

[1260]

# TAŞKIN RİSK ALANLARININ COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ İLE İNCELENMESİ

Cengiz KARACA<sup>1\*</sup>, Anıl Can BİRDAL<sup>2</sup>, Tarık TÜRK<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Geomatik Mühendisi, Devlet Su İşleri 19. Bölge Müdürlüğü, Sivas, [cngizkaraca@gmail.com](mailto:cngizkaraca@gmail.com)

<sup>2</sup>Arş. Gör., Cumhuriyet Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, 58140, Sivas, [anilcanbirdal@gmail.com](mailto:anilcanbirdal@gmail.com)

<sup>3</sup>Doç. Dr., Cumhuriyet Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, 58140, Sivas, [tarikturk@gmail.com](mailto:tarikturk@gmail.com)

## ÖZET

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de taşkınlar insanların sosyal ve ekonomik hayatlarını olumsuz yönde etkileyen doğal afetlerdendir. Taşkın, yaşandığı bölgenin iklim koşullarına jeoteknik ve topoğrafik niteliklerine bağlı olarak gelişen bir doğa olayıdır. Günümüzde taşkın araştırmaları için birçok yöntem kullanılmaktadır. Özellikle uydu teknolojilerindeki ilerlemeler ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) alanındaki yenilikler taşkın gibi doğal afetlerin araştırılmasında çok önemli avantajlar sağlamaktadır. Bu çalışmada da taşkın araştırmasına yönelik olan hidrolojik modelleme yöntemi uygulanmıştır. Bu modelleme işlemlerinde Hec-GeoRAS (ArcGIS 10.2) ve Hec-RAS 5.0 (Hydrologic Engineering Centers River Analysis System), hidrolik yazılımları kullanılmıştır. Bu yöntemde modelin temeli geometrik verilerdir. Bu veriler; akarsular, akarsu kıyıları, akış yolları, en kesitler ve arazi kullanımıdır. Çalışma alanına ait geometrik veriler, HEC-GeoRAS'ta üretilmiş ve diğer veriler de bu kısımda tamamlanmıştır. Veriler daha sonra HEC-RAS yazılımına aktarılmıştır. Geometrik verilerin girişi tamamlandıktan sonra, modellemenin yapılacağı alandaki akarsuya ait akım verileri girilmiştir. Bu verilere göre hidrolik modelleme yapılarak taşkın risk haritaları oluşturulmuştur. Daha sonra çalışma alanımızdaki olası taşkın ihtimallerinin oluşturabileceği etkiler incelenmiştir. Çalışma alanı Kelkit Çayı'nın, Sivas'ın Suşehri ve Koyulhisar ilçeleri sınırları içerisinde yer alan bölümünü kapsamaktadır.

**Anahtar kelimeler:** CBS, Hec-GeoRAS, Hec-RAS, Taşkın, Uzaktan Algılama

## ABSTRACT

### INVESTIGATION OF FLOOD RISK AREAS BY GIS

Flooding in Turkey is a common natural disaster. Floods are affecting the social and economic life of the people in a negative way. Flood Depending on the climatic condition of the region with the geotechnical and topographical characteristics is developing a natural event. Today, many methods are used for flood investigations. Especially improvements in the space technologies and in geographic information system (GIS) provide many advantages in natural disaster investigations. In this study hydrological modeling method was used for flood research. Process of this study were performed using the Hec-GeoRAS (ArcGIS 10.2) and Hec-RAS 5.0 (Hydrologic Engineering Centers River Analysis System) hydrolic software. In this method, geometric data composes the basis of the model. These data are rivers, river coasts, stream ways, cross sections and land use. The geometric data of the study area are produced with HEC-GeoRAS and all other data were gathered here before they were transferred to the HEC-RAS. After the input of the geometric data stream, data of river where the modeling will be done were input. hydraulic modeling using the flood risk maps according to flow datas was created. Then may cause effects of possible flooding in study area possibilities were examined. Study area part of the Kelkit River which part of between Sivas Susehri and Koyulhisar.

**Keywords:** GIS , Flood, Hec-GeoRAS , Hec-RAS, Remote Sensing

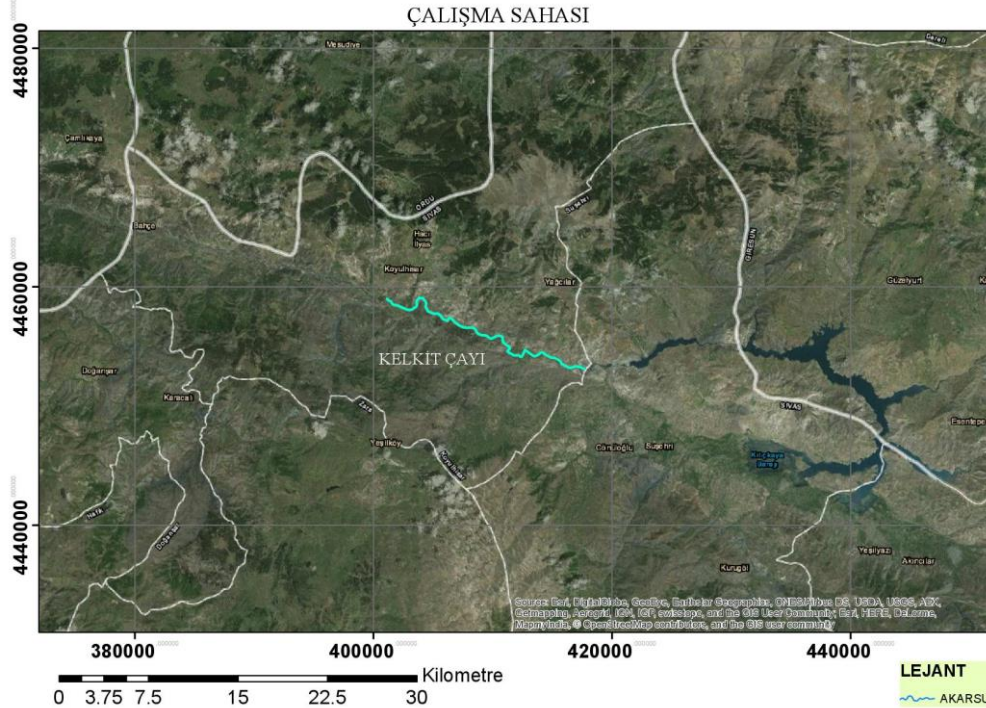
## 1.GİRİŞ

Dünyada Olduğu gibi Türkiye'de de taşkınlar insanların sosyal ve ekonomik hayatlarını olumsuz yönde etkileyen doğal afetlerdendir. Taşkın, yaşandığı bölgenin iklim koşullarına, jeoteknik ve topoğrafik niteliklerine bağlı olarak gelişen bir doğa olayıdır. Günümüzde küresel ısınma ve buzullardaki erimeler her kıtayı etkileyen iklim değişikliklerine sebep olmuştur. Ülkemiz de bu iklim değişikliklerinden etkilenmiş ve son 40 yılda 820 adet taşkın olayı meydana gelmiş, bu taşkınlar sonucunda 660 can kaybı olmuş, 799.758 hektar tarım arazisi taşkına maruz kalmış, taşkınlar ülke ekonomisine yılda yaklaşık 150 milyon TL zarar vermiştir. Bununla beraber son yıllarda ani seller ve bunun bir sonucu olarak da şehir sellerinde önemli artışlar görülmektedir.

Bu çalışmada, ArcGIS, HEC-GeoRAS ve HEC-RAS yazılımlarının kullanılarak üretilen taşkın haritaları Kelkit Çayı'nın Çamlıca Barajı'ndan sonra Koyulhisar ilçesine kadar olan 22km lik kısımda üretilmiştir. Suşehri ilçesinin Ağilyazı Mahallesi mevkiinde bulunan Yemişli Köprüsü Akım Gözlem İstasyonu (AGİ) Maksimum Anlık Feyezan Akımlarının (MAFA) Gumbel, Normal, LogNormal, Pearson, Logpearson istatistiksel yöntemleri kullanılarak 500 tekerrürlü taşkın debisi hesaplanarak taşkın risk analizleri gerçekleştirilmiştir.

## 2.ÇALIŞMA ALANI

Kelkit Çayı Sivas'ın 225 km kuzeydoğusunda kalan Gümüşhane ilinin Çimen Dağları'ndan doğup Yeşilirmak'a katılarak, Karadeniz'e dökülmektedir. Üzerinde Kılıçkaya barajı ve Çamlıca Barajı'nı barındırmaktadır. Kelkit Çayı Yeşilirmak'ın en uzun koludur. Toplam uzunluğu 320 km'dir. Bunun 50 km'lik kısmı Sivas ili içerisinde geçmektedir. Sivas iline Gölova ilçesinden girerek Suşehri ve Koyulhisar ilçelerindeki dik yamaçlar arasından akarak Tokat il sınırları içerisinde bulunan Niksar ovasına çıkar. Buradan sonra Erbaa ovasını da sulayarak geçer, Erbaa-Taşova sınırındaki Boğazkesen deniz mevkiinde Yeşilirmak ile buluşarak Samsun il sınırlarına giren çay Çarşamba'dan Karadeniz'e dökülmektedir. Kelkit Çayı'nın önemli yan kolları ise Çobanlı Çayı ve Avutmuş Çayıdır. Akış rejimi düzensizdir. Yatağında en fazla su, kar sularının en yoğun eridiği dönem olan ilkbahar aylarında görülür. Debinin en düşük olduğu aylar Temmuz, Ağustos, Eylül gibi yaz sonu aylarında görülür.



Şekil 1. Kelkit Çayı'nın çalışmaya konu olan bölümü

## 3.YÖNTEM

Bu çalışmada, Kelkit Çayı'na ait nehir en kesit, boy kesit verileri ve kıyı çizgileri, 1:5000 ölçekli SYM (Sayısal Yükseklik Modeli) ve 1:25000 ölçekli topoğrafik veriler kullanılmıştır. Veriler ESRI ArcGIS yazılımında çalışan HECGeoRAS toolbar yardımı ile HECRAS programına aktarılmış ve veriler sisteme girildikten sonra analiz sonuçları incelenmiştir. HECRAS ortamında elde edilen veriler daha önceden oluşturulmuş SYM (DEM) verilerinin TIN dosyasına dönüşümü ile HEC-GeoRAS yardımıyla karşılaştırılıp taşkın haritaları üretilmiştir. İzlenen adımlar Şekil 2'de detaylı olarak sırasıyla verilmiştir.

Taşkın haritalarının oluşturulmasında gerçeğe en yakın sonuçları elde edebilmek için dikkat edilecek konular aşağıda maddeler halinde sunulmuştur.

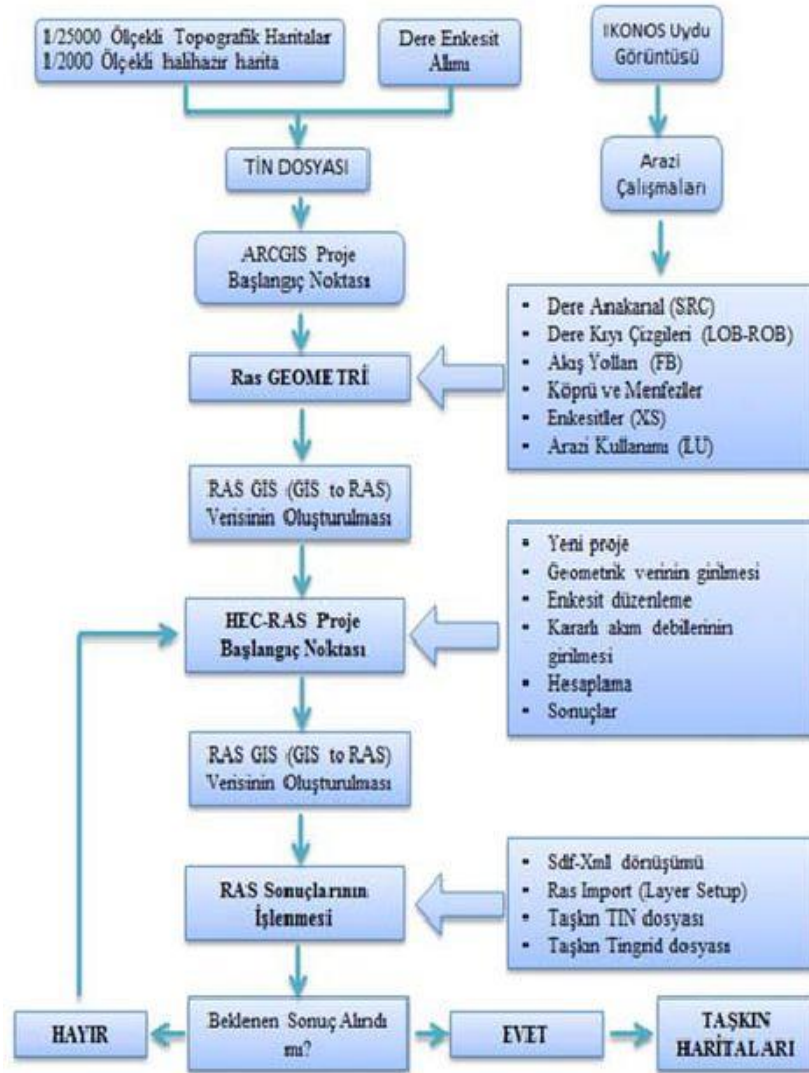
Kullanılacak SYM verileri olabildiğince büyük ölçekli olmalıdır. Büyük ölçekli olduğunda geniş bölgeleri çalışmak için bilgisayarlar yeterli olmayabilir bu yüzden bölge çalışmak tavsiye edilmiştir.

Hidrolik veriler var ise verileri hatasız değerlendirmeli eğer hidrolik veriler yok ise hidrolojik verilerin değerlendirilmesinde her türlü koşul göz önünde bulundurulmalıdır.

Nehrin yan kolları var ise yan kollarını da hesaba katmakta yarar vardır.

Nehirlerin yatakları yıllar ve hatta aylar içerisinde dahi kayda değer değişimler gösterdiğinden kullanılacak özellikle geometrik verilerin yakın zamanlarda üretilmiş olmalıdır.

Programın çalışma şekli göz önüne alındığında en kesitler ne kadar sık alınırsa o denli iyi sonuçlarla karşılaşılacaktır.

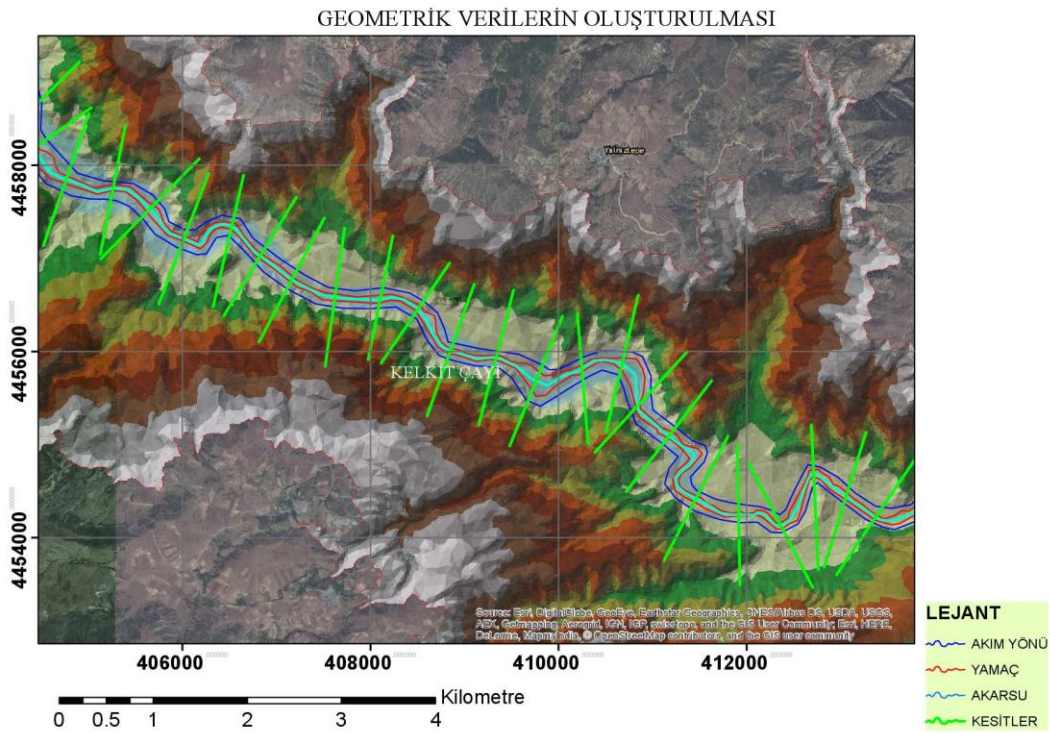


Şekil 2. Çalışmada uygulanan yöntem

### 3.1. Geometrik Verilerin Oluşturulması

Taşkın yayılım haritalarının oluşturulabilmesi için nehrin geometrik verileri temin edilmiştir. Nehrin kıyı çizgilerinin belirtildiği en kesitler, manning katsayısının tanımlanmasına ait nehir yatağının ve taşkına maruz kalacak alanların jeolojik, topoğrafik ve morfolojik yapısı gerekmektedir. Çalışmada kullanılan geometrik veriler nehir, nehir kıyısı, akış yolları, en kesitlerdir.

Geometrik verilerin oluşturulmasında ana veri tabanı olarak TIN modelinin oluşturulması gerçekleştirilmiştir. TIN modelimiz 1:5000 ölçekli haritaların hassasiyetindedir. TIN üretiminden sonra modellemesi yapılacak alan içindeki geometrik verilerin sayısallaştırılması ve veri giriş işlemleri yapılmıştır. Bu verilerin sayısallaştırılmasında TIN veri modeli, 1:1000 ölçeğinde orto-görüntüleri ve 1:25000 ölçekli Harita Genel Komutanlığı tarafından üretilmiş raster paftalar kullanılmıştır.



Şekil 3. Kelkit Çayı'nın geometrik verilerinin ArcGIS ortamında Hec-GeoRAS ile oluşturulması

Geometrik verilerin sayısallaştırılmasında ve veri girilmesinde dikkat edilen bazı hususlar aşağıda sıralanmıştır.

Nehir ana kolu, nehrin kıyıları ve akış yolu membadan mansaba olacak şekilde sayısallaştırılmıştır.

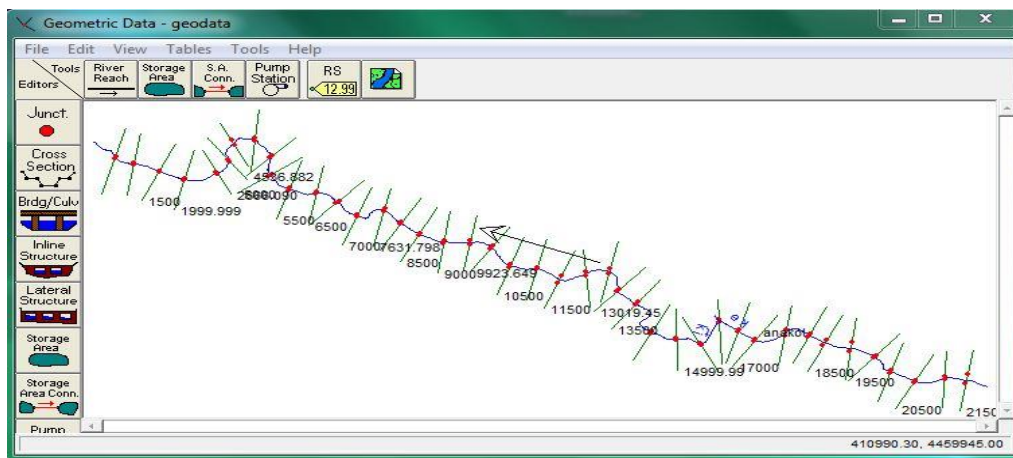
Yatak en kesit çizgileri nehrin içinde alınmış en kesitlerin olduğu kısımdan nehri dik kesecek şekilde sayısallaştırılmıştır.

Nehrin, kıyı çizgilerinin, akış yollarının ve köprülerin tanımlamaları yapılmıştır.

En kesit çizgileri akarsuyu ve akış yollarını bir kez kesmiştir ve iki çizgi birbiriyle kesiştirilmemiştir. Ayrıca en kesitler nehri dik kesecek bir şekilde alınmıştır.

Kesit aralıkları geometrinin homojen olduğu yerlerde seyrek, değişim gösterdiği yerlerde ise sık olmasına dikkat edilmiştir.

Üretilen bu veriler üzerine hidrolojik verilerin eklenebilmesi için, Hec-GeoRAS programına aktarılmıştır.



Şekil 4. Oluşturulan geometrik verilerin Hec-RAS ortamına aktarılması

### 3.2. Hidroloji Verilerin Kullanımı

Hidrolojik veriler Devlet Su İşleri 19. Bölge Müdürlüğü'nden elde edilmiştir. Bu veriler aşağıda belirtilen eşitlik yardımıyla hesaplanmaktadır.

Manning Pürüzlülük Katsayısı: Bu katsayı dere yatağında bulunan rusubattan veya doğal zeminden dolayı suyun akış hızını etkileyebilecek bileşenleri ifade eden katsayıdır. Bu katsayıyı etkileyebilecek en önemli faktörler ırmağın yatağı ve yamaçların büyüklüğü ve ırmağın şeklidir.

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

**V : Hız, m/s**  
**n : Manning pürüzlülük katsayısı, (m-1/3s)**  
**R: Hidrolik yarıçap, m**  
**S : Eğim, m/m dir.**

**(Formül 5.1)**

Bizim çalışma bölgemizde Kelkit Çayı'nın talveg kısmı için  $0.07 (m)^{-1/3} \cdot S$  olarak, banket kısımları için  $0.075 (m)^{-1/3} \cdot S$  olarak hesaplanmıştır.

River Station	Frctn (n/K)	n #1	n #2	n #3
1 21500	n	0.075	0.07	0.075
2 21087.16	n	0.075	0.07	0.075
3 20500	n	0.075	0.07	0.075
4 20000	n	0.075	0.07	0.075
5 19500	n	0.075	0.07	0.075
6 19000	n	0.075	0.07	0.075
7 18500	n	0.075	0.07	0.075
8 18163.28	n	0.075	0.07	0.075
9 17624.96	n	0.075	0.07	0.075
10 17000	n	0.075	0.07	0.075
11 16616.04	n	0.075	0.07	0.075

**Şekil 5.** Manning pürüzlülük katsayılarının girilmesi işlemi

**Akım Verileri :** Bu veriler 2,5,10,25,50,100,200,500 yıllık taşkın tekrür verilerini ifade etmektedir.

E14A027 KELKİT ÇAYI YEMİŞLİ KÖPRÜSÜ  
YILDA ANLIK MAKSİMUM AKIMLARIN EKSTREM DAĞILIM HESABI

Dağılım Tipi	2	5	10	25	50	100	200	500	Kabul Edilen
Normal Dağılım	249.62	372.34	436.50	504.96	549.10	588.85	625.10	668.84	
Log-Normal (2 Parametrel)	215.54	340.07	431.63	556.66	655.88	760.28	869.91	1023.46	
Log-Normal (3 Parametrel)	228.09	358.53	441.53	543.51	617.58	690.49	762.57	857.28	
Pearson Tip-3 (Gama Tip-3)	224.96	359.55	445.06	548.59	622.27	693.28	762.35	831.42	
Log-Pearson Tip-3	217.35	352.43	447.18	570.53	664.14	758.17	853.40	960.58	*****
Gumbel	227.24	374.47	471.96	595.13	686.51	777.21	867.58	986.80	

**Şekil 6.** Taşkın tekrür verilerinin istatistikî sonuçları

Devlet Su İşleri 19. Bölge Müdürlüğü tarafından Yemişli Köprüsü Akım Gözlem İstasyonu (AGİ) Maksimum Anlık Feyezan Akımlarının (MAFA) Gumbel, Normal, LogNormal, Pearson, Logpearson istatistiksel yöntemleri kullanılarak hesaplanmıştır. Bu yöntemler içerisinde Log-Pearson tip-3 yöntemi ile elde edilen verilerin kullanılması önerilmiştir.

Flow Change Location			Profile Names and Flow Rates							
River	Reach	RS	Q2	Q5	Q10	Q25	Q50	Q100	Q200	Q500
1 kelkit	anakol	21500	217.35	352.43	447.18	570.53	664.14	758.17	853.4	960.58

Şekil 7. Taşkın tekrür verilerinin Hec-RAS ortamına girilmesi işlemi

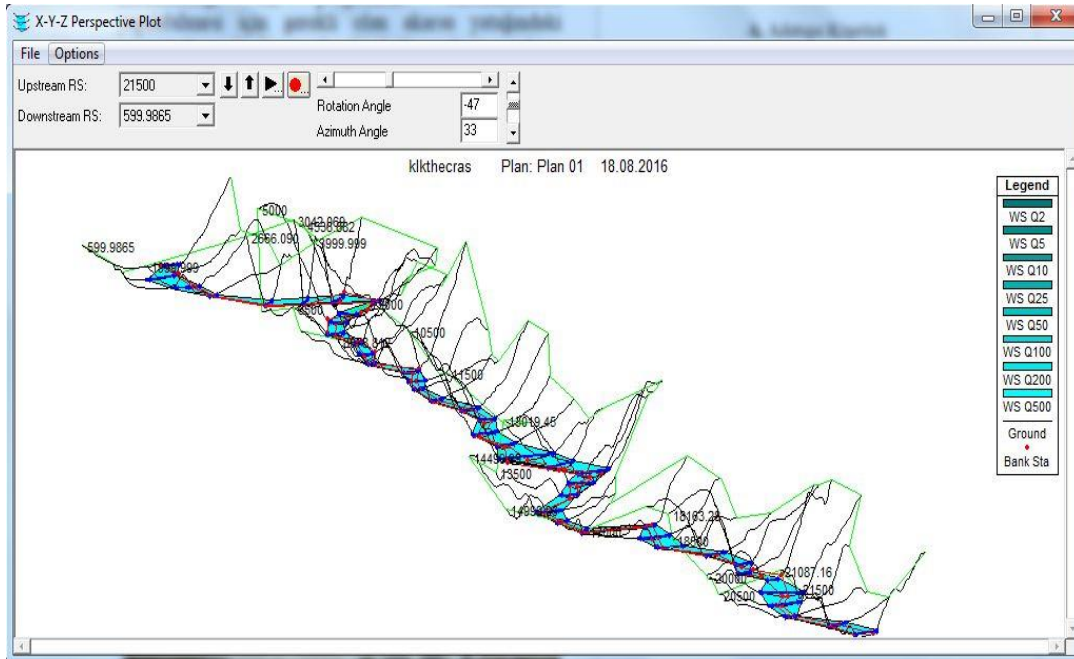
#### 4.HİDROLOJİK MODELLEME ve TAŞKIN HARİTALARIN ELDE EDİLMESİ

HEC-RAS; bir boyutlu, düzenli ve düzensiz akımların modellendiği bir programdır. Modellemenin yapılabilmesi için gerekli olan akarsu yatağındaki geometrik verilerin ve akımla ilgili verilerin girilmiş olması gerekmektedir. Çalışma sahasına ait geometrik veriler, HEC-GeoRAS ile üretilmiş olup ilave verilerde bu kısımda tamamlanmıştır. Yapılan çalışmaları kısaca şöyle özetleyebiliriz;

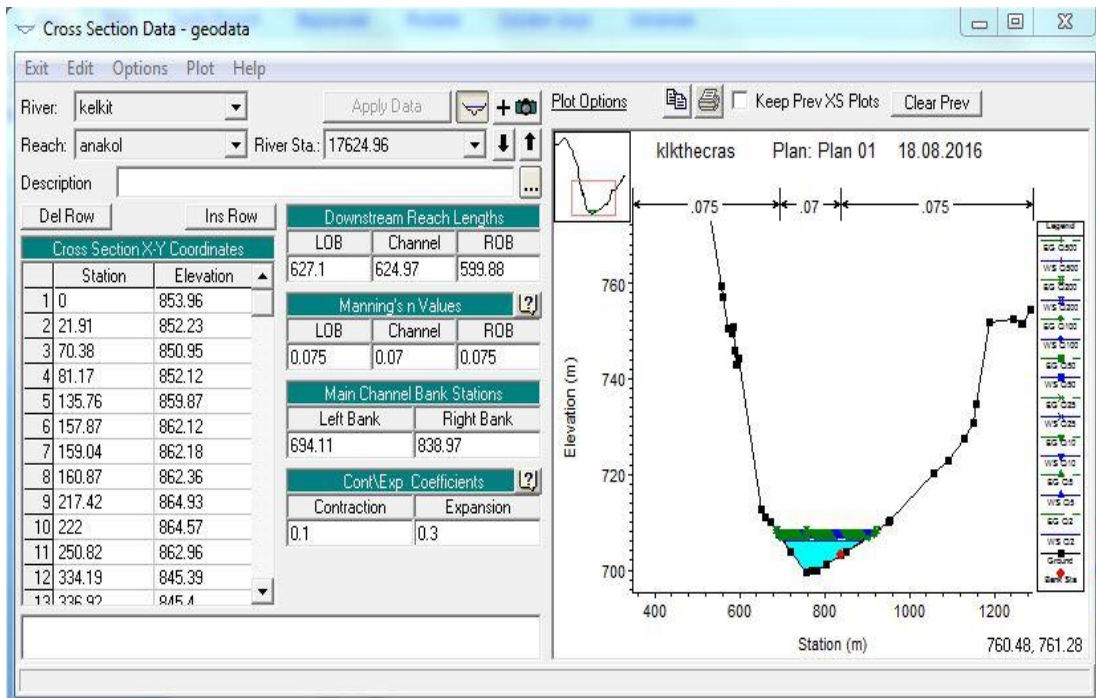
Veriler, HEC-RAS ortamına aktarılmıştır.

Modellemenin yapılacağı alana ait, Manning, pürüzlülük katsayısı ve taşkın tekrür verileri girilmiştir.

Geometrik ve hidrolojik verilere göre taşkın 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500 yıllık taşkın modelleri oluşturulmuştur.



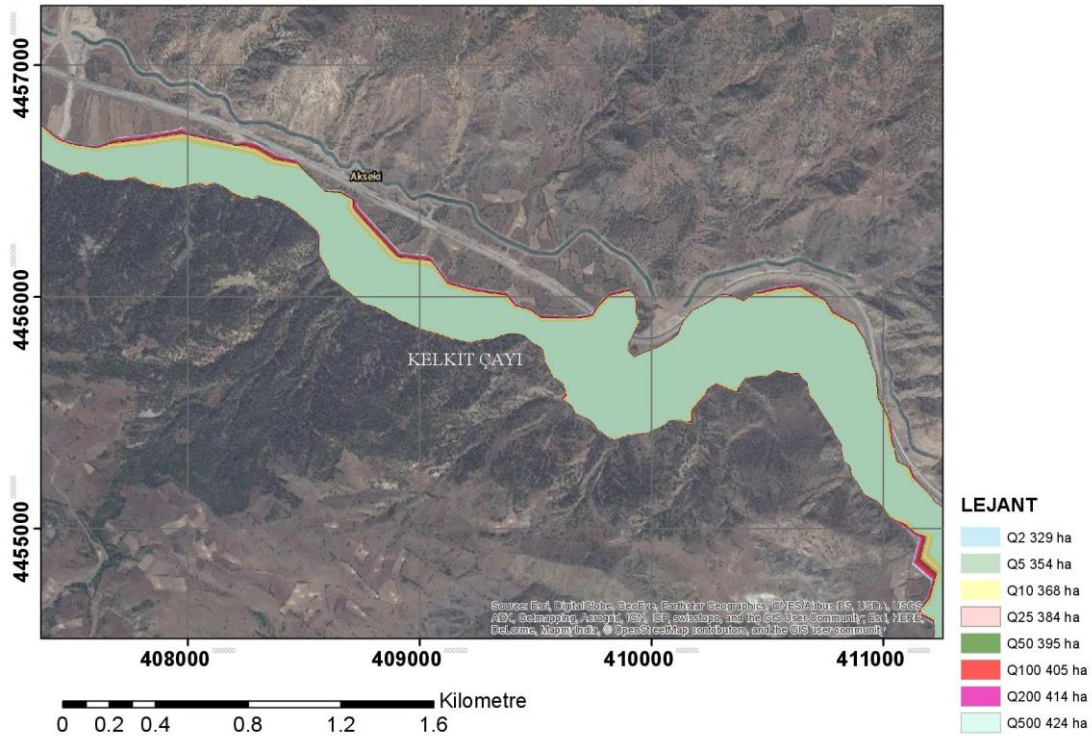
Şekil 8. Hec-RAS ortamında taşkın modelleri oluşturulması



Şekil 9. Oluşturulan taşkın modellerinden bir kesit görüntüsü

Bu veriler Hec-RAS ortamına aktarılarak taşkın modellerine ait sonuçlar gözlenmiştir.

#### TAŞKIN MODELLERİ SONUÇLARI



Şekil 10. Taşkın modellerinin Arc-GIS ortamında görüntülenmesi

## 5.SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, ArcGIS, HEC-GeoRAS ve HEC-RAS yazılımlarının birlikte kullanılması ile Sivas İlinin Kelkit Çayı üzerinde Yemişli Köprüsü Akım Gözlem İstasyonu (AGİ) Maksimum Anlık Feyezan Akımları kullanılarak taşkın modelleri üretilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, Kelkit Çayı vadisi yerleşim alanlarını, verimli tarım arazilerini,

şehirlerarası yolları etkileyecek şekilde taşkın potansiyeline sahiptir. Ancak kullanılan TIN modelinin ölçeğinin büyük olması sonuçların doğruluğunu düşürmektedir. Bu çalışma kapsamında söz konusu derenin ilk aşamada taşkın riski ön değerlendirmesinin yapılması hedeflenmiş olup bu kapsamda elde edilen veriler kullanılmıştır. Dolayısıyla, akarsu yatağında ölçüm alınmadığından bu harita yatak kesitlerini temsil etmede yetersiz kalmıştır. Bu çalışmada elde edilen bilgiler ışığında, uzaktan algılama verileri taşkın genişliğinin belirlenmesi, taşkın değerlendirilmesi, geleceğe dönük planlama ve risk analizlerinin yapılmasında hızlı, etkin ve ucuz bilgiler sunmaktadır. Uzaktan algılama ve CBS'nin birlikte kullanımı ise taşkınların oluşmasında doğrudan veya dolaylı etkisi olan meteoroloji, arazi yapısı, bitki örtüsü, jeolojik yapı, nüfus vb. faktörlerin birlikte değerlendirilerek geleceğe dönük planlamalarda daha güvenilir sonuçların alınmasını sağlamaktadır.

Taşkın modellemesi çalışmalarında doğru sonuçlar elde edilebilmesi için öneriler aşağıda maddeler halinde verilmiştir;

Sel ve taşkın oluşumunu etkileyen yağış verilerinin sağlıklı analiz edilmesi gerekmektedir.

Taşkın çalışmalarının daha sağlıklı yürütülebilmesi için mümkün olduğunca çalışacak araziyi temsil eden sağlıklı bir arazi modelinin hazırlanarak modelleme çalışmalarında kullanılması ve nehir yatağını doğru temsil edecek noktalardan nehir en kesitlerinin alınması gerekmektedir.

Sayısal arazi modelleri ile nehir yatağını doğru bir şekilde programa aktarılabilmesi amacıyla yatak en kesitlerinin yerinde belirlenmesi önem taşımaktadır.

Modelin daha sağlıklı sonuçlar verebilmesi açısından gerek dere yatağı, gerekse taşkın alanındaki Manning katsayısının ayrı ayrı olarak hazırlanıp modele girdi olarak verilmesi gerekmektedir. Netice olarak arazi, programa ne kadar doğru yansıtılırsa hata payı o derece azalacaktır.

Çalışmanın hassasiyeti için CBS'ye altlık olarak kullanılacak haritaların ölçeklerinin büyük olmasına önem verilmelidir. Yerleşim yerlerinde yapılacak taşkın modellemesinde harita ölçeğinin 1/5000'den küçük olmaması gerekir.

Taşkın yönetimi ve risk haritalama gibi iş süreçleri için veri ve hizmetlere anlık erişim ancak güncel ve doğru veriye erişiliyorsa anlamlı olacaktır.

Dolayısıyla veri paylaşımının yanında verinin elde edilmesinin de hızlı, kolay, ekonomik ve güvenilir bir yöntem ile gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Uzaktan algılama ve görüntüleme teknik ve olanakları günümüzde artık bu ihtiyacı karşılayacak düzeydedir.

Hava fotoğrafları, uydu ve LİDAR görüntüleri ile sabit ya da hareketli algılayıcılardan (sensor) elde edilen verilerin çeşitliliği ve doğruluğunun her geçen gün daha da arttığı ve bu artışın süreceği göz önünde bulundurulursa yakın bir gelecekte risk ve acil durum yönetimi için gerekli konumsal altlıkların önemli bir bölümünün bu teknoloji ve olanaklar kullanılarak elde edileceği açıktır.

Taşkın risk analizi çalışmalarında, havzanın fiziksel özellikleri ve bunlara bağlı parametrelerin kısa sürede güncellenmesi zordur. Taşkın tahmini ve su yönetimi için yeterli veri ihtiyacının karşılanmasında higrometrik ve meteorolojik ağların geliştirilmesi gerekmektedir. Uydu görüntüleri, meteoroloji radarları ve LIDAR görüntüleri kullanılarak taşkın risk yönetimi geliştirilebilir. Modern afet yönetimi sistemi dâhilinde taşkın için kayıp ve zarar azaltma, hazırlıklı olma, tahmin ve erken uyarı, afetler ve etki analizi gibi afet öncesi korumaya yönelik çalışmalara öncelik verilmelidir.

Küresel iklim değişimi, plansız yerleşimler ve yetersiz altyapı nedeniyle taşkın afetleri can ve mal kaybına neden olmaktadır. Bunun için de akarsu havzaları içinde büyüyen yerleşimler, açılan yeni yollar ve kurulan yeni tesisler, elverişsiz tarım yöntemleri ile toprakların yoğun bir şekilde kullanılması, akarsu ve derelerin yatakları içinde veya mücavirindeki taşkın riski taşıyan alanların iskâna açılması, daha önce inşa edilmiş taşkın tesislerinin üzerlerinin kapatılması, açık mecraların kapalı mecralara dönüştürülmesi sonucunda büyük boyutlarda taşkın zararlarına neden olunması engellenmelidir. Taşkın yataklarındaki yerleşimler daha uygun yerlere taşınarak imar planları yenilenmelidir. Bilgisayar programları taşkın alanlarının belirlenmesinde iyi bir araç olabilirler. Elde edilen sonucun deneyimli kişilerce yorumlanması ve faydaya dönüştürülmesi esastır. Aksi takdirde sadece bilgisayar programı ile bir sonuç elde edilmiş olur.

## KAYNAKLAR

- Batur E**, Maktav D, Uzaktan algılama ve CBS entegrasyonu ile taşkın alanlarının belirlenmesi: Meriç Nehri örneği  
**Darama Y**, Taşkın Tehlike Haritaları Çalışmaları, DSİ Hizmet İçi Eğitim Semineri, Ankara, Nisan 2013.  
**Doğan E**, 2013, Aşağı Sakarya Nehrinde Taşkın yayılım Haritalarının Elde Edilmesi, SAÜ. Fen Bil. Der. 17. Cilt  
**DSİ**, 2010, Teknik Bülten, Sayı 109  
**DSİ**, 2011, Sargın A. H., Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Taşkın Riski Ön Değerlendirmesi  
**USACE**, 2009, HEC-GeoRAS, GIS Tools for support of HEC-RAS using ArcGIS, Users Manual, Version 4.2.