

1B ve 2B Taşkın Modellemesinin Karşılaştırılması: Fol Deresi Örneği

Çağla Melisa KAYA¹

Öz

İnsan uygarlığının başlangıcından beri, taşkınlar insanlığın iç içe olduğu afetlerden biridir. Özellikle yerleşim alanları olarak seçilen su kenarları bunu kaçınılmaz hale getirmiştir. İnsanlık tarihinde büyüklü küçüklü çok sayıda taşkın olayı tarihi kayıtlarda yer almaktadır. Bununla birlikte değişen iklim koşulları, arazi örtüsündeki değişiklikler, plansız kentleşme gibi nedenlerle taşkın afetlerinin şiddeti artmıştır. Literatürde birçok bilim insanının ifade ettiği gibi taşkınlardan kaçmak mümkün değildir ancak uyumlu planlama yaklaşımlarıyla birlikte yaşamaya uyumlu hale gelmek mümkündür. Bu nedenle, araştırmacılar taşkın afetini farklı yönleriyle ele almaktadır. Ancak planlama yaklaşımları açısından literatürde taşkın modelleme çalışmalarında bir boyutlu (1B) veya iki boyutlu (2B) modeller kullanılabilir. Ancak birinin diğerinden üstünlüğü hususunda standartlaşmış bir kabul yoktur. Bu çalışmada, 1B ve 2B taşkın modelleme yöntemlerinin kıyası Fol Deresi, Vakfıkebir, Trabzon örneği üzerinden araştırılmıştır. Çalışmada yüksek çözünürlüklü arazi modeli, uydu görüntüleri, Hec-RAS yazılımı, CBS platformu, tarihi taşkın kayıtları, topoğrafik haritalar, akım ve meteorolojik veriler kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Afet, Taşkın, CBS, Taşkın Modelleme, Uzaktan Algılama

Comparison of 1D and 2D Flood Models Case Study: Fol River

Abstract

Since the beginning of human civilization, floods are one of the disasters in which humanity is intertwined. Especially the water coasts chosen as residential areas have made this situation inevitable. In the history of humanity, there are many large and small flood events in historical records. However, the severity of flood disasters has increased due to changing climatic conditions, changes in land use type, and unplanned urbanization. As many scientists have stated in the literature, it is not possible to escape from floods, but it is possible to adapt to living together with compatible planning approaches. Therefore, researchers deal with flood disaster from different aspects. However, in terms of planning approaches, one-dimensional (1D) or two-dimensional (2D) models can be used in flood modeling studies in the literature. However, there is no standardized acceptance of the superiority of one over the other. In this study, the comparison of 1D and 2D flood modeling methods was investigated on the example of Fol Deresi, Vakfıkebir, Trabzon. High-Resolution Digital Elevation Model, satellite images, Hec-RAS software, GIS platform, historical flood records, topographic maps, flow and meteorological data were used in the study.

Keywords: Disaster, Flood, GIS, Flood Modeling, Remote Sensing

¹ Dr. Öğr. Üyesi, İKCU, Sosyal ve Beşeri Bilimler Fakültesi, Coğrafya Bölümü, İzmir
e-posta/e-mail: caglamelisa.kaya@ikc.edu.tr ORCID No: 0000-0002-2664-7510

1. GİRİŞ

Taşkınlar doğal bir olgudur ve önlenmesi mümkün değildir (Birkmann, 2006; Chandra ve Gaganis, 2016). Literatürde iklim değişikliği ve afetler ile ilgili araştırma yapan bilim insanların ortak görüşü aşırı yağış olaylarının daha sık yaşanacağı ve taşkın ile uyumlu yaşamayı öğrenme gereğidir (Balica vd. 2012). Uluslararası birçok organizasyon özellikle son elli yıldır taşkın afetine uyumlu planlama yaklaşımlarını ön plana çıkarmaktadır. Bunun nedeni insanların yaşamlarını doğrudan ve dolaylı olarak etkileyen taşkın mülk ve sosyo-ekonomik sonuçları içermesidir. Olması muhtemel bu kayıplar koruma, korunma ve önceden uyarılar vb. içeren öncül planlama yaklaşımlarıyla en aza indirilmesi ve/veya engellenmesi mümkündür (Derin Cengiz ve Ercanoğlu, 2022). Yaşanacak taşkın afetine havza sistemini oluşturan varlıkların tepkilerini belirlemek için literatürde çeşitli yöntemler mevcuttur ancak bu çalışmalarla ilgili ana aşamalardan birisi taşkın modellemesi çalışmalarıdır. Doğru modelleme yaklaşımlarıyla afetin meydana gelmesi ve ilerlemesi hakkında bilgi edinmek, taşkın risklerini yönetmek için kapsamlı ve etkili bir sistemin kurulmasına imkân sağlayacaktır. Literatürde taşkın modelleme yaklaşımları çok geniş bir alan tutmaktadır. 1971 yılında, Todorovic ve Rousselle maksimum taşkın piklerini bağımsız, aynı dağılıma sahip rastgele değişkenler olduğu kabul etmiş ve bu rassal değişkenlerin oluşumunun Poisson yasasına uyumlu olduğu kabulüyle stokastik modeli Greenbrier Nehri, Alderson, Batı Virjinya'da uygulamışlardır. 1972 Yılında Beran ve Sutcliffe Birleşik Krallık Meteoroloji Organizasyonu tarafından hesaplanan toprak nemliliği açığı ve günlük yağış verilerini kullanarak tuzsuz alanlarda meydana gelebilecek taşkın olaylarının büyüklüğünü ve sıklığını belirlemeye yönelik bir indeks belirlemişlerdir. Gardiner vd. (1987), matematik modeller ile taşkın nedeniyle meydana gelecek muhtemel kayıpları azaltmak için çevreye duyarlı yaklaşımları irdelemişlerdir. Çalışma bir boyutlu (1D) hidrolik model ile havza sisteminin çevresel özelliklerinin kapsamlı değerlendirilmesini içermektedir. Muzik (1996), belirli bir varış süresi zarfında havza çıkışında boşalmaya katkıda bulunan kümülatif drenaj alanı için; zaman-alan grafiğinin doğru bir şekilde belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) platformu kullanmanın mümkün olduğunu göstermişlerdir. Alana düşen toplam yağış miktarından, birim hidrograflar jeomorfolimatik yaklaşımla hesaplanmıştır. Hesap neticesinde bulunan hidrograflar değerleri, gözlenen taşkın hidrograflarına çok yakın sonuçlar olduğu görülmüştür. Correia vd. (1998), yirmi dört kilometrekare alana sahip Livramento havzasında Coğrafi Bilgi Sistemleri platformunu kullanılarak taşkın alanlarını tahmin etmişlerdir. Yağış akış hesaplamaları için hidrolojik model, taşkın modelleme hesaplamaları için HEC 2 (hidrolik model) kullanmışlardır. Çalışma neticesinde üretilen çıktılar Idrisi CBS yazılımı ile irdelenmiştir. Mark vd. (2004) gömülü boru sistemi, sokaklar (açık kanal akışı ile) ve durgun su ile dolu alanlar arasındaki etkileşimi içeren tek boyutlu (1D) hidrodinamik modelleme ile kentsel taşkınların nasıl simüle edilebileceğini göstermişlerdir. Modelden üretilen taşkın verileri taşkın etkisini görselleştirmek amacıyla CBS'de üretilen taşkın haritaları olarak sunulmuştur. Kaushik (2006), kentsel alanlarda 1B ve 2B yaklaşımlarla taşkın modellemesini araştırmıştır. Çalışma da DHI Water and Environment (MOUSE ve MIKE 21) tarafından geliştirilen ticari paketler kullanılarak taşkın modellemesi yapılmıştır. Çalışma neticesinde MOUSE modelinin, kavşaklardaki hidrolik durum detaylarının yanı sıra, kavşaklardaki deşarj dağılımı söz konusu olduğunda önemli farklılıklar gösterdiği tespit etmiştir. Kalyanapu vd. (2011), Grafik İşleme Birimi (GPU) etkinleştirilmiş 2B taşma modelinin hesaplama geliştirmesine ilişkin bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada sığ su denklemlerine dayalı bir 2B dinamik taşkın modeli, NVIDIA'nın Hesaplama Birleşik Geliştirme Mimarisi'nde (CUDA) geliştirilen GPU yaklaşımı kullanılarak gerçekleştirilmiş ve modelin doğruluğu Taum Sauk pompa depolama hidroelektrik santrali baraj yıkılması sel olayının gözlemleri kullanılarak test edilmiştir. Çalışma da GPU uygulamasının CPU sürümüne kıyasla ölçeklenebilir olduğu gösterilmiştir, bu durum büyük etki alanı taşkın modelleme çalışmaları için önemli bir özelliktir. Quiroga vd. (2016), Bolivya Amazonia'sında Şubat 2014'te meydana gelen sel olayını simüle etmek için HEC-RAS (HEC-RAS-v5) yazılımını kullanmışlardır. Simüle edilen sel, uzaktan algılanmış afet anı görüntüsü ile karşılaştırıldığında iyi performans gösterdiği belirlenmiştir.

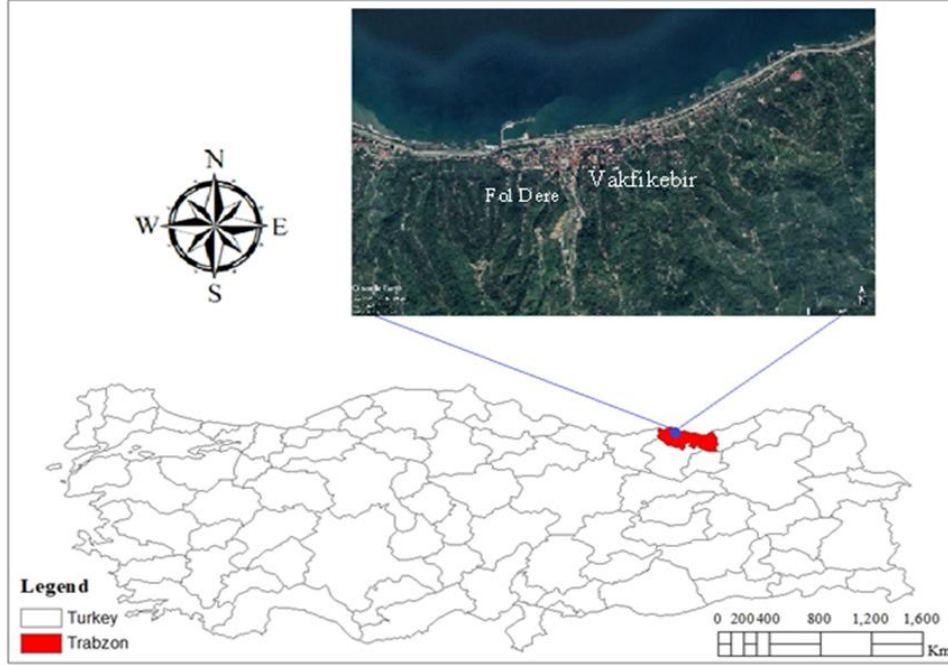
Çalışma neticesinde elde edilen sonuçlar taşkın çalışmaları için HEC-RAS'ın 2B yeteneklerinin uygulanabilirliğini ve değerini göstermiştir. Shustikova vd. (2019), Secchia Nehri (İtalya) üzerinde meydana gelen bir taşkın yatağındaki su baskını olayı üzerinden iki boyutlu (2B) sayısal modellerini değerlendirmekte ve karşılaştırmaktadırlar. 1 m DEM çözünürlüğüne dayalı olarak çeşitli ızgara boyutları (25–100 m) kullanılarak uygulanan LISFLOOD-FP ve HEC-RAS'ın 2B yeteneklerini test edilmiştir. En iyi sonuçlar her iki model için daha yüksek çözünürlüklü ızgaralarla (25 m) elde edilmiştir. Muthusamy vd. (2021), 2B taşkın modellerinin uygulanmasında Dijital Yükseklik Modellerinin (DEM) çözünürlüğü ve kalitesi, özellikle kentsel hidrolojide önemli odaklarından biri olan SYM çözümünün taşkın modellemesi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Konumsal çözünürlüğü 1 m ile 50 m arasında değişen ızgara çözünürlüklerine sahip Sayısal Yükseklik Modelleri (SYM) kullanmışlardır. Çalışmada Desmond fırtınasının (2015) Cockermouth'ta (Cumbria, İngiltere) neden olduğu sel olayı sırasında elde edilen veriler kullanılmıştır. Tüm simülasyonlar için HEC-RAS 2D modeli kullanılmıştır ve 1 m çözünürlüklü DEM ile elde edilen kıyaslama modeli, nehirler içinde iki noktada ölçülen su seviyeleri kullanılarak kalibre edilmiştir. Sonuçlar, çözünürlük 1 m'lik bir ızgaradan 50 m'lik bir ızgaraya düştüğünde, taşkın boyutunda 58.9 ha'dan 79,0 ha'a %30'luk bir artış ve ortalama taşkın derinliğinde 1.74 m'den 4.30 m'ye %150'lik bir artış olduğunu göstermiştir. Literatürde kırsal ve kentsel alan taşkın modellemelerinde 1B ve 2B modellemelerin her ikisi de kullanılmaktadır. Farklı yazılımlar da her iki modelleme yaklaşımına yönelik için çözümler mevcuttur. Bununla birlikte bazı araştırmacılar hibrit model, 3B model kullanılmaktadır. 1B ve 2B boyutlu modellerin birbirinden avantaj ve dezavantajlı özellikleri vardır. Ancak birinin diğerinden üstünlüğü hususunda standartlaşmış bir kabul yoktur. Çalışma sahasının özelliklerine göre farklı modeller farklı alanlar için avantajlı olabilmektedir. Bununla birlikte çalışma alanında kullanılacak verilerin sınırlılığı veya zenginliği de bu modellerden hangisinin kullanılacağına karar vermekte önemlidir.

Bu çalışmada, 1B ve 2B taşkın modellerinin taşkın tahmin etme yeteneklerini değerlendirmek amaçlanmaktadır. Kullanılan 1B ve 2B modele dayalı simülasyonlar HEC-RAS (ABD Ordusu Mühendisler Birliği tarafından geliştirilen açık kaynak kodlu yazılım) modeliyle gerçekleştirilmiştir. Modellerin çıktıları, gözlemlenen sel olaylarına ait raporlarla uyumluluğu kontrol edilmiştir. Çalışma da üretilen taşkın simülasyon sonuçları Coğrafi Bilgi Sistemleri platformunda Uzaktan Algılama (UA) verisi ile beraber değerlendirilerek haritalandırılmıştır. Çalışma da kullanılan arazi kullanım türü bölgenin yüksek konumsal çözünürlüklü uydu görüntüsüne kontrollü sınıflandırma metodu uygulanarak çıkarılmıştır. Bununla birlikte çalışmada kullanılan pürüzlülük parametreleri bölgeye ait uzaktan algılama verileri, raporlar ve haritalar incelenerek belirlenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma Trabzon, Vakfıkebir'deki Fol dere havzasının kıyı kesiminde (ana kol) yürütülmüştür. İlçenin yüzölçümü 235 kilometrekare olup, Fol Deresi ilçe merkezinden Karadeniz'e dökülmektedir. Fol Deresi ilçenin en büyük iki deresinden biridir. Fol Çayı'nın mansap kısmı silt, çakıl, kil ve kumdan oluşan alüvyonlu bir arazi olup, alüvyonun genişliği 100-250 m ve uzunluğu 4 km'dir. Bölgede kıyıda birkaç yüz metreye kadar maki bitkisi oluşumu mevcuttur. Daha yüksek kesimlerde ise meşe, kızılçam, karaçam, çınar, gürgen ve kestane türleri bulunmaktadır. Yüksek kesimlerdeki ormanlık alanlar, geniş kayın ve ladin örtüsüne sahiptir. Rakımı 0 ile 1047 m arasında değişen Vakfıkebir, ilçe merkezinin deniz kenarından güneye doğru gidildikçe rakımı yükselmektedir. Vakfıkebir ilçesinin en yüksek noktası ilçenin güneydoğusunda yer alan Karadağ (1954 m) tepesidir. Çalışma alanı, iklimsel özellikleri "Karadeniz Makro İklim Bölgesi"nde yer almaktadır. Bölgenin iklimi kışları ılık, yazları sıcak ve çok yağışlıdır. Yıllık ortalama yağış miktarı 1242 mm civarındadır. Derenin eğimi 0,054 ile 0,0055 arasında değişmektedir. Yatak genişliği membadaki en dar kısım yaklaşık 6 metre ve en geniş kısım Karadeniz'e dökülen kısımda 40

metredir. Taşkınlar genellikle ilkbahar ve sonbaharda meydana gelmektedir ve taşkın olayları çoğunlukla şiddetli yağışlar sonucunda kar örtüsünün erimesiyle meydana gelmektedir. Bölgede hemen hemen her yıl taşkın olayları yaşanmaktadır (DSI, 2015).



Şekil 1. Çalışma alanının yer bulduru haritası

2.1. Çalışmada Kullanılan Veriler

Bölgenin fiziksel özelliklerini belirlemek için 1:1000, 1:25000 ölçekli topoğrafik haritalar ve 1 metre GSD [WGS84; UTM] uzaktan algılama verileri kullanılmıştır. Akarsu ve havza özellikleri, su toplama alanı, taşkın simülasyonu için 1 m konumsal çözünürlüklü Sayısal Yükseklik Modeli (DEM) kullanılmıştır. Görüntü sınıflandırması, arazi kullanım bilgilerinin üretilmesinde paha biçilmez bir süreçtir (Foody, 1992; Camps-Valls vd., 2013), kontrollü sınıflandırma yöntemi (Maximum likelihood classification) ile gerçekleştirilen arazi kullanım sınıflarının çıkarılması (çalışmada seçilen eğitim örneklerinin ardından bunlardan imzalar üretilerek ve maksimum gerçekleştirilerek olabilirlik sınıflandırması) ile arazi kullanım türü belirlenmiştir. Uydu görüntüsü (1 metrelik uzamsal çözünürlüklü pan-keskinleştirilmiş multispektral görüntü) kullanılmıştır. Ayrıca çalışma alanına ait kurumsal raporlardan, saha gözlemlerinden, fotoğraflardan ve Google Earth'ten arazi kullanım bilgileri toplanmıştır. Çalışma da ayrıca meteorolojik bilgiler, hidrolojik veriler ve daha önceki sel afetlerinin neden olduğu hasarlar hakkında tarihi bilgiler kullanılmıştır.

Bu çalışmada 1B ve 2 boyutlu taşkın modelleme için HEC-RAS yazılımı kullanılmıştır. Su Kaynakları Enstitüsü'nün (IWR) bir kolu olan Hidrolojik Mühendislik Merkezi tarafından geliştirilen HEC-RAS yazılımının ilk versiyonu 1995 yılında yayımlanmıştır (Efe ve Önen, 2015). Yıllar içerisinde önemli gelişmeler kaydederek taşkın modelleme çalışmaları için bir açık kaynak kodlu yazılım haline gelmiştir. Özellikle HEC-RAS 4 ve sonrasında yayınlanan sürümler köprü, menfez, su bendi, dolu savak gibi akımı etkileyebilecek yapıların akıma etkisi, hidrolik sıçrama vb. modellenmektedir. Bununla birlikte, doğal akarsularda düzenli akım su yüzü profillerinin hesabı, değişken akım modellemesi, hareketli katı sınır sediment taşınım modellenmesi ve su kalitesi analizlerinde de için uygun araçlarıyla çözüm sağlamaktadır (HEC User Guide, 2010; Üyüklüoğlu vd., 2015). Yazılım kararlı akım durumunda, su yüzeyi profilinin belirlenmesinde

kritik altı akım, kritik üstü akım ve karışık çözüm yaklaşımlarını sağlamaktadır (Efe ve Önen; 2015). Su yüzü profillerinin hesaplanmasında bir boyutlu enerji denklemi kullanılmaktadır. Enerji kayıplarının hesaplanmasında Manning denklemindeki pürüzlülük katsayısı ve daralma/genişleme katsayıları kullanılmaktadır. Bununla birlikte akım rejiminin ani değiştiği durumlarda momentum denklemi kullanılmaktadır. (HEC User Guide, 2010; Üyüklüoğlu vd., 2015; Efe ve Önen, 2015; Tuncer, 2011) Manning pürüzlülük katsayısı (n) belirlenmesinde ülkemizde de sıkça kullanılan yöntem; Cowan metodudur (Üyüklüoğlu vd., 2015) ve bu çalışmada Cowan metodundan (Tablo 1) faydalanılmıştır. Süreklilik ve Momentum denklemleri;

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{1}{A} \frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{1}{A} \frac{\partial (\frac{Q^2}{A})}{\partial x} + g \frac{\partial w}{\partial x} = g(S_0 - S_e) \quad (2)$$

Q : Debi

A : Islak Alan,

g : Yer çekimi katsayısı

w : Derinlik,

So : Boyuna yatak eğimi (yerçekimi kuvvetini ifade eder),

Se : Enerji (veya sürtünme) eğimi,

$\frac{\partial w}{\partial x}$, $\frac{1}{A} \frac{\partial Q}{\partial x}$ and $\frac{1}{A} \frac{\partial (\frac{Q^2}{A})}{\partial x}$; Basınç gradyanını ve momentum denkleminin yerel ve konvektif hızlanma terimlerini temsil etmektedir.

Tablo 1. Cowan metodu pürüzlülük katsayıları (Cowan, 1956)

Yataktaki Malzeme Cinsi	Beton	Ort. Dane Çapı (mm)	-	nb	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			n1	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			0.020

Kanal Kesit Değişimi	Aşamalı			n2	0.000
	Ara Sıra Değişen				0.005
	Sık Değişen				0.010-0.015
Kanaldaki Engeller (Birikinti, Tümsek, Düşü, Kaya, Köprü Ayağı)	İhmal Edilebilir	Engel/Kesit Alanı x100	>%5	n3	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			n4	0.005-0.010
	Orta				0.010-0.025
	Yüksek				0.025-0.050
	Çok Yüksek				0.050-0.100
Kanal Kıvrımı	Önemsiz	Dere Uzunluğu / kuş uçuşu uzunluk	1-1,2	m	1.000
	Kayda Değer		1,2-1,5		1.180
	Şiddetli		>1,5		1.310

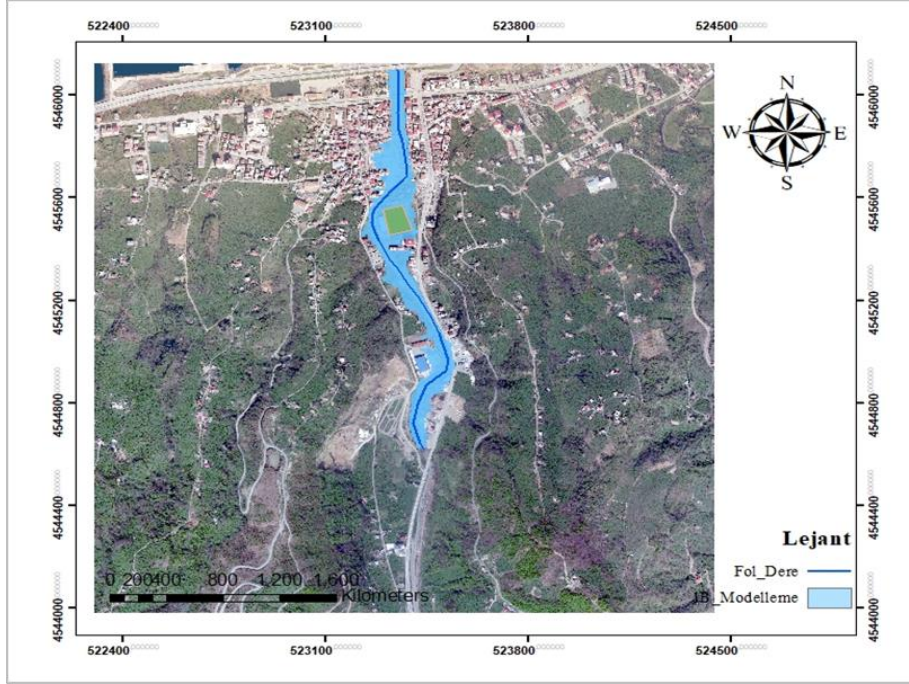
3. BULGULAR VE SONUÇLAR

Cowan pürüzlülük katsayıları ($n_b, n_1, n_2, n_3, n_4, m$) belirlendikten sonra $n = m \cdot (n_b + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)$ denkleminde yerine konarak pürüzlülük katsayıları (n) elde edilmiştir. Vakfıkebir Foldere Sahil Mansap bölümünde n 0.034 hesaplanmıştır. Çalışma da 1 boyutlu modelin kanal güzergahı sayısal yüzey modeli üzerinden geçirildikten sonra dere en kesitleri membadan mansaba doğru çıkarılmıştır (Şekil 1). Güzergahtaki yapısal unsurlar (Örn: Köprüler, yatak özellikleri) modele dahil edilmiştir. Çalışmada dijital yüzey modelinin konumsal çözünürlüğü 2B modelde kullanılan DEM ile aynıdır. 100 yıllık taşkın debisine göre taşkın simülasyonu yapılmıştır. Modelde kullanılan 100 yıllık tekerrüre ait debi değerleri Mockus yöntemine göre $313.198 \text{ m}^3/\text{s}$, Noktasal Analiz (NTFA) göre $222.021 \text{ m}^3/\text{s}$ ve Bölgesel Analiz (BTFA) göre $280.002 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak hesaplanmıştır. Üç yöntemde hesaplanan akım büyüklüklerine ait üç profil için yapılmıştır. Elde edilen simülasyon sonuçları Coğrafi Bilgi Sistemleri platformuna aktarılarak, burada haritalandırılmıştır; Şekil 2. 19/20 Haziran 1990 tarihinde meydana gelen ve 12 vatandaşımızın yaşamını yitirdiği taşkın afetine ilişkin anahtar eğrileri incelendiğinde akım değerinin $246 \text{ m}^3/\text{s}$ olduğu belirlenmiştir (Tuna, 2008).

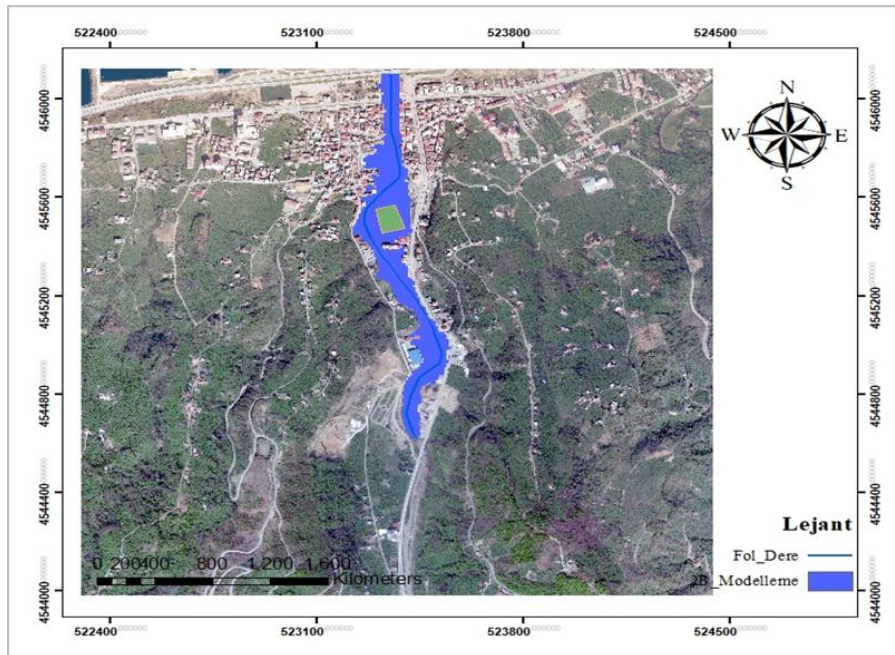
2B taşkın modellemesi için yükseklik modeli üzerinden öncelikle 2B taşkın alanı (2D Flood Area) çevrilmiştir. Çevrili alanda ağ oluşturulduktan sonra memba (upstream) ve mansap (downstream) yerleri programda belirtilmiştir. Yazılımda geometrik verilerle ilgili kayıtların tamamlandıktan sonra akım verileri girilerek unsteady (kararsız akım) analizi yapılmıştır. Elde edilen simülasyon sonuçları CBS platformuna aktarılarak, burada harita çıktısı üretilmiştir (Şekil 3).

Çalışmada 1B ve 2B model arasında yaklaşık olarak benzer sonuçlar çıkmakla birlikte, Şekil 4, düz alanların daha fazla olduğu mansap kısmında 1B ve 2B model daha fazla örtüşmüştür. Ancak akarsu boyunca 1B model çıktılarının taşkın sahasının daha önce taşkına maruz kalan bazı yerlerle daha fazla örtüşmüştür. Bunun nedeni nehir yapılarının (köprü/menfez, bent vb.) söz konusu olduğu akarsularda 1B modellerin hidrolik yapı modülleri/yetenekleri mevcut teknolojide 2B

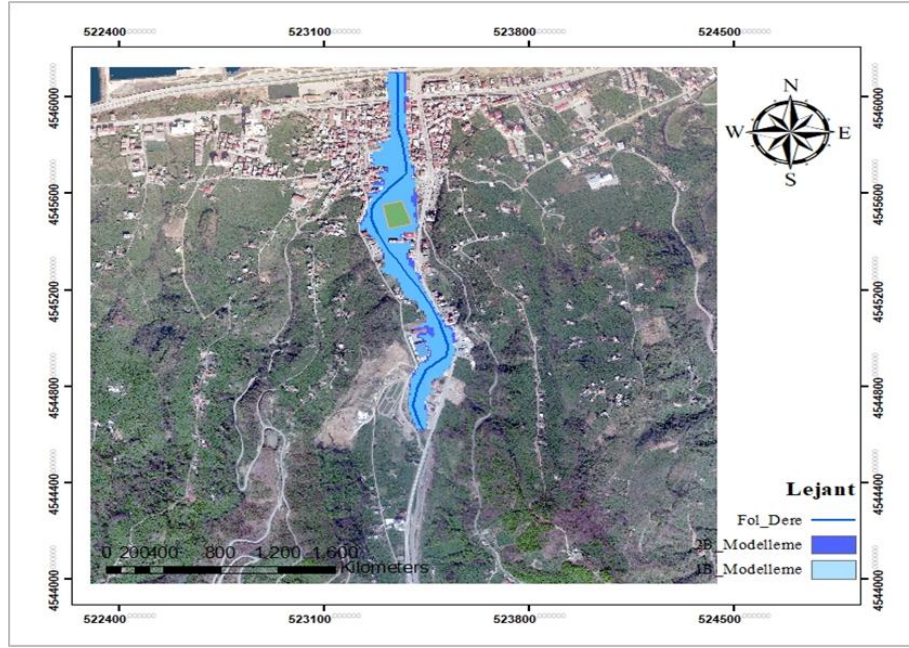
modellerinin daha ötesinde olması olabilir. Bununla birlikte veri hazırlama, veri temini ve ön hazırlık işlemleri açısından 2B model daha avantajlıdır. 1B modelde özellikle geometrik verilerin hazırlanması daha fazla zaman almaktadır (Her ne kadar akarsu en kesitleri otomatik olarak çıkartılması mümkün olsa da tavsiye edilen uygulayıcı tarafından belirlenmesidir). Programın koşum süreleri açısından pek fark olmamıştır. Bununla birlikte 2B boyutlu modelde yüksek konumsal çözünürlüklü yüzey modelinin kullanılması 2B modelin doğruluğunu arttırmıştır.



Şekil 2. 1B Taşkın Simülasyonu



Şekil 3. 2B Taşkın Simülasyonu



Şekil 3. 1B ve 2B Taşkın Simülasyonu

Bu çalışmada 1B ve 2B taşkın modelleme yöntemlerinin performansı Fol Deresi örneği üzerinden araştırılmıştır. İki modelde HEC-RAS yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanının geometrik verilerinin hazırlanması aşamasında 1B model daha fazla zaman alsa da nehir yapılarını temsil etmekte önemli avantajları söz konusudur. Bu durum 1B modelin akarsu boyunca taşkın alanlarını belirlemede tutarlı sonuçlar vermesini sağlamıştır. Çalışmada 2B modelin performansı DEM'in konumsal çözünürlüğüyle de nispeten ilişkilidir. Konumsal çözünürlük yeryüzü yüzeyinin daha doğru modellenmesini sağlayacağından suyun akış hızı, yünü yayılımı ile ilgili daha doğru sonuçlar elde edilmiştir. Her iki model arasında her ne kadar tüm yönleriyle ele alındığında bir modelin diğer modelden tamamen üstün olması söz konusu olmasa da çalışma şunu ortaya koymuştur ki, iki modelde birbirine yakın sonuçlar üretmiş olup, 1B model nispeten daha tutarlı sonuçlar vermiştir.

Bununla birlikte, taşkın modelleme çalışmaları taşkın afetine duyarlı planlama çalışmaları için önemli altlıklardır. Bu nedenle, 1B ve/veya 2B modellerin tercih edilmesinde akarsu morfolojik özellikleri, akarsu yatağındaki yapı unsurlarının sayısı, çalışmanın amacı, akarsuyun uzunluğu, yüzey özellikleri (yükseltilerin dağılımı) akım istasyonları ve akım verileri, harita/yüzey modellerinin çözünürlüğü gibi bölgeye özgü veri sınırlılığı/erişilebilirliği gibi koşullar göz önünde tutularak hangi yöntemin kullanılacağına karar verilmelidir.

KAYNAKLAR

Balica, S. F., Wright, N. G., Van der Meulen, F. (2012). A flood vulnerability index for coastal cities and its use in assessing climate change impacts. *Natural hazards*, 64(1), 73-105.

Birkman, J. (2006). *Measuring Vulnerability to Natural Hazards: Towards Disaster Resilient Societies*. J. Birkman içinde, *Indicators and criteria for measuring vulnerability theoretical bases and requirements* (55-78).

Camps-Valls, G., Tuia, D., Bruzzone, L., Benediktsson, J. A. (2013). Advances in hyperspectral image classification: Earth monitoring with statistical learning methods. *IEEE signal processing magazine*, 31(1), 45-54.

- Chandra, A., Gaganis, P. (2016). Deconstructing vulnerability and adaptation in a coastal river basin ecosystem: a participatory analysis of flood risk in Nadi, Fiji Islands. *Climate and Development*, 8(3), 256-269.
- Cowan, W. L., 1956. Estimating Hydraulic Roughness Coefficients, *Agricultural Engineering*, 37, 7, 473-475.
- Derin Cengiz, L. ve Ercanoğlu, M. (2022). A novel data-driven approach to pairwise comparisons in AHP using fuzzy relations and matrices for landslide susceptibility assessments. *Environmental Earth Sciences*, 81(7), 1-23.
- Devlet Su İşleri 22. Bölge Müdürlüğü, (2015). Taşkın Raporları , Trabzon.
- Efe, H., Önen, F. (2015). Batman Çayı'nın Taşkın Analizinin HEC-RAS Programıyla Yapılması, *Mühendislik Dergisi*, 6, 2, 83-92.
- Foody, G. M., Campbell, N. A., Trodd, N. M., Wood, T. F. (1992). Derivation and applications of probabilistic measures of class membership from the maximum-likelihood classification. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 58(9), 1335-1341.
- Gardiner, J. L., Dearsley, AF., Woolnough, J.R. (1987). The Appraisal of Environmentally Sensitive Options for Flood Alleviation Using Mathematical Modelling, *Water and Environment Journal*, 1, 2, 171-183.
- HEC-RAS River Analysis System User's Manual, (2010). Version 4.1. U.S. Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center, Davis, California, USA, 143 s.
- Kalyanapu, A. J., Shankar, S., Pardyjak, E. R., Judi, D. R., Burian, S. J. (2011). Assessment of GPU computational enhancement to a 2D flood model. *Environmental Modelling & Software*, 26(8), 1009-1016.
- Kaushik, C. (2006). Urban flood modelling: a comparative study for 1D and 2D models.
- Mark, O., Weesakul, S., Apirumanekul, C., Aroonnet, S. B., Djordjević, S. (2004). Potential and limitations of 1D modelling of urban flooding. *Journal of Hydrology*, 299(3-4), 284-299.
- Muzik, I., (1996). Flood Modelling With Gis-Derived Distributed Unit Hydrographs, *Hydrological processes*, 10, 10, 1401-1409.
- Muthusamy, M., Casado, M. R., Butler, D., Leinster, P. (2021). Understanding the effects of Digital Elevation Model resolution in urban fluvial flood modelling. *Journal of Hydrology*, 596, 126088.
- Quiroga, V. M., Kurea, S., Udoa, K., 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*, 3(1), 25-33.
- Shustikova, I., Domeneghetti, A., Neal, J. C., Bates, P., Castellarin, A. (2019). Comparing 2D capabilities of HEC-RAS and LISFLOOD-FP on complex topography. *Hydrological Sciences Journal*, 64(14), 1769-1782.
- Tuna, C. (2008). "Mockus Metodu ile Trabzon Taşkınlarının İncelenmesi" Türkiye Bölgesel Hazırlık Toplantıları Taşkın, Heyelan ve Dere Yataklarının Korunması Konferansı, Bildiri Kitabı, pp. 81-88, Trabzon.
- Tuncer, İ. (2011). Açık Kanallarda Su Yüzü Profilinin Belirlenmesi, Nakkaş Dere Örneğinde Bir HEC-RAS Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, G.Ü, Ankara.
- Todorovic, P., Rousselle, J. (1971). Some Problems of Flood Analysis, *Water Resources Research*, 7, 5, 1144-1150.
- Üyüklüoğlu M., Ünal B., Turan B. (2015). HEC-RAS Paket Programı İle Manavgat İlçesi Ilıca Deresi, Taşkın Bölgesinin Modellenmesi Su Yapıları Sempozyumu, Kasım Antalya, Bildiri Kitabı: 428-438.