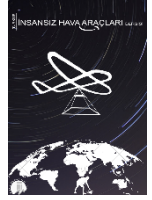




## Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/tiha>

e-ISSN 2687-6094



### İHA Görüntülerinden Yararlanarak Taşkın Analizinin Yapılması: Çan (Kocabaş) Çayı Örneği

Sercan İlhan<sup>1\*</sup>, Umut Aydar<sup>1</sup>

<sup>1\*</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 17100, Çanakkale, Türkiye;  
(ilhansercan24@gmail.com; umutaydar@comu.edu.tr)



\*Sorumlu Yazar:  
ilhansercan24@gmail.com

#### Araştırma Makalesi

**Alıntı:** İlhan, S., & Aydar, U. (2023). İHA Görüntülerinden Yararlanarak Taşkın Analizinin Yapılması: Çan (Kocabaş) Çayı Örneği. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 5(1), 27-36.

Geliş : 28.12.2022  
Revize : 20.05.2023  
Kabul : 29.05.2023  
Yayınlama : 30.06.2023

#### Özet

Geçmişten günümüze meydana gelen, maddi ve manevi sorunlara yol açan doğal afetler, doğal ve beşeri faktörlerin birleşik etkileriyle ortaya çıkmaktadır. Doğal afetlere neden olan doğal faktörler, gerçekleşen olayın büyüklüğü, yerleşim alanlarına olan uzaklığı ve yerleşim alanlarının etkileme miktarıdır. Doğal afetlere neden olan beşeri faktörler ise; az gelişmişlik, nüfus artışının dengesiz olması, bilinçsiz yerleşim ve eğitimsizlik gibi nedenlerdir. Doğal afetlere deprem, toprak kayması, kuraklık, sel ve taşkınlar gibi pek çok örnek verilebilmektedir. Doğal afetlerden biri olan ve bu çalışmanın da konusunu oluşturan taşkınlar genel anlamıyla, bir akarsuyun, doğal veya yapay olarak, mevcuttaki yatağından taşarak yatak sınırları dışında akışını devam ettirmesi sonucunda çevreye zarar vermesi olayı olarak ifade edilebilmektedir. Taşkınlar ülkemizi en çok etkileyen doğal afetlerden biridir. Buna göre taşkınlar can ve mal kayıpları açısından ülkemizde ikinci sırada yer alırken, meteorolojik afetler içerisinde ise ilk sırada yer almaktadır. Bu çalışmada Çan ve Biga ilçelerini kapsayan, Biga (Çan) Çayı Havzasının, Çan ilçe merkezinden geçen bölümünün eEbee X model sabit kanatlı İnsansız Hava Aracı (İHA) aracılığıyla görüntüleri elde edilmiş, elde edilen görüntüler çeşitli fotogrametrik değerlendirme programları kullanılarak 3 boyutlu model haline getirilmiş ve taşkın analizi için gerekli veriler elde edilmiştir. Son olarak elde edilen bu çıktı ürünler, ilgili kurumlardan temin edilen verilerle birlikte kullanılarak Çan ilçesine ait 100 ve 500 yıllık taşkın haritaları koordinatlı bir şekilde üretilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** İHA, 3B modelleme, fotogrametri, taşkın.

### Flood Analysis by Utilizing UAV Images: The Case of Çan (Kocabaş) Stream

\*Corresponding Author:  
ilhansercan24@gmail.com

#### Research Article

**Citation:** İlhan, S., & Aydar, U. (2023). Flood Analysis by Utilizing UAV Images: The Case of Çan (Kocabaş) Stream. *Turkish Journal of Unmanned Aerial Vehicles*, 5(1), 27-36 (in Turkish).

Received : 03.11.2022  
Revised : 16.01.2023  
Accepted : 21.03.2023  
Published : 30.06.2023

#### Abstract

Natural disasters, which have occurred from the past to the present and cause material and moral problems, emerge with the combined effects of natural and human factors. The natural factors that cause natural disasters are the size of the event, the distance from the residential areas and the amount of impact of the residential areas. The human factors that cause natural disasters are; reasons such as underdevelopment, unbalanced population growth, unconscious settlement and lack of education. Many examples of natural disasters such as earthquakes, landslides, droughts, floods and overflows can be given. Floods, which is one of the natural disasters and which is the subject of this study, can be expressed in general terms as the event that a stream causes damage to the environment as a result of natural or artificial overflow from its existing bed and continuing its flow outside the bed boundaries. Floods are one of the natural disasters that affect our country the most. Accordingly, while floods are in the second place in terms of loss of life and property in our country, they are in the first place among meteorological disasters. In this study, images of the part of the Biga (Çan) Stream Basin, which includes Çan and Biga districts, passing through Çan district center, were obtained by eEbee X model fixed-wing Unmanned Aerial Vehicle (UAV), and these images were transformed into 3D models using various photogrammetric evaluation programs. and the necessary data for flood analysis were obtained. Finally, these output products were used together with the data obtained from the relevant institutions, and the 100 and 500 year old flood maps of Çan district were produced in a coordinated manner.

**Keywords:** UAV, 3D modeling, photogrammetry, flood.

## 1. Giriş

Taşkın belirli bir kesit üzerinden geçen suyun zamanla kesit üzerinden taşması ve çevresindeki arazilere yayılarak ekonomik ve sosyal zararlar verebilmesi nedeniyle, dikkat edilmesi gereken önemli afetlerden biridir (Sargın, 2013). Taşkınların ortaya çıkmasında arazinin jeolojik yapısı, eğimi, bitki örtüsü miktarı, insan etkisi ve en önemlisi de kesit üzerinden geçen suyun miktarını belirleyen yağışlar etkili olmaktadır. Tarım ve Orman Bakanlığının hazırlamış olduğu verilere göre ülkemizde 2011-2020 yılları arasında 1266 sayıda taşkın gerçekleşmiş, meydana gelen taşkınlar sonucunda 127 kişinin hayatını kaybetmiş ve yıllık olarak ortalama 300 milyon TL ekonomik zarar meydana gelmiştir (URL-1). Buna göre meydana gelebilecek olası taşkın afetinin önüne geçebilmek için yapılması gerekenlerin olduğu görülmektedir. Bunlardan en önemlisi dere ıslah çalışmalarıdır. Buna göre dere içinden geçen suyun akışını etkileyerek taşkınlarla sebep olabilecek faktörler (moloz yığını, bitki örtüsü vb.) dere içinden temizlenmelidir. Ayrıca dere güzergahının sağına ve soluna taşkın koruma duvarları yapılarak meydana gelebilecek olası taşkınların önüne geçebilmek ve/veya etkisini azaltabilmek mümkündür (Şekil 1, Şekil 2). Tüm bu ve bunun gibi tedbirleri almanın yanında HEC-RAS, MIKE HYDRO gibi çeşitli yazılımlar kullanarak da taşkınların yayılım alanlarını önceden tespit edebilmek ve buna göre önlemler alabilmek mümkündür (Yılmaz, 2022).

Literatürde taşkın analizleri ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, Efe ve Önen yaptıkları çalışmada Batman Çayı'nın taşkın analizini HEC-RAS programı ile gerçekleştirmişlerdir. Çalışma alanı olarak Batman Çayı'nın Malabadi Köprüsü ile Batman-Diyarbakır Karayolu Köprüsü arasında yer alan kısım belirlenmiştir. 1/1000 ölçekli veriler, AutoCAD Civil 3D ortamında sayısallaştırılmış ve dere güzergahına dik olacak şekilde 165 adet en kesit çizimi gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan tüm veriler HEC-RAS programına girilerek tek boyutlu taşkın hidrolik analizi yapılmıştır. Çalışma sonucunda  $Q_{50}$  yıllık taşkın debilerinden itibaren dere kesitinin taşkınlarla karşı çoğu bölgede yetersiz kalacağı tespit edilmiş, bu durumun Silvan Barajı'nın yapılmasıyla beraber büyük oranda azalıp taşkın riskinin düşürülebileceği anlaşılmıştır. Dolo 2018 yılında yapmış olduğu çalışmada, Arhavi ilçesine ait taşkın yayılım haritalarını drone verisi sonucunda elde ettiği resimleri işleyerek elde etmiştir. Taşkın yayılım haritasını oluşturmak için HEC-RAS programını kullanmış ve 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık tekrarlama periyotları için sel-taşkın modelleri oluşturmuştur. Buna göre, her 24 saat için 101,30 mm, 120,36 mm, 152,11 mm, 247,38 mm, 406,15 mm ve 723,70 mm yağış meydana

gelebileceği tespit edilmiştir. Ayrıca bu yağışlarla birlikte çalışma alanının su seviyesi değişimi gözlemlenmiştir. Analiz sonucunda suyun akışını negatif yönde etkileyen faktörlerin olduğu ve bunun için gerekli önlemler alınması gerektiği anlaşılmıştır. Beden 2019 yılında yaptığı çalışmada, Ordu iline bağlı Ünye ilçesinde bulunan Cevizdere Havzası'ndan bahsetmiştir. Taşkın debilerini hesaplamak için Kolmogorov-Smirnov uygunluk testini kullanmış, taşkın hidrograflarını hesaplamak için ise DSİ Sentetik, Mockus ve Snyder metodları uygulamıştır. DSİ Sentetik yöntemi ile bulduğu taşkın debilerini taşkın modellemesinde kullanan Beden, çalışma alanına ait pürüzlülük değerlerini ise Cowan Yöntemi ile hesaplamıştır. Taşkın analizi için MIKE 11 ve MIKE 21 modüllerini tercih eden Beden, analiz sonucunda  $Q_{50}$  için %19,75,  $Q_{100}$  için %23,  $Q_{500}$  için %30 ve  $Q_{1000}$  için %32,25 oranlarında çalışma bölgesinin taşkınlarla maruz kalacağını tespit etmiştir. Ayrıca bölge için çeşitli zarar hesaplama yöntemleri de uygulayan Beden, en yüksek zararları Pistrika ve Jonkman yöntemleri ile elde etmiştir. Seçkin (2021), Doğu Akdeniz Havzasında bulunan Çeşneli Deresi alt havzası için bir taşkın risk analizi gerçekleştirmiştir. Seçkin, çalışma alanına ait yükseklik modelini ve taşkın frekans analizlerini NETCAD yazılımı ile yapmıştır. Taşkın simülasyonunun yapılması için HEC-RAS yazılımını kullanan Seçkin taşkın riski bulunan yerler için önerilerde bulunmuştur.



Şekil 1. Taşkın koruma çalışması olan bir bölge.

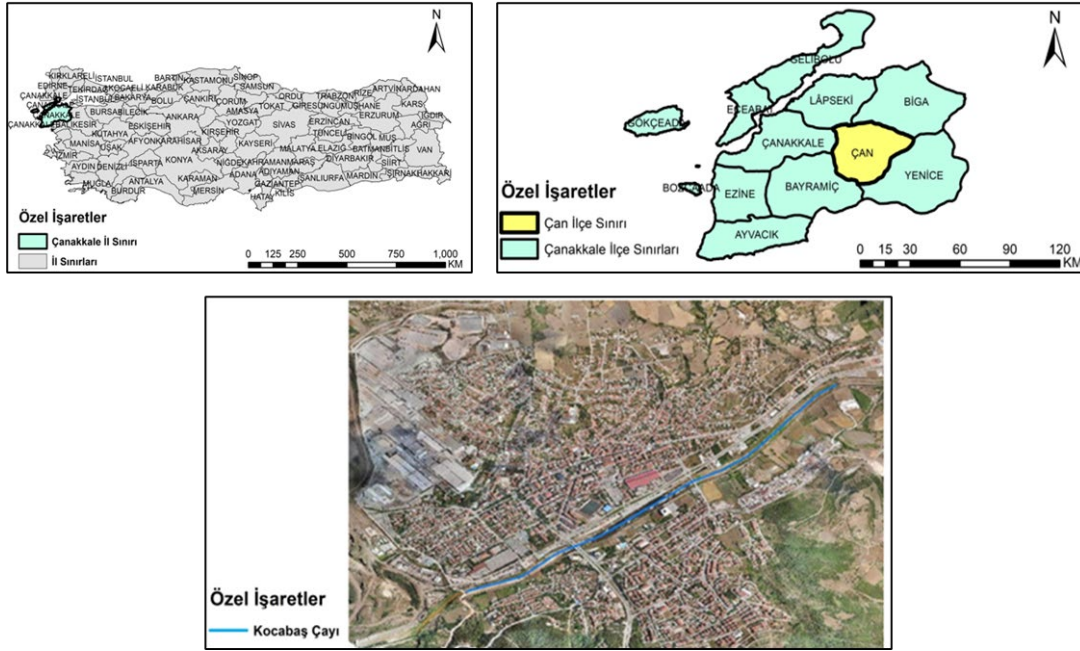


Şekil 2. Taşkın koruma çalışması olmayan bir bölge.

Çalışma alanının yer aldığı Çan ilçesi Marmara Bölgesinde bulunan Çanakkale iline bağlı ve 88700 hektarlık bir yüz ölçüme sahip olan bir ilçedir. İlçenin kuzey tarafındaki komşuları Lapseki ve Biga ilçeleri, güney tarafındaki komşuları Yenice ve Bayramiç ilçeleri, batı tarafındaki komşuları Çanakkale il merkezi ve Yenice ilçeleri iken, doğu tarafındaki tek komşusu ise Yenice ilçesidir (Şekil 3). Çan ilçesi coğrafi

olarak 40. Enlem ve 27. Boyamlar arasında, yerleşim olarak çukur bir bölgede yer almaktadır. İlçenin coğrafi yapısına bakıldığında engebeli araziler dikkat çekmektedir. İlçede çok yüksek olmayan dağ ve tepeler yer almaktadır. Bu dağların en yüksek bölümünün yüksekliği 983 m olarak bilinmektedir. İlçenin en çukur bölümü ise Kocabaş Çayının geçtiği yerdir (URL-2).

### ÇAN İLÇESİ YER BULDURU HARİTASI



Şekil 3. Çan ilçesinin haritadaki konumu.

Eski Yunanca'dan dilimize giren Fotogrametri (photos+gramma+metron), en bilinen tanımıyla ışık yardımı ile çizerek ölçme anlamına gelmektedir. Fotogrametri bir başka tanım olarak ise görüntüler yardımıyla güvenilir bilgiler elde etme sanatı ve/veya bilimidir (Dolo, 2018). Fotogrametri çekim yöntemine (kamera konumu) göre yersel ve hava fotogrametrisi olmak üzere ikiye ayrılır. Fotogrametri tekniği ile ölçülmesi planlanan objelerin ve yakın çevrelerinin görüntüleri çekilir. Çekilen görüntüler veya sayısal ortamda elde edilen görüntü üzerindeki konumlar ölçülür. Son olarak ise bilgisayar ortamında bu görüntüler işlenerek harita gibi çıktı ürünler elde edilmektedir.

Bu çalışmada hava fotogrametrisi yöntemi kullanılarak sabit kanatlı uçak ile çalışma alanını oluşturan Çan ilçe merkezinin hava görüntüleri çekimleri oto pilot yazılımı olan eMotion aracılığıyla yapılmış, ardından Pix4dMapper ile şehrin 3B modeli, DSM gibi çeşitli ürünleri oluşturulmuş, bu ürünler Virtual Surveyor 7, Arcgis 10.5 gibi çeşitli programlar ile düzenlenerek sayısal yükseklik modeli (DEM) ve sayısal yüzey modeli (DSM) üretilmiş ve taşkın analizinin yapıldığı HEC-RAS 6.1 programına kaynak oluşturulmuştur. Son olarak HEC-RAS 6.1 programı ile

Çan ilçe merkezinin 100 yıllık ve 500 yıllık gibi çeşitli taşkın analizleri gerçekleştirilmiş, Arc Map ile haritalar üzerinden SYM ile DSM arasındaki sonuçlar irdelenmiştir.

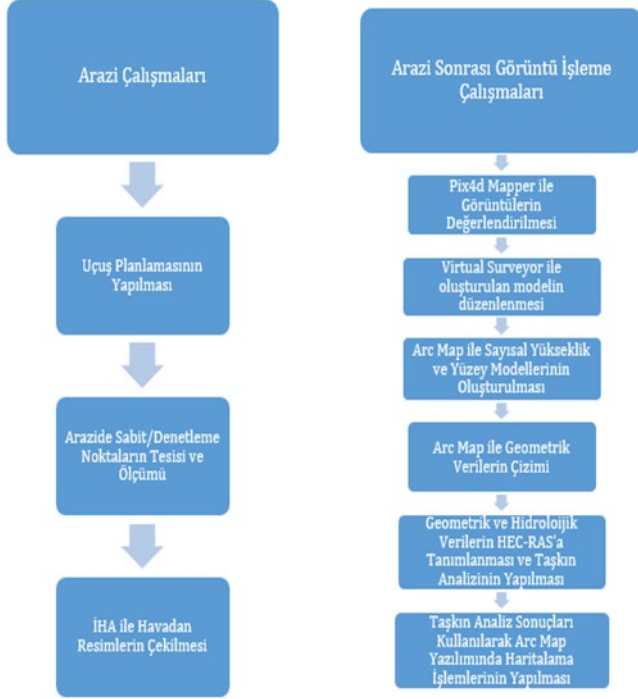
## 2. Yöntem

Çalışmanın saha çalışmaları kısmında kullanılan eBee X model İnsansız Hava Aracı (İHA), PPK (Post Process Kinematic) özelliğine sahip olduğundan, statik veri kayıt kapasitesine sahip bir GNSS (Global Navigation Satellite Systems) alıcısı yardımıyla arazide uçuş öncesi yer kontrol noktası oluşturmaya gerek kalmadan koordinatlı şekilde hava görüntüleri çekilmiştir. Çalışma alanına ait olan 3 boyutlu model, Pix4dMapper yazılımı ile üretilmiştir. Pix4dMapper yazılımı ile üretilen ürünlerin doğruluğunu arazide kontrol etmek için ise modelden yararlanarak çeşitli sabit noktalar belirlenerek bu noktaların arazide ölçümleri GPS-CORS tekniği ile yapılmıştır. Pix4dMapper yazılımı ile elde edilen Sayısal Yüzey Modeli (DSM) ürününden Sayısal Yükseklik Modeline (DEM) geçiş, tıpkı Px4dMapper gibi bir değerlendirme programı olan Virtual Surveyor yazılımında bulunan arazi temizleme özelliği ile gerçekleştirilmiştir.



### 3. Uygulama

Çalışma kapsamında çalışmanın temelini oluşturan geometrik verilerin oluşturulabilmesi için gerekli olan altlıklar için hem arazi hem de arazi sonrası görüntü işleme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen işlem adımları Şekil 4'teki iş akış şemasında verilmiştir.



Şekil 4. Çalışma izlenen yöntemin iş akış şeması.

#### 3.1. Arazi Çalışmaları

Çalışma kapsamında ilk olarak uçuşun gerçekleştirileceği bölge için oto pilot uygulaması (Emotions) kullanılarak bir uçuş planlaması yapılmıştır. Bu kapsamda Google Earth üzerinde uçuşun yapılacağı bölgenin yaklaşık kotları incelenerek çalışma alanı 5 adet uçuş bölgesine bölünmüş, uçuş için gerekli olan yükseklik (220.8 m) ve enine ve boyuna bindirme oranları (%60-%80) tespit edilmiştir ve uygulamaya bu değerler girilmiştir. Çalışmanın arazi kısmında 2300 hektarlık alanda, 3662 adet görüntü çekilmiş ve çalışmanın arazi kısmı tamamlanmıştır.

Çalışmada model üretimi için ihtiyaç duyulan görüntüler PPK özelliğine sahip olan eBee X model İHA ile çekilmiştir. Çalışmada kullanılan İHA'nın teknik özellikleri aşağıdaki gibidir (Tablo 1).

Bu tür İHA'lar, PPK özelliğine sahip olduğundan, statik veri kayıt kapasitesine sahip olan bir GNSS alıcısına ihtiyaç duyarlar. Çalışmada statik veri kapasitesine sahip GNSS alıcısı ve İHA kullanılarak uydu gözlem verileri eş zamanlı olarak elde edilmiştir. Çalışmada statik ölçüm için Topcon CR-G5 sabit alıcısı kullanılmıştır. Çalışmada ayrıca yapılacak

modellemenin doğruluğunu kontrol etmek için önceden tesis edilen denetleme noktalarının (DN) TUSAGA-Aktif (Cors-Tr) sisteminden faydalanarak UTM projeksiyonu 27. dilim orta meridyenine ait 3 derecelik ITRF 96 koordinat sisteminde okumaları yapılmıştır.

Tablo 1. Sensefly eBeeX'in teknik özellikleri.

Özellikleri	Değerler
Maksimum ağırlık/Kanat açıklığı	1.7 kg/116 cm
Seyir hızı	110 m/saniye'ye kadar
Maksimum uçuş süresi	90 dk'ye kadar
Görüntü kalitesi	24 MP
PPK/RTK özelliği	+
Uydu konumlandırma sistemleri özelliği	+
Radyolink mesafesi	3 km

#### 3.2. Ofis Çalışmaları

Çalışmanın ikinci aşaması olan ofis kısmında, İHA ile çekilen görüntülerin, 3B model üretme yazılımı olan Pix4dmapper aracılığı ile 3B modeli elde edilmiştir. Çalışma alanının değerlendirmesi aşağıdaki özelliklere sahip olan bilgisayar ile yapılmıştır (Tablo 2). Çan (Kocabaş) Çayının arazi çalışmaları kapsamında İHA ile çekilen 3662 adet resimden 2586 tanesinin Pix4d Mapper ortamında değerlendirmeye katılmasının çalışma alanı için yeterli olacağı sonucuna varılmış çalışmalar buna göre gerçekleştirilmiştir.

Tablo 2. Çalışmada kullanılan bilgisayarın teknik özellikleri.

Hardware	CPU: Intel(R) Xeon(R) Silver 4114 CPU @2.20 GHz RAM: 127GB GPU: NVIDIA Quadro P2000 (Driver:23.21.13.9133)
Operating System	Windows 10 Pro for Workstations, 64-bit

Yazılımda çıktı koordinatı olarak TUREF/TM27 koordinat sistemi, datum olarak ise Turkish National Reference Frame seçilmiştir. Çekilen görüntüler koordinatlı bir şekilde üretildiğinden yazılımda yer kontrol noktalarına (YKN) girilmeden işlem adımları bölümüne geçilmiştir. Pix4dmapper yazılımında birinci işlem adımı seyrek nokta bulutu oluşturma, ikinci işlem adımı yoğun nokta bulutu oluşturma ve katı model üretme son işlem adımı ise DSM ve ortofoto üretimi şeklindedir. Burada bahsedilen şekilde işlem adımları gerçekleştirilmiş ve çıktı ürünler (3B model, DSM, ortofoto) elde edilmiştir. Değerlendirme sonucu

Pix4mapper tarafından oluşturulan özet raporu Tablo 3'teki gibidir. Çalışmada ayrıca Pix4d Mapper yazılımı ile elde edilen modelin doğruluğunu görebilmek için daha önce çalışmanın arazi kısmında TUSAGA-Aktif (CORS-Tr) sisteminden faydalanarak UTM projeksiyonu 27. dilim orta meridyenine ait 3 derecelik ITRF 96 koordinat sisteminde okumaları yapılan denetleme noktalarının model ve arazi koordinatları arasındaki farkları incelenmiştir. Buna göre elde edilen x,y ve z yönündeki değerler ve arasındaki farklar Şekil 5'teki gibidir. Burada kullanılan denetleme noktaları incelendiğinde (DN), x yönündeki hatanın en çok 14 cm, y yönündeki hatanın en çok 14 cm ve z yönündeki hatanın en çok 9 cm olduğu gözlemlenmiştir.

**Tablo 3.** Pix4dmapper özet raporu.

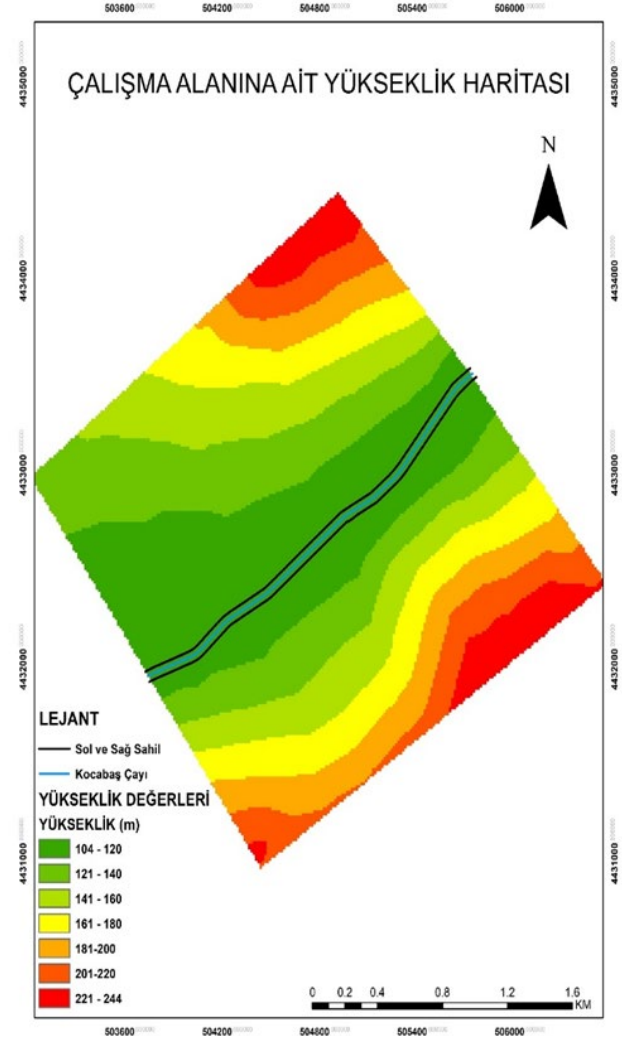
Proje adı	çan_sercan
İşlem tarih bilgisi	2022-09-21 11:22:49
Kamera modelinin adı	S.O.D.A._10.6_5472x3648 (RGB)
Yer örnekleme aralığı (YÖA)	8.04 cm / 3.16 in
Kapsama alanı	16.219 km <sup>2</sup> / 1621.8808 ha / 6.27 sq. mi. / 4009.8291 acres
Toplam işlem zamanı	01h:44m:52s

NOKTA ADI	ARAZİDE ELDE EDİLEN KOORDİNATLAR (ITRF 96) (m)			3B MODELDE ELDE EDİLEN KOORDİNATLAR (ITRF 96) (m)			FARKLAR (cm)		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
DN1	504067.66	4431996.69	114.37	504067.69	4431996.75	114.36	3	6	1
DN2	504171.75	4432392.83	113.88	504171.67	4432392.72	113.94	8	11	6
DN3	504963.25	4432694.99	111.65	504963.30	4432694.13	111.71	5	14	6
DN4	505411.05	4433224.97	111.89	505410.91	4433224.98	111.90	14	1	9
DN5	505789.89	4433552.10	110.54	505789.76	4433552.20	110.48	13	10	6

**Şekil 5.** Arazi ve model koordinatlarının karşılaştırılması.

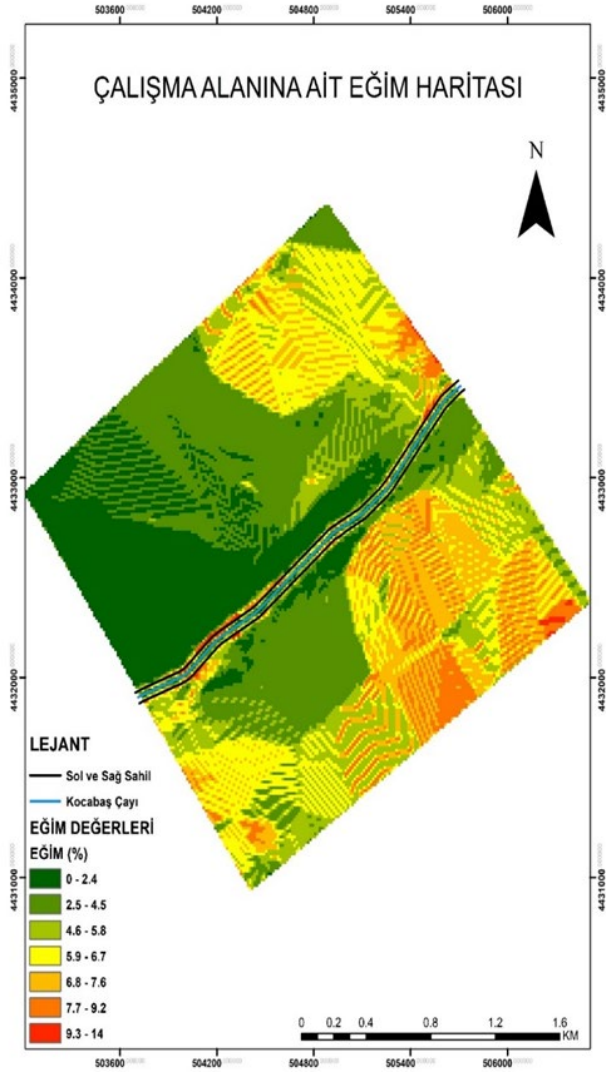
Pix4dmapper yazılımı ile üretilen çalışma alanına ait modelin karesel ortalama hata (RMSE) değerleri de yazılım tarafından hesaplanmıştır. Buna göre x,y ve z yönündeki karesel ortalama hatalar sırasıyla 4.9 cm, 1.6 cm ve 2.7 cm olarak hesaplanmıştır. Çalışmanın ilerleyen kısımlarında arazinin çıplak topografyasına yani sayısal yükseklik modeline ihtiyaç duyulacağından bu üretim tıpkı Pix4dmapper gibi İHA verilerini değerlendirme imkanı sağlayan Virtual Surveyor yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Virtual Surveyor yazılımının arazi düzenleme özelliği ile çalışmada yer alan insan yapımı objeler, ağaç vb. nesnelere yazılımın belli alanların seçimi yapılarak (enterpole) detaylı şekilde kaldırılmış ve çıplak yer yüzü topografyası elde edilmiştir. Daha sonra çıplak yeryüzüne ait nokta bulutu oluşturularak

ArcMap(10.5) yazılımında raster formatta 5 m çözünürlükte DEM ve DSM elde edilmiştir. Elde edilen DEM den eğim ve yükseklik gibi taşkın analizleri için kaynak olabilecek arazinin çıplak topografyasını yansıtan haritalarının üretimi yapılmıştır. Bunun için yine Arc Map(10.5) yazılımı kullanılmıştır (Şekil 6,7).

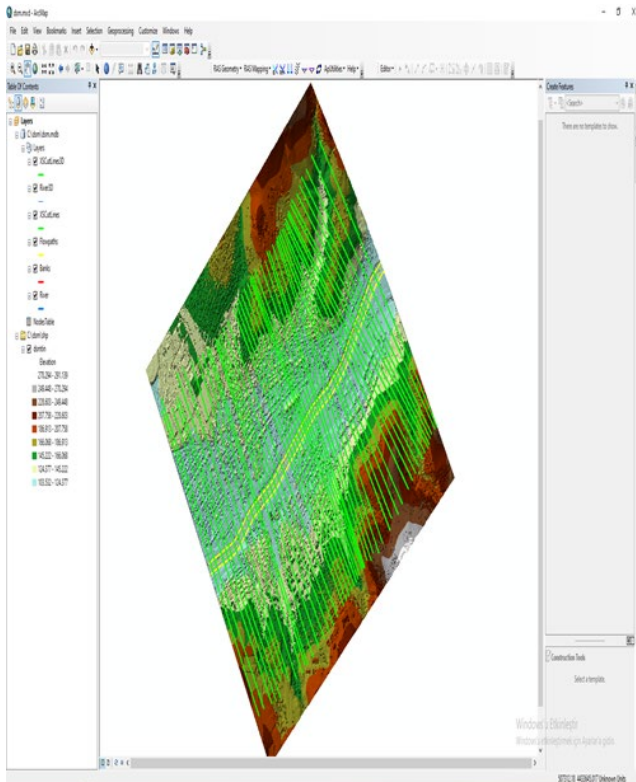


**Şekil 6.** Yükseklik haritası.

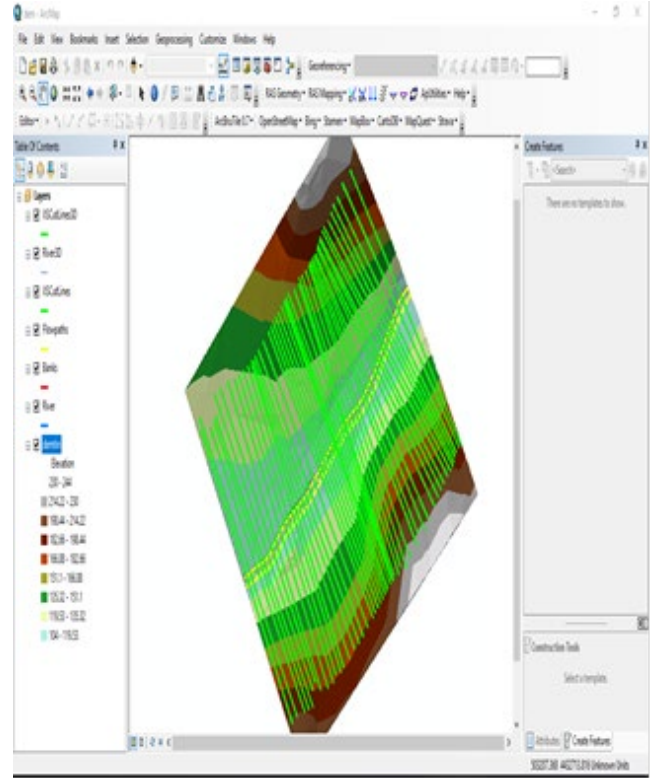
Çalışmanın asıl konusu olan taşkın analizinin yapılması için yine ilk etapta Arc Map yazılımından yararlanılmıştır. Yazılımda hem DEM hem de DSM kullanılarak taşkın simülasyonu için kullanılacak yazılım olan HEC-RAS için bir veri tabanı hazırlanmıştır. Arc Map Kocabaş Çayının geçtiği yaklaşık 2.5 km lik güzergahın (river) çizimi yapılmış, çayın sol ve sağ sahilleri (bank lines) çizilmiş ve son olarak çay güzergahına dik olacak şekilde yaklaşık 2 km genişliğinde ve yaklaşık 50 m aralıklı 51 adet en kesit (cut lines) çizimi işlemi yapılmıştır (Şekil 8,9). Çizilen En kesitler ile çizgilerin geçtiği yerlerin arazideki karşılıkları elde edilmiştir. Bu işlem adımları hem sayısal yüzey modeli (DSM) hem de sayısal yükseklik modeli (DEM) için yapılmış ve çalışmanın son kısmının yapılacağı yazılım olan HEC-RAS yazılımına geçilmiştir.



Şekil 7. Eğim haritası.



Şekil 8. DSM üzerinde yapılan en kesit çizimi.



Şekil 9. DEM üzerinde yapılan en kesit çizimi.

HEC-RAS, USACE (ABD Kara Kuvvetleri Mühendislik Birliği) tarafından geliştirilmiş, ücretsiz olarak kullanıcılara sunulan açık kanal ve taşkın analiz programıdır. HEC-RAS'ın Arc-GIS ile entegreli çalışma özelliği farklı meslekteki birçok disiplinin sağlamaktadır. Yazılım kullanıcılarla ilk defa 1995 yılında 1 boyutlu modelleme imkanı vererek buluşmuştur. Daha sonra program ile yapılan düzeltme ve geliştirmeler ile kullanıcılara 2 boyutlu analiz yapabilme imkanı sunulmuştur. 1D analizlerde çizilen enkesitler boyunca analiz yapılabilmekte yani enkesitlerin olmadığı eksik veya olmadığı yerlerde analiz program tarafından yapılamamaktadır. 2D analizlerde ise çeşitli boyutlarda ızgara ağ sistemi program ile tanımlanabilmekte ve analizler daha kolay bir şekilde yapılabilmektedir. HEC-RAS ile bir boyutlu olarak düzenli akım, düzensiz akım, sediment taşınımı ve suyun kalite modellemesini yapabilmektedir (Tektaş, 2021). HEC-RAS'ın yeni sürümlerindeki özellik sayesinde programda bulunan RAS Mapper sekmesinin kullanılması ile yapılan analizlerin 3 boyutlu olarak görünümü görebilmek mümkündür. Program ile taşkın yayılım alanı, su derinliği, akım hızı gibi sonuçlara ulaşmak mümkündür. Programda analiz yapabilmek için geometrik ve hidrolojik veri kaynaklarının hazır olması gerekmektedir.

HEC-RAS yazılımına, ArcMap yazılımında oluşturulan verilerin aktarımı yapılmıştır. Çalışmanın taşkın analizi kısmında analiz için kullanılacak Çan (Kocabaş) Çayı ile ilgili Süperpozisiz Mockus Metodu kullanılarak elde edilen 100 ve 500 yıllık debi değerleri



ve manning pürüzlülük katsayısı değerleri, DSİ 252. Şube Müdürlüğünden temin edilmiştir (Tablo 4, Tablo 5). Tablo 5'te yer alan  $Q_{100}$  ifadesi yapılan analizler neticesinde 100 yılda bir gelme ihtimali olan en yüksek debi değerlerini,  $Q_{500}$  ifadesi ise 500 yılda bir gelme ihtimali olan en yüksek debi değerlerini ifade etmektedir. Çalışma alanında Süperpozisiz Mockus yönteminin kullanılmasının sebebi bu yöntemde hidrografların çiziminin, debi hesabının kolay olması ve Kocabaş Çayına ait akım gözlem istasyonlarının bulunmamasıdır. Burada adı geçen manning pürüzlülük katsayısı, bir dere yatağında suyun akış hızını etkileyebilecek unsurları belirleyen katsayıdır. Manning pürüzlülük katsayısı çalışma alanları için oluşturulan taşkın haritalarının doğruluğunu etkilemektedir. Buna göre bu katsayı belirlenirken bilgi ve tecrübelerle hareket etmek, çalışmaları olumlu ve doğru şekilde etkileyecektir. 'n' pürüzlülük katsayısını belirlemek için birçok metot mevcut iken ülkemizde DSİ tarafından dere yataklarındaki pürüzlülük katsayısını belirlemek için en iyi yöntemin Cowan Metodu olduğu açıklanmıştır. Cowan Metodu 1956'da W.L. Cowan tarafından ortaya atılmış ve geliştirilmiştir (DSİ, 2016). Çan (Kocabaş) Çayının 'n' pürüzlülük katsayısı da DSİ taşkın ihtisas komisyonunca geliştirilen 'Modifiye Cowan Metodu'na göre hesaplanmıştır (Tablo 4). Cowan Metodunda yer alan  $n_b$  değeri Çan (Kocabaş) çayının tabanı beton malzeme ile kaplı olduğundan  $n_b = 0.017$  seçilmiştir. Çayın şev durumu beton duvar olduğundan  $n_1 = 0.003$  seçilmiştir. Çayın kesit değişimi aşamalı olduğundan dolayı  $n_2 = 0.000$  seçilmiştir. Çaydaki engeller ihmal edilebilir olduğundan  $n_3 = 0.000$  seçilmiştir. Çay üzerinde bitki örtüsü ihmal edilebilir düzeyde olduğundan  $n_4 = 0.000$  seçilmiştir. Çayın kıvrımı, çay uzunluğu/kuş uçuşu uzunluk =  $2577/2542 = 1.01$  m olduğundan  $n_5 = 1.000$  seçilmiştir. Çalışmada Çan (Kocabaş) çayının özellikleri dikkate alınarak belirlenen ve Cowan metoduna göre hesaplanan manning pürüzlülük değeri sol-sağ sahiller ve çay yatağı için  $n = 0.020$  olarak hesaplanmıştır. Taşkın analizinin yapılabilmesi için Çanakkale DSİ 252. Şube Müdürlüğü tarafından hesaplanan ve temin edilen Çan (Kocabaş) Çayına ait 100 ve 500 yıllık taşkın tekerrür debileri ve Manning pürüzlülük katsayıları, sırası ile hem DSM hem de DEM için girilmiş, Kocabaş Çayının özellikleri dikkate alınarak suyun akımı olarak kararlı akım ve kritik derinlik, akış rejimi için ise karışık rejim yazılımında seçilmiştir.

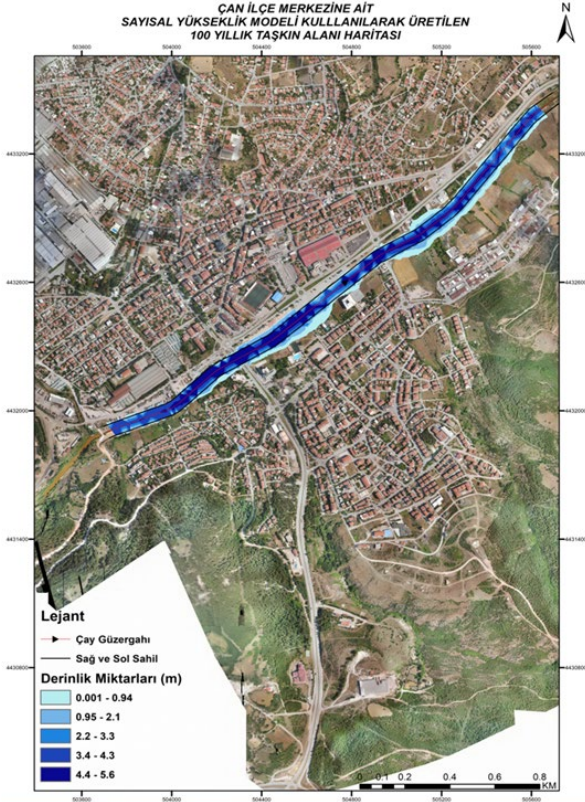
HEC-RAS yazılımı ile hem düzenlenmiş olan çıplak yeryüzü topografyasına (DEM) göre hem de mevcut yeryüzü topografyasına (DSM) ait olan taşkın analizleri gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları Arc Map yazılımına aktarılarak Çan (Kocabaş) Çayına ait taşkın yayılım ve derinlik haritaları üretilmiştir (Şekil 10, 11, 12, 13). Sayısal yükseklik modeli ve sayısal

yüzey modeli kullanılarak üretilen 100 yıllık taşkın haritaları incelendiğinde (Şekil 10, 11), yükseklik modeline ait derinlik miktarının 5.6m'ye kadar yüzey modeline ait derinlik miktarının ise 6.5 m'ye kadar ulaştığı görülmektedir. Haritalar incelendiğinde sayısal yükseklik modeline (DEM) ait yayılımın düzenli olduğu görülmektedir. Sayısal yüzey modeli (DSM) incelendiğinde ise yayılım alanının düzensiz olduğu ve haritada gösterilen mevkilere kadar yayılımının genişlediği görülmektedir. Sayısal yükseklik modeli ve sayısal yüzey modeli kullanılarak üretilen 500 yıllık taşkın haritaları incelendiğinde (Şekil 12, 13), yükseklik modeline ait derinlik miktarının 6.2m'ye kadar yüzey modeline ait derinlik miktarının ise 7.3 m'ye kadar çıktığı görülmektedir. DEM'e ait taşkın yayılımının yine düzenli olduğu görülürken DSM'e ait yayılımın düzensiz olduğu ve çeşitli bölgelere ulaştığı görülmektedir. Buradaki haritalardan DSM modeli ile üretilen haritalarda DEM'e oranla daha çok taşkın yayılım alanlarına rastlanılmıştır. Bunun sebebinin Çan ilçesinde bulunan Kocabaş çayının geçtiği güzergahta bitki vb. objelerin suyun akışını değiştirdiği ve suyun çay güzergahından taşarak çevresine yayılmasının daha kolay olabileceği şeklinde yorumlanabilmesi yapılabilmektedir.

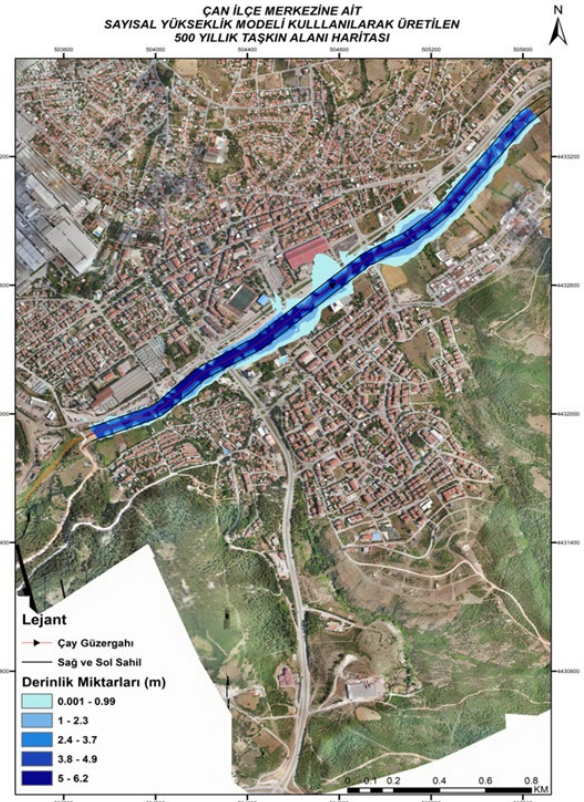
**Tablo 4.** DSİ 252. Şube Müdürlüğü tarafından çalışma alanı için belirlenen pürüzlülük değerleri.

PÜRÜZLÜLÜK KATSAYISI TABLOSU				
$n = m * (n_b + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)$				
Modifiye Cowan Metodu (DSİ formatı)				
Yataktaki Malzeme Cinsi	Beton			0,012-0,018
	Kaya			--
	Sert Toprak			0,025-0,032
	İri Kum	Medyan Dane Çapı (mm)	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			0,000
	Beton duvar			0,003
	Önemsiz Taş duvar			0,005
	İstifli taş tahkimat			0,008
	Orta Ağaçsız kaya / toprak yamaç			0,010
	İstifli taş tahkimat			0,015
Şiddetli Ağaçlı yamaç			0,020	
Kanal Kesit Değişimi	Aşamalı			0,000
	Ara Sır Değişen			0,005
	Sık Değişen			0,010-0,015
Kanaldeki Engeller (Birikinti, Tümelek, Düşü, Kaya, Köprü, Ayağı)	İhmal Edilebilir		<%5	0,000
	Önemsiz	Engel / Kesit alanı * 100	%5-15	0,010-0,015
	Kayda Değer		%15-50	0,020-0,030
	Şiddetli		>%50	0,040-0,060
Kanal Bitki Örtüsü	Düşük			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	1,000
	Kayda Değer		1,2-1,5	1,150
	Şiddetli		>1,5	1,300
$n_b = 0,017$				
$n_1 = 0,003$				
$n_2 = 0,000$				
$n_3 = 0,000$				
$n_4 = 0,000$				
$n_5 = 1,000$				
$n = 1 * (0,017 + 0,003 + 0 + 0 + 0) = 0,020$				





Şekil 10. DEM kullanılarak elde edilen 100 yıllık taşkın alanı haritasının ortofoto üzerinde gösterimi.



Şekil 12. DEM kullanılarak elde edilen 500 yıllık taşkın alanı haritasının ortofoto üzerinde gösterimi.



Şekil 11. DSM kullanılarak elde edilen 100 yıllık taşkın alanı haritasının ortofoto üzerinde gösterimi.



Şekil 13. DSM kullanılarak elde edilen 500 yıllık taşkın alanı haritasının ortofoto üzerinde gösterimi.

Tablo 5. DSİ 252. Şube Müdürlüğü tarafından çalışma alanı için belirlenen debi değerleri.

Tekerrür	Debi(m <sup>3</sup> /sn)
Q <sub>100</sub>	711.60
Q <sub>500</sub>	957.90



#### 4. Bulgular

Bu çalışmada Çan ilçe merkezinde gerçekleştirilen uçuşlarla üretilen Sayısal Yükseklik Modeli ve Sayısal Yüzey Modeli arasındaki farklılıklar taşkın analizi sonucunda gözlemlenmiştir. Bu çalışma ile iki model arasındaki farktan, taşkın analizlerinin gerçek coğrafyayı yansıtacak şekilde (ağaç, bina vb.nin olduğu) yapılmasının analiz açısından daha doğru olacağını göstermiştir. Ayrıca bu çalışma ile İHA aracılığıyla yüksek çözünürlüklü 3B modeller üretilebileceği ve bu çıktı ürünlerin yapılacak olan çalışmalarda altlık olarak kullanılabilmesi ifade edilebilmektedir.

İnsansız Hava Araçlarının harita üretiminde kullanımının artması ile birlikte RTK (Real Time Kinematic) ve PPK (Post Process Kinematic) konumlama tekniklerinin kullanılmasını da arttırmıştır. PPK özelliğine sahip olan İHA'ların çalışabilmesi için gerçek zamanlı veri iletimine gereksinim yoktur. Bu yüzden PPK yöntemi RTK yöntemine göre daha güvenilir ve daha hassas sonuçlara sahiptir.(URL-3) Çalışmanın arazi kısmında kullanılan eEbee X model İHA'nın PPK özelliğine sahip olması çalışmanın güvenilirliğini ve hassasiyetini arttırmıştır.

#### 5. Sonuçlar

Ülkemizde ve Dünyada depremlerin ardından can ve mal kayıplarına sebep olan ikinci afet taşkınlardır. Taşkınlara maruz kalan insan sayısı ilk iki sırada bulunan deprem ve heyelanlardan sonra üçüncü sırada bulunmaktadır. Taşkınlardan bunun dışında meteorolojik kökenli afetler içinde ise birinci sırada bulunmaktadır. Durumun bu denli tehlikeli olmasına rağmen taşkınlardan doğal ve beşeri unsurları etkilemesi bakımından halen taşkın riski bulunan çoğu yerde taşkınlardan önüne geçmek için yeteri kadar araştırma, çalışma ve ıslah projeleri yapılmamaktadır. Dünya geneline bakıldığında, yeterince iyi yol kat eden gelişmiş ülkeler erken uyarı sistemleri ve iyi planlama sayesinde taşkınlardan hem tahmin edilmesi hem de önüne geçilmesi konusunda güzel yollar kat etmiştir. Ancak ülkemizde şu an aktif uyarı sistemlerinin yanında önleme çalışmaları bile henüz istenilen düzeyde değildir. Bu nedenle ülkemizde taşkın meydana gelme potansiyeli bulunan alanlar hala yüksek risk taşımaktadır. Bu sahalarda olası taşkınlardan meydana gelmesi durumunda oldukça büyük maddi ve manevi zararların oluşması ise kaçınılmaz olacaktır.

Sayısal yükseklik ve sayısal yüzey modellerin düşey ve yatay doğrultudaki doğruluğu ve çözünürlüğü, elde edilecek taşkın modellerinin doğruluğunda önemli role sahiptir. Sayısal yükseklik

ve yüzey modelleri bulunduğumuz dönemde değişik harita üretim yöntem (metot) ve teknolojileri kullanılarak farklı doğruluk ve çözünürlükte elde edilmektedir. Bu çalışma ile yüksek çözünürlüklü İHA verileri kullanılarak, GIS ortamında olası taşkın durumunda hangi alanların etkileneceği hakkında öngörülerde bulunulmuş, bu konuyla ilgili, arazi topografyasını yansıtan haritalar ve taşkın yayılım (derinlik) haritaları elde edilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda Çan ilçe merkezinden geçen Çan (Kocabaş) Çayının zamanla 5m lik taşkın koruma duvarlarından taşarak ilçe merkezinin bir kısmını sular altında bırakacağı tespit edilmiştir. Buna göre Çan ilçesinde bulunan kamyon garajı olarak bilinen bölgenin bir kısmının, Çan Hacı İbrahim Bodur Stadı'nın bir kısmının ve yine Çan sanayi bölgesinin olduğu çevrenin bir kısmının sular altında kalabileceği analiz sonucunda gözlemlenmiştir. Çalışmanın yapıldığı Çan ilçesinde son olarak çalışmanın yapıldığı tarihten önce gerçekleşen (03.02.2022 tarihinde) yoğun yağış sonucunda çay taşma tehlikesi yaşamıştır. Çalışmanın yapıldığı tarihte ise çaydan geçen su seviyesinin düşük olmasına rağmen bu denli sonuçlar ortaya çıkarması birtakım düzenlemelerin yapılması gerektiği fikrini ortaya çıkarmıştır. Buna göre Kocabaş Çayının solunda ve sağında bulunan taşkın koruma alanlarının yenilenmesi gerektiği ve çayın geçtiği yerde bulunan bitki örtüsü vb. faktörlerin çay içinden temizlenmesi gerektiği yani ıslah çalışmalarının düzenli olarak yapılması gerektiği anlaşılmıştır. Son olarak bu çalışma ile ülkemizin herhangi bir yerinde su kaynaklarına yakın yerlerde yani taşkın riski taşıyan yerlerde yapılması planlanan imar vb. projelerin, bu tür çalışmalar göz önünde bulundurularak yapılmasının, olası felaketlerin önüne geçebileceğine katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

#### Teşekkür

Bu çalışmada kullanılan Hidrolojik verilerin teminini sağlan Çanakkale DSİ 252. Şube Müdürlüğüne, çalışmanın arazi kısmında yardımlarını esirgemeyen Harita Teknikeri Mehmet ADIGÜZEL ve Harita Mühendisi Mahmut İsmail UYSAL'a teşekkür ederiz.

#### Yazarların Katkısı

Yazarların katkıları eşit orandadır.

#### Çıkar Çatışması Beyanı

Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

#### Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

## Kaynaklar

- Beden, N. (2019). Cevizdere havzasının sayısal modelleme sistemlerine dayalı taşkın analizi ve taşkın zararlarının değerlendirilmesi. Doktora tezi, *Öndokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Samsun, Türkiye.
- Binici, F., & Aksoy, T. (2022). Şehirleşmenin Taşkın Üzerindeki Etkisi. *GSI Journals Serie C: Advancements in Information Sciences and Technologies*, 5(1), 64-76.
- Cebe, K., & Bilhan, Ö. (2021). HEC-RAS Hidrodinamik Model Kullanılarak Kararlı Akım Analizi: Nevşehir, Türkiye Örneği. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, Özel sayı 32, 135-141. <https://doi.org/10.31590/ejosat.1039311>
- Çanta, E., & Kılıçer, S. & Akıcı, H. (2022). FLO-2D ve HEC-RAS Yazılımları ile Ardanuç (Artvin) İlçesindeki Pona Deresi ve Örtülü Deresi'nin Taşkın Yayılım Haritalarının Karşılaştırılması Üretilmesi. *Türkiye Uzaktan Algılama ve CBS Dergisi*, 1(1), 50-64.
- Demir, V., & Keskin, A. (2022). Taşkınların Ekonomik Zararlarının Değerlendirilmesi (Samsun-Mert Irmağı Havzası). *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 664-667.
- Demir, V., & Keskin, A. Ü. (2022). Yeterince akım ölçümü olmayan nehirlerde taşkın debisinin hesaplanması ve taşkın modellemesi (Samsun, Mert Irmağı örneği). *Geomatik*, 7(2), 149-162.
- Dolo, A. (2018). Arhavi ilçesi için DRONE verisine dayalı sel ve taşkın modellemesi. Yüksek lisans tezi, *İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul, 46s.
- Efe, H., & Önen, F. (2015). Batman çayı'nın taşkın analizinin HEC-RAS programıyla yapılması. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 6(2), 83-92.
- Ertürk, E., Kaya, N., & Mercan, S. (2021). Taşkın Risk Haritasının Oluşturulması: Trabzon İli Vakfıkebir İlçesi Kirazlı Deresi Örneği. *Afet ve Risk Dergisi*, 4(1), 84-98.
- Eryılmaz Türkkan, G. (2021). Pürüzlülük Katsayısının Açık Kanal Akımına Etkisinin İncelenmesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 1(1), 1-8. <https://doi.org/10.29130/dubited.800691>
- Sargın, A. (2013). Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Taşkın Riski Ön Değerlendirmesi. *DSİ Yayınları*, 1-67.
- Tektaş, Y. ve Polat, N. (2021). HEC-RAS ile Taşkın Modelleme ve Sentinel-2 Uzaktan Algılama Görüntüsünden Taşkın Hasar Analizi: Diyarbakır İli Çakmak Deresi Çınar Bölgesi Örneği. *Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi*, 3(1), 28-35.
- Ulvi, A., & Yiğit, A. (2019). Kültürel Mirasın Dijital Dokümantasyonu: Taşkent Sultan Çeşmesinin Fotogrametrik Teknikler Kullanarak 3B Modelinin Yapılması. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 1(1), 1-6.
- Yılmaz, S. E. (2022). Coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla Şuhut yerleşim birimlerinin taşkın modellemesi. Yüksek Lisans Tezi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Afyon Karahisar, Türkiye

## URL-1.

<https://www.iklimhaber.org/tarim-ve-orman-bakanligi-taskinlar-nedeniyle-son-10-yilda-127-kisi-yasamini-yitirdi/>  
(Erişim Tarihi 15.11.2022)

## URL-2.

[https://tr.wikipedia.org/wiki/%C3%87an,\\_%C3%87anakale](https://tr.wikipedia.org/wiki/%C3%87an,_%C3%87anakale)  
(Erişim Tarihi 15.11.2022)

## URL-3.

<https://www.pinteknik.com.tr/wp-content/uploads/2019/05/PPK-mi-RTK-mi-Hangisi-daha-faydali.pdf>  
(Erişim Tarihi 15.11.2022)



© Author(s) 2023.

This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>