

**ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TATLIÇAY HAVZASININ CBS VE UZAKTAN ALGILAMA İLE TASKIN
RISK DEĞERLENDİRMESİ**

MOHAMED AYDAHIS ALI

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ÇANKIRI
2025**

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

MOHAMED AYDAHIS ALI tarafından hazırlanan “**Tatlıçay Havzasının CBS ve Uzaktan Algılama ile Taşkın Risk Değerlendirmesi**” adlı tez çalışması 30/05/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Ceyhun GÖL

Jüri Üyeleri :

Başkan : Prof. Dr. Ceyhun GÖL
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Çankırı Karatekin Üniversitesi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Said ÖZÇELİK
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Semih EDİŞ
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Çankırı Karatekin Üniversitesi

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Ersoy YILMAZ

Enstitü Müdürü

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğine göre hazırlamış olduğum **“Tatlıçay Havzasının CBS ve Uzaktan Algılama ile Taşkın Risk Değerlendirmesi”** konulu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, tezin Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü’nden başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve bu çalışmanın Çankırı Karatekin Üniversitesi tarafından kullanılan “Bilimsel İntihal Tespit Programı”yla tarandığını, “intihal içermediğini” beyan ederim. Çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması halinde ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm. Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim (30/05/2025).

Mohamed AYDAHIS ALI

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TATLIÇAY HAVZASININ CBS VE UZAKTAN ALGILAMA İLE TASHIN RISK DEGERLENDIRMESİ

Mohamed AYDAHIS ALI

Çankırı Karatekin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ceyhun GÖL

Bu tez kapsamında Tatlıçay Deresi'nin karakteristik haritaları ve morfometrik ölçümleri Arc-GIS programı kullanılarak yapılmıştır. ArcGIS'te ölçümlerin gerçekleştirilmesinde kullanılan sayısal arazi modelleri USGS programlarından elde edilmiştir.

Taşkın analizi için oluşturulan arazi modeli OPEN TOPOGRAPHY programında oluşturulmuş ve bu model hidrolik analizlerin yapılacağı HEC-RAS programına aktarılmıştır. Bu çalışma kapsamında Tatlıçay Deresi HEC-RAS programında 1D ve birleştirilmiş bir ve iki boyutlu (1D-2D) model olmak üzere iki farklı şekilde analiz edilmiştir.

DSİ tarafından farklı tekrarlanma dönemlerindeki taşkın debileri hesaplanarak elde edilmiştir. Böylece Q25, Q50, Q100 ve Q500 olmak üzere farklı debiler belirlendi. HEC-RAS 1D sabit deşarjı için yakalanan Q25, Q50, Q100 ve Q500 deşarjları hidrolojik çalışmalardan her tekrarlanma yılı için elde edilen maksimum değerler alınarak elde edildi. Buna göre $Q25 = 130,11 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q50 = 165,62 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q100 = 209,49 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q500 = 290,73 \text{ m}^3/\text{s}$ olmak üzere dört farklı debi için bir çalışma yapılmıştır. HEC-RAS programındaki debilere bağlı olarak farklı senaryolar elde edilmiştir.

HEC-RAS programındaki debilere bağlı olarak farklı senaryolar elde edilmiştir. Farklı debilere ait taşkın bölgelerinin sırasıyla $418.918,31 \text{ m}^2$, $463.787,77 \text{ m}^2$, $515.591,56 \text{ m}^2$ ve $593.909,37 \text{ m}^2$ olduğu tahmin edilmektedir.

2025, 53 Sayfa

ANAHTAR KELİMELEER: Planlama, Afet, Sel, CBS, Havza, Modelleme

ABSTRACT

Master Thesis

FLOOD RISK ASSESSMENT OF TATLIÇAY BASIN WITH GIS AND REMOTE SENSING

Mohamed AYDAHIS ALI

Çankırı Karatekin University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forest Engineering

Advisor: Prof. Dr. Ceyhun GÖL

Within the scope of this thesis, characteristic maps and morphometric measurements of Tatlıçay Creek were made using Arcq-GIS program. Digital terrain models used in measurements in Arc-GIS were obtained from USGS programs.

The terrain model created for flood analysis was created in OPEN TOPOGRAPHY program and this model was transferred to HEC-RAS program where hydraulic analyses will be performed. Within the scope of this study, Tatlıçay Creek was analyzed in two different ways in HEC-RAS program as 1D and combined one and two dimensional (1D-2D) model.

Flood flow rates in different recurrence periods were calculated and obtained by DSI. Thus, different flow rates were determined as Q25, Q50, Q100 and Q500. Q25, Q50, Q100 and Q500 discharges captured for HEC-RAS 1D fixed discharge were obtained by taking the maximum values obtained for each recurrence year from hydrological studies. Accordingly, a study was carried out for four different flow rates: Q25=130.11 m³/s, Q50=165.62 m³/s, Q100 = 209.49 m³/s, Q500 = 290.73 m³/s. Different scenarios were obtained depending on the flow rates in the HEC-RAS program. Different scenarios were obtained depending on the flow rates in the HEC-RAS program.

The flood areas for different flow rates are estimated to be 418,918.31 m², 463,787.77 m², 515,591.56 m² and 593,909.37 m², respectively.

2025, 53 pages

KEY WORDS: PLanning, Disaster, Flood, GIS, Watershed, Modeling

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Tatlıçay havzasında taşkın ve taşkın riskinin cbs ve teledeksiyon kullanılarak değerlendirilmesi” başlıklı bu çalışma Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne ‘Yüksek Lisans Tezi’ olarak sunulmuştur.

Bu çalışmanın amacı, taşkın tehlikesi ve taşkından etkilenebilirlik kavramlarının entegrasyonuna dayalı bir taşkın riski değerlendirme yöntemi geliştirmektir. Taşkın riskinin analizi coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ve uzaktan algılama desteği ile gerçekleştirilmektedir.

Araştırmanın her aşamasında bana bilgi, öneri ve her türlü yardımı sağlayan akademik danışmanım Orman Mühendisliği Havza Yönetimi Anabilim Dalı Başkanı Sayın Prof. Dr. Ceyhun GÖL'e teşekkür ederim. Kendisinin bu tezin hazırlanması sırasındaki desteği ve kişisel katkıları konuyu anlamama yardımcı olmuştur.

Sayın hocam Dr. Öğr. Üyesi Semih EDİŞ'e bana ayırdığı zaman ve tüm sorularımı yanıtlamaya hazır olduğu için teşekkür eder, bu tezin tamamlanmasındaki katkılarından dolayı teşekkür ederim unutmamamı isterim.

Anneme, babama ve aileme, bana gösterdikleri sevgi ve verdikleri iyi eğitim için ve daha saymadığım birçok nedenden ötürü, başarımdaki katkıları için sonsuz şükranlarımı sunarım. Onların değeri, rolü ve önemi çok büyük ve paha biçilemez.

Bu tezin hazırlanmasına katkıda bulunan ve ismini zikretmediğim diğer tüm kişilere ayrıca şükranlarımı sunarım.

Mohamed AYDAHİS ALİ

Çankırı, 2025

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR TARAMASI	3
2.1 Temel kavramlar	8
2.2 Taşkın Tanımı.....	9
2.2.1 Oluşum Yerlerine Göre Taşkınlar/Seller.....	10
2.2.2 Sel, Su Baskını veya Taşkınların Nedenleri	11
2.2.3 Sel, Su Baskını veya Taşkınların İnsanlar Üzerindeki Etkileri	11
2.3 Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile ilgili kavramlar.....	12
2.3.1 CBS'nin Tanımı	12
2.3.2 Taşkın yönetiminde CBS uygulaması	13
3. MATERYAL VE YÖNTEM	14
3.1 Araştırma Alanın Tanıtımı.....	14
3.1.1 Coğrafi Konum.....	14
3.1.2 Klimatolojik Koşullar.....	16
3.1.2.1 Sıcaklık	16
3.1.2.2 Yağış	17
3.1.3 Toprak Tipi.....	17
3.1.3.1 Alüvyal Topraklar.....	18
3.1.3.2 Kolüvyal Topraklar.....	19
3.1.3.3 Kahverengi Orman Toprakları.....	19
3.1.3.4 Kırmızıımsı Kahverengi Topraklar.....	19
3.1.3.5 Kireçsiz Kahverengi Topraklar.....	19
3.1.4 Bitki Örtüsü	20
3.2 Yöntem	21
3.2.1 Sayısal Yükseklik Modelinin (SYM) Elde Edilmesi	21

3.2.2	SYM Boşluklarının Doldurulması.....	22
3.2.3	Kümülatif Akımın Hesaplanması.....	24
3.2.4	Havza Çıkış Noktasının ve Havza Alanının Belirlenmesi	25
3.2.5	Hec-Ras ile Hassas Bölgenin Modellenmesi.....	25
3.2.5.1	Bir Boyutlu (1D) Model Oluşturulması.....	26
3.2.5.2	Geometri Verileri	26
3.2.5.3	Pürüzlülük Katsayısının Belirlenmesi	28
3.2.5.4	Sınır Şartlarının Belirlenmesi ve Kararlı Akım Değerlerinin Girilmesi.....	28
4.	BULGULAR VE TARTIŞMA	30
4.1	Tatlıçay Havza Alanının Karakteristikler	30
4.1.1	Topografik Karakteristikler	30
4.1.1.1	Şekil	31
4.1.1.2	Form Faktörü	31
4.1.1.3	Şekil Faktörü.....	31
4.1.1.4	Dairesellik Oranı.....	32
4.1.1.5	Uzama Oranı	33
4.1.1.6	Ortalama Eğim	33
4.1.1.7	Havzanın Bakı Durumu	34
4.1.1.8	Ortalama Yükseklik	35
4.1.1.9	Maksimum Havza Reliyefi	36
4.1.1.10	Reliyef Oranı.....	37
4.1.1.11	Oransal Reliyef	37
4.1.2	Akarsu ve Drenaj Ağı Karakteristiği.....	38
4.1.2.1	Akarsu Eğimi	38
4.1.2.2	Dere Sırası.....	39
4.1.2.3	Drenaj Yoğunluğu.....	40
4.1.2.4	Dere Frekansı (Sıklığı).....	41
4.2	Hec-Ras ile Taşkın Modellemesi	42
4.2.1	Akış (Q25) ve (Q50) İçin Taşkın Modelleme Sonuçları	42
4.2.2	Akış (Q100) ve (Q500) İçin Taşkın Modelleme Sonuçları	45
5.	SONUÇ.....	48
KAYNAKLAR		50

SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde
Gr	Gram
kg	Kilogram
m	Metre
mm	Milimetre
cm	Santimetre
km	Milometre
m ²	Metrekare
km ²	Kilometrekare
cm ³	Santimetreküp
ha	Hektar
vd	Ve diğerleri
L	Havza alanı içerisindeki ana kol uzunluğu (km)
N	Manning pürüzlülük katsayısı
Q	Debi (m ³ /s)
Q25	Yirmi beş yıllık tekerrür yılına ait debi (m ³ /s)
Q50	Elli yıllık tekerrür yılına ait debi (m ³ /s)
Q100	Yüz yıllık tekerrür yılına ait debi (m ³ /s)
Q500	Beş yüz yıllık tekerrür yılına ait debi (m ³ /s)

KISALTMALAR DİZİNİ

BTFA	Bölgesel taşkın frekans analizi
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
DEM	Digital Elevation Model
DSİ	Devlet Su İşleri
HEC	Hydrologic Engineering Center
RAS	River Analysis System
SYM	Sayısal Yükseklik Modeli
USGS	United States Geological Survey
1D	Bir boyutlu model
2D	İki boyutlu model



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Çankırı'nın ve Merkez İlçe'nin Konum	14
Şekil 3.2 Çankırı ili merkezini oluşturan mahalle yerleşimi.....	15
Şekil 3.3 Tatlıçay Deresi'nin çalışmaya konu olan bölümü (Google Earth)	16
Şekil 3.4 Aylara Göre Uzun Yıllar Ortalama Sıcaklık Değerler	16
Şekil 3.5 Aylara Göre Uzun Yıllar Ortalama yağış Değerler	17
Şekil 3.6 Tatlıçay havzasının toprak haritası	18
Şekil 3.7 Tatlıçay havzasının arazi kullanım haritası	20
Şekil 3.8 USGS sisteminde Çankırı bölgesini kapsayan sayısal yükseklik modeli	21
Şekil 3.9 ARCGIS'te Çankırı bölgesini kapsayan sayısal yükseklik modeli	22
Şekil 3.10 SYM'de oluşması muhtemel boşluk	22
Şekil 3.11 Akım yönlerini temsil eden numaralar	23
Şekil 3.12 Çankırı bölgesinde akış yönleri	23
Şekil 3.13 Çankırı şehir merkezini de kapsayan akarsu ağı	24
Şekil 3.14 Havza çıkış noktası	25
Şekil 3.15 HEC-RAS 1D modelinin genel plan görüntüsü.....	26
Şekil 3.16 HEC-RAS programında oluşturulmuş arazi modeli, aks hattı ve en kesitler	27
Şekil 3.17 Manning pürüzlülük katsayılarının temsil ettiği kısımları gösteren Tatlıçay deresi'ne ait bir enkesit örneği	28
Şekil 4.1 Tatlıçay havza şekli.....	30
Şekil 4.2 Tatlıçay havzası eğim sınıfları haritası	34
Şekil 4.3 Tatlıçay havzası bakı grupları haritası	35
Şekil 4.4 Tatlıçay havzasının ortalama yüksekliği	36
Şekil 4.5 Tatlıçay havzasının drenaj deseni	39
Şekil 4.6 Tatlıçay havzasının dere sırası	40
Şekil 4.7 HEC-RAS 1D modellemesinde mevcut durumda Q25 taşkın debisi için elde edilen yayılım planının su derinliğine.....	42
Şekil 4.8 Çankırı ili sualtı alanlarının Q25 için arcgis'te modellenmesi ve hesaplanması	42
Şekil 4.9 HEC-RAS 1D'de sorunlu köprülerin kaldırılması ile Q50 taşkın debisi için elde edilen yayılım planının su derinliğine göre görüntüsü	43
Şekil 4.10 Çankırı ili sualtı alanlarının Q50 için arcgis'te modellenmesi ve hesaplanması	43
Şekil 4.11 HEC-RAS 1D'de mevcut köprülerin tümünün kaldırılması ile Q100 taşkın debisi için elde edilen yayılım planının su derinliğine göre görüntüsü	45
Şekil 4.12 Çankırı ili sualtı alanlarının Q100 için arcgis'te modellenmesi ve hesaplanması	45
Şekil 4.13 HEC-RAS 1D modellemesinde mevcut durumda Q500 taşkın debisi için elde edilen yayılım planının su derinliğine göre görüntüsü.....	46
Şekil 4.14 Çankırı ili sualtı alanlarının Q500 için arcgis'te modellenmesi ve hesaplanması	46

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelgel 2.1 2000-2011 yılları arasında Avrupa ülkelerinde kaydedilen sel felaketleri	
Hasar	4
Çizelgel 2.2 1975-2015 yılları arasında Türkiye'de meydana gelen su baskınları ve etkileri.....	6



1. GİRİŞ

Doğal afetler dünya genelinde çoğu zaman ciddi sorunlara yol açmıştır. Çok sayıda insanı etkiledikleri için seller, her yıl dünya üzerinde en büyük etkiye sahip doğal afetler arasında yer almaktadır.

Doğal veya insan müdahalesiyle meydana gelen en ciddi afetlerden biri olan sel felaketi konusunda en önemli husus, tamamen önlenmesi mümkün olmayan bir sorun olmasıdır. Taşkınlar, Türkiye’de dahil olmak üzere dünyanın birçok yerinde büyük can ve mal kayıplarına neden olmaktadır (Onuşluel ve Harmancıoğlu 2002). Taşkınların tamamen önlenmesi mümkün olmamakla birlikte, alınacak önleyici tedbirlerle oluşabilecek zararlar azaltılabilir, can ve mal kayıpları en aza indirilebilir (Uşkay ve Aksu 2002).

Sel ve su baskınları doğal afetlerdir. Bu olayın can ve mal kayıplarına yol açan bir felakete dönüşmesinin başlıca nedeni beşeri faktörlerdir. Dolayısıyla sel ve taşkınların nedenlerinin doğal nedenler ve insan müdahalesi sonucu ortaya çıkan nedenler olmak üzere iki açıdan değerlendirilmesi gerekmektedir. Taşkınlar ve su baskınları doğal olarak önlenemese de mühendislik yaklaşımları kullanılarak taşkın ve su baskını riskleri tespit edilebilir ve afetlerden kaynaklanan kayıpları azaltmak için tüm sektörlerde risk temelli tasarım ve planlamaya odaklanılabilir (Onuşluel ve Harmancıoğlu 2002).

Taşkın ve su baskınına meyilli alanlarda, nehirlerde uygun önleyici tedbirler alınırsa ve kentsel altyapı kurulursa, taşkın ve su baskını hasarı önemli ölçüde azaltılabilir ve yerleşim yerlerine yönelik risk ortadan kaldırılabilir (Tucci 2002). Bu nedenle, su baskınına ve taşkına maruz kalabilecek alanlar doğru yöntemler kullanılarak belirlenmeli ve bu veriler yatırım planlarının yönlendirilmesi ve yerleşim ve arazi kullanım politikalarının geliştirilmesi de dahil olmak üzere her düzeyde planlamaya bilgi sağlamak için kullanılmalıdır.

Bu tez kapsamında Tatlıçay Deresi'nin karakteristik haritaları ve morfometrik ölçümleri Arc-GIS programı kullanılarak yapılmıştır. Çankırı merkezinden içinden geçmekte olan Tatlıçay Deresi için Arc-GIS programı kullanılarak bulunan hidrolojik veriler sayesinde bir boyutlu (1D) ve birleştirilmiş bir ve iki boyutlu (1D-2D) modellemeler oluşturulmuştur ve HEC-RAS programında analiz edilerek taşkın yayılım alanları bulunmuştur.



2. LİTERATÜR TARAMASI

Su, insan yaşamı için olmazsa olmaz bir maddedir ancak plansız yapılaşma, ormanlık alanların yok olmasında, dere üzerine yapılan yapılar nedeniyle dere kollarının daralması, barajların patlaması gibi nedenlerle seller gerçekleşmektedir. Bunun sonucunda can ve maddi hasarlar yaşanmaktadır (Uçar 2010). Örneğin Nepal'de 1983'ten 2008'e kadar yaşanan tüm felaketlerdeki maddi hasarın %57,89'u sel ve toprak kaymasından kaynaklandı. Bu da sel riskinin ne kadar büyük olduğunu gösteriyor. Türkiye'de taşkınlar her yıl yaklaşık olarak 100 milyon ABD doları civarında ekonomik zarara ve insan kaybına neden olmaktadır (Kılıçer ve Özgüler 2002).

Çizelge 2.1'de Avrupa ülkelerinde meydana gelen sel zararları gösterilmektedir. Avrupa gibi gelişmiş ülkeler de dahil olmak üzere kıtalarda meydana gelen sellerden milyonlarca insan etkileniyor ve seller milyarlarca dolarlık hasara yol açtığı saptanmaktadır.

Çizelgel 2.1 2000-2011 yılları arasında Avrupa ülkelerinde kaydedilen sel felaketleri Hasar (Füssel *et al.* 2012)

Ülke	Kayıt Altına Alınmış Sel Felakti Sayısı	Ölüm	Taşkın Zararı Maliyetleri (USD x1000)	Etkilenen İnsan Sayısı
Almanya	8	36	1 840 000	331 450
Arnavutluk	5	4	17 673	90 484
Avusturya	6	14	3 300 000	61 416
Belçika	8	5	238	3 300
Birleşik krallık	15	26	14 949 150	350 830
Bosna-Hersek	8	3	87 000	328 740
Bulgaristan	12	52	458 000	13 350
Çek cumhuriyeti	9	49	2 977 560	220 165
Finlandiya	1	0	0	400
Fransa	20	72	4 322 350	55 961
Yunanistan	15	16	605 659	12 330
Hırvatistan	6	0	80 000	3 160
İrlanda	3	2	325 000	900
İspanya	10	38	576 285	8 460
İtalya	19	115	10 444 000	58 150
Kanarya Adaları	2	23	79 923	700
Litvanya	2	4	0	0
Macaristan	9	2	578 000	47 814
Makedonya	6	2	3 600	109 750
Moldava	4	5	8 584	23 000
Karadağ	4	0	0	7 886
Norveç	2	0	0	2 100
Polonya	7	49	3 880 000	120 550
Portekiz	6	52	1 350 000	948
Romanya	31	222	1 548 790	213 575
Sırbistan	5	2	0	20 480
Sırbistan Karadağ	6	2	0	46 545
Slovakya	8	8	34 000	1 180
Slovenya	1	0	5 000	0

Turquie	18	216	932 000	110 870
Ukraine	7	55	1 040 755	578 665

Taşkının büyüklüğü can kaybı ve maddi hasar açısından bilinmesi gereken parametredir. Ancak Çizelge 2.1’de incelendiğinde, yalnızca İngiltere ve Fransa gibi gelişmiş ülkelerde değil, Romanya ve Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde de ekonomik hasar ile sel nedeniyle can kaybı arasında ters ilişki olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu durum ülkenin gelişmişlik düzeyi ve milli bilinçle açıklanabilir. Yani gelişmiş ülkelerde ekonomik kayıp büyük olmasına rağmen farkındalık yüksek olduğundan can kaybı azdır.

Tablo 2.2’de 1975-2015 yılları arasında Türkiye’de gerçekleşen sel olayları ve etkileri gösterilmektedir. Türkiye’de depremlerden sonra en yıkıcı doğal afet seldir. Eldeki verilere göre taşkınların neden olduğu ekonomik zarar her yıl yaklaşık 300 milyon TL’dir (Anonim 2017).

Çizelgel 2.2 1975-2015 yılları arasında Türkiye'de meydana gelen su baskınları ve etkileri (Anonim 2017)

YIL	TAŞKIN SAYASI	CAN KAYBI	SU ALTINDA KALAN ALAN (HA)
1975	62	8	36 714
1976	29	5	22 536
1977	27	11	3 317
1978	21	0	13 850
1979	21	61	40 966
1980	44	6	83 016
1981	16	2	58 413
1982	10	0	784
1983	14	33	2 113
1984	12	0	29 140
1985	7	0	2 318
1986	8	4	679
1988	24	17	3 910
1989	10	1	9 500
1990	26	57	7 450
1991	23	23	15 770
1992	14	1	690
1993	2	0	60
1994	9	4	1 680
1995	20	164	210 100
1996	4	1	11 000
1997	1	0	1 390
1998	2	57	7000
1999	1	3	0
2000	4	0	8 066
2001	42	8	43 297
2002	27	27	510
2003	21	7	510
2004	23	3	64 200
2005	25	14	13 855
2006	24	45	85 810
2007	22	11	1 050
2008	10	2	10
2009	84	59	3 250
2010	110	25	44 279
2011	56	13	202
2012	69	23	19 685
2013	38	7	17 569
2014	118	9	4 455
2015	122	9	7 985

Akarsu yatağı taşkınlarına karşı korumanın güçlendirilmesinin taşkınlardan kaynaklanan can kayıplarını önemli ölçüde azaltabileceği gösterilmiş olsa da, benzer sonuçlar ekonomik kayıplar açısından ifade edilememektedir. DSİ, Türkiye'de 1954'ten bu yana 6.744 taşkın koruma sistemi ve 58 taşkın koruma barajı inşa ederek yaklaşık 1,7 milyon hektar araziye korudu (Anonim 2017).

Yazıcılar ve Önder (1998)'e göre Bartın Nehri'ndeki taşkın yayılma potansiyelini belirlemek için HEC-RAS yazılımını kullanmışlardır. Bu araştırmada bulunan sonuçlar, Bartın Merkez'de 1998 yılındaki fiili taşkın yayılımı ile karşılaştırıldığında, bulunmuş olan taşkın alanlarının yakın mesafelerde oldukları sonucuna varılmıştır (Yazıcılar ve Önder 1998).

Yalçın ve Akyürek (2004)'e göre Bartın Havzası'nın batı kesiminde ve Karadeniz bölgesinde CBS kullanılarak tehlikeli taşkın alanları tespit edilmiştir. Havza büyüklüğü, eğim ve ana kol uzunluğu gibi parametreler CBS kullanılarak belirlendi ve ardından hidrolojik verileri, arazi kullanımı ve toprak tipleri gibi parametrelere göre taşkın debisi belirlendi. Farklı istasyonlarda uygulanmış ve hidrolik bir modelde değerlendirilmiştir (Yalçın ve Akyürek 2004).

Oral *et al.* (2006)'da yapmış oldukları çalışmada Bartın ve Silifke havzalarını analizini yapmışlardır ve taşkın tehlikesi olan alanları tespit etmek için CBS'yi kullanmışlardır. Bu çalışmada (SRTM), ilgili analizin gerçekleştirilmesi için ArcGIS programı, 90 m çözünürlüklü dijital eğim modeli, Ikonos uydu görüntüleri, yağış verileri, dijital haritalar ve uzaktan algılama teknikleri ile birlikte kullanılmıştır. Çalışmada plansız yerleşim, kontrolsüz nüfus artışı, uygunsuz arazi kullanımı gibi nedenlerden dolayı su baskını riskinin önemli ölçüde arttığı sonucuna varıldı. Yazarlar, CBS tabanlı "karar destek sistemleri" kullanılarak sel hasarının en aza indirilebileceğini savundu (Oral *et al.* 2006).

Rubiu (2018) araştırmasında Litvanya'nın Tesiai kentindeki Minija Nehri'nin taşkın analizini gerçekleştirdi. Bu çalışmada tek boyutlu (1D), tek boyutlu ve iki boyutlu (1D-2D) ve iki boyutlu (2D) olmak üzere üç tip kemer hidrolik modelleme gerçekleştirmiştir

ve analiz sonuçlarını sunmuştur. Çalışmanın sonunda 1D-2D hidrolik modellemenin daha detaylı sonuçlar verebileceği ve taşkın tehlikesi olan alanların daha doğru tespit edilebileceği ortaya çıkmıştır (Rubiü 2018).

Füssel *et al.* (2012) Bangladeş'in Naogaon bölgesinde bir taşkın analizi gerçekleştirmiştir. Sel hasarını incelemek için 2004, 2007, 2012 ve 2017 yıllarında yaşanan sel sonrası bölgenin uydu görüntülerini değerlendirmişlerdir ve farklı sel boyutlarında sel hasarını değerlendirmek için uzaktan algılama ve CBS sistemlerini kullanmışlardır. Bu açıdan meydana gelmesi muhtemel alanları belirlenmiştir (Füssel *et al.* 2012).

Literatür taraması, belirli bir konu veya alana ilişkin tüm belgelerin incelenmesi sonucu ortaya çıkan bir analizdir. Bu bölümde havza karakterizasyonu, yağış akışı modellenmesi, taşkın akışlarının önceden belirlenmesi ve taşkın temalarını ele alan incelemeleri tartışacağız.

2.1 Temel kavramlar

Havza: Teorik olarak hidrolojik olarak kapalı temel bir yüzeydir. Yani dışarıdan hiçbir akışın nüfuz etmediği ve fazla yağışın tamamının buharlaştığı veya çıkıştaki tek bir bölümden aktığı, diğer bir deyişle, su havzası tarafından boşaltılan bir alandır. Bir su yolu ve onun kolları olup bir havza ile sınırlandırılmıştır. Havza tarafından alınan tüm suyun geçebileceği bir yakınsama noktasına sahip bir su yüzeyi veya haznesidir. Düşen suyun tamamının küçük bir dere veya nehir olabilen aynı çıkıştan beslendiği bir alandır. Her havza, ana su yoluna akan kolların yüzey alanına karşılık gelen alt havza adı verilen temel havzalara bölünmüştür (Musy and Higy 2004).

Hidroloji: Yer yüzeyinin üstünde ve altında bulunan kıtasal suları, bunların oluşumlarını, zaman ve mekandaki dolaşımını, dağılımlarını, biyolojik, fiziksel, kimyasal özelliklerini ve canlılar da dahil olmak üzere çevreleriyle etkileşimlerini inceleyen bilim dalıdır (Unesco 2012).

Taşkın: Çeşitli nedenlerle akarsuyun yatağına sığmayarak taşması ve etkilediği çevredeki insanlara, tarımsal arazilere, canlılara, yerleşim yerlerine, mallara ve alt yapılara zarar vererek sosyo-ekonomik düzeni aksatması olayıdır (Kınacı vd. 2017).

Su baskını: Havaaların ısınması sonucunda eriyen kar sularının artması ve sellerin de eklenmesi sonucunda akarsuyun yatağına sığmayarak çevreyi basması olayıdır (<https://sozluk.gov.tr.>, 2021).

Drenaj: Çok nemli topraktaki fazla suyun kendiliğinden veya bir drenaj veya hendek ağı tarafından kolaylaştırılarak tahliye edilmesidir (Unesco 2012).

Çıkış: Hidrografik ağın en alt noktasıdır (Unesco 2012).

Sel: Genellikle su altında olmayan karada suyun geçici olarak sular altında kalmasıdır. Bu araziler genellikle bir dereye, nehre, göle veya okyanusa bitişik olmaktadır (Unesco 2012).

Modelleme: Bir sistemin anlaşılması daha kolay, dijital veya analog bir modelle temsil edilmesidir. Simülasyonun, halihazırda bilinen denklemlerden bilinmeyen sonuçların tahmin edilmesinden oluşması anlamında simülasyondan farklı olan yapıya verilen addır (Triboulet *et al.* 1996).

Akış: Zemine nüfuz etmeden havza çıkışına ulaşan akışın kısmıdır. Yüzey akış veya hızlı akış ifadesi bazen gecikmeli akışın aksine kullanılmaktadır (Triboulet *et al.* 1996).

2.2 Taşkın Tanımı

Doğal afetlerin başında su baskını büyük risk oluşturmaktadır. Dünya çapında yılda yaklaşık 20.000 can kaybına neden olmaktadır. Bu durumu düzeltmek için taşkına karşı müdahalenin iyileştirilmesi, taşkınlar için temel araç olmayı sürdürüyor. Maruz kalan popülasyonlar için daha az güvenlik açığı ve sel tehlikesi olmayan bölgelerde bulunan mülkler tercih edilmektedir (Ngougoure 2021).

2.2.1 Oluşum Yerlerine Göre Taşkınlar/Seller

Dere/Nehir Taşkını/Seli: Taşkınlar, bir nehir veya derenin normal şartlarda taşıyabileceği miktarı aşan yağışlardan, yeraltı suyu temininden, akarsu yatağını daraltan moloz akışından veya nehir yatağını daraltan kusurlu yapılardan kaynaklanmaktadır.

Kıyı Taşkını/Seli: Deniz ve okyanus kıyılarında yüksek dalgalar, fırtınalar ve tsunamiler nedeniyle meydana gelen su baskınlarıdır.

Dağlık Alan veya Kuru Vadi Taşkını/Seli: Dağlardaki karların erimesiyle ortaya çıkan taşkın/sel türüdür.

Yeraltı Suyu Taşkını/Seli: Bu durum, uzun süre devam eden şiddetli yağışlar sonucunda normalden daha fazla yağmur suyunun toprağa sızarak yer altı su seviyesi yükseldikçe su baskınlarına neden olduğu bir durumdur.

Göl Taşkınları/Selleri: Bir gölün su seviyesinin çeşitli nedenlerden dolayı yükselmesi sonucu taşkınlar meydana gelmektedir.

Kent Selleri: Yol, konut vb. inşa edilirken beton inşaat sırasında sertleşir ve toprağın geçirgenliğini azaltır. Bu durum yetersiz altyapı ile birleştiğinde şiddetli yağışlar sonucunda su baskınlarına neden olmaktadır.

Baraj Selleri: Sel, deprem veya uzun süreli şiddetli yağış nedeniyle barajların patlaması veya taşması sonucu meydana gelmektedir. Barajın büyüklüğüne göre afetin boyutu artabilir.

2.2.2 Sel, Su Baskını veya Taşkınların Nedenleri

Sel ve su baskını doğanın kanunu olarak değerlendirilmektedir (Kadıoğlu 2008). Bu durumun nedenleri arasında insan faktörü ön plana çıkmaktadır. Bir sel, su baskını veya su baskını alanı insan yaşamına ne kadar yakınsa, bir felaketin meydana gelme olasılığı da bir o kadar yüksektir.

- Kar ve buzul tabakalarında meydana gelen beklenmedik kar erimeleri
- Yağışların beklenmedik oranda artması
- Şiddetli rüzgâr ve fırtınalar sonucunda kıyı selleri oluşması
- Deniz, göl ve okyanusların meydana getirmiş olduğu dalga hareketleri
- Gölet ve barajlarda meydana gelen maddi hasarlar
- Nüfus artışı sonucunda meydana gelen çarpık kentleşme ve kontrolsüz yapılar
- Akarsu yataklarının daraltılması ve akarsu yatağının doğal yapısının tahrip edilmesi
- Bölgedeki, jeoteknik ve iklim özellikleriyle topografik yapısı
- Deprem ya da volkanik faaliyetler nedeniyle ortaya çıkan büyük dalgalar (tsunami).

2.2.3 Sel, Su Baskını veya Taşkınların İnsanlar Üzerindeki Etkileri

Kuraklık, fırtına, kasırga ve sel gibi hava felaketleri yüzyıllardır dünya çapında gözlemlenmektedir. Bu afetlerin can ve mal kaybı başta olmak üzere birçok olumsuz etkisi bulunmaktadır. Türkiye'de son yıllarda meydana gelen bu afetlerden etkilenenlerin sayısı artmaktadır. Bunun nedenleri arasında hızlı nüfus artışı, havzadaki yerleşim alanlarının artması, yol ve tesis yapımı nedeniyle alanın yapısında meydana gelen değişiklikler, ormanların tahrip edilmesi ve yeşilliğin arttırılması yerine alanın yanlış kullanılması yer almaktadır (Kadıoğlu 2008).

Sel ve taşkınlar, maddi ve manevi zararlara sebep olmaktadır. Karayolları başta olmak üzere birçok ulaşım yolunun hasar almasına neden olmaktadır. Elektrik, su ve kanalizasyon sistemlerinde alt yapının bozulmasına yol açmaktadır. Bu benzer biçimde zararlar ekonomiyi negatif ve büyük seviyede etkilemektedir. Aynı zamanda bu

afetlerin ekonomik tahribatların yanında geçmişten beri insanların kaygı yaşamasına, yaralanmasına ve hatta ölümlere sebep olduğu belirtilmektedir (Yaşar ve Korkanç 2006).

Taşkın, su baskını ve akarsuların etkileri karmaşıktır. Genel olarak insanlar üzerindeki etkileri şu şekildedir:

- Can kayıpları (özellikle boğulmalar ile),
- Yaralanmalar,
- Su bağlantılı salgın hastalıklar sonucunda oluşan enfeksiyonlar,
- Suda serbestleşen kimyasallar sonucunda oluşan akut ve kronik sorunlar,
- Sosyolojik sorunlar,
- Psikolojik sorunlar,
- Gıda ve temiz su ulaşımında zorluk ve yetersizlik,
- Mal kayıpları,
- Ekonomik sorunlar(Özmen 2015).

2.3 Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile ilgili kavramlar

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), tüm konumsal bilgi sistemlerini kapsayan ve coğrafi bilgileri inceleyen bilimsel bir kavramdır. Bazılarına göre, mekansal bilgiyi dijital yapıya dönüştüren bir bilgisayar aracıdır. Organizasyona yardımcı olan bir veritabanı yönetim sistemi olarak tanımlanmaktadır.

2.3.1 CBS'nin Tanımı

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), İngilizce Geographic Information Systems (GIS) ifadesinin Türkçe çevirisidir. CBS, karmaşık planlama ve yönetim sorunlarını çözmek amacıyla mekânsal referanslı verilerin toplanmasını, yönetilmesini, işlenmesini, analiz edilmesini, değiştirilmesini ve görüntülenmesini sağlayan donanım, yazılım ve süreçlerden oluşan bir bilgisayar sistemidir (Bachi 2011).

CBS günümüzde en çok kullanılan araçlar arasında sayılmaktadır. Aslında ikincisinin ilk avantajı, daha önce aynı veritabanına dağılmış olan bilgileri bir araya getirebilmesidir. Diğer araçların kolayca inceleyemeyeceği veya gözlemleyemeyeceği karmaşık ilişkilere dair içgörü sağlayabilir. CBS yazılımı, iki boyutlu haritalar kullanmak yerine daha sonra sanal gerçeklik gibi ileri uygulamalarda kullanılacak üç boyutlu görünümeler geliştirmenize olanak tanımaktadır (Bachi 2011).

2.3.2 Taşkın yönetiminde CBS uygulaması

Taşkın yönetimi alanında CBS önemli bir rol oynamakta, hasarın önlenmesi ve haritalanması için referans haritaların oluşturulmasına, her türlü bilginin entegrasyonuna, farklı senaryoların daha iyi görselleştirilmesine, fikirlerin daha iyi sunulması ve olası çözüm yelpazesinin daha iyi anlaşılmasını sağlamaktadır.

Risklerin önlenmesine ve etkilerinin azaltılmasına yardımcı olur, aynı zamanda tahmin modellerinin geliştirilmesine ve iyileştirilmesine de olanak tanımaktadır. CBS, çok kısa süreler içerisinde güvenilir, güncel, objektif bilgi sağlayan ve afet durumlarında izleme, düzenleyici tedbirlerin ve acil durum planlarının geliştirilmesine yönelik bir araçtır (Bachi 2011).

Bu nedenle CBS'nin katkısı yalnızca risk taşıyan olayların konumu açısından değil, aynı zamanda risk modellemesi ve yardım organizasyonu açısından da birincil öneme sahiptir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Araştırma Alanının Tanıtımı

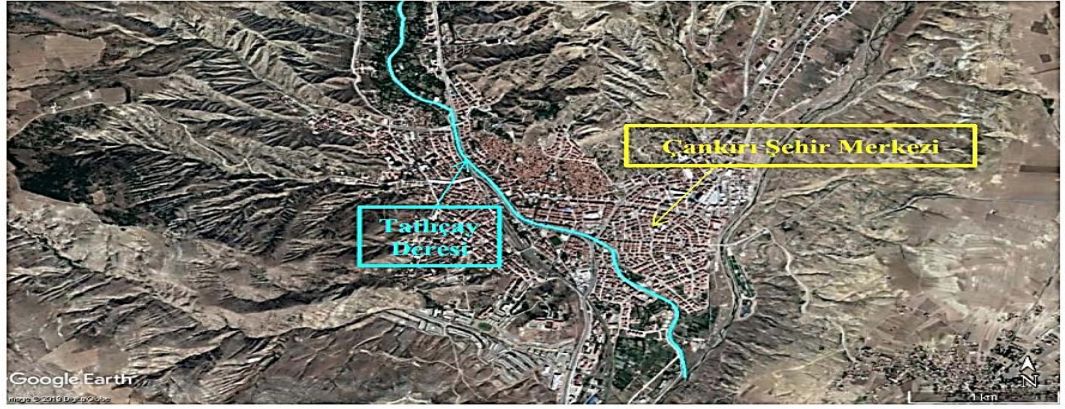
3.1.1 Coğrafi Konum

Çankırı ili, İç Anadolu bölgesinin en kuzeyinde yer almakta olup, Kızılırmak Nehri'nin merkez birimi ile Karadeniz kıyılarının batı kesimi arasında sınır oluşturmaktadır. Böylece, Karadeniz bölgesi Çerkeş, Atkaracalar, Bayramören, Kurşunlu ve Ilgaz'ı içerirken, İç Anadolu bölgesi Şabanözü, Eldivan, Korgun, Yapraklı ve Merkez'den oluşmaktadır. Çankırı kuzeyde Kastamonu, güneyde Ankara ve Kırıkkale, batıda Bolu, kuzeybatıda Karabük ve doğuda Çorum illeri ile çevrilidir (Şekil 3.1) (Tuna 2010).



Şekil 3.1 Çankırı'nın ve Merkez İlçe'nin Konum

40°36'Kuzey enlem ve 33°36' doğu boylamda yer alan Çankırı il merkezi, Ankara'nın kuzeydoğusunda, başkenti Kastamonu'ya bağlayan karayolu üzerinde ve Karabük'ü bağlayan demiryolu hattı üzerinde bulunan küçük ilçelerden biridir. Ankara'ya karayolu mesafesi yaklaşık 130 km'dir. Çankırı il merkezi, deniz seviyesinden ortalama 751



Şekil 3.3 Tatlıçay Deresi'nin çalışmaya konu olan bölümü (Google Earth)

3.1.2 Klimatolojik Koşullar

3.1.2.1 Sıcaklık

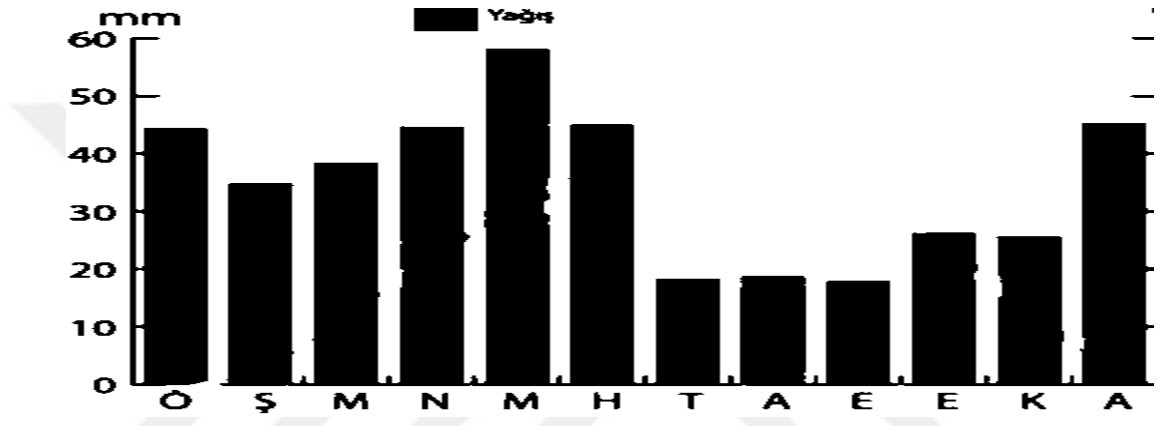
Çankırı'nın İç Anadolu bölgesinde genellikle karasal iklim hakimdir. Temmuz ve Ağustos ayları bölge için en sıcak aylardır, en soğuk aylar ise Ocak ve Şubat aylarıdır. Temmuz ve Ağustos aylarında ortalama sıcaklık 22-23°C civarındayken, Ocak ve Şubat aylarında 0-1 derece civarındadır. İlin ortalama sıcaklığı 11,1°C'dir. Temmuz 2000'de kaydedilen en yüksek sıcaklık 42,4°C, en düşük sıcaklık ise -23,9°C ile Şubat 1985'te kaydedildi. Çankırı'da yıl boyunca yağış görülür (Tuna 2010).



Şekil 3.4 Aylara Göre Uzun Yıllar Ortalama Sıcaklık Değerler

3.1.2.2 Yağış

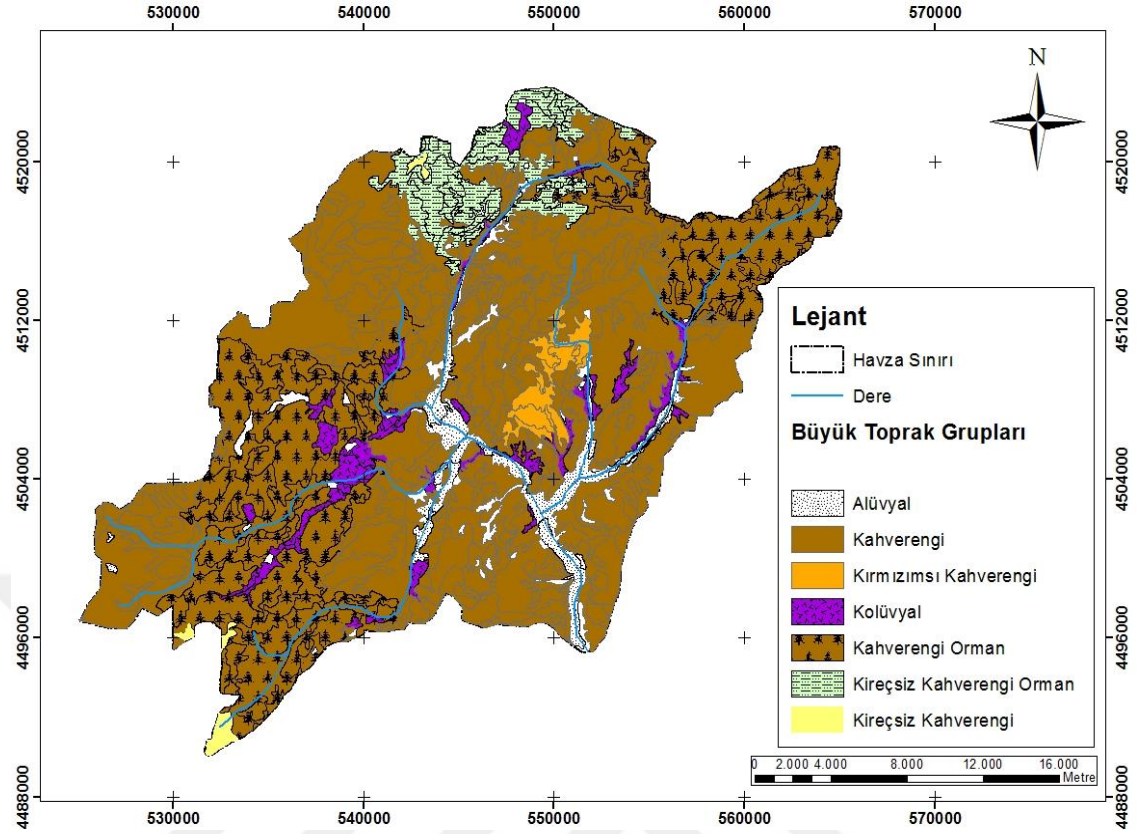
İlkbahar en yağışlı mevsim, yaz mevsimi ise yağış oranın en az olduğu mevsimdir. En fazla yağış 53,6 kg/m² ile Mayıs ayında, en az yağış ise 16,4 kg/m² ile Eylül ayında görülmektedir. Yıllık toplam çekilen miktar 393,9 kg/m²'dir. Merkez bölgede hakim rüzgar 2.416 olayla kuzeybatı (karayel) yönündedir. Daha sonra güneybatı (lodos) ve güneydoğu (keşişleme) gelmektedir (Tuna 2010).



Şekil 3.5 Aylara göre uzun yıllar ortalama yağış değerleri

3.1.3 Toprak Tipi

Toprak grubu haritasına göre sınıflandırıldığında bölge alüvyal kahverengi kırmızımsı, kahverengi kolüvyal, kahverengi orman, kireçsiz kahverengi orman ve kireçsiz kahverengi topraklardan oluşmaktadır. Çalışma alanının büyük bir kısmında kahverengi topraklar hakimdir.



Şekil 3.6 Tatlıçay havzasının toprak haritası

3.1.3.1 Alüvyal Topraklar

Bu topraklar genellikle sürekli olarak su baskınlarına ve siltasyona maruz kalan delta ovalarında ve taşkın yataklarında bulunur. Buralar Çukurova, Asi, Göksu, Köyceğiz, Büyük ve Küçük Menderes, Gediz, Bakırçay, Sakarya, Bafra, Çarşamba, delta ovaları ile Konya ovasının kenarları Muş, Erzurum, Erba ve Niksar ovalarının merkezi civarında bulunmaktadır.

Alüvyal toprak taşındığından ince ve değirmen boyutundadır. Bu topraklar dikey olarak genel olarak sıkça değişkenlik göstermektedir. Yatay olarak çok az değişiklik gösterir. Alüvyal toprak tarıma elverişli ve tarıma uygun topraklardır.

3.1.3.2 Kolüvyal Topraklar

Dağların eteklerine ve yamaçlarına taşınan toprak birikintilerinden oluşmaktadır. Bu topraklar ayrı ayrı şekilde bulunmaktadır. Bu topraklar bağcılık ve bahçecilik için uygundur. Üzerinde bir orman gelişim gösterebilmektedir.

3.1.3.3 Kahverengi Orman Toprakları

Bu topraklar Karadeniz Bölgesi ve İç Anadolu 1200 m rakımın üzerindeki bölgelerde, Kuzey Trakya, Yıldız Dağları, Batı Anadolu ve Güneydoğu Toros Dağları'nda yaygındır. Orman örtüsünde yetiştiği için toprak organik maddece zengin ve rengi koyudur. Yağışın fazla olduğu yamaçlarda toprak asitlikle reaksiyona girmektedir.

3.1.3.4 Kırmızımsı Kahverengi Topraklar

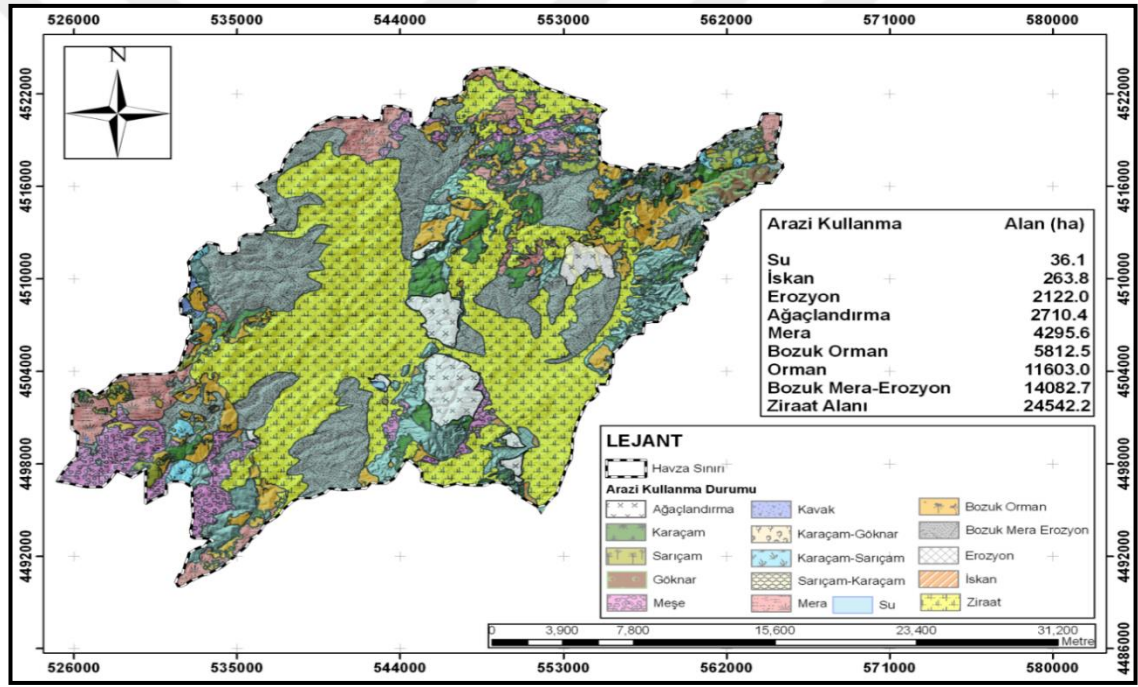
Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde bulunan kırmızı kahverengi toprakları, karasal yarı kurak iklim koşullarında, bozkır bitki örtüsü altında gelişmiştir. Toprağın kırmızı olmasının nedeni yüksek sıcaklığın demirin oksitlenmesini hızlandırmasıdır. Bu bölgelerde genellikle tahıl yetiştirilmektedir.

3.1.3.5 Kireçsiz Kahverengi Topraklar

Kuzey ve Doğu İç Anadolu ile Orta Batı Anadolu'da 1000 metrenin üzerindeki rakımlarda bozkır ormanları veya kuru ormanlar altında gelişen bu toprakların ana maddeleri granit, silisli şeyl, andezit gibi silisik asittir. Besin açısından fakir olan bu topraklar, aşırı yıkanma nedeniyle hafif asidik bir reaksiyon sergilemektedir.

3.1.4 Bitki Örtüsü

Havza içerisindeki orman alanları ağırlıklı olarak üst havzada, Karadeniz ikliminin etkisi altındaki yayla ve yamaçlarda yer almaktadır. Havzanın üst kısmında ormanlar ve zengin dağ çayırları bulunmaktadır. Bu bölgedeki toprak tuz ve alçı içermez. Aşağı kesimlerde geniş, düz çayırlar ve tarım alanları bulunmaktadır. Bu bölgede orman bulunmamaktadır. Kurak iklim nedeniyle bitki örtüsü çalı ve otsu türlerden oluşmakta olup, su ihtiyacı azdır. Mansap kesimde iklim, toprak ve bitki örtüsü arasındaki ilişki bozulmakta, insan baskısı ciddi erozyona neden olmaktadır (Serhat 2016).



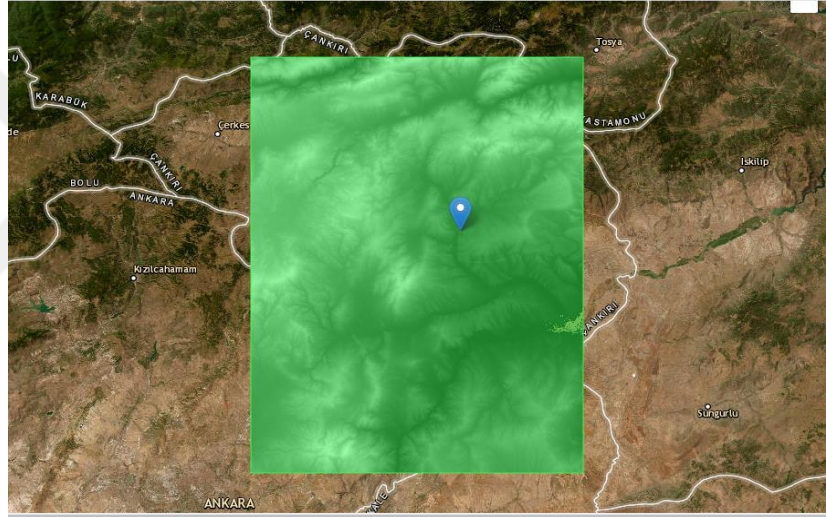
Şekil 3.7 Tatlıçay havzasının arazi kullanım haritası

Çalışma alanı, insan etkisinin yoğun olduğu bir yerleşim alanının hemen yakınında yer almaktadır. Dere içindeki alüvyonlu araziler mera ve tarım arazisi olarak kullanılmaktadır. Bu bölgelerde oriaster (*Elaeagnus angustifolia*), ılgın (*Tamarix smyrnensis*), söğüt (*Salix alba*, *S. amplexicaulis*) ve kavak (*Populus alba*) gibi nemli ve tuzlu özelliklere sahip otsu türler yaygındır. Bu bölgedeki aşırı otlatma bitki örtüsünün tahrip olmasına yol açmıştır. Havzanın yukarı kısmında tuzluluk azalarak meyve ve sebze tarımına olanak sağlamaktadır (Serhat 2016).

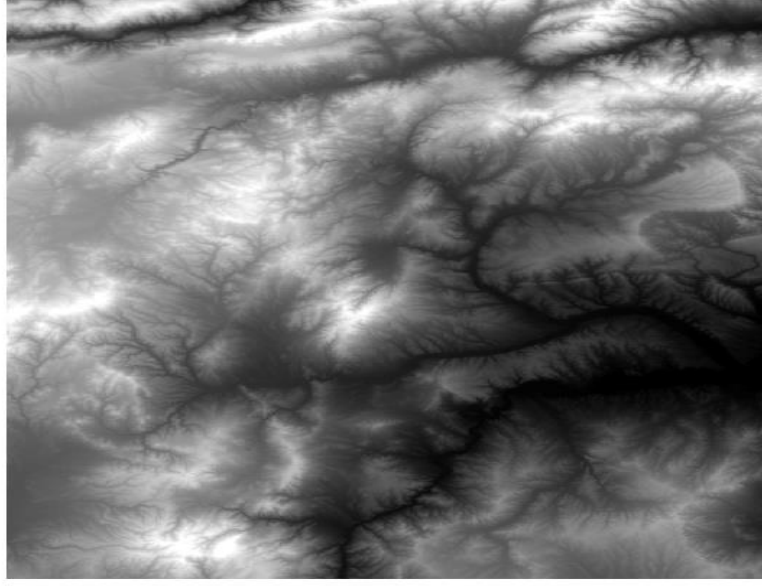
3.2 Yöntem

3.2.1 Sayısal Yükseklik Modelinin (SYM) Elde Edilmesi

Bu araştırmada kullanılan sayısal yükseklik modeli (SYM), Uluslararası Mekik Radar Topografi Misyonu - SRTM projesi kapsamında uzaya gönderilen Endeavor uzay mekiğinin verilerinden elde edilmiştir. USGS, tüm dünyanın dijital arazi modelini oluşturmayı hedefliyor. 30 m çözünürlüğe sahip olup Dünya Jeodezik Sistemi 84 (WGS84) coğrafi koordinat sisteminde yayınlanmaktadır.



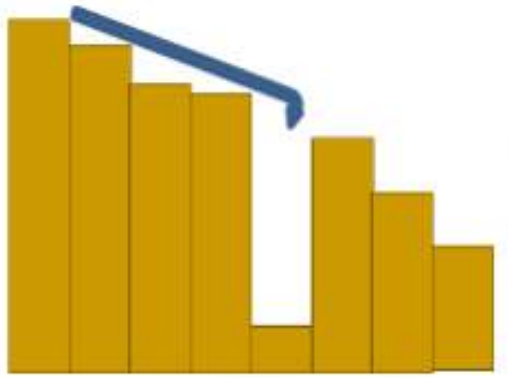
Şekil 3.8 USGS sisteminde Çankırı bölgesini kapsayan sayısal yükseklik modeli



Şekil 3.9 ARCGIS'te Çankırı bölgesini kapsayan sayısal yükseklik modeli

3.2.2 SYM Boşluklarının Doldurulması

SYM'i oluşturan her hücrenin sekiz komşusundan birine akması için yüksekliğinin komşusunun yüksekliğinden büyük veya ona eşit olması gerekir. Bu fonksiyon sayısal yükseklik modellerinde oluşabilecek boşluk hatalarını ortadan kaldırmak için kullanılır. SYM'deki boşluklar doldurulmazsa akış oluşmaz. ArcGIS programı, ilgili hücrelerin yüksekliğini komşu hücrelerin yüksekliğine uyacak şekilde artırarak SYM'deki boşlukları doldurur.



Şekil 3.10 SYM'de oluşması muhtemel boşluk

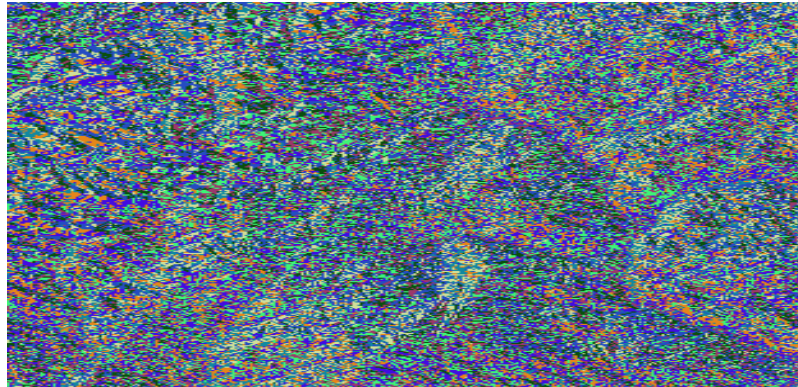
SYM'deki boşluklar doldurulduktan sonra hücre sistemi içindeki akışın yönü belirlenmelidir. Su akışı hızı en düşük yükseklik değerinde olan hücreye doğru gerçekleşmektedir. Akışın yönünü belirlemek için "8 yönlü akış modeli" adı verilen bir model kullanılır. Hangi hücrelerin akışa sahip olduğunu belirlerken ArcGIS programı hücreler arasında maksimum bir düşüş değeri ayarlamaktadır. En büyük azalma, hücreler arasındaki yükseklik farkının hücre merkezleri arasındaki mesafeye oranıdır.

Hücrenin akımı ilettiği yön, sistem tarafından belirlenen hücreye atanan kod numarası ile temsil edilir. Örneğin bir hücredeki su doğu hücrelerine akıyorsa o hücrenin akış yönü kodu 1'dir. Kod numaraları 20'den 27'ye kadar başlar; bu, 1'den 128'e kadar 2'nin tam sayı kuvvetleri anlamına gelir.

32	64	128
16		1
8	4	2

Şekil 3.11 Akım yönlerini temsil eden numaralar

Çalışma bölgesi için oluşturulan akış yönlerini gösteren bir DEM Şekil 3.12'de gösterilmektedir.

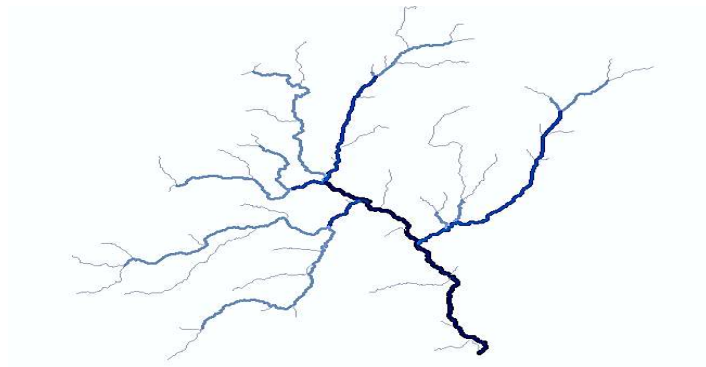


Şekil 3.12 Çankırı bölgesinde akış yönleri

3.2.3 Kümülatif Akımın Hesaplanması

Kümülatif akımın hesaplanması, bir hücrenin kaç hücreden akım topladığını belirler. Daha yüksek rakım değerlerine sahip hücre sayısının kendisi tarafından sağlanıp sağlanmadığını belirlemektedir. Bu sayı her hücreye toplam değer olarak atanır. Bu işlemin sonucunda suyun toplandığı hücreler ortaya çıkar ve bu hücreler birleşerek bir yönlendirme ağı oluşturur.

Akarsu yataklarına karşılık gelen yerler debi toplama değerleri yüksek alanlardır. Havza çalışmalarında en önemli sorun, Akarsuyu tanımlamak için uygun eşiklerin (akım toplama değerleri) seçilerek akarsu yataklarının belirlenmesidir. Akış ağının yoğunluğu seçtiğiniz sınıra bağlıdır. Gerekenden daha küçük bir limitin seçilmesi daha yoğun bir akış ağı oluşturacaktır. Gerekenden daha büyük bir limitin seçilmesi de daha az yoğun bir akış ağı yaratacaktır. Bu çalışmada farklı limit değerleri seçilerek elde edilen nehir ağlarını uydu görüntüleri ve dijital harita görüntülerinden oluşan nehir ağları ile karşılaştırdık ve limit değerleri kullanarak birbirleriyle uyumlarını doğruladık. İncelenen DEM'de kümülatif akış hesaplamasında sınır olarak 610 değeri belirlenmiş ve bulunan değerden az akış toplama hücreleri akarsu ağına göre daha açık renkte görüntülenmiştir.



Şekil 3.13 Çankırı şehir merkezini de kapsayan akarsu ağı

3.2.4 Havza Çıkış Noktasının ve Havza Alanının Belirlenmesi

Kümülatif akımların bulunmasının ardından havza sınırlarının belirlenmesi için havza çıkış noktasının programa tanımlaması yapılmalıdır. Tanımlanmış olan çıkış noktasına uygun eşik değeri verilerek oluşturulan akarsu ağını oluşturan hücrelerin üzerinde bulunacaktır.

Tez içeriğinde bahsedilen alanda Çankırı ili merkezi olduğundan dolayı, şehir merkezinin içerisinde ilerlemekte olan Tatlıçay Deresi'nin Acıçay Deresi ile birleştiği nokta havza çıkış noktası olarak belirlenmiştir.

Tatlıçay Deresi'nin havza alanının ağırlık merkezi koordinatları sırasıyla X: 544 787 ve Y: 4 507 481 olarak bulunmuştur. Koordinat sistemi, WGS 1984 UTM Zone 36 seçilmiştir.



Şekil 3.14 Havza çıkış noktası

3.2.5 Hec-Ras ile Hassas Bölgenin Modellenmesi

Tatlıçay Deresi'nin geçmiş olduğu şehir merkezi alanı için bulunması gereken verilerin (topoğrafik haritalar, hidrolojik verileri v.b.) bulunmasının ardından olabilecek taşkınlar açısından gerekli olan hidrolik analizler bir ve iki boyutlu şekillerde birleştirilip (1D-2D) modeller tasarlanarak gerekli modelleme yapılmıştır. Bu bölümde analitik sonuçlar

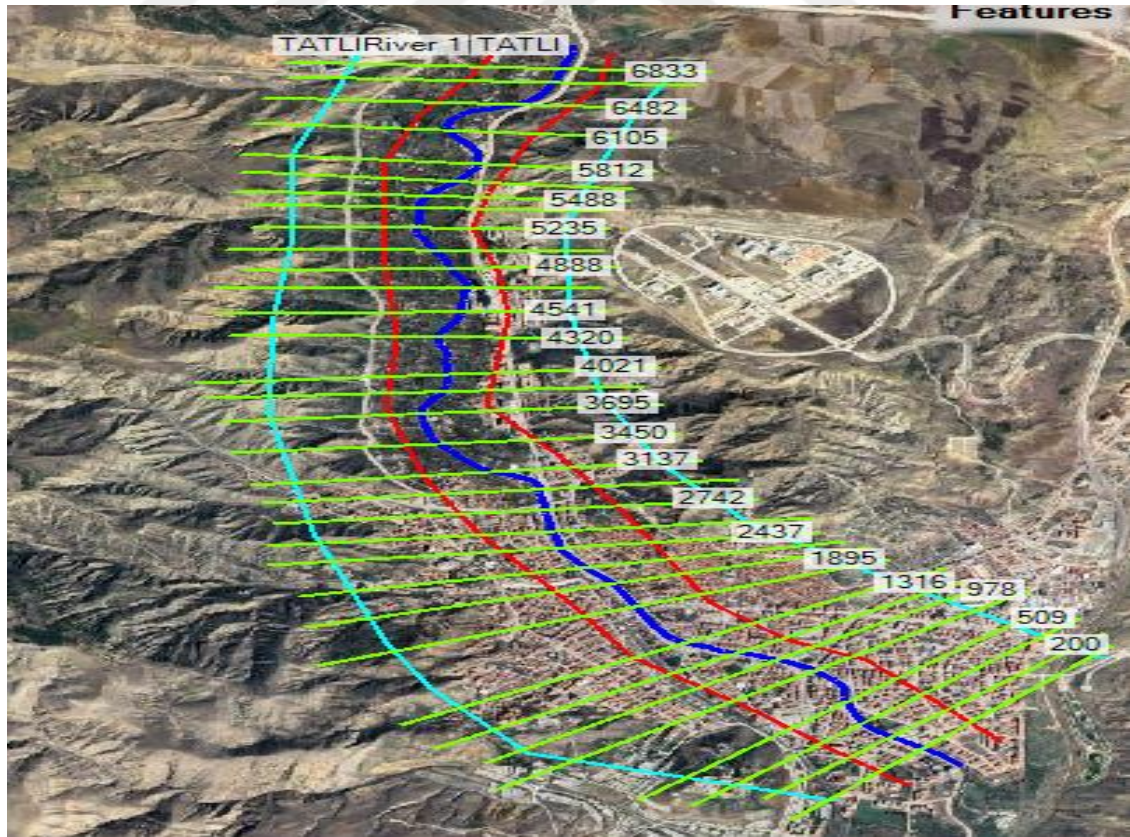
(taşkın yatağı, su seviyesi profili) sunulmakta ve bölümün sonunda her iki modelin (1D ve 1D-2D) karşılaştırması yapılmaktadır.

3.2.5.1 Bir Boyutlu (1D) Model Oluşturulması

Bu kısımda, Tatlıçay Deresi'nin HEC-RAS programında 1D modelinin hazırlanması için kullanılması gereken geometrik bulguların, debilerin ve sınır özelliklerinin nasıl açıklandığından bahsedilmektedir.

3.2.5.2 Geometri Verileri

Şekil 3.8'de Tatlıçay deresinin Çankırı merkezinden geçen 1 boyutlu geometrinin modellendiği kesiti tümüyle görülmektedir. Burada kanal güzergahı mavi renkle, dereden çıkarılan kesitler ise yeşil renkle gösterilmiştir.

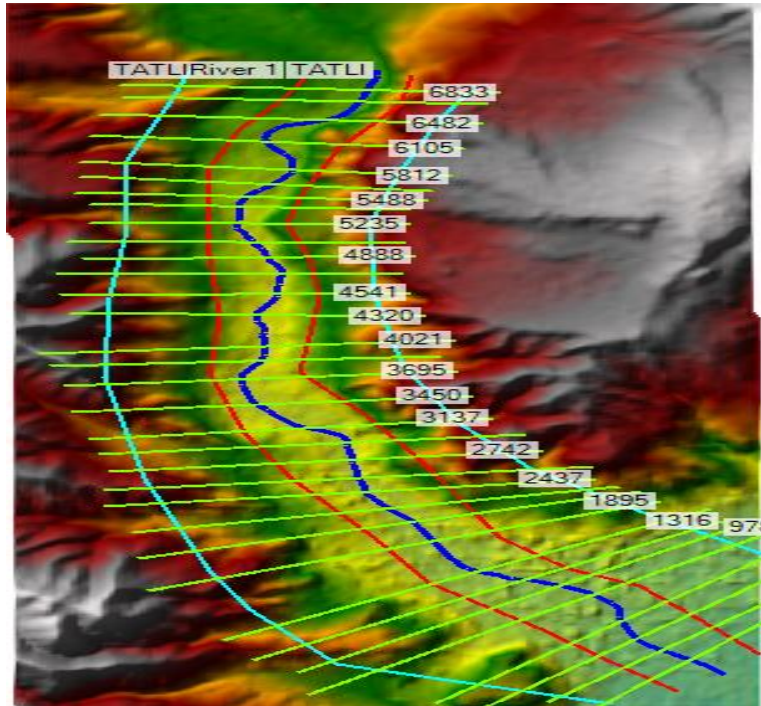


Şekil 3.15 HEC-RAS 1D modelinin genel plan görüntüsü

Geometrik bilgiler, OPEN topoğrafya programı ile elde edilen haritanın işlenmesinden arazi modeli oluşturularak toplanmıştır. Güncel haritada Tatlıçay çayının batimetrik rölyefleri de yer alıyor. OPEN TOPOGRAPHY sahasının arazi modelinin oluşturulmasında nehir yatağı özelliklerinin ve çevresel yüksekliklerin (karayolları, demiryolları, insan yerleşimleri vb.) modele doğru şekilde aktarılmasını sağlamak için üçgen modelleme kullanılmıştır.

Bu araştırma için Tatlıçay Deresi güzergahının HEC-RAS yazılımındaki toplam mesafesi 5.232 metredir. Kesit çizgileri çizildiği arazinin topoğrafyasını gösterir. Yapılan hidrolik hesaplama tek boyutlu özellik taşıdığından nehrin hidrolik özelliğın doğru bir şekilde tahmin edilebilmesi için akış yönüne dik kesitlerin seçilmesi gerekmektedir.

Kesitler kilometre aralıklarla ve istenilen uzunluklarda alınan HEC-RAS programında "GEOMETRİ" adı altında veri olarak kaydedilir. HEC-RAS'ta Tatlıçay akışının 1 boyutlu modelinin oluşturulması için HEC-RAS programının RASMAPPER penceresinde 20 adet kesit oluşturulmuştur.

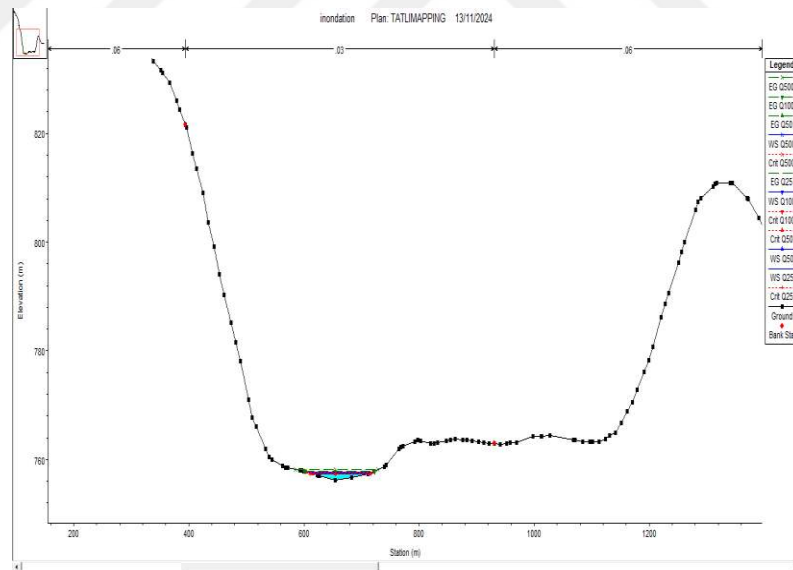


Şekil 3.16 HEC-RAS programında oluşturulmuş arazi modeli, aks hattı ve en kesitler

3.2.5.3 Pürüzlülük Katsayısının Belirlenmesi

HEC-RAS'ta modelleme için önemli olan Manning pürüzlülük değerleri Chow (1959)'un tablolarından uygun şekilde seçilmiştir. Ana kanal dışındaki dere yatağı, yan duvarlar ve taşkın yatağı için farklı pürüzlülük katsayıları oluşturularak daha doğru bir modelin oluşturulması sağlanmıştır.

Sediment taşıyan ve Chow Manning sınıflandırmasına göre ana kanalın çukuruna karşılık gelen su yolu yatağının pürüzlülük katsayısı $n=0,030$ olarak tahmin edilmektedir. Yatak boyunca beton ve taş duvarların bulunduğu bölümlerde pürüzlülük katsayısı $n=0,023$ olarak belirlenmiş olup, bu değer bu bölümler için de kullanılmaktadır. Ayrıca Tatlıçay deresinin ana yatağı dışında yer alan taşkın bölgesine karşılık gelen yerleşimlerin tespit edildiği alanlara $n=0,060$ katsayısı atanmıştır (Çolak 2019).



Şekil 3.17 Manning pürüzlülük katsayılarının temsil ettiği kısımları gösteren Tatlıçay deresi'ne ait bir enkesit örneği

3.2.5.4 Sınır Şartlarının Belirlenmesi ve Kararlı Akım Değerlerinin Girilmesi

Tatlıçay deresinin HEC-RAS'ta 1B modellemesinde, akış yukarısı ve akış aşağısı sınır koşulları belirlenirken üniform akış koşullarının olduğu varsayılmıştır. Bu nedenle, akış yüksekliğinin belirlenmesinde "normal derinlik" etkeni kullanılmıştır. Normal derinlik değerlerinin hesaplanması için, akış yukarı ve akış aşağı kanal eğimleri belirlenmiştir.

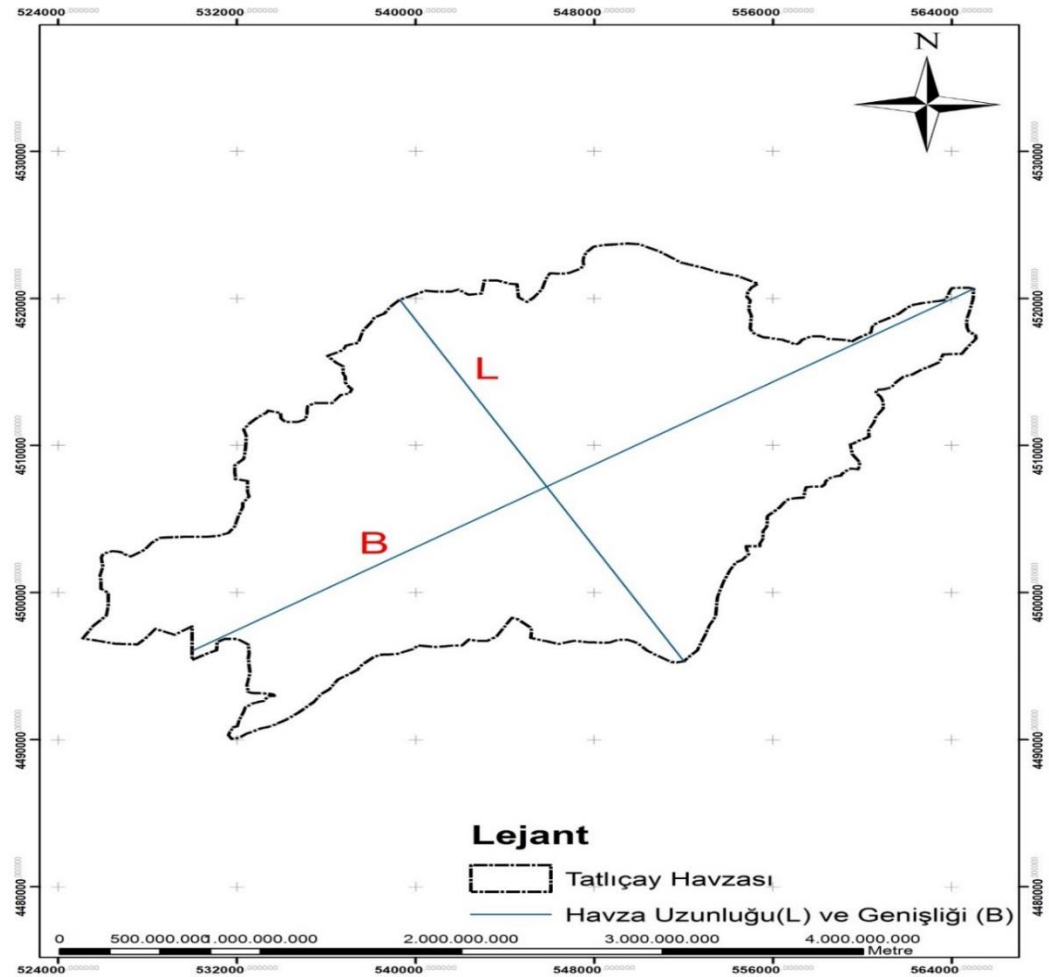
Yukarı akış kesitinin normal derinlik değerlerini hesaplamak için 0,0062 m/m'lik üniform taban eğimi, aşağı akış kesiti için ise 0,0051 m/m'lik değer girilmiştir. HEC-RAS 1D sabit akımına giren Q25, Q50, Q100 ve Q500 debileri, her tekrar yılı için hidrolojik çalışmadan bulunan maksimum değerler alınarak belirlenmiştir. Bu nedenle bu çalışma dört farklı debide gerçekleştirilmiştir: $Q25 = 130,11 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q50 = 165,62 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q100 = 209,49 \text{ m}^3/\text{s}$ ve $Q500 = 290,73 \text{ m}^3/\text{s}$ (Çolak 2019).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Tatlıçay Havza Alanının Karakteristikler

4.1.1 Topografik Karakteristikler

Çankırı Tatlıçay Havzası'nın toplam alanı 65.468,3 hektar olarak hesaplandı. Özhan (2004)'e göre Tatlıçay havzası 65,46 km² alana sahip büyük bir havza olarak sınıflandırılmaktadır.



Şekil 4.1 Tatlıçay havza şekli

4.1.1.1 Şekil

Havza alanı, büyüdükçe havza şekilleri değişse de küçük havzalar genellikle armut şekline benzemektedir. Bir havzanın şekli, suyun havzayı terk etme süresini, drenaj sistemini ve hidrolojik özelliklerini doğrudan etkiler. Uzun ve dar havzalar suyu daha yavaş boşaltır, bu da su baskını ve sel riskini azaltır. Havzanın uzunluğu şemada (L) ile, genişliği ise (B) ile gösterilmiştir.

4.1.1.2 Form Faktörü

Form faktörleri, havzaya düşen yağışların derelere ulaşma hızını ve süresini etkileyen havza özellikleridir. Bu havzanın tüm alanının havza uzunluğunun karesi alınarak bölünmesiyle hesaplanmaktadır (Özhan 2004).

$$\text{Ş} = \frac{A}{L^2}$$

A= havzanın alanı (km²)

L= havza uzunluğu (km)

$$\frac{654,68}{870,25} = 0,75$$

4.1.1.3 Şekil Faktörü

Havzanın uzunluğunun kare alınarak havzanın toplam alanına bölünmesi ile hesaplanmaktadır (Özhan 2004).

$$\text{Ş} = \frac{L^2}{A}$$

Formülde;

Ş: Şekil faktörü

A: Alan (km²)

L: Havza uzunluğu (km)'dur.

$$\frac{870,25}{654,68}=1,32$$

Bu faktörün değeri 1'den büyüktür. Form faktörü ile benzer özellik göstermekte olan bir özelliktir, havza alanı ile uzunluk arasındaki ilişkiye dayanmaktadır. Alan arttıkça şekil faktörü azalır, uzunluk arttıkça şekil faktörü artar.

4.1.1.4 Dairesellik Oranı

Havzanın şeklini belirlemek için daireellik kullanılır. Havza alanının havza çevresini içeren dairenin alanına bölünmesiyle hesaplanır (Özhan 2004).

$$R_c = \frac{4\pi A}{P^2}$$

Formülde :

R_c : Dairesellik oranı

A: Alan (km^2)

P: Havza çevresi (km) olarak ifade edilmektedir.

$$\frac{4 * \pi * 654,68}{22868,07}=0,4$$

Hızal'a (1984) göre bu oran homojen jeolojik yapıya sahip küçük havzalarda 0,6 ile 0,7 arasında değişmekte olup, havzaların şekillerinde büyük benzerlikler bulunmaktadır. Öte yandan, nispeten heterojen jeolojik yapıya sahip havzalarda bu oran 0,4 ile 0,5 arasında değişebilmektedir. Bu da daha uzun havza geometrilerine karşılık gelmektedir (Aydın 2009).

Bir havzanın şeklinin çevresine karşılık gelen daireye oranı da daireellik olarak kabul edilir. Havza daireye ne kadar yakınsa havzanın enlem ve boylam değerleri de o kadar yakın olacaktır.

4.1.1.5 Uzama Oranı

Alanı havza alanı ile aynı olan bir dairenin çapının havza uzunluğuna bölünmesi sonucunda bulunmaktadır.

$$E = \frac{2\sqrt{A/\pi}}{L}$$

Formülde;

E: Uzama oranı

A: Havza alanı (km²)

L: Havza uzunluğu (km) olarak ifade edilmektedir.

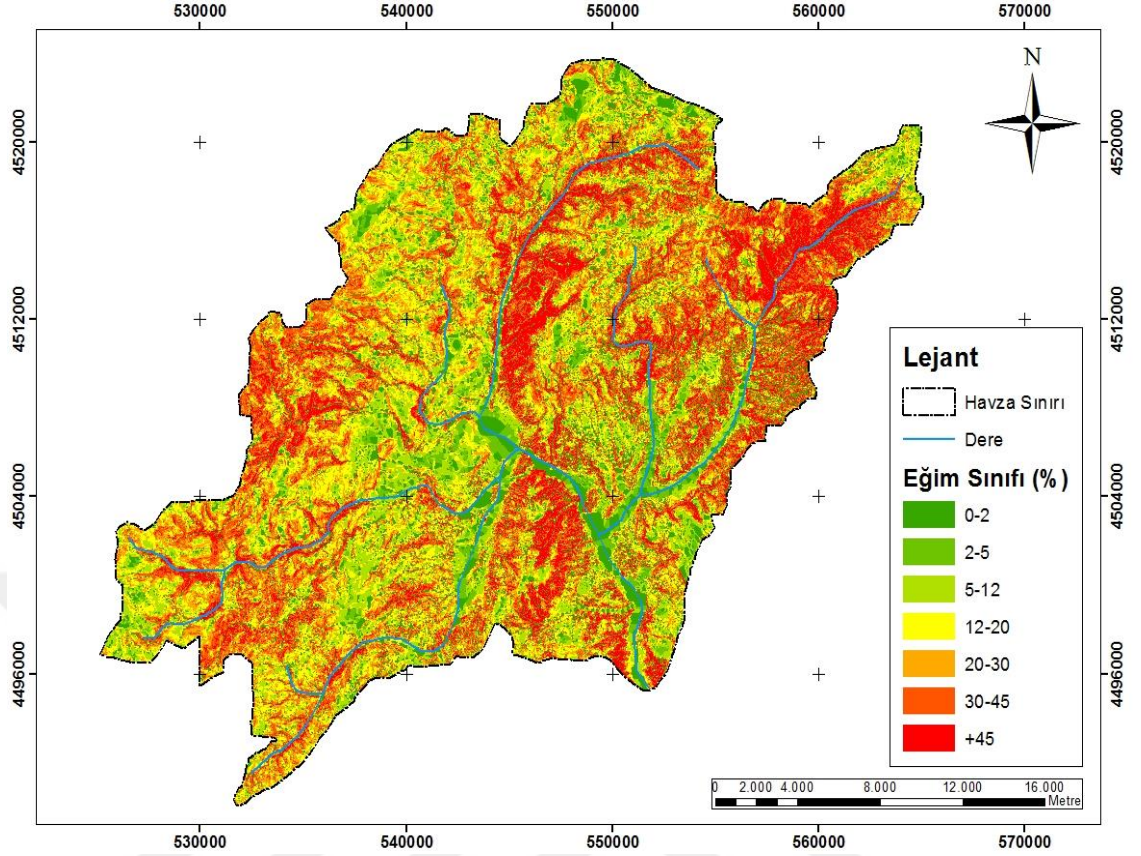
$$E = \frac{2\sqrt{654,68/3,14}}{29,49} = 0,9$$

Hızal'a (1984) göre bu oran havzanın dar veya geniş olduğunu gösteren bir parametredir ve Tatlıçay havzası büyük bir havzadır.

Özhan'a (2004) göre bu değer 1'den küçüktür ve dağlık havzalarda küçük değerler alır. Bu nedenle Tatlıçay Havzası dağlık bir havzadır.

4.1.1.6 Ortalama Eğim

Yer şekli eğimleri hem hidroloji hem de su erozyonu açısından büyük önem taşımaktadır. Bir havzanın ortalama eğimi, yüzeysel akışın oluşumunda ve dolayısıyla dere deşarjı ve tepe deşarjı hidrografının şeklinde önemli bir faktör olup, arazi engebeliliğinin derecesini temsil etmektedir (Aydın 2009).



Şekil 4.2 Tatlıçay havzası eğim sınıfları haritası

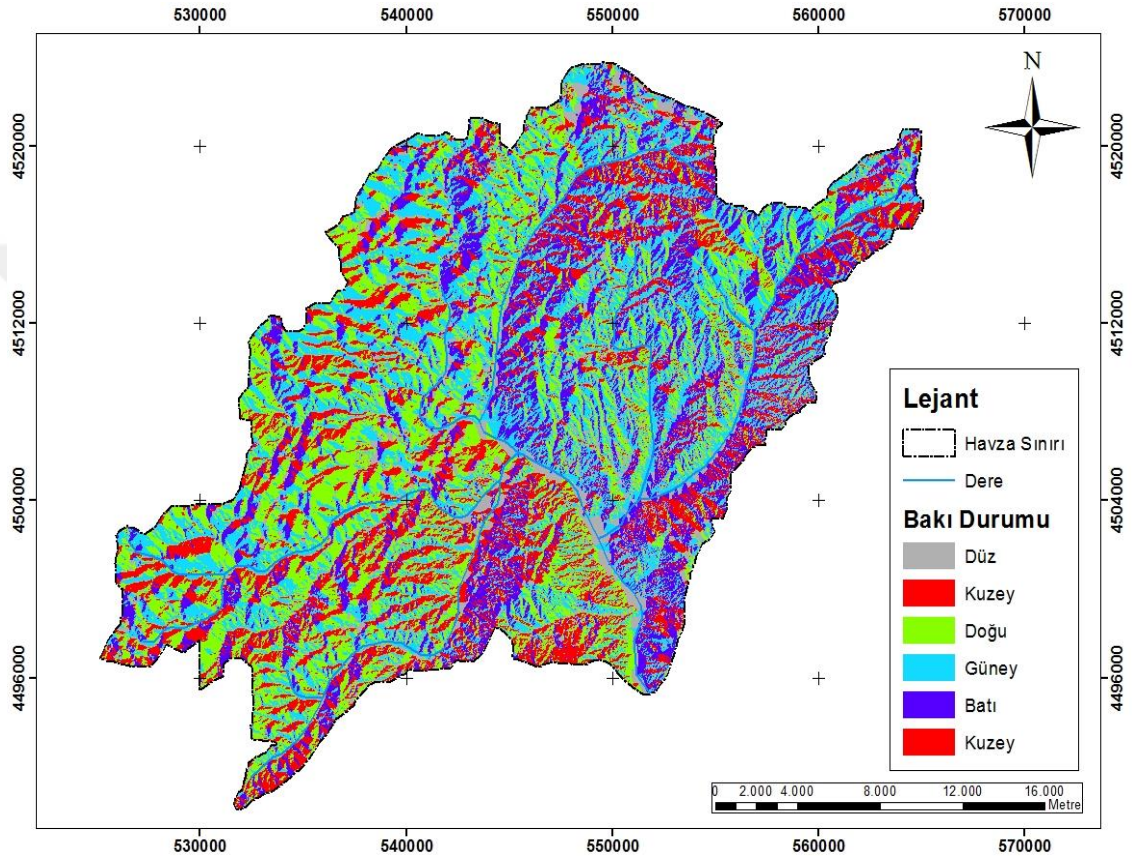
Tatlıçay Havzası'nda ise ortalama eğim %12 ile %20 arasında değişmektedir ve bu durum onu dik eğimli araziler kategorisinde sınıflandırmaktadır.

Arazi eğiminin incelenmesi erozyon, toprak derinliği ve dokusu, yüzey alanı, arazi kullanımı ve bitki örtüsü gibi çeşitli özellikleri etkilediğinden daha da önemlidir. Ayrıca eğim, zemin sınıflandırmasında temel bir kriterdir (Çepel 1995).

4.1.1.7 Havzanın Bakı Durumu

Havza yönelimini CBS kullanarak belirlemek için, havza ızgara dosyası kullanılarak bir yönlendirme ızgara dosyası oluşturuldu. Bu dosya kuzeyden saat yönünde 0°'den 360°'ye kadar pozitif açı değerlerini içerir. Ortaya çıkan dosyada en fazla grid hücresinin bulunduğu yön, havza yönünü tanımlar (Aslan 2005).

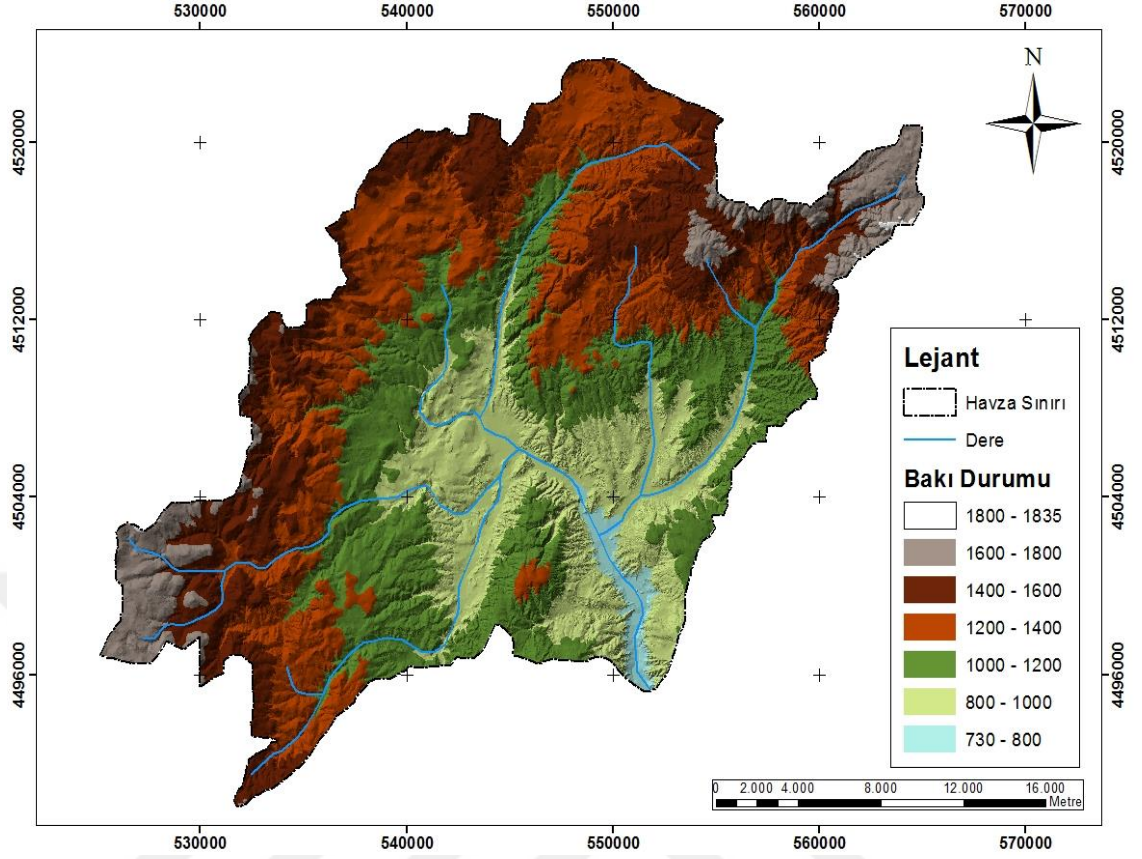
Tatlıçay havzasının bakı haritası oluşturulurken kuzey, güney, doğu, batı ve düz alan olmak üzere dört ana yön dikkate alınmıştır. Havzanın yüksek eğimi ve engebeli topoğrafyası nedeniyle ana yönleri ve düz alanları araştırdık. Havza yönetimi araştırmaları ve ekolojik açıdan arazinin ana yönü yeterli, ekolojik açıdan ise arazinin ana yönü yeterli ve gereklidir.



Şekil 4.3 Tatlıçay havzası bakı grupları haritası

4.1.1.8 Ortalama Yükseklik

Tatlıçay Havzası'nın ortalama yüksekliği 1260 m olup, bu havzanın ortalama yüksekliği Türkiye ortalamasından 130 m yüksektir. Tatlıçay havzasının en yüksek noktası 1830 metredir. En düşük rakım ise havzanın çıkışı olan 720 metredir.



Şekil 4.4 Tatlıçay havzasının ortalama yüksekliği

4.1.1.9 Maksimum Havza Reliyefi

Havzanın en yüksek noktası ile en alçak noktası arasındaki yükseklik farkını ifade etmektedir. H harfi ile gösterilmektedir (Özhan 2004).

Tatlıçay Havzası'nın en yüksek noktası 1830 m, en alçak noktası ise 720 m'dir. Buna dayanarak Tatlıçay Havzası'nın maksimum havza reliyefi (H) 1110 olarak belirlendi. Bir havzada daha fazla arttıkça, yüzey suyunun havzadan ayrılması için gereken süreyi azaltır, derelerde akan su hızını artırır ve sel, su baskını ve erozyon riskini artırır.

4.1.1.10 Reliyef Oranı

En yüksekte olan ve en alçakta bulunan iki nokta arasında yükseklik farkının (Maksimun havza reliyefi) ana dere yatay uzunluğuna bölünmesidir (Özhan 2004).

$$R_h = \frac{H}{L}$$

Formülde;

R_h : Reliyef oranı

H: En yüksek ve en alçak nokta arasındaki yükseklik farkı (m)

L: Ana derenin yatay uzunluğu (m)

$$\frac{1110}{35641,09} = 0,03$$

4.1.1.11 Oransal Reliyef

Oransal reliyef parametresi havzanın maksimum reliyefinin (H) havza çevresine bölünmesi sonucunda hesaplanmaktadır (Özhan 2004).

$$R_{ho} = \frac{H}{p}$$

Formülde;

R_{ho} : Oransal reliyef

H: En yüksek ve en alçak nokta arasındaki yükseklik farkı (m)

P: Havzanın çevresi (m)

$$\frac{1110}{302441,98} = 0,006$$

4.1.2 Akarsu ve Drenaj Ağı Karakteristiğı

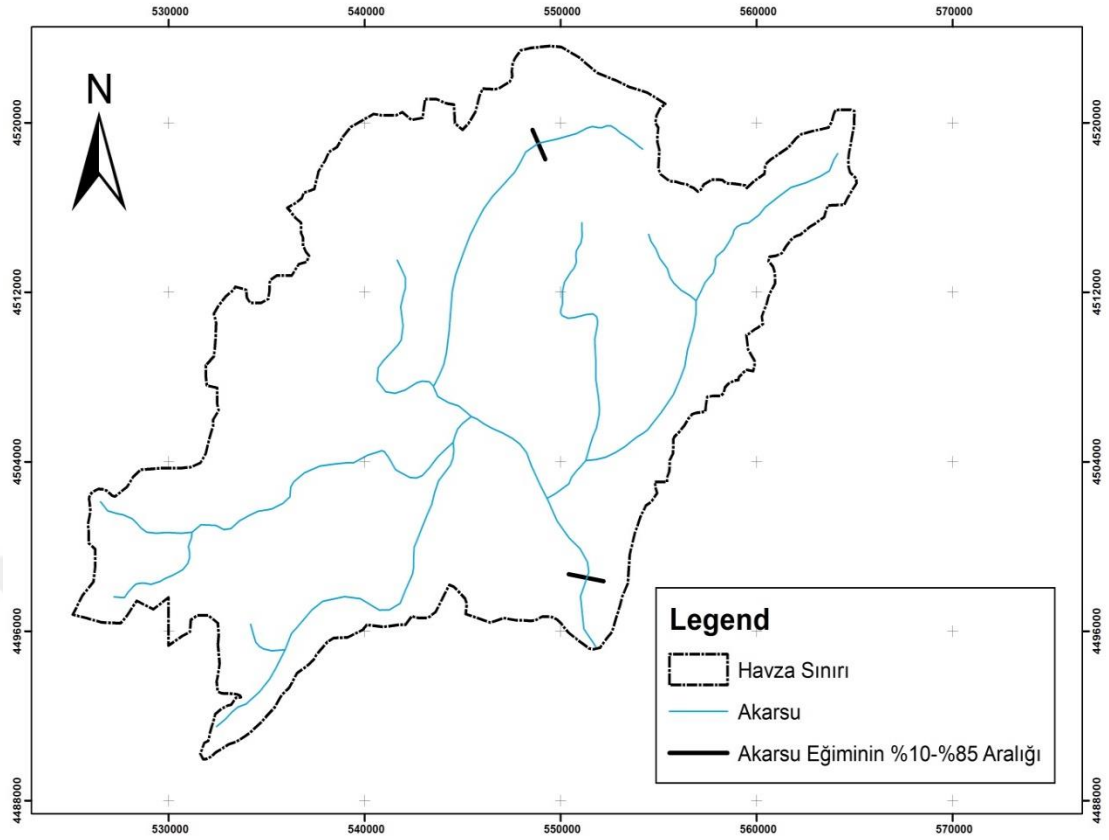
4.1.2.1 Akarsu Eğimi

Taşkın analizlerinde dikkate alınan temel parametrelerden biri eğimdir. Havzanın genel eğimi, özellikle de ana dere eğimi, akarsuyun akış hızını doğrudan etkiler. Eğim arttıkça, akış hızı da paralel olarak artar; bu durum, konsantrasyon süresi ve tepe debisi gibi hidrograf parametrelerini de önemli ölçüde etkiler. Eğim hesaplamaları genellikle iki farklı yöntemle gerçekleştirilir (Aslan 2005).

Bu yöntemlerden ilki, harmonik eğim hesabıdır. Bu yöntemde, ana akarsu yatağı eşit uzunlukta 10 parçaya bölünür. Ardından, "surface profile" komutu kullanılarak bu kesitler boyunca belirli aralıklarla yükseklik (elevasyon) verileri otomatik olarak elde edilir ve bir veri dosyasına kaydedilir. Bu verilerden, her bir kesit için başlangıç noktasına olan yatay mesafe ve yükseklik değerleri kullanılarak yükseklik farkı (H), yatay mesafe (L) ve eğim değeri (Si) hesaplanır. Elde edilen bu değerler ile oluşturulan diyagram, ana akarsuyun harmonik eğimini belirlemek amacıyla kullanılır (Cürebal 2004).

Benson (1962) tarafından geliştirilen ikinci yöntem birçok ülkede yaygın olarak kullanılmaktadır. Hammer ve Kichen (1981)'e göre bu yöntem, ana dere havza çıkış noktasından kaynağa kadar toplam uzunluğunun belirlenmesinde kullanılmaktadır. Ana dere uzunluğunun %10 ile %85'inin harita üzerinde işaretlenmesiyle bulunan iki noktayı birleştiren çizginin eğimine ana dere eğimi denilmektedir.

Tatlıçay havzasının ana dere eğimi bulunurken Benson (1962)'nin geliştirdiğı yöntem dikkate alındı. Benson (1962) yöntemine göre Tatlıçay havzasının ana deresinin eğimi %1,4 olarak hesaplanmıştır.

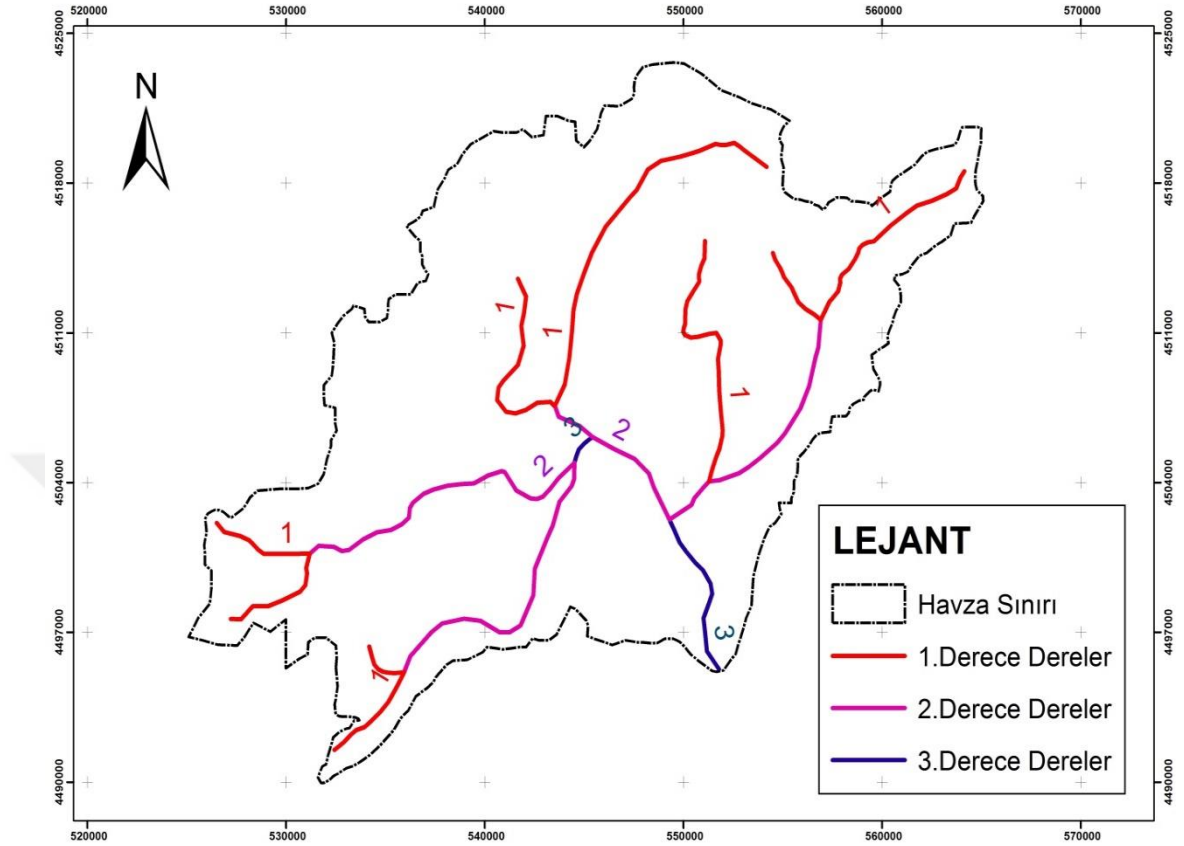


Şekil 4.5 Tatlıçay havzasının drenaj deseni

4.1.2.2 Dere Sırası

Bir havza içindeki kollar büyüklüklerine göre hiyerarşik sırayla sıralanmaktadır. Bu sıra, 1 tabanlı bir dere sırası (Ns) dizisi oluşturur. Ancak bu mevcut düzen farklı araştırmacılar tarafından farklı şekilde ifade edilmektedir. Gökdere Havzası adere sınıflandırılmasında Strahler (1957)'nin belirlediği yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemde, akarsu sisteminin en küçük kolları, yani başka bir kolu olmayan dereler birinci sıra (1) olarak kabul edilir. İki birinci sıra derenin birleşmesiyle oluşan dereye ikinci sıra (2) numarası verilir. Aynı şekilde, iki ikinci sıra derenin birleşiminden üçüncü sıra (3), iki üçüncü sıra derenin birleşiminden ise dördüncü sıra (4) dere oluşur. Bu sıralama, akarsuyun yapısına bağlı olarak daha da ileri düzeylere kadar devam edebilir. Sonuç olarak, akarsu sisteminin ana kolunun, bu sıralama içinde en yüksek numarayı alması beklenir (Özhan 2004).

Tatlıçay havzasındaki sürekli ve periyodik derelerin toplam sayısı 15 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.6 Tatlıçay havzasının dere sırası

4.1.2.3 Drenaj Yoğunluğu

Havza drenaj ağı, ana suyolunun ve su alan tüm kollardan oluşan bir akarsu ağıdır. akarsu ağları su alan kollara göre kademeli olarak düzenlenmiştir (Aslan 2005).

Drenaj yoğunluğu km^2 başına yaklaşık olarak hesaplanan akarsu uzunluğunu ifade etmektedir. Bir havzada su iletmekte olan doğal oluşumlu bütün akarsu kollarının toplamı uzunluğunun havza alanına bölünmesiyle hesaplanmaktadır (Özhan 2004).

Yüksek drenaj yoğunluğu, iyi gelişmiş bir drenaj sistemini ve düşük yüzey akışını gösterir. Granit, kuvarsit, silika ve kumtaşı gibi sert, erozyona dayanıklı kaya kütlelerinin bulunduğu bölgelerde düşük drenaj yoğunlukları meydana gelirken, granit, kuvarsit, silika ve kumtaşı gibi sert, erozyona dayanıklı kaya kütlelerinin bulunduğu

bölgelerde yüksek drenaj yoğunlukları meydana gelmektedir Yoğun bitki örtüsü altında gözlemlenmektedir (Özhan 2004).

$$D_d = \frac{L}{A}$$

Formülde;

D_d : Drenaj yoğunluğu

L : Devamlı ve periyodik derelerin toplam uzunluğu (km)

A : Havza alanı (km²)'dir.

$$D_d = \frac{131,54}{654,68} = 0,20$$

4.1.2.4 Dere Frekansı (Sıklığı)

Dere frekansı parametresi yıl içerisinde devamlı akma özelliğine sahip olan toplam dere sayısının havzanın toplam alanına bölünmesi sonucunda bulunmaktadır.

$$D_s = \frac{N_s}{A}$$

Formülde;

D_s : dere frekansı (sıklığı)

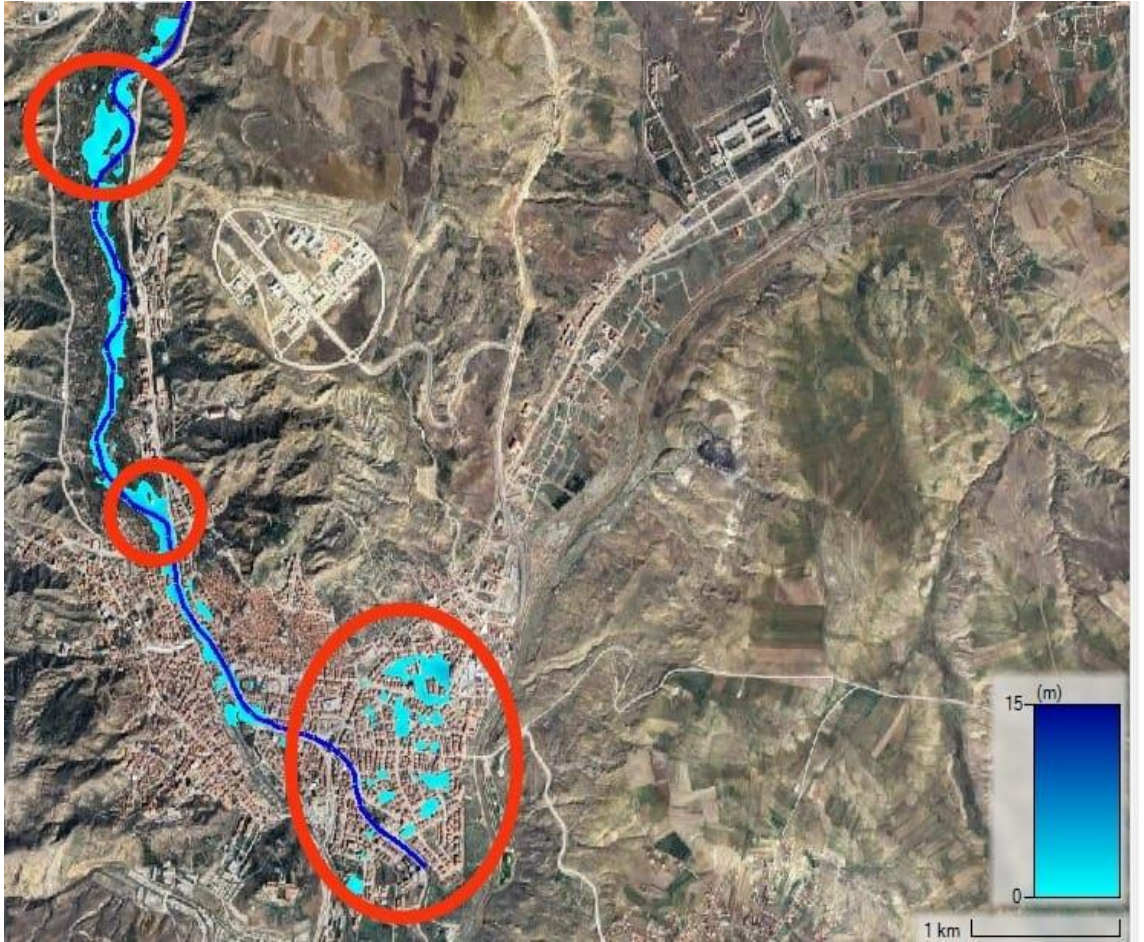
N_s : Yıl boyunca kurumayan toplam dere sayısı

A : Havza alanı (km²)

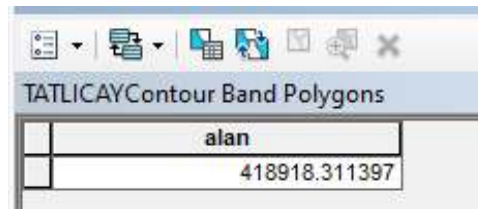
$$D_s = \frac{15}{654,68} = 0,02$$

4.2 Hec-Ras ile Taşkın Modellemesi

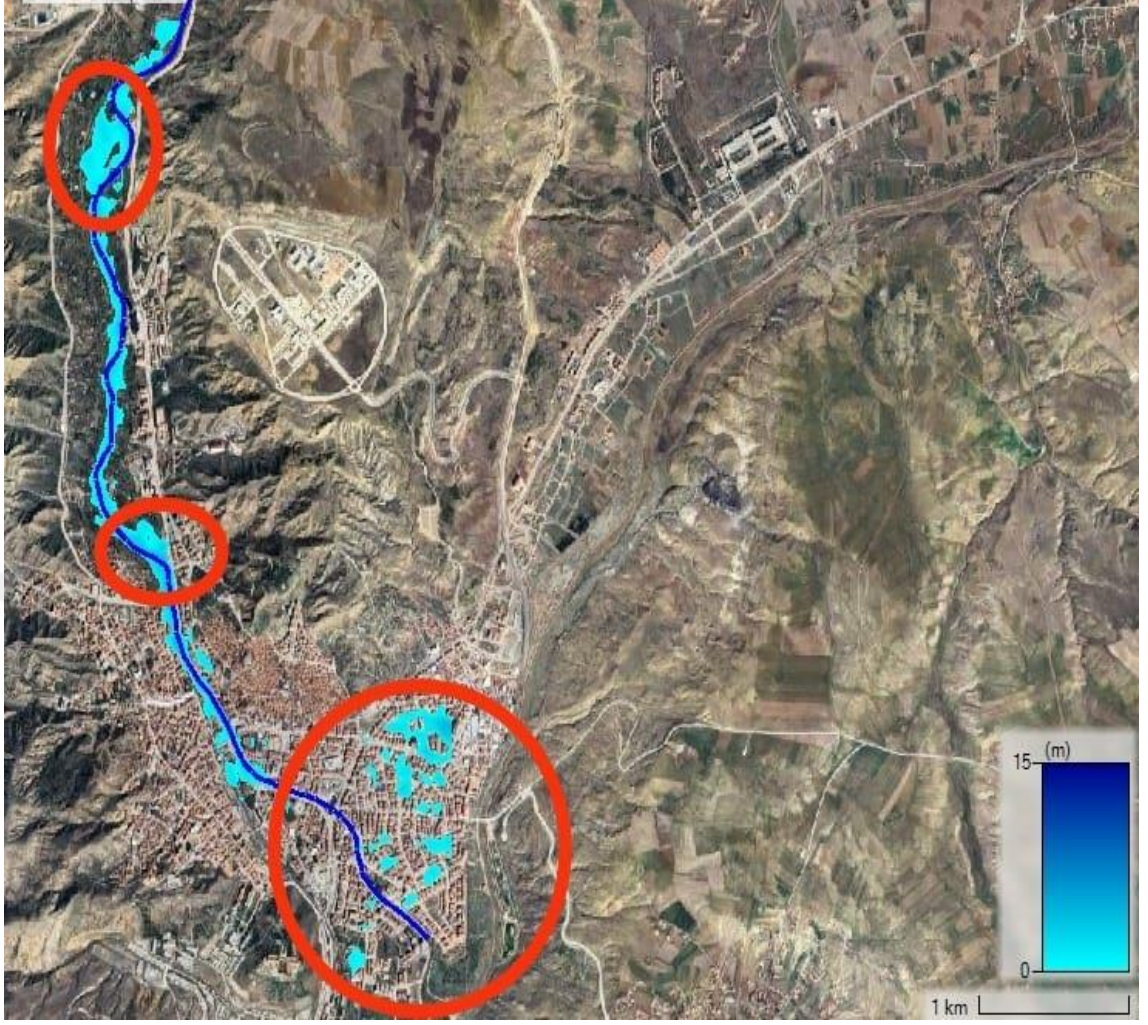
4.2.1 Akış (Q25) ve (Q50) İçin Taşkın Modelleme Sonuçları



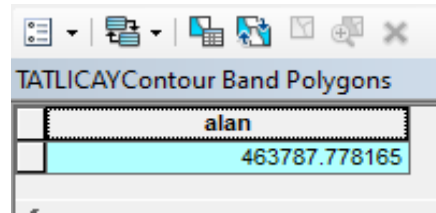
Şekil 4.7 HEC-RAS 1D modellemesinde mevcut durumda Q25 taşkın debisi için elde edilen yayılım planının su derinliğine



Şekil 4.8 Çankırı ili sualtı alanlarının Q25 için arcgis'te modellenmesi ve hesaplanması



Şekil 4.9 HEC-RAS 1D’de sorunlu köprülerin kaldırılması ile Q50 taşkın debisi için elde edilen yayılım planının su derinliğine göre görüntüsü



Şekil 4.10 Çankırı ili sualtı alanlarının Q50 için arcgis'te modellenmesi ve hesaplanması

Dönüş periyodu 25 ve 50 yıl olan tekrarlayan taşkınlar için Tatlıçay havzasında yapılan simülasyonların analizleri nispeten benzer sonuçlar göstermektedir. Q25 taşkınları için taşkın alanı 418918.31 m² ve Q50 taşkınları için taşkın alanı 463787.77m² olarak tahmin edilmiştir.

Bu taşkınlar, havza genelinde yukarıdan aşağıya doğru ciddi taşkınlara neden olmuş ve potansiyel olarak feci sonuçlar doğurmuştur. Bu sonuçlar arasında hem kentsel hem de kırsal alanları etkileyen önemli maddi hasarlar da bulunmaktadır. Bu olaylar, taşkınların yarattığı baskının mevcut altyapıların emme ve tutma kapasitelerini sıklıkla aştığı bu havza alanının yönetiminde karşılaşılan zorlukların ölçeğini vurgulamaktadır.

Genel olarak, taşkınların çoğunluğu su yollarının doğal sınırlarını biraz aşmış olsa da üç spesifik alan özellikle belirgin olaylarıyla öne çıkmaktadır. Bu alanlar, yerel kırılganlığı arttıran belirli hidrolojik ve altyapısal özellikleri ortaya çıkarmıştır.

Havzanın üst kısmı: Bu bölge, özellikle ana kanalın yetersiz akış kapasitesinden kaynaklanan önemli taşkınlara sahne olmuştur. Bu yapısal sınırlama, taşkınların yarattığı su hacminin etkili bir şekilde tahliye edilmesini engelleyerek yaygın sellere neden olmuştur. Etki özellikle tarım arazilerinin ve yolların sular altında kaldığı dereye yakın bölgelerde hissedilmiş ve gelecekteki taşkınları öngörmek için bu bölgedeki hidrolik altyapının gözden geçirilmesini gerekli kılmıştır.

Merkezin girişinde: Bu kritik alan, doğal havza ile kentsel çevre arasındaki geçişi işaret etmektedir. Burada sel, mevcut tutma sistemleri üzerinde önemli bir baskı oluşturmıştır. Ana kanalın kapasitesi aşırı akışları kontrol altına almak için büyük ölçüde yetersiz kalmış ve büyük taşkınlara yol açmıştır. Bu taşkınlar yerleşim alanlarını ve merkeze erişim yolları gibi bazı temel altyapıyı etkilemiştir. Bu durum, yoğun taşkınlar karşısında mevcut yönetim sistemlerinin sınırlarını vurgulamaktadır.

Çankırı'nın merkezinde: Bu yoğun nüfuslu kentsel alan selin en kötü etkilerine maruz kalmıştır. Burada sel büyük ölçekte olmuş, şehrin büyük bir bölümüne yayılmış ve önemli hasara neden olmuştur. Ulaşım ağları, kamu binaları ve evler de dahil olmak üzere kentsel altyapı ağır bir şekilde etkilenmiş, kurtarma ve tahliye çalışmalarını zorlaştırmıştır. Seller ayrıca yerel işletmeleri ve sanayiye etkileyerek büyük ekonomik kesintilere neden olmuştur. Bu senaryo, kent merkezlerinin aşırı hidrolojik olaylara karşı kırılganlığını ve daha sağlam önleme tedbirlerinin benimsenmesine duyulan acil ihtiyacı göstermektedir.

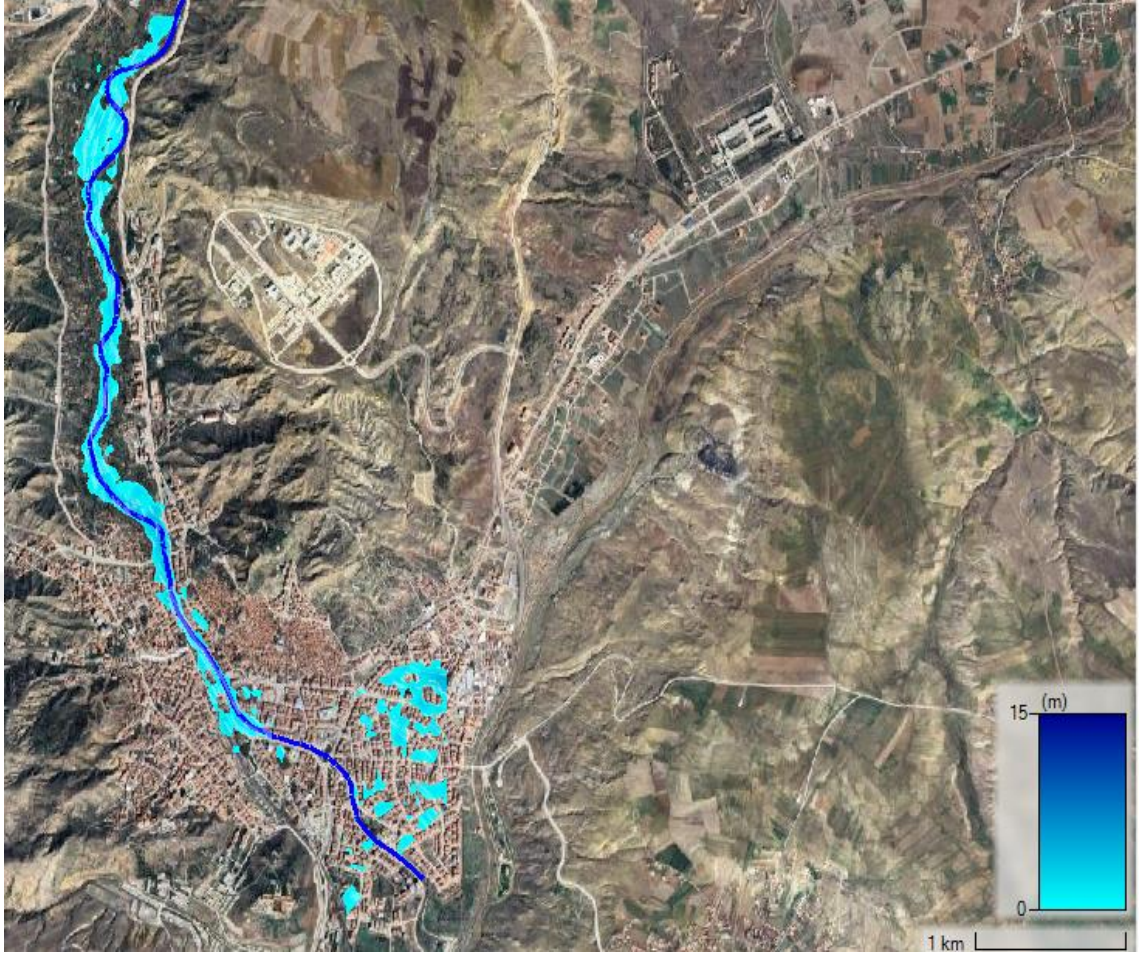
4.2.2 Akış (Q100) ve (Q500) İçin Taşkın Modelleme Sonuçları



şekil 4.11 HEC-RAS 1D’de mevcut köprülerin tümünün kaldırılması ile Q100 taşkın debisi için elde edilen yayılım planının su derinliğine göre görüntüsü

TATLICAYContour Band Polygons		
	Name	alan
	{0, Max}	515591.562994

şekil 4.12 Çankırı ili sualtı alanlarının Q100 için arcgis’te modellenmesi ve hesaplanması



Şekil 4.13 HEC-RAS 1D modellemesinde mevcut durumda Q500 taşkın debisi için elde edilen yayılım planının su derinliğine göre görüntüsü

TATLIÇAYContour Band Polygons		
	Name	alan
	{0, Max}	593909.366746

Şekil 4.14 Çankırı ili sualtı alanlarının Q500 için arcgis'te modellenmesi ve hesaplanması

Tatlıçay havzasında 100 yıllık (Q100) ve 500 yıllık (Q500) geri dönüş süreleri için yapılan hidrolojik simülasyonların sonuçları, 25 yıllık (Q25) ve 50 yıllık (Q50) geri dönüş süreleri için gözlemlenenlere benzer, ancak taşan suyun kapsamı ve hacimleri açısından çok daha büyük etkileri olan taşkınları ortaya koymaktadır. Bu olaylar, taşkınlar daha yoğun ve daha seyrek hale geldikçe hidrolojik risklerin kötüleştiğini

göstermekte ve mevcut altyapıların bu aşırı olayları kontrol altına alma konusundaki yetersizliğini vurgulamaktadır.

Tatlıçay havzasının ortalama yükseltisi 1260 metre olarak hesaplanmış olup, bu değer taşkınların şiddetini ve hızını etkileyen önemli bir faktördür. Akım analizi, Q25 taşkını için debinin 130,11 m³/s'ye ulaştığını ve yaklaşık 418.918,31 m²'lik bir alanın su altında kaldığını göstermektedir. Havzanın topoğrafyası akışları hızlandırdığından özellikle Çankırı merkezde taşkın riskini artırmaktadır. Aydın (2009) tarafından yapılan araştırma, havza yüksekliğinin yağış/deşarj oranını etkileyerek daha hızlı ve yoğun taşkınları desteklediğini doğrulamaktadır. Bu nedenle havzanın ortalama yüksekliği, taşkın riskinin değerlendirilmesinde önemli bir veridir.

Bu çalışmada, akış ve taşkın dinamiklerinde önemli bir faktör olan ortalama havza eğimi %12 olarak hesaplanmıştır. Bu kadar dik bir eğim, yüzey akışlarını hızlandırıyor, yağmur suyunun yoğunlaşma süresini kısaltıyor ve sel hızını artırıyor. 50 yıllık tekrar periyodu taşkın debisinin (Q50) 165,62 m³/s olduğu tahmin edildiğinden Tatlıçay havzasının topoğrafyası taşkınları desteklemektedir. Bu dik eğim, drenaj kanallarının hızla doymasına neden oluyor, dolayısıyla taşkın riskini artırıyor. Etkisi büyük olup, tahmini su basmış alan 463.787,77 m²'dir. Hidrolojik açıdan eğim, yüzey akışını ve taşkın oluşumunu doğrudan etkiler. Yiğit'in (2020) belirttiği gibi, eğimin dik olması suyun sızma süresini kısaltmakta ve su yollarına transferini hızlandırmakta, dolayısıyla ani sel riskini artırmaktadır. Bu unsurlar hidrolojik risklerin yönetimi ve arazi kullanım planlamasında havzanın topoğrafyasının dikkate alınmasının önemini vurgulamaktadır.

Q100 ve Q500 dönemlerine ait taşkın debisi verileri sırasıyla 209,49 m³/s ve 290,73 m³/s değerlerini ortaya koymuştur. Bu tür taşkınlar meydana gelirse, su toplama alanında yaklaşık 515.591,56 m² ve 593.909,36 m² arazinin su altında kalmasına neden olacaktır. Önemli maddi etkilere ek olarak can kayıpları da olasıdır bu da sonuçların şiddetini artırmaktadır. Benzer durumlara ilişkin önceki çalışmalarda Çolak (2019), Q100 ve Q500deşarjlarıyla ilişkili yağışların Tatlıçay havzası için büyük bir taşkın riski oluşturduğu, daha spesifik olarak Merkez'de önemli taşkınların gözlemlendiği açıkça ortaya konmuştur.

5. SONUÇ

Bu çalışma, Tatlıçay Havzası'nın taşkın riskinin, CBS ve uzaktan algılama kullanılarak, taşkın riskli alanlarının haritalanması ve hidrolojik olayların modellenmesi yoluyla değerlendirilmesi amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla Çankırı Tatlıçay Havzası'nda araştırma yürütülmüştür.

Bu tezde, Çankırı merkezinden geçmekte olan Tatlıçay'ın çeşitli tekerrürlü taşkın debileri (Q25, Q50, Q100, Q500) için hidrolik analizler sonucunda hesaplanmıştır. Çalışmanın ilk aşaması, Arc-GIS yazılımı kullanılarak bulunan havza parametrelerinden yararlanılarak Sentetik DSİ ve Bölgesel Taşkın Frekans Analizi (BTFA) yöntemleri kullanılarak bu akışların belirlenmesini içermektedir. Bu akışlar, belirlendikten sonra OPEN TOPOGRAPHY programı tarafından oluşturulan sayısal arazi modeli verileri HEC-RAS yazılımına aktarılmıştır. Bu sayede tek boyutlu (1B) ve iki boyutlu (2B) yaklaşımları birleştiren dört ayrı model oluşturulmuş ve Arc-GIS yazılımında farklı tekerrürler için taşkın akış dağılım bölgeleri tanımlanmıştır.

Q25, Q50, Q100 ve Q500 debileri, sık yaşananlardan aşırıya kadar uzanan taşkınları kapsar. Q25 ve Q50, tekrarlayan riskleri değerlendirmek için kullanılırken, Q100 olağanüstü bir referans taşkını temsil eder. Q500 ise, nadiren görülen taşkınlara karşı sistemin dayanıklılığını test eder; bu da analiz sürecini gereksiz yere karmaşıktırmadan yapılır.

Havza karakter özelliklerinin belirlenmesi için Tatlıçay Havzası'na ait meşcere haritası, topoğrafik harita ve jeolojik haritaları yapılmıştır, yapılan haritalar ArcMap yazılımı kullanılarak sayısalık kazandırılmıştır. Sıysallaştırılarak yapılmış olan altlık hazırlanan haritaların incelenmesi ile Tatlıçay Havzası'nın alanı 654,68 ha olarak hesaplanmıştır. Özhan (2004)'e göre Tatlıçay Havzası'nın alanı itibari ile büyük alanlı havzalar sınıfları arasına girmektedir. Havzanın ortalama eğimi % 12-20 olup çok eğimli olarak sınıflandırılmıştır. Tatlıçay havzasının bakışı kuzey ve güney yönlü şekildedir, ortalama yükseklik ise 1260 m olarak bilinmektedir. Tatlıçay havzasının yüksekliği Türkiye'nin yüksekliğinden 1130 m daha yüksek olarak bulunmuştur. Tatlıçay Havzası'nda devamlı akan 15 adet dere bulunmaktadır. Drenaj yoğunluğunun

yüksek olması havzada bulunan yüzeysel akışı azalmış sediment taşımında bunun beraberinde azaltmıştır.

HEC-RAS programında 25, 50, 100 ve 500 yıllık tekrarlayan taşkınlar uyarılmaktadır. Q25'te taşkın alanı 418.918,31 m², Q50'de 463.787,77 m², Q100'de 515.591,56 m² ve Q500'de 593.909,37 m²'dir. Tatlıçay Deresi boyunca sel baskınları görülmüştür. Bu nedenle, iki hassas bölge belirlenmiştir. Belirlenen bölgeler, havzanın yukarı kısmı ve Çankırı il merkezidir. Çankırı merkezinde sel baskınlarının kentsel altyapıya önemli zararlar verebileceği, ekonomik faaliyetleri ve kurtarma çalışmalarını aksatabileceği belirtilmektedir. Bu durum, bu tür felaketlerin önlenmesi için taşkın yönetiminin güçlendirilmesi ve altyapının iyileştirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Tatlıçay havzasında Q25, Q50, Q100 ve Q500 debileri için yapılan sel simülasyonları, aynı kentsel alanların etkilendiğini ve debi arttıkça etkinin şiddetinin de arttığını göstermektedir. Bu nedenle, yüksek riskli bölgelerde şehirleşmenin önüne geçmek amacıyla, taşkın risk haritalarının imar planlarına entegre edilmesi önerilmektedir. Ayrıca, drenaj altyapısının güçlendirilmesi, erken uyarı sistemlerinin kurulması, coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ve uzaktan algılama yöntemleriyle hidrolojik verilerin düzenli olarak güncellenmesi de büyük önem taşımaktadır.

Tatlıçay havzası üzerindeki çalışmada ArcGIS ve HEC-RAS yazılımlarının tercih edilmesinin nedeni, bu iki aracın birbirini tamamlayıcı özelliklere sahip olması ve taşkın analizinde oldukça etkili sonuçlar sunmasıdır. ArcGIS, mekânsal analizlerde yüksek doğruluk sağlarken, HEC-RAS farklı senaryolara göre taşkın simülasyonları yapma imkânı tanır. Bu iki sistemin HEC-GeoRAS aracılığıyla entegre çalışabilmesi, modelleme sürecini oldukça kolaylaştırmaktadır. Araziye erişimin kolay olması, güvenilir veri toplanmasını sağladı. Ayrıca, kullanılan yazılımların ücretsiz ya da düşük maliyetli olması, bu projeyi akademik açıdan daha ulaşılabilir kılmıştır.

KAYNAKLAR

- Anonim. 2017. Taşkın Yönetimi. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. BŞEÜ Fen Bilimleri Dergisi, 8(1): 217-227.
- Aslan, T., 2005. Coğrafi Bilgi Sistemi Olanakları ile Bazı Havza Özelliklerinin Belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi, 8(2): 27-33.
- Aydın, M., 2009. Gümüşhane-Torul Barajı Yağış Havzasında Arazi Kullanımına Göre WEPP (Water Erosion Prediction Project) Modeli ile Toprak Kayıplarının Belirlenmesi ve Alınması Gereken Önlemler. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 9(1): 54-65.
- Bachi, M., 2011. Problématique du risque inondation en milieu urbain: cas de l'agglomération de sidi bel Abbès. Université Aboubakr Beled Tlemcen faculté de technologie département hydraulique, pages 24-25, Algerie.
- Benson, M. A., (1962) "Factors Influencing the Occurrence of Floods in a Humid Region of Diverse Terrain: U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 1580-B", United States Government Printing Office, Washington.
- Chow, V., 1959. Open-Channel Hydraulics. McGraw-Hill Book Company Inc, pages 115-123, New York.
- Cürebali, İ., 2004. Madra Çayı Havzasının Hidrografik Özelliklerine Sayısal Yaklaşım. Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 7(11): 11-24.
- Çepel, N., 1995. Orman Ekolojisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 43(4): 19-23.
- Çolak, B., 2019. Çankırı Tatlıçay Deresi'nin Taşkın Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, 227 sayfa, Ankara.
- Füssel, H. M., Jol, A., Marx, A., Hildén, M., Aparicio, A., Bastrup-Birk, A. and Gisle, L., 2012. Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016 An indicator-based report. Union European Environment Agency, pages 12-13, Luxembourg.
- Hammer, H. and Kichen, K. 1981. Hydrology and Quality of Water Resources. John Wiley and Sons, pages 55-68, Toronto.
- Hızal, A. 1984. Hava Fotoğrafları Yorumlamasının Havza Amenajmanı (Ova Deresi Havzası, Kocaeli) Çalışmalarında Uygulanma Olanaklarının Araştırılması. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 33(1): 48-51.
- Kadıoğlu, M. 2008. Sel, Heyelan ve Çığ İçin Risk Yönetimi. İTÜ Afet Yönetim Merkezi. s.191-193, İstanbul.
- Kılıçer, Ü. ve Özgüler, H. 2002. Türkiye'de taşkın durumu. Türkiye Mühendislik Haberleri, 420-421- 422, 142-144.
- Kınacı, C., Akbaş, H., Aras, M., Fındık, S., Özaltın, A., Sakın, I., Doğanay, E., (2017). Taşkın Yönetimi. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. 18 sayfa. Ankara.
- Musy, A. and Higy, C. 2004. Hydrologie: Une science de la nature. Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (21): 272-280.
- Ngougoure, N., 2021. Contribution a la predetermination des debits de crue sur un bassin versant non jauge : cas du bassin versant d'odza a yaounde. Université

- de dschang faculté d'agronomie et des sciences agricoles, pages 22-23-25, Ébolowa.
- Onuşluel, G. ve Harmancıoğlu, N. 2002. Su kaynaklı doğal afet: Taşkın. Türkiye Mühendislik Haberleri, 4(420): 420-422.
- Oral, V., Koike, K. and Yenigün, O. 2006. GIS based flooding analysis in province of Bartın and Silifke watersheds. In The First National Flooding Symposium, pages 45–56, Ankara.
- Özhan, S., 2004. Havza Amenajmanı. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, 50 (1):1-8.
- Özmen, M., 2015. Sel-Taşkın Türkiye ve Antalya. Antalya: Kutlu & Avcı Ofset Ltd. Şti. s.28-32, Antalya.
- Rubiu, F. 2018. Flood risk assessment in the vicinity of kartena town using hec-ras 1d-2d models. Master's degree thesis, Aleksandro Stulginskio universitetas, pages.11-20, Kartena.
- Serhat, M., 2016. Tatlıçay havzasi farklı arazi kullanım türü / arazi örtüsünün (akt/aö) toprak özellikleri üzerine etkileri. Lisans Tezi, Çankırı Karatekin Üniversitesi, 13 sayfa, Çankırı.
- Statistical and Economic Commission for Europe. 2000. Relief, Planning and Reconstruction in The Wake of Hurricane Mitch. Conference of European Statisticians, UN/ECE Work Session on Methodological Issues Involving The Integration of Statistics and Geography, page 29, Switzerland.
- Strahler, A. N., 1957 “Quantitative analysis of watershed geomorphology”. Transactions of the American Geophysical Union 8 (6): 913–920.
- Triboulet, J. P., Chabi Gonni, D., Nouvelot, J. F., Lamachere, J. M., Puech, C. and Faures, J. 1996. Crues et apports : Manuel pour l'estimation des crues décennales et des apports annuels pour les petits bassins versants non jaugés de l'Afrique sahélienne et tropicale sèche. FAO, page 265, Rome.
- Tucci, C., 2002. Flood control and urban drainage management in Brazil. Waterlines Journal, 20(4): 6-8.
- Tuna, F., 2010. Çankırı'nın coğrafi özelliklerinin şehirselleşme potansiyeli yönünden değerlendirilmesi. Marmara coğrafya dergisi, 5(21): 219-239.
- Türk Dil Kurumu Türk Dil Kurumu Sözlükleri, Web Sitesi. <https://sozluk.gov.tr/> Erişim Tarihi: 26.05.2021.
- Uçar, İ., 2010. Trabzon Değirmendere havzası'nda coğrafi bilgi sistemleri ve bir hidrolik model yardımıyla taşkın analizi yapılması. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, 178 sayfa, Ankara.
- Unesco. 2012. Glossaire international d'hydrologie. Organisation météorologique mondiale. pages 124-126. Suisse.
- Uşak, S. ve Aksu, S. 2002. Ülkemizde Taşkınlar, Nedenleri, Zararları ve Alınması Gereken Önlemler. TMH - Türkiye Mühendislik Haberleri, 46 (4-6): 420-422.
- Yalçın, G. ve Akyürek, Z. 2004. Analyzing flood vulnerable areas with multicriteria evaluation. In 20th ISPRS congress, pages 5, Ankara.
- Yaşar, K. ve Korkanç, M. 2006. Sel ve Taşkınların İnsan Hayatı Üzerindeki Etkileri. ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 8(9): 42-50.
- Yazıcılar, F. ve Önder, H. 1998. Taşkın yatakları planlamasında HEC-RAS bilgisayar programı ile su yüzü profili hesaplanması-Bartın Nehrinde bir uygulama. Su Mühendisliği Problemleri Semineri, 13(5): 545-558.

Yiğit, K., 2020. Sakarya Kaynarca Havzasi Taşkin Yayılım-Tehlike-Risk Haritalarının Modellenmesi: Seyren Deresi. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, 125 sayfa, Sakarya.



