

**T. C.
İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

**ŞEHİRLERDE TAŞKIN YATAKLARININ
YAPILAŞMASI ETKİSİ ALTINDA TAŞKIN RİSK
HARİTALARININ İNCELENMESİ, ÇALIŞMA ALANIN:
İSTANBUL GÖKSU DERESİ**

Yüksek Lisans Tezi

AHMAD KHALED ASLAMI

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Yasin PAŞA

İstanbul – 2024

TEZ TANITIM FORMU

Yazar Adı Soyadı : Ahmad Khaled Aslami

Tezin Dili : Türkçe

Tezin Adı : Şehirlerde Taşkın Yataklarının Yapılaşması Etkisi Altında
Taşkın Risk Haritalarının İncelenmesi, Çalışma Alanın:
İstanbul Göksu Deresi

Enstitü : İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Anabilim Dalı : İnşaat Mühendisliği

Tezin Türü : Yüksek Lisans

Tezin Tarihi : 18.01.2024

Sayfa Sayısı : 75

Tez Danışmanları : Dr. Öğr. Üyesi Yasin PAŞA

Dizin Terimleri : Taşkın Risk Harita, Şehirleşme, HEC RAS, Elmalı I, Göksu
Deresi

Türkçe Özet : Şehirleşme etkisi taşkın risk haritalarına etki edip etmediği
İstanbul Göksu derei üzerinde incelenmiştir. Yıllar gittikçe
şehirlere yerleşim artmıştır ve bundan dolayı yeni binaların
yapılması kaçınılmaz hale gelmiştir. Bu binalar taşkın
yataklarında olduğu büyük telike oluşturmaktadır.

Dağıtım Listesi : 1. İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsüne
2. YÖK Ulusal Tez Merkezine

İmzası

Ahmad Khaled Aslami

**T. C.
İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

**ŞEHİRLERDE TAŞKIN YATAKLARININ
YAPILAŞMASI ETKİSİ ALTINDA TAŞKIN RİSK
HARİTALARININ İNCELENMESİ, ÇALIŞMA ALANIN:
İSTANBUL GÖKSU DERESİ**

Yüksek Lisans

AHMAD KHALED ASLAMI

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Yasin PAŞA

İstanbul – 2024

BEYAN

Bu tezin hazırlanmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğu, kullanılan verilerde herhangi tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez olarak sunulmadığını beyan ederim.

Ahmad Khaled ASLAMI

11-02-2024



İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Ahmad Khaled ASLAMI'nin Şehirlerde Taşkın Yataklarının Yapılaşması Etkisi Altında Taşkın Risk Haritalarının İncelenmesi, Çalışma Alanın: İstanbul Göksu Deresi adlı tez çalışması, jürimiz tarafından İnşaat Mühendisliği anabilim dalı, İnşaat Mühendisliği bilim dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

İmza

Başkan

Dr. Öğr. Üyesi Adı SOYADI

İmza

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Yasin PAŞA
(Danışman)

İmza

Üye

Prof. Dr. Adı SOYADI

İmza

Üye

Doç. Dr. Adı SOYADI

İmza

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

09 / 12 / 2023

İmzası

Prof. Dr. İzzet GÜMÜŞ

Enstitü Müdürü

ÖZET

Dünya da ve Türkiye de taşkınlar gün geçtikçe insanların ve canlıların büyük oranda zarara sokup ve kayıplar yaşanmasına sebep olmaktadır. En büyük nedenleri ise kontrolsüz şehircilik faaliyetleri ve akarsu yataklarına müdahale etmektir.

Bu tez çalışmasının ana amaca şehirleşme etkisi altında taşkın risk haritalarının incelenmesi olup taşkın yataklarına yapılan binaların taşkınlar üzerinde etki edip etmediği incelenmiştir. Bu araştırmada İstanbul İli, Beykoz İlçesi sınırları içinde bulunan Göksü deresi örnek bölge olarak seçilmiştir. Bu derenin seçmesinden amaç Mansabında bulunan Elmalı I ve II barajlarıdır. Bu deredeki taşkınları Elmalı I barajının dolu savaklarının kontrolü altındadır. Elmalı I barajının dolu olduğu varsayarak barajın 14 savağının % 25, %50, %75 ve %100 oranında açık olduğu durumda savaklanan su debisi dikkate alınmıştır. Elmalı I barajının mansap bölgede yer alan Göksu deresi nehir yatağının etrafında bulunan meskûn bölgede 2002, 2007, 2012, 2017 ve 2023 yıllarındaki bina durumu (dağılımı ve sayısı) sayısal modele dâhil edilerek bu bölgede binaların artışı taşkın yayılımı üzerinde etkisi incelenmiştir. Bu bölgede bina sayısı artışı yıllara göre değişiklik göstermektedir ve bu artış taşkın yayılım haritasını büyük ölçekte etkilemese bile taşkından etkilenen bina sayısında çok artış olduğu sonucuna varılmıştır.

Taşkın riski bu ve benzeri kentsel alanlarda azaltılması için taşkın yatağında yapılanmanın önüne geçilmelidir. Buna ek olarak dere ıslahı yapılarak meydana gelme ihtimali daha yüksek olan taşkınların nehir yatağı dışına taşmaması sağlanmalıdır. Taşkının nehir yatağı dışına çıkan bölgelerde taşkın seddeleri yapılarak derenin taşıma hacmini artırarak meskûn bölgeye taşmaması sağlanabilir.

Anahtar Kelimeler: Taşkın Risk Harita, Şehirleşme, HEC RAS, Elmalı I, Göksu Deresi

SUMMARY

Floods in the world and in Turkey day by day cause a great deal of damage and loss of people and living things. The biggest reasons are uncontrolled urbanisation activities and intervention in river beds.

The main purpose of this thesis is to examine the flood risk maps under the influence of urbanisation and to examine whether the buildings built on floodplains have an effect on floods. In this research, Göksü stream located within the borders of Beykoz District of Istanbul Province was selected as a sample region. The purpose of the selection of this stream is the Elmalı I and II dams located downstream. The floods in this stream are under the control of the spillways of Elmalı I dam. Assuming that the Elmalı I dam is full, the water flow rate of the dam is taken into consideration when the 14 weirs of the dam are open by 25%, 50%, 75% and 100%. The building status (distribution and number) in 2002, 2007, 2012, 2017 and 2023 in the residential area around the Göksu stream river bed located in the downstream region of Elmalı I dam is included in the numerical model and the effect of the increase in the number of buildings in this region on flood propagation is analysed. The increase in the number of buildings in this region varies according to the years and even if this increase does not affect the flood propagation map on a large scale, it is concluded that there is a significant increase in the number of buildings affected by flooding.

In order to reduce the flood risk in this and similar urban areas, construction in the floodplain should be prevented. In addition to this, it should be ensured that the floods that are more likely to occur should not overflow out of the river bed by making stream rehabilitation. Flood embankments can be constructed in the areas where flooding occurs outside the river bed to increase the carrying volume of the stream and prevent it from overflowing into the residential area.

Keywords: Flood Risk Map, Urbanisation, HEC RAS, Elmalı I, Göksu Deresi

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
SUMMARY	ii
İÇİNDEKİLER	iii
KISALTMALAR	v
TABLolar LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
ÖNSÖZ.....	ix
GİRİŞ	1
BİRİNCİ BÖLÜM.....	4
GİRİŞ	4
1.1. Tezin Amacı.....	4
1.2. Önceki Çalışmalar	4
1.3. Taşkınlar	8
1.3.1. Taşkını neden olan faktörler	9
1.3.2. Doğal sebeplerden kaynaklanan taşkınlar	9
1.3.3. Taşkınları Etkileyen faktörler.....	10
1.3.4. Taşkın türleri	11
1.3.4.1. Ani gelişen taşkınlar	11
1.3.4.2. Yavaş gelişen taşkınlar	11
1.3.4.3. Dere ve nehir taşkınları	11
1.3.4.4. Şehir ve Metropol Taşkınları.....	12
1.3.4.5. Kıyı alan taşkınları	12
1.3.5. Taşkın yönetimi	12
1.3.5.1. Taşkın yönetiminde yapısal stratejiler.....	12
1.3.5.2. Taşkın yönetiminde yapısal olmayan stratejiler	14
İKİNCİ BÖLÜM.....	24
SAYISAL MODELDE KULLANILAN VERİLER.....	24
2.1. Çalışma Alanı	24
2.1.1. Elmalı I Barajı	24
2.2. VERİLER	27
2.2.1. Topografik Veriler	27
2.2.2. Yapılar	27
2.3. Binalar.....	32
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	39
SAYISAL MODEL KURULUMU	39

3.1. Sayısal Model Kurulumu.....	39
3.2. Senaryolar.....	40
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	56
KAYNAKÇA	57
ÖZGEÇMİŞ.....	61



KISALTMALAR

1B	: 1 Boyutlu
2B	: 2 Boyutlu
1D	: 1 Dimensional
2D	: 2 Dimensional
AHY	: Analitik Hiyerarşi Yöntemi
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
ÇÖKA	: Çok Ölçütlü Karar Analizi
DEM	: Dijital Elevation Model
HEC RAS	: The Hydrologic Engineering Center
İHA	: İnsansız Hava Araçları
SYM	: Sayısal Yükseklik Modeli
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. 1B ve 2B modelleme arasında karşılaştırma.....	16
Tablo 2. Elmalı – I Barajı gövdesinin özellikleri.....	25
Tablo 3. Köprü K1’in bilgileri.....	28
Tablo 4. Köprü K2’in bilgileri.....	28
Tablo 5. Köprü K3’in bilgileri.....	29
Tablo 6. Köprü K4’ün bilgileri.....	30
Tablo 7. Köprü K5’ün bilgileri.....	30
Tablo 8. Köprü K6’in bilgileri.....	31
Tablo 9. Köprü K7’nin bilgileri.....	32
Tablo 10. Kapak açılma oranına karşı gelen debi değerleri.....	39
Tablo 11. Senaryolar.....	41
Tablo 12. 2002 yılına ait bina sayısını yüzdeler olarak artış tablosu.....	44
Tablo 13. 2007 yılına ait bina sayısını yüzdeler olarak artış tablosu.....	46
Tablo 14. 2012 yılına ait bina sayısını yüzdeler olarak artış tablosu.....	49
Tablo 15. 2017 yılına ait bina sayısını yüzdeler olarak artış tablosu.....	53
Tablo 16. 2023 yılına ait bina sayısını yüzdeler olarak artış tablosu.....	55
Tablo 17. Senaryolar sonucu taşkından etkilenen bina sayısı.....	55
Tablo 18. Senaryolar sonucu taşkından etkilenen bina sayısındaki artış yüzdesi	55

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Dünyada 1920-2022 yılları arasında nüfus artışı görseli (Tüik).....	1
Şekil 2. Türkiye’de 2007-2021 yılları arasında nüfus artışı görseli (Tüik).....	1
Şekil 3. İstanbul Ayamama dersi(2009) taşkını.	9
Şekil 4. HEC-RAS Su Yüzeyi Profilleri örneği (Url 2).....	16
Şekil 5. HEC RAS 1 ve 2 boyutlu örnek görüntü (Url 2).....	17
Şekil 6. 1B/2B model sayısal hesap ağı ve enkesit örneği (Url 2).	17
Şekil 7. HEC-DSS Viewer örnek görüntü (Url 2).	18
Şekil 8. Grafikler ve Raporlama örnek görüntüler (Url 2).	19
Şekil 9. Google Earth format taşkın yayılım haritası örnek görüntü (Url 2).	19
Şekil 10. HEC-RAS Mapper arayüzü örneği (Url 2).....	20
Şekil 11. İki boyutlu model geometri ve sonucu örneği (Url 2).....	21
Şekil 12. Göksu Deresi yerleşim haritası (Google Earth Pro).....	24
Şekil 13. Elmalı I ve II Barajlarının konumu (Google Earth Pro).	25
Şekil 14. Elmalı I barajının görüntüsü.	26
Şekil 15. Göksu deresi taşkın yayılım modelinde kullanılan DEM verisi.....	27
Şekil 16. Elmalı barajı mansabındaki köprüler.	27
Şekil 17. K1 köprüsü uydu görüntüsü.	28
Şekil 18. K2 köprüsü uydu görüntüsü.	29
Şekil 19. K3 köprüsü uydu görüntüsü.	29
Şekil 20. K4 köprüsü uydu görüntüsü.	30
Şekil 21. K5 köprüsü uydu görüntüsü.	31
Şekil 22. K6 köprüsü uydu görüntüsü.	31
Şekil 23. K7 köprüsü uydu görüntüsü.	32
Şekil 24. Binaların manuel olarak çizim örneği.	33
Şekil 25. 2002 yılına ait binaların yerleşim haritası.	33
Şekil 26. 2007 yılına ait binaların yerleşim haritası.	34
Şekil 27. 2012 yılına ait binaların yerleşim haritası.	34
Şekil 28. 2017 yılına ait binaların yerleşim haritası.	35
Şekil 29. 2023 yılına ait binaların yerleşim haritası.	35
Şekil 30. 2002 yılına ait binaların SYM üzerinde eklenmiş hali.....	36
Şekil 31. 2007 yılına ait binaların SYM üzerinde eklenmiş hali.....	36
Şekil 32. 2012 yılına ait binaların SYM üzerinde eklenmiş hali.....	37
Şekil 33. 2017 yılına ait binaların SYM üzerinde eklenmiş hali.....	37
Şekil 34. 2023 yılına ait binaların SYM üzerinde eklenmiş hali.....	38
Şekil 35. 2B sayısal modelin (HEC-RAS) bileşenleri.	40
Şekil 36. 2-boyutlu Sayısal hesap için oluşturulan sayısal hesap ağı.....	40
Şekil 37. 1. senaryonun(2002) taşkın risk haritası (0.25Qmax).....	42
Şekil 38. 2. senaryonun(2002) taşkın risk haritası (0.50Qmax).....	42
Şekil 39. 3. senaryonun (2002) taşkın risk haritası (0.75Qmax).....	43
Şekil 40. 4. Senaryonun (2002 taşkın risk haritası (Qmax).	43

Şekil 41.	5. senaryonun(2007) taşkın risk haritası ($0.25Q_{max}$).....	44
Şekil 42.	6. senaryonun(2007) taşkın risk haritası ($0.50Q_{max}$).....	45
Şekil 43.	7. Senaryonun (2007) taşkın risk haritası ($0.75Q_{max}$)	46
Şekil 44.	8. senaryonun(2007) taşkın risk haritası (Q_{max}).	46
Şekil 45.	9. Senaryonun (2012) taşkın risk haritası ($0.25Q_{max}$).	47
Şekil 46.	10. Senaryonun (2012) taşkın risk haritası ($0.50Q_{max}$).	48
Şekil 47.	11. senaryonun(2012) taşkın risk haritası ($0.75Q_{max}$).....	48
Şekil 48.	12. senaryonun(2012) taşkın risk haritası (Q_{max}).	49
Şekil 49.	13. Senaryonun (2017) taşkın risk haritası ($0,25Q_{max}$).	50
Şekil 50.	14. Senaryonun (2017) taşkın risk haritası ($0.50Q_{max}$).	50
Şekil 51.	15. senaryonun (2017) taşkın risk haritası ($0.75Q_{max}$).....	51
Şekil 52.	16. senaryonun(2017) taşkın risk haritası (Q_{max}).	51
Şekil 53.	17. Senaryonun (2023) taşkın risk haritası ($0,25Q_{max}$).	52
Şekil 54.	18. Senaryonun (2023) taşkın risk haritası ($0.50Q_{max}$).	53
Şekil 55.	19. SenaryWW2WWonun (2023) taşkın risk haritası ($0.75Q_{max}$).	54
Şekil 56.	20. Senaryonun (2023) taşkın risk haritası (Q_{max}).	54

ÖNSÖZ

Çalışmalarım sürecinde, yardımcı olan ve deneyimlerini paylaşarak bana destek olan saygıdeğer danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Yasin PAŞA'ya en içten teşekkürlerimi sunarım. Eğitim hayatım boyunca ilham aldığım değerli hocam M. Naymatullah ZİYAYİ'ye de minnettarım. Ayrıca, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen sevgili aileme ve değerli arkadaşlarıma da sonsuz teşekkürlerimi iletiyorum.



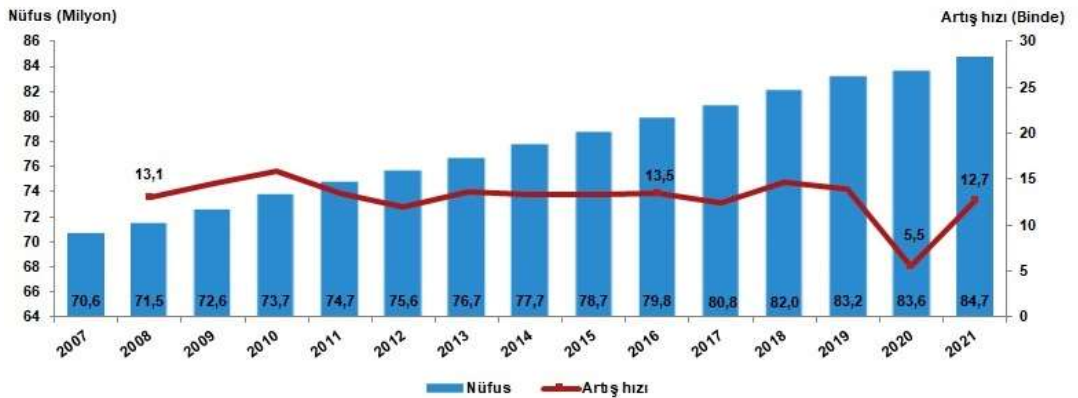
GİRİŞ

Bildiğimiz gibi son yıllarda, il ve ilçe merkezlerindeki nüfusun hızla armakta ve köy ve beldelerdeki nüfusun ise azaldığı görülmektedir. Bu göç hareketleri genellikle kırsaldan şehirlere ve doğudan batıya doğru gerçekleşmektedir. Ayrıca, **Şekil 1**'de gösterildiği gibi artık yalnızca köy ve beldelerden değil, küçük şehirlerden büyükşehirlere doğru göçün arttığı gözlemlenmektedir ve bu nedenle kente olan talep artırmıştır (Tüik).

TÜİK verilerine göre (**Şekil 2**) Türkiye'de 2007'deki nüfus 72 milyon ken 2021 yılında 84 miyona artmıştır.



Şekil 1. Dünyada 1920-2022 yılları arasında nüfus artışı görseli (Tüik).



Şekil 2. Türkiye'de 2007-2021 yılları arasında nüfus artışı görseli (Tüik).

Göçlerin artışı büyük oranda kentleşmeye neden olur. İlk önce kıyılarda, ticarete elverişli bölgelerideki kentler hızla gelişirken günümüzde, de bu şehirlere ek olarak,

sanayi, turizm alanında öncü kentlerin hızla büyüdüğü izlenmiştir. Bunun en bariz dönemi ise 1950'li yıllardan itibaren kırsal nüfusun şehirlere akın etmeye başlaması günümüz şehirlerin büyümesindeki büyük etken olmuştur. Şehirlere yönelik yaşanan bu nüfus artışı beraberinde kentlerde yaşanan pek çok sorunun oluşumuna yol açmıştır. Çevresel ve toplumsal bazı sorunlarla karşı karşıya kalmasına neden olmuştur. Bu sorunlar arasında en büyük ise taşkına neden olan faktördür ve barınma, altyapı, ulaşım, çevre kirliliği ve kentlileşememe gibi kentsel normların ve değerlerin oluşamaması ya da bozulması gibi yapısal ve insani sorunların meydana geldiği izlenmiştir (Güven, 2016).

Bugün, insanların çeşitli faaliyetleri, atmosfere salınan sera gazlarının hızla artışına sebep olmaktadır. Bu durum, iklimde ve yağış rejiminde önemli değişikliklere neden olmaktadır (Seyhun, D., 2005). İklim değişiklikleri, dünyanın birçok bölgesinde normalden fazla kuraklık veya beklenmedik yoğun kar ve yağışlara sebep olmaktadır. Bu durum, taşkın olaylarının sıklığını ve etkisini artırmaktadır. Ancak, bu afetleri sadece meteorolojik faktörlere bağlamak yetersizdir. Hızla artan nüfus ve kentleşme de taşkın riskini artırmaktadır. Birleşmiş Milletler'in raporuna göre, şehirlerdeki nüfus, kırsal alanlara göre daha hızlı bir şekilde artmaktadır. 2011-2050 döneminde dünya nüfusunun 7 milyardan 9,3 milyara çıkması beklenirken, aynı zamanda şehir merkezlerinde yaşayanların sayısının da 2011'deki 3,6 milyardan 2050'de 6,3 milyara yükselmesi tahmin edilmektedir (Hammond, M.J., 2015). Verilere göre, hızlı kentleşme kaçınılmaz bir gerçek gibi görünüyor ve bu durum, barınma ihtiyacını karşılamak adına şehir merkezindeki geçirimli toprak alanlarının plansız bir şekilde yapılaşmaya açıldığını göstermektedir. Plansız yapılaşmanın bir sonucu olarak, kuru ve yan dere yatakları üzerinde ve çevresinde çeşitli yapıların ortaya çıkması kaçınılmazdır. Yerleşimlerin büyümesi, yeni yolların açılması ve tesislerin kurulmasıyla birlikte arazi yapısı değişmekte, geçirimli alanlar daha yoğun bir şekilde kullanılmakta ve ormanlar ile meralar tahrip edilmektedir (Celik, H.E., 2012).

Özellikle çarpık yerleşimin etkisi altındaki bölgelerde, sağanak yağışlar ve kar erimeleri sonucunda kuru ve yan dere yataklarındaki su debisi hızla artmaktadır (Özcan, O., 2007).

Doğal afetleri engellemek mümkün değil, ancak yapısal ve yapısal olmayan tedbirlerle zararlarını azaltmak mümkündür. Toplumun afet konusunda bilinçlendirilmesi, doğal afet zararlarını azaltmada önemli bir etkidir. Taşkın olayları, diğer doğal afetlerden farklı olarak önceden tahmin edilebilir. Bu olaylar genellikle büyük sağanak yağışlar veya hızlı kar erimeleri sonrasında meydana gelir.

Taşkın zararlarını önlemek için taşkınları modellemek temel ihtiyaçtır. Bilimsel çalışmalarda, taşkın modellemesi, nehrin dinamik davranışlarının belirlenebileceğini ve bu sebepten taşkın risk yönetimi stratejilerinin geliştirilebileceğini elde etmektir. (Bladé, E., 2012).

Taşkın modellemeleri, hem 1 boyutlu (1D) hem de 1 boyutlu-2 boyutlu (1D-2D) entegre edilerek gerçekleştirilebilmektedir (Huthoff, F., 2015).

Son yıllarda yapılan çalışmalar, 2D taşkın modellemesinin, topografik ve geometrik özellikleri 1D modele göre daha dikkate alarak oldukça başarılı sonuçlar elde ettiğini göstermektedir (Cook, A., 2009).

Taşkın alanlarının doğru bir şekilde belirlenmesi, ardından taşkın risk yönetiminin etkili bir şekilde uygulanmasını sağlar. Bu sistemli süreç, riskin tanımlanması, risk analizi ve risk miktarının belirlenmesini içerir. Ayrıca, olası bir taşkın durumunda ve sonrasında meydana gelebilecek zararları en aza indirmek ve olumsuz etkileri azaltmak için yapılması gereken çalışmaları içerir (Özşahin, E., 2013).

Risk yönetimi, tehlikeleri ve riskleri tespit eder, risk senaryolarını geliştirir ve afetten korunma ile zarar azaltma önlemlerini belirler. Farklı senaryolar üzerinden yapılan risk yönetimi, grafik ve harita gibi anlaşılır görsel araçlarla yetkililere ve halka sunulabilir. Bu sayede mevcut kaynaklar ve imkânlar belirlenir, gerekli müdahaleler için en uygun seçenekler ve öncelikler hakkında kararlar alınabilir ve afet anında uygulamaya konulabilir (Özcan O., 2009)

Çalışma alanı olarak İstanbul İli, Beykoz İlçesi'nde ve Elmalı I ve Elmalı II Barajlarının mansap bölgesinde yer almaktadır. Bu çalışmanın amacı, Anadoluhisarı Mahallesi'nde bulunan Göksu Deresi'nin 2002 ile 2023 yılları arasındaki kentleşme etkisi ile taşkın alanlarını belirlemektir. Bu çalışma, taşkınların etkisinin azaltılması ve şehir planlaması süreçlerinin geliştirilmesi açısından önemli bir adım olarak görülmelidir.

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

1.1. Tezin Amacı

Dünya da ve Türkiye de taşkınlar gün geçtikçe insanların ve canlıların büyük oranda zarara söken ve kayıp olmasına sebep olmaktadır. En büyük nedenleri ise kontrolsüz şehircilik faaliyetleri ve akarsu yataklarına müdahale etmektir. Çalışma alanı İstanbul İli, Beykoz İlçesi, Göksu Deresinin üzerinde inşa edilen Elmalı Barajının mansap tarafında bulunmaktadır. Bu araştırmanın amacı, Elmalı Barajı dolu savağının kapaklarının çeşitli açıklıklarda savakladığı deşarjlarının çalışma bölgesinde yayılımının incelemesidir. Göksu Deresi'nin mansap tarafında 2002, 2007, 2012, 2017 ve 2023 yıllarında kentleşme durumunda kapakların açıklığının %25, %50, %75 ve %100 açık olduğu taktirde (Elmalı I barajı dolu olduğu varsayarak) meydana gelebilecek taşkınların risk haritaları elde etmektir. Bu bölgede anlatılan durumlarda taşkınların potansiyel zararlarını değerlendirmek ve önleyici tedbir önerileri sunmaktır.

1.2. Önceki Çalışmalar

Türkiye genelinde taşkın risklerini değerlendirmek amacıyla çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Bu değerlendirme süreci, özellikle şehirleşme, iklim değişiklikleri ve su yönetimi gibi faktörleri içeren kapsamlı bir yaklaşımı benimsemektedir. Bu değerlendirmede kullanılan yöntemlere örnek olarak aşağıda belirtilmiştir:

Özdemir ve ark. (2011) Çokal Barajı (Çanakkale) çökme modeli ve taşkın risk analizi yapmıştır. Bu çalışma, 16 Kasım 2007 tarihinde Kavak Deresi Çokal Barajı memba batardosunda meydana gelen çökmenin neden olduğu taşkını incelemiştir. Çalışmada 1:25000 ölçekli topografik eşyüksekti eğrisi ve GPS verileri, yüksek ve orta çözünürlüklü uydu görüntüleri, hidrolojik toprak verileri, 30 yıllık yağış ve akım verileri, Kavak Dere üzerindeki yapıların teknik özellikleri ve arazi ölçümleri verileri kullanarak bir Sayısal Yükselti Modeli (SYM) oluşturmuş ve bu modeli Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Hec-GeoRAS ve HECRAS hidrolik modelleri ile entegre etmiştir. Sonuç olarak, memba batardosu çökme modeli temelinde oluşturulan Çokal Barajı çökme modelini göstermiştir

Uğur AKKAYA(2016), Meriç ve tunca nehirlerinin Edirne şehir merkez kısmında 2 boyutlu taşkın modellemesi yapmıştır. Taşkın yayılım haritalarının yenilenim debilerine göre taşkın yayılım haritalarını elde etmiştir. Sonuç olarak taşkınların etkilerini azaltmak için 2 alternatifli güzergâh ile tahliye kanalı tasarlanmasını önermiştir.

Fatma DEMİR(2014), Aşağı Sakarya nehri Adapazarı kesimi taşkın risk tayini yapmıştır. Arazinin düşük eğimli ve yeşil alan olmamasını taşkına sebep olduğu ve zararlarını artmasına neden olmuştur. Çalışmada Havzanın hidrolojik özellikleri incelenmiş ve taşkın yayılım haritaları üretilmiştir. SYM, ArcGIS ortamından sayısallaştırılmış ve oluşturulan verileri MIKE 11 programına aktararak kesit ve kesitlerdeki pürüzlülük değerleri revize edilmiş ve model kalibrasyonu tamamlanmıştır. Hidrolojik veriler kullanılarak 2,5, 10, 25, 50, 100, 200 ve 500 yıllık tekerrürlü taşkın debilerini hesaplanmıştır.

Yiğit KIZMAZ(2020), Sakarya havzası taşkın yayılım-tehlike-risk haritalarının modellemiştir. Seyran deresi Taşkınların verdiği zararın önüne geçilebilmesi ve zararın minimum düzeyde tutulabilmesi için hidrolojik veriler yardımıyla taşkın risk analiz çalışmaları gerçekleştirilerek. Deterministik ve istatistik yöntemler ile 5, 10, 25, 50, 100 ve 500 yıllık taşkın tekerrür debileri hesaplanmıştır. Risk düzeyi ve taşkın tehlike haritaları kullanılarak CBS ortamında taşkın risk haritaları oluşturulmuştur.

Necip Fazıl AKKOÇ(2019), Aras Havzası Kars çayı 1D ve 2D Taşkın analizini yapmıştır. Bu çalışmaya deterministik yöntemler ve ampirik yöntemlerini kullanarak Arc-GIS programı yardımıyla havzaya ait parametrelerin tespiti; akım rasatlarına yönelik hesaplamalar ve HEC-RAS programı yardımıyla taşkın analizinin yapılması ve taşkın dağılımının incelenmiştir. Sonuç olarak 5 ila 10 yıl tekerrürlü debi aralığına Kars Çayı ıslahlı bölümünün kanal kapasitesi 200 m³ /s bulmuştur.

Özgür KARA(2009) Su yüzü profillrinin HEC-RAS Paket programıyla incelemiştir. Bu çalışmada HEC-RAS paket programına veri giriş yöntemi ve köprü modeli oluşturmak için gerekli tasarım özellikleri anlatılarak seçilmiş olan beş farklı debi için dört farklı dikdörtgen kesitli köprü modelindeki su yüzü profilleri belirlenmiştir.

Hüseyin EFE(2014), Batman çayının taşkın analizinin HEC-RAS programıyla yapmıştır. Bu çalışmada, Batman Çayı'nın Yeni Malabadi Köprüsü ile Diyarbakır –

Batman Karayolu Köprüsü arasında kalan kesimine ait taşkın analizini AutoCAD Civil 3D programı kullanılarak toplam 165 adet enkesit alarak HEC-RAS programıyla Q5, Q10, Q25, Q50, Q100 ve Q500 taşkın tekerrür debilerinde su üst yüzünün geldiği kotlar belirlenmiştir.

İlker TUNCER(2021), açık kanallarda su yüzü profilinin belirlenmesi Nakkaş dere örneğinde bir HEC-RAS uygulaması yapmıştır. HEC-RAS programı kullanarak Standart Adım Yöntemi ve Manning Formülünün modellenmesi ile su yüzü profilini Uygulama alanı olarak İstanbul Küçükçekmece ilçesinde bulunan Nakkaş Deresi belirlenmiştir. Sonuç olarak Seçilen çalışma alanı içerisinde tasarlanmış olan kaplamalı trapez kanal kapasitesinin çalışmada kullanılan bütün yöntemlerle elde edilen su yükseklikleri için yeterli olduğu sonucuna varılmıştır.

Mustafa UTLU(2019), farklı çözünürlüklü veri kaynaklarına bağlı BİGA çayı havzası üzerinde taşkın analizi gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada Biga Çayı Havzasında meydana gelen taşkınlar farklı çözünürlükte yüzey modellerine ve arazi kullanım özelliklerine göre değerlendirilmiştir. Taşkınların farklı çözünürlükte DEM verilerine bağlı olarak ortaya çıkan sonuçların benzerlik ve farklılıkları yeni Düşük-orta-yüksek çözünürlükte veri tiplerinin kullanarak çalışma sahasındaki taşkın yayılımı-hız-derinlik özellikleri istatistik olarak tehlike açısından değerlendirilmiştir. Taşkınların yayılımı karakteristiğinin belirlenmesinde İHA ile elde edilen görüntülerin analizi sonucunda oluşturulan İHA-DEM verisi çalışmanın doğruluğu ve hassasiyeti hususunda kalibrasyon verisi olmuştur. Sonuç olarak Eu-DEM ve Alos 12,5 m DEM verisi taşkın analizi için en yakın veri olduğu ve bu çalışma sahasında 5 yıllık bir taşkın meydana gelme olasılığı çok yüksek ve 1000 yıllık ise oldukça düşük Biga yerleşmesini etkileyen bu taşkınların özellikle eğimin azaldığı alanlarda özellikle taşkın yatağında tehlike seviyesinin yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Esra ERTÜRK ve ark (2018), Trabzon İli, Vakfıkebir İlçesi Kirazlı Deresi üzerinde taşkın tehlike alanlarını oluşturmuştur. Doğu Karadeniz aşırı yağış alan ve taşkın olaylarının sıklıkla yaşandığı bir bölge olduğunu vurgulamıştır. Bu çalışmada yerleşim alanları ile tarım alanlarının Doğu Karadeniz Havzası'nın değişik dönüş aralıkları için hesaplanan taşkın tekerrür debilerine karşılık gelen su seviyeleri ve su altında kalacak yerlerin HEC-RAS yazılımı ile modellemiştir. 1 ve 2 Boyutlu model oluşturarak çalışmalar sonucunda ortaya koyulan taşkın tehlike haritaları ile Kirazlı dere yatağının

Q₅₀₀ taşkın debisini geçiremediği ve taşan suların sağ sahilden yaklaşık Km: 0+600 den başlayarak mansaptaki yerleşimlere kadar bölgeyi etkilediği gösterilmiştir. Sonuçta taşkın kontrolü tesislerinin inşa edilmesi gibi yapısal tedbirler ile taşkın tehlike haritalarının hazırlanması ve erken uyarı sistemlerinin kurulması gibi önleyici tedbirler önermiştir.

Vahdettin DEMİR ve ark (2022), yeterince akım ölçümü olmayan nehirlerde taşkın debisinin hesaplanması ve taşkın modellemesi yapmıştır. Bu çalışmada Samsun, Mert Irmağı üzerinde, taşkın tekerrür debilerinin belirlenmesinde istatistiksel dağılım yöntemler, NTFA, BTFA ve yağış-akış modellemesine dayalı sentetik yöntemler (Mockus, Synder ve DSİ Sentetik) kullanmıştır. FLO-2D programı ile Q₅₀, Q₁₀₀, Q₅₀₀ ve Q₁₀₀₀ gibi farklı tekerrürler kullanılarak çalışma alanının %40-%80'ini sular altında kalacağını belirlenmiştir. Irmak üzerinde yer alan köprüler ve yapılaşmanın olduğu bölgeler için önerilerde bulunulmuştur.

Yasin DURSUN (2022), Coğrafi bilgi sistemi ile taşkın risk analizi yapmıştır. Çalışmasında Osmaneli/Bilecik örneği kullanmıştır. Bu araştırma, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Programı ve Çok Ölçütlü Karar Analizi (ÇÖKA) yöntemleri ile Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY) kullanarak gerçekleştirildi. Parametrelerin ağırlık değerleri hesaplanarak yağış, akarsuya uzaklık, eğim, yükseklik, arazi kullanımı, bakı, jeoloji ve sıcaklık gibi taşkına neden olan faktörler belirlenmiştir. Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) verisi, ALOS PALSAR uydularının veri setinden elde etmiştir. Sonuçlar, akarsu havzalarına yakın bölgelerde taşkın riskinin yüksek olduğunu göstermiştir.

Yıldırım BAYAZIT (2021), Bilecik İlindeki Şehirleşmenin Taşkın Riski Üzerindeki Etkilerinin Araştırmasıdır. Bu çalışma uzaktan algılama kullanarak şehirleşme değişikliklerini tespit etmiştir. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak bölgedeki taşkın riskini etkileyebilecek parametreler (yağış, eğim, yükseklik, arazi kullanımı ve akarsulara uzaklık) modellemeye dâhil edilmiş ve Çok Kriterli Karar Verme Analizi ile taşkın risk haritası modelleri oluşturmuştur. Sonuçlar, 2000 yılında 12,250 hektar olan taşkın riski altındaki alanın, 2018 yılında 13,547 hektara yükseldiğini göstermiştir.

Ahmet AÇIL (2020), Orman yollarında hidrolik yapıların HEC-RAS yazılımı kullanılarak boyutlandırmıştır. Orman yollarının uzun ömürlü ve sürdürülebilir işlevleri

için yağış sularının hızlı bir şekilde uzaklaştırılması amacıyla 410 kod numaralı orman yolu alanında İnsansız Hava Aracı (İHA) kullanılarak ortofoto haritası oluşturmuştur. Bu harita temelinde, suyun yolun hızla terk etmesi gereken 15 havza alanı tespit etmiştir, bunlardan 6'sında koruge boru yerleştirilerek yolun geçişi sağlanmıştır. 9 noktada daha yapı ihtiyacı olduğu belirlenmiştir. Toplam uzunluğu 6+000 km olan yol boyunca 9 noktada kazı ve dolgu şevlerinde 648m göçük meydana geldiği ve 8 noktadaki göçüklerin enine drenaj eksikliğinden veya kesit alanının darlığından kaynaklı olduğu tespit edilmiştir. Havza debileri için memleket haritaları, meşcere tipleri haritası ve toprak tipleri belirlenmiş, Hidrolojik Toprak Grupları, Eğri Numaraları ve alan ağırlıklı ortalama eğim sınıfları haritaları oluşturulmuştur. Proje debileri, yağış akış oranı tespit yöntemleriyle hesaplanmıştır. İHA sistemleriyle HEC-RAS yazılımı için doğruluk ve çözünürlükte SYM verileri elde edilmiştir. Simülasyon sonuçlarına göre, mevcut 6 yapıdan 4'ünün gelebilecek debiyi taşıyamayacağı tespit edilmiş ve dere yataklarında düzenlemeler önerilmiştir.

İlker DAĞ(2019), Antakya Atınçay deresinin HEC-RAS yazılımı ile taşkın analizi gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada, Altınçay dere hattındaki farklı yinelenme yıllarına ait taşkın debi değerleri (2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl) SCS ve DSİ sentetik yöntemleri kullanılarak hesaplanmış ve HEC-RAS yazılımı ile dere güzergâhı boyunca su profilinin benzetimi yapmıştır. Sonuç olarak, 2, 5 ve 10 yıl yinelenme süresine sahip taşkınlarda taşkın riski belirlenmemiş, ancak 25 yıl yinelenme süresine sahip taşkınlarda 16 istasyonda, 50 yıl da 51 istasyonda ve 100 yıl yinelenme süresine sahip taşkınlarda 73 istasyonda taşkın olaylarının görüleceği tespit etmiştir. Taşkın zararını azaltmak için, taşkın riski taşıyan istasyonlarda dere kesit alanlarının artırılması önermiştir.

1.3. Taşkınlar

Taşkınlar, aşırı yağış ve kar erimesi nedeniyle bir akarsunun yatağından taşarak, çevredeki yerleşim yerlerine, tarım arazilerine, doğal yaşam alanlarına ve altyapı tesislerine zarar veren, etki bölgesindeki sosyal ve ekonomik faaliyetleri kesintiye uğratabilecek kadar büyük bir akış oluşturan olaylardır. [Akkaya, U.,ve ark, syf, 503-511, 2013.] **Şekil 3'**de 2009 yılında İstanbul Ayamama dersinde oluşan taşkından görsel sunulmuştur.



Şekil 3. İstanbul Ayamama dersi(2009) taşkını.

Son yıllarda küresel iklim değişikliği ve yanlış arazi kullanımı etkisi ile yaşanan taşkınların sayısında ve etkisinde önemli artışlar olmaktadır. [Taşkın Yönetimi Kitabı Ankara., 2017]

1.3.1. Taşkına neden olan faktörler

Taşkınlar genellikle doğal olaylar olup, suyun normal akış yatağını aşması sonucu ortaya çıkarlar. Ancak, bu olayları afete dönüştüren ana etkenler genellikle insan müdahalesine dayanır. Doğal ve insan kaynaklı etkenlerin bir araya gelmesi, taşkınların maddi ve manevi kayıplara yol açabilecek şekilde etkili olmasına sebep olur. Burada doğal sebeplerden ve insanlardan kaynaklanan taşkınları aşağıda kısaca anlatılmıştır.

1.3.2. Doğal sebeplerden kaynaklanan taşkınlar

Ülkemizde, dünya genelinde olduğu gibi, uzun süreli ve aşırı yağışlar nedeniyle taşkın olayları sıkça meydana gelmektedir. İklim değişiklikleri, bu taşkınların boyutunu daha da artırmaktadır. Bu sebeple, taşkın risklerini tam kapsamlı bir değerlendirmeye tabi tutarak, olası senaryoları göz önüne alarak planlama yapmak büyük bir öneme sahiptir.[Uğur Akkaya.,2016]

İnsan etkisinden kaynaklanan taşkınlar

İnsanların doğal dengeyi bozan ya da doğaya engel teşkil eden faaliyetleri, taşkınların potansiyel zararını artırarak bu olayların afete dönüşmesine neden

olmaktadır. Örneğin; kontrolsüz yerleşimlerin taşkın yataklarına kurulması, havzanın kaynak bölgelerinde izinsiz kentleşmenin gerçekleşmesi ve buna bağlı olarak ormanlık alanların yok edilmesi, yanlış arazi kullanımı gibi etkinlikler, bu tür müdahalelere örnek teşkil etmektedir. Bu tür insan müdahaleleri, doğanın kendi dengesini koruma yeteneğini zayıflatır ve taşkınların oluşturabileceği felaketin boyutlarını artırır. [Uçar, İ.,2010]

1.3.3. Taşkınları Etkileyen faktörler

Taşkınlar, kısa süreli şiddetli yağışlar, uzun süreli düşük yoğunluktaki yağışlar, kar erimeleri, baraj veya setlerin yıkılması veya bu etkenlerin kombinasyonu sonucu meydana gelir. Ayrıca, depremler, toprak kaymaları ve gel-git fırtına dalgaları da taşkınlara neden olabilir. Tipik olarak, taşkınlar akarsuların doğal yataklarından ve normal taşkın yataklarından denize doğru ilerler. Ancak, şehirleşme arttıkça doğal akarsu yatakları, köprü ayakları, ulaşım yolları, boru hatları, kanalizasyon deşarjları gibi engellerle daralmıştır. Taşkın yatakları ise su yapıları, evler, fabrikalar, demiryolları ve karayolları gibi yapılarla işgal edilmiştir. Bu bölgelerde yaşayan insanlar genellikle gelecekte oluşabilecek taşkın risklerinin farkında değildir, bu nedenle can ve mal güvenlikleri tehlikede olabilir.

Taşkınların fiziksel yapısını etkileyen en önemli faktör iklimdir. Aynı zamanda, drenaj havzası ve akarsu ağı gibi fiziksel özellikler de önemli etkenlerdir ve birbirleriyle karmaşık bir şekilde etkileşim içindedirler. Bu etkenler aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir. [Taşkın ve Kuraklık Hidrolojisi.,2008]

- Drenaj havzasının özellikleri:
- Havzanın büyüklüğü,
- Havzanın biçimi,
- Havzanın eğimi,
- Zemin cinsi,
- Bitki örtüsü,
- Yeraltı akiferinin kapasitesi,
- Zemin nemi,
- Yapay drenaj ağının tipi ve miktarı,
- Yüzeysel biriktirmenin tipi miktarı,

Akarsu Ağının Özellikleri:

- Akarsu yoğunluğu,
- Drenaj yoğunluğu,
- Akarsu profili,

1.3.4. Taşkın türleri

1.3.4.1. Ani gelişen taşkınlar

Ani taşkınlar, altı saat içinde ortaya çıkabilir ve dünyanın dört bir yanında, çöller dahil, yaygın olarak görülebirlirler. [Kadioğlu M.,2008] Ciddi bir fırtına sonucunda kısa bir süre içinde normalin üzerinde miktarda yağış meydana gelir, bu da ani taşkınların oluşumuna neden olabilir. [Akay O ve ark.,2010] Şehir alanlarında su geçirmez zeminlerin (asfalt, beton, vb.) artışı, şehir içinde ani taşkınların ana tetikleyicisi olmaktadır. Bu tür ani taşkınlar, meydana geldikleri bölgelerde ciddi hasarlara yol açmanın yanı sıra sediment taşınımına ve erozyona da neden olabilir. Ani taşkınlardan korunma amacıyla yapılan risk planlamalarında, meteorolojik verilerin gerçek zamanlı izlenmesi ve arazi kullanım bilgisi büyük bir önem arz etmektedir,

1.3.4.2. Yavaş gelişen taşkınlar

Yavaş gelişen taşkınlar, genellikle yedi gün veya daha uzun bir süre içinde meydana gelebilirler. Bu tip taşkınlar, yeryüzüne düşen yağış sularının derelerde ani bir akışa dönüşmeden önce, toprak sisteminden geçerek daha yavaş ve düzenli bir şekilde akışa geçmesini ifade eder. Bu süreçte, bitki örtüsü etkili bir rol oynar. Aynı zamanda, jeolojik ortamın su geçirgenliği ve eğim düşüklüğü de yavaş gelişen taşkınların oluşumunda etkili faktörler arasında yer alır. [Kadioğlu M.,2008]

1.3.4.3. Dere ve nehir taşkınları

En yaygın görülen taşkın türüdür. Doğal olaylar arasında yağış, kar erimesi veya suni olaylar arasında baraj yıkılması gibi etkenler sonucu, nehir kesiti ve yatağının taşıyamayacağı debiyi aşması sonucu, suyun dere yatağından taşarak çevreye yayılması durumunu ifade eder. [Kadioğlu M.,2008]

1.3.4.4. Şehir ve Metropol Taşkınları

Doğal koşullarda, dere yataklarının genişliği aşırı taşkınlarla neden olacak düzeyde değildir; ya da sağanak yağışların taşkına yol açabilmesi için kısa sürede aşırı yağış düşmesi gerekmektedir. Ancak, hızlı ve plansız kentleşme ile birlikte insan müdahalesi sonucunda, dere yatakları daraltılmış veya yeraltına alınan kanallarla küçültülmüş enkesitlere sahip olabilir. Bu durum, taşkın riskini artırabilir. Yanlış veya plansız imar uygulamaları ve arazi kullanımları, akış kesitinin gecekondur ve diğer kullanım alanları için küçültülerek yer yer tamamen ortadan kaldırılmasına neden olarak, bu sorunun ana kaynağını oluşturabilir. [Demir, F.,2014]

1.3.4.5. Kıyı alan taşkınları

Tropikal fırtınalar ve kıyıda uzakta bulunan güçlü alçak basınç sistemlerinin neden olduğu fırtına etkisiyle, deniz sularının kabarması ve iç kara bölgelerine sürüklenmesi, önemli taşkınlarla yol açabilir. [URL 1.,2012]

6. Dağlık alan ve orman içi taşkınları

Dağlık ormanlık bölgelerde meydana gelen şiddetli yağış ve fırtına etkisiyle, kanalların küçük ve kuru derelerin debisinin artması sonucunda ortaya çıkan taşkın türüdür. [Kadıoğlu M.,2008]

1.3.5. Taşkın yönetimi

Taşkınların neden olacağı zararlar, su seviyesi ve buna bağlı olarak yayılma alanı ile yakından ilişkilidir. Taşkınların etkilerini azaltmada önemli bir faktör, taşkınların tekrar debilerine göre yayılacağı alanların belirlenmesidir. Taşkınların olumsuz etkilerinden korunmak için çeşitli stratejiler geliştirilebilmektedir. Bu konu ile ilgili stratejiler genellikle yapısal ve yapısal olmayan stratejiler olarak iki ana kategori altında irdelenebilmektedir. [Bayazıt, M.TMH .,418-2002]

1.3.5.1. Taşkın yönetiminde yapısal stratejiler

Taşkınları kontrol altına almak amacıyla inşa edilen yapıları içeren yapısal stratejiler, taşkın önleme veya çok amaçlı yapılar olarak adlandırılır. Bu kapsamda barajlar, seddeler, biriktirme havuzları, kanal kesitlerinin genişletilmesi, dere yataklarının

temizlenmesi, tersip bentler, sel kapanları ve taşkın boşaltma kanalları gibi yapıları içerir.

Doğal veya yapay göller, taşkın etkilerini azaltmada etkili bir rol oynar. Ayrıca, baraj hazneleri de taşkın kontrolü için kullanılabilir. Türkiye'de Seyhan, Kemer, Demirköprü, Hirfanlı, Porsuk, Aslantaş, Adıgüzel, Almus ve Kralkızı gibi büyük barajlar, aynı zamanda taşkın kontrolü görevini üstlenen çok amaçlı yapılar arasındadır. [Bayazıt, M.TMH .,418-2002]

Çok amaçlı olarak inşa edilmiş baraj haznelerinde, taşkınları kontrol etmek için yeterli boş alan bırakılmaktadır. Bu hazneler, taşkın debilerini doğru bir şekilde işletme ile tutabilir ve etkili bir şekilde taşkın önlemede kullanılabilir. Baraj inşası sonrasında yapılan baraj işletme planlaması, taşkınların önlenmesinde büyük öneme sahiptir. Taşkın geciktirme havuzları, kontrolsüz çıkışa sahip taşkın debilerini kontrol altına alan yapılar olarak kullanılır. Bu havuzlar, taşkın debilerini tutarak akarsu yatağına geciktirilmiş bir şekilde boşaltılmasını sağlar. Taşkın geciktirme havuzları sayesinde taşkın hidrografının pik değeri düşürülerek taşkın kontrolü sağlanmaktadır.

Taşkın önlemede bir diğer yapısal çözüm olan seddeler, akarsu yatağının yetersiz olduğu durumlarda taşkın sularının yatak çevresine yayılmasını engellemek amacıyla, arazi durumuna göre akarsuyun sağ ve/veya sol sahil kısımlarına yapılan dolguları ifade eder. Seddeler, taşkın debileri sedde üst kotuna yükselinceye kadar suyun taşkın yatağına yayılmasını önleyerek suların yatak içinde kalmasını sağlar.

Seddelerin yapım aşamasında, taşkın esnasında bu yapılarının yarıma ve bozulma olmaması için dolgu malzemesi olarak çok ince kum ve mil gibi malzemeler ile humuslu topraklar kullanılmamalıdır. Organik zeminler ve çok ıslak olan ince taneli kohezyonlu zeminler dışındaki tüm zemin türleri, sedde dolgusunda kullanılabilir. Seddelerle korunan bölgeye "seddelenmiş arazi" denir.

Ancak, taşkın sularını güvenle yönlendiren seddelerin istenmeyen bazı etkileri de vardır. [Dernek, E.,2012]

Sekiler, geniş ve doğal yataklar içinde biriken katı maddelerin oyularak mansap tarafına taşınmasını önlemek amacıyla inşa edilir. Yeterince yüksek olmayan sekilerin tasarımı, tersip bentleri gibi yapılarla benzerlik gösterir. Özellikle dik eğimli memba kısımlarında inşa edilen sekiler, kolayca erozyona uğrama eğiliminde olan ve kayma

mukavemeti düşük zeminlerde taban erozyonunu önlemek için kullanılır. Dere yataklarında, özellikle eğimli ve kayma mukavemeti düşük zeminlerde taban erozyonunu engellemek amacıyla inşa edilen bir diğer taşkın önleme yapısı ise biritler'dir. Biritler, yükseklikleri düşük olduğundan katı madde depolama gibi bir işlevi yoktur. Bu yapılar, nehir yataklarının katı madde ile dolmamasını ve su hızının düşürülmesini sağlamak için inşa edilir [Dinçsoy, Y., Ankara, 25, 61, 2008]

1.3.5.2. Taşkın yönetiminde yapısal olmayan stratejiler

Taşkınları önceden tahmin ederek erken uyarı sistemlerini geliştirebilme, diğer doğal afetlerden farklı kılan ve öne çıkaran tek önemli özelliktir. Bu özellikten faydalanılarak, afet yönetimi programlarının bir parçası olan tahmin ve erken uyarı sistemleri, can kayıplarında önemli bir azalmaya ve ekonomik zararlarda önemli bir düşüşe katkı sağlayabilir. [Kadıoğlu, M., 11-37, Samsun, 2008]

BİRİNCİ BÖLÜM

SAYISAL MODEL (HEC RAS)

Hidrolojik Mühendislik Merkezi (The Hydrologic Engineering Center, HEC), 1964 yılından bu yana hidrolojik mühendislik ve planlama analizi prosedürleri için bilgisayar yazılımı geliştirmektedir. Bu yazılım, öncelikle ABD Ordusu Mühendisler Birliği'nin planlama ve mühendislik topluluklarının ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla oluşturulmuş olsa da, genel olarak kamunun kullanımına açıktır.

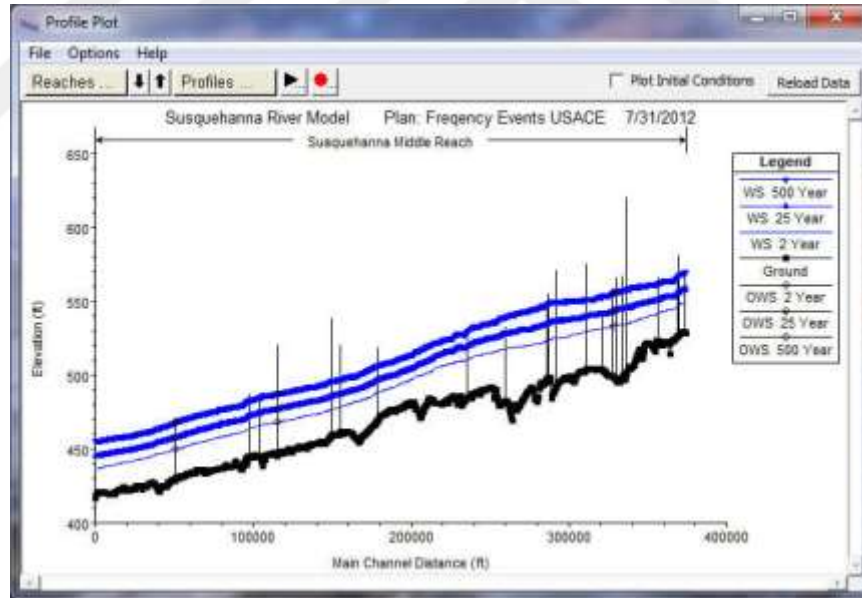
HEC-RAS, doğal ve yapay su kanal ağlarında hem 1 boyutlu hem de 2 boyutlu hidrolik hesaplamalar yapabilme hem de kararlı akışlı su yüzeyi profilini belirleme ve hareketli sınır sediment taşınımını hesaplama yeteneğine sahip bir yazılımdır. Ayrıca, su kalitesi analizi için bir araç olarak da kullanılabilir. Bu çeşitli analizler için ortak bir geometrik ve hidrolik hesaplama platformunu kullanarak mühendislere ve planlamacılara büyük bir kolaylık sağlar. Bu sayede suyun hareketi, yüzey profilinin değişimi ve sediment taşınımı gibi önemli hidrolik faktörlerin hesaplamaları yapılabilir ve su kalitesi ile ilgili çeşitli senaryolar simüle edilebilir (Paşa, Y., Hacı, A., 2023). Bir ve iki boyutlu model arasındaki farklar **Tablo 1**'de verilmiştir.

Kararlı Akış Su Yüzeyi Profilleri hesaplama bileşeni, kararlı akış için su yüzeyi profillerinin hesaplanması için tasarlanmıştır (**Şekil 4**). Bu sistem, tam bir kanal ağını (ağaçsı bir havza veya tek bir nehir ağını) modelleme kapasitesine sahiptir. Kararlı akış bileşeni, nehir, taşkın ve karışık akış rejimlerinin su yüzeyi profillerini de modelleyebilmektedir.

Su yüzeyi profillerini hesaplama temelde tek boyutlu enerji denkleminin kullanılmasına dayanır. Bu hesaplama sürecinde enerji kayıpları, sürtünme (Manning denklemi) ve büzülme/genişleme etkileri (hız değişiklikleri ile çarpılan katsayılar) ile değerlendirilir. Momentum denklemi ise su yüzeyi profilinin hızda hızlı değişim gösterdiği durumlar için kullanılır. Bu tür durumlar arasında karışık akış rejimi analizleri (hidrolik sıçramalar), köprü hidroliği hesaplamaları ve nehir kavşaklarında su yüzeyi profillerinin değerlendirilmesi yer alır (Paşa, Y., Hacı, A., 2023).

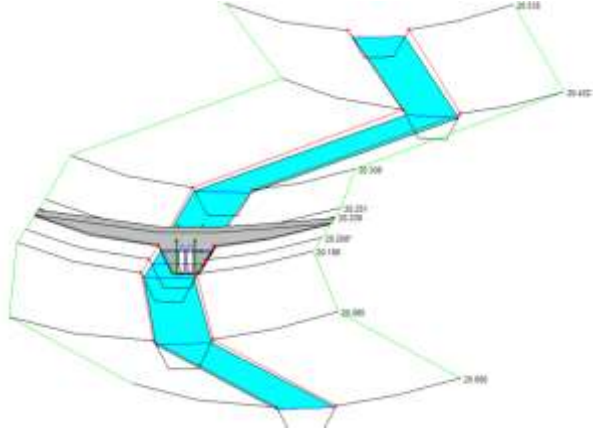
Tablo 1. 1B ve 2B modelleme arasında karşılaştırma.

Hidrolik Değişkenler	1B Modellemede	2B Modellemede
Akış yönü	Kullanıcı tarafından belirlenir	Hesaplanır
Akış yolları	Kullanıcı tarafından belirlenir	Hesaplanır
Kanal pürüzlülüğü	Kesitler arasında sabit değer	Hesaplamalarda kullanılan tek tek elemanlardaki pürüzlülük değerleri.
Etkisiz akış alanları	Kullanıcı tarafından belirlenir	Hesaplanır
Köprüler aracılığıyla akış daralması ve genişlemesi	Kullanıcı tarafından belirlenir	Hesaplanır
Akış hızı	Her kesitin ortalaması	Her elemanda hesaplanır
Akış dağılımı	Taşımaya göre yaklaşık değer	Süreklilik ve momentuma göre hesaplanır
Su Yüzeyi Yüksekliği	Tüm enkesit boyunca sabit kabul edilir	Her elemanda hesaplanır

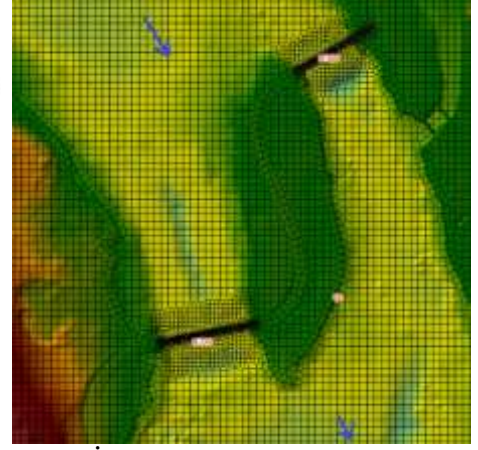


Şekil 4. HEC-RAS Su Yüzeyi Profilleri örneği (Url 2).

Bir ve İki Boyutlu Kararsız Akış Simülasyonu bileşeni, 1 boyutlu **Şekil 5(Şekil 5a)**, 2 boyutlu **Şekil 5(Şekil 5b)** ve 1/2 boyutlu açık kanallar ve taşkın yataklarını bir ağ aracılığıyla kararsız akışı olarak modelleyebilir. Kararsız akış hesaplama modülünde nehir, taşkın ve karışık akış rejimi hesaplamaları gerçekleştirilir(**Şekil 6**).

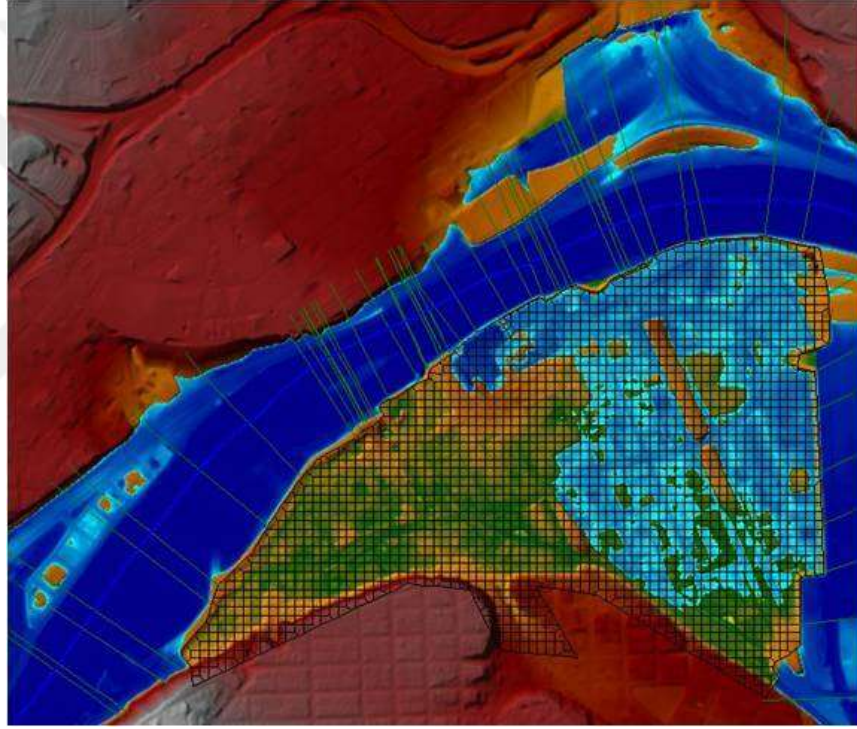


(a) Bir boyutlu enkesitler



(b) İki boyutlu sayısal hesap ağı

Şekil 5. HEC RAS 1 ve 2 boyutlu örnek görüntü(Url 2).



Şekil 6. 1B/2B model sayısal hesap ağı ve enkesit örneği (Url 2).

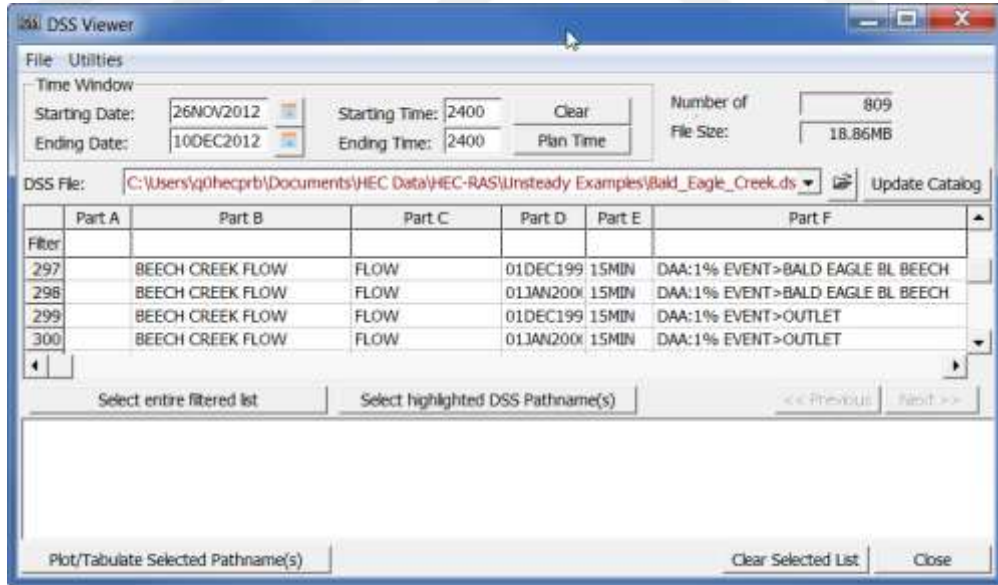
Kararsız akış modülü, baraj ve sedde kırılma (üzerinden taşma ve borulanma) analizi, pompa istasyonları, hareketli kapak işlemleri, basınçlı boru sistemleri, otomatik kalibrasyon özellikleri, kullanıcı tarafından tanımlı kurallar ile bir ve iki boyutlu akış modellemesini yapma özelliğine sahiptir.

Sabit/Hareketli Sınır Hesaplamaları bileşeni, uzun zaman periyotları boyunca (örneğin yıl), tek boyutlu sediment taşınması / hareketli sınır hesaplamalarının

simülasyonu için tasarlanmıştır. Sediment taşıma potansiyeli tane boyutu katsayıları ile hesaplanır ve böylece sorting and armoring simülasyonuna izin verir.

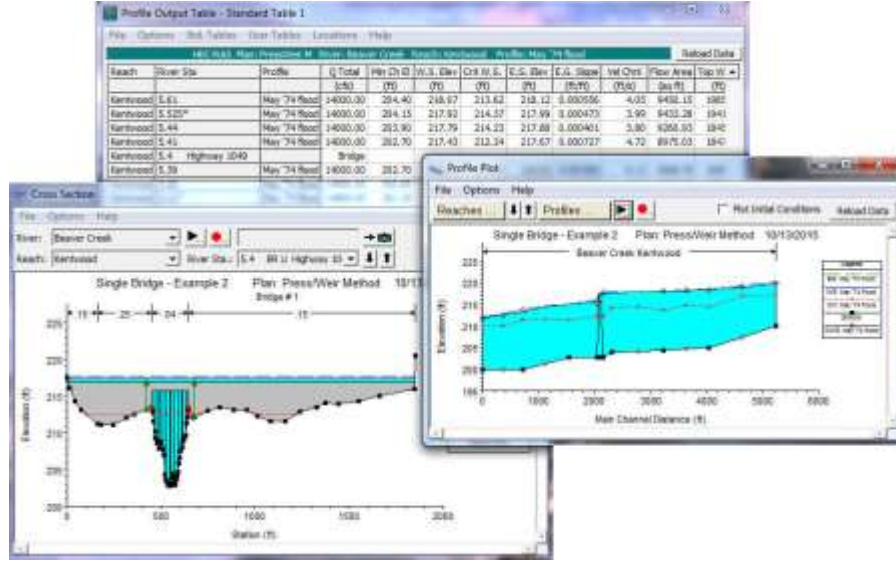
Model, çeşitli debi değerleri, akış süresinin ve kanal geometrisinin değişiminden kaynaklanabilecek uzun vadeli yıkama ve birikme eğilimlerini simüle etmek için tasarlanmıştır. Bu sistem, rezervuarlardaki çökmeyi değerlendirmek, seyir derinliklerini korumak için gerekli kanal boyutlarını tasarlamak, taramanın çökme hızı üzerindeki etkisini tahmin etmek, büyük taşkın olayları sırasında olası maksimum oyulmayı tahmin etmek ve sabit kanallarda çökmeyi değerlendirmek için kullanılabilir.

Veri saklama, "düz (flat)" dosyalar (ASCII ve binary), HEC-DSS (Veri Depolama Sistemi) ve HDF5 (Hiyerarşik Veri Formatı, Sürüm 5) kullanılarak gerçekleştirilir (Şekil 7). Kullanıcı giriş verileri, ayrı proje kategorileri, plan, geometri, kararlı akış, kararsız akış, yarı kararlı akış, sediment verileri ve su kalitesi bilgileri altında düz (flat) dosyalarda saklanır. Çıktı verileri ağırlıklı olarak *.HEC ve *.HDF5 uzantılı dosyalarında saklanmaktadır. Veriler, HEC-DSS kullanılarak HEC-RAS ve diğer yazılımlar arasında aktarılabilir.



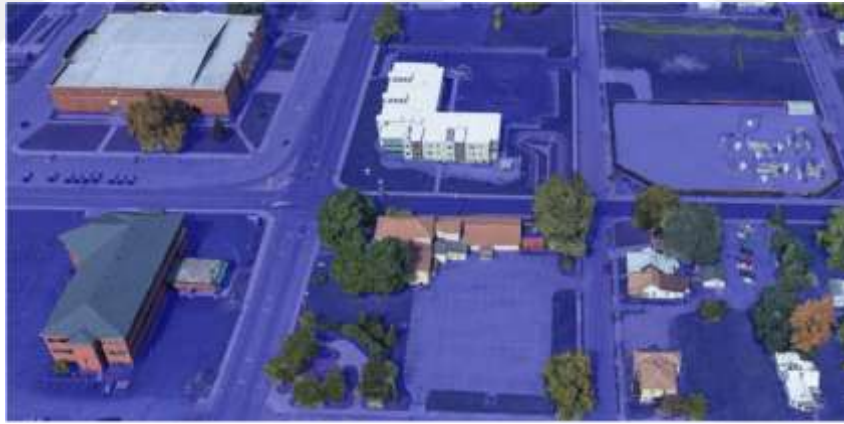
Şekil 7. HEC-DSS Viewer örnek görüntü (Url 2).

Sayısal model sonuç görselleri, nehir sistemi şematiğinin X-Y grafiklerini, enkesitleri, profilleri, eğrilerini, hidrografları ve su altında kalan alan haritalamasını içermektedir (Şekil 8).



Şekil 8. Grafikler ve Raporlama örnek görüntüler (Url 2).

Çoklu enkesitlerin üç boyutlu çizimi, su altında kalma haritalaması, yazılımın “HEC-RAS Mapper” bölümünde gerçekleştirilir. Taşkın haritaları animasyon halinde zamana bağlı gösterilebilir ve birden çok arka plan katmanı (arazi, uydu görüntüleri, vb.) eklenebilmektedir (Şekil 9).



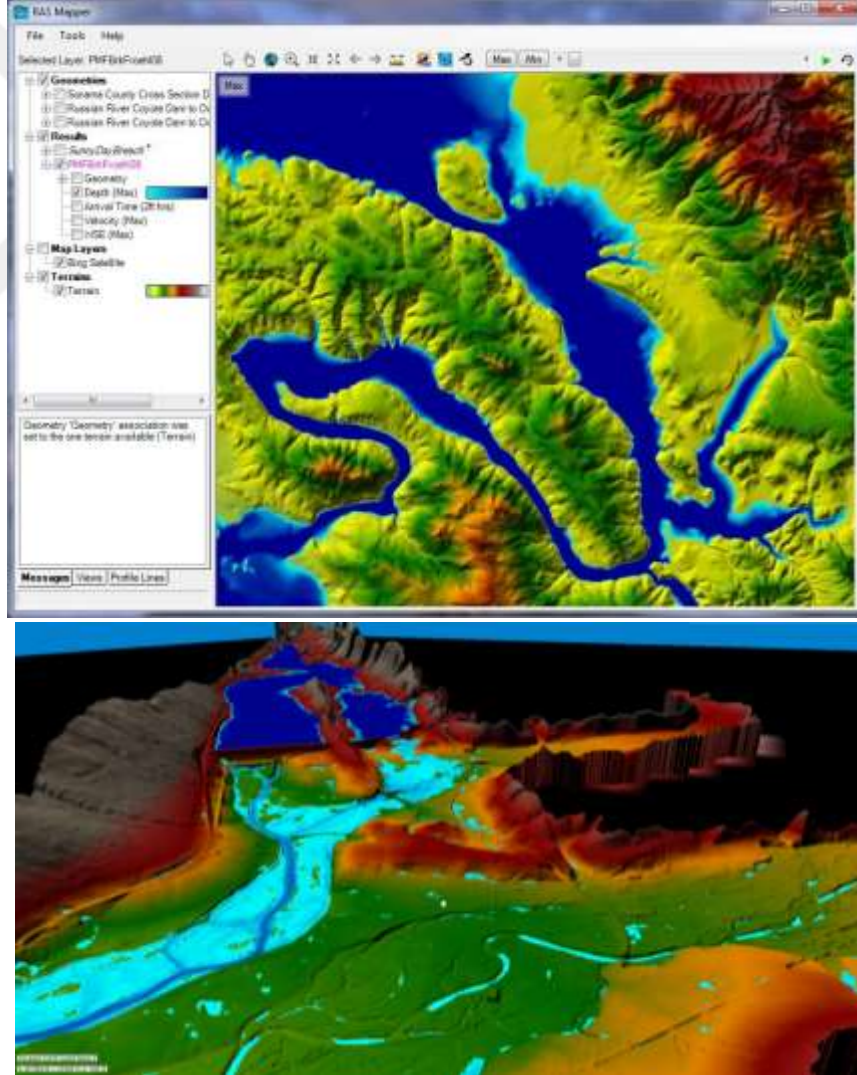
Şekil 9. Google Earth format taşkın yayılım haritası örnek görüntü (Url 2).

HEC-RAS, doğrudan HEC-RAS'tan su yüzeyi profil sonuçlarının taşkın haritalamasını gerçekleştirme yeteneğine sahiptir (Şekil 10). HEC-RAS geometrisi ve hesaplanan su yüzeyi profilleri kullanılarak taşkın alanı derinliği ve taşkın yatağı sınır veri setleri RAS Mapper aracılığıyla oluşturulur. Hız, kayma gerilimi, akışın enerji çizgisi, buz kalınlığı ve taşkın sınırları verilerinin analizi için ek jeo-uzamsal (geospatial) veriler üretilebilmektedir. RAS Mapper kullanmak için, ikili raster yüzey nokta biçiminde (binary raster floating-point format, .flt) arazi model gerekmektedir

(Paşa, Y., Hacı, A., 2023). Ortaya çıkan derinlik ızgara, *.flt formatında saklanırken, sınır veri seti jeo-uzamsal yazılım ile kullanılmak üzere ESRI'nin Shapefile (*.shp) formatında kaydedilebilmektedir.

HEC-RAS Yazılımının Modellemesinin üstünlükleri ve kapasitesi

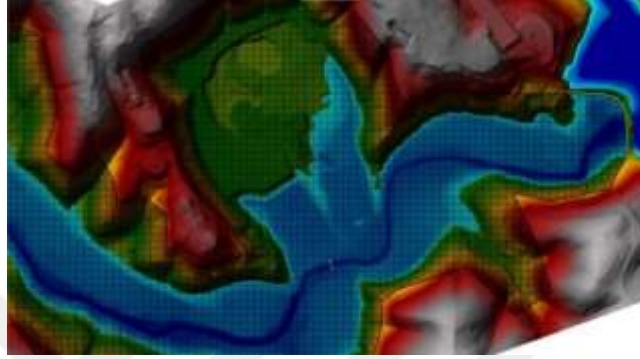
- 1B, 2B ve birleşik 1B ve 2B modelleme gerçekleştirebilir
- 2 Boyutlu Sığ Su Denklemleri veya Difüzyon Dalga Denklemleri
- Kapalı Sonlu Hacim Çözüm Algoritması
- Yapılandırılmamış (Unstructured) veya Yapılandırılmış (Structured) Hesaplamalı sayısal hesap ağı
- 2B Hesaplamalı Elemanlar ve Eleman Yüzleri için Ayrıntılı Hidrolik Özellik Tabloları
- Ayrıntılı Taşkın Haritalaması ve Taşkın Animasyonları
- Çok İşlemci Tabanlı Çözüm Algoritması (Paralel Hesaplama)
- 64-Bit Hesaplamalı Motorlar



Şekil 10. HEC-RAS Mapper arayüzü örneği (Url 2).

1.1. İki Boyutlu (2B) Sayısal Model

Ana kanal ve taşkın yatağı akış alanlarının birbirleriyle etkileşimini modelleme kabiliyeti, 2B modellerin kullanımını 1B modellerden daha cazip hale getirmektedir (Horritt ve Bates 2002). Günümüzdeki teknolojik gelişmelerden kaynaklı bilgisayar işlemci hesaplama hızlarında sürekli artış ve bilgisayar donanımlarının fiyatlarındaki azalmadan kaynaklı, 2B modellerin uygulanmasını da artırmıştır (Şekil 11).



Şekil 11. İki boyutlu model geometri ve sonucu örneği (Url 2).

En yaygın olarak kullanılan 2B modellerde, Denklem 1 ve 2’de gösterilen, Saint-Venant sığ su denklemleri olarak adlandırılan ortalama su derinliğine dayanan Navier-Stokes denklemleri kullanılmaktadır.

Dikey Ortalamalı Süreklilik Denklemi:

$$\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} - q = 0 \quad (1)$$

Dikey Ortalamalı Momentum Denklemleri:

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} &= -g \frac{\partial H}{\partial x} + v_t \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) - c_f u + f v \\ \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} &= -g \frac{\partial H}{\partial y} + v_t \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) - c_f v - f u \end{aligned} \quad (2)$$

Bu denklemde,

- v**: y yönünde hız (m/s),
- y**: yanal yöndeki mesafe (y düzlemi) (m),
- H**: su yüzeyi yüksekliği (z + Derinlik) (m),
- v_t**: yatay eddy viskozite katsayısı,
- c_f**: taban sürtünme katsayısı,
- f**: Coriolis parametresi’dir.

Akım yönüne dik olan Süreklilik Denklemi:

$$\frac{\partial UB}{\partial x} + \frac{\partial WB}{\partial z} - qB = 0 \quad (3)$$

Akım yönüne dik olan Momentum Denklemleri:

$$\begin{aligned} \frac{\partial UB}{\partial t} + U \frac{\partial UB}{\partial x} + w \frac{\partial UB}{\partial z} = \\ -g \frac{\partial BH}{\partial X} + \frac{N \partial P}{\rho \partial X} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial B \tau_{xx}}{\partial x} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial B \tau_{xz}}{\partial z} \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial z} = -g \frac{\partial h}{\partial z} \end{aligned} \quad (4)$$

Bu denklemde,

v: y yönünde hız(m/s),
y: yanal yöndeki mesafe (y düzlemi) (m),
H: su yüzeyi yüksekliği (z + Derinlik) (m),
v_t: yatay eddy viskozite katsayısı,
c_f: taban sürtünme katsayısı,
f: Coriolis parametresi,
U: x yönünde yanal olarak ortalama hız (m/s),
W: z yönünde yanal olarak ortalama hız (m/s),
B: genişlik (m),
P: yanal ortalama basınç (Pa),
τ_{xx}, τ_{xz}: sırasıyla x-x ve x-z yönlerinde türbülanslı gerilmeler,
q: birim hacim başına yanal giriş'tir.

Gösterildiği gibi, 1B ve 2B sığ su denklemleri birbirlerine çok benzemekle birlikte, temel farklılıkları da bulunmaktadır. Bu farklar 1B denklemlerin yalnızca x yönünde etki eden kuvvetler için türetilmesi, 2B denklemlerin ise etki eden kuvvetlerin x ve y veya x ve z yönünde hesaba katılmasıdır. 1B yaklaşımına dahil edilemeyen dünyanın dönüşünü (Coriolis), 2B denklemlerde, hesaba katan ek bir terime sahiptir. Genel uygulamada, Coriolis etkisinin daha baskın olduğu kuzey ve güney kutbuna daha yakın bölgelerde yapılan modellemelerde akım yönüne dik olan 2B denklemlerde Coriolis etkileri ihmal edilir.

İki boyutlu modeller, ana kanal ve taşkın yatağının tüm geometrik özelliklerini kapsayan bir hesaplama ağı üzerinde konuma bağlı olarak hidrolik parametreleri hesaplayabilir.

2B modellerin 1B modellere göre üstünlüğünün çoğu, 1B modeller tarafından belli bir kısmı veya tamamı ihmal edilen akış özelliklerinin hesaplara dahil etmesidir. İki

boyutlu sayısal model kullanıldığında, kullanıcı tarafından belirlenmesi gereken parametreler nispeten daha azdır.

Bir boyutlu modeller nehir sistemlerinin hidrolik analizinde önemli olan birçok yönü ihmal etmektedir. Bazı 2B modellerde, Saint-Venant denklemindeki belirli terimlerin ihmal edilmesi ile model simülasyonunun sayısal karmaşıklığı besitleştirilebilir. En sık ihmal edilen terimler eylemsizlik (ivme) ve basınç terimleri'dir. Bu tür modeller, karmaşık hidrolik durumlarda türbülanslı akış alanlarını hesaplarken daha az doğruluğa sahip sonuçlar üretmektedirler.



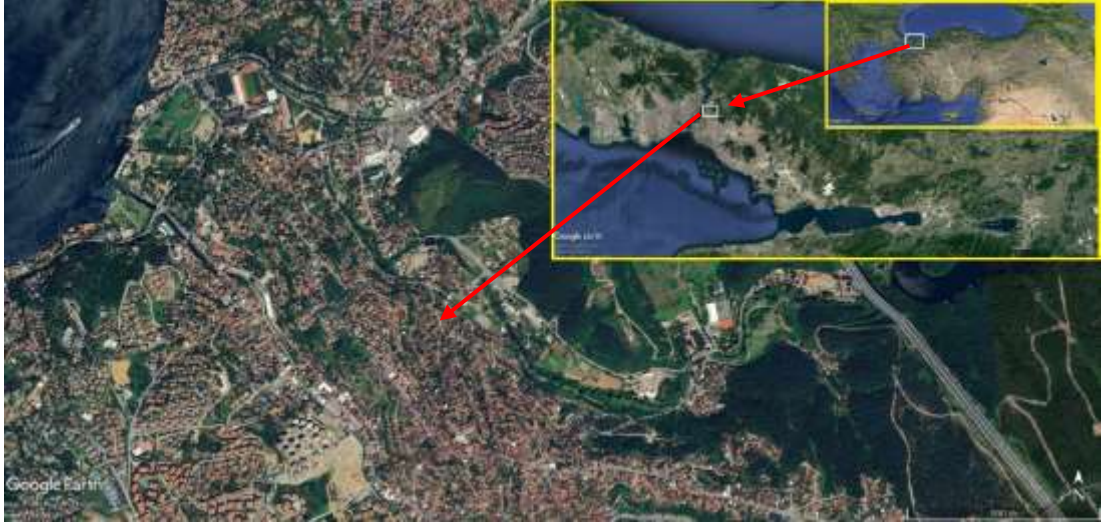
İKİNCİ BÖLÜM

SAYISAL MODELDE KULLANILAN VERİLER

Bu bölümde tez de sayısal modellemede kullanılan veriler ve çalışma alanı sunulmuştur. Ayrıca Elmalı I barajı ile ilgili bilgiler verilmiştir.

2.1. Çalışma Alanı

Göksü deresi İstanbul İli, Beykoz İlçesi sınırları içinde bulunmaktadır (Şekil 12). Bu dere üzerinde sırasıyla 1907 ve 1955 yıllarında Elmalı I ve Elmalı II Barajları işletmeye açılmıştır. Bu barajların yerleşim yeri Şekil 13’de gösterilmiştir. Bu çalışmada Elmalı I barajı’nın kapaklarının işletmesi ile ilgili analizler kullanıldığından bu bölümde Elmalı I barajı’nın özellikleri ve bilgileri getirilmiştir.

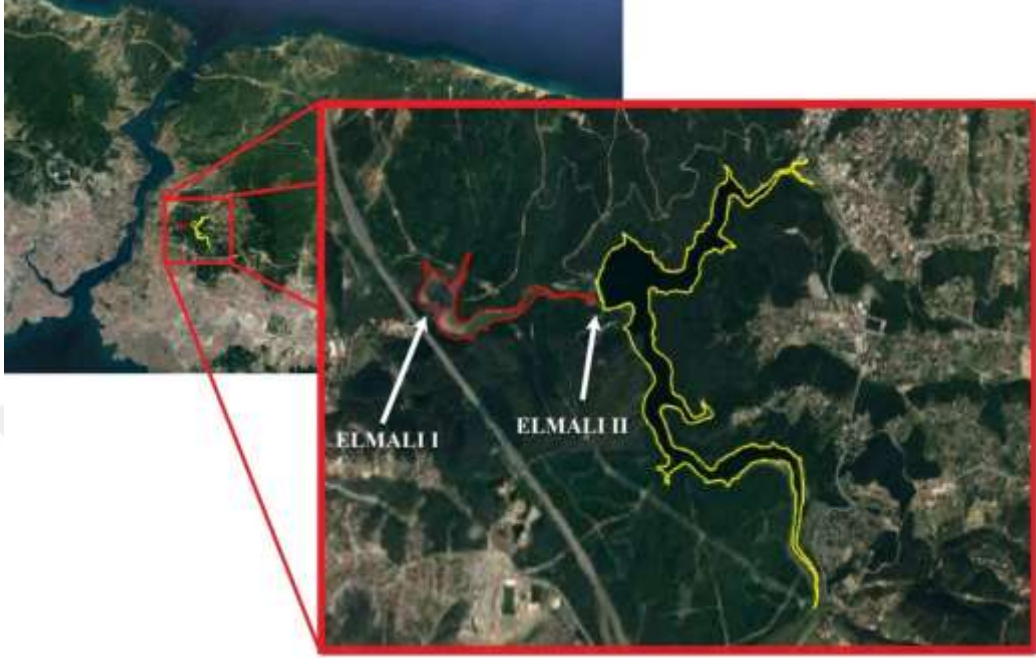


Şekil 12. Göksü Deresi yerleşim haritası (Google Earth Pro).

2.1.1. Elmalı I Barajı

Elmalı I Barajı 1893’te İstanbul İli, Asya yakasında inşa edilmiştir. Budakdere ve Çavuşbaşı dereleri Elmalı II barajını beslemektedir. Bu barajdan akan suları ise Elmalı I haznesine boşalmaktadır. Bu baraj, Boğaziçi’nde Anadoluhisarı’nın 3,3 km güneydoğu konumunda yer almıştır. Elmalı II barajı’nın 1,2 km aşağısında konumlanmıştır. İstanbul’a içme ve kullanma suyu temini amacıyla inşa edilmiştir. Elmalı I Barajı hidrolojik açıdan incelendiğinde, haznesinin drenaj sahası 2,5 km²’dir ve buna ek olarak 79 km²’lik Elmalı II Barajı tarafından da beslenmektedir (Toplam

81,5 km²). 1962 yılında maksimum yağış miktarı 1078,6 mm, minimum yağış miktarı ise 1917 yılında 426,4 mm olarak ölçülmüştür. Barajın haznenin normal su seviyesinde (32,40 m kotunda) toplam hacmi 1,7 hm³'tür.



Şekil 13. Elmalı I ve II Barajlarının konumu (Google Earth Pro).

Elmalı I barajının gövdesine ait özellikler **Tablo 2**'de sunulmuştur.

Tablo 2. Elmalı – I Barajı gövdesinin özellikleri.

Baraj türü	Kagir ağırlık ve toprak dolgu
Tabandan yüksekliği (Tepeye kadar)	19,75 m
Temelden yükseklik	22,00 m
Kagir kısmın tepe uzunluğu	118,60 m
Toprak dolgu kısmın tepe uzunluğu	179,80 m
Toplam tepe uzunluğu	298,40 m
Toprak kesitte tepe genişliği	4,65 m
Kagir kesitte tepe genişliği	3,25 m
Tepe (kret) seviyesi	34,00 m
Hazne üstündeki geçit köprüsü genişliği	1,10 m

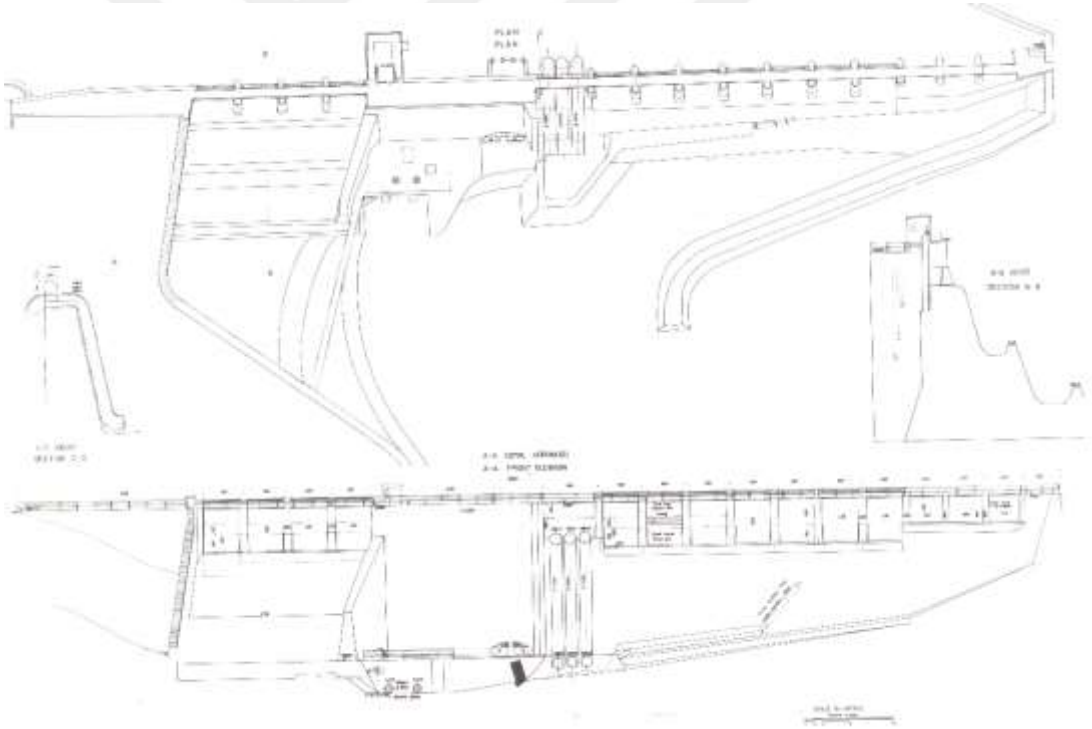
Elmalı I Barajı'nda 2 farklı seviyede ve açıklık özellikleri farklı 2 takım savak bulunmaktadır. Her biri 3,75 m genişliğinde ve eşiği +31.00 kotunda olan 3 adet dolusavak ve 11 adet, her biri 4,30 m genişliğinde ve eşiği +29.00 kotunda olan, mekanik olarak çalıştırılan sürgülü çelik kapaklı dolu savaklarla 14 adet dolusavak ile

donatılmıştır. Ayrıca, biri tıkalı, diğerleri kullanılmayan 3 adet 1000 mm çaplı dolu savak sifonu mevcuttur.

Bu 14 göze, +31.00 kotunun üstüne ahşap kalaslar konularak en fazla 32,40 kotuna kadar su tutulabilmektedir. Membada eksen kotları 17,00 ve 21,00 olan 2 adet 800 mm çaplı boru bulunmaktadır. Bu borular, hem dip savak görevi yapmakta hem de su alma borularına bağlıdır. Boruların uç kısımlarında 2 adet 600 mm'lik kelebek tipi vana bulunmaktadır.

Barajın yüzeye yakın 28.00 kotundan arıtma tesislerine 300 mm çaplı 2 adet boru ile sifonlama yapmak suretiyle su alınabilmektedir.

Dip tahliyesi amacıyla Elmalı I Barajı gövdesine iki adet konulmuştur. Şu anda, 1 adet 700 mm çaplı sifon ile barajdan su alınmaktadır. Elmalı I barajına ait en kesit ve kapakların yerleşim planı **Şekil 14**'de verilmiştir.

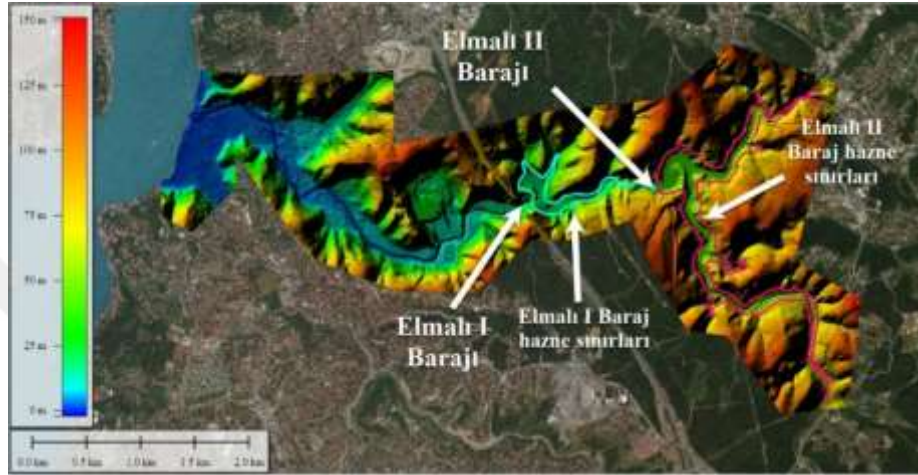


Şekil 14. Elmalı I barajının görüntüsü.

2.2. VERİLER

2.2.1. Topografik Veriler

Bu tezde 1-metre çözünürlüğe sahip olan sayısal yükseklik modeli (Dijital Elevation Model-DEM) topografik verileri kullanılmıştır. **Şekil 15**'de gösterilen veriler oldukça yüksek kalitede hazırlanmıştır. Bu haritada Elmalı I ve II konumları ve baraj hanze sınırları da gösterilmiştir.



Şekil 15. Göksu deresi taşkın yayılım modelinde kullanılan DEM verisi.

2.2.2. Yapılar

Elmalı barajı mansabında mevcut köprülerin yerleşim yeri **Şekil 16**'de verilmiştir. Her bir köprü için uydu görüntüsü **Şekil 17** ile **Şekil 23**'de gösterilmiştir. Ayrıca bu köprülerin bilgileri **Tablo 3** ile **Tablo 9**'de verilmiştir. **Şekil 16**'da gösterilen köprüler sayısal modele dâhil edilmiştir.



Şekil 16. Elmalı barajı mansabındaki köprüler.

Tablo 3. Köprü K1'in bilgileri.

Köprü Kesit No	152.9			KÖPRÜ KOORDİNAT	
Genişlik	12.2			ITRF 30 3	
Kalınlık	150			Y	X
Taban Kotu	2.8			421653.87	4550097.68
Talvek Kotu	-1.50				
Memba			Mansap		
İstasyon	Üst Kot	Taban Kotu	İstasyon	Üst Kot	Taban Kotu
0	3.9	2.4	0	3.9	2.4
26.7	4.8	3.3	26.7	4.8	3.3



Şekil 17. K1 köprüsü uydu görüntüsü.

Tablo 4. Köprü K2'in bilgileri.

Köprü Kesit No	873.25	KÖPRÜ KOORDİNAT ITRF 30 3			
Genişlik	15.6				
Kalınlık	160				
Taban Kotu	3.4				
Talvek Kotu	-1.30				
Memba			Mansap		
İstasyon	Üst Kot	Taban Kotu	İstasyon	Üst Kot	Taban Kotu
0	5.3	3.7	0	4.55	2.95
30	5.3	3.7	30	5	3.4



Şekil 18. K2 köprüsü uydu görüntüsü.

Tablo 5. Köprü K3'in bilgileri.

Köprü Kesit No	1008.16	KÖPRÜ KOORDİNAT ITRF 30 3			
Genişlik	8.5				
Kalınlık	120				
Taban Kotu	3.6				
Talvek Kotu	-1.10				
Memba					
			Mansap		
İstasyon	Üst Kot	Taban Kotu	İstasyon	Üst Kot	Taban Kotu
0	4.8	3.6	0	4.8	3.6
12.1	4.8	3.6	12.1	4.8	3.6



Şekil 19. K3 köprüsü uydu görüntüsü.

Tablo 6. Köprü K4'ün bilgileri.

Köprü Kesit No	1183.54	KÖPRÜ KOORDİNAT ITRF 30 3			
Genişlik	2.75				
Kalınlık	40				
Taban Kotu	3.3				
Talvek Kotu	-1.00				
Memba			Mansap		
İstasyon	Üst Kot	Taban Kotu	İstasyon	Üst Kot	Taban Kotu
0	3.3	2.9	0	3.3	2.9
22.4	3.3	2.9	22.4	3.3	2.9



Şekil 20. K4 köprüsü uydu görüntüsü.

Tablo 7. Köprü K5'ün bilgileri.

Köprü Kesit No	1751	KÖPRÜ KOORDİNAT ITRF 30 3			
Genişlik	2.6				
Kalınlık	30				
Taban Kotu	7				
Talvek Kotu	0.45				
Memba			Mansap		
İstasyon	Üst Kot	Taban Kotu	İstasyon	Üst Kot	Taban Kotu
0	7.3	7	0	7.3	7
26.3	7.3	7	26.3	7.3	7



Şekil 21. K5 köprüsü uydu görüntüsü.

Tablo 8. Köprü K6'ın bilgileri.

Köprü Kesit No	2084.39	KÖPRÜ KOORDİNAT ITRF 30 3			
Genişlik	12.1				
Kalınlık	110				
Taban Kotu	4.4				
Talvek Kotu	0.60				
Memba		Mansap			
İstasyon	Üst Kot	Taban Kotu	İstasyon	Üst Kot	Taban Kotu
0	5.2	4.1	0	5.2	4.1
15	5.8	4.7	15	5.8	4.7



Şekil 22. K6 köprüsü uydu görüntüsü.

Tablo 9. Köprü K7'nin bilgileri.

Köprü Kesit No	3409.57	KÖPRÜ KOORDİNAT ITRF 30 3			
Genişlik	11.2				
Kalınlık	90				
Taban Kotu	9.35				
Talvek Kotu	7.00				
Memba		Mansap			
İstasyon	Üst Kot	Taban Kotu	İstasyon	Üst Kot	Taban Kotu
0	10.25	9.35	0	10.25	9.35
10.5	10.25	9.35	11.1	10.25	9.35



Şekil 23. K7 köprüsü uydu görüntüsü.

2.3. Binalar

Bu tez'de şehirleşme etkisinin taşkınlar üzerinde etkisi incelenmiştir. Bu amaca yönelik çalışma alanına ait çeşitli zaman aralığındaki (2002-2023) yapılan binaların yerleşim haritası elde edilmiştir.

Çalışma alanına ait geriye dönük binaların yerleşim haritaları temin edilemediğinden Google Earth Pro gibi GIS uygulama kullanarak önceki yılların uydu görüntüler sayısallaştırılmıştır. Bu işlem manuel bir şekilde ve binalar tek tek el ile çizilerek (Şekil 24) elde edilmiştir ve *.KMZ dosyası formatında kaydedilmiştir. Her yıla (2002, 2007, 2012, 2017 ve 2023) ait sayısallaştırılmış görüntüler Şekil 25, Şekil 26, Şekil 27, Şekil 28 ve Şekil 29'da verilmiştir.



Şekil 24. Binaların manuel olarak çizim örneği.



Şekil 25. 2002 yılına ait binaların yerleşim haritası.



Şekil 26. 2007 yılına ait binaların yerleşim haritası.



Şekil 27. 2012 yılına ait binaların yerleşim haritası.



Şekil 28. 2017 yılına ait binaların yerleşim haritası.

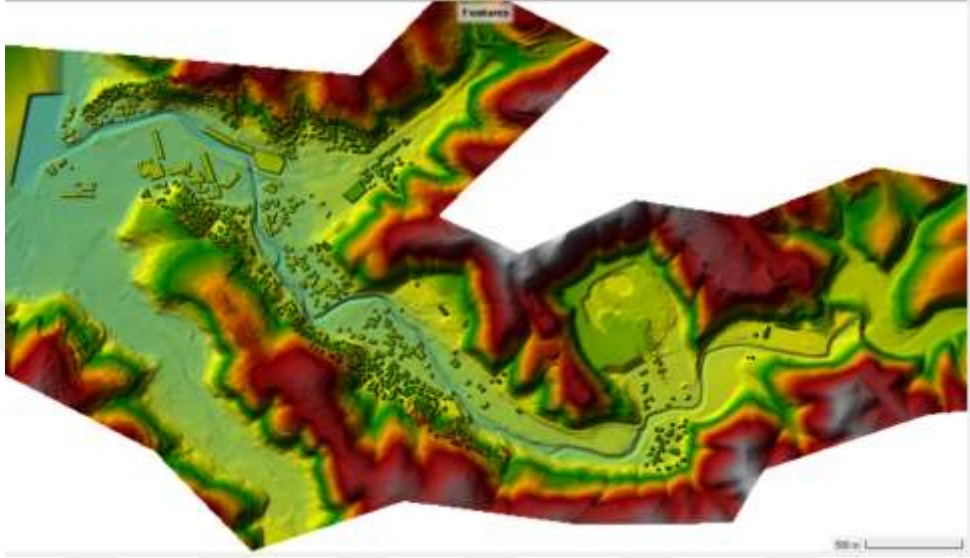


Şekil 29. 2023 yılına ait binaların yerleşim haritası.

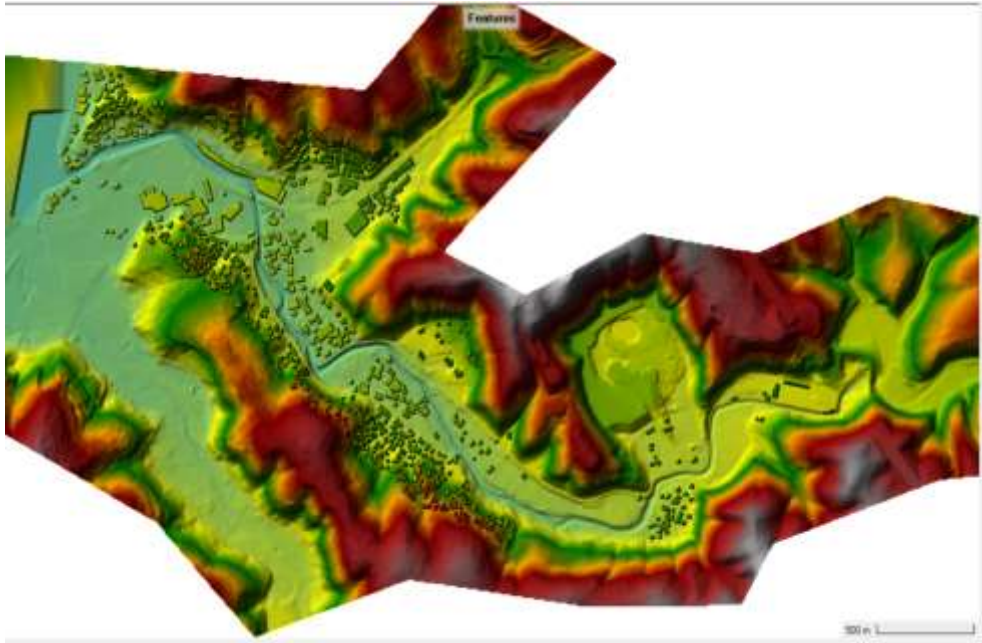
SYM veya Dijital Yükseklik Modeli (DEM), yeryüzünün sürekli değişen topoğrafik yapısını 3 boyutlu olarak gösteren bir veri yapısıdır. Genel olarak 3 boyutlu

uygulamalar için önemli bir veri kaynağıdır. Raster veri formatında bulunan sayısal yükseklik modeli, bir arazi yüzeyini en iyi şekilde temsil edendir(Ermiş, I., S., 2015).

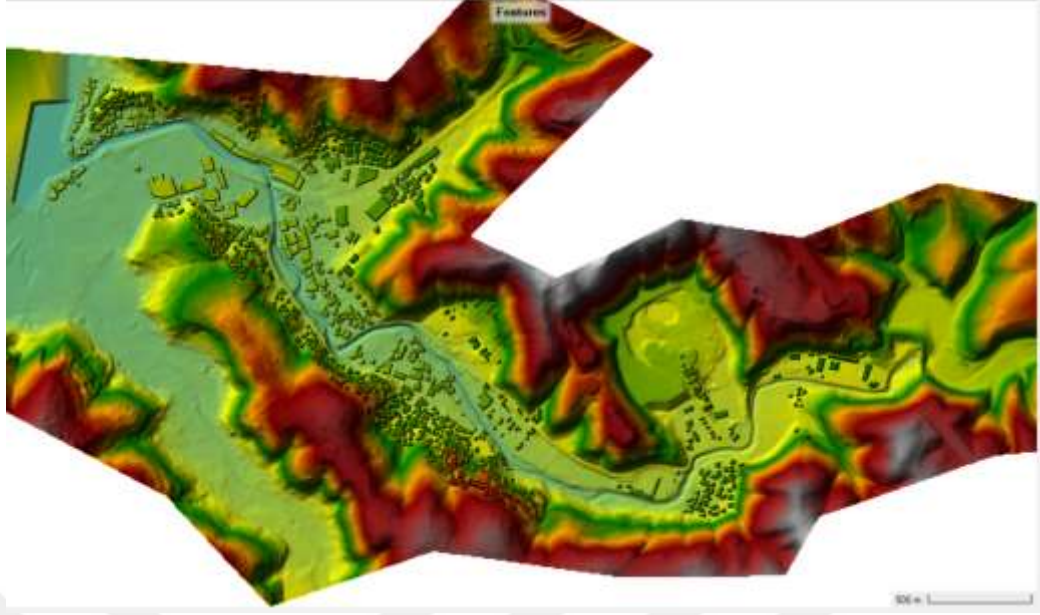
5 farklı zaman da yapılan binaları SYM üzerinde entegre edilip elde edilen yeni SYM ler, sayısal model kurulumunda kullanılmıştır. **Şekil 30**, **Şekil 31**, **Şekil 32**, **Şekil 33** ve **Şekil 34**'de binaların SYM dosyası üzerinde eklenmiş hali verilmiştir.



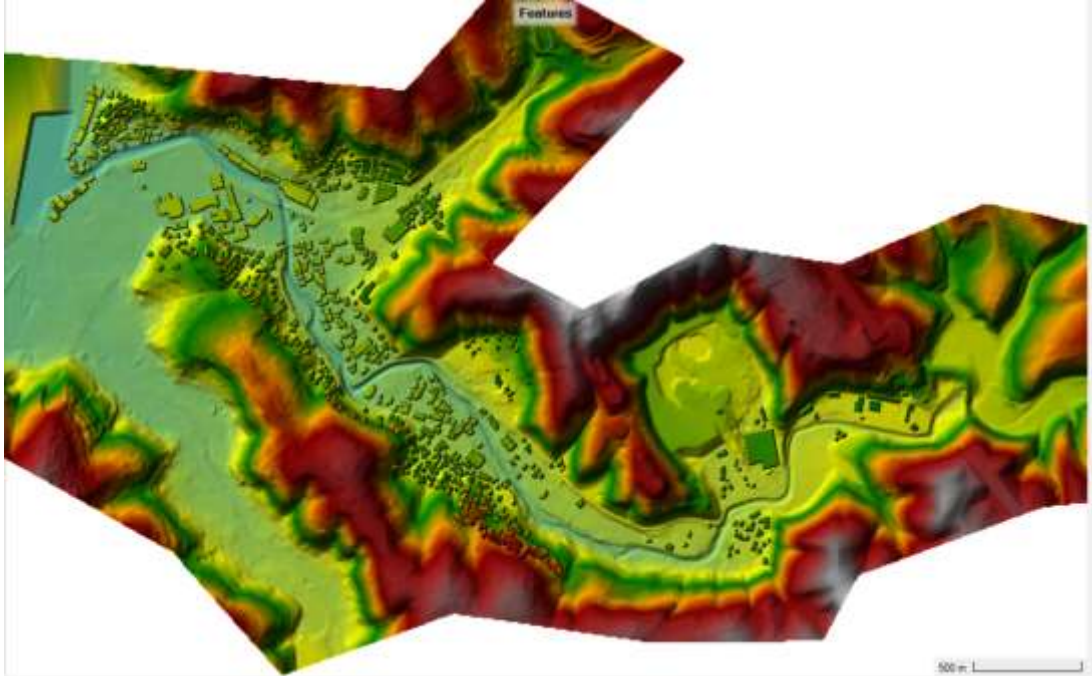
Şekil 30. 2002 yılına ait binaların SYM üzerinde eklenmiş hali



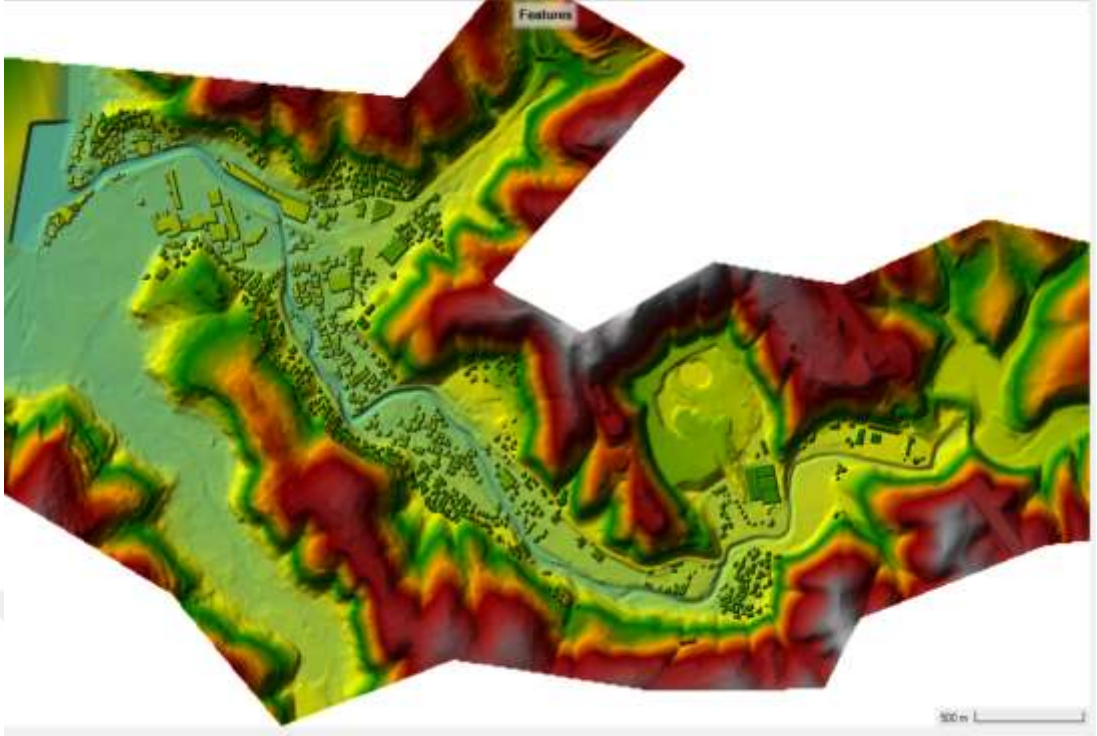
Şekil 31. 2007 yılına ait binaların SYM üzerinde eklenmiş hali.



Şekil 32. 2012 yılına ait binaların SYM üzerinde eklenmiş hali.



Şekil 33. 2017 yılına ait binaların SYM üzerinde eklenmiş hali.



Şekil 34. 2023 yılına ait binaların SYM üzerinde eklenmiş hali.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

SAYISAL MODEL KURULUMU

3.1. Sayısal Model Kurulumu

Bu tezde Elmalı I barajı mansap bölgede bu barajın kapakları çeşitli oranlarda açılma sonucunda taşkın yayılım haritasını elde edilmiştir. Bu amaca ulaşmak için daha önce açıklaması yapılan 2 boyutlu HEC-RAS yazılımı kullanılmıştır.

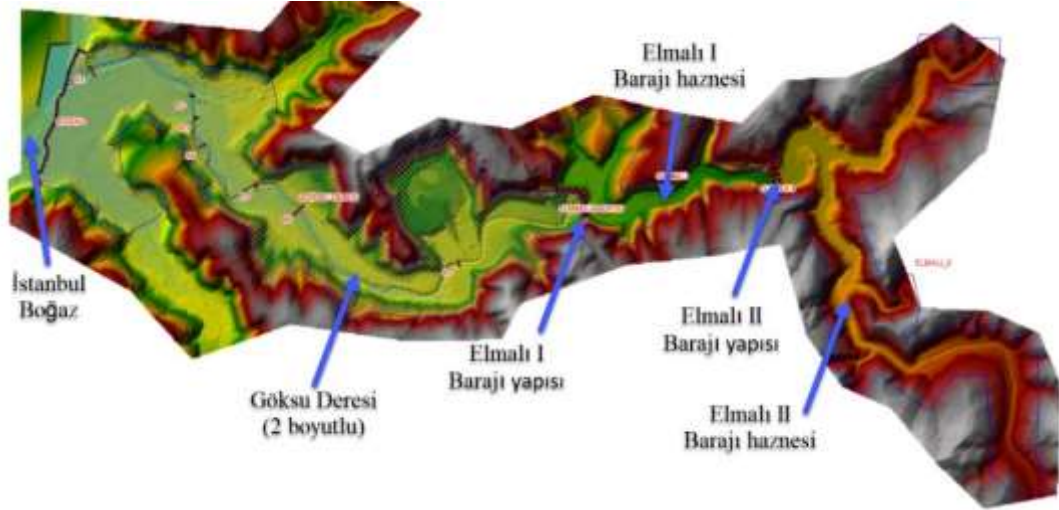
Bu bölgedeki taşkın yayılım haritasını elde etmek için **Şekil 35** ve **Şekil 36**'da gösterilen 5×5 m çözünürlüğe sahip olan dikdörtgen sayısal hesaplama ağı oluşturularak kullanılmıştır. Bu model için sınır şartı olarak memba tarafında Elmalı I barajının kapaklarının %25, %50, %75 ve %100 oranlarında açık olduğu durumda deşarj olan akımın debisi kullanılmıştır.

Bu oranlar ve deşarj olan debi değerleri Mahnamfar, F. ve ark (2020) Elmalı barajı mansabındaki binaların taşkın risk analizi çalışmasından alınmıştır. Bu çalışmada Elmalı I barajın doluluk oranı %100 varsayarak ve her bir kapak açılma oranına karşı debi değerleri hesaplanmıştır.

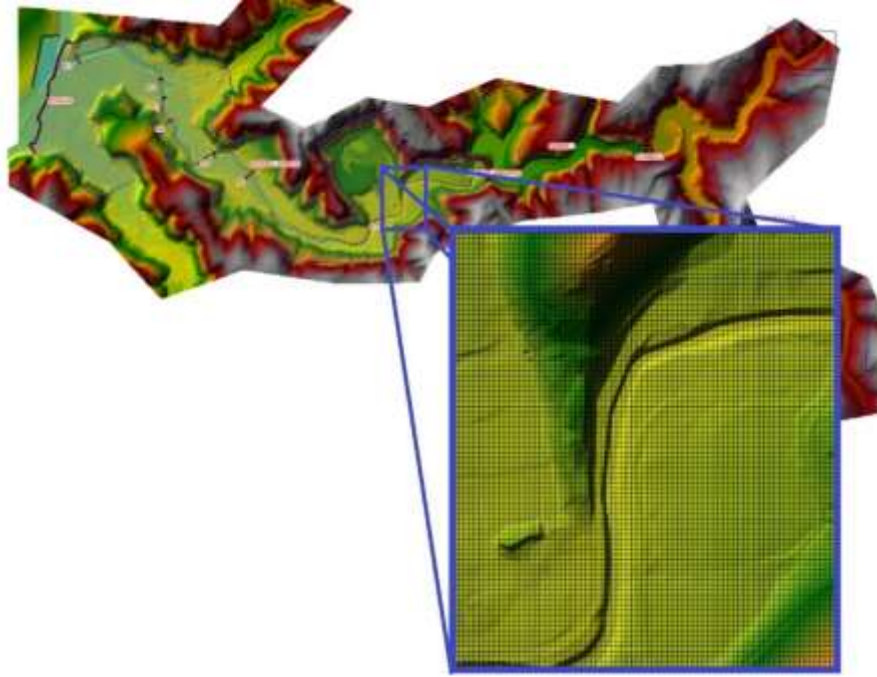
Hesaplanan değerleri **Tablo 10**'da verilmiştir. Ayrıca, İstanbul Boğazında bağlandığı konumda da programın kendi hesapladığı su yüzey eğimi kullanılmıştır.

Tablo 10. Kapak açılma oranına karşı gelen debi değerleri

KAPAKLARIN AÇILMA ORANI (%)	SAVAKLANAN DEBİ (M ³ /S)
25	135
50	270
75	405
100	540



Şekil 35. 2B sayısal modelin (HEC-RAS) bileşenleri.



Şekil 36. 2-boyutlu Sayısal hesap için oluşturulan sayısal hesap ağı.

3.2. Senaryolar

Önceki bölümde anlatıldığı gibi sayısal model için sınır şartları bu bölgede farklı bir amaç için hazırlanan çalışmanın hesapladığı debiler kullanılmıştır. Bu deşarj değerleri, çeşitli zamanlar için hazırlanan 2B sayısal modellerde (modeller arasında fark sadece SYM verisinden kaynaklanmaktadır) kullanarak 20 farklı senaryo oluşturulmuştur. Bu senaryolar kombinasyonu **Tablo 11**'de verilmiştir.

Tablo 11. Senaryolar

Senaryo No	Yıl	Kapak Açıklık oranı (%)	Savaklanan debi (m ³ /s)
SEN-1	2002	25	135
SEN-2	2002	50	270
SEN-3	2002	75	405
SEN-4	2002	100	540
SEN-5	2007	25	135
SEN-6	2007	50	270
SEN-7	2007	75	405
SEN-8	2007	100	540
SEN-9	2012	25	135
SEN-10	2012	50	270
SEN-11	2012	75	405
SEN-12	2012	100	540
SEN-13	2017	25	135
SEN-14	2017	50	270
SEN-15	2017	75	405
SEN-16	2017	100	540
SEN-17	2023	25	135
SEN-18	2023	50	270
SEN-19	2023	75	405
SEN-20	2023	100	540

İlk 4 senaryo (SEN-1, SEN-2, SEN-3, ve SEN-4) 2002 yılına ait ve %25, %50, %75 ve %100 açıklık oranına sahip dolusavakların deşarj ettiği debi sonucunda Göksu deresinde meydana gelebilecek taşkın yayılım haritalarıdır. Senaryo SEN-1’de (**Şekil 37**) yayılım haritası alanı 131797 m² olup, 2002 yılında 35 bina taşkın alanı içinde yer almıştır. Ayrıca, dere yatağının orta bölgelerinde su derinliği 4 m’ ye kadar ulaşmaktadır(**Şekil 37**’de 3 nolu bölge). Burada, meskûn bölgelerde su derinliği 1,2 m’ ye kadar yükselmiştir(**Şekil 37**’de 2 nolu bölge ile işaretlenmiştir). Derenin orta bölgesinde ki binaların büyük hasar görmesi beklenmektedir.

Senaryo SEN-2 (**Şekil 38**) yayılım haritası 225620 m² olarak elde edilmiştir ve 98 bina taşkından etkilenmiştir. İkinci senaryo sonucunda, Şekil ’de gösterilen 1 (boğaz sınırı), 2, 3 ve 4 noktalarında taşkın dere yatağının etraftaki araziye daha çok yayılmıştır. Senaryo 2’de etraftaki arazide su derinliği 1 metre’ den fazla olmuştur ve olası taşkın durumunda daha önce anlatıldığı gibi can, mal kaybı meydana gelme ihtimali yüksektir. 4 numaralı noktada taşkın su derinliği 3 metreye kadar ulaşmaktadır.



Şekil 37. 1. senaryonun(2002) taşkın risk haritası (0.25Qmax)



Şekil 38. 2. senaryonun(2002) taşkın risk haritası (0.50Qmax)

Üçüncü senaryoda ise taşkın debisi $405 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak alınmıştır ve bu debi Elmalı Barajının dolu savağından savaklanabilen maksimum debinin %75'ne eşittir. **Şekil 39'**da gösterildiği gibi (SEN-3) taşkın 332283 m^2 alana yayılarak 155 binayı etkisi altına almıştır. Bir önceki senaryoyla karşılaştırdığımız zaman tüm noktalarda taşkın su derinliğinde artış meydana gelmiştir ve 1. noktadaki su derinliğinin 2 m' ye kadar ulaştığı gözlenmiştir. Bu nedenle binaların birçoğu risk alanındadır.



Şekil 39. 3. senaryonun (2002) taşkın risk haritası (0.75Qmax)

2002 yılı için son senaryoda (SEN-4) taşkınının yayıldığı alan 441331 m² ve 180 bina bu senaryoda taşkından etkilenmiştir. Bir önceki senaryolara göre bu senaryodaki debi en yüksektir ve beklendiği gibi taşkın yayılım alanı önceki 3 senaryoya göre fazla olup özellikle 2, 3 ve 4 nolu konumlarda dere dığına taşmıştır (Şekil 40).



Şekil 40. 4. Senaryonun (2002 taşkın risk haritası (Qmax).

Tablo 12. 2002 yılına ait bina sayısını yüzdelik olarak artış tablosu.

	Q%25	Q%50	Q%75	Q%100
Q%25	1	62.28	132.42	160.55
Q%50	-	1	91.77	125.55
Q%75	-	-	1	93.89
Q%100	-	-	-	1

5-8 senaryoları (SEN-5, SEN-6, SEN-7, ve SEN-8) 2007 yılına ait ve %25, %50, %75 ve %100 açıklık oranına sahip dolusavakların deşarj ettiği debi sonucunda Göksu dersinde meydana gelecek taşkın yayılım haritalarıdır.

Tablo 12'de çeşitli senaryolarda etkilenen bina sayılarındaki artışlar gösterilmiştir. Bu tablo incelendiğinde Q%100, Q%25 e göre %160.55 artış göstermiştir. Ayrıca Q%100, Q%50 e göre %125.55 artış, Q%100, Q%75 e göre %93.89 artış ile Q%75, Q%50 ye göre %91.77 artış olduğu elde edilmiştir.

Senaryo SEN-5'de (**Şekil 41**) yayılım haritası 131120 m² olup, 2007 yılında 45 bina taşkın alanı içinde yer almıştır. Ayrıca, dere yatağının orta kısmının bazı yerlerinde su derinliği 4 m' ye kadar ulaşmaktadır. Taşkın, derenin denize bağlandığı bölgede daha çok yayılarak, büyük çapta riskli alanlar oluşturmaktadır. Diğer alanlarda dere dışına büyük ölçekte taşkın yayılımı yoktur.



Şekil 41. 5. senaryonun(2007) taşkın risk haritası (0.25Qmax)

Senaryo SEN-6 (**Şekil 42**) yayılım haritası 219671 m² olarak elde edilmiştir ve 104 bina taşkından etkilenmiştir. Altıncı senaryo sonucunda, **Şekil 42**'de gösterilen 1 (boğaz sınırı), 2, 3 ve 4 noktalarında taşkın dere yatağının etraftaki araziye daha çok yayılmıştır.

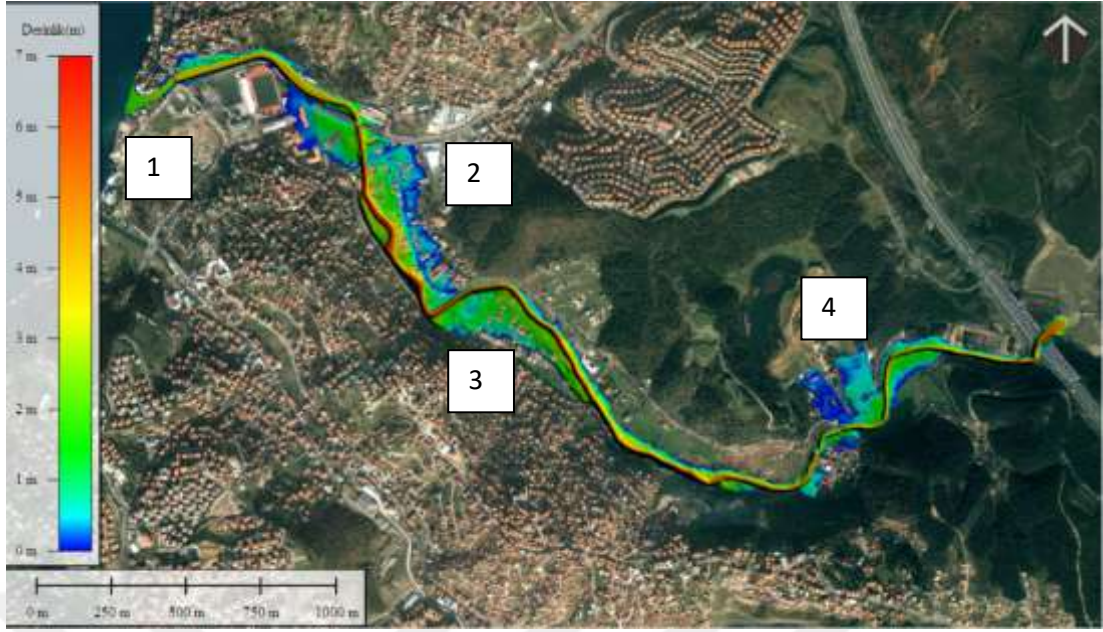
Şekil 43'de gösterildiği gibi SEN-7 senaryosunda 325609 m² alan elde edilmiştir ve 166 bina taşkın alanında kalmıştır. Bu senaryo sonucunda, 1 (boğaz sınırı), 2, 3 ve 4 noktalarında taşkın dere yatağının etraftaki araziye daha çok yayılmıştır. Bu senaryo bir önceki senaryoya göre taşkın yayılım alanı ve taşkından etkilenen bina sayısına göre yaklaşık %50 artış olduğu gözlenmiştir.

8. Senaryo 2007 yılının en kötü senaryosudur. Bölgede meydana gelebilecek en fazla taşkın 2007 yılında 425639 m² araziye yayılmıştır. Bu yayılımdan 195 bina etkilenmiştir ve **Şekil 44**'de gösterilen 1, 2, 3 ve 4 noktasında taşkın meskün bölgelere yayılmıştır ve derinlik bu alanlarda 2 metreyi geçmiştir.

Tablo 13'de 2007 yılında çeşitli taşkın debilerine göre etkilenen bina sayılarındaki artışlar gösterilmiştir. Bu tablo incelendiğinde Q₁₀₀, Q₂₅ e göre %171.92 artış göstermiştir. Ayrıca Q₁₀₀, Q₅₀ e göre %141.67 artış, Q₁₀₀, Q₇₅ e göre %109.87 artış ile Q₇₅, Q₅₀ ye göre %103.35 artış olduğu elde edilmiştir.



Şekil 42. 6. senaryonun(2007) taşkın risk haritası (0.50Qmax)



Şekil 43. 7. Senaryonun (2007) taşkın risk haritası (0.75Qmax)



Şekil 44. 8. senaryonun(2007) taşkın risk haritası (Qmax).

Tablo 13. 2007 yılına ait bina sayısını yüzdelik olarak artış tablosu.

	Q%25	Q%50	Q%75	Q%100
Q%25	1	60.73	138.89	171.92
Q%50	-	1	103.35	141.67
Q%75	-	-	1	109.87
Q%100	-	-	-	1

SEN-9, SEN-10, SEN-11, ve SEN-12 senaryoları 2012 yılına aittir. %25, %50, %75 ve %100 açıklık oranına sahip dolusavakların deşarj ettiği debi sonucunda Göksu dersinde meydana gelecek taşkın yayılım haritalarını oluşturmaktadır.

Şekil 45'de yayılım haritası sunulan senaryo SEN-9'de taşkın 132797 m² olup, 2012 yılında 46 bina taşkından etkilenmiştir. Bu senaryoda, taşkın dere yatağının dışına az taştığından az sayıda binayı etkisi altında almıştır.



Şekil 45. 9. Senaryonun (2012) taşkın risk haritası (0.25Qmax).

Şekil 46'da gösterildiği gibi SEN-10 senaryosunda 235630 m² taşkın yayılım alanı oluşmuştur ve 120 bina taşkın alanında kalmıştır. Bu senaryo sonucunda 3 ile gösterilen alanda taşkın yayılımı diğer alanlara göre fazla olduğu gözlenmiştir. Taşkından etkilenen bina sayılarına bakınca bu senaryo bir önceki senaryoya göre 2.5 katından fazla bina taşkından etkilenmiştir.

Şekil 47'de gösterildiği gibi SEN-11 senaryosunda 342381 m² alan elde edilmiştir ve 187 bina taşkın alanında kalmıştır. Bu senaryo sonucunda, 1 (boğaz sınırı), 2, 3 ve 4 noktalarında taşkın dere yatağının etraftaki araziye daha çok taşmıştır. Bu senaryoda özellikle 2, 3 ve 4 ile gösterilen bölgelerde taşkın meskûn bölgeler taştığı gözlenmiştir ve bu bölgelerde bulunan binalar taşkından etkilenmiştir.



Şekil 46. 10. Senaryonun (2012) taşkın risk haritası (0.50Qmax).

12. Senaryo taşkın açısından 2012 yılının en büyük deşarj debiye sahip senaryosudur. Bölgede meydana gelebilecek en fazla taşkın 2012 yılında 411331 m² alana yayılmıştır. Bu senaryoda 212 bina taşkından etkilenmiştir ve **Şekil 48**'de gösterilen 1, 2, 3 ve 4 noktasında taşkın meskün bölgelere yayılmıştır ve derinlik meskün bölgelerde 2 metreyi geçmiştir.



Şekil 47. 11. senaryonun(2012) taşkın risk haritası (0.75Qmax).



Şekil 48. 12. senaryonun(2012) taşkın risk haritası (Qmax).

SEN-13, SEN-14, SEN-15, ve SEN-16 senaryoları 2017 yılına ait ve %25, %50, %75 ve %100 açıklık oranına sahip dolusavakların deşarj ettiği debi sonucunda Göksu dersinde meydana gelecek taşkın yayılım haritalarını oluşturmaktadır. **Şekil 49'**da yayılım haritası sunulan senaryo SEN-13'de taşkın 131775 m² olup, 51 bina taşkından etkilenmiştir. Bu senaryoda, taşkın dere yatağının dışına az taştığından az sayıda binayı etkisi altında almıştır.

Tablo 14'de 2012 yılına ait çeşitli taşkın debilerine göre etkilenen bina sayılarındaki artışlar gösterilmiştir. Bu tablo incelendiğinde $Q_{\%100}$, $Q_{\%25}$ e göre %190.31 artış göstermiştir. Ayrıca $Q_{\%100}$, $Q_{\%50}$ e göre %141.67 artış, $Q_{\%100}$, $Q_{\%75}$ e göre %123.79 artış ile $Q_{\%75}$, $Q_{\%50}$ ye göre %122.83 artış olduğu elde edilmiştir.

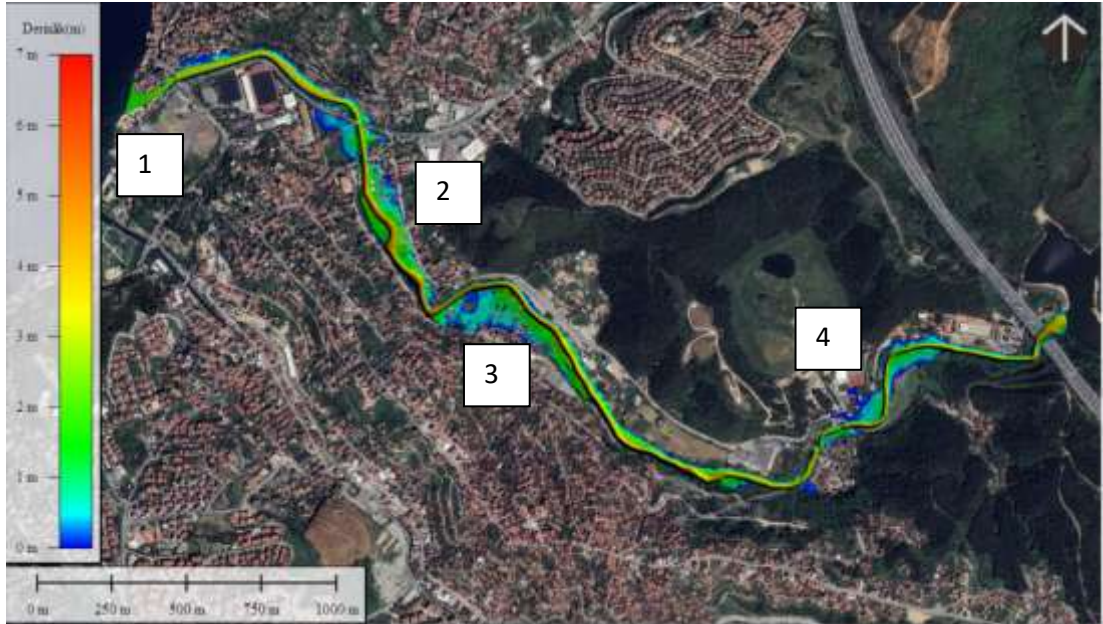
Tablo 14. 2012 yılına ait bina sayısını yüzdelik olarak artış tablosu.

	$Q_{\%25}$	$Q_{\%50}$	$Q_{\%75}$	$Q_{\%100}$
$Q_{\%25}$	1	81.67	162.41	190.31
$Q_{\%50}$	-	1	122.83	141.67
$Q_{\%75}$	-	-	1	123.79
$Q_{\%100}$	-	-	-	1



Şekil 49. 13. Senaryonun (2017) taşkın risk haritası (0,25Qmax).

Şekil 50’de gösterildiği gibi SEN-14 senaryosunda 223382 m² taşkın yayılım alanı oluşmuştur ve 132 bina taşkın alanında kalmıştır. Bu senaryo sonucunda 3 ile gösterilen alanda taşkın yayılımının diğer alanlara göre fazla olduğu gözlenmiştir. Taşkından etkilenen bina sayılarına bakınca taşkın debisi iki kat artmasına rağmen bu senaryoda bir önceki senaryoya göre büyük değişim (yaklaşık 1.4 kat) olmamıştır.



Şekil 50. 14. Senaryonun (2017) taşkın risk haritası (0.50Qmax).

Şekil 51’de gösterildiği gibi SEN-15 senaryosunda 305898 m² alan elde edilmiştir ve 209 bina taşkından etkilenmiştir. Bu senaryo sonucunda, 1 (boğaz sınırı), 2, 3 ve 4 noktalarında taşkın dere yatağının dışına taşmıştır. Bu senaryoda özellikle 2, 3 ve 4 ile gösterilen bölgelerde taşkın meskûn bölgeler taşıdığı gözlenmiştir.



Şekil 51. 15. senaryonun (2017) taşkın risk haritası (0.75Qmax).



Şekil 52. 16. senaryonun (2017) taşkın risk haritası (Qmax).

16. Senaryo taşkın açısından 2017 yılının en kötü senaryosudur. Bölgede meydana gelebilecek en fazla taşkın 2017 yılında 317183 m² alana yayılarak 254 binayı etkisi altına almıştır. **Şekil 52**'de gösterilen 1, 2, 3 ve 4 noktasında taşkın meskün bölgelere yayılmıştır ve derinlik meskün bölgelerde 2 metreyi geçmiştir. Ayrıca nehir yatağında derinlik 7 metreye ulaşmıştır.

SEN-17, SEN-18, SEN-19, ve SEN-20 senaryoları 2023 yılına aittir. %25, %50, %75 ve %100 açıklık oranına sahip dolusavakların deşarj ettiği debi sonucunda Göksu dersinde meydana gelecek taşkın yayılım haritalarını sunan senaryolardır.

Şekil 53'de yayılım haritası sunulan senaryo SEN-13'de taşkın 129704 m² olup, 60 bina taşkından etkilenmiştir. Bu senaryoda, taşkın dere yatağının dışına az taştığından dolayı, az sayıda binayı etkisi altında almıştır.



Şekil 53. 17. Senaryonun (2023) taşkın risk haritası (0,25Qmax).

Tablo 15'de 2017 yılına ait çeşitli taşkın debilerine göre etkilenen bina sayılarındaki artışlar gösterilmiştir. Bu tablo incelendiğinde Q_{%100}, Q_{%25} e göre %233.92 artış göstermiştir. Ayrıca Q_{%100}, Q_{%50} e göre %202.03 artış, Q_{%100}, Q_{%75} e göre %171.72 artış ile Q_{%75}, Q_{%50} ye göre %145.84 artış olduğu elde edilmiştir.

Tablo 15. 2017 yılına ait bina sayısını yüzdelik olarak artış tablosu.

	Q%25	Q%50	Q%75	Q%100
Q%25	1	93.36	184.60	233.92
Q%50	-	1	145.84	202.03
Q%75	-	-	1	171.72
Q%100	-	-	-	1

Şekil 54'de gösterildiği gibi SEN-18 senaryosunda 217564 m² taşkın yayılım alanı oluşmuştur ve 167 bina taşkından etkilenmiştir. Bu senaryo sonucunda 2 ve 3 ile gösterilen alanlarda taşkın meskûn bölgelere yayıldığı gözlenmiştir. Taşkından etkilenen bina sayılarına bakınca taşkın debisi iki kat artmasına rağmen bu senaryoda bir önceki senaryoya göre büyük değişim (yaklaşık 1.5 kat) olmamıştır.



Şekil 54. 18. Senaryonun (2023) taşkın risk haritası (0.50Qmax).

Şekil 55'de gösterildiği gibi SEN-19 senaryosunda 305898 m² alan elde edilmiştir ve 257 bina taşkından etkilenmiştir. Bu senaryo sonucunda, 1 (boğaz sınırı), 2, 3 ve 4 noktalarında taşkın dere yatağının dışına taşmıştır. Bu senaryoda özellikle 2, 3 ve 4 ile gösterilen bölgelerde taşkın meskûn bölgelere taşıdığı gözlenmiştir.



Şekil 55. 19. SenaryoWW2WWonun (2023) taşkın risk haritası (0.75Qmax).

20. Senaryo taşkın açısından 2023 yılının en kötü senaryosudur. Bölgede meydana gelebilecek en büyük taşkın 2020 yılında 405199 m² alana yayılarak 300 binayı etkisi altına almıştır. Şekil 56'de gösterilen 1, 2, 3 ve 4 noktasında taşkın meskün bölgelere yayılmıştır ve derinlik meskün bölgelerde 2 metreyi geçmiştir. Ayrıca nehir yatağında derinlik 7 metreye ulaşmıştır.



Şekil 56. 20. Senaryonun (2023) taşkın risk haritası (Qmax).

Tablo 16'da 2012 yılına ait çeşitli taşkın debilerine göre etkilenen bina sayılarındaki artışlar gösterilmiştir. Bu tablo incelendiğinde $Q_{\%100}$, $Q_{\%25}$ e göre %292.77 artış göstermiştir. Ayrıca $Q_{\%100}$, $Q_{\%50}$ e göre %258.47 artış, $Q_{\%100}$, $Q_{\%75}$ e göre %229.63 artış ile $Q_{\%75}$, $Q_{\%50}$ ye göre %192.02 artış olduğu elde edilmiştir.

Tablo 16. 2023 yılına ait bina sayısını yüzdelik olarak artış tablosu.

	$Q_{\%25}$	$Q_{\%50}$	$Q_{\%75}$	$Q_{\%100}$
$Q_{\%25}$	1	131.07	233.65	292.77
$Q_{\%50}$	-	1	192.02	258.47
$Q_{\%75}$	-	-	1	229.63
$Q_{\%100}$	-	-	-	1

Tablo 17'de kapakların açıklık oranı ile incelenen yıllarda taşkından etkilenen bina sayısı verilmiştir. Bu tablo incelendiğinde yıllar artınca taşkından etkilenen bina sayısı da artmıştır ve özellikle son beş yılda bu artışın önceki yıllara göre daha fazla olduğu görülmektedir. Ayrıca **Tablo 18'**de taşkından etkilenen binaların sayısını artışları 2002 yılına kıyasla % olacak şekilde sunulmuştur.

Tablo 17. Senaryolar sonucu taşkından etkilenen bina sayısı

Kapak açıklık oranı (%)	Yıl (bina sayısı)				
	2002	2007	2012	2017	2023
25%	35	45	46	51	60
50%	98	104	120	132	167
75%	155	166	187	209	257
100%	180	195	212	254	312

Tablo 18. Senaryolar sonucu taşkından etkilenen bina sayısındaki artış yüzdesi

Kapak açıklık oranı (%)	Yıl (bina sayısı) (%)				
	2002	2007	2012	2017	2023
25%	-	28.57	2.22	10.87	17.65
50%	-	6.12	15.38	10.00	26.52
75%	-	7.10	12.65	11.76	22.97
100%	-	8.33	8.72	19.81	22.83

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu bölümde tez çalışması sonucunda elde edilen bulgular değerlendirilmiştir. Bu tez çalışmasının ana amacı şehirleşme etkisi altında taşkın risk haritalarının incelenmesi olup taşkın yataklarına yapılan binaların taşkınlar üzerinde etki edip etmediği incelenmiştir.

Bu araştırmada İstanbul İli, Beykoz İlçesi sınırları içinde bulunan Göksü deresi örnek bölge olarak seçilmiştir. Bu derenin seçmesinden amaç Mansabında bulunan Elmalı I ve II barajlarıdır. Bu deredeki taşkınları Elmalı I barajının dolu savaklarının kontrolü altındadır.

Elmalı I barajının dolu olduğunu varsayarak barajın 14 savağının % 25, %50, %75 ve %100 oranında açık olduğu durumda savaklanan su debisi dikkate alınmıştır. Elmalı I barajının mansap bölgede yer alan Göksü deresi nehir yatağının etrafında bulunan meskûn bölgede 2002, 2007, 2012, 2017 ve 2023 yıllarındaki bina durumu (dağılımı ve sayısı) sayısal modele dâhil edilerek bu bölgede binaların artışı taşkın yayılımı üzerinde etkisi incelenmiştir. Bu bölgede bina sayısı artışı yıllara göre değişiklik göstermektedir ve bu artış taşkın yayılım haritasını büyük ölçekte etkilemese bile taşkından etkilenen bina sayısında çok artış olduğu sonucuna varılmıştır.

Taşkın riskinin bu ve benzeri kentsel alanlarda azaltılması için taşkın yatağında yapılanmanın önüne geçilmelidir. Buna ek olarak dere ıslahı yapılarak meydana gelme ihtimali daha yüksek olan taşkınların nehir yatağı dışına taşmaması sağlanmalıdır. Taşkınların nehir yatağı dışına çıkan bölgelerinde taşkın seddeleri yapılarak derenin taşıma hacmini artırarak meskûn bölgeye taşmaması sağlanabilir.

KAYNAKÇA

- Özdemir, H., Akbulak, C., Özcan, H., Çokal Barajı (Çanakkale) Çökme Modeli ve Taşkın Risk Analizi, Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi, 8(2):659-698, 2011.
- AKKAYA, U. (2016) Meriç Ve Tunca Nehirlerinin Edirne Şehir Merkezi Kisminda 2 Boyutlu Taşkın Modellemesi Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi
- Demir, F. (2014), Aşağı Sakarya nehri adapazarı kesimi taşkın risk tayini Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- KIZMAZ, Y. (2020), Skarya havzası taşkın yayılım-tehlike-risk haritalarının modellemesi:seyran deres. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü:Enstitü Anabilim Dalı:İnşaat Mühendisliği Hidrolik Böl. Yükseklikans tezi.
- AKKOÇ, N.F. (2019), Aras Havzası kars çayı 1D ve 2D Taşkın Analizi. Gazi üniversitesi fen bilimleri enstitüdü inşaat mühendisliği ana bilim dalı Yükseklikans tezi.
- KARA, Ö. (2009), Su yüzü profillerinin HEC-RAS Paket programıyla incelenmesi.Erciyes üniversitesi fen bilimleri enstitüdü inşaat mühendisliği ana bilim dalı Yükseklikans tezi.
- Hüseyin EFE (2014), Batman çayının taşkın analizinin HEC-RAS programıyla yapılması. Diyarbakır Dicle üniversitesi fen bilimleri enstitüdü inşaat mühendisliği ana bilim dalı Yükseklikans tezi.
- TUNCER, İ.(2021), Açık kanallarda su yüzü profilinin belirlenmesi Nakkaş dere örneğinde bir HEC-RAS uygulaması.Ankara Gazi üniversitesi fen bilimleri enstitüdü inşaat mühendisliği ana bilim dalı Yükseklikans tezi.
- UTLU, M. (2019), Farklı çözünürlüklü veri kaynaklarına bağlı taşkın analizi; BİGA çayı havzası örneği.İstanbul üniversitesi Sosyal bilimler enstitüdü Coğrafya ana bilim dalı doktora tezi.
- ERTÜRK, E. ve ark (2018) Taşkın Tehlike Alanlarının Oluşturulması: Trabzon İli Vakıfkebir İlçesi Kirazlı Deresi Örneği. Fırat Üniversitesi Müh. Bil. Dergisi 31(2), 337-344, 2019
- DEMİR, V. ve ark (2022) Yeterince akım ölçümü olmayan nehirlerde taşkın debisinin hesaplanması ve taşkın modellemesi (Samsun, Mert Irmağı örneği) Geomatik Dergisi – 2022; 7(2); 149-162
- DURSUN, Y. (2022), Coğrafi bilgi sistemi ile taşkın risk analizi:Osmaneli/Bilecik örneği Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim dalı Yükseklikans tezi.

- BAYAZIT, Y. (2021), Bilecik İlindeki Şehirleşmenin Taşkın Riski Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması. BŞEÜ Fen Bilimleri Dergisi 8(1), 217-227, 2021
- AÇIL, A. (2020), Orman yollarında hidrolik yapıların HEC-RAS yazılımı kullanılarak boyutlandırılması. Düzce Üniversitesi Fen bilimleri enstitüsü, Orman mühendisliği ana bilim dalı Yüksek Lisans Tezi
- DAĞ, İ. (2019), Antakya atınçay deresinin HEC-RAS yazılımı ile taşkın analizi. Hatakya Mustafa kamal Üniversitesi Fen bilimleri enstitüsü biyosistem mühendisliği ana bilim dalı Yüksek Lisans Tezi
- DSİ, (2013), “su kaynaklarının geliştirilmesi çalışma grubu raporu” ormancılık
- Ermiş, I., S., (2015), Akarsu Havzalarında Topoğrafik Nem İndeksleri İle Taşkina Meyilli Alanların Belirlenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Hidrolik Ve Su kaynakları mühendisliği program yüksek lisans tezi
- T.C Orman Ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü Taşkın Yönetimi Kitabı Ankara (2017).
- Seyhun, D., (2005), Türkiye’nin küresel iklim değişikliğinde rolü ve önleyici küresel çabaya katılım girişimleri, C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt 6, Sayı 2, 2005.
- Hammond, M.J., Chen, A.S., Djordjević, S., Butler, D., and Mark, O., (2015), Urban flood impact assessment: A state-of-the-art review, Urban Water Journal, 12:1, pp, 14-29, 2015.
- Celik, H.E., Coskun, G., Cigizoglu, H.K., Agiralioglu, N., Aydın, A., esin, A.I., (2012), The analysis of 2004 flood on Kozdere Stream in Istanbul, Journal of Natural Hazards, Vol. 63, No. 2, pp. 461–477, 2012.
- Özcan, O., (2007), Sakarya Nehri Alt Havzası'nın Taşkın Riski Analizinin Uzaktan Algılama ve CBS ile Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Bilişim Enstitüsü, İstanbul, 2007.
- Bladé, E., Gómez-valentín, M., Dolz, J., Aragón-Hernández, J.L., Corestein, G., and Sánchez-juny M., (2012), Integration of 1D and 2D finite volume schemes for computations of water flow in natural channels, Advances in Water Resources, 42, pp,17–29, 2012.
- Horritt, M.S. and Bates P.D., (2002), Evaluation of 1D and 2D numerical models for predicting river flood inundation, Journal of Hydrology, 268, pp, 87- 99, 2002.
- Huthoff, F., Remo, J.W.F., and Pinter, N., (2015), Improving flood preparedness using hydrodynamic levee-breach and inundation modelling: Middle Mississippi River, USA, journal of flood risk managemet, 8, pp, 2–18, 2015.

- Cook, A., Merwade, V., Effect of Topographic Data, Geometric Configuration and Modeling Approach on Flood Inundation Mapping, Journal of Hydrology, 377: 131–142, 2009.
- Özşahin, E., Kaymaz, Ç. K., Taşkın riskinin değerlendirmesine bir örnek: amik ovası taşkınları, International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic Volume 8/8 Summer pp. 2021-2039, Ankara-Turkey, 2013.
- Özcan O., Musaoğlu N. ve Şeker D. Z., Taşkın Alanlarının CBS ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Belirlenmesi ve Risk Yönetimi; Sakarya Havzası Örneği, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, (11 - 15 Mayıs 2009), Ankara, 2009.
- Akkaya, U., Saraylı, S., Doğan, E., Akçali E., Akpınar A., Yıldırım, M. S., Rize Taşlı Dere'nin Taşkın Analizinin Yapılması Taşkın ve Heyelan Sempozyumu, syf, 503-511, 2013.
- Uçar, İ., Trabzon Değirmendere Havzası'nda Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Bir Hidrolik Model Yardımıyla Taşkın Analiz Yapılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2010.
- Kadioğlu M, Sel, Heyelan ve Çığ için Risk Yönetimi, Afet Zararlarını Azaltmanın İlkeleri, jica Türkiye Ofisi Yayınları, Ankara, s.251-277, 2008.
- Akay O, Birinci V., ve Bulu A, Taşkın Alanlarının Planlanması ve Yönetimi, II.Ulusal Taşkın Sempozyumu Tebliğler Kitabı, Afyonkarahisar, s.1-11, 2010.
- Demir, F., (2014), Aşağı sakarya nehri Adapazarı kesimi taşkın risk tayini, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, sakarya, 2014.
- Bayazıt, M., Türkiye'de taşkınlar ve taşkın kontrolü yönetimi, TMH - Türkiye Mühendislik Haberleri Sayı 418 – 2002.
- Dernek, E., taşkın yapıları tasarımı ve kayı deresi örneği, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2012.
- Dinçsoy, Y., Islah Sekisi ve Tersip Bentleri, DSİ Basım ve Foto – Film İşletme Müdürlüğü Matbaası, Ankara, 25, 61, 2008.
- Kadioğlu, M., Sel ve heyelan risk yönetimi, 5. Dünya su forumu hazırlık süreci bölgesel toplantısı s.11-37, Samsun, 2008.
- Paşa, Y. ve Hacı, A. (2023). Su kaynakları mühendisliğinde bilgisayar uygulamaları (HEC RAS). İstanbul Gelişim Üniversitesi Yayınevi, 2023.
- URL 1, <http://library.thinkquest.org/03oct/02054/floodtype>, Erişim Tarihi: 29.05.2012.

Url 2: <https://www.hec.usace.army.mil/software/hecras/features.aspx> Erişim tarihi:
10-11-2023



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı :
Uyruğu :
Doğum tarihi ve yeri :
Telefon :
Faks :
e-mail :

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans		
Lisans		
Lise		

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
-----	-----	-------

Yabancı Dil

Yayınlar

Hobiler