

**T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**KEMALPAŞA (ARTVİN) İLÇESİ'NDE 1 VE 2 BOYUTLU ENTEGRE HİDROLİK
MODEL İLE TAŞKIN YAYILIM HARİTALARININ ÜRETİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Emine Eda ÇANTA

**Danışman
Prof. Dr. Halil AKINCI**

ARTVİN-2022

**T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**KEMALPAŞA (ARTVİN) İLÇESİ'NDE 1 VE 2 BOYUTLU ENTEGRE HİDROLİK
MODEL İLE TAŞKIN YAYILIM HARİTALARININ ÜRETİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Emine Eda ÇANTA

**Danışman
Prof. Dr. Halil AKINCI**

ARTVİN-2022

TEZ BEYANNAMESİ

Artvin oruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsüne Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Kemalpaşa (Artvin) İlçesi’nde 1 ve 2 Boyutlu Entegre Hidrolik Model ile Taşkın Yayılım Haritalarının retilmesi” başlıklı bu çalıŐmayı baŐtan sona kadar danıŐmanım Prof. Dr. Halil AKINCI’nın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, baŐka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araŐtırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. .../.../2022

Emine Eda ÇANTA

T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KEMALPAŞA (ARTVİN) İLÇESİ'NDE 1 VE 2 BOYUTLU ENTEGRE
HİDROLİK MODEL İLE TAŞKIN YAYILIM HARİTALARININ ÜRETİLMESİ

Emine Eda ÇANTA

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : .../.../2022

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : .../.../2022

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Halil AKINCI

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Ayşe YAVUZ ÖZALP

Jüri Üyesi : Dr. Öğr. Üyesi Vahdettin DEMİR

ONAY:

Bu Yüksek Lisans Artvin Çoruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından .../.../..... tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun .../.../..... tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

..... / / 2022
Prof. Dr. Hüseyin PEKER
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Kemalpaşa (Artvin) İlçesi’nde 1 ve 2 Boyutlu Entegre Hidrolik Model ile Taşkın Yayılım Haritalarının Üretilmesi” başlıklı bu çalışma; Artvin Çoruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Tez çalışmam süresince bana destek olan, tecrübesi ile karşılaştığım zorlukları aşmamda yardımcı olan, ilgi ve desteğini esirgemeyen değerli danışman hocam Prof. Dr. Halil AKINCI’ya teşekkürlerimi sunarım.

Kendi akademik deneyimlerini anlatarak bana yol gösteren, karşılaştığım zorluklarda beni rahatlatarak derin bir nefes almamı sağlayan, beni motive ederek her güçlüğü aşacağıma inandıran çok kıymetli hocam Arş. Gör. Sebahat TEMUÇİN KILIÇER’e şükranlarımı sunarım.

Şu anda çalıştığım Kurumum DSİ 26. Bölge Müdürlüğü’ne ve mesai arkadaşlarıma destekleri için teşekkür ederim.

Beni bugünlere getiren, maddi ve manevi desteği ile her daim arkamda olan canım aileme, uzun çalışma saatleri sonrası yazdığım bu tezde bana manevi desteğini esiremeyen ve beni yüreklendiren eşime çok teşekkür ederim.

Bu tez çalışması içimdeki Minik’e adanmıştır.

Emine Eda ÇANTA

Artvin - 2022

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
TEZ BEYANNAMESİ	I
JÜRİ KABUL TUTANAĞI	II
ÖNSÖZ	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÖZET.....	VII
SUMMARY	VIII
TABLolar DİZİNİ	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
KISALTMALAR DİZİNİ	XIII
1 GİRİŞ	1
1.1 Taşkın Tanımı	3
1.2 Taşkını Meydana Getiren Faktörler	4
1.2.1 Taşkını meydana Getiren Doğal Nedenler	4
1.2.1.1 İklim	4
1.2.1.2 Jeolojik ve Jeomorfolojik Özellikler	4
1.2.1.4 Bitki Örtüsü	5
1.2.2 Taşkını Meydana Getiren Beşeri Nedenler	5
1.3 Taşkınların Neden Olduğu Zararlar	6

1.4 Türkiye’de Taşkın Yönetimi.....	7
1.5 Taşkınlara Karşı Alınabilecek Önlemler.....	8
1.5.1 Yapısal Tedbirler.....	8
1.5.2 Yapısal Olmayan Tedbirler	15
2 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	16
3 ÇALIŞMANIN ÖNEMİ VE AMACI	20
4 MATERYAL VE YÖNTEM	21
4.1 Materyal	21
4.1.1 Çalışma Alanı.....	21
4.1.2 Topoğrafya	22
4.1.3 Hidroloji	22
4.1.4 Pürüzlülük	24
4.2 Yöntem.....	29
4.2.1 HEC-RAS.....	31
4.2.1.1 Profil Hesabı İçin Temel Denklemler	33
4.2.2 Taşkın Tahmin Yöntemleri	41
4.2.3 HEC-RAS Uygulaması	44
4.2.3.1 HEC-RAS Yazılımı İçin Geometrik Verilerin Hazırlanması.....	44
4.2.3.2 Pürüzlülük Katsayısının Girilmesi	46
4.2.3.3 Sınır Koşulları ve Akış Verilerinin Girilmesi	47

4.2.3.4 Kararsız Akım İçin Hidrolik Modelin Çalıştırılması	49
5 BULGULAR VE TARTIŞMA	52
6 SONUÇLAR VE ÖNERİLER	59
KAYNAKLAR	61
ÖZGEÇMİŞ.....	67



ÖZET

KEMALPAŞA (ARTVİN) İLÇESİ'NDE 1 VE 2 BOYUTLU ENTEGRE HİDROLİK MODEL İLE TAŞKIN YAYILIM HARİTALARININ ÜRETİLMESİ

Dünya genelinde yaygın görülen doğal afetlerden biri olan taşkınlar, ciddi ekonomik zararlara ve ölümlere neden oldukları için yıkıcı etkiye sahiptirler. Ülkemizde de depremlerden sonra en çok can ve mal kaybına neden olan doğal afet taşkındır. Taşkınların önceden tahmin edilmesi, ekonomik zararların ve can kayıplarının önüne geçilebilmesi açısından oldukça önemlidir. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte olası bir taşkında nerelerin, ne kadar ve kaç metre derinlikte su ile kaplanacağını belirlenmesi için birçok taşkın modelleme yazılımı geliştirilmiştir. Bu çalışmada, Artvin ilinin Kemalpaşa ilçesinde bulunan Çam, Karaosmaniye ve Köprücü Dereleri için Q_{50} , Q_{100} , Q_{500} ve Q_{1000} taşkın tekerrür debilerine göre taşkın analizleri yapılmış ve taşkın yayılım alanları belirlenmiştir. Taşkın modellemesi için gerekli geometrik verilerin hazırlanması ve sonuçların haritaya dönüştürülmesi ArcGIS yazılımı ile yapılırken, hidrolik modelleme ise HEC-RAS yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Modelleme sonucunda farklı tekerrür debileri için taşkın yayılım ve taşkın derinlik haritaları üretilmiştir. Buna göre, ilgili taşkın tekerrür debilerinde çalışma alanında maksimum su yüksekliğinin 4,316 m ile 5,244 m arasında değiştiği, toplam taşkın yayılım alanının 148.800,12 m² ile 333.167,96 m² arasında olduğu, taşkından etkilenen yapı sayısının ise 41 ile 95 adet arasında olduğu tespit edilmiştir. Üretilen haritaların, çalışma bölgesindeki olası taşkınların önlenmesi ve/veya hasarlarının en aza indirilmesi için alınacak tedbirlere altlık oluşturması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Taşkın, HEC-RAS, Taşkın Yayılım Haritası, Hidrolik Model, Kemalpaşa

SUMMARY

PRODUCTION OF FLOOD INUNDATION MAPS WITH 1 AND 2 DIMENSIONAL INTEGRATED HYDRAULIC MODEL IN KEMALPAŞA (ARTVİN) DISTRICT

Floods, one of the most common natural disasters around the world, have devastating effects as they cause serious economic damage and deaths. In our country, after earthquakes, flood is the natural disaster that causes the most loss of life and property damage as well. Predicting floods is very important in terms of preventing economic damages and loss of lives. With the development of technology, many flood modeling software has been developed for determining where, how much and how many meters deep the water will be covered in a possible flood. In this study, flood analyzes were made for Çam, Karaosmaniye and Köprücü Streams in Kemalpaşa district of Artvin province based on the Q_{50} , Q_{100} , Q_{500} and Q_{1000} flood return discharges and flood inundation areas were determined. While preparing the geometric data required for flood modeling and transforming the results into maps was done with ArcGIS software, the hydraulic modeling was performed with HEC-RAS software. As a result of the modeling, the flood inundation and flood depth maps were produced for different flood return discharges. Accordingly, it was determined that the maximum water height in the study area of the relevant flood return discharges was between 4,316 m and 5,244 m, while the total flood inundation area was between 148,800.12 m² and 333,167.96 m² and the number of buildings affected by the flood was between 41 and 95. It is aimed that the produced maps might form a basis for the measures to be taken to prevent possible floods and/or minimize their damages in the study area.

Keywords: Flood, HEC-RAS, Flood Inundation Map, Hydraulic Model, Kemalpaşa

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Taşkın doğrudan ve dolaylı sebep olduğu zararlar	7
Tablo 2. Modifiye Cowan metodu (DSİ formatı)	25
Tablo 3. Dereler için seçilen pürüzlülük katsayıları ve dere yataklarının görselleri .	26
Tablo 4. Kritik Daralma ve genişleme katsayıları	35
Tablo 5. HEC-RAS yazılımına ait analizler sonucu elde edilen taşkın sonuç verileri	56
Tablo 6. Q ₅₀₀ taşkın tekerrür debisinin güncel imar planı ile karşılaştırılmasıyla elde edilen sonuçlar	57

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Gılgamış Destanı.....	2
Şekil 2. Akarsu akım yatağı ve taşkın yatağının şematik gösterimi	3
Şekil 3. Dolgu alanı ile birlikte yeni yapılaşmaların taşkına etkisi.....	6
Şekil 4. a) Yüksek eğimli yamaçlarda teraslama ve ağaçlandırma ile erozyon kontrolü, b) Eşik yapısı	9
Şekil 5. Düşü havuzlu kargir ıslah sekisi, Irlamaz çayı.	10
Şekil 6. Beton bir klasik tersip bendi ve önündeki düşü yapısı, Seyitler Köyü, Artvin	11
Şekil 7. Rize Güneysu Deresindeki geçirgen tersip benti görüntüsü a) Geçirgen tersip benti inşası sonrası b) Taşkın sonrası geçirgen tersip bendi	11
Şekil 8. Güneysu Deresi yan kolu moloz bariyeri a) İlk inşa edildiğinde b) Moloz bariyeri rüsubatla dolduktan sonra.....	12
Şekil 9. a) Taban kuşağı, Salihli, Manisa b) Artvin, Murgul ilçe merkezi	12
Şekil 10. Şüt yapısı, Hopa, Artvin.....	13
Şekil 11. Sel Kapanı, Eskişehir, Odunpazarı	14
Şekil 12. Klasik bir akarsu havzasının görünümü.....	15
Şekil 13. Çalışma alanı haritası Google Earth görüntüsü	21
Şekil 14. Çalışma alanının sayısal yükseklik modeli	22
Şekil 15. Çam Deresinin zamana bağlı debi değişimi.....	23
Şekil 16. Karaosmaniye Deresinin zamana bağlı debi değişimi	23

Şekil 17. Köprücü Deresinin zamana bağlı debi değişimi	24
Şekil 18. Çalışma alanı için seçilen pürüzlülük katsayı haritası	29
Şekil 19. Çalışmada izlenen yöntemin iş akış şeması	30
Şekil 20. HEC-RAS Geometric Data arayüzü	32
Şekil 21. HEC-RAS RAS Mapper arayüzü.....	32
Şekil 22. Enerji denkleminde terimlerin temsili	34
Şekil 23. Tanımlanan alt kesitler.....	36
Şekil 24. Ortalama enerjinin belirlenmesi.....	36
Şekil 25. Momentum yöntemindeki büyüklükler.....	38
Şekil 26. HEC-RAS yazılımında 1D alanları kapsayan en kesitlere pürüzlülük katsayılarının tanımlanması	47
Şekil 27. HEC-RAS’da sınır koşulları ekranı	49
Şekil 28. HEC-RAS’da hidrograf giriş ekranı	49
Şekil 29. Kararsız akım analiz ekranı	50
Şekil 30. Kararsız akım analiz analiz sonucu.....	51
Şekil 31. Q ₅₀ için taşkın derinlik haritası.....	53
Şekil 32. Q ₁₀₀ için taşkın derinlik haritası	53
Şekil 33. Q ₅₀₀ için taşkın derinlik haritası	54
Şekil 34. Q ₁₀₀₀ için taşkın derinlik haritası.....	54
Şekil 35. Q ₅₀ , Q ₁₀₀ , Q ₅₀₀ , Q ₁₀₀₀ için karşılaştırmalı taşkın yayılım haritası (birinci bölüm)	55

Şekil 36. Q_{50} , Q_{100} , Q_{500} , Q_{1000} için karşılaştırmalı taşkın yayılım haritası (ikinci bölüm)
..... 56

Şekil 37. Q_{500} taşkın yayılım alanı ile Kemalpaşa imar planının çakıştırılmış hali ... 58



KISALTMALAR DİZİNİ

AFAD	Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
AGİ	Akım Gözlem İstasyonu
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
ÇEM	Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü
DSİ	Devlet Su İşleri
HEC-RAS	Hydrologic Engineering Centers River Analysis System
ITRF	International Terrestrial Reference System
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
SDF	Spatial Data Format

1 GİRİŞ

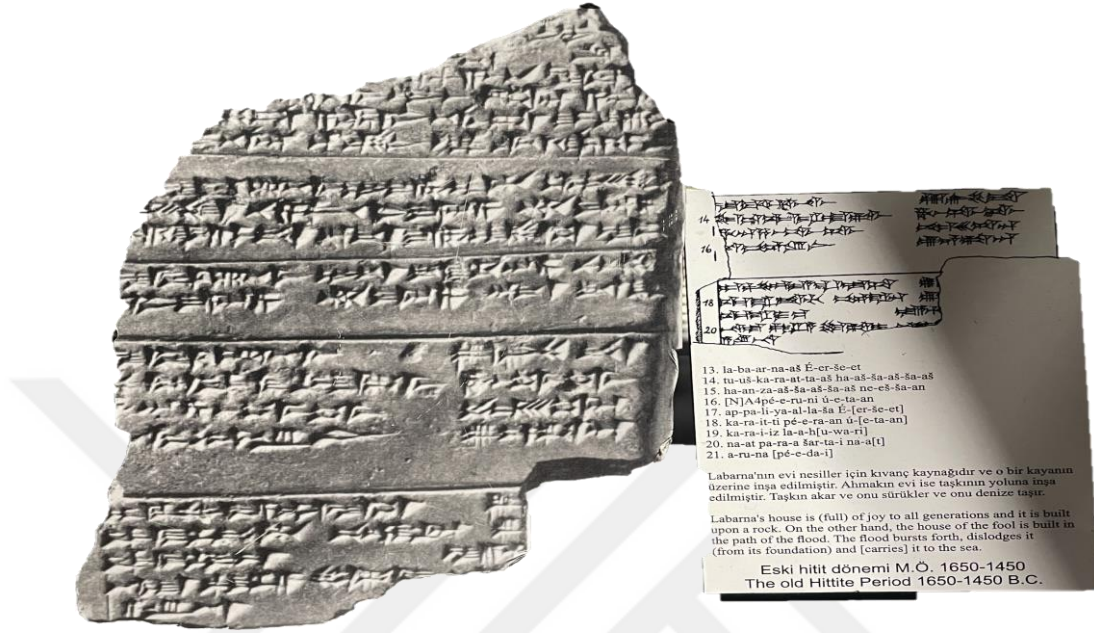
Su, yaşamın varlığı için kuşkusuz en önemli kaynak olup dünya üzerinde belirli bir döngüde var olan değerli bir varlıktır. Başlıca su kaynaklarımızın başında gelen akarsular ve onları besleyen kolların oluşturduğu akarsu havzaları, tüm canlılar için beslenme, enerji ve ulaşım imkânı sağlaması açısından cazibe merkezi olmuştur. Akarsuların sunduğu imkanlardan yararlanmakla birlikte zararlarına karşıda mühendislik çalışmalarıyla çözüm geliştirerek tedbir almak oldukça önemlidir.

Suya yakın olma eğilimi gösteren insanlar, varoluşundan bu yana akarsularla iç içe yaşamış, akarsulara müdahalede bulunup yataklarını değiştirmiş, hızla artan nüfusla birlikte kentleşme baskısı oluşturarak kentlerin kontrolsüz büyümesine ve yataklarının daralmasına yol açmış, akarsu yataklarını kendi emelleri doğrultusunda işgal etmiş, dolayısıyla taşkınlara sebebiyet vermiştir. Taşkınlar hakkında elde edilen ilk bulgular yaklaşık olarak 5000 yıl öncesine “Gılgamış Destanı” tabletlerine dayanmaktadır (Şekil 1) (Taşkın Müzesi, 2020).

Akarsuların meteorolojik, topoğrafik ve beşeri nedenlerle yataklarının dışına çıkmasıyla birlikte büyük zararlar doğurduğu yadsınamaz bir gerçektir. Sel/su baskını, taşkın, heyelan ve sediment taşınımı ile maddi ve manevi kayıplar, akarsuların neden olacağı zararlar arasında sayılabilir. Bu sebeple taşkın yaşanmadan önce, yağışın akışa geçerek akarsularda birleştiğinde içinde bulunduğu yatakta ve yatak dışında oluşturabileceği taşkının modellenerek suyun gücünün nelere sebep olacağının tahmin edilmesi, su kaynaklarını yönetmek bakımından büyük avantaj sağlamaktadır.

Dünya genelinde en sık görülen doğal afetler arasında yer alan taşkınlar, ülkemizde de “can ve mal kaybı açısından tüm afetler arasında ikinci, meteorolojik afetler arasında da birinci” sırada yer almaktadır (SYGM, 2017). Türkiye’de 2020 yılında yaşanan 905 afetten 177 adedinin meteorolojik kökenli afetler arasında yer alan sel ve taşkınlar olduğu görülmektedir. 2021 yılında Karadeniz Bölgesi’nde yer alan Kastamonu, Sinop ve Artvin illerinde hem maddi anlamda hem manevi anlamda çok ağır kayıplara yol açan sel ve taşkın hadisesi yaşanmıştır. Öyle ki yaşanan afetler nedeniyle Afet ve Acil

Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD); 2021 yılını “Türkiye Afet Eğitim Yılı” ilan ederek afet riskinin azaltılması ve afetlerin önlenmesi için farkındalık yaratmak istemiştir (AFAD, 2022a; AFAD, 2022b; Çanta ve ark, 2022).



Şekil 1. Gılgamış Destanı (Tablette yazan yazı: Labarna'nın evi nesiller için kıvanç kaynağıdır ve o bir kayanın üzerine inşa edilmiştir. Ahmakın evi ise taşkın yoluna inşa edilmiştir. Taşkın akar ve onu sürükler ve onu denize taşır. M.Ö 1650 - 1450) (Taşkın Müzesi, 2020)

Taşkınlar dünya üzerinde birçok bölgede hala büyük hasarlara neden olduğundan, taşkınların özellikleri ve taşkın sonucu sular altında kalan alanların birbirleriyle olan ilişkileri taşkınla mücadele için kapsamlı bir şekilde incelenmelidir. Taşkınlar ve taşkın yataklarında kapsamlı bir çalışma; hidrolojik, hidrolik, topoğrafik verilerin mekâna ve zamana bağlı olarak incelenmesini gerektirir. Geçmiş yıllarda kullanılan taşkın yatağı belirleme yöntemleri teknolojik olarak desteklenen yazılımlar yerine önemli bir emek ve zaman gerektiren manuel uygulamaları kapsamaktaydı. Son zamanlarda ise taşkınların nerede ve ne zaman olacağını daha doğru tespit edebilmek için daha karmaşık işlemler olmasına rağmen daha sağlıklı sonuç veren otomatik taşkın yatağı belirleme olarak ifade edilen teknikler kullanılmaktadır. Bu teknikler taşkın yayılım sınırlarının ve taşkın hızının doğru tahmin edilmesini sağlarken aynı zamanda hesaplama süresini de azaltmaktadır. Hidrolik ve hidrolojik modeller ile

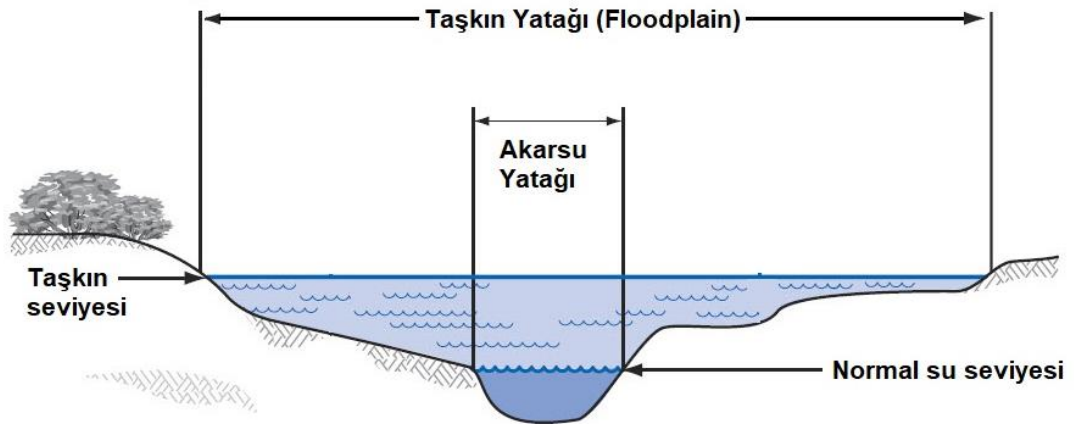
Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımları bu tarz işlemler için gerekli teknik altyapıyı sağlamaktadır (Onuşluel, 2005).

Bu çalışmada, aşırı yağış alması ve taşkınların çok sık yaşanması sebebiyle Doğu Karadeniz havzasında bulunan Artvin ili Kemalpaşa ilçesinde bulunan Çam, Karaosmaniye ve Köprücü Deresi üzerinde taşkın modellemesi yapılarak taşkın yayılım haritaları ile taşkın derinlik haritası üretilmiş ve bazı önerilerde bulunulmuştur.

Bu çalışmada, taşkın analizi için gerekli olan geometrik verilerin hazırlanması ve sonuçların görselleştirilmesi bir CBS yazılımı olan ArcGIS 10.5 yazılımı ile hidrolik analizler ise Hydrologic Engineering Centers River Analysis System (HEC-RAS) 5.7 yazılımı ile gerçekleştirilmiştir.

1.1 Taşkın Tanımı

3 Mayıs 2019 tarih ve 30763 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan Taşkın ve Rüsubat Kontrolü Yönetmeliği’ne (T.C. Resmi Gazete, 2019) göre “bir akarsuyun muhtelif sebeplerle yatağından taşarak çevresindeki arazilere, yerleşim yerlerine, alt yapı tesislerine ve canlılara zarar vermek sureti ile tesir bölgesinde normal sosyo-ekonomik faaliyeti kesintiye uğratabilecek ölçüde bir akış büyüklüğü oluşturmaya” taşkın denir. Bir akarsu boyunca uzanan ve akarsuyun akım yatağının su taşıma seviyesini aştığında taşkına maruz kalan alana ise taşkın yatağı (floodplain) adı verilmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Akarsu akım yatağı ve taşkın yatağının şematik gösterimi (TFM, 2022)

Bir havzada meydana gelen taşkın hadisesi, sadece yaşandığı civarda değil tüm ülkeyi sosyo-ekonomik olarak etkileyebilmektedir. Arazi durumu akarsudaki taşkın dinamiklerini belirlemeye yardımcı olur. Düz alanlarda sığ ve yavaş hareket eden taşkın suları arazide günlerce veya haftalarca kalırken, sarp ve dağlık alanlarda ise taşkın o kadar hızlıdır ki birkaç dakika sürer ve taşkın güzergahı boyunca canlı yaşamını, mülkleri tehlikeye atabilmektedir (FEMA, 2022).

1.2 Taşkını Meydana Getiren Faktörler

1.2.1 Taşkını meydana Getiren Doğal Nedenler

1.2.1.1 İklim

İklim, taşkınları meydana gelmesinde etkili olan en önemli faktörlerden biridir. İklimsel faktörler, genel olarak, “yağış, sıcaklık, buharlaşma, rüzgâr, nem ve basınç” şeklinde kategorize edilebilir. Yağışların şekli, şiddeti ve süresi gibi özellikleri taşkın oluşumunu etkilemektedir. Taşkınları oluşturan yağışlar; “yağmur, dolu ve kar” şeklinde olabilmektedir (Uçar, 2010).

Diğer taraftan, ani taşkınların meydana gelmesinde en etkili olan iklimsel faktör ise sıcaklıktır. Özellikle ilkbahar döneminde sıcaklıklarda meydana gelen ani artışlar, hem kar/buz erimelerine hem de buharlaşmanın artmasına sebep olduğundan kısa zamanda büyük su kütlelerinin açığa çıkmasına neden olmaktadır. Bu açıdan bakıldığında yağış ve sıcaklık değişimlerinin taşkını meydana getiren olayların başında geldiği görülmektedir. Örneğin Karadeniz Bölgesi’nde, ilkbahar aylarında sıcaklığın artmasıyla birlikte, en yüksek akımların yağışın azaldığı ve sıcaklığın yükseldiği Mayıs ayında yaşandığı literatürde de dile getirilmiştir (Atalay, 1986; Özcan, 2006).

1.2.1.2 Jeolojik ve Jeomorfolojik Özellikler

Bir akarsu havzasının; “toplam akarsu ağı alanı, uzunluğu, ortalama eğimi, şekli, ortalama yüksekliği ile havzadaki ana akarsu yatağı uzunluğu ve eğimi, akarsuyun birinci derecede olan kol sayısı, yoğunluğu ve dağların uzanışı” gibi özellikleri o havzada taşkınların meydana gelmesinde etkili olan jeomorfolojik özelliklerdir

(Özcan, 2006; Serencam, 2013). Yağışın akışa geçmeden önce yeryüzüne düştüğü zeminin geçirimli ya da geçirimsiz olması taşkını etkileyen doğal faktörler arasındadır. Zeminin geçirimli kayaç veya topraklardan oluşması sızmayı kolaylaştırır. Akarsu yataklarının gevşek ve kolay aşınan yüzeylerden oluşması durumunda katı haldeki yük miktarı fazla olduğundan akan akarsuyla birlikte taşınan bu yükler akarsu yataklarının tıkanmasına sebep olup taşkın için uygun ortam oluştururlar. Killi, Marnlı Neojen formasyonları gibi alanlar, heyelana sebep olması ve akarsularda bozunma ve taşınma süreçleri sonucunda mineral veya kayaç parçacıklarından oluşan detritik malzeme getirmesi nedeniyle akarsu yataklarını doldurarak taşkının meydana gelmesine neden olmaktadır (Özdemir, 2016).

1.2.1.4 Bitki Örtüsü

Bitkilerin yaprak, dal ve gövde gibi toprak üstünde bulunan kısımları tarafından üzerine düşen yağış tutma oranı 1/3'tür. Yüzeysel akışa geçen sular bitki örtüsü tarafından engellenerek akışın hızını kesmekte ve yüzeysel akış sularının zemine sızmasını artırmaktadır (Atalay, 1986; Hoşgören, 1992; Sunkar ve Tonbul, 2010).

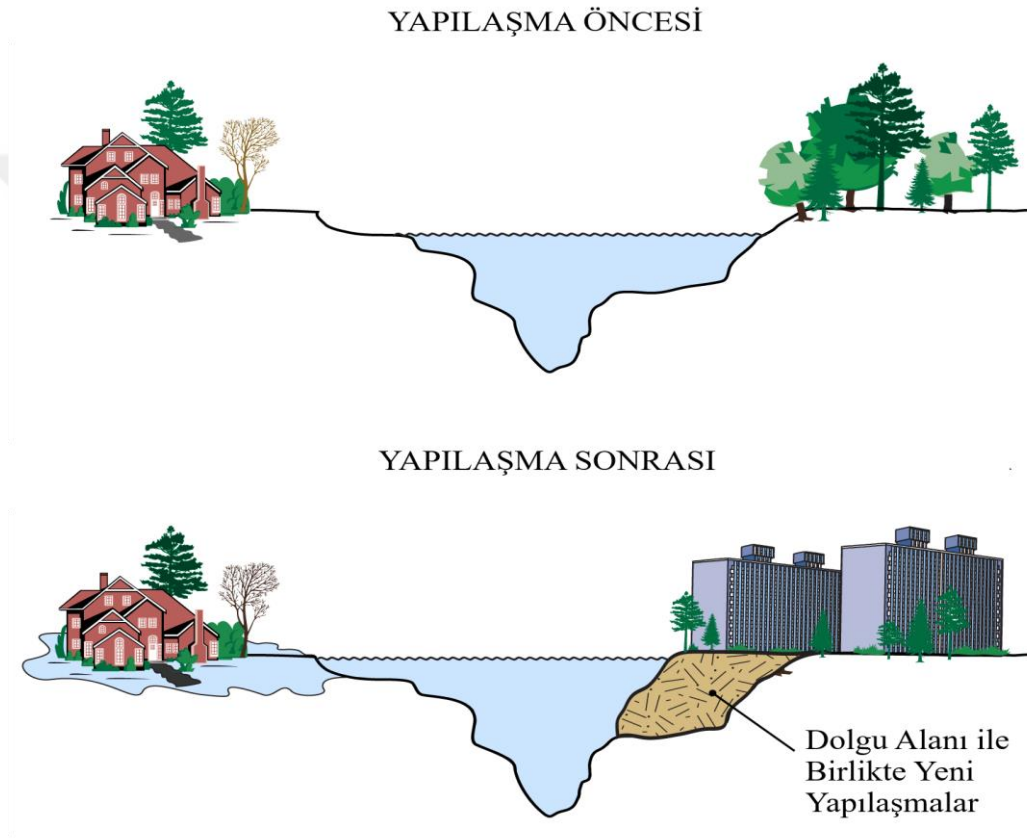
Bitki örtüsü, ilkbahar mevsimin gelmesiyle birlikte artan sağanak yağışlarda “yüzeysel akışa geçen su miktarını azaltması ve akışın hızını yavaşlatması” nedeniyle büyük taşkınların oluşmamasında önemli bir etkidir (Sunkar ve Tonbul, 2010).

1.2.2 Taşkını Meydana Getiren Beşeri Nedenler

Klimatolojik, jeomorfolojik, topoğrafik ve litolojik özelliklere bağlı olarak gelişen bir doğal afet olan taşkınların neden olduğu zararlar, çoğunlukla insan faaliyetleri sonucunda meydana gelmektedir. Taşkından etkilenecek alanların bilinmemesi, taşkından korunmak için gerekli tedbirlerin alınmaması sebebiyle, kontrolsüz bir şekilde büyüyen kentler dünyanın her yerinde taşkınların oluşumunda büyük rol oynar (Akay ve ark., 2010; Uslu, ve ark., 2018).

Örneğin; orman ve bitki örtülerinin yok edilerek yüzeye düşen suların akış hacmini artırması, yerleşim yerlerinden geçen akarsu yataklarında yapılaşma ile yatak kesitlerinin daraltılması (Şekil 3), akarsu yatağına taşkın sırasında gelecek olan debiyi

ve beraberinde getirdiği rusubat ile yüzen maddeleri emniyetli geçirebilecek şekilde boyutlandırılmayan, onaysız köprü, menfez gibi enine yapıların yapılması, akarsulara hafriyat, moloz ve sanayi tesislerine ait atıklar, evsel nitelikli atıkların atılarak akarsu yataklarının daraltılması, akarsu yatağına kanalizasyon şebekesi döşenmesi, akarsu yataklarının üzerinin kapatılarak konut, otopark, pazar yeri gibi kullanılması, taşkın alanlarının imara açılması taşkınlara insan müdahaleleri olarak gösterilebilir (Civelek, 2013).



Şekil 3. Dolgu alanı ile birlikte yeni yapılaşmaların taşkına etkisi (GAO, 2020)

1.3 Taşkınların Neden Olduğu Zararlar

Taşkınların neden olduğu zararlar, “doğrudan ve dolaylı zararlar” olarak iki sınıfa ayrılmaktadır. Bu iki sınıfta kendi içerisinde maddi ve maddi olmayan zararlar olarak iki alt sınıfa ayrılmaktadır. Doğrudan zararlar; insan, eşya, taşınmaz, yapı ve diğer varlıkların taşkına maruz kalmasıyla oluşurken, dolaylı zararlar ise doğrudan zararların

etkisi ve taşkın sonrası oluşur. Bu ayrım Tablo 1’de gösterilmiştir (Bacanlı, 2011; Sarıcan, 2013).

Tablo 1. Taşkın doğrudan ve dolaylı sebep olduğu zararlar (Bacanlı, 2011; Sarıcan, 2013)

Taşkın Doğrudan Sebep Olduğu Zararlar	
Maddi	Maddi Olmayan
Binalarda, yollarda ve altyapı tesislerinde meydana gelen hasarlar, tarımsal toprak erozyonu, tarımsal ürün kaybı	Suyun hızına ve topoğrafyaya bağlı olarak yaralanmalar ve hayvan kayıpları, kültürel mirasın zarar görmesi, suyla temasla bağlı hipotermi, psikolojik stres ve hafıza kaybı, ekosistem üzerindeki baskılar
Taşkın Dolaylı Sebep Olduğu Zararlar	
Maddi	Maddi Olmayan
Kamu hizmetlerinin kesintiye uğraması, işsizlik, üretim kayıpları, ulaşım altyapısının bozulmasından kaynaklanan maliyetler, vergi kayıpları	Kirli suyla temas sonucu ortaya çıkan çeşitli bulaşıcı hastalıklar, travma

1.4 Türkiye’de Taşkın Yönetimi

Taşkın yönetimi, taşkınla mücadele edebilmek adına, taşkın durumunda olabilecek senaryoları tespit ederek taşkın zararlarını en aza indirmek için yapılan tüm çalışmalara denilmektedir. Taşkın yönetimi çalışmaları kapsamında taşkından etkilenecek alanlar için üretilen taşkın tehlike haritaları ile mevcut taşkın sınırlarının haritalara işlenmesi, gelecekte muhtemel taşkından etkilenecek alanlar olarak kabul edilmesi amacıyla hidrolik ve hidrolojik modellere dayalı taşkın tahmini yapılması mantığına göre hesaplanmakta olup mevcut durum envanterinin ortaya koyulmasını sağlamaktadır (Sunkar ve ark., 2010; Yılmaz ve ark., 2017; Ertürk ve Kaya., 2019).

Geçmişten günümüze Türkiye’de taşkın afetlerinin yönetimi kapsamında muhtelif çalışmalar yapılmış olup bu çalışmalarda yoğun olarak yapısal proje faaliyetleri üzerinde durulmuştur. Bunun yanı sıra; yerel ve bölgesel ölçekte planlamalar, taşkın anında arama kurtarma ve acil yardım faaliyetleri ile taşkın afeti sonrası normal hayata dönme ve koşullarda iyileştirmeler yapılması, erken uyarı sistemleri ile taşkın oluşumundan önce taşkına hazırlıklı olmak için yapılan teknik destek faaliyetleri ise diğer faaliyetler arasında yer almaktadır (SYGM, 2013; Sakın, 2014). Akarsu

havzalarında, taşkından koruma ve taşkını kontrol etmek için su kaynaklarının havza bazlı bütüncül yönetimi ele alarak oluşturulan projelerin hayata geçirilmesi taşkınların sıklığını ve vereceği zararları azaltmada önemli katkıda bulunacaktır. Yine de taşkın zararlarının azaltılması için en etkili ve ekonomik yol, taşkın yaşanmadan önce havza genelindeki insan faaliyetlerini düzenleyen ve büyük ölçüde yapısal olmayan halkın eğitimi, ağaçlandırma faaliyetleri gibi birbirini destekleyen tedbirlerin bir plan dahilinde ilgili kurum ve kuruluşlarla senkronize şekilde belirli bir program çerçevesinde ele alınmasının sağlanmasıdır (SYGM, 2017). Ülkemizde taşkın yönetiminden sorumlu ve ilgili kurumlar aşağıda verilmektedir.

- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı'na bağlı kuruluşlar
 - Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ)
 - Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)
 - Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (SYGM)
 - Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü (ÇEM)
- Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD)
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
- Valilikler
- İl Özel İdareleri
- Büyükşehir Belediyeleri
- Belediyeler

1.5 Taşkınlara Karşı Alınabilecek Önlemler

Taşkınlara alınacak önlemler “yapısal ve yapısal olmayan tedbirler” olarak ikiye ayrılmaktadır.

1.5.1 Yapısal Tedbirler

Sel ve taşkınların oluşma sebeplerinden biride üst havzalardaki toprak-su-bitki üçlüsünün arasındaki ilişkinin doğal dengesinin bozulmasıdır. Taşkınların kontrol altına alınabilmesi için bu dengenin yeniden kurulması gerekmektedir. Bu sebeple akarsuların yataklarını aşmadan kontrollü akışın gerçekleşebilmesi için erozyon ve

rüsubatın oluşumunun önlenmesi, yağış sularının hacminin ve enerjisinin azaltılması sağlanarak gerekli yapısal tedbirlerin alınması gerekmektedir (DSİ, 2019).

Yukarı Havza Yamaç Arazi Islahı Önlemleri

Yukarı havzada yamaçlardan taşınan rüsubi malzemenin gelmesinin önlenmesi için alınacak tedbirler kapsamında; teras, örme çitler, taş kordonlar, çevirme hendekleri, eşikler gösterilebilir (Şekil 4).



Şekil 4. a) Yüksek eğimli yamaçlarda teraslama ve ağaçlandırma ile erozyon kontrolü, b) Eşik yapısı (DSİ, 2019; URL-3).

Yukarı Havza Mecera Islahı Önlemleri

Yukarı havza akarsu yataklarında ıslah önlemleri kapsamında alınacak tedbirlerden olan ıslah sekisi, tersip bendi, moloz bariyerler, taban kuşağı, brit, şüt/düşü, barajlar, sel kapanları aşağıda maddeler halinde açıklanmıştır.

Islah Sekisi

Akarsu yataklarındaki erozyonun önlenmesi için, taban eğimini düşürmek suretiyle suyun hızının ve yukarıdan gelen malzemeyi taşıma gücünün azaltılmasını sağlayan akarsu eksenine dik olarak inşa edilen tek ya da kademeli yapılara ıslah sekisi denilmektedir (Dinçsoy, 2008). Şekil 5’de örnek olarak kargir bir ıslah sekisi gösterilmiştir.



Şekil 5. Düşü havuzlu kargir ıslah sekisi, Irlamaz çayı (Dinçsoy, 2013).

Tersip Bendi

Yağışlar sonucu akarsu havzalarında oluşan rüsubatın mansapa geçişini engelleyip rezervuarında depolamak amacıyla inşa edilen enine yapılardır (Dinçsoy, 2013). Tersip bentleri havzadan aşınan kum, çakıl, taş, kaya gibi her tür malzemeyi depolayacak şekilde tasarlanmasının yanı sıra bölgenin ihtiyacına göre sadece kaba malzemeleri (taş, kaya, odunsu malzemeler) depolayacak şekilde de tasarlanmaktadır (Şekil 6). Ülkemizde klasik tersip bentleri yapılırken aynı zamanda kaba malzemelerin tutulup istenilen boyutlardaki malzemenin mansaba taşınmasına olanak sağlayan geçirgen tersip bentleri de inşa edilmektedir (Şekil 7).



Şekil 6. Beton bir klasik tersip bendi ve önündeki düşü yapısı, Seyitler Köyü, Artvin (URL-4).



Şekil 7. Rize Güneysu Deresindeki geçirgen tersip bendi görüntüsü a) Geçirgen tersip bendi inşası sonrası b) Taşkın sonrası geçirgen tersip bendi (DSİ, 2019).

Moloz Bariyer

Akarsuyun yatağındaki, havzasındaki yamaçlardan dağlardan hareketli dikey yüzeylerden düşen kayaları ve akışkan molozları tutan çelikten imal edilmiş esnek, mukavemeti yüksek, uzun ömürlü çelik örgü bariyerlere moloz bariyer denilmektedir (Şekil 8).



Şekil 8. Güneysu Deresi yan kolu moloz bariyeri a) İlk inşa edildiğinde b) Moloz bariyeri rüsubatla dolduktan sonra (DSİ, 2019).

Taban Kuşağı, Brit ve Şütler/Düşüler

Geniş tabanlı doğal yatakları içerisindeki hareket halindeki malzemenin sürüklenerek mansaba gitmesini önlemek, belirli bir denge eğimi oluşturularak hareket halindeki malzemenin stabil hale gelmesini sağlamak için inşa edilen yapılara taban kuşağı denilmektedir (Şekil 9a).

Britler doğal ve düzenlenmiş derelerde rüsubat taşınımı olmayan ya da rüsubat taşınımının problem teşkil etmediği, ancak oyulma problemleri yaşanan akarsu yataklarında suyun aktığı zeminin eğiminin azaltılarak oyulmaların önlenmesi amacıyla yapılan tesislerdir (Şekil 9b).

Bir kanalda su yüzenin az mesafe içinde alçalmasını sağlayan, suyun enerjisini emniyetli şekilde kırarak akarsu tabanının eğimini düşüren enine yapılara şüt/düşü denilmektedir (Şekil 10).



Şekil 9. a) Taban kuşağı, Salihli, Manisa b) Artvin, Murgul ilçe merkezi (DSİ, 2019; URL-5).



Şekil 10. Şüt yapısı, Hopa, Artvin (URL-6)

Baraj

Barajların inşa edilmesinde hedeflenen birçok amacının yanında rezervuarlarında devasa miktarda su kütlesi tutması nedeniyle taşkın kontrolü içinde büyük bir öneme sahiptir. Barajların yapımı sırasında rezervuarlarında taşkını ötelemek amacıyla boş hacim bırakılmaktadır. Taşkın piki geldiğinde barajların boş hacmi, taşkınla gelen su miktarını rezervuarında hapsederek suyun mansabına güvenli bir şekilde aktarılmasını sağlar (Fiebiger, 2008; DSİ, 2019).

Sel Kapanı

Sel kapanlarının inşa edilmesinde amaç yatak hacminin taşkınla birlikte gelen su miktarını taşıyamaması durumlarında taşkınların ötelenmesi ve güvenli bir şekilde mansaba intikal etmesi için geçici depolama alanı oluşturmaktır (Şekil 11).

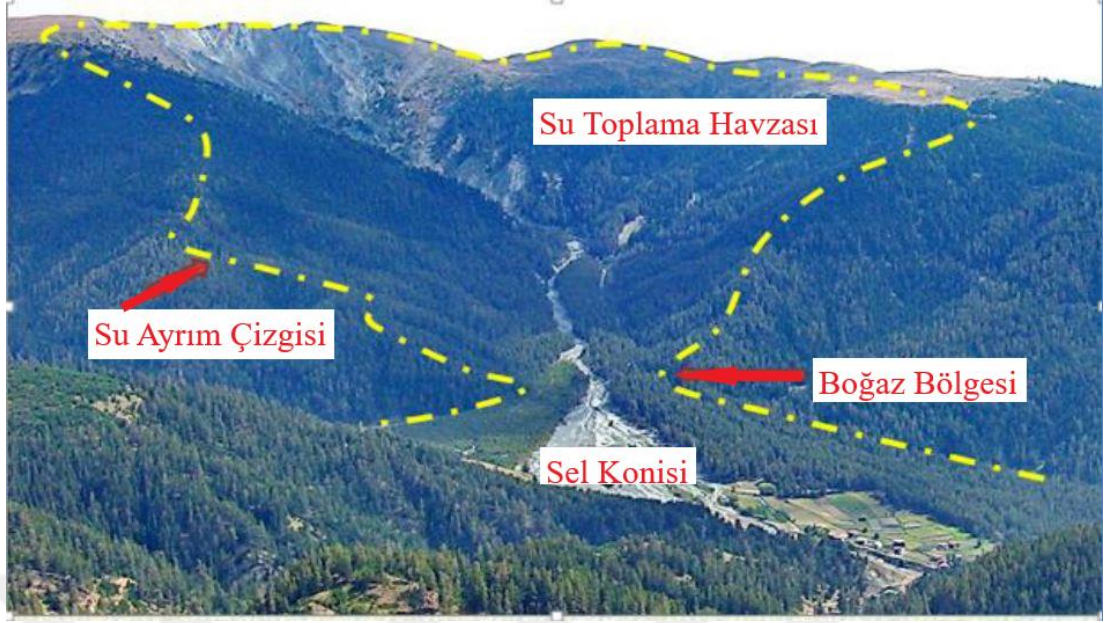


Şekil 11. Sel kapanı, Eskişehir, Odunpazarı (DSİ Arşiv, 2021)

Mansap Islahı

Su toplama havzasındaki yukarı havza akarsu yataklarında alınan tedbirler, derenin ovaya açıldığı yer olan boğaz bölgesinde son bulur (Şekil 12). Boğaz bölgesinin aşağısında başlayan kontrol önemleri ise aşağı havza (mansap) tedbirleridir. Mansapta alınacak tedbirler sürüklenen malzemenin durdurulması, yetersiz olan doğal kesitin kapasitesini aşarak taşkınlara sebebiyet vermesinin önüne geçilerek akımların belirli frekanslara göre hesaplanarak boyutlandırılarak uygun akış koşullarının sağlanması, insanların yaşamlarının ve yaşam alanlarının korunması, kıyı oyulmalarıyla beraber toprak kayıplarının önlenmesi, ilgili sanat yapılarının ve diğer altyapı tesislerinin zarar görmesinin önlenmesidir (FCI, 2016; DSİ, 2019).

Taşkınlara önlem almak için öncelikle sebeplerinin iyi analiz edilmesi gerekmektedir. Eğer taşkın yukarı havzadan gelen rüsubattan kaynaklıysa, çözüm bulmak için yukarı havza tedbirlerine başvurulmalıdır. Bir akarsuda taşkın kontrol çalışmaları için öncelikle yukarı havza tedbirleri yönüyle başlanmalı, havzada yapılan gözlemler sonucu ihtiyaç duyulması halinde mansap önlemleri yönüyle tedbir çalışmaları devam etmelidir. Mansap tedbirleri, taşkın kontrol duvarları, sürüntü malzemelerinin tutulması, akarsu yatağının ve şevlerinin düzenlenmesi, eğimin dengelenmesini konularını kapsamaktadır.



Şekil 12. Klasik bir akarsu havzasının görünümü (DSİ, 2019)

1.5.2 Yapısal Olmayan Tedbirler

Yapısal olmayan tedbirler, beşerî nedenlerle doğal dengenin bozulmasının önlenmesi için yapılan çalışmalardır. Bunlara örnek olarak erozyona uğrayan alanlarda aşırı otlamaya mani olunması, yamaçlarda bulunan tarım arazilerinin sınıflarına göre arazi kullanım temini, sorun çözümü için uygulanacak projelerde halkın katılımını sağlayacak yöntemlerin tespiti ve uygulamaya konması, hidrometrik ve meteorolojik gözlemlerin yapılması, taşkın etütlerine göre imar planlarının oluşturulması, taşkın yataklarına müdahalelerin tespiti ve oradan kaldırılmasına yönelik çalışmalar, olası taşkına maruz kalabilecek akarsularda taşkın haritalarının oluşturulması, oluşturulan haritalar sonucu erken uyarı sistemlerinin kurulması verilebilir (DSİ, 2019). Bu tez kapsamında yapılan çalışmada yapısal olmayan tedbirler içerisinde bulunan bir taşkın haritası çeşidi olan taşkın yayılım ve derinlik haritaları üretilmiştir.

2 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Taşkın modelleme, topoğrafik ve hidrolojik verilerden yararlanarak gelecekte yaşanabilecek taşkın senaryolarını önceden görmemizi sağlayan küçük ölçekte bir simülasyondur. Bu simülasyon, muhtemel taşkın büyüklüğünü ortaya koymakta ve alınması gereken en doğru önlemleri ortaya koyacak doneleri oluşturmaktadır. Bu nedenle geçmiş yıllarda, gerek yurtiçinde gerekse yurtdışında, taşkın modellemesi için çok sayıda çalışma yapılmış ve hidrolik analizler yapan çeşitli yazılımlar geliştirilmiştir. Bu bölümde, geçmiş yıllarda çeşitli taşkın modelleme yazılımları aracılığıyla taşkın yayılım, taşkın risk ve taşkın tehlike haritaları üretilen çalışmalara değinilmiştir.

Uçar (2010) yüksek lisans tez çalışmasında, Trabzon ilinin Değirmendere havzasında HEC-RAS yazılımı ile Q_{10} , Q_{25} , Q_{50} , Q_{100} , Q_{200} , Q_{500} debileri için 1 boyutlu hidrolik modelleme yaparak taşkın risk haritalarını üretmiş ve taşkın riski taşıyan yerleşim alanları için yapısal ve yapısal olmayan çözüm önerilerinde bulunmuştur. Yapılan çalışmada, yapılaşmanın dere yatağında yoğunlaşması ve köprü gibi mevcut sanat yapılarının dere yatağını daha da daraltması nedeniyle olası taşkınlarda Maçka ilçe merkezinin önemli derecede zarar göreceği tespit edilmiştir.

Efe ve Önen (2015) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise HEC-RAS yazılımı ile Batman Çayı'nın belirli bir kesimi için tek boyutlu taşkın analizi yapılmıştır. Çalışmada, dere yatağında yer alan Bıçakçı ve Şerbet köylerinin taşkın riski taşıdığı tespit edilmiş ve bu köylerde yerleşime ve tarımsal faaliyetlere izin verilmemesi önerilmiştir.

Taş ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada ise HEC-RAS yazılımı kullanılarak Akarçay Havzası'nın ekonomik olarak en gelişmiş bölgesi olan Afyon Alt Havzası için taşkın yayılım haritaları üretilmiş ve taşkın risk değerlendirmesi yapılmıştır.

Terzioğlu (2018), farklı tekerrüre sahip debi değerleri için taşkın zararlarının tahmin edilmesini, zarar oranlarının derecelendirilmesini ve taşkın risk sınıflandırılmasını amaçladığı doktora tez çalışmasında, Doğu Karadeniz Havzası'nda, Trabzon'da bulunan Değirmendere Deresi'nin, Araklı İlçesindeki Karadere Deresi'nin ve

Vakfıkebir İlçesindeki Fol Deresi'nin taşkın yayılım alanları ve taşkın tehlike haritalarını SOBEK yazılımı yardımıyla oluşturmuştur.

Dolo (2018), Artvin ilinin Arhavi ilçesindeki Musazade Havzası, Aşağı Hacılar Havzası ve Yukarı Hacılar Havzasını kapsayan alanlarda drone ile fotogrametrik olarak 20 cm yüksek çözünürlüğe sahip sayısal yüzey modelleri üretmiş, 47 yıllık günlük yağış verileri, 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık tekrarlama periyodu ile Weibull metodunu kullanarak, 24 saatlik yağış tekrarlama periyodunu hesaplamıştır. Çalışmada üretilen veriler ile HEC-RAS'da iki boyutlu hidrolik modelleme yapılmış ve taşkından etkilenecek alanlar tespit edilmiştir.

Ertürk ve Kaya (2019) tarafından yapılan çalışmada, Trabzon'un Vakfıkebir ilçesinde bulunan Kirazlı deresi için farklı taşkın tekerrür debilerinde taşkın derinlik ve tehlike haritaları üretilmiştir. Çalışma sonucunda üretilen taşkın tehlike haritaları ile Kirazlı dere yatağının Q_{500} taşkın debisini geçiremediği ve taşan suların mansaptaki yerleşimleri etkilediği gösterilmiştir. HEC-RAS yazılımının kullanıldığı çalışmada, elde edilen sonuçlara göre taşkın zararlarını en aza indirmek maksadıyla bazı önerilerde bulunulmuştur.

Dere (2019), yüksek lisans tez çalışmasında, Sapanca ilçesinde yer alan Mahmudiye ve Kurtköy Dereleri üzerinde 2D modelleme yapmıştır. Çalışmada, meteorolojik veriler kullanarak istatistiki yöntemlerle ekstrem yağış hesabı yapılmış ve bahsedilen dereler için farklı tekerrür debileri Mockus yöntemiyle hesaplanmıştır. HEC-RAS yazılımı aracılığıyla yapılan hidrolik modelleme sonucunda taşkın yayılım haritaları üretilmiş ve olası hasarlar öngörülmeyle çalışılmıştır.

Pinos ve Timbe (2019) tarafından yapılan çalışmada, taşkın yayılım haritalarının oluşturulmasına kullanılan dört adet iki boyutlu hidrolik modelin (PCSWMM 2D, HEC-RAS 2D, Flood Modeller 2D ve Iber 2D) performansları karşılaştırılmıştır. Analiz sonuçları, Iber 2D'nin, 20 ve 50 yıllık taşkın tekerrür debileri için taşkın simülasyonunda diğer modellere göre daha iyi performansa sahip olduğunu göstermiştir.

Demir (2020), doktora tez çalışmasında, Samsun’da bulunan Mert Irmağı Havzası’nın Q_{50} , Q_{100} , Q_{500} ve Q_{1000} taşkın tekerrür debileri için “su yayılım alanları, su derinlikleri, su hızları, taşkın tehlike ve risk seviye haritalarını” HEC-RAS ve FLO-2D yazılımlarını kullanarak üretmiştir. Her iki yazılımdan elde edilen veriler geçmiş taşkın olaylarıyla karşılaştırılmış ve programların birbirleriyle %90-%96 oranında uyumlu sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Namara ve ark. (2021) ise çalışmalarında, HEC-RAS modelini kullanarak Etiyopya’nın Yukarı Awash Nehri havzasının taşkın yayılım haritasını çıkarmayı amaçlamıştır. Çalışmada sonuç olarak, yoğun yağış nedeniyle Awash Bello taşkın ovasının tamamının taşkın yayılım alanında olduğu anlaşılmıştır.

Tektaş ve Polat (2021) tarafından yapılan çalışmada, Diyarbakır ili Çınar ilçesindeki Çakmak Deresinin Q_{500} debisi için HEC-RAS yazılımında 1D/2D hidrolik hibrit modelleme çalışması yapılmıştır. Çalışmada ayrıca uzaktan algılama yöntemleri kullanılarak Sentinel-2 uydu görüntüsü için kontrollü sınıflandırma yapılmış ve yerleşim yerleri ile tarım arazileri belirlenmiştir. Hidrolik modelleme ile üretilen taşkın yayılım haritası ve kontrollü sınıflandırma ile üretilen arazi kullanım durumu karşılaştırılarak taşkından etkilenen alanlar ve yüzölçümleri belirlenmiştir.

Çakan (2021) tarafından yapılan yüksek lisans tez çalışmasında Bozkır- Çarşamba Çayı’ndaki ıslah çalışmaları HEC-RAS yazılımı ile 1D ve 2D olarak modellenerek değerlendirilmiştir. Çalışmada; 2, 5, 10, 25, 50, 100 ve 500 yıllık taşkın tekerrür debileri, istatistik yöntemlerle elde edilen yıllık anlık maksimum akım değerleri kullanılarak elde edilmiştir. İki boyutlu analizlerle oluşturulan “taşkın yayılım, derinlik ve su hızı haritaları ile taşkın tehlike haritaları ve taşkın tehlike seviyesi haritaları” ArcGIS yazılımı ile elde edilmiştir.

Tamiru ve Dinka (2021) tarafından yapılan çalışmada ise Etiyopya’daki Baro Akobo Havzası Nehri’nin taşkın yayılım haritasının üretilmesi için yapay sinir ağları (artificial neural network - ANN) ve HEC-RAS modeli uygulanmıştır. Çalışmada, yapay sinir ağları ile entegre edilen HEC-RAS modelinin çalışma bölgesinde taşkın yayılım alanlarının doğruluğunu başarılı bir şekilde iyileştirdiği vurgulanmıştır.

Taş (2022) tarafından yapılan doktora tez çalışmasında, Yukarı Aras havzasında hidrolojik ve hidrolik model entegrasyonu ile bütüncül bir “taşkın karar destek sistemi” oluşturulmuştur. Çalışmada hidrolik modelleme için HEC-RAS yazılımı kullanılmıştır. Çalışma alanını kapsayan havza için taşkın tehlike, risk ve zarar haritalarının üretildiği tez çalışmasında, yüksek taşkın riskine sahip yerleşim alanlarında yapılaşmanın kontrol altına alınması gerektiği vurgulanmıştır.



3 ÇALIŞMANIN ÖNEMİ VE AMACI

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde bulunan Artvin ilinin yaşanan kısa süreli ve şiddetli yağışlar neticesinde önemli ölçüde taşkına ve heyelana maruz kaldığı bilinmektedir. Farklı kaynaklardan edinilen bilgilere göre 1929-2015 yılları arasında Doğu Karadeniz'de meydana gelen taşkın ve heyelan olaylarında 648 kişinin (kayıplarla birlikte) hayatını kaybettiği belirtilmektedir (URL-1;Turan, 2016). 2006 - 2015 yılları arasında Artvin'de meydana gelen dört farklı taşkın afeti sonucu 20 kişi hayatını kaybetmiştir. 24 Ağustos 2015 tarihinde yaşanan taşkında Hopa ilçesinde 11 kişi hayatını kaybetmiş ve büyük miktarda mal kayıpları meydana gelmiştir (Çelik ve ark., 2016). 12 Kasım 2015 tarihinde Artvin'in Borçka ve Hopa ilçelerindeki taşkında 9 kişinin yaşamını kaybettiği 3 kişinin kaybolduğu, 27 kişinin yaralandığı, 6 binanın yıkıldığı, 39 konutun zarar gördüğü taşkından toplam 1434 kişinin etkilendiği belirtilmiştir (URL-2; Turan, 2016). Küresel ısınmanın etkisini çok daha fazla hissettiğimiz şu günlerde Artvin ve çevresinin daha fazla yağış alacağı öngörüsü ile daha sık taşkın yaşanma ihtimali artmaktadır (Tüfekçioğlu ve ark., 2016). Tüm bu sebeplerden ötürü Artvin ilinin Hopa'ya bağlı beldesiyken 2017'de ilçe statüsüne geçen Kemalpaşa ilçesi, taşkına maruz kalma olasılığı yüksek olan bir ilçe olmasından dolayı hidrolik modelleme ile taşkının ilçeyi nasıl etkileyeceğinin analizinin yapılmasına ihtiyacı olduğu düşünülerek çalışma alanı olarak seçilmiştir.

Bu tez çalışmasında ülkemizde ortalama yağış miktarı olarak en fazla yağış alan doğu Karadeniz havzasına bulunan Artvin ili Kemalpaşa ilçesindeki Çam, Köprücü ve Karaosmaniye dereleri çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Bu derelerde hidrolik modelleme yapılarak çeşitli tekerrür debilerinde oluşacak taşkın yayılım ve derinlik haritaları üretilmiştir. Bu çalışmanın temel amacı, çalışma alanı olarak belirlenen derelerde taşkın modellemesi yaparak olası taşkın senaryolarına karşı farkındalık yaratmak, taşkının önlenmesi veya hasarlarının en aza indirilmesi için alınacak tedbirlere altlık oluşturacak haritaları üretmektir.

4 MATERYAL VE YÖNTEM

4.1 Materyal

4.1.1 Çalışma Alanı

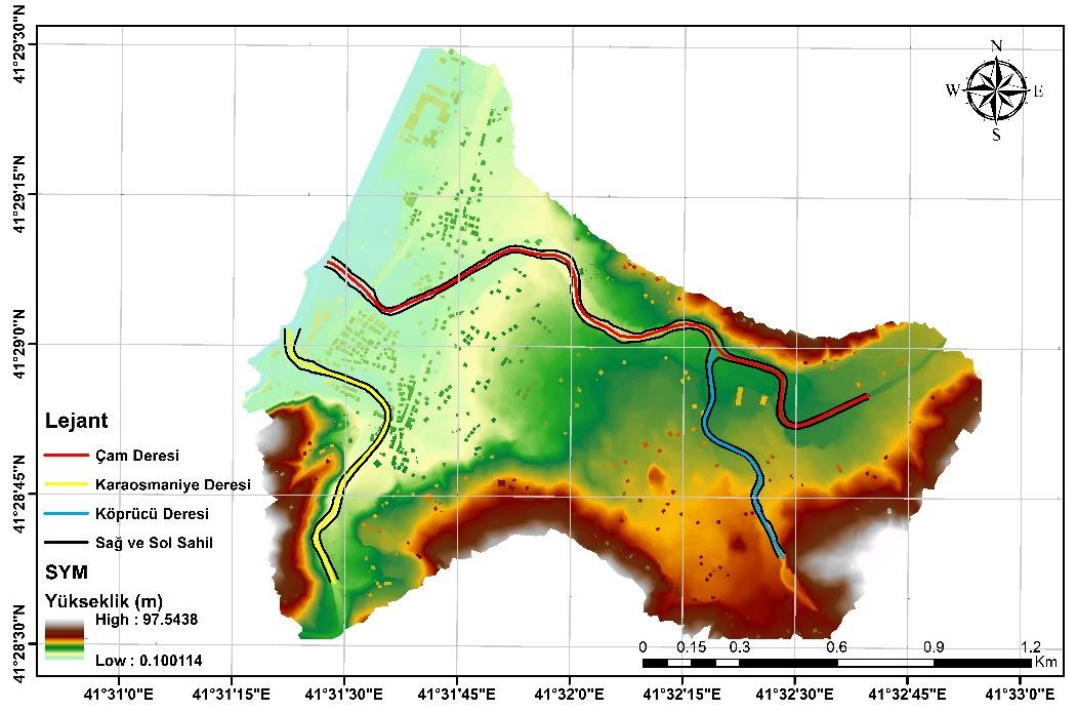
41° 29' 30.41" – 41° 28' 30.05" kuzey enlemleri ile 41° 31' 16.19" – 41° 32' 57.28" doğu boylamları arasında kalan Artvin ilinin Kemalpaşa ilçesinin sınırları içerisindeki önemli dereler arasında yer alan 2147,45 m uzunluğundaki Çam Deresi, 1050,90 m uzunluğundaki Karaosmaniye Deresi ve 770,80 m uzunluğundaki Köprücü Deresi bu tezin çalışma alanını oluşturmaktadır. Kemalpaşa ilçesi batıda Hopa ilçesine, doğuda Gürcistan'a, güneyde Borçka ilçesine Kuzeyde ise Karadeniz'e komşudur. 2313,30 ha'lık çalışma alanı arazi örtüsü açısından değerlendirildiğinde, alanın %60,14 gibi çok büyük bir bölümünün yapılaşmış alan, %35,33 kısmının ise ormanlık alan olduğu görülmektedir (ESRI, 2017). Söz konusu derelerin mebadan mansaba akış yönleri Şekil 13'de gösterilmiştir.



Şekil 13. Çalışma alanı haritası Google Earth görüntüsü (Google Earth, 2022)

4.1.2 Topoğrafya

Doğu Karadeniz’de dağlar denize paralel olarak uzanmakta ve akarsular dağları denize kadar dik vadilerle ayırmaktadır. Doğu Karadeniz havzasında yer alan Kemalpaşa ilçesinde benzer bir durum söz konusu olup seçilen dereler yağışlarla birlikte dik yamaçlardan inerek denize mansaplanmıştır. Topoğrafyası gereği dağınık yerleşimin söz konusu olduğu ilçenin sahil kesimlerinde oluşan düzlüklerde düzenli yerleşim artmakta ve yoğun bir yapılaşma görülmektedir. Çalışma alanında yükseklik 0,10 m ile 97,54 m arasında değişmekte olup ortalama yükseklik 27,33 m’dir (Şekil 14). Hakim bakının güneybatı yönü olduğu çalışma alanı ortalama %7,62 eğime sahiptir.

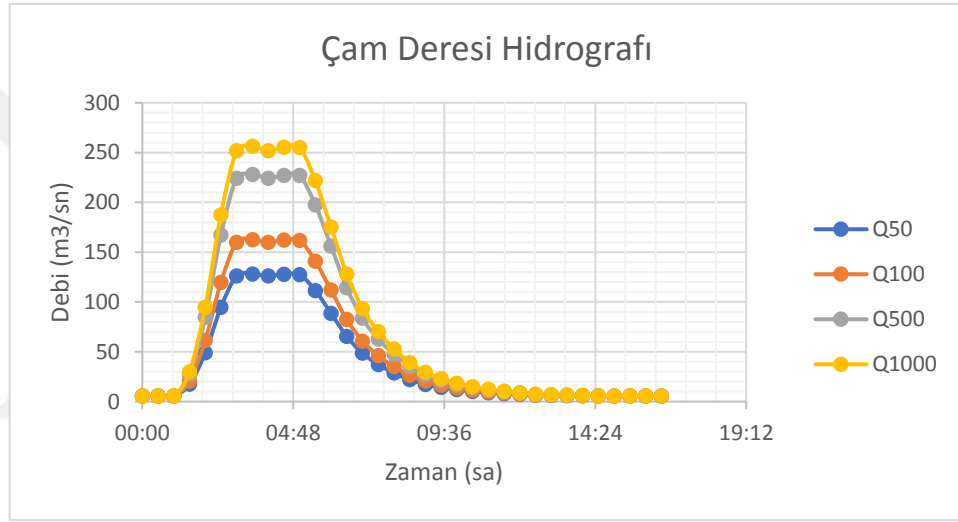


Şekil 114. Çalışma alanının sayısal yükseklik modeli

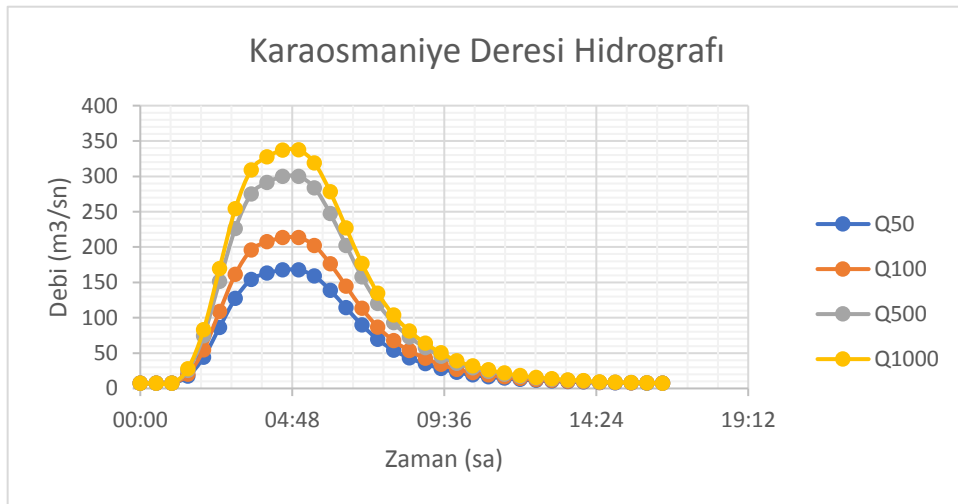
4.1.3 Hidroloji

Kemalpaşa ilçesi Doğu Karadeniz iklim özelliklerini taşımakta olup yazları serin, kışları ılıman, her mevsim yağışlıdır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nün verilerine göre (2010-2020) Artvin’in Doğu Karadeniz havzasında kalan ilçelerinde aylık ortalama yağışların toplamı 2166,07 mm’dir. Bölgenin aylık minimum yağış ortalaması 94,25 mm ile Mayıs ayında, maksimum yağış ortalaması ise 345,2 mm ile

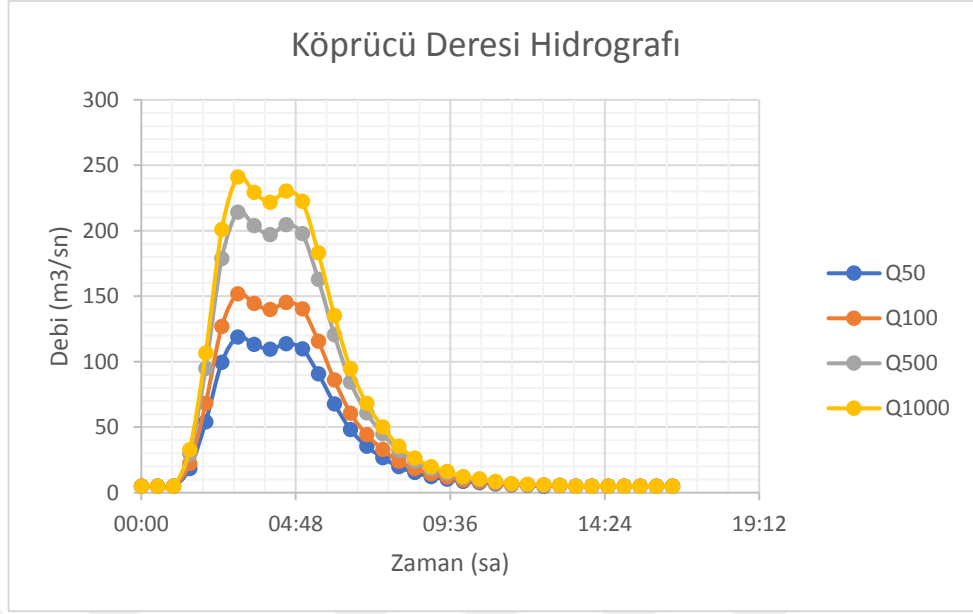
Eylül ayında görülmektedir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün Ocak 2000 – Mart 2021 verilerine göre Artvin'in Doğu Karadeniz havzasında kalan ilçelerinde aylık ortalama maksimum sıcaklık 32,4 °C ile Ağustos ayında, aylık ortalama minimum sıcaklık ise -1,3 °C ile Ocak ayında görülmektedir (Akinci, 2022). Çam, Karaosmaniye ve Köprücü Derelerinin debileri DSİ 26. Bölge Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Kemalpaşa ilçesinde akım verisi olmadığından dolayı debiler sentetik yöntemlerden biri olan Mockus yöntemine göre hesaplanmıştır. Çam, Karaosmaniye ve Köprücü deresinin yağış alanları sırası ile 35,10 km², 27,53 km² ve 15,63 km²'dir. Zamana bağlı debi değişimi ifade eden hidrograflar Şekil 15, 16 ve 17'de verilmiştir.



Şekil 15. Çam Deresi'nin zamana bağlı debi değişimi



Şekil 16. Karaosmaniye Deresi'nin zamana bağlı debi değişimi



Şekil 17. Köprücü Deresi'nin zamana bağlı debi değişimi

4.1.4 Pürüzlülük

Manning formülü (8) serbest yüzeyli akım hidrolik hesaplarında kullanılan en önemli denklemlerdendir. İrlandalı mühendis Robert MANNING tarafından 1889 tarihinde yayınlanan bu denklem çoğunlukla üniform (düzenli) akım problemlerinde kullanılmaktadır (DSİ, 2016).

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2} \quad (8)$$

Manning formülünde, “Q = debi (m³/s), A = akım alanı (m²), R = hidrolik yarıçap (m), J = taban eğimi ve n = pürüzlülük katsayısını” ifade etmektedir.

Denklemdaki pürüzlülük katsayısı (n) haricindeki tüm parametreler fiziksel olarak ölçülebilmektedir. Pürüzlülük katsayısı seçimi ise özellikle doğal dere yataklarında birçok etkene bağlı olup seçimi yapan kişilerin bilgi ve tecrübesine de dayanmaktadır.

“n” pürüzlülük katsayısını seçmek için kullanılan yöntemler; “manning tablosu, fotoğraf karşılaştırması, fiziksel/ampirik bağıntılar, akım hızı ölçümünden hesaplama ve Cowan metodu”nu içermektedir (DSİ, 2016).

En sağlıklı yöntem, akım hızı ölçümü ile pürüzlülük tespitidir (Land and Water Australia, 2009; DSİ, 2016). Bu yöntemin handikapları ise dolu kesitte her zaman akıma rastlanılmaması ve dolu kesitte ölçüm zorluklarıdır. Bu sebeple ülkemiz akarsuları için en uygun yöntemin Cowan metodu olduğu ifade edilmektedir. DSİ taşkın ihtisas komisyonu tarafından “Modifiye Cowan Metodu”na ait pürüzlülük tablosu oluşturularak “kanal şev durumları (n₁)” parametresi, tesis tiplerine göre sınıflandırılmış ve böylece pürüzlülük katsayısı tercih edecek kişiler arası tekdüzeliğin sağlanması hedeflenmiştir (DSİ, 2016). Modifiye Cowan metodu ile pürüzlülük katsayı hesabı için formül ve içeriği Tablo 2’de açıklanmıştır.

Tablo 2. Modifiye Cowan metodu (DSİ formatı)

$$n = m.(n_b + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) \quad (9)$$

Yataktaki Malzeme Cinsi	Beton	Medyan dane çapı (mm)	--	n _b	0,012-0,018
	Kaya		--		--
	Sert Toprak		--		0,025-0,032
	İri kum		1-2		0,026-0,035
	İnce çakıl		--		--
	Çakıl		2-64		0,028-0,035
	İri Çakıl		--		--
	İri Taş		64-256		0,030-0,050
	Yumru Kaya		>256		0,040-0,070
Kanal Şev Durumu	Pürüzsüz			n ₁	0,000
		Beton Duvar			0,003
	Önemsiz	Taş Duvar			0,005
		İstifli Taş Tahkimat			0,008
	Orta	Ağaçsız Kaya/Toprak Yamaç			0,010
		İstifsiz Taş Tahkimat			0,015
	Şiddetli	Ağaçlı Yamaç			0,010-0,015
Kanal Kesit Değişimi	Aşamalı			n ₂	0,000
	Ara Sıra Değişen				0,005
	Sık Değişen				0,010-0,015

Tablo 2 (devam)

Kanaldeki engeller (Birikinti, Tümsek, Düşü, Kaya, Köprü Ayağı)	İhmal edilebilir	Engel/Kesit Alanı x100	<%5	n ₃	0,000
	Önemsiz		%5-15		0,010-0,015
	Kayda Değer		%15-50		0,020-0,030
	Şiddetli		>%50		0,040-0,060
Kanal Bitki Örtüsü	Düşük			n ₄	0,005-0,010
	Orta				0,010-0,025
	Yüksek				0,025-0,050
	Çok Yüksek				0,050-0,100
Kanal Kırırımı	Önemsiz	Dere Uzunluğu / Kuş Uçuşu Uzunluk	1-1,2	m	1,000
	Kayda Değer		1,2-1,5		1,150
	Şiddetli		1,5		1,300

Çalışma alanındaki Çam, Karaosmaniye ve Köprücü Deresi için seçilen pürüzlülük katsayıları Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Dereler için seçilen pürüzlülük katsayıları ve dere yataklarının görselleri

Dere Adı	Km	Modifiye Cowan Metodu $n=m.(n_b+n_1+n_2+n_3+n_4)$						
		n _b	n ₁	n ₂	n ₃	n ₄	m	n
Çam Deresi	0+000.00 ~ 0+840,00	0,031	0,010	0,000	0,000	0,005	1	0,046



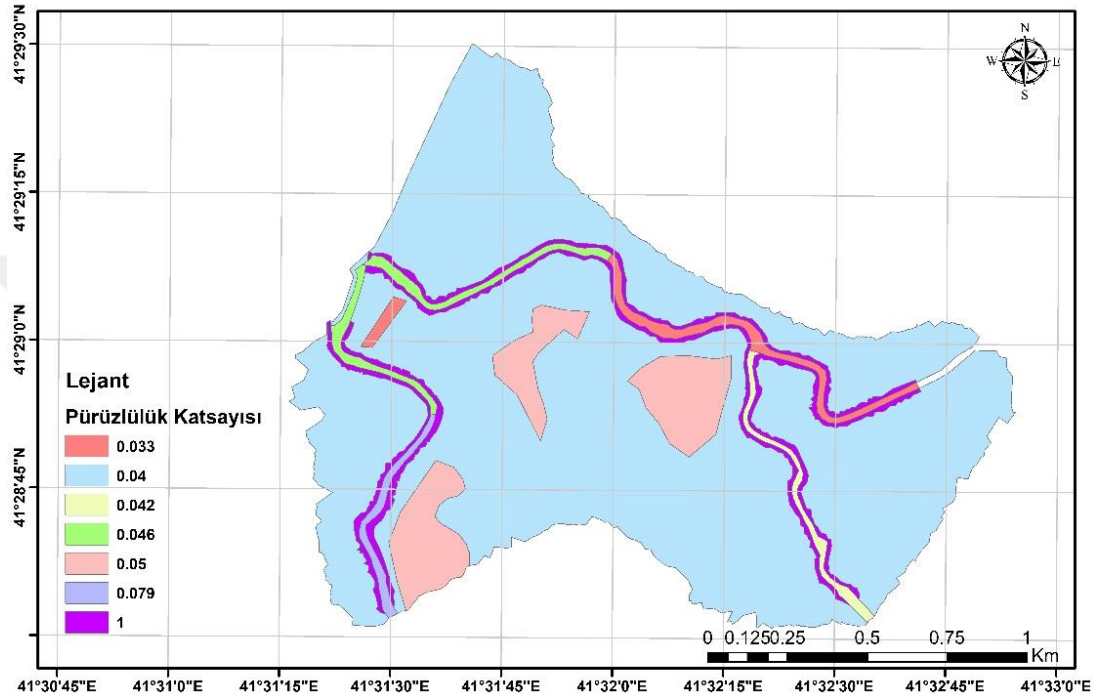
Tablo 3 (devam)

Dere Adı	Km	Modifiye Cowan Metodu $n=m.(n_b+n_1+n_2+n_3+n_4)$						
		n_b	n_1	n_2	n_3	n_4	m	n
Çam Deresi	0+840,00 ~ 2+147,45	0,030	0,003	0,000	0,000	0,000	1	0,033
								
Karaosmaniye Deresi	0+000.0 ~ 0+0,380	0,030	0,005	0,000	0,000	0,005	1,15	0,046
								

Tablo 3 (devam)

Dere Adı	Km	Modifiye Cowan Metodu $n=m.(n_b+n_1+n_2+n_3+n_4)$						
		n_b	n_1	n_2	n_3	n_4	m	n
Karaosmaniye Deresi	0+0,380 ~ 1+050,90	0,029	0,020	0,000	0,015	0,005	1,15	0,079
								
Köprücü Deresi	0+000.00 ~ 0+770,80	0,029	0,003	0,000	0,010	0,000	1	0,042
								

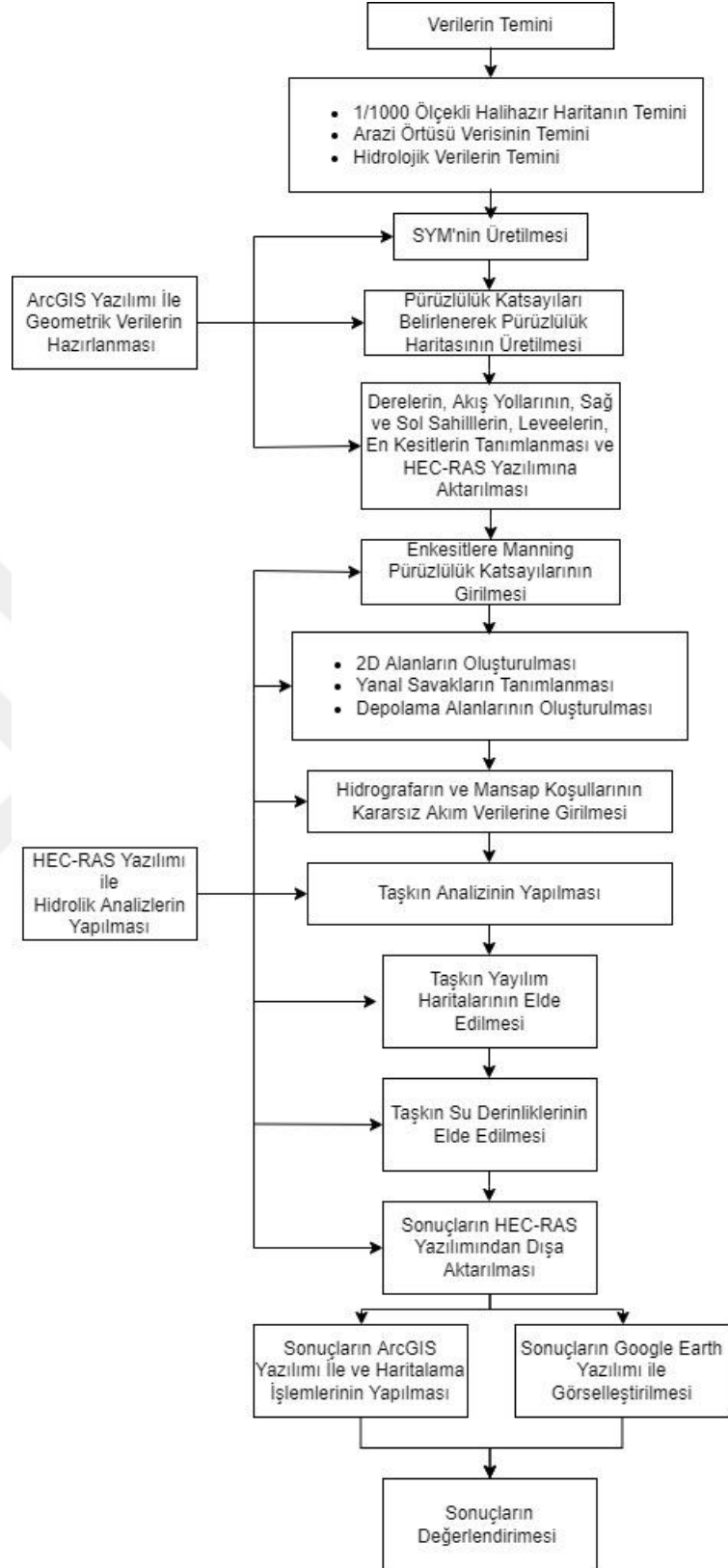
Dere yatağı dışında kalan alanlar için 0,04, tarım alanları için 0,05, yol gibi pürüzlülüğü düşük olan alanlar için 0,033, dere yatağının sağ ve sol sahilinde ağaç, bitki örtüsü gibi pürüzlülüğü yükselten yerler içinse 1 katsayısı seçilmiştir. Seçilen pürüzlülük katsayıları, ArcGIS yazılımında ilgili dere kesitlerine öznitelik verisi olarak girilmiş ve Şekil 18’de gösterilen harita oluşturulmuştur.



Şekil 18. Çalışma alanı için seçilen pürüzlülük katsayı haritası

4.2 Yöntem

Bu çalışmada, Kemalpaşa ilçesindeki Çam, Karaosmaniye ve Köprücü Dereleri için hidrolik model oluşturularak çeşitli tekerrür debilerinde oluşan taşkın su derinlik ve yayılım haritaları elde edilmiştir. Çalışmada izlenen yöntemin işlem adımları aşağıda maddeler halinde ve genel iş akış şeması Şekil 19’da verilmiştir.

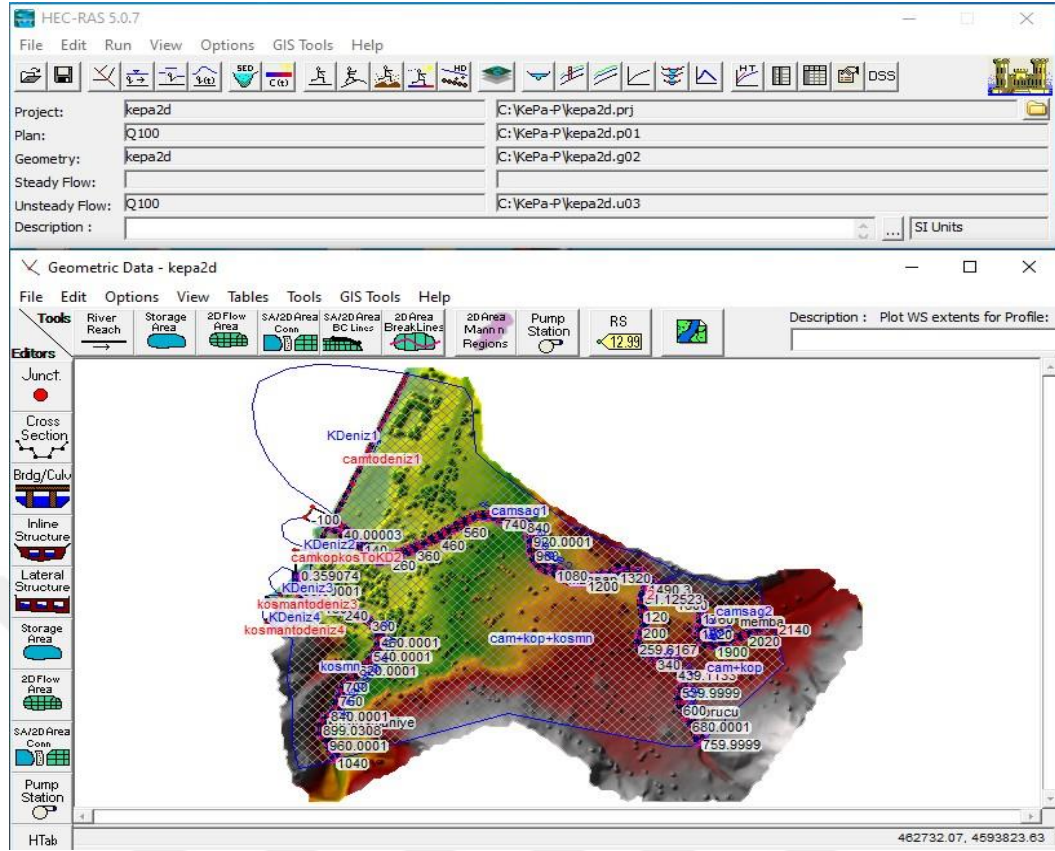


Şekil 19. Çalışmada izlenen yöntemin iş akış şeması

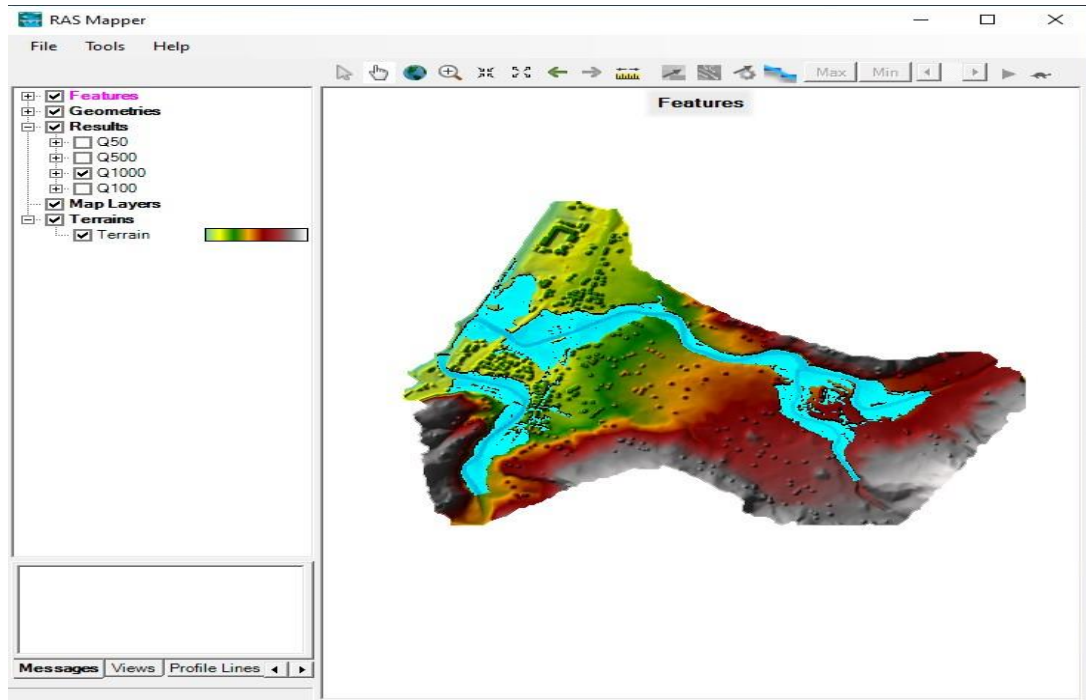
- Çalışma sahasına ait 1/1000 ölçekli topografik haritaların temini,
- Hidrolojik verilerin (çeşitli frekanslarda taşkın tekerrür debileri ve hidrograf) temini,
- ESRİ Sentinel-2 uydusundan 10 m çözünürlüklü arazi örtüsü verisinin temini,
- 1/1000 ölçekli topografik haritaların kullanılarak çalışma alanının Sayısal Yükseklik Modeli (SYM)'nin üretilmesi,
- Pürüzlülük katsayılarının belirlenmesi ve pürüzlülük haritasının oluşturulması,
- ArcGIS yazılımında derelerin, akış yollarının, sol ve sağ sahillerin, Leveelerin, en kesitlerin tanımlanarak HEC-RAS yazılımına aktarılması,
- HEC-RAS yazılımında pürüzlülük katsayılarının girilmesi,
- 1 ve 2 boyutlu entegre modeli kurmak için 2 boyutlu alanların oluşturulması, 1 ve 2 boyutlu alanların birleşimini sağlamak amacıyla yanal savakların oluşturulması, sistemin dışına atılan suların depolanması için depolama alanlarının çizilmesi,
- Temin edilen hidrografların ve mansap koşullarının kararsız akım verilerine girilmesi,
- 1 ve 2 boyutlu entegre modelin analizinin yapılması,
- Analiz sonucu taşkın yayılım, derinlik ve su yüzü profillerinin üretilmesi,
- Sonuçların HEC-RAS yazılımından dışa aktarılması
- Taşkın yayılım haritalarının ArcGIS yazılımında değerlendirilmesi,
- Taşkın yayılım haritalarının Google Earth yazılımında görselleştirilmesi.

4.2.1 HEC-RAS

HEC-RAS, ABD ordusu tarafından geliştirilmiş ücretsiz bir yazılımdır. Yazılım; tek boyutlu kararlı akım su yüzeyi profili hesaplamaları, bir boyutlu (1D) ve/veya iki boyutlu (2D) kararsız akış modellemeleri, yarı veya tam kararsız akış sediment taşınımı modellemesi, tek boyutlu su kalitesi analizi yapabilmektedir (HEC-RAS Manual, 2016). Yazılımın “Geometric Data” arayüzü Şekil 19’da, “RAS Mapper” arayüzü ise Şekil 20’de gösterildiği gibidir.



Şekil 20. HEC-RAS Geometric Data arayüzü



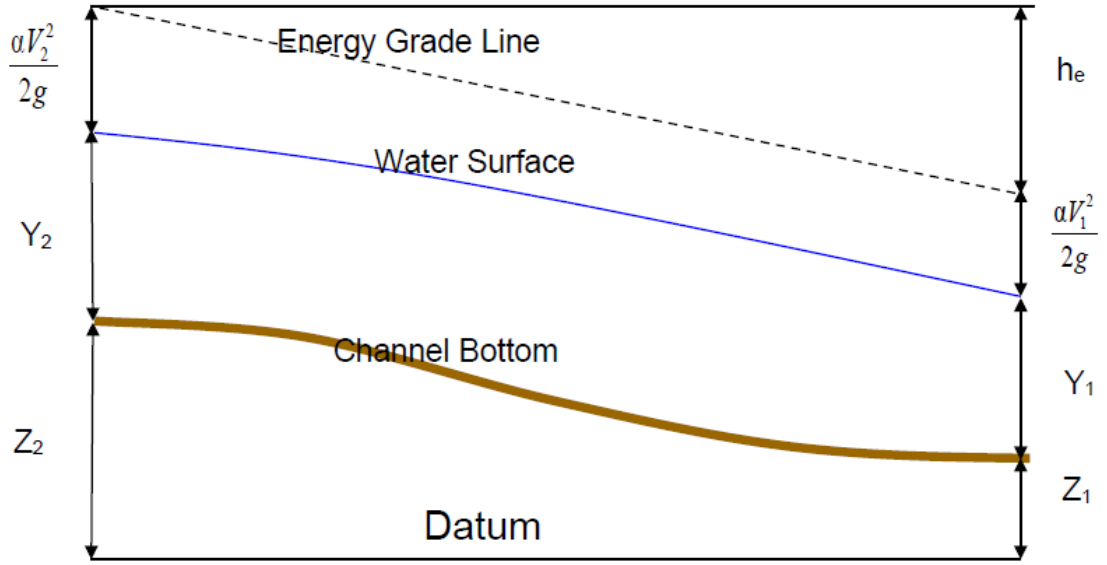
Şekil 21. HEC-RAS RAS Mapper arayüzü

HEC-RAS; derinlik, yayılım, tehlike, risk gibi çeşitli taşkın haritalarında kullanılan hidrodinamik modellerde 1D, 2D ve 1D/2D entegre model ile analiz yapılabilmektedir. 1D ile açık kanallar modellenirken taşkın yayılımı en kesitlerle sınırlandırılmış olup akarsu yatağı dışındaki en kesit sınırını aşan alanların taşkından etkilenme durumunu hesaplamakta yetersiz kalmaktadır. 2D model ise çalışma alanını 3, 4, 5 veya maksimum sekiz kenara kadar oluşturulan çeşitli boyutlarda ızgara ağ sistemine ayırarak akarsu yatağı dışındaki bilhassa yerleşim yerlerinin taşkın modellenmesinde büyük avantaj sağlamaktadır. 1D/2D entegre model ise 1D modelin en kesitlerin oluşturulmasında gösterilmesi gereken hassasiyetlere (iki en kesitin birbirini kesmemesi, akarsu yatağını dik bir şekilde kesmesi gibi) daha elverişli hale getirip aynı zamanda taşkından etkilenecek alanların taşkın yatağı dışındaki alanları ızgara ağlara bölerek 2D alanlar oluşturup daha detaylı modellemeye imkân sağlayan bütünlük bir modeldir (Ertürk ve Kaya, 2019; Ardiçoğlu, 2017).

1D ve 2D entegre modelde çözüm algoritması eş zamanlı olarak akım geçişlerini dikkate almaktadır. Akımın sağ ve sol sahilin bir kısmından veya tamamından aşması durumunda 1D suyun başından yanal savaklar aracılığıyla bağlandığı 2D alanın kuyruk suyuna kadar hesaplamalar yapılır. Aynı zamanda akarsuyun su seviyesinin düşmesi durumunda akım ana akarsuya doğru akması gerçekleşir (2D alandan 1D akarsuya doğru) (Ardiçoğlu, 2020).

4.2.1.1 Profil Hesabı İçin Temel Denklemler

HEC-RAS hidrolik analiz yazılımında hesaplamalar mansaptan membaya doğru yapılmaktadır. Eğer sel rejimi meydana gelen bir yer bulunuyorsa burada membadan mansaba doğru da su yüzü seviyeleri bulunmalıdır. Bilinen başlangıç su yüzü seviyesinden bulunması istenen en son kesitteki su yüzü seviyesine kadar her iki kesit arasındaki su yüzü profili, bir enerji kesitini diğerlerinden standart adım yöntemi ile yinelemeli bir şekilde çözerek bir kesitten bir diğerine Bernoulli Enerji Eşitliği (10) kullanılarak tespit edilir (Şekil 20)(Yıldız, 1992; HEC, 2010; Uçar, 2010; Tektaş, 2021).



Şekil 22 Enerji denkleminde terimlerin temsili (HEC-RAS Manual, 2016)

$$Z_2 + Y_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Z_1 + Y_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e \quad (10)$$

Z_1, Z_2 = Ana kanal taban yüksekliği

Y_1, Y_2 = Kesit akım derinliği

V_1, V_2 = Ortalama hız (debi/akım alanı)

α_1, α_2 = Hız katsayısı

g = Yerçekimi ivmesi

h_e = Enerji yük kaybı

$$h_e = L\bar{S}_f + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right| \quad (11)$$

L = Kanal uzunluğu

$\bar{S}_f$ = İki kesit arasındaki sürtünme eğimi

C = Genişleme veya daralma kayıp katsayısı

Enerji kaybı kesit genişleme ve daralma katsayıları, iki kesit arasındaki eğime, mesafelere (sağ ve sol sahil ve kesit orta uzaklıkları) ve hıza bağlı olarak değişir. Dolayısıyla hem sürtünme kaybı hem de kesitin değişimine bağlı olarak değişen kayıpları göz önüne alarak hesaplanır (Uçar, 2010). HEC-RAS'da mansaptaki hız

yükü membadakinden büyük ise daralmanın, membadaki hız yükü mansaptakinden büyük ise genişleme olduğu kabul yapılır.

Tablo 4. Kritik daralma ve genişleme katsayıları (HEC-RAS Manual, 2016)

	Daralma	Genişleme
Geçiş kaybı yok	0	0
Yumuşak geçiş	0.1	0.3
Köprü geçişi	0.3	0.5
Ani geçiş	0.6	0.8

$$L = \frac{L_{lob}\bar{Q}_{lob} + L_{ch}\bar{Q}_{ch} + L_{rob}\bar{Q}_{rob}}{\bar{Q}_{lob} + \bar{Q}_{ch} + \bar{Q}_{rob}} \quad (12)$$

L_{lob} , L_{ch} , L_{rob} = Akım yolu uzunluğu sırasıyla, sol taşkın kanalı, ana kanal ve sağ taşkın kanalı

$\bar{Q}_{lob}$, $\bar{Q}_{ch}$, $\bar{Q}_{rob}$ = Kesitler arasındaki ortalama debi sırasıyla, sol taşkın kanalı, ana kanal ve sağ taşkın kanalı

Kesit Alt Bölümlerinin İletim Hesabı

Bir en kesitteki toplam debinin ve hız katsayılarının belirlenmesi, kesitteki hız dağılımlarının değişmediği alt bölümlere ayırmakla mümkündür. HEC-RAS yazılımı kesiti alt bölümleri ana kanal ve taşkın kanalında pürüzlülüğün değiştiği bölgeleri tespit ederek ayırır (Şekil 21). İletim kapasitesi tüm alt bölgeler için manning formülüyle hesaplanır (Ardıçlıoğlu, 2017).

$$Q = KS_f^{1/2} \quad (13)$$

$$K = \frac{1.486}{n} AR^{2/3} \quad (14)$$

K = Her bir alt bölge için iletim kapasitesi

n = Her bir alt bölge için pürüzlülük katsayısı

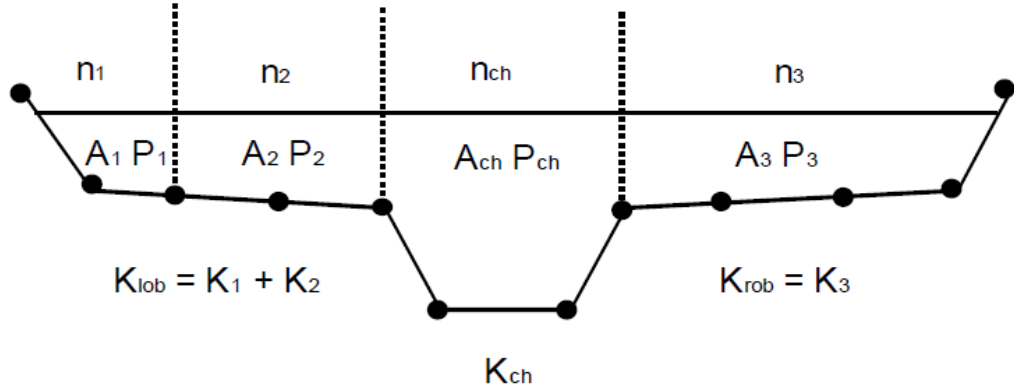
A = Alt kesit alanı

R = Alt kesit hidrolik yarıçapı (alan/ ıslak çevre)

Q = Debi

P = Alt kesit ıslak çevre

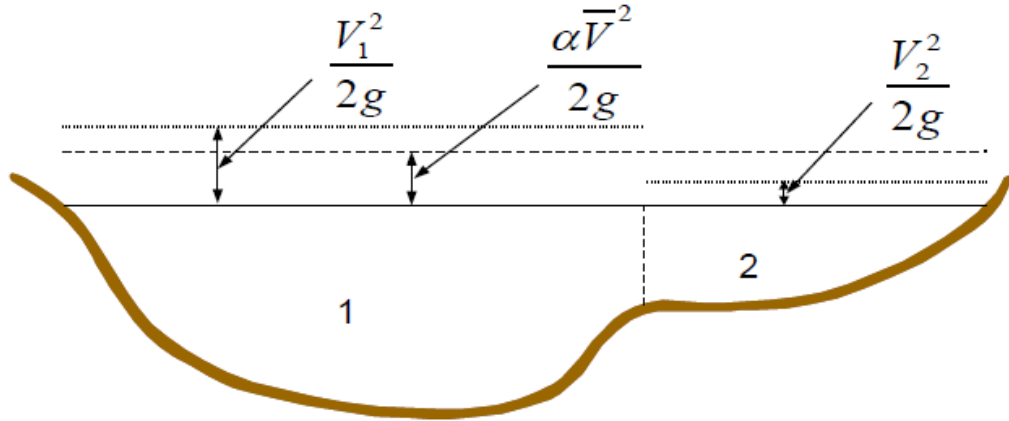
Program ana kanal iletimini sol sahil, kanal, sağ sahilin toplanmasıyla elde eder.



Şekil 23 Tanımlanan alt kesitler (HEC-RAS Manual, 2016)

Ortalama Kinetik Enerji Yüksekliğinin Belirlenmesi

Bilinen bir su yüzü yüksekliğini hesaplamak için kesitin sağ sol sahil ve ana kanal olarak ayrılan bölümlerinde tek bir ortalama enerji hesabı yapılır. Kesitin ana kanal ve sağ sahilinde ortalama enerjinin nasıl hesaplandığı şematik olarak Şekil 22’de gösterilmiştir (Ardıçlıoğlu, 2017).



V_1 =Alan 1 için ortalama hız, V_2 = Alan 2 için ortalama hız

Şekil 24 Ortalama enerjinin belirlenmesi (HEC-RAS Manual, 2016)

Ortalama kinetik enerjinin hesabı için ağırlıklı hız yük katsayısı alfa aşağıdaki gibi hesaplanır. “Ortalama kinetik enerji yüksekliği = Debi-ortalama hız yükü”;

$$\alpha \frac{\bar{V}^2}{2g} = \frac{Q_1 \frac{V_1^2}{2g} + Q_2 \frac{V_2^2}{2g}}{Q_1 + Q_2} \quad (15)$$

$$\alpha = \frac{(A_t)^2 \left[\frac{K_{lob}^3}{A_{lob}^2} + \frac{K_{ch}^3}{A_{ch}^2} + \frac{K_{rob}^3}{A_{rob}^2} \right]}{K_t^3} \quad (16)$$

Burada;

A= kesit toplam akım alanı,

A_{lob}, A_{ch}, A_{rob} = Sırasıyla sol taşkın, ana kanal ve sağ taşkın alanları,

K_t = Kesit toplam iletimi,

K_{lob}, K_{ch}, K_{rob} = Sırasıyla sol taşkın, ana kanal ve sağ taşkın iletimleridir.

Sürtünme Kaybı Hesabı

Sürtünme eğimi S_f ve (12) denklemi ile verilen uzunluk, L ile sürtünme kaybı hesaplanmaktadır. Her bir kesitteki sürtünme eğimi (enerji çizgisinin eğimi) manning formülünden aşağıdaki gibi hesaplanır. (Ardıçlıoğlu, 2017)

$$S_f = \left(\frac{Q}{K} \right)^2 \quad (17)$$

HEC-RAS da sürtünme eğimi diğer bir şekilde aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

Ortalama iletim denkleminde;

$$\bar{S}_f = \left(\frac{Q_1 + Q_2}{K_1 + K_2} \right)^2 \quad (18)$$

Ortalama sürtünme eğimi denkleminde;

$$\bar{S}_f = \frac{S_{f1} + S_{f2}}{2} \quad (19)$$

Geometrik ortalama sürtünme eğimi denkleminde;

$$\bar{S}_f = \sqrt{S_{f1} + S_{f2}} \quad (20)$$

Harmonik ortalama sürtünme eğimi denkleminde;

$$\bar{S}_f = \frac{2(S_{f1} \times S_{f2})}{S_{f1} + S_{f2}} \quad (21)$$

Bir kesitte bulunmak istenen su yüzü yüksekliği (10) ve (11) denklemlerinin tekrarlı çözümü ile belirlenir. Hesap adımları ise (Ardıçlıoğlu, 2017);

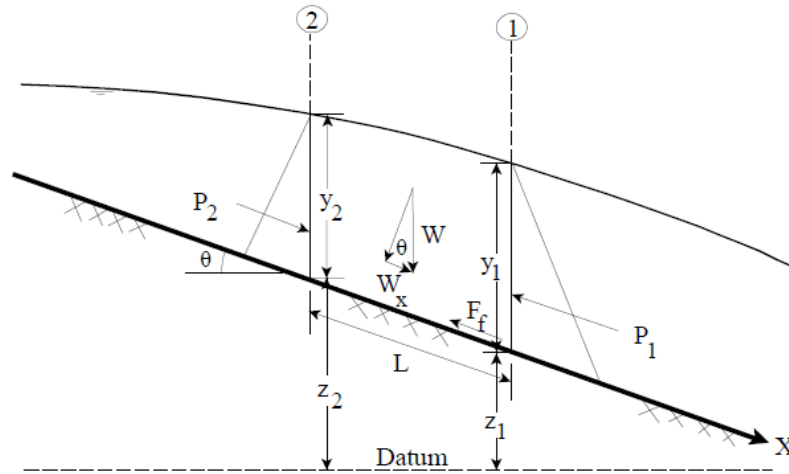
1. Mansaptaki kesitte bir su yüzü yüksekliği alınır.
2. İlk adımda alınan su yüzü yüksekliği esas alınarak toplam iletim ve hız yükü hesaplanır,
3. İkinci adımda bulunan değerler ile sürtünme eğimi (S_f) hesaplanır ve (11) nolu denklem çözülür,
4. İki ve üçüncü adımda hesaplanan değerler ile WS-2(iki adım önceki kabul edilen su yüzü) için (10) nolu eşitlik çözülür,
5. Hesaplanan WS-2 değeri ile 1. adımda kabul edilen değer karşılaştırılır. Fark 0.003 m den fazla ise 1-5 adımları tekrarlanır.

Momentum Denklemleri

Su yüzü kritik derinlikten geçerken enerji denklemleri uygulanamaz. Hidrolik sıçramalar, köprülerdeki düşük akım hidroliği ve akım birleşim yerleri gibi bazı özel problemlerde momentum denklemleri kullanılır. Momentum denklemi Newton'un ikinci kanunundan elde edilir. Momentum yöntemindeki büyüklükler Şekil 23'de gösterilmiştir (Ardıçlıoğlu, 2017).

Kuvvet=kütle x ivme (momentumdaki değişim)

$$\sum F_x = ma \quad (22)$$



Şekil 25 Momentum yöntemindeki büyüklükler (HEC-RAS Manual, 2016)

Şekil 23.'deki 1. ve 2. kesitleri arasındaki akıma Newton'un ikinci hareket kanununu uygulanırsa, birim zamandaki momentum değişimi (23)'de ki gibi yazılabilir:

$$P_2 - P_1 + W_x - F_f = Q \rho \Delta V_x \quad (23)$$

$P = 1$ ve 2 kesitlerindeki hidrostatik basınç kuvveti

$W_x =$ Ağırlık kuvvetinin x bileşeni

$F_f = 1$ ve 2 kesitleri arasındaki sürtünme kaybı

$Q =$ Debi

$\rho =$ Suyun özgül kütlesi

$\rho \Delta V_x = x$ doğrultusunda 1 ve 2 noktaları arasındaki hız değişimi

Hidrostatik basınç nedeniyle X yönündeki kuvvet:

$$P = \gamma A \bar{Y} \cos \theta \quad (24)$$

$$P_1 = \gamma A_1 \bar{Y}_1 \quad (25)$$

$$P_2 = \gamma A_2 \bar{Y}_2 \quad (26)$$

$\gamma =$ Suyun özgül ağırlığı

$A_i = 1$ ve 2 kesitlerindeki kesit ıslak alanı

$Y_i = 1$ ve 2 kesitlerindeki su yüzü ile kesit merkezi arasındaki derinlik,

Suyun ağırlığı:

Suyun ağırlığı = (suyun özgül ağırlığı) $\times$ (suyun hacmi)

$$W = \gamma \left(\frac{A_1 - A_2}{2} \right) L \quad (27)$$

$$W_x = W \sin \theta \quad (28)$$

$$\sin \theta = \frac{Z_2 - Z_1}{L} = S_0 \quad (29)$$

$$W_x = \gamma \left(\frac{A_1 - A_2}{2} \right) L S_0 \quad (30)$$

$L = x$ eksenı boyunca 1 ve 2 kesitleri arasındaki mesafe

$S_0 =$ Ana kanal taban eğimi

$z_i = 1$ ve 2 kesitlerindeki ana kanal yüksekliği

Sürtünme kuvveti:

$$F_f = \tau \bar{P}L \quad (31)$$

τ = Kayma gerilmesi

$\bar{P}$ = 1 ve 2 kesitleri arasındaki ortalama ıslak çevre

$$\tau = \gamma \bar{R} \bar{S}_f \quad (32)$$

R = Ortalama hidrolik yarıçap ($R=A/P$)

$\bar{S}_f$ = Enerji çizgisinin eğimi

$$F_f = \gamma \frac{\bar{A}}{P} \bar{S}_f \bar{P}L \quad (33)$$

$$F_f = \gamma \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) \bar{S}_f L \quad (34)$$

Kütle çarpı ivme:

$$ma = Q \rho \Delta V_x \quad (35)$$

$$\rho = \frac{\gamma}{g} \quad (36)$$

$$\Delta V_x = (\beta_1 V_1 - \beta_2 V_2) \quad (37)$$

$$ma = \frac{Q\gamma}{g} (\beta_1 V_1 - \beta_2 V_2) \quad (38)$$

β = Momentum düzeltme katsayısı düzensiz kanallarda hız dağılımındaki değişimin bir ölçütü

Yukarıdaki ifadeler denklem (23)'de yerine yazılır ve debinin (Q) 1. ve 2. kesitler arasında değişeceği kabulü ile HEC-RAS'da yapılan 1 boyutlu hidrolik modellemede yazılımın arka planında kullanılan momentum denklemi aşağıda (39) denkleminde gösterilmiştir (Ardıçlıoğlu, 2017).

$$\frac{Q_2^2 \beta_2}{g A_2} + A_2 \bar{Y}_2 + \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) L S_0 - \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) \bar{S}_f L = \frac{Q_1^2 \beta_1}{g A_1} + A_1 \bar{Y}_1 \quad (39)$$

HEC-RAS yazılımında formül (40), (41) ve (42)'deki Saint Venant denklemleri kullanılarak 2 boyutlu hidrolik modellemeler yapılabilir.

$$\frac{\partial \xi}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = 0 \quad (40)$$

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{pq}{h} \right) = \frac{n^2 p g \sqrt{p^2 + q^2}}{h^2} - g h \frac{\partial \xi}{\partial x} + p f + \frac{\partial}{\partial x} (h \tau_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (h \tau_{xy}) \quad (41)$$

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{q^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{pq}{h} \right) = \frac{n^2 q g \sqrt{p^2 + q^2}}{h^2} - g h \frac{\partial \xi}{\partial y} + q f + \frac{\partial}{\partial y} (h \tau_{yy}) + \frac{\partial}{\partial x} (h \tau_{xy}) \quad (42)$$

h = Metre cinsinden su derinliği

p ve q = x ve y yönlerindeki akışı (m^2/s)

ξ = Su yüzey kotu (m)

ρ = Su yoğunluğu (kg/m^3)

τ_{xx} , τ_{yy} ve τ_{xy} = Etkili kayma gerilmesinin bileşenleri

f = Coriolis etkisi

Coriolis etkisi, “su veya hava gibi akışkanların dünyanın üzerinde dönmelerine sebep olan olaya verilen isimdir” ve birimi (s^{-1})’dir (Quiroga ve ark., 2016; Demir, 2020).

4.2.2 Taşkın Tahmin Yöntemleri

Taşkını meydana getirecek su miktarının bilinmesi, taşkın tahminin en önemli unsurlarından biridir. Literatürde akarsu yatağının herhangi bir kesitinden 1 saniyeden geçen metreküp (m^3) cinsinden su miktarına “akım (debi)” denilmektedir (Özdemir, 2016). Taşkınların modellenmesinde farklı tekerrür debilerin tespiti için halihazırda kullanılan birçok tahmin yöntemi bulunmaktadır. Tahmin yöntemleri akarsuların toplandığı alanın büyüklüğüne, karakteristik özelliklerine, taşkın için yapılan çalışmanın ayrıntısına, çalışma alanının hidrolojik verileri olan arazi, akım ve yağış verilerinin varlığına ve hidrolik modelin gereksinimine göre farklılık göstermektedir. Taşkın debisini hesaplama metotları; gözlemlere, formüllere, akım verilerine ve birim hidrograflarına dayanmaktadır. Özdemir (2016), hidrografi, “bir akarsu kesitindeki akış miktarının (debinin) zamanla değişimini gösteren bir grafik” şeklinde tanımlamıştır. Birim hidrograf ise “akarsuyun bulunduğu havzaya belirli bir zaman boyunca sabit şiddette düşen, birim yükseklikteki (1cm veya 1mm) artık yağışın

meydana getireceği dolaysız yağışın hidrografi” olarak tanımlanmaktadır (Börü, 2019). Literatürde birim hidrograf yöntemine dayanan taşkın debi sonuçlarının daha gerçekçi sonuçlar verdiği dile getirilmiştir (SYGM, 2017).

Gözlemlere dayanan taşkın debi hesabında, aynı akarsu toplanma alanında bulunan ya da etrafında yaklaşık olarak aynı özellikleri taşıyan havzaların gözlemlerinden faydalanarak, akış katsayısı bulunmakta ve taşkın hesabı yapılacak havza için bu katsayı kullanılarak havzanın pik değeri elde edilmektedir (SYGM, 2017).

Formüllerle taşkın debi hesabında, günümüze kadar teorik, ampirik veya bunların karışımı olarak pek çok formül ortaya koyulsa da denendikleri drenaj alanlarının özelliklerinin uygulandığı iklim şartlarıyla aynı olmadığından ve olasılık ve tekerrür kavramlarına yer verilmediğinden bugün artık formüllerle taşkın hesabı hemen hemen hiç yapılmamaktadır. Formüllerle hesaba R.Hofbauer formülü, P.Kresnik formülü, Hofman formülü, Myers formülü, İskowki formülü örnek verilebilir (Özdemir, 1978).

Akım verileri ile taşkın debi hesabında, taşkın tekerrür periyodu önemli bir yere sahip olup istatistiksel metotlardan faydalanılır. Bu metotlara; “Normal Dağılım, Log Normal Dağılım, Pearson Dağılımı, Gumbel Dağılımı, Log-Pearson Tip III Dağılımı, Fuller, Foster, Hazen, Slade, Gumbel” örnek olarak sayılabilir (SYGM, 2017; Dere, 2019).

Birim hidrograf ile debi hesabı metodunda; hem akım gözlemlerinden hem de sentetik olarak birim hidrograf üretilebilir. Ancak akım gözlemleriyle birim hidrograf elde etmenin bazı şartları bulunmaktadır. Bunlar; “havza alanının 5000 km²’den küçük olması, havzada limnigraflı akım gözlem istasyonunun (AGİ) olması ve yeterli yağış istasyonunun olması”. Sentetik olarak bulunan birim hidrograflara DSİ sentetik, Mockus ve Snyder, Rasyonel yöntemler örnek olarak gösterilebilir (SYGM, 2017).

Bu çalışmada, DSİ 26. Bölge Müdürlüğü’nden temin edilen hidrografların Kemalpaşa ilçesinde akım verisi olmadığından dolayı sentetik yöntemlerden biri olan Mockus yöntemiyle üretilmesi sebebiyle aşağıda bu yöntem detaylı olarak açıklanmıştır.

Mockus Yöntemi

Mockus yöntemi, sentetik birim hidrograf olup hesabını yapmanın pratik ve üçgen hidrografi çizmenin kolay olması sebebiyle tercih edilmektedir. Çalışma yapılacak bölge üzerinde akım verilerin olmadığı yerlerde, suların toplanma zamanının 30 saat veya daha az olan 1000 km²'den küçük drenaj alanları ve için uygulanabilmektedir. Daha büyük drenaj alanlarında ise alanlar tali alanlara bölünerek her bir parça için çizilen hidrograflar gecikme zamanlarına göre süperpoze edilmektedir (Özdemir, 1978; Yüksel ve ark., 1993; DSİ, 2012; Koca, 2014; Demir ve Ülke Keskin, 2022). Bu çalışmada mockus yöntemini kullanmak için gereken drenaj alanı ve su toplanma saati koşulları uyması sebebiyle tercih edilmiştir. Bu yöntemde kullanılan denklemler aşağıda sırasıyla verilmiştir.

$$t_c = 0.00032 \frac{L^{0,77}}{S^{0,385}} \quad (1)$$

Burada;

t_c = Suların toplanma zamanı (sa)

L = Akarsu kol boyu (m)

S = Harmonik meyil olarak ifade edilmektedir.

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

Burada,

D = Taşkını meydana getiren yağış süresidir (sa).

$$t_p = (0,5 \times D) + (0,6 \times t_c) \quad (3)$$

Burada;

t_p = Hidrografın yükselme zamanıdır (sa).

$$t_r = (1,67 \times t_p) \quad (4)$$

Burada;

t_r = Hidrografın alçalma zamanıdır (sa)

$$t_b = t_p + t_r \quad (5)$$

t_b = Hidrografın taban süresidir (sa)

$$Q_p = \frac{K \times A \times h_a}{t_p} \quad (6)$$

Burada;

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

K = Havza katsayısı,

h_a = 1 mm'lik yağışı ifade etmektedir.

24 saatlik yağış yinelenmeleri, taşkını meydana getiren yağış süresine karşılık gelen plüviyograf sayısı ve maksimize faktörü (1.13) ile çarpılmaktadır. Elde edilen düzeltilmiş yağış değerlerinden “h akış katsayıları” belirlenmektedir. Literatürde $h_{akış}$ katsayılarını belirlemek için iki metot vardır. Birincisi (7)’deki formülün kullanılmasıyla elde edilebilmekte, ikincisi ise eğri numarası kullanılarak yağış-akış grafiğinden okunabilmektedir. Son aşamada her bir tekerrür yılı için ayrı ayrı bulunan akış katsayıları ile pik debi çarpılır ve taşkın debileri hesaplanır.

$$h_{akış} = \frac{(P-0,2S)^2}{(P+0,8S)} \quad (7)$$

P = Yağış (mm)

$$Q = Akış \text{ katsayısı} \times Q_p$$

4.2.3 HEC-RAS Uygulaması

4.2.3.1 HEC-RAS Yazılımı İçin Geometrik Verilerin Hazırlanması

İlgili derelere ait taşkın analizinde kullanılacak olan akarsu güzergahları, akım yolları ve akarsu kesitleri gibi geometrik verilerin elde edilmesinde, ArcGIS 10.5 CBS yazılımı ve ArcGIS 10.5'in bir modülü olan HEC-GeoRAS modülü kullanılmıştır. Daha sonra SYM kullanılarak akarsu yatak katmanları ve kesitler 3 boyutlu hale getirilerek HEC-RAS yazılımına aktarılmıştır (Akıncı ve ark., 2019). Sonuçların konumsal olarak değerlendirilebilmesi adına taşkın sonuçları ArcGIS yazılımına tekrar aktarılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Böylece taşkın yayılım haritaları üretilmiş ve raster haritalar Google Earth ortamında da görselleştirilmiştir. ArcGIS ve HEC-RAS yazılımlarında yapılan işlemler aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır.

ArcGIS yazılımında;

- İlk olarak çalışma alanına ait üçgen modelden SYM verisi oluşturulmuş ve .tif formatında kayıt edilmiştir. SYM oluşturulurken çalışma sahasındaki binalarında temsil edilebilmesi için binaların ortalama 3 katlı yükseklikte olduğu varsayılarak binalara 10 m yükseklik tanımlanmış ve üretilen raster verisiyle birleştirilmiştir.
- Sonra HEC-GeoRAS modülünden akarsu güzergahları, akarsu sağ ve sol sahilleri ve 20 m aralıklı ve 40 m genişlikli akarsu kesitleri oluşturulmuştur. HEC-RAS yazılımı kesitlerin en alçak seviyesinden suyun yükselmesi sonucu yanlışlığa sebebiyet vermesi nedeniyle ilk önce dere yatağının içindeki suyun yükselip sağ ve sol sahili aştıktan sonra suyu şevlerden aşağı akıtması için oluşturulan leveeler ve 1 boyutlu hidrolik hesaplar için 20 m aralıklarla araziye temsil edebilecek şekilde en kesitler tanımlanmıştır.
- Daha sonra üretilen SYM altlık olarak kullanılarak akarsu yatak katmanları ve kesitler 3 boyutlu hale getirilmiştir. Böylece elde edilen veriler HEC-RAS yazılımında kullanılmak üzere ArcGIS yazılımından HEC-RAS yazılımına veri değişim formatı olan .sdf (Spatial data format) uzantılı olarak dışa aktarılmıştır.
- Son olarak HEC-RAS yazılımında kullanılacak olan pürüzlülük katsayıları Şekil 18'de ifade edildiği gibi ArcGIS yazılımında alansal olarak ifade edilmiş ve HEC-RAS yazılımında kullanılmak üzere Shapefile (.shp) olarak kayıt edilmiştir.

HEC-RAS yazılımında;

- Öncelikle ArcGIS yazılımında üretilen .sdf formatındaki geometrik veriler HEC-RAS yazılımına aktarılmıştır.
- Sonra Köprücü Deresi'nin Çam Deresi'ne birleşim yeri HEC-RAS yazılımında geometrik veriye tanıtılmış ve Junction Point olarak adlandırılan birleşim noktasına bağlanan en kesitlerin Junction Point'e kadar olan akarsu uzunlukları hesaplanarak ilgili en kesit verilerinde aşağı akış uzunluklarında düzenlemeler yapılmıştır.
- Daha sonra HEC-RAS yazılımının bir modülü olan RAS Mapper kullanılarak ArcGIS yazılımında üretilen SYM'nin koordinat sistemi olan ITRF (International Terrestrial Reference System) koordinat sistemi tanımlanmış ve RAS Mapper arayüzüne yüklenmiştir.
- Ardından akarsu yatak sınırları dışında kalan alanlarda taşkın alanlarının hesabı yapılabilmesi için 2 boyutlu alanlar çizilerek 8x8m'lik ızgara ağlara bölünmüştür.
- Çalışılan derelerin yatağından dışarı çıkması sonucu Karadeniz'e tahliye olarak sistemden çıkarılması için depolama alanları çizilip 2 boyutlu alanlara bağlantısı yapılmıştır.
- Mansap sınır koşullarında su yüzü eğiminde gerçekçi sonuçları elde etmek amacıyla denizin kabarması dikkate alınmış akarsuyun denize döküldüğü noktadan 100 m içerde bir en kesit oluşturmak suretiyle geometrik verilerde düzenleme yapılmıştır.
- Akarsu yatağının temsil edildiği 1D alanlar ile akarsu yatağı dışındaki alanlar yani 2D alanların taşkınla birlikte yatağının dışına çıkması durumunda bu iki alanın birbiri arasındaki bağlantıyı sağlamak için yanak savaklar tanımlanmıştır.

4.2.3.2 Pürüzlülük Katsayısının Girilmesi

HEC-RAS yazılımında 1D alanlardaki pürüzlülük için geometrik verilerin bulunduğu Geometric Data arayüzü kullanılarak “Tools” menüsünden “Manning's n or k Values” editörü açılarak akarsuyu kesen en kesitlere, akarsuyu yatağı içi ile sağ ve sol sahili

için pürüzlülük katsayısı Şekil 26'da gösterildiği şekilde girilmiştir. 2D alanlarda pürüzlülük katsayısının girilmesi içinse RAS Mapper arayüzü kullanılarak Shapefile (.shp) formatındaki dosya içe aktararak pürüzlülük katsayıları seçilmiştir (Şekil 18).

	River	Reach	River Station	Frctn (n/K)	n #1	n #2	n #3
50	camdere	mansap	1240	n	0.033	0.033	0.033
51	camdere	mansap	1220	n	0.033	0.033	0.033
52	camdere	mansap	1200	n	0.033	0.033	0.033
53	camdere	mansap	1180	n	0.033	0.033	0.033
54	camdere	mansap	1160	n	0.033	0.033	0.033
55	camdere	mansap	1140	n	0.033	0.033	0.033
56	camdere	mansap	1120	n	0.033	0.033	0.033
57	camdere	mansap	1100	n	0.033	0.033	0.033
58	camdere	mansap	1080	n	0.033	0.033	0.033
59	camdere	mansap	1060	n	0.033	0.033	0.033
60	camdere	mansap	1040	n	0.033	0.033	0.033
61	camdere	mansap	1020	n	0.033	0.033	0.033
62	camdere	mansap	1000	n	0.033	0.033	0.033
63	camdere	mansap	980	n	0.033	0.033	0.033
64	camdere	mansap	960.0001	n	0.033	0.033	0.033
65	camdere	mansap	940.0001	n	0.033	0.033	0.033
66	camdere	mansap	920.0001	n	0.033	0.033	0.033
67	camdere	mansap	900	n	0.033	0.033	0.033
68	camdere	mansap	878.9312	n	0.033	0.033	0.033
69	camdere	mansap	859.2277	n	0.033	0.033	0.033
70	camdere	mansap	840	n	0.046	0.046	0.046
71	camdere	mansap	820.0001	n	0.046	0.046	0.046
72	camdere	mansap	800.0001	n	0.046	0.046	0.046
73	camdere	mansap	780	n	0.046	0.046	0.046
74	camdere	mansap	759.9999	n	0.046	0.046	0.046
75	camdere	mansap	740	n	0.046	0.046	0.046
76	camdere	mansap	720	n	0.046	0.046	0.046
77	camdere	mansap	700.0001	n	0.046	0.046	0.046
78	camdere	mansap	680.0001	n	0.046	0.046	0.046
79	camdere	mansap	660.0001	n	0.046	0.046	0.046
80	camdere	mansap	639.9999	n	0.046	0.046	0.046
81	camdere	mansap	620.0001	n	0.046	0.046	0.046
82	camdere	mansap	600.0001	n	0.046	0.046	0.046
83	camdere	mansap	580.0001	n	0.046	0.046	0.046

Şekil 26. HEC-RAS yazılımında 1D alanları kapsayan en kesitlere pürüzlülük katsayılarının tanımlanması

4.2.3.3 Sınır Koşulları ve Akış Verilerinin Girilmesi

Bu projede kararsız akım yani zamanla değişen akım ile çalışılmış olup, memba koşulu için hidrografların akış hidrografi olarak girişi yapılırken mansap koşulunda gerçekçi sonuçlar vermesi bakımından derelerin Karadeniz'e -100m sonra döküldüğü varsayılmış denizin kabarması dikkate alınarak denizin yüksekliğini 0,75 m artacağı varsayılarak gözlenen aşama hidrografi seçilerek Q₅₀, Q₁₀₀, Q₅₀₀, Q₁₀₀₀ tekerrür debileri için ayrı ayrı mansap memba sınır koşulları ve akış verileri girilmiştir (Şekil 27, 28).

Unsteady Flow Data - Q1000

File Options Help

Description : ...

Boundary Conditions | Initial Conditions

Boundary Condition Types			
Stage Hydrograph	Flow Hydrograph	Stage/Flow Hydr.	Rating Curve
Normal Depth	Lateral Inflow Hydr.	Uniform Lateral Inflow	Groundwater Interflow
T.S. Gate Openings	Elev. Controlled Gates	Navigation Dams	IB Stage/Flow
Rules	Precipitation		

Add Boundary Condition Location

Select Location in table then select Boundary Condition Type

	River	Reach	RS	Boundary Condition
1	camdere	memba	2140	Flow Hydrograph
2	camdere	mansap	-100	Stage Hydrograph
3	karaosmaniye	karaosmaniye	1040	Flow Hydrograph
4	karaosmaniye	karaosmaniye	-100	Stage Hydrograph
5	koprucu	koprucu	759.9999	Flow Hydrograph

Şekil 27. HEC-RAS'da sınır koşulları ekranı

Flow Hydrograph

River: koprucu Reach: koprucu RS: 759.9999

☐ Read from DSS before simulation Select DSS file and Path

File:

Path:

☒ Enter Table Data time interval: 30 Minute

Select/Enter the Data's Starting Time Reference

☒ Use Simulation Time: Date: 22JAN2022 Time: 0000

☐ Fixed Start Time: Date: Time:

No. Ordinates Interpolate Missing Values Del Row Ins Row

Hydrograph Data			
	Date	Simulation Time (hours)	Flow (m3/s)
1	21Jan2022 2400	00:00	5
2	22Jan2022 0030	00:30	5
3	22Jan2022 0100	01:00	5
4	22Jan2022 0130	01:30	32.7
5	22Jan2022 0200	02:00	106.5
6	22Jan2022 0230	02:30	200.9
7	22Jan2022 0300	03:00	241
8	22Jan2022 0330	03:30	229.4
9	22Jan2022 0400	04:00	221.8
10	22Jan2022 0430	04:30	230.2
11	22Jan2022 0500	05:00	222.5
12	22Jan2022 0530	05:30	183
13	22Jan2022 0600	06:00	135.3
14	22Jan2022 0630	06:30	94.6

Time Step Adjustment Options ("Critical" boundary conditions)

☐ Monitor this hydrograph for adjustments to computational time step

Max Change in Flow (without changing time step):

Min Flow: Multiplier:

Plot Data OK Cancel

Şekil 28. HEC-RAS'da hidrograf giriş ekranı

4.2.3.4 Kararsız Akım İçin Hidrolik Modelin Çalıştırılması

Kararsız akım analizi için açılan pencerede Şekil 25'deki gibi simülasyon başlangıç ve bitiş zamanı seçilmiş, Çam, Karaosmaniye ve Köprücü Deresi'nin hidrografındaki başlangıç ve bitiş zamanı uyumlu olarak başlangıç ve bitiş saati girilmiş, hesaplama

aralığı 4 saniye olarak girilmiş, hidrograf, haritalama ve ayrıntı çıktı aralığı 2 dakika olarak girilerek analiz başlatılmıştır (Şekil 29).

Analiz başlatıldıktan sonra Şekil 30'da ki ekranda görüldüğü gibi sırasıyla geometri bilgilerinin doğruluğu kabul edilip kararsız akış simülasyonu 1D ve 2D alanları için başarılı bir şekilde tamamlanmıştır.

Unsteady Flow Analysis

File Options Help

Plan : Q1000 Short ID: Q1000

Geometry File : kepa2d

Unsteady Flow File : Q1000

Programs to Run

- ☒ Geometry Preprocessor
- ☒ Unsteady Flow Simulation
 - ☐ Sediment
- ☒ Post Processor
- ☐ Floodplain Mapping

Plan Description

Simulation Time Window

Starting Date: 26JAN2022 Starting Time: 0000

Ending Date: 26JAN2022 Ending Time: 1630

Computation Settings

Computation Interval: 4 Second ... Hydrograph Output Interval: 2 Minute

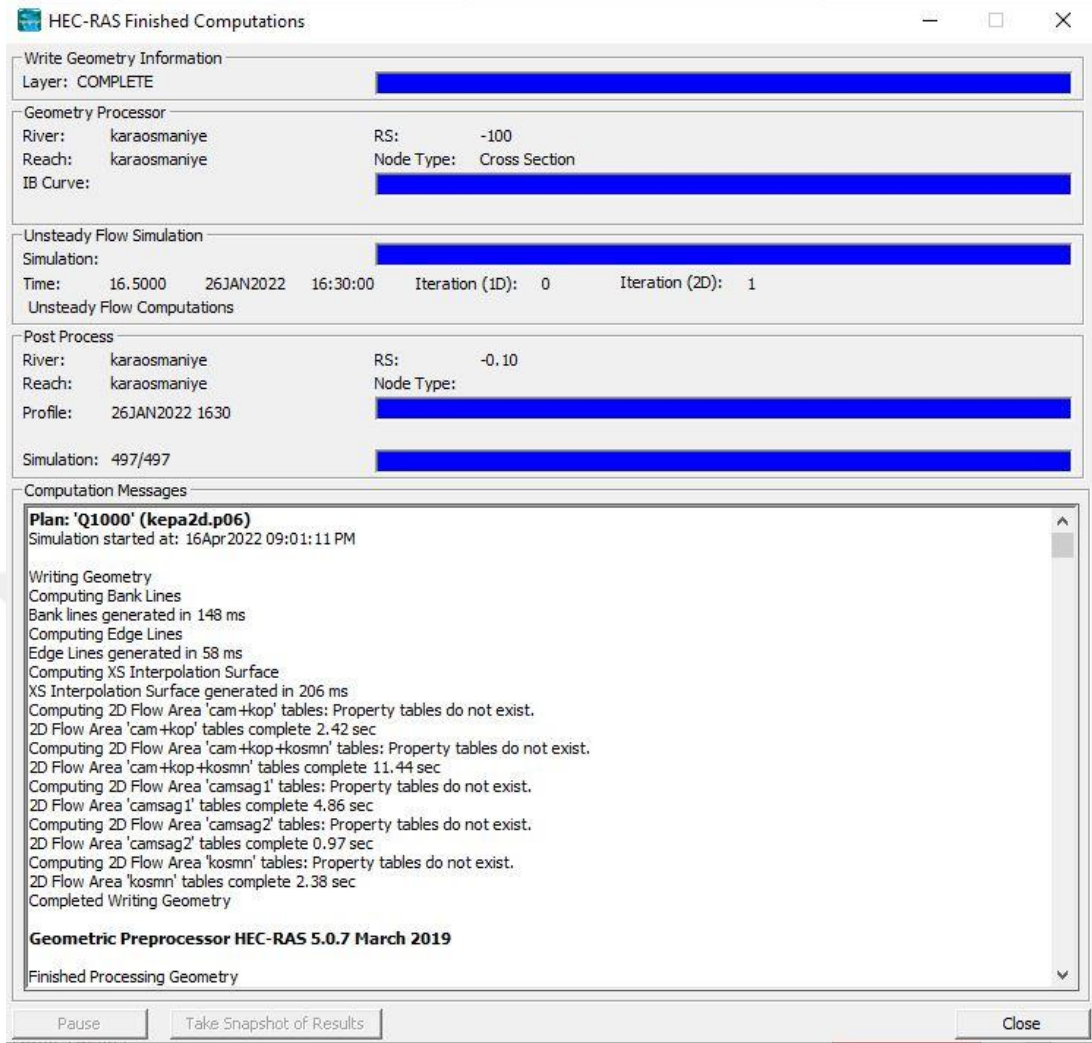
Mapping Output Interval: 2 Minute Detailed Output Interval: 2 Minute

DSS Output Filename: C:\KePa-P\kepa2d.dss

Mixed Flow Regime (1D only) is enabled.

Compute

Şekil 29. Kararsız akım analiz ekranı



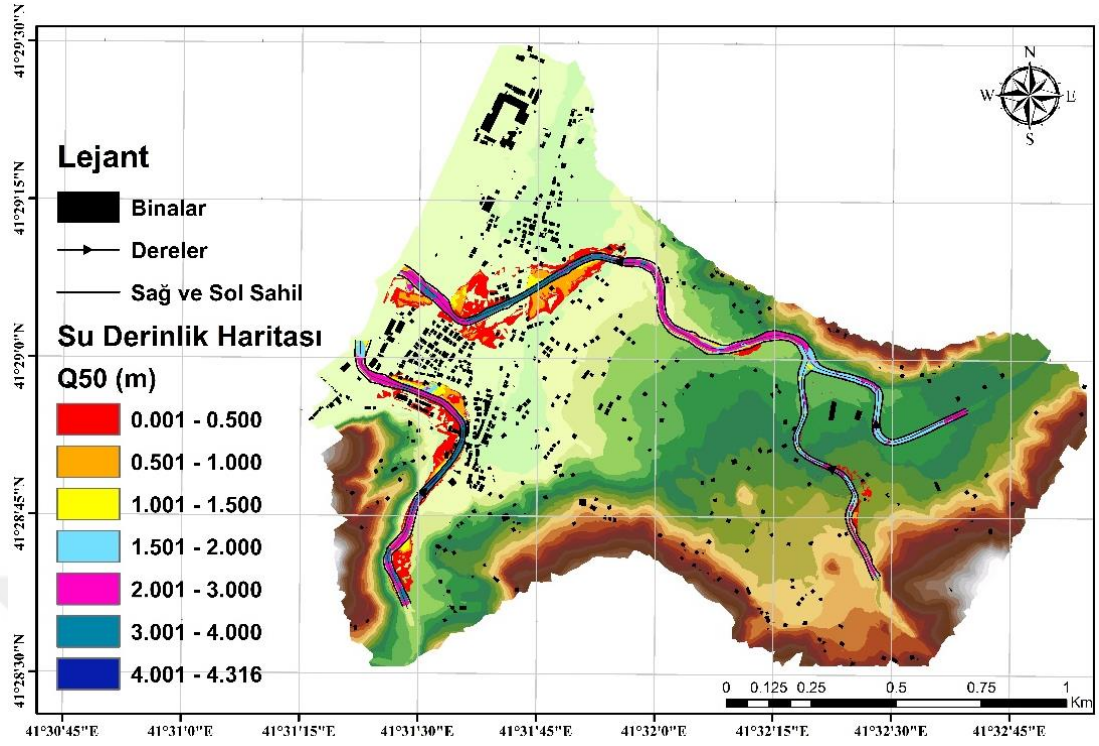
Şekil 30. Kararsız akım analiz sonucu

5 BULGULAR VE TARTIŞMA

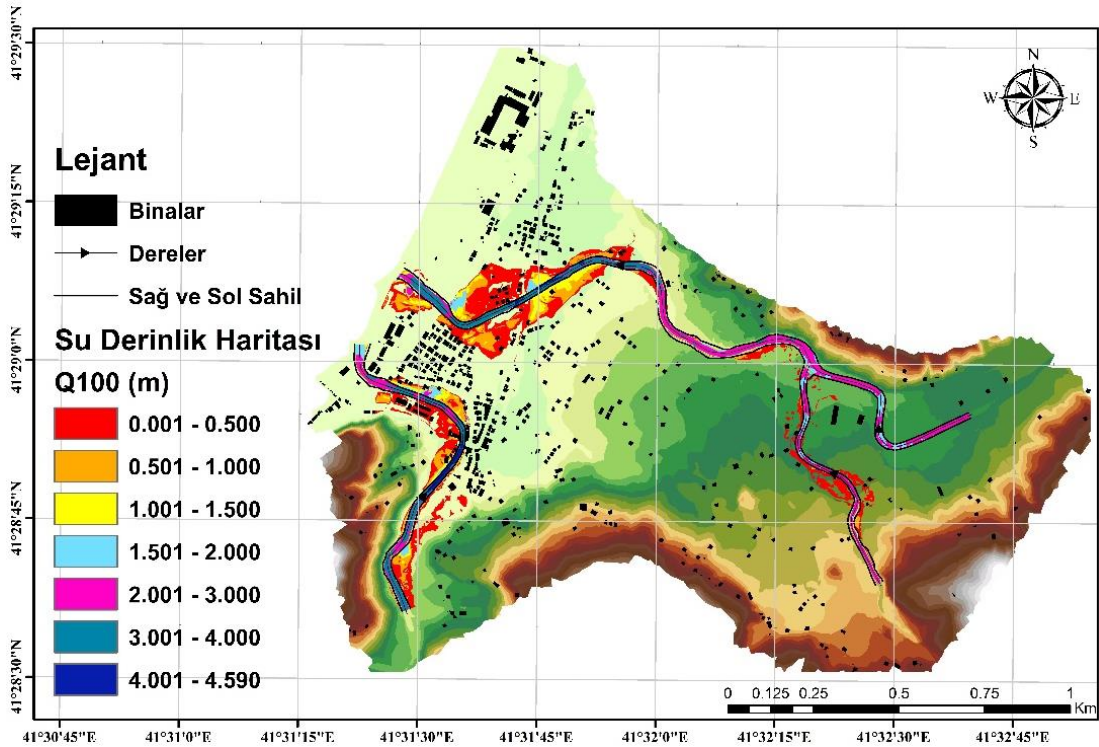
Bu tez çalışmasında Artvin ili Kemalpaşa ilçesi Çam, Karaosmaniye ve Köprücü Deresi için Q_{50} , Q_{100} , Q_{500} , Q_{1000} tekerrür debileri için HEC-RAS'da 1D ve 2D entegre model ile hidrolik analiz yapılmıştır. Elde edilen çıktılar değerlendirilmesi için farklı tekerrür debilerindeki sonuçlar ArcGIS yazılımına aktarılmış ve her tekerrür debisi için taşkın yayılım haritaları ayrı ayrı üretilmiştir (Şekil 31, 32, 33, 34). Q_{50} , Q_{100} , Q_{500} , Q_{1000} taşkın tekerrür debileri için karşılaştırmalı taşkın yayılım haritası ise Şekil 35 ve Şekil 36'da gösterilmiştir.

HEC-RAS yazılımı ile yapılan hidrolik model sonucu oluşturulan Şekil 31, 32, 33 ve 34 de elde edilen haritaların değerlendirilmesi sonucu Tablo 5'de yer alan taşkın sonuçları elde edilmiştir. Tablo 5 verilerine göre Çam, Karaosmaniye ve Köprücü Derelerinin Q_{50} , Q_{100} , Q_{500} , Q_{1000} tekerrür debilerinde taşkın yayılım alanları, dere yatakları dışında kalan taşkın alanları, minimum su yüksekliği, maksimum su yüksekliği dikkate alındığında taşkından etkilenen yapı alanlar, orman alanları ve yapı sayısı verilerine yer verilmiştir.

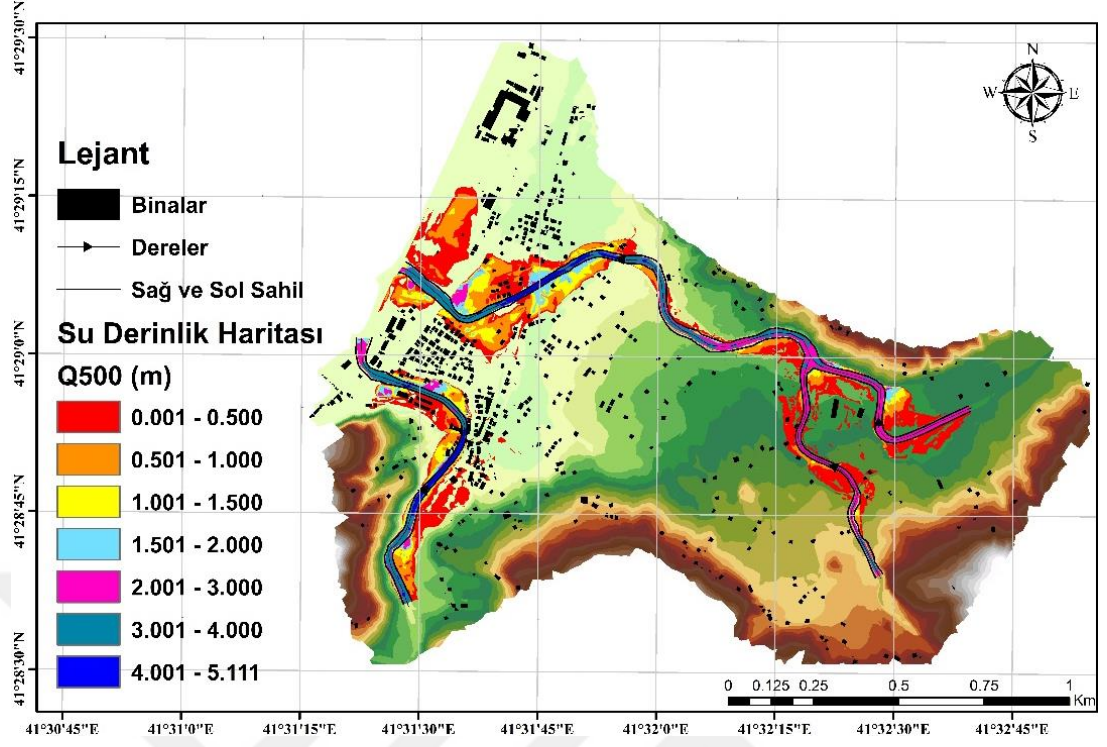
Q_{50} tekerrür debisi için yatağından çıkan taşkın sularının oluşturduğu alan 71.579,13 m² iken taşkından etkilenen yapı alan 63.175,96 m², taşkından etkilenen orman alanı 8.204,78 m², taşkından etkilenen yapı sayısı 41'dir. Q_{100} tekerrür debisi için yatağından çıkan taşkın sularının oluşturduğu alan 119.733,19 m² iken taşkından etkilenen yapı alan 99.459,92 m², taşkından etkilenen orman alanı 18.361,69 m², taşkından etkilenen yapı sayısı 64'tür. Q_{500} tekerrür debisi için yatağından çıkan taşkın sularının oluşturduğu alan 225.068,99 m² iken taşkından etkilenen yapı alan 162.073,85 m², taşkından etkilenen orman alanı 53.560,58 m², taşkından etkilenen yapı sayısı 86'dır. Q_{1000} tekerrür debisi için yatağından çıkan taşkın sularının oluşturduğu alan 251.759,87 m² iken taşkından etkilenen yapı alan 175.778,28 m², taşkından etkilenen orman alanı 64.257,32 m², taşkından etkilenen yapı sayısı 95'dir (Tablo 5).



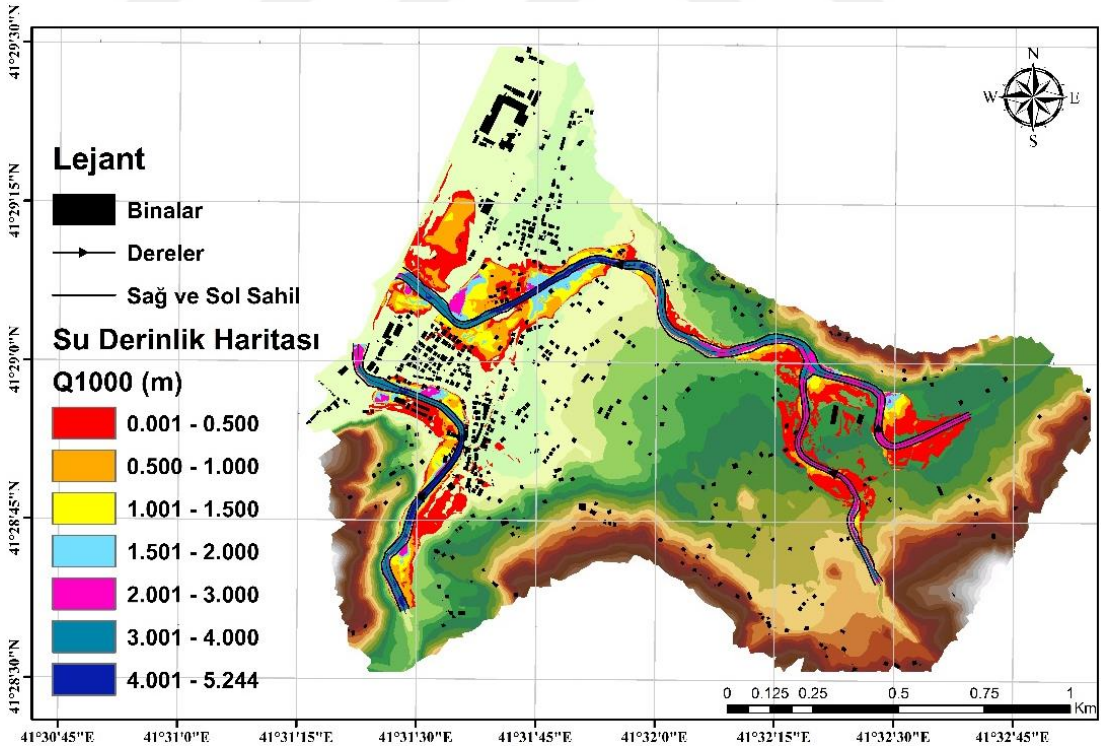
Şekil 31. Q₅₀ için taşkın derinlik haritası



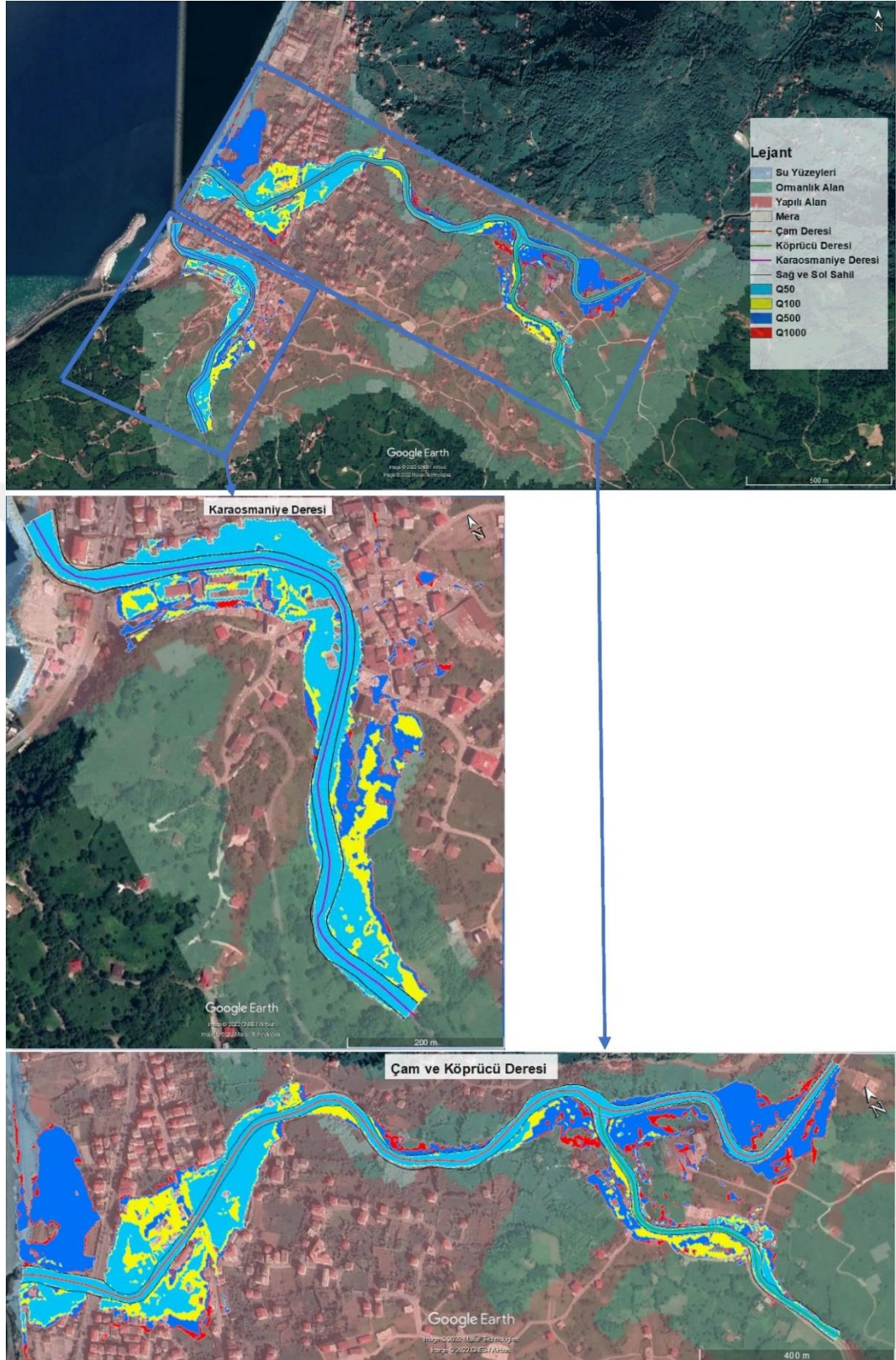
Şekil 32. Q₁₀₀ için taşkın derinlik haritası



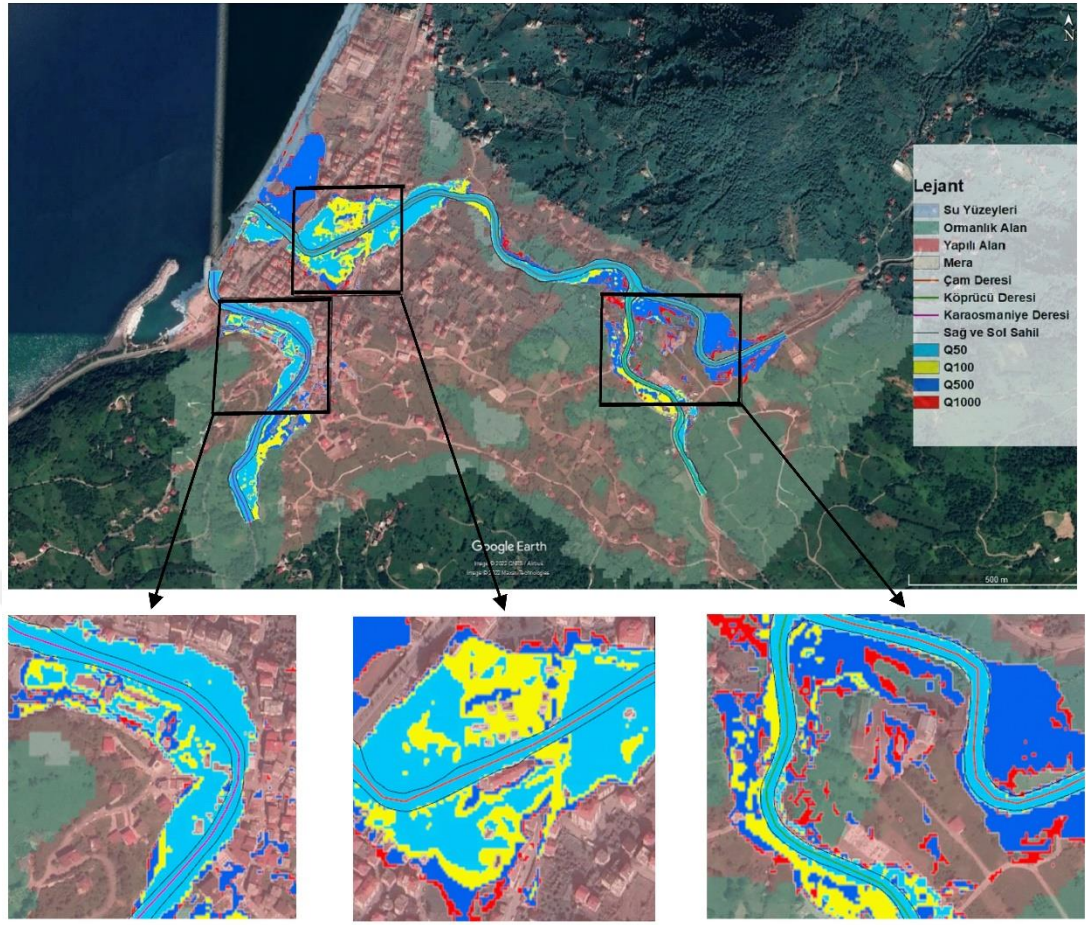
Şekil 33. Q₅₀₀ için taşkın derinlik haritası



Şekil 34. Q₁₀₀₀ için taşkın derinlik haritası



Şekil 35. Q₅₀, Q₁₀₀, Q₅₀₀, Q₁₀₀₀ için karşılaştırmalı taşkın yayılım haritası (birinci bölüm)



Şekil 35. Q₅₀, Q₁₀₀, Q₅₀₀, Q₁₀₀₀ için karşılaştırmalı taşkın yayılım haritası (ikinci bölüm)

Tablo 5. HEC-RAS yazılımına ait analizler sonucu elde edilen taşkın sonuç verileri

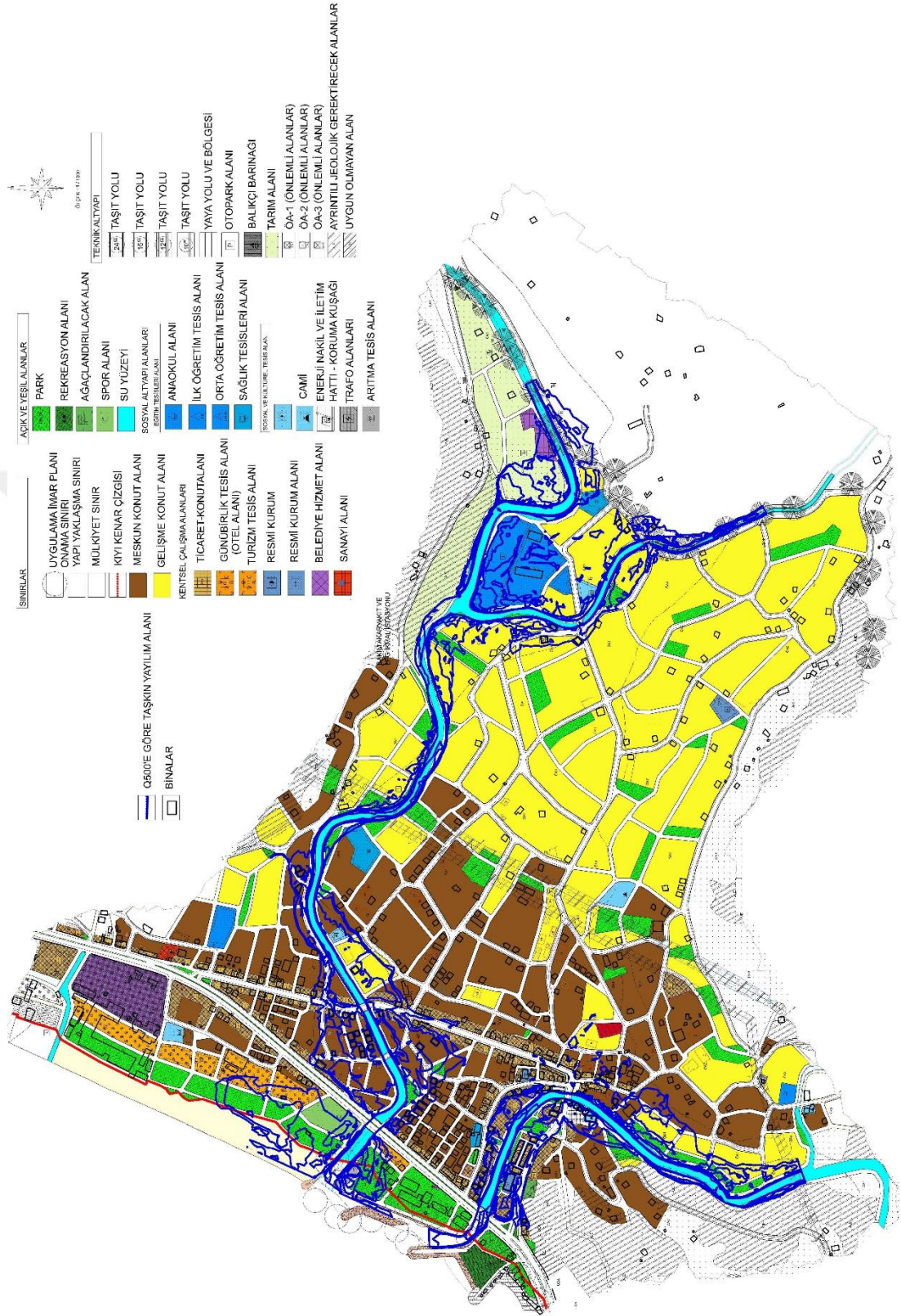
HEC-RAS Sonuçları	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀
Minimum Su Yüksekliği (m)	0,001	0,001	0,001	0,001
Maksimum Su Yüksekliği (m)	4,316	4,590	5,111	5,244
Toplam Taşkın Yayılım Alanı (m ²)	148.800,12	198.476,42	305.898,97	333.167,96
Dere Yatağı Dışında Kalan Taşkın Alanları (m ²)	71.579,13	119.733,19	225.068,99	251.759,87
Taşkından Etkilenen Yapı Sayısı (adet)	41	64	86	95
Taşkından Etkilenen Yapılı Alanları (m ²)	63.175,96	99.459,92	162.073,85	175.778,28
Taşkından Etkilenen Orman Alanları (m ²)	8.204,78	18.361,69	53.560,58	64.257,32

Diğer taraftan, Q₅₀₀ taşkın tekerrür debisine göre üretilen taşkın yayılım haritasının Kemalpaşa Belediyesi'nin güncel imar planı karşılaştırılmış hali Şekil 37'de gösterilmiştir. Taşkın yayılım alanları ile kesişen imar adalarının değerlendirilmesi sonucunda Tablo 6'da gösterilen verilere ulaşılmıştır.

Q₅₀₀ taşkın yayılım haritasına göre kentsel çalışma alanlarını içeren imar adalarının 20.852,626 m²'lik bölümünün taşkından etkileneceği belirlenmiştir. Benzer şekilde; resmi kurum, eğitim, sağlık, sosyal ve kültürel, ibadet, enerji üretim tesis alanlarını içeren sosyal altyapı alanlarının 18.873,663 m²'lik bölümünün taşkından dolayı suyla kaplanacağı tespit edilmiştir. Q₅₀₀ taşkın yayılım alanı ile kesişen açık ve yeşil alan olarak tahsis edilen imar adalarının toplam alanı 51.721,469 m²'dir. Bu imar adalarının da taşkından dolayı suyla kaplanan kısımları 33.484,448 m² olarak hesaplanmıştır. Diğer taraftan, 84.124,938 m²'lik meskûn konut alanlarının 37.327,849 m²'lik bölümünün, 122.976,157 m²'lik gelişme konut alanlarının 29.391,775 m²'bölümünün ve 36.891,043 m²'lik tarım alanlarının 10.367,588 m²'lik bölümünün taşkından dolayı suyla kaplanacağı tespit edilmiştir (Tablo 6).

Tablo 6. Q₅₀₀ taşkın tekerrür debisinin güncel imar planı ile karşılaştırılmasıyla elde edilen sonuçlar

Q ₅₀₀ ' e Göre Taşkın Yayılım	Taşkından Etkilenen İmar Adası Sayısı (Adet)	Taşkından Etkilenen İmar Adalarının Alanı	İmar Adası Toplam Alanı
Kentsel Çalışma Alanları (m ²)	35	20.852,626	47.200,974
Sosyal Altyapı Alanları (Resmi Kurum, Eğitim, Sosyal ve Kültürel, İbadet, Enerji Üretim Tesis Alanları) (m ²)	14	18.873,663	39.751, 68
Açık ve Yeşil Alanlar (m ²)	35	33.484,448	51.721,469
Meskûn Konut Alanları (m ²)	32	37.327,849	84.124,938
Gelişme Konut Alanları (m ²)	19	29.391, 775	122.976,157
Tarım Alanları (m ²)	2	10.367,588	36.891,043



Şekil 36. Q₅₀₀ taşkın yayılım alanı ile Kemalpaşa imar planının çakıştırılmış hali

6 SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Artvin ili Kemalpaşa ilçesinde taşkın modellemesi yapılmıştır. Yapılan modelleme için HEC-RAS yazılımı tercih edilmiştir. Modelleme sonucunda Çam, Karaosmaniye ve Köprücü Derelerinin Q_{50} , Q_{100} , Q_{500} , Q_{1000} tekerrür debilerine göre taşkın yayılım ve derinlik haritaları üretilmiştir. Yapılan çalışmada, özellikle Q_{1000} tekerrür debisine göre, 95 adet binanın, 64.257,32 m² ormanlık alanın, 175.778,28 m² yapılaşmış alanın, toplamda ise 333.167,96 m² alanın taşkından etkileneceği tespit edilmiştir.

Q_{500} debisine göre üretilen taşkın yayılım alanının imar planlarıyla karşılaştırılması sonucunda, bir kısmı yeşil alan veya açık alan olmasına rağmen, çok sayıda imar adasının taşkından etkilenebileceği belirlenmiştir.

Modelleme sonuçları incelendiğinde, dik yamaçlardan toplanmaya başlayan yüzeysel akışın düz ovalara hızla geldiği, taşkın suyunun yatak içerisinde kalamayıp yatağın dışına çıktığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla 3 derenin yanında bulunan yerleşim yerlerinin ve orman arazilerinin suyla kaplanacağı görülmüştür. Özellikle tekerrür debileri arttıkça su ile kaplanan alanın ve maksimum su yüksekliğinin de arttığı açıkça görülmektedir.

Bu çalışmadaki taşkın analizinde sediment taşınımı, erozyon ve heyelan gibi taşkın esnasında olması muhtemel olaylar modellemeye dâhil edilmemiştir. Gerçek hayatta yaşanabilecek olası bir taşkında, dere yatağını daraltacak şekilde sedimentlerin yığılması, köprü ve menfezlerin tıkanması gibi taşkın seyrini kötü yönde etkileyecek olaylarla birlikte taşkın daha büyük alanlara yayılması da söz konusu olabilmektedir.

Bu çalışmadan elde edilen taşkın modelleme sonuçları dikkate alınarak bölgede taşkın zararlarını azaltacak önlemlerin alınması oldukça önemlidir. Bu kapsamda çalışma sonunda aşağıdaki önerilerde bulunulmuştur:

- Taşkınla mücadele edebilmek, maddi ve manevi kayıpları azaltabilmek için bölgede erken uyarı sistemleri kurulmalıdır,

- Üretilen taşkın modelleme çıktıları kullanılarak imar planlarının güncellenmesi ve taşkından etkilenecek imar adalarının açık ve yeşil alan olarak planlanması sağlanmalıdır,
- Üst havza tedbirleri alınarak (sel kapanı, rüsubi malzemelerin tutunumu için tersip bentleri, eğimi azaltarak suyun hızını kontrol altına almak için brit, şüt, vb.) taşkın kontrol edilir hale getirilmesi ve yıkıcı etkilerinin azaltılması sağlanmalıdır,
- Mansap tedbirleri kapsamında gelecek debiyi güvenli biçimde geçirecek şekilde boyutlandırılmış yeni taşkın kontrol tesisleri yapılarak ya da mevcuttaki taşkın kontrol tesislerinin fen ve sanat kaidelerine ve estetik kaygılar da gödölerek doğal yaşamla bütünleşmeye uygun şekilde yükseltilerek yerleşim yerlerini, tarım arazilerini ve canlı hayatını korumak için yapısal tedbirlere başvurulmalıdır,
- İlçe merkezindeki drenaj kanallarının temizlenmesi ve çalışır durumda tutulması sağlanmalıdır,
- Taşkın yayılım alanlarında ikamet eden vatandaşlara yönelik olarak temel afet bilinci eğitimleri ile taşkınların sebepleri, etkileri ve sonuçlarına yönelik bilinçlendirme eğitimleri verilmelidir.

KAYNAKLAR

- AFAD, 2022a. 2020 yılı doğa kaynaklı olay istatistikleri, T.C İçişleri Bakanlığı Doğal Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Planlama ve Risk Azaltma Daire Başkanlığı, https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/e_Kutuphane/Istatistikler/2020yilidogakaynakliolayistatistikleri.pdf (2022, Nisan 17).
- AFAD, 2022b. 2021 afet eğitim yılı kapsamında ulaşılan kişi sayısı 10 milyonu aştı, T.C İçişleri Bakanlığı Doğal Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, <https://www.afad.gov.tr/2021-afet-egitim-yili-kapsamindaulasilan-kisi-sayisi-10-milyonu-asti---basin-bulteni-17052021> (2022, Nisan 17).
- Ardıçlıoğlu, M., 2017. Açık kanal akımları ve HEC-RAS uygulamaları, Kayseri.
- Ardıçoğlu, M., 2020. Hec-Ras Mapper ile akarsuların 1d/2d modellenmesi ve uygulamalar, Kayseri.
- Akay O., Volkan B. ve Bulu A., 2010. Taşkın alanlarının planlanması ve yönetimi, II. Ulusal Taşkın Sempozyumu, Afyonkarahisar.
- Akıncı, H., Temuçin Kılıçer, S., Acar, E. (2019). Sundura Deresinin (Hopa, Artvin) taşkın yayılım alanlarının belirlenmesi, 2. Uluslararası 19 Mayıs Yenilikçi Bilimsel Yaklaşımlar Kongresi, 1(1), 825-834.
- Akinci, H., 2022. Assessment of rainfall-induced landslide susceptibility in Artvin, Turkey using machine learning techniques. *Journal of African Earth Sciences*, 191, 104535.doi: 10.1016/j.jafrearsci.2022.104535.
- Atalay, İ., 1986. Uygulamalı hidrografiya –I, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova-İzmir.
- Bacanlı, H., 2011. Meteorolojik karakterli doğal afetler ve erken uyarı sistemleri, Doğu Karadeniz Bölgesi Heyelan ve Taşkınları Sempozyumu, Trabzon.
- Börü, H., 2019. Türkiye havzaları için Snyder sentetik birim hidrograf metodu parametre değerlerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi, Diyarbakır.
- Civelek C., 2013. Taşkın kontrolünde tasarım debisinin ekonomik kriterlere göre belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Çakan, S., 2021. Bozkır-Çarşamba çayı ıslah çalışmalarının hec-ras programında incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTO Karatay Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Konya.

- Çanta, E. E., Temuçin Kılıçer, S., Akıncı, H., 2022. FLO-2D ve HEC-RAS yazılımları ile Ardanuç (Artvin) ilçesindeki Pona Deresi ve Örtülü Deresi'nin taşkın yayılım haritalarının karşılaştırmalı üretilmesi, *Türk Uzaktan Algılama ve CBS Dergisi*, 3(1): 50-64.
- Çelik, H. E., Kadioğlu, M., Cıgızoğlu, K., Kurdoğlu, O., İnan M. ve Kurt T., 2016. Hopa sel/taşkınları ve alınabilecek kontrol önlemleri, Ulusal Heyelan Sempozyumu Tebliğler Kitabı, Ankara, 25-26.
- Demir, V., 2020. Samsun Mert Havzasında bir ve iki boyutlu modeller ile taşkın alanlarının belirlenmesi, Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Samsun.
- Demir, V., Ülke Keskin., 2022. Yeterince akım ölçümü olmayan nehirlerde taşkın debisinin hesaplanması ve taşkın modellemesi (Samsun, Mert Irmağı örneği), *Geomatik Dergisi*, 2022; 7(2); 149-162.
- Dere, G., 2019. Kurtköy Deresi taşkın yayılım-tehlike- risk haritalarının belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Sakarya.
- Dinçsoy, Y., 2008. Islah sekisi ve tersip bentleri, DSİ Etüd ve Plan Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Dinçsoy, Y., 2013. Yan derelerde erozyon ve rusubat kontrolü, DSİ Destek Hizmetleri Dairesi Başkanlığı / Basım ve Foto Film Şube Müdürlüğü, Ankara.
- Dolo, A., 2018. Arhavi ilçesi için dron verisine dayalı sel ve taşkın modellemesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- DSİ Arşiv, 2021. <https://dsi.gov.tr/Haber/Detay/2971> (30 Mayıs 2022).
- DSİ, 2012. Taşkınlar hidrolojisi tasarım rehberi, Orman ve Su İşleri Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü yayınları, 56s.
- DSİ, 2016. Dere yatakları için pürüzlülük katsayısı belirleme kılavuzu. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- DSİ, 2019. Taşkın ve Rüsubat Kontrolü Planlama Raporu Hazırlama Kılavuzu, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Efe, H. ve Önen F., 2015. Batman Çayı'nın taşkın analizinin HEC-RAS programıyla yapılması, *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, cilt 6, sayı 2, 83-92.
- Ertürk, E. ve Kaya N., 2019. Taşkın tehlike alanlarının oluşturulması: Trabzon ili Vakıfkebir ilçesi Kirazlı Deresi örneği, *Fırat Üniversitesi Müh. Bil. Dergisi*, 31(2), 337-344.

- ESRI, 2022. ESRI Land Cover, ESRI 10 m Land Cover 2017, Retrieved from <https://livingatlas.arcgis.com/landcover/> (30 Mayıs, 2022).
- FCI, 2016. <http://www.floodcontrolinternational.com> (09 Temmuz, 2016).
- FEMA, 2020. Floods and floodplain Management, https://www.fema.gov/pdf/floodplain/nfip_sg_unit_1.pdf (16 Nisan, 2022).
- Fiebigler, G., 2008. Experiences with the chain of functions in debris flow control, Proceedings of the International Conference Debris Flows: Disasters, Risk, Forecast, Protection, Pyatigorsk, Rusya, 22-29 Eylül.
- GAO, 2020. National flood insurance program FEMA can improve community oversight and data sharing, GAO-20-396.
- Google Earth, 2022. Google Earth Pro, Retrieved from <https://www.google.com/intl/tr/earth/> (2022, Nisan 13).
- HEC, 2010. HEC-RAS River Analysis System, U.S. Army Corps of Engineers, Institute for Water Resources, Hydraulic Reference Manual 4.1, 2.1, 2.2, 2.43-2.45.
- Hoşgören, M. Y., 1992. Hidrografiya'nın ana çizgileri, İstanbul Üniversitesi Yayınları No: 2619, Coğrafya Enstitüsü Yayınları No: 111 (3. Baskı) İstanbul.
- HEC-RAS Manual, 2016. HEC-RAS river analysis system Hydraulic reference manual, Version 5.0. US Army Corps of Engineers. Davis: Institute of Water Resources, Hydrologic Engineering Center.
- Koca, Y. C., 2014. Rize iydere alt havzası ikizdere kesiti için birim hidrografın Belirlenmesi, Uzmanlık Tezi, T. C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara.
- Land and Water Australia, 2009. An Australian Handbook of Stream Roughness Coefficients.
- Namara, W. G., Damisse, T. A., Tufa, F. G., 2021. Application of HEC-RAS and HEC-GeoRAS model for flood inundation mapping, the case of Awash Bello Flood Plain, Upper Awash River Basin, Oromiya Regional State, Ethiopia, *Modeling Earth Systems and Environment*, 8, 1449–1460 (2022).
- Onuşlu, G., 2005. Floodplain management based on HEC-RAS modelling system, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Özcan E., 2006. Sel olayı ve Türkiye, *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, cilt 26, sayı 1 35-50.
- Özdemir, H. (1978). Uygulamalı taşkın hidrolojisi, DSİ Matbaası, Ankara.
- Özdemir, H (2016). Hidrografiya, Coğrafya Lisans Programı Ders Notu, İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi.

- Pinos, J., Timbe, L., 2019. Performance assessment of two-dimensional hydraulic models for generation of flood inundation maps in mountain river basins, *Water Science and Engineering*, 12(1): 11e18.
- Quiroga, V. M., Kurea, S., Udoa, K. ve Manoa, A., 2016. *Application of 2D Numerical simulation for the analysis of the February 2014 Bolivian Amazonia flood: Application of the new HEC-RAS version 5*, Ribagua, Revista Iberoamericana Del Agua, 3 (1). 25-33.
- Sakın, I., 2014. Taşkın Riski Yönetiminde Yetki- Sorumluluk Dağılımı ve Kurumlar Arası İşbirliği Türkiye İçin Öneriler, Orman ve Su İşleri Uzmanlık Tezi, Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. Ankara.
- Sarıcan, Y., 2013. Taşkın tehlikesinin belirlenmesi amacı ile otomatik yağış miktarı ölçüm sisteminin geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Serencam, U., 2013. Taşkın zararları ve zarar görülebilirlik analizi: Trabzon Değirmendere Sanayi mahallesi örneği, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Sunkar, M. ve Tonbul, S., 2010. Batman’da 31 Ekim-1 Kasım 2006 tarihinde yaşanan taşkın nedenleri. II. Ulusal Taşkın Sempozyumu 22-24 Mart 2010 Tebliğler Kitabı, Afyonkarahisar, 349-361.
- SYGM, 2013. Batı Karadeniz Havzası taşkın riski ön değerlendirme raporu (Taşkın direktifinin uygulanması için kapasitenin geliştirilmesi AB eşleştirme projesi).Ankara.
- SYGM, 2017. Taşkın yönetimi, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Tamiru, H., Dinka, M. O., 2021. Application of ANN and HEC-RAS model for flood inundation mapping in lower Baro Akobo River Basin, Ethiopia, *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 36 (2021) 100855.
- Taş, E., İçağa, Y., Zorluer, İ., 2016. Taşkın yayılım haritalarının oluşturulması ve taşkın zarar analizi: Akarçay Afyon alt havzası örneği, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16, 711-721.
- Taş, E., 2020. Coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama yardımıyla hidrolojik ve taşkın modellemesi karar destek sistemi, Doktora Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
- Taşkın Müzesi, 2020. Taşkın Müzesi, DSİ Genel Müdürlüğü, Trabzon.
- T.C. Resmi Gazete, 2019. Taşkın ve rüsubat kontrol yönetmeliği, 30763, 03.05.2019.

- Tektaş, Y., 2021. Diyarbakır ili Çınar ilçesi Çakmak Deresinin hec-ras ile taşkın modellemesi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Tektaş, Y., Polat, N., 2021. Hec-ras ile taşkın modelleme ve sentinel-2 uzaktan algılama görüntüsünden taşkın hasar analizi: Diyarbakır ili Çakmak deresi çınar bölgesi örneği, *Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi*, Cilt 3, Sayı 1, 28 – 35.
- Terzioğlu, Z. Ö., Taşkın zararlarının tahmini, zarar derecelendirmesi ve risk sınıflandırması: doğu karadeniz için bir uygulama, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- TFM, 2022. https://www.tn.gov/content/dam/tn/tema/documents/national-flood-insurance/2018_TN_QuickGuide.pdf (2 Haziran, 2022).
- Turan, Y., 2016. Küresel iklim değişimi ve arazi bozulumu perspektifinden Hopa ve Borçka'daki sel-heyelan olaylarına genel bir bakış, Ulusal Heyelan Sempozyumu 27-29 Nisan 2016 Tebliğler Kitabı, Ankara, 27-42.
- Tüfekçioğlu, A. ve Tüfekçioğlu, M., 2016. Artvin İlinde Sel, Heyelan ve Taşkın Felaketinden Etkilenen Alanlar ile Etkilenmeyen Alanların Bazı Toprak Özelliklerinin Karşılaştırılması, Ulusal Heyelan Sempozyumu Tebliğler Kitabı, Ankara, 43-44.
- Uçar, İ., 2010. Trabzon Değirmendere Havzası'nda coğrafi bilgi sistemleri ve bir hidrolik model yardımıyla taşkın analizi yapılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- URL-1. <http://www.haber61.net/karadeniz-seller-bugune-kadar-kac-canaldi-232692h.htm>. (12 Mart, 2016).
- URL-2. <http://www.sanalbasin.com/borckada-yasanan-sel-felaketi-hayatiolumsuz-yonde-etkiledi-10654127/> (11 Mart, 2016).
- URL-3. <https://www.ogm.gov.tr/tr/haberler/erozyon-kontrolu-calismalarimiz-tum-hiziyla-devam-ediyor#images-3> (10 Haziran, 2022).
- URL-4. <https://www.facebook.com/photo?fbid=285094090326722&set=pcb.285094230326708> (10 Haziran, 2022).
- URL-5. <https://www.facebook.com/DSI.26.Bolge.Mudurlugu/photos/a.1361640410649791/1361640500649782/?type=3> (10 Haziran, 2022).
- URL-6. <https://www.facebook.com/DSI.26.Bolge.Mudurlugu/photos/a.901511379996032/901511393329364/?type=3> (10 Haziran, 2022).
- Uslu, G., Sesli, F. A. ve Uzun, B., 2018. Coğrafi bilgi sistemleri ile taşkın tehlike haritalarının belirlenmesi, Kent Akademisi, 11(4), 545-558.

- Yüksel, Y., Ağaçcıoğlu, H., Coşar A., Çelikoğlu, Y. ve Gürer, S., 1999. Haliç ıslah projesinde Kağıthane ve Alibeyköy Derelerinin etkisinin incelenmesi, II. Ulusal Kentsel Altyapı Sempozyumu, Türkiye, ss.239-252.
- Yıldız, K., 1992. Hidroelektrik Santraller Hesap Esasları ve Projelendirilmesi, DSİ Matbaası, Ankara, 229-232.
- Yılmaz, İ., Öztürk, D., Kırbaş, U., 2017. Çorum ili taşkın tehlikesinin analitik hiyerarşi yöntemi kullanılarak incelenmesi. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 16. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 3-6 Mayıs 2017, Ankara Bildirileri.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : ÇANTA, Emine Eda

Uyruğu :

Doğum tarihi ve yeri :

Medeni hali :

Yabancı dili :

Telefon :

Faks :

E-posta :

Eğitim

<u>Derece</u>	<u>Eğitim Birimi</u>	<u>Mezuniyet Tarihi</u>
Lise	Tokat İMKB Anadolu Öğretmen Lisesi	2011
Lisans	K.T.Ü Harita Mühendisliği Bölümü	2016
Yüksek Lisans	A.Ç.Ü.F.B.E. Harita Mühendisliği	2022

Yayınlar

Çanta, E. E., Temuçin Kılıçer, S., Akıncı, H., 2022. FLO-2D ve HEC-RAS yazılımları ile Ardanuç (Artvin) ilçesindeki Pona Deresi ve Örtülü Deresi'nin taşkın yayılım haritalarının karşılaştırmalı üretilmesi, *Türk Uzaktan Algılama ve CBS Dergisi*, 3(1): 50-64