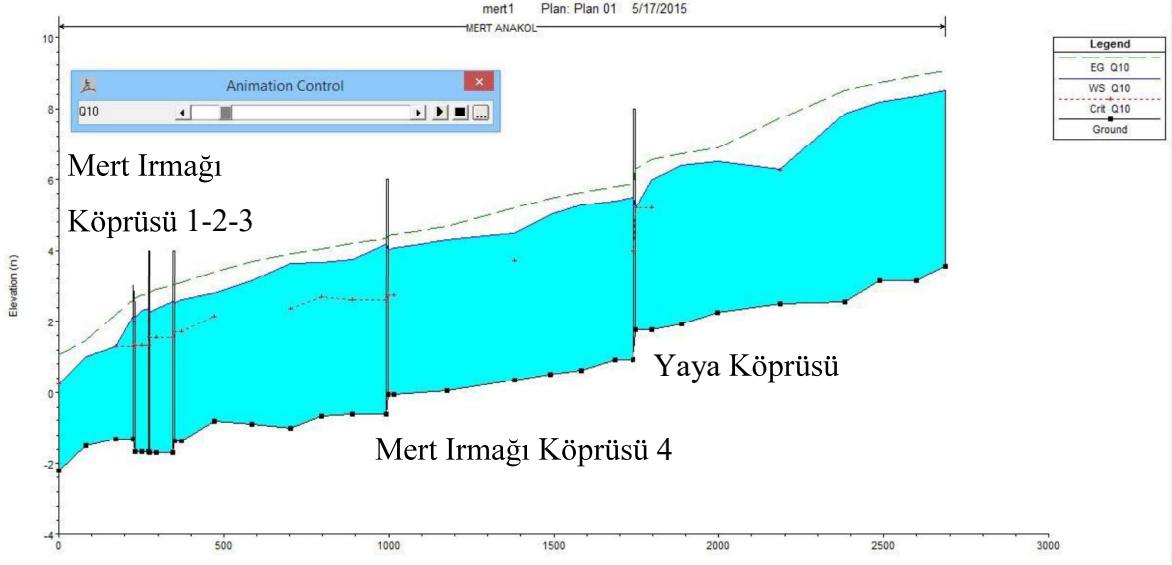
Tekerrür debileri için Mert Irmağı'nın Karadeniz'e çıkış kısmında herhangi bir tehlike tespit edilmemiştir. Bu kısımdaki kesitler taşkın debilerini taşımaktadır. Fakat çıkış kısmından yaklaşık 400 metre sonra (Mert Irmağı Köprü 3'ten itibaren) Q10 taşkın tekerrür

debisine ait sağ ve sol sahillerde su yükseklikleri gözlemlenmiştir (Şekil 31-36).

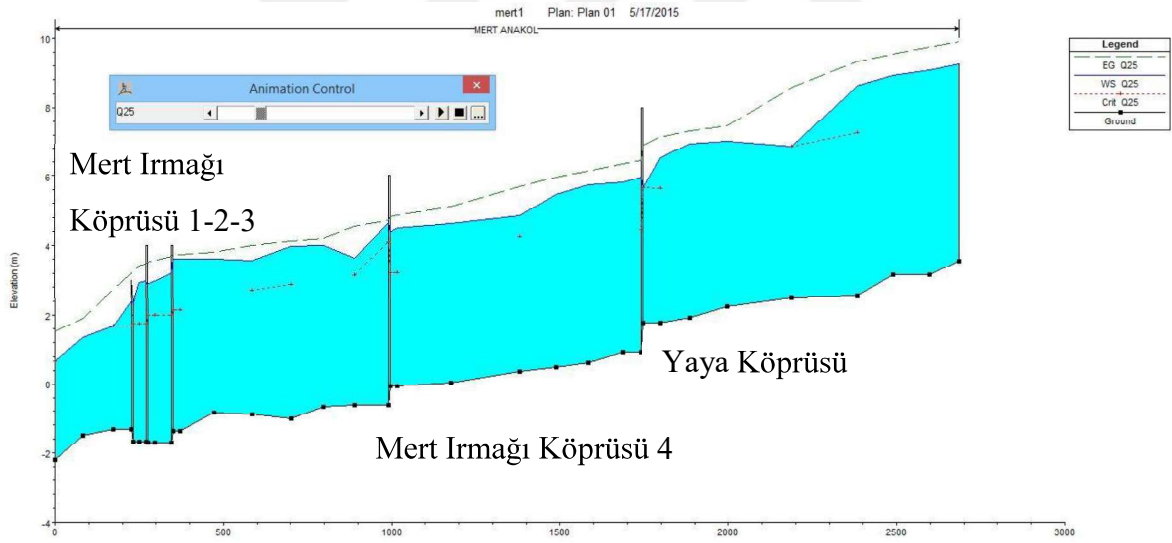
Şekil 44-47’de Q10, Q25 ve Q50 taşkın debileri için Mert Irmağı köprülerinin durumları gösterilmiştir. Modellemede tasarlanan köprüler incelendiğinde su profilinin 1. köprüünün sol sahilinde Q50 debisinde, 2. köprü ve 3. köprüde Q25 debisinde, yaya köprüsünde Q10 debisinde ve son olarak 4. köprüde Q50 debisinde riskli su seviyeleri gözlemlenmiştir.



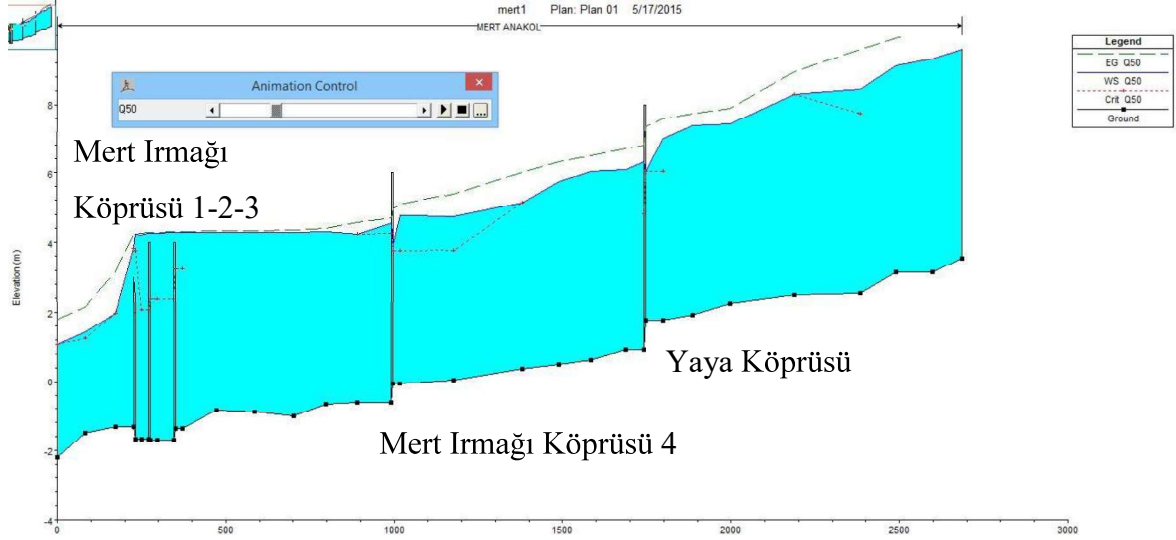
Şekil 44. Q10, Q25 ve Q50 taşkın debileri esnasında Mert Irmağı köprülerinin durumu



Şekil 45. Boy Kesit üzerinden, Q10 taşkın debisi



Şekil 46. Boy Kesit üzerinden, Q25 taşkın debisi



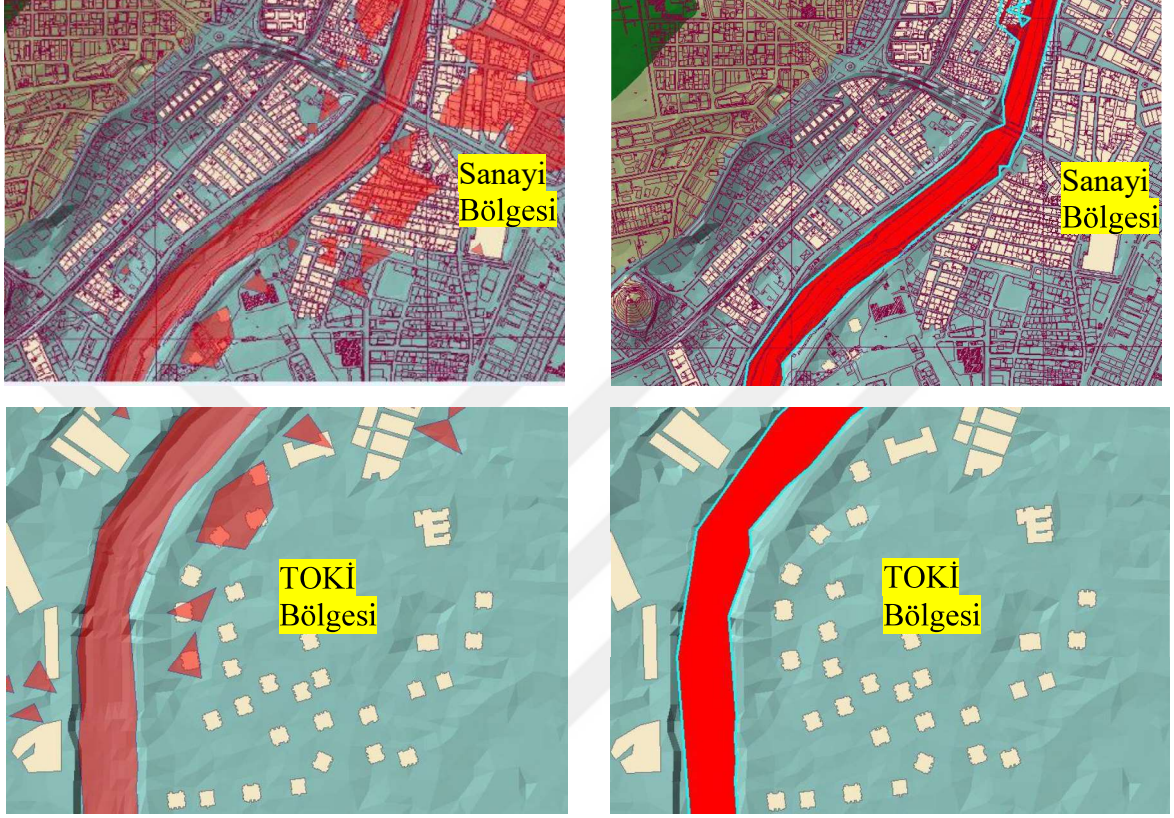
Şekil 47. Boy Kesit üzerinden, Q50 taşkın debisi

Çalışma alanına ilişkin, aşağıda kırmızı ile gösterilen 13. kesitten (Mert Irmağı'nın Karadeniz çıkış noktasından 1300. metresinden) sonra koruyucu istinat duvarlarının son bulunduğu görülmüştür (Şekil 48). Bu kesitten sonra, suyun topografyadaki bu süreksizliği takip ederek hemen arkasındaki daha alçak noktalara doğru taşıdığı gözlemlenmiştir. Q10 tekerrür debisinde dahi ırmağın sağ sahilinde yer alan bölgelerin riskli bölgeler olduğu görülmüştür (Şekil 31-36).



Şekil 48. Çalışma alanının 13. kesiti Arcmap ve Google-Earth altlıklarında görünümü

2012 taşkın debisi ($570 \text{ m}^3/\text{sn}$) çalışma alanında modellendiğinde TOKİ ve Sanayi bölgelerinin tehlike altında olduğu gözlemlenmiştir. Bu bölgedeki süreksizlik topoğrafik yüzey üzerinden giderildiğinde, bu debiyi kesitlerin taşıdığı gözlemlenmiştir (Şekil 49).



Şekil 49. Sanayi ve TOKİ bölgeleri için 2012 taşkın modellemesi ve çözüm modeli

4. SONUÇLAR

Taşkın risk çalışmalarının daha sağlıklı yürütülebilmesi için mümkün olduğunca çalışılacak araziye temsil eden modelin gerçeğe yakın olması gerekmektedir, bu sebeple; CBS yardımıyla Samsun Mert Irmağı'na ait taşkın haritalarının oluşturulması çalışması kapsamında, taşkın alanlarının belirlenmesi için 1/1000 ölçekli halihazır haritalar kullanılmış ve nokta katmanı verilerinden TIN haritası oluşturulmuştur. Ayrıca nehir yatağını doğru temsil edecek en kesitlerin alınması gerekmektedir. Bu sebeple de, DSİ 7. Bölge Müdürlüğü'nden karşılıklı yazışmalarla bir kesitte 10 tane kesit noktası bulunan veriler kullanılarak kesitler oluşturulmuştur.

Karadeniz Bölgesi için yapılan çalışmalarda Q25, Q50 ve hatta Q100 debilerine yakın debilerde taşkınlar gözlemlenmiştir. Bu sebeple özellikle Karadeniz Bölgesi'nde Q100'leri taşıyabilecek düzenlemeler kentsel taşkınları büyük oranda azaltacağı yapılan modellemelerde gözlemlenmiştir.

Taşkın debilerinin kanaldan geçebilmesi için kanal en kesitlerinin büyütülmesi gerekmektedir. Bu işlem kanal yüksekliğinin veya kanal genişliğini artırılmasıyla sağlanır. Ancak kanal genişliğinin artırılması gerekli maliyet ve iş yükünü artıracığı için kanal yüksekliğinin artırılması daha uygun olmaktadır. Su yükseklik haritaları incelendiğinde (Şekil 31-35) maksimum su yüksekliği Q10'da 6,20 metre, Q25'de 6,7 metre, Q50'de 7,20 metre ve Q100'de 7,6 metre olarak gözlemlenmiştir. Yüksekliği 7,6 metreye kadar artan değerlerdeki suyun, kesitlerde taşınabilmesi için kesitin yüksekliğinin artırılması gerekmektedir. Bu da nehrin iki yanına yeterli yükseklikte seddeler yapılarak sağlanabilir. Diğer bir önlem olarak da ırmağı yan kollara ayırmak kesitlerdeki debiyi azaltabilir, ayrıca riskli alanlarda riski azaltmak adına yeşil alanlar, parklar yapılabilir.

Çalışmada kullanılan hidrometrik veriler/hesaplar DSİ 7. Bölge Müdürlüğü tarafından temin edilmiştir. Bu hesaplar çeşitli istatistiksel veya deterministik yöntemlere dayanmaktadır. Bu sebeple de hesaplardan elde edilen tekerrür debileri yöntemin değişmesi durumunda farklılıklar göstermektedir. Başka bir yöntemle göre elde edilen debi değerleri dikkate alınırsa tehlikede olmayan kesitler tehlikeli duruma gelebilir.

Mert Irmağı üzerine yapılan çalışmada oluşabilecek muhtemel taşkınlar için değişik senaryolar haritalanmıştır ve değişik senaryoların dikkate alınmasının önemi vurgulanmıştır.

5. ÖNERİLER

HEC-RAS 4.1 modülü ile Samsun Mert Irmağı taşkın alanı 1 boyutlu olarak hesaplanmıştır. Ayrıca Mike 11, Sobec, Flo-2D gibi programlarla da 2 boyutlu olarak taşkın alanları belirlenebilir. Sonuçlar karşılaştırılıp modellemeler tartışılabilir.

Programda altlık olarak kullanılan harita güncellenerek (beş yılda bir) gelecek yıllarda da aynı altlık üzerinden taşkın modellemeleri yapılabilir.

YAMA değerlerinin 20'den (yirmi yıllık veriden) büyük olması durumunda çalışılan alanda taşkın tekerrür debileri istatistiki yöntemlerle de hesaplanabilir. Veri sayısı arttıkça gelmesi muhtemel taşkın debileri daha gerçekçi hesaplanabilir. Bu sebeple AGİ gözlem istasyonları Mert Irmağı için artırılabilir ve böylece günümüzde kullanımı yaygın olan yapay sinir ağları ve fuzzy (bulanık mantık) yöntemleriyle taşkın tekerrür debileri hesaplanabilir. Ve bu hesaplara göre taşkınlar modellenebilir veya farklılıkları karşılaştırılabilir.

Maliyet analizi yapılarak taşkın risk haritaları, su yükseklik haritası ve su hızı haritalarının normalizasyonu ile ilgili tekerrürdeki olasılığı çarpılarak oluşturulabilir.

6. KAYNAKLAR

1. Abdelbasset, M. Abderrahim, L., Abdel_Ali, C., Abdellah, B., Lahcen, B., 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.
2. Akbulut, Z. 2013. Harşit Çayı Taşkın Risk Haritaları, Bitirme Çalışması, G.Ü., Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gümüşhane.
3. Anlı, A., 2006. Giresun Aksu havzası maksimum akımlarının frekans analizi, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(1), 99106.
4. Azagra, E., Olivera, F., Maidment, D., 1999. "Floodplain Visualization Using TINs", CWR Online Report 99-5, The University of Texas, 7-14, 23-53.
5. Bağdatlı M., ve diğ. 2013. "CBS Destekli Taşkın Veri Tabanının Oluşturulması: Tekirdağ İli Marmara Kıyı Havzaları Örneği" TMMOB CBS Sistemleri Kongresi Ankara Kasım.
6. Bedient, P.B., Huber, W.C. ve Vieux, B.E. 2007. Hydrology and Floodplain Analysis, Prentice Hall 4th Edition, ISBN: 0131745891.
7. Benson, M. A., 1968. Uniform FloodFrequency Estimating Methods For Federal Agencies, Water Resources Research, 4(5); s. 891908
8. Beyazıt, M. 1998. "Hidrolojik Modeller", İTÜ inşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul.
9. Bozkurt, S., 1991. Türkiye Tarihi Taşkınları ve Meydana Getirdiği Zararlar, Yağış, Sel, Heyelan Sempozyumu. TMMOB, 120, 79 Ekim 1991.
10. DSİ, 2010, DSİ Mühendislik Meslek Eğitimi Ders Notları Cilt 2, DSİ 1. Bölge Müdürlüğü(Bursa) İznik Tesisleri.
11. Duan, M., Zhang J. ve Liu Z., Aekakkararungroj A., 2007. Use Of Remote Sensing And GıS For Flood Hazard Mapping In Chiang Mai Province, Kuzey Tayland.
12. Dursun Ö., 2008, "Murat Nehrinin Elazığ İli Palu İlçesi Civarındaki Taşkın Seviyesinin Belirlenmesi", Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları sf: 130-133.
13. Dyhouse, G., Hachett, J. ve Benn, J. 2003. Floodplain Modeling Using HECRAS, Waterbury, CT, Haestad Press, ISBN: 0971414106.
14. Gutry-Korycka, M., Magnuszewski, A., Suchozbrski, J., Jaworski, W., Marcinkowski, M., Szydłowski, M., 2006, "Numerical Estimation of Flood Zones in the Vistula River Valley, Warsaw, Poland", Climate Variability and Change - Hydrological Impacts, IAHS Publication, 308: 191-195.

15. <http://cbs.nedir.com/#ixzz3dnTm9Izx> 19.Mart.2015
16. http://web.itu.edu.tr/tahsin/tahsin/GISLab_files/ArcGIS10_Desktop.pdf
19.Mart.2015.
17. <http://www.ensonhaber.com/samsunda-sel-felaketi-on-raporu-aciklandi-2012-07-08.html> 20.Mart.2015
18. <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspix?MevzuatKod=7.5.16695&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=>. 18.Mart.2015.
19. <http://www.ntv.com.tr/galeri/turkiye/samsunda-sel-9-can-aldi>, 20.Mart.2015
20. Kılıçer, Ü., Özgüler, H., 2002. "Türkiye'de Taşkın Durumu", TMH – Türkiye Mühendislik Haberleri, 420-421-422 (4-5-6): 142-144.
21. Kılınc, İ., Şahin, V.,2005 "İstanbul'daki Kurbağalı Dere'nin Taşkın Sahasını Belirlemede HEC-RAS Kullanılması", I. Ulusal Taşkın Sempozyumu, Ankara, 317-325.
22. Kim, M.H. and Johnson, E.M.. 2014. Flood-Inundation Maps for the North Branch Elkhart River at Cosperville, Indiana, Scientific Investigations Report 2014–5128, U.S. Geological Survey, Reston, Virginia.
23. Machado, M.S., Ahmad, S., 2006 "Flood Hazard Assessment of Atrato River in Colombia", Water Resources Management, 21 (3): 591-609 .
24. Maidment, D.R. ve Djokic, D., 2000. Hydrologic and Hydraulic Modeling Support with Geographic Information Systems, ESRI Press, Redlands, CA, ISBN: 1879102803.
25. Nas, S., Nas, E., 2013. "Taşkın ve Heyelan Sempozyumu", Karadeniz Teknik Üniversitesi 405-420, Trabzon.
26. Onüçyıldız, M.. 1999. "Türkiye Akarsularında Taşkın Debilerinin Belirlenmesi", Doktora Tezi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Konya. 13-20 .
27. Onuşluel, G., 2005. "Floodplain Management Based On The HEC-RAS Modeling System", Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 6.
28. Özbal, R.. 2010. 2.Ulusal Taşkın Sempozyumu Taşkın Koruma Projelerinde Yapısal Tedbirler.
29. Özcan O. 2008. "Sakarya Nehri Alt Havzası'nın Taşkın Riski Analizinin Uzaktan Algılama ve CBS ile Belirlenmesi", İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
30. Özcan, O., Musaoğlu, N., Şeker, D. Z. 2009. "Taşkın Alanlarının CBS ve UA Yardımıyla Belirlenmesi ve Risk Yönetimi; Sakarya Havzası Örneği", TMMOB

- Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.
31. Özdemir, H., 1978. "Uygulamalı Taşkın Hidrolojisi", DSİ Basım ve Foto – Film İşletme Müdürlüğü Matbaası, Ankara, 10-15.
 32. Özdemir, H.. 2007."Havran Çayı Havzası'nın (Balıkesir) CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Taşkın ve Heyelan Risk Analizi", Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul. 3-8.
 33. Pazzi, V., Morelli, S., Fidolini, F., Krymiz, E., Casagli, N., Fanti, R.. 2015. Testing cost-effective methodologies for flood and seismic vulnerability assessment in communities of developing countries (Dajc, northern Albania), *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, DOI: 10.1080/19475705.2015.1004374.
 34. Sanyal, J., Lu, X.X., 2006, "Remote Sensing and GIS-Based Flood Vulnerability Assessment of Human Settlements: A Case Study of Gangetic West Bengal, India", *Hydrological Processes*, 19 (18): 3699-3716.
 35. Sargın, A. H., 2013. Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Taşkın Riski Ön Değerlendirmesi, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Teknoloji Dairesi Başkanlığı.
 36. Seçkin. N., 2002, "Ceyhan ve Seyhan Havzalarının Bölgesel Taşkın Frekans Analizi", Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Adana. 11. 12 .
 37. Sheffer. N.A.. Rico. M.. Euzel. Y., 2008, "The Palaeoflood Record of The Gardon River. France: A Comparison With The Extreme 2002 Flood Event". *Geomorphology*, 98 (1-2): 71-83.
 38. Singh, V.P., 1996. "Hydrologic Modeling with GIS", *Kluwer Acad. Publishers*, Dordrecht.
 39. Solaimani. K., 2009, "Flood Forecasting Based on Geographical Information System". *African Journal of Agricultural Research*. 4 (10): 950-956 .
 40. Sole. A.. Giosa. L.. Copertino. V., 2007, "Risk Flood Areas. A Study Case: Basilicata Region". *River Basin Management IV - MIT Transactions On Ecology And The Environment*, 104: 213-228.
 41. Tate E.C., Maidment D.R., Olivera F., Anderson D.J., 2002. "Creating a Terrain Model for Floodplain Mapping", *Journal of Hydrologic Engineering*, 7: 100-108.
 42. Tofghi, S., Siosemarde, M., Alami, M.T., 2014. Flood zoning using HEC-RAS software and geographical information systems-GIS (case study: Simine-rud river), *Advances in Environmental Biology*, 8(13), 774-780 .
 43. Uçar, İ. 2010."Trabzon Değirmendere Havzası' nda Coğrafi Bilgi Sistemleri Ve Bir Hidrolik Model Yardımıyla Taşkın Analizi Yapılması" , Yüksek Lisans Tezi, Gazi

Üniversitesi Ankara.

44. USACE, 2002. HEC-RAS River Analysis System, User's Manual, US Army Corps of Engineers, Institute for Water Resources, Hydrologic Engineering Center, Davis, CA.
45. USACE, 2005. HEC-GeoRAS. GIS Tools for Support of HEC-RAS Using ArcGIS, US Army Corps of Engineers, Institute for Water Resources, Hydrologic Engineering Center, Davis, CA.
46. Usul, N. 2008. "Mühendislik Hidrolojisi" ODTÜ Basımevi, Ankara, 140s.
47. Usul, N., 2004. "Taşkın Çalışmalarında Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanılması", 22 Mart Dünya Su Günü Suya Bağlı Afetlerin Etkilerinin Azaltılmasında Yaşanan Sorunlar ve Çözüm Yolları Paneli, Ankara, sf 41-61.
48. Wiles, J.J., Levine, N.S., 2002. "A Combined GIS and HEC Model for the Analysis of the Effect of Urbanization on Flooding: The Swan Creek Watershed, Ohio", Environmental and Engineering Geoscience, 8 (1): 47-61 .
49. www.samsunmimar.org/dosyalar/134218056132631.doc, 20.Mart.2015
50. Yazıcılar, F., Önder, H., 1998. "Taşkın Yatakları Planlamasında HEC-RAS Bilgisayar Programı ile Su Yüzü Profili Hesaplanması-Bartın Nehrinde Bir Uygulama", Su Mühendisliği Problemleri Semineri (V), Fethiye, Muğla, 13 .

7. EKLER

EK- 1

DSİ Mockus Yöntemi Hesap Tablosu

MERT IRMAĞI
MOCKUS YÖNTEMİ İLE TAŞKIN DEBİLERİ HESABI

Tablo: 3-5.3.3.1.1

Sıra No	H (m)	$h_l = H_i - H_{i+1}$ (m)	$l = L/10$ (m)	$\sqrt{S_i}$	$\frac{1}{\sqrt{S_i}}$
0	0				
1	29	29	7309	0,063	15,876
2	82	53	7309	0,085	11,743
3	152	70	7309	0,098	10,218
4	310	158	7309	0,147	6,801
5	384	74	7309	0,101	9,938
6	458	74	7309	0,101	9,938
7	500	42	7309	0,076	13,192
8	590	90	7309	0,111	9,012
9	694	104	7309	0,119	8,383
10	1300	606	7309	0,288	3,473
				$\sum \frac{1}{\sqrt{S_i}}$	98,575

$S_H = \left(\frac{10}{l\sqrt{S_i}}\right)^2 \square$	$S_H = 0,01029$
---	-----------------

A = 814 km ²	K = 0,219
L = 73,09 km	Alan Dağ. = 0,857
CN _s = 95	PLV _{(maksimum)D} = 0,814
CN _{ii} = 95	Tc = $\frac{0,00032 \times L^{0,77}}{S_{nar}^{0,388}} = 10,36$ saat

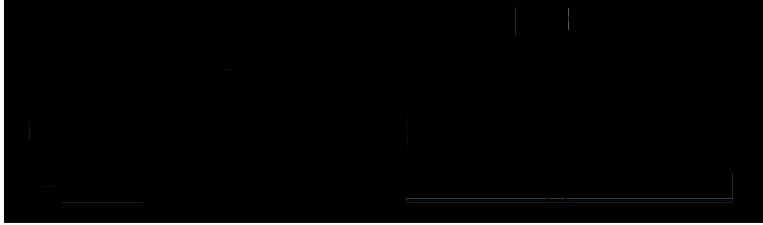
Yin. yıl tr	CN	D = 2 x $\sqrt{T_c}$ (saat)	T _r = 0.5 x D + 0.6 x T _c (saat)	Yağış (mm)	Akış h _v (mm)	$q = \frac{K \times A}{T_r}$ (m ³ / s/mm)	V _{tr} l/s	Q _{tr} = q x h _v (m ³ /s)
2	95	10,36	11,40	32,79	20,85	15,64	16,92	337,3
5	95	10,36	11,40	44,61	31,80	15,64	25,23	508,4
10	95	10,36	11,40	53,59	40,33	15,64	31,72	641,8
25	95	10,36	11,40	66,75	53,02	15,64	41,36	840,3
50	95	10,36	11,40	78,02	63,99	15,64	49,71	1011,9
100	95	10,36	11,40	90,79	76,51	15,64	59,22	1207,6
500	95	10,36	11,40	123,34	108,63	15,64	83,63	1709,9
1000	95	10,36	11,40	143,91	129,02	15,64	99,12	2028,7
10000	95	10,36	11,40	215,31	200,06	15,64	153,11	3139,5

NOT: D < Tc (6,44 < 10,36) olduğundan D = Tc kabul edilmiştir.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Vahdettin DEMİR



Eğitim Durumu- Derece (Kurum ve Yıl)

Lise: Kelkit Lisesi (2005 -2009)

Lisans: Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat & Harita
Mühendisliği (2009-2013)

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
[Redacted]		

Yabancı dil: İngilizce

Yayınlar :

1. Kisi, O., **Demir, V.** 2014. Evapotranspiration modeling using six different multi-layer perceptron algorithms, *International Civil Engineering & Architecture Symposium for Academicians*, ICESA 2014, 17-20 May, Antalya, Turkey, pp. 115.
2. **Demir, V.**, Kisi, O., 2015. Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımıyla Taşkın Haritalarının oluşturulması: Samsun Mert Irmağı örneği VIII. Ulusal Hidroloji Kongresi, Şanlıurfa.
3. **Demir, V.**, Kisi, O., 2015. HEC-RAS ve Coğrafi Bilgi sistemleri kullanarak Samsun Mert Irmağı taşkın haritaları üzerine bir araştırma: Yıllık Anlık Maksimum Taşkınlar, Başarı Öğrenci Sempozyumu, Canik Başarı Üniversitesi, Samsun.
4. **Demir, V.**, Aktaş, B., Akgül, B., Eğmen B., Kisi, O., 2015. FLO- 2D yazılımı ile Taşkın Modelleme, Başarı Öğrenci Sempozyumu, Canik Başarı Üniversitesi, Samsun.

BAŞARILAR :

- Gümüşhane Üniversitesi Fakülteler Birinciliği, **2013**
- High Honor Student award (Department of Civil Engineering),**2013**
- High Honor Student award
(Department of Geodesy and Photogrammetry Engineering),**2013**
- The best 10s of universities (Department of Civil Engineering), **2013**
- The best 10s of universities
(Department of Geodesy and Photogrammetry Engineering), **2013**
- Başvuru No; 1649B021412359 TÜBİTAK 2210-C Öncelikli Alanlara Yönelik Yüksek Lisans Bursu (2014/3. Dönem) **03.11.2014**

PROJELER :