

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



MUNZUR
ÜNİVERSİTESİ
2008

**MUNZUR NEHRİ YAN DERELERİ İÇİN HEC-RAS VE ARCGIS
TABANLI TAŞKIN ANALİZİ**

Muhammed UYMAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Meral KORKMAZ

TUNCELİ – 2026

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**MUNZUR NEHRİ YAN DERELERİ İÇİN HEC-RAS VE ARCGIS
TABANLI TAŞKIN ANALİZİ**

Muhammed UYMAZ
(240150003)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Meral KORKMAZ

TUNCELİ – 2026

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

MUNZUR NEHRİ YAN DERELERİ İÇİN HEC-RAS VE ARCGIS
TABANLI TAŞKIN ANALİZİ

Muhammed UYMAZ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 05/01/2026 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

İmza
Dr. Öğr. Üyesi Meral
KORKMAZ
(Munzur Üniversitesi)
BAŞKAN

İmza
Dr. Öğr. Üyesi Zeyneb
KILIÇ
(Adıyaman Üniversitesi)
ÜYE

İmza
Dr. Öğr. Üyesi Yusuf
DOĞAN
(Munzur Üniversitesi)
ÜYE

Bu tez, Enstitümüz İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda hazırlanmıştır.

Doç. Dr. Nagihan KARAASLAN AYHAN
Enstitü Müdürü

NOT: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı “Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu”ndaki hükümlere tabidir.

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu 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; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

İmza
Muhammed UYMAZ

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Meral KORKMAZ

TEŞEKKÜR

Munzur Nehri Yan Dereleri İçin Hec-RAS ve ARCGIS Tabanlı Taşkın Analizi konusunda hazırlamış olduğum tezin hazırlanmasında katkısı bulunan sayın hocam Dr. Öğr. Üyesi. Meral KORKMAZ'a, bölgenin verilerini almakta bana yardımcı olan Sayın Hasan CEVİZCİ'ye ve geçirdiğim süreçte manevi desteğini yanımdan ayırmayan aileme ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Muhammed UYMAZ
TUNCELİ- 2026



İÇİNDEKİLER

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	I
TEŞEKKÜR.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
TABLolar LİSTESİ	V
ŞEKİLLER LİSTESİ	VII
ÖZET	IX
ABSTRACT	X
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR TARAMASI.....	8
3. TAŞKIN DURUMU.....	13
3.1. Taşkın Hidrolojisi	13
3.2. Hidrolik Çalışmalar ve Değerlendirilmesi.....	13
3.2.1. Taşkın tekerrür debilerinin tespit edilmesi	13
3.2.2. Olasılık dağılım fonksiyonları	14
3.2.2.1. Normal dağılım.....	14
3.2.2.2. Log- Normal dağılım.....	14
3.2.2.3. Üç- parametrelili Log- Normal dağılım.....	15
3.2.2.4. Gumbel dağılım	15
3.2.2.5. Gama Tip-3 dağılım.....	16
3.2.2.6. Log Pearson Tip-3 dağılım	16
3.2.3. İstatistik testler.....	16
3.2.3.1. Kologorov- Smirnon (K-S) testi	16
3.2.4. Sentetik birim hidrograf yöntemleri	17
3.2.4.1. Mockus yöntemi	18
3.2.4.2. DSİ sentetik birim hidrograf yöntemi.....	19
3.2.4.3. Rasyonel yöntem	20
3.2.5. Noktasal ve bölgesel taşkın frekans analizi (NTA, BTFA).....	21
3.3. Manning Pürüzlülük Katsayısı	22
3.4. Hidrolik Modelleme	29
3.4.1. ArcGIS.....	30
3.4.2. HEC-RAS	31
4. MATERYAL YÖNTEM.....	33
4.1. Çalışma Alanı	34
4.2. Proje Yerinin Karakteristikleri	36
4.2.1. T1 dere karakteristikleri.....	37
4.2.2. T2 dere karakteristikleri.....	38
4.2.3. T3 dere karakteristikleri.....	40
4.3. Taşkın Tesisleri ve Sanat Yapıları.....	41
4.4. Yaşanmış Taşkınlar ve Etkileri.....	43
4.5. Hidrolik Hesaplar	45
4.5.1. Yağış verilerinin dağılımı.....	46
4.5.2. Taşkın debi hesabı	49
4.5.2.1. T1 deresinin taşkın hesabı	49
4.5.2.2. T2 deresinin taşkın hesabı	54
4.5.2.3. T3 deresinin taşkın hesabı	56
4.5.3. Pürüzlülük katsayılarının belirlenmesi	58
4.6. Hidrolik Modelleme	59

4.6.1. HEC-RAS taşkın analizi.....	59
4.6.2. ArcGIS taşkın yayılım haritaları.....	78
4.6.2.1. Arazi kullanım haritası	78
4.6.2.2. Akarsuya uzaklık haritası	80
4.6.2.3. Bakı haritası.....	81
4.6.2.4. Eğim haritası.....	82
4.6.2.5. Arazi toprak haritası	83
4.6.2.6. Yağış haritası	84
4.6.2.7. Jeoloji haritası.....	87
5. BULGULAR	88
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	91
7. KAYNAKLAR.....	92
ÖZGEÇMİŞ	



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Taşkına Neden Olan Unsurlar (Svoboda & Fuchs, 2016).....	6
Tablo 2. Kolmogorov-Simirnov Testinin $\Delta\alpha$ Değeleri (Kumanlıoğlu & Ersoy, 2018).	17
Tablo 3. Sentetik Birim Hidrograf Yöntemlerinin Seçilme Koşulları (Semerci, Tayfur et al. 2020).....	18
Tablo 4. C Katsayısının Belirleme Koşulları (Yaylak, 2016).	21
Tablo 4. C Katsayısının Belirleme Koşulları Devamı (Yaylak, 2016).....	21
Tablo 5. DSİ Modifiye Cowan Yöntemi Malzeme Cinsine Göre "nb" Değerleri (Cowan, 1956).....	24
Tablo 6. DSİ Modifiye Cowan Yöntemi Kanal Şev Durumuna Göre "n1" Değerleri (Cowan, 1956).	24
Tablo 7. DSİ Modifiye Cowan Yöntemi Kanal Kesit Değişimine Göre "n2" Değerleri (Cowan, 1956).....	24
Tablo 8. DSİ Modifiye Cowan Yöntemi Kanal Engellerine Göre "n3" Değerleri (Cowan, 1956).....	24
Tablo 9. DSİ Modifiye Cowan Yöntemi Kanaldaki Bitki Örtüsüne Göre "n4" Değerleri (Cowan, 1956).	25
Tablo 10. DSİ Modifiye Cowan Yöntemi Kanal Kıvrımına Göre "m" Değerleri (Cowan, 1956).....	25
Tablo 11. Manning 'n' Değerleri-Doğal Nehirler-1 (Chow & Patterson, 1959).....	25
Tablo 12. Manning 'n' Değerleri-Doğal Nehirler-2 (Chow,1959).....	26
Tablo 13. Manning 'n' Değerleri-Doğal Nehirler-3 (Chow,1959).....	27
Tablo 14. Manning 'n' Değerleri-Doğal Nehirler-4 (Chow,1959).....	28
Tablo 15. T1 Deresinin Taşkın Islah Tesisleri ve Özellikleri.....	41
Tablo 16. T3 Deresinin Taşkın Islah Tesisleri ve Özellikleri.....	42
Tablo 17. Tunceli İlinde Gerçekleşen Taşkın ve Etkileri (AFAD, 2021)	44
Tablo 18. Tunceli İlinde Meydana Gelen Doğal Afet Türlerinin Yerleşim Sayısına göre Dağılımı (1958-2018) (AFAD, 2021).	45
Tablo 19. Dağılımlarda Kullanılacak Olan İstatistik Parametreler-1	46
Tablo 20. İstatistik Yöntemlerle Yıllara göre Tekerrürlü Yağış Yükseklikleri-1	46
Tablo 21. Dağılımlara göre Sismirnov- Kolmogorov Testinin Sonuçları-1.....	47
Tablo 22. Dağılımlarda Kullanılacak Olan İstatistik Parametreler-2	47
Tablo 23. İstatistik Yöntemlerle Yıllara göre Tekerrürlü Yağış Yükseklikleri-2	48
Tablo 24. Dağılımlara göre Simirnov- Kolmogorov Testinin Sonuçları-2	48
Tablo 25. Taşkın Debi Hesabında Kullanılması Uygun Görülen Metotlar	49
Tablo 26. Hidrolojik Zemin Grupları ve Bitki Örtüsüne göre Akış Eğri Numaraları (Ersoy, 2017).....	50
Tablo 27. Harmonik Eğim Tablosu	51
Tablo 28. T1 Deresinin Alansal Yağış Sonuçları	52
Tablo 29. Tunceli İli Plüviyograf Katsayıları (Müdürlüğü & Başkanlığı, 2018).....	53
Tablo 30. T1 Deresinin Q_{pik} Debilerinin Belirlenmesi.....	53
Tablo 31. Rasyonel Yöntem için İhtiyaç Duyulacak T2 Deresinin İstatistiksel Parametreleri	54
Tablo 32. T2 Deresinin Alansal Yağış Sonuçları	55
Tablo 33. T2 Deresinin Q_{pik} Debilerinin Belirlenmesi	55
Tablo 34. Rasyonel Yöntem için İhtiyaç Duyulacak T3 Deresinin İstatistiksel Parametreleri	56

Tablo 35. T3 Deresinin Alansal Yağış Sonuçları	57
Tablo 36. T3 Deresinin Qpik Debilerinin Belirlenmesi	57
Tablo 37. Hesaplamalarda Kullanılması Önerilen Taşkın Pik Debileri	58
Tablo 38. T1 Dersine Ait Tahkikat Tablosu.....	72
Tablo 39. T2 Deresine Ait Tahkikat Tablosu.....	75
Tablo 40. T3 Deresine Ait Tahkikat Tablosu.....	76
Tablo 41. Taşkın Riskini oluşturan parametrelerin hiyerarşik yapısı (Yurteri, 2024).....	78
Tablo 42. Tunceli İlinin 1960-2024 Yılları Arası Aylara göre Sıcaklık Verileri (Müdürlüğü & Başkanlığı, 2018).....	85



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. EM-DAT Verileri Doğrultusunda Dünya Bazlı Afet Sayıları (Delforge et al., 2023).....	2
Şekil 2. Yıl Bazlı Avrupa Kıtasındaki Taşkınlardaki Can Kayıpları (Delforge et al., 2023).3	
Şekil 3. Türkiye'de Yaşanan Taşkınların Yıl Bazlı Can Kaybı Sayıları (Delforge et al., 2023).....	4
Şekil 4. Munzur Çayında Yaşanan Taşkın Afeti	4
Şekil 5. Munzur Çayında Yaşanan Taşkın Afeti-2	5
Şekil 6. ArcGIS Programının Arayüzü (Türkiye, 2021)	30
Şekil 7. HEC-RAS Programının Arayüzü	32
Şekil 8. ArcGIS ve HEC-RAS Programlarında Yapılacak Olan İş Ve İşlemler	33
Şekil 9. Harita Üzerinden Proje Alanının Gösterimi	34
Şekil 10. Detay Harita Üzerinden Proje Alanının Gösterimi	35
Şekil 11. Proje Alanının ve Dere Kesitlerinin Uydu Görüntüsü	36
Şekil 12. T1 Deresinin Genel Görünümü-1	37
Şekil 13. T1 Deresinin Genel Görünümü-2	38
Şekil 14. T2 Deresinin Genel Görünümü	39
Şekil 15. T3 Deresinin Genel Görünümü-1	40
Şekil 16. T3 Deresinin Genel Görünümü-2	41
Şekil 17. T1 Deresinde Bulunan Taşkın Koruma Yapısı ve Menfez	42
Şekil 18. T3 Deresinde Bulunan Taşkın Koruma Yapısı	43
Şekil 19. Hidrolik Hesaplamada Kullanılacak İş ve İşlemler.....	45
Şekil 20. Yağış Alanı Drenaj Katsayı Grafiği (Demir, 2020).	51
Şekil 21. Proje Alanı Thiessen Poligonları.....	52
Şekil 22. T1 Deresine Ait Enkesitler-1	60
Şekil 23. T1 Deresine Ait Enkesitler-2.....	60
Şekil 24. T1 Deresine Ait Enkesitler-3.....	61
Şekil 25. T1 Deresine Ait Enkesitler-4.....	61
Şekil 26.T1 Deresine Ait Enkesitler-5.....	62
Şekil 27.T1 Deresine Ait Enkesitler-6.....	62
Şekil 28.T1 Deresine Ait Enkesitler-7.....	63
Şekil 29.T1 Deresine Ait Enkesitler-8.....	63
Şekil 30. T1 Deresine Ait Enkesitler-9.....	64
Şekil 31. T1 Deresine Ait Enkesitler-10.....	64
Şekil 32. T2 Deresine Ait Enkesitler-1	65
Şekil 33. T2 Deresine Ait Enkesitler-2.....	65
Şekil 34. T2 Deresine Ait Enkesitler-3.....	66
Şekil 35. T3 Deresine Ait Enkesitler-1	66
Şekil 36. T3 Deresine Ait Enkesitler-2.....	67
Şekil 37. T3 Deresine Ait Enkesitler-3.....	67
Şekil 38. T3 Deresine Ait Enkesitler-4.....	68
Şekil 39. T3 Deresine Ait Enkesitler-5.....	68
Şekil 40. T3 Deresine Ait Enkesitler-6.....	69
Şekil 41. T3 Deresine Ait Enkesitler-7.....	69
Şekil 42. T1 Deresine Ait Boykesit	70
Şekil 43. T2 Deresine Ait Boykesit	70
Şekil 44. T3 Deresine Ait Boykesit	71

Şekil 45. T1, T2 ve T3 Derelerinin Arazi Kullanım Haritası	80
Şekil 46. T1, T2 ve T3 deresinin Akarsu Uzaklık Haritası	81
Şekil 47. T1, T2 ve T3 Derelerinin Bakı Haritası	82
Şekil 48. T1,T2 ve T3 Derelerinin Eğim Haritası	83
Şekil 49. T1, T2 ve T3 Derelerinin Arazi Toprak Haritası.....	84
Şekil 50. T1, T2 ve T3 Derelerinin Yağış Haritası.....	86
Şekil 51. T1,T2 ve T3 Derelerinin Jeoloji Haritası	87
Şekil 52. T1,T2 ve T3 Derelerinin Taşkın Risk Haritası.....	88
Şekil 53. T1, T2 ve T3 Derelerinin RAS Mapper Analizi.....	90



ÖZET

Dünya genelinde en sık karşılaşılan doğal afetlerden biri olan taşkınlar, bulundukları bölgelerde ciddi can ve mal kayıplarına yol açmasının yanı sıra sosyal ve ekonomik yaşamı da olumsuz etkilemektedir. Bu afetlerin etkileri yalnızca fiziksel zararlarla sınırlı kalmamakta; doğrudan etkilenmeyen bireyler bile çevresel değişimlerin sonucu olarak psikolojik ve sosyolojik travmalar yaşayabilmektedir. Bu nedenle taşkınlar, mühendislik çözümlerinin yanında sosyal boyutlarıyla da ele alınması gereken çok boyutlu afetlerdir.

Taşkınların oldukça önemli bir sorun olduğu günümüzde, taşkın riski açısından hassas bölgelerden biri olan Tunceli ili Mazgirt ilçesine bağlı Aktuluk Beldesi'nin imar sınırları içerisinde kalan alanlar ele alınmıştır. Çalışma sahasında, Munzur Çayı'na bağlanan ve çoğunlukla yılın büyük bölümünde kuru olan T1, T2 ve T3 yan dereleri incelenmiştir. Söz konusu derelere ilişkin coğrafi ve topoğrafik veriler, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknolojilerinden biri olan ArcGIS yazılımı aracılığıyla değerlendirilmiştir. ArcGIS yardımıyla dijital yükseklik modelleri (DEM), eğim ve akış yönü analizleri yapılarak taşkın yayılım alanları haritalandırılmıştır. Elde edilen mekânsal veriler, hidrolojik analizler için HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center - River Analysis System) yazılımına entegre edilerek bir ve iki boyutlu taşkın modellemeleri gerçekleştirilmiştir.

Modelleme çalışmaları kapsamında, bölgede mevcut bulunan dere yataklarının taşıma kapasiteleri, kanal kesitleri ve yapısal hidrolik elemanlar (menfezler, köprüler, bentler vb.) analiz edilmiştir. Yapılan simülasyonlar sonucunda, taşkın debileri karşısında yapıların uygunluk durumları değerlendirilmiş ve kritik noktalarda taşkın riski taşıyan alanlar belirlenmiştir. Ayrıca, memba havzasından gelebilecek rüsubat miktarı ve olası tıkanmalar da göz önünde bulundurularak, olası taşkın senaryoları analiz edilmiştir.

Bu çalışmada, taşkınların önlenmesi veya etkilerinin en aza indirilebilmesi amacıyla planlama, proje ve mühendislik uygulamalarına katkı sağlamayı hedeflemektedir. Özellikle bölgede taşkın olaylarının en önemli etkisi olan heyelanların önleminde önceden riskli alanların belirlenerek yerel yönetimlerin, afet yönetim stratejilerini belirlemede ve riskli alanlar için önleyici tedbirler geliştirmesinde faydalanabileceği bilimsel bir veri kaynağı sunması amaçlanmaktadır.

Anahtar kelimeler: Aktuluk, Mazgirt, HEC-RAS, DEM, ArcGIS

ABSTRACT

(Flood analysis of Munzur River tributaries using HEC-RAS and ArcGIS)

Floods are among the most common types of natural disasters worldwide, causing significant loss of life and property while also adversely affecting social and economic activities in the affected regions. The impacts of floods are not limited to physical damage; even individuals who are not directly affected by the event may experience psychological and sociological trauma as a result of environmental changes. Therefore, floods should be considered multidimensional disasters that require not only engineering-based solutions but also an assessment of their social implications.

In this study, the areas located within the zoning boundaries of Aktuluk Town in the Mazgirt district of Tunceli Province identified as a flood-prone regions were examined. The T1, T2, and T3 tributaries, which connect to the Munzur River and remain dry for most of the year, were analyzed. Geographical and topographical data related to these streams were evaluated using ArcGIS, one of the Geographic Information Systems (GIS) technologies. Digital Elevation Models (DEM), slope, and flow direction analyses were conducted through ArcGIS, and flood inundation areas were mapped accordingly. The spatial data obtained from these analyses were then integrated into the HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center – River Analysis System) software to perform one- and two dimensional flood modeling.

Within the scope of the modeling process, the carrying capacities of the existing streambeds, channel cross-sections, and structural hydraulic elements such as culverts, bridges, and weirs were examined. Simulation results were used to evaluate the adequacy of these structures under various flood discharges and to identify critical areas at risk of flooding. Furthermore, sediment transport from the upstream basin and potential blockages were considered in order to analyze possible flood scenarios.

This study aims to contribute to planning, design, and engineering practices intended to prevent floods or mitigate their impacts. The findings provide a scientific data source that can assist local authorities in identifying hazardous areas in advance, developing disaster management strategies, and implementing preventive measures particularly for addressing landslides triggered by flood events in the region.

Key words: Aktuluk, Mazgirt, HEC-RAS, DEM, ArcGIS

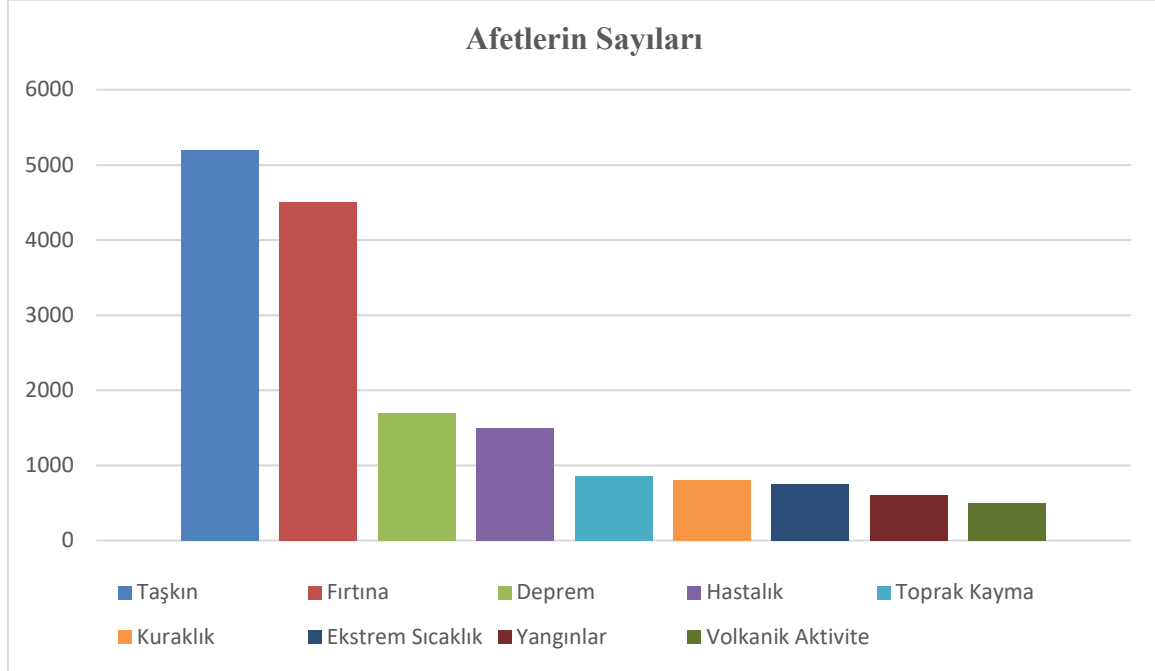
1. GİRİŞ

Taşkın, akarsu yatağının su iletim yeteneğinin pek çok sebeplerle azalması ya da yatağa sığmayacak kadar büyük su bulunması durumunda, suların yatağa sığmayarak ölüm ve mülkiyet zararlarına yol açabilen ve mutlaka önlem alınması gereken önemli doğal afetlerden biridir (Sargın, 2013). Su miktarının, doğal veya yapay yatakların kapasitesini aşması, su baskınlarına, sellere ve taşkınlara neden olur (Özalp, 2009). Bunun yanı sıra, toprağın geçici olarak bir akarsu veya şiddetli yağış yahut diğer sebeplerle oluşan büyük su kütleleri tarafından kaplanmasına sel denir. Taşkınlar, genellikle vadilerin en alt kısımlarında ve çukur bölgelerde biriken yoğun suyun akmasıyla meydana gelir (Kutsal, 2020).

Akarsu havzalarının doğal özelliklerinin zamanla tahrip edilmesi, yoğun arazi kullanımları ve akarsu yataklarına yapılan yanlış müdahaleler, normal şartlarda taşkına neden olmayan yağışların bile taşkın riskini artırmaya yol açmaktadır. Akarsulara inşa edilen mühendislik yapıları, geçmişte risk oluşturmamış durumların riskli hale gelmesine sebep olabilmektedir. Bu durum, akarsu yatağı çevresindeki arazi kullanımlarına yönelik yapılacak risk yönetimi çalışmalarında yeni taslaklar kılavuz olmalıdır (Özdemir, 2007). Taşkınlar; yağış alanları, iklim koşulları ve topoğrafya gibi doğal faktörlerle oluşabileceği gibi, insan faaliyetlerinin doğaya sürekli etkileri sonucunda da meydana gelebilmektedir. Dere yataklarına yapılan plansız yerleşimler, yanlış müdahaleler, kentleşme ve sanayileşme faaliyetleri nedeniyle artan yüzey akışları taşkınlara sebep olabilmektedir. Ayrıca, son yıllarda dünya genelinde gözlemlenen iklim değişiklikleri nedeniyle, kısa sürede birim alana normalden fazla yağış düşmesi de taşkın riskini artırmaktadır (Rangari et al., 2019). Taşkınlar doğal bir hadise olarak görülmesine rağmen, beşerî etkileşimlerin çevre üzerindeki sürekliliği nedeniyle taşkınların tesiri zamanla yükselmektedir. İnsan eylemlerinden kaynaklanan taşkınlar, sel yataklarına müdahale edilmesi, baraj ve set yapımındaki hatalı projeler ve yetersiz planlamalar neticesinde oluşurken; doğal taşkın olayları ise yağış, heyelan veya iklimatik değişiklikler gibi çeşitli faktörlerden ileri gelmektedir (Üyüklüoğlu et al., 2015).

Taşkınlar ister insan kaynaklı ister doğal sebeplerden olsun, hem dünyada hem de ülkemizde can ve mal kayıpları açısından en ciddi afetlerden biridir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Belçika hükümeti tarafından 1988’de kurulan ve Acil Durum Olayları Veri Tabanı olarak çevrilebilecek Emergency Events Database (EMDAT) kuruluşunun güncel

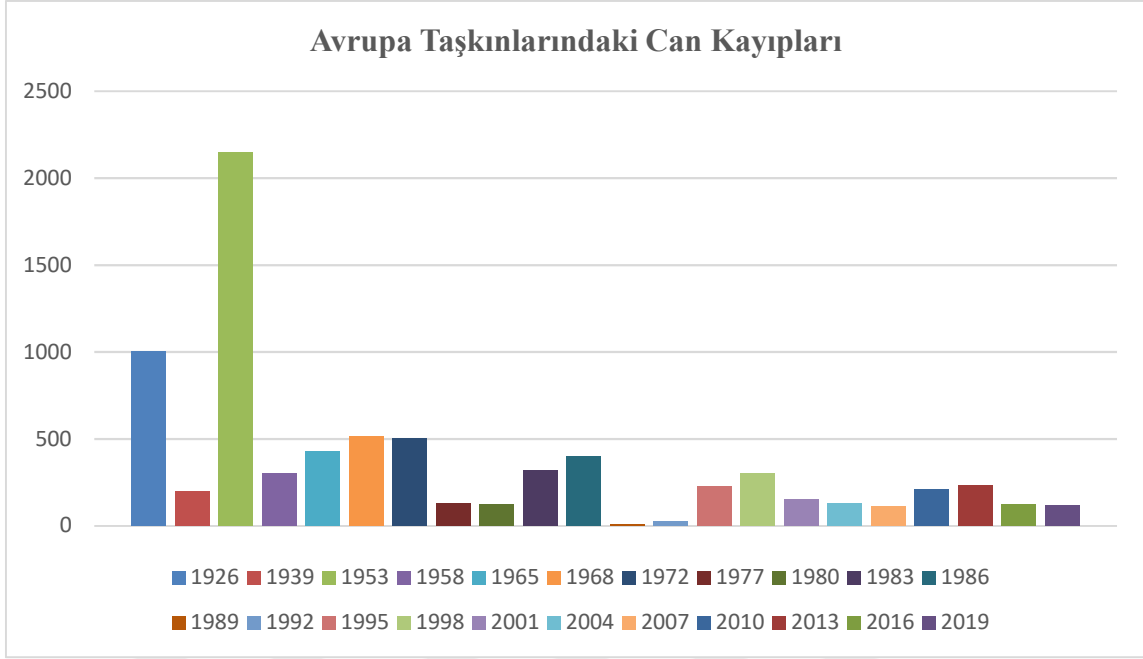
istatistiklerine göre, taşkın felaketi 1900 yılından 2020 yılına kadar kaydedilen doğal afetler arasında ilk sırada yer almaktadır. Taşkın olayının dünya genelinde yaşanma sıklığını göstermesi açısından Şekil 1 önemlidir (Ziya, 2022).



Şekil 1. EM-DAT Verileri Doğrultusunda Dünya Bazlı Afet Sayıları (Delforge et al., 2023).

Taşkınlar, dünya genelinde depremlerden sonra en fazla can ve mal kaybına yol açan doğal olaylardandır. Yalnızca Avrupa’da 1980-2017 yılları arasında gerçekleşen taşkınlar sonucunda 170 milyar Euro’luk ekonomik zarar meydana gelmiştir. Bu zararlar, doğal afetlerden kaynaklanan toplam mali kayıpların üçte birini teşkil etmektedir (Kundzewicz et al., 2018). Doğal afetlerin boyutu, yol açtığı tahribatla belirlenmektedir. Bu çerçevede, depremin en büyük doğal afet olduğu düşüncesinin hatalı olduğu, istatistiki verilerle ortaya konulmaktadır (Sepetçioğlu, 2013).

Taşkınların ekonomik sonuçlarının yanı sıra demografik sonuçlarına da bakmak gerekirse EM-DAT sonuçlarında, Avrupa’da 1906-2020 yıllarında 646 taşkın afeti kaydedilmiştir. Taşkınlar sonucunda yıllara göre yaşanan ölüm sayıları Şekil 2’de gösterilmiştir (Delforge et al., 2023).

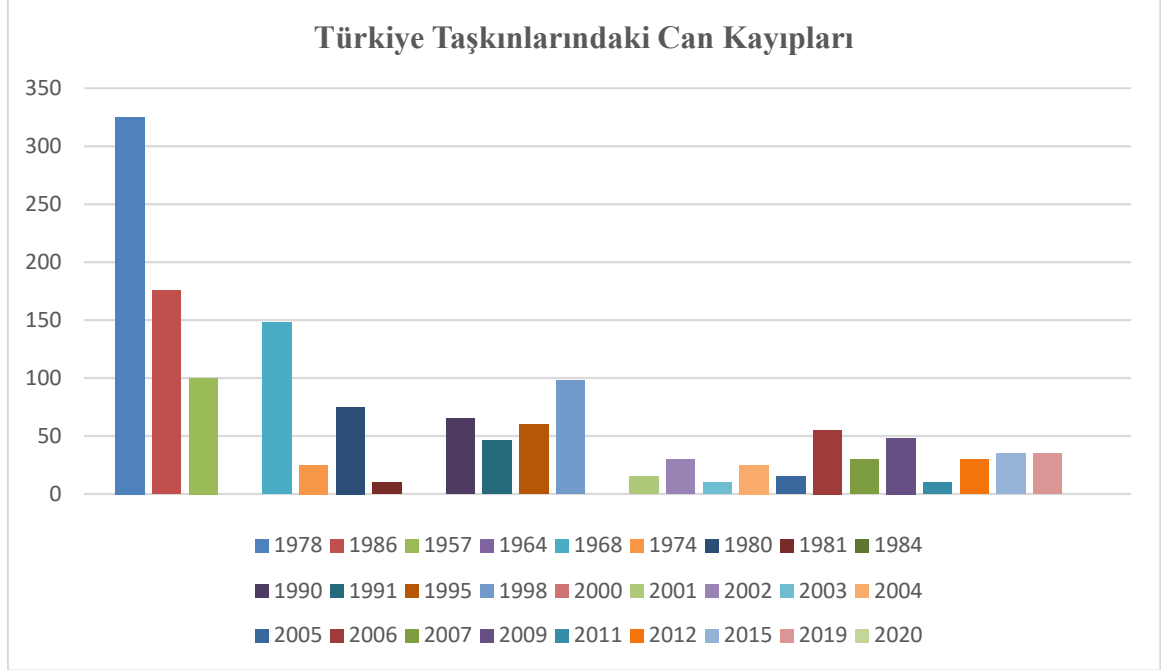


Şekil 2. Yıl Bazlı Avrupa Kıtasındaki Taşkınlardaki Can Kayıpları (Delforge et al., 2023).

Türkiye’de taşkın oluşumunda yağış hadiselerinin yanı sıra; iklim şartları, arazi yapısı, nehir yataklarındaki yapılaşma, endüstrileşme ve kentleşme ile mevcut derelerin doldurulması gibi faktörler de etkili olmaktadır (Korkmaz, 2022). Dünyada olduğu gibi Türkiye, sahip olduğu iklim koşulları ve topoğrafik özellikleri nedeniyle sık sık taşkınlara uğramaktadır. Son 20 yılda Türkiye’de gerçekleşen taşkınlarda yaklaşık 500 kişi hayatını kaybetmiştir. Ülkemizde taşkın kaynaklı zararlar yıllık ortalama 100 milyon Dolar olup, taşkın önleme yatırımları ise yılda ortalama 30 milyon Dolar seviyesindedir (Akyürek, 2013). Türkiye gibi ekonomik kalkınma faaliyetlerinin hızla sürdüğü durumlarda, sanayileşme ve farklı sektörlerin gelişmesiyle birlikte ortaya çıkan kentleşme süreci, akarsu havzalarının değişik bölümlerinde insan etkisinin çeşitliliğini ve yoğunluğunu büyük oranda artırmaktadır. Bu durum, havzanın genel su dengesini bozarak can ve mal kaybına sebep olan taşkın olaylarını tetiklemektedir (Özcan, 2017). Meteorolojik hadiselerin yanı sıra, Türkiye benzeri gelişen coğrafyalarda, endüstrileşme ve pazar farklılığının getirdiği urbanizasyon, akarsu havzalarında beşeri faaliyetlerinin yoğunluğu ile farklılığı da su baskınlarını artıran önemli faktörlerin başından gelmektedir. Su taşkınları nedeniyle havzadaki su dengesi bozulmakta aynı zamanda ciddi oranda beşerî kayıplar ve ekonomik zararlar ortaya çıkmaktadır (Baykal & Terzi, 2017). Su Yönetimi Genel Müdürlüğü verilerine göre, Türkiye’de taşkın sebebiyle en yüksek can kaybı 1995 yılında gerçekleşmiştir. Bu yıl içinde taşkınlar nedeniyle toplam 164 vatandaşımız yaşamını yitirmiştir. En çok taşkın olayı ise 122 vaka ile 2015 yılında kaydedilmiştir. 1975-2015

yıllarında meydana gelen 1209 taşkın afetinde, 893,933 hektar alan kullanılamaz hale gelmiştir. (Eroğlu, 2017).

(EM-DAT) kayıtlarında ise Türkiye’de 1948-2020 yıllarında kayıt edilen 45 taşkın afeti tespit edilmiştir. Bahse konu olan taşkın afetleri sonucunda yaşanan ölüm sayıları Şekil 3’te gösterilmiştir. (Delforge et al., 2023).



Şekil 3. Türkiye'de Yaşanan Taşkınların Yıl Bazlı Can Kaybı Sayıları (Delforge et al., 2023).

Çalışma alanımız olan Tunceli ilinde Munzur Çayının 11,04.2023 tarihinde yaşanmış olan taşkın afetinde (Şekil-4, Şekil-5) Tunceli- Ovacık kara yolunda 11 kişinin mahsur kalarak hayati tehlike altında olması bölgenin ehemmiyeti hakkında bilgi vermektedir (TRT Haber, 2023).



Şekil 4. Munzur Çayında Yaşanan Taşkın Afeti



Şekil 5. Munzur Çayında Yaşanan Taşkın Afeti-2

Taşkınlar genellikle akarsu taşkınları, yeraltı suyu taşkınları, kıyı taşkınları, ani taşkınlar ve yapay su sistemlerindeki arızalar gibi farklı kategorilere ayrılabilir. Taşkınların başlama hızına göre ise yarı kalıcı taşkınlar, kent taşkınları, yavaş gelişen taşkınlar ve ani taşkınlar olarak adlandırılabilir. Bu taşkın türlerinin tamamı kentsel alanlarda ciddi etkiler yaratabilir ve bu nedenle kentsel taşkınlar olarak da tanımlanabilir. Kentsel bölgelerde olası etkileri ve bu etkilerin nasıl en aza indirilebileceğini anlamak için tüm taşkın türlerinin sebeplerini ve oluşum hızlarını kavramak büyük önem arz etmektedir (Quintana & Víctor, 2013). Taşkınlar genellikle Tablo 1’de sunulduğu gibi meteorolojik ve hidrolojik uç olayların birleşimi sonucunda meydana gelir. Ancak, insan etkilerinden de kaynaklanabilirler. Örneğin, plansız kentleşme, taşkın yataklarındaki yapılaşmalar, barajların çökmesi veya setlerin aşılması su baskınlarına yol açabilir. Dünyanın farklı bölgelerinde, son on yılda milyonlarca insan kırsal alanlardan kentlere göç etmekte ve genellikle taşkın riski yüksek bölgelere yerleşmektedir (Spor, 2023). Küresel ısınma nedeniyle değişen iklimin etkisiyle oluşan su baskınları, toplum ve ekonomi üzerinde olumsuz sonuçlar doğurmaktadır (Kerim & Süme, 2019).

Tablo 1. Taşkına Neden Olan Unsurlar (Svoboda & Fuchs, 2016)

Meteorolojik Unsurlar	Hidrolojik Unsurlar	İnsan Unsurlar
-Yağış -Siklonik Fırtınalar -Küçük Ölçekli Fırtınalar -Sıcaklık -Kar Yağışı ve Kar Erimesi -Küresel Isınma	-Yeraltı Suyu Seviyesi- - Toprak Nemi Düzeyi -Yüzey Sızma Hızı -Geçirimsiz Kapak -Kanal Kesit ve Pürüzlülük -Banküstü akışın varlığı ve yokluğu kanal ağı -Yüksek gelgit engelleyici drenaj -Havzanın Çeşitli Bölümlerinden Gelen Akışların Senkronizasyonu	-Arazi Kullanımı - Değişiklikleri -Akışları Engelleyen - Taşkın Ovasının İşgali -Altyapının Verimsizliği veya Bakımsızlığı -Kentsel Mikro İklim, Yağış, Olaylarını Zorunlu Kılar.

Taşkınlar, insanlar ve diğer canlılar üzerinde hem doğrudan hem de dolaylı pek çok etki yaratır. Doğrudan etkiler, taşkın sırasında meydana gelebilecek ölümler, yaralanmalar ve çevresel tahribatları ifade ederken; dolaylı etkiler, taşkın sonrası yaşanabilecek üretim kesintileri nedeniyle artan işsizlik, taşkın suları ile taşınan zararlı mikroorganizmalar yüzünden oluşabilecek hastalıklar ve psikolojik sorunları kapsamaktadır (Eroğlu, 2017).

Halkın tamamı, Sel baskınlarının etkilerini minimize etmek maksadıyla çeşitli tedbirler alır. Bu önlemler içinde, sürekli akmayan suyu biriktiren ve taşkın pik debisini azaltmaya yardımcı olan inşaatlar; depolama havzaları, barajlar, göletler, yan setler ve havza değişikliği gibi uygulamalar bulunur. Doğru kullanıldığında, bu yöntemler taşkın seviyesini önemli ölçüde düşürerek suyun akarsu yatağının doğal sınırları içinde kalmasını sağlar. Taşkın riski bulunan bölgelerde yapılacak düzenlemelerle, taşkın olumsuz etkileri en aza indirilebilir. Taşkın sırasında suları riskli bölgelerden uzak tutmaya yönelik olarak akarsu yatağında yapılan iyileştirme ve düzenleme çalışmaları; duvarlı kanal, set, taş tahkimat benzeri denetleme maksatlı yapılar içerir. Yukarı havza ıslahı kapsamında dere eksenel hattına 90 derecelik açıyla veya kademeli inşa tersip bentleri, ıslah sekileri, taban kuşağı benzeri yapılar ile taşkın önleme havuzları ve regülatörler gibi su akış düzenini kontrol eden tesisler, denetleme yapıları arasında yer alır. Bu tür yapılar, yapısal önlemler kapsamında inşa edilen taşkın kontrol tesislerindendir (Akman, 2021). Doğal afetleri tamamen engellemek imkânsızdır. Ancak, bu afetlerin etkilerini azaltmak amacıyla farklı koruma tedbirleri uygulanarak yıkıcı sonuçları kontrol altında tutmak hedeflenmektedir. Bu önlemler arasında akarsu yataklarının iyileştirilmesi ve dere üzerindeki altyapı düzenlemeleri önemli bir yer tutmaktadır (Üyüklüoğlu, 2015). Akarsu havzalarının üst kesimlerinde bitki

örtüsünün zarar görmesi, ormanlık ve çayır alanlarının su tutma kapasitesinin azalması ve doğru kullanılmayan arazi yönetimi sebebiyle taşkınların sıklığı ile etkilemiş olduğu alanı artarken; alt havzalarinsa nehir yataklarının yanında, taşkın tehlikesi taşıyan bölgelerin tarım, endüstri ve meskûn mahal olarak değerlendirilmesiyle, Türkiye’de ve diğer ülkelerde taşkının yarattığı sorun giderek çoğalmaktadır. Taşkınların çıkarabileceği zararları en aza indirmek amacıyla alınan önlemler arasında su tutma havzaları, bentler, yönlendirme kanalları, yatak düzenlemeleri ve tahliye yapıları bulunmaktadır (Temel et al., 2018).



2. LİTERATÜR TARAMASI

Son dönemlerde artan taşkın olayları sonucu birçok araştırmacı taşkın analizi, hidrolojik tehlikelerin belirlenmesi ve risk yönetimi alanında çalışmaya yönelmiştir (Paşa, 2023). HEC-RAS ve ArcGIS gibi yazılımlar taşkın risklerinin belirlenmesi açısından büyük önem taşımakta olup, bu alanda birçok araştırmacı çeşitli yöntem ve veriler kullanarak kapsamlı çalışmalar yürütmüştür (Çiftci, 2024).

Efe ve Önen, HEC-RAS paket programında yapmış olduğu çalışmalar doğrultusunda Batman Çayı güzergâhı boyunca taşkın analizi yaparak, analiz sonucunda Uygulama alanında özellikle km: 20+700 - 21+211 ve 9+300 - 9+950 aralığında yer alan kesitleri analiz edildiğinde, en kesit tabanının düz yapıda olması nedeniyle su seviyesinin yüksek yükselmediği ve geniş bir bölgenin su baskınına uğradığı belirlenmiş olup bu alanlara karşılık gelen Şerbet ve Bıçakçı Köylerinin dere yatağı içerisinde bulunan kısımlarının yüksek taşkın tehdidini dikkatte alındığında, bu bölgelerde yerleşim ve tarımsal faaliyetlere izin verilmesi sakıncalıdır (Efe , Önen, 2015).

Önen ve Oğraş HEC-RAS paket programı ile gerçekleştirdiği çalışmalar doğrultusunda, Sadi ve tarihi On Gözlü Köprülerin mevcut kapasitelerinin taşkın sularının yönlendirilmesinde yetersiz kaldığı belirlenmiştir. UNESCO tarafından Dünya Mirası Listesi'ne dâhil edilen Hevsel Bahçeleri ile Dicle Üniversitesi'ne bağlı Taşıt İşletme Şubesi, Kapıtaj, Arıtma Tesisleri, Diyarbakır Orman Bölge Müdürlüğü fidanlık alanı, balıkçılık ve meyvecilik AR-GE projesi kapsamında faaliyet gösteren üretim alanları ile Üniversite Köprüsü'nün üst kesimindeki yerleşim bölgeleri sel tehlikesi altındadır. Bölgede yapılacak iyileştirme çalışmalarıyla pürüzlülük katsayısının azaltılması, olası taşkın zararlarını düşürerek su seviyesindeki yükselişi sınırlayacaktır (Önen & Oğraş, 2019).

Tektaş ve Polat, HEC-RAS paket programında yapmış olduğu çalışmalar doğrultusunda Çakmak Deresi yatağının mevcut taşkın ıslah yapısının 1600 metrelik kesiminde, 1D ve 2D entegre hidrolik modelleme gerçekleştirilmiştir. Bu koridor üzerindeki toplam 5 menfez de modelleme kapsamına alınmıştır. Elde edilen hidrolik modelleme verilerine göre, hâlihazırdaki taşkın yönetim alanları ve 4 menfezin $Q_{500}=148,9 \text{ m}^3/\text{s}$ akışı iletemediği, taşkın sularının taşarak civardaki yerleşim birimlerine, tarım alanlarına, yeşil alanlara ve bahçelere zarar verdiği gözlemlenmiştir (Tektaş & Polat, 2021).

Korkmaz, HEC-RAS paket programında yapmış olduğu çalışmalar doğrultusunda Elazığ ili Gümüşkavak mahallesinde yapılan analizlerde, hâlihazır hali ile çizim durumu

mukayese edildiğinde, alanın taşkın debisini iletemediği belirlenmiştir. Araştırılan akarsu yolu doğrultusunda, 50 yıllık periyotta oluşabilecek taşkın debisinin ekili dikili alanlarının küçük bölümünü etkilediği, ama 100 yıllık taşkın debisinin daha geniş tarım sahalarına zarar verdiği gözlemlenmiştir (Korkmaz, 2022).

Bozdoğan ve Canpolat, HEC-RAS paket programında yapılmış olan çalışmalar ve analizler neticesinde, Delibekirli Deresi'nin taşkın riski taşıma potansiyelinin oldukça yüksek olduğu ortaya konmuştur. Havzanın jeolojik katmanları, toprak yüzeyinin şekli ve jeolojik formasyonları, arazi tercihindeki farklılıklar ile mevcut hizmet sebebi, akarsu yatağına yapılan insan etkisi, iklimsel dalgalanmalar ve artan yoğun yağış olayları, taşkın tehlikesini artıran temel unsurlar olarak belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, akarsu yatağı üzerindeki düzenlemeler; özellikle menfez ve köprü yapıları, akış kesitini daraltarak taşkın tehlikesini artıran etkenler olarak görülmüştür (Bozdoğan & Canpolat, 2024).

Altın ve Arkadaşları, HEC-RAS paket programında yapılmış olan çalışmalar ve analizler neticesinde alçak kotlu bölgeler suya maruz kalırken, daha yüksek seviyedeki alanlar taşkın meydana gelene kadar su biriktirmeye devam etmektedir. Suyun maksimum seviyeye ulaşır hareket etmeye başladığı kabulüyle, 50 yıllık debi eşiği aşıldığında yol sular altında kalmaktadır. Bölgede yolların ve çeşitli bariyerlerin bulunması, yerleşim alanlarının olmaması taşkının ilerlemesini geciktiren bir faktör olarak değerlendirilmektedir (Altın et al., 2024).

Özalp, Taşkın hangi alanlara etkide bulunduğunu incelemek amacıyla CBS tabanlı analiz araçlarından biri olan ArcGIS yazılımını kullanarak yapılan tüm çalışmaların ardından, taşkın sahaları ve riskli bölgeler ortaya konmuştur. Elde edilen taşkın riski taşıyan alanlar, mevcut sayısal haritalar veya uydu görüntüleri ile karşılaştırılarak risk altındaki bölgeler tespit edilmiştir (Özalp, 2009).

Saral ve Musaoğlu, Taşkın hangi alanlara etkide bulunduğunu incelemek amacıyla CBS tabanlı analiz araçlarından biri olan ArcGIS yazılımını kullanarak oluşturulan risk haritasının analizi sonucunda, “Çok Yüksek” taşkın tehlikesine sahip bölgelerin yerleşim alanlarını kapsadığı ve bu alanların olası bir taşkın olayında en fazla zarar görme ihtimali taşıdığı belirlenmiştir (Saral & Musaoğlu, 2011).

Yurteri, CBS tabanlı analiz araçlarından biri olan ArcGIS yazılımını kullanarak yapılan analiz çalışmaları sonucunda, Karabük ilinde olası taşkın tehlikesine maruz kalabilecek bölgeler belirlenmiştir. Buna göre, Yenice ilçesinin kuzeydoğusu ile Eskipazar ve Ovacık ilçe merkezlerinin güney ve güneybatı kısımlarının yüksek taşkın riski altında

olduğu tespit edilmiştir. Taşkın tehdidi taşıyan alanlar, risk derecelerine göre çok yüksek, yüksek, orta, düşük riskli ve risksiz bölgeler olmak üzere beş farklı kategoride haritalanmıştır (Yurteri, 2024).

Dursun, Osmaneli ilçesi sınırları içinde, Coğrafi Bilgi Sistemlerinden biri olan ArcGIS aracılığıyla taşkın riski değerlendirmesi gerçekleştirilmiştir. Çalışma bölgesinin akarsu yataklarına yakın olması, Sakarya Nehri ve kollarının ilçe merkezi ile tarımsal arazilerden geçmesi sebebiyle taşkın oluşma olasılığını artırdığı tespit edilmiştir (Dursun, 2022).

Taş ve Yanık Coğrafi Bilgi Sistemlerinden biri olan ArcGIS aracılığıyla Gerçekleştirilen analizler, Behzat Deresi Havzası'nın taşkın tehlike haritası çıkarılmış ve muhtemel risk taşıyan alanlar belli edilmiştir. Yapılan değerlendirmeler doğrultusunda, havzanın ortalama %45'inin riskli taşkın tehlikesine sahip alanlar olduğu belirlenmiştir (Taş & Yanık, 2022).

Akın ve Karaca, Çerçi ve Murt Deresi için Coğrafi Bilgi Sistemlerinden biri olan ArcGIS aracılığıyla gerçekleştirilen analizler ve incelemeler neticesinde, taşkın hassasiyeti yüksek olan bölgelerde meydana gelebilecek olası taşkın felaketinin ciddi yıkımlara yol açabileceği öngörülmektedir (Akın & Karaca, 2021).

Bayazıt, Coğrafi Bilgi Sistemlerinden biri olan ArcGIS aracılığıyla elde edilen taşkın risk haritaları değerlendirildiğinde, öncelikle ilin güney kesiminde bulunan Bozüyük ilçesinin sürekli olarak taşkın tehdidi ile karşı karşıya olduğu dikkat çekmektedir. Bozüyük, yüksek yağış ortalaması, eğim ve kot farkları, ayrıca içinden geçen akarsular sebebiyle taşkın riskinin sürekli var olduğu belirlenmiştir. İl genelinde 2000-2018 yılları arasında yapay yüzeylerin (kentleşme) %0,54 oranında arttığı, buna karşılık taşkın tehlikesinin %0,94 oranında yükseldiği tespit edilmiştir. Gerçekleştirilen analizler sonucunda, taşkın tehlikesindeki artışın kentleşme hızından daha fazla olduğu ortaya çıkmıştır (Bayazıt, 2021).

Doğan ve Arkadaşları, Yapılan analizlerde kullanılan HEC-RAS ve ArcGIS programlarının sonuçları doğrultusunda 100 yıllık tekrar periyodu ve Yenice Barajı'nın çökmesi senaryosu için taşkın yayılım haritası oluşturulmuştur. Yapılan taşkın analizleri neticesinde, Yenice Barajı'nın bir sebebe dayanmaksızın hasar görüp moloz duruma gelmesi halinde su kütlesinin oldukça yayılımı geniş olarak yayılacağı ve hatta Sakarya Nehri'nin yatağını değiştirme ihtimalinin bile doğabileceği belirlenmiştir. Barajın çökmesi halinde, Sakarya Nehri'ndeki taşkın sırasında pik su seviyesinin 9.14 metreye ulaşacağı, Adapazarı Toyota Otomobil Fabrikası'nın da dâhil olduğu 1. Organize Sanayi Bölgesi, Hanlı Beldesi

ve Adapazarı'nın küçük bir bölgesinin su baskınına uğrayabileceği elde edilen veriler arasında yer almaktadır (Doğan et al., 2013).

Taş ve Arkadaşları, HEC-RAS ve ArcGIS yazılımı kullanılarak Ege, Akdeniz ve İç Anadolu Bölgelerinin kesişim yaptığı alanda, kapalı bir havza özelliğinde önemli bir kesimi Afyon ilinde bulunan ve doğudan Konya sınırlarına girerek Akarçay havzasının taşkın yayılım haritaları oluşturulmuş, çalışma sahası sel tehdidi kapsamında incelenmiş ve derinlik-zarar ilişkileri doğrultusunda ortalama taşkın zarar maliyeti hesaplanmıştır (Taş et al., 2016).

Demir ve Kişi, Mert Irmağı Canik ve İlkadım ilçe sınırlarını içerisinde bulunan ırmağın ArcGIS yardımıyla taşkın akımlarının kanaldan geçişini sağlamak için kanal kesitlerinin genişletilmesi gereklidir. Bu durum, kanal derinliğinin veya genişliğinin artırılmasıyla gerçekleştirilebilir. Ancak, kanal genişliğinin artırılması maliyetleri ve iş yükünü yükselteceğinden, kanal derinliğinin artırılması daha uygun bir çözüm olarak değerlendirilmektedir (DEMİR & KİŞİ, 2001).

Yılmaz ve Arkadaşları, HEC-RAS paket programında yapılmış olan çalışmalar ve analizler neticesinde Eskişehir Porsuk Çayının akarsu yatağının genişliği ve düşük eğimli yapısı, güzergâh boyunca yer alan tarım alanlarının olası taşkınlardan etkilenebileceğini göstermektedir. Özellikle 100 yıllık tekrar periyoduna sahip bir taşkında, akarsuyun her iki yakasında bulunan tarım arazilerinin zarar görebileceği tespit edilmiştir (Yılmaz et al., 2020).

Burgan ve Arkadaşları, HEC-RAS paket programında yapılmış olan çalışmalar ve analizler neticesinde, Samsun ve Ordu illeri sınırları içinde yer alan İkizce Havzası'nın toprak nem indeksleri elde edilerek taşkın riskindeki bölgeler tespit edilmiştir. Akçay Akarsuyunun bölgedeki riskini değerlendirilerek hidrolik şekli oluşturulmuştur. Elde edilen taşkın sınırlarına göre, 2, 5, 10, 25 ve 50 yıllık taşkın debileri için ciddi bir taşkın riski öngörülmezken, 100 ve 500 yıllık tekrar periyotlarına sahip taşkın debileri için önleyici tedbirler alınması tavsiye edilmektedir (Burgan et al., 2015).

Uslu ve Arkadaşları, İlkadım İlçesinde bulunan Kılıçdede, Derebahçe ve Çay mahallesinden geçen Porsuk Çayının HEC-RAS yardımıyla taşkın tehlike haritaları incelendiğinde, taşkın tekrar debilerine bağlı olarak taşkın sahasına giren yapılar, konut ve ticari alan olarak kullanılan bağımsız birimlerin sayısı ile selden zarar görecektir insan sayısı değerlendirilmiştir. Q10 debisinin sel bölgesinde 617 yapı, 2290 konut ile bu konutlarda yaşayan 10,076 kişi ile 555 iş yeri ve 3300 çalışan olduğu belirlenmiştir (Uslu et al., 2018).

Sonuç olarak değerlendirildiğinde, HEC-RAS ve ArcGIS yazılımlarının birlikte uygulanması, taşkın sahalarının hem doğru hem de anlaşılır bir şekilde haritalandırılmasını mümkün kılarak, taşkın risk analiz süreçlerine önemli bir katkı sunmaktadır.



3. TAŞKIN DURUMU

3.1. Taşkın Hidrolojisi

Hidroloji (hidro+logos), su bilimi olarak bilinmektedir. Hidroloji, hava tabakasında, karada ve yer altındaki suların döngüsünü, dağılımını ve suların fiziksel ile kimyasal farklılıklarını gözlemleyen temel ve uygulamalı bilim alanıdır. Hidrolojik çalışmalar; gözlem (ölçüm), kayıt, veri ve modelleme aşamalarından oluşmaktadır. Yağış, buharlaşma, İnfiltrasyon, yer altı suyu ve yüzey akışı hidrolojinin başlıca çalışma alanlarını kapsamaktadır. Taşkın hidrolojisinde yüzey akışı, yani yağış anında ve sonrasında akmaya geçen suyun debisi, hızı ve tekrar periyodu büyük anlam taşımaktadır (Wahidi, 2021).

Hidroloji, yerkürede (yeryüzü, yer altı ve atmosfer) suyun döngüsünü, dağılımını, fiziksel ve kimyasal özelliklerini, çevreyle ve canlılarla karşılıklı etkileşimini inceleyen temel ve uygulamalı bir bilim dalıdır. 'Hidro' su ve 'Loji' bilim kelimelerinden türeyen 'Hidroloji', su bilimi anlamına gelmektedir. Hidroloji, doğa bilimlerinin yanı sıra Matematik, Fizik, Kimya ve Biyoloji gibi temel bilim dallarıyla yakın bir ilişki içerisinde. Bu yönüyle disiplinler arası bir bilim niteliği taşıyan hidrolojinin diğer bilim dallarıyla sınırlarını kesin çizgilerle ayırmak oldukça zordur. Atmosferde bulunan suyun meteorolojiyle, denizlerdeki suyun oşinografiyle, canlılarla olan ilişkilerinin biyolojiyle ve su ile zemin arasındaki bağlantının ise hidrojeoloji/jeoloji ile doğrudan ilişkili olduğu görülmektedir. Hidrojeoloji; jeoloji, meteoroloji, oşinografi, inşaat, çevre, biyoloji gibi bilim dallarıyla ilgilenen araştırmacılar için ortak bir çalışma alanı oluşturmaktadır. Hidroloji biliminin temel amacı, suyun kıt olduğu bölgelerde su kaynaklarının verimli kullanımını sağlamak, aşırı su bulunan alanlarda ise suyun kontrolünü gerçekleştirmek ve kirlenme riski taşıyan bölgelerde su kirliliğini önlemek, yani mevcut suyun en uygun (optimum) şekilde yönetilmesini ve denetimini sağlamaktır (Aydın et al., 2013).

3.2. Hidrolik Çalışmalar ve Değerlendirilmesi

3.2.1. Taşkın tekerrür debilerinin tespit edilmesi

Taşkın debilerinin hesaplanacağı havzanın kapasitesi, karakteristik yapısı, yağış ve akış istatistiklerinin erişilebilirliği ile hidrolik modelleme gereksinimleri doğrultusunda

farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu hesaplamalar için iki ana metot önerilmektedir: İstatistiksel temelli taşkın frekans analizi ve sentetik yağış-akış modeli (DSİ, 2017).

Taşkın frekans analizlerinde, yıllık anlık maksimum akım verileri, Olasılık Dağılım Fonksiyonları (ODF) ile Noktasal ve Bölgesel Taşkın Frekans Analiz yöntemleri kullanılarak taşkın debileri belirlenmektedir (Demir, 2020).

Literatürde en yaygın olarak tercih edilen beş farklı Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu (OYF) değerlendirilmiştir. Bunlar; Normal dağılım, Log-Normal Tip-2, Log-Normal Tip-3, Gumbel, Log-Pearson Tip-3 ve Pearson Tip-3 dağılımlarıdır.

Yağış-akış modelinde de, yeterli gözlem verisi bulunmayan veya hiç akım gözlem istasyonuna sahip olmayan nehir havzalarında taşkın debilerinin tahmini için kullanılmaktadır (Demir & Keskin, 2022).

Yağış gözlem noktaları kullanılarak oluşturulan Thiessen poligonları ve çevredeki alan verileri kullanılarak taşkın debileri, sentetik birim hidrograf yöntemleriyle hesaplanabilir. Bu çalışmada, literatürde en sık kullanılan Mockus ve DSİ sentetik yöntemi ve Rasyonel Yöntem genel olarak tercih edilir (Demir, 2020).

3.2.2. Olasılık dağılım fonksiyonları

3.2.2.1. Normal dağılım

Normal Dağılım, eğer bir rastgele değişken (X), n tane bağımsız değişkenin toplamından oluşuyorsa, n büyüdükçe X'in dağılımı, temel değişkenlerin dağılımı fark etmeksizin hemen normal dağılıma benzemeye başlar. X değişkeninin olasılık yoğunluk fonksiyonu (OYF) Denklem 1'de belirtilmiştir (Bayazıt & Oğuz, 2005).

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_x^2}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{x-\mu_x}{\sigma_x} \right)^2 \right] \quad (1)$$

σ = Standart Sapma

μ = Ortalama

3.2.2.2. Log-Normal dağılım

Log-Normal Dağılım, logaritması normal dağılım sergileyen seçkisiz bir rastgele parametre için sadece bir yöne ait olasılık dağılımıdır. X rastgele değişkenine ait $\ln(x)$

olasılık dağılımı normal ise, x değişkeninin olasılık dağılımı logaritmik normal dağılım veya kısaca log-normal dağılım olarak tanımlanır. Log-Normal dağılımına ilişkin olasılık yoğunluk fonksiyonu Denklem 2’de verilmiştir (Ersoy, 2017).

$$f(y = \ln x) \left[\frac{1}{x} \right] = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(\ln x - \mu)^2}{2\sigma^2} \right] \quad (2)$$

$\sigma = \text{Standart Sapma}$

$\mu = \text{Ortalama}$

3.2.2.3. Üç-parametrelı Log-Normal dağılım

X rassal değişken logaritmasının bazı durumlarda normal dağılımına tam olarak uyum göstermemektedir. Ancak, X_0 gibi bir alt limit değeri çıkarıldıktan sonra logaritmik dönüşüm uygulandığında, değişkenin normal dağılıma uygun hale gelebildiği Denklem 3’te gözlemlenmektedir (Bayazıt & Oğuz, 2005).

$$y = \ln(x) \quad (3)$$

X_0 alt sınır olup Y’nin dağılımı normal dağılımı Denklem 4’te gösterilmektedir.

$$X = X_0 + \exp(Y) \quad (4)$$

3.2.2.4. Gumbel dağılım

Gumbel dağılımı, farklı örneklerin bir dizi en yüksek veya en düşük değerlerinin dağılımını modellemek amacıyla kullanılmaktadır. En büyük gözlemlenen değerlerin belirli bir yıl içerisindeki en yüksek seviyede nasıl dağıldığını tespit etmek amacıyla uygulanır. Gumbel, zelzele, taşkın vb. afetlerin gerçekleşme ihtimalini öngörmede kullanılabilir. Gumbel dağılımına ait hesaplamalar Denklem 5’te gösterilmektedir (Ersoy, 2017).

$$f(x) = \frac{1}{\beta} e^{\frac{x-\mu}{\beta}} e^{-e^{\frac{x-\mu}{\beta}}} \quad (5)$$

$\beta = \text{Ölçek Parametresi}$

$\mu = \text{Ortalama}$

3.2.2.5. Gama Tip-3 dağılım

Gamma Tip-3 dağılımı iki parametrelili sürekli bir olasılık dağılımıdır. Dağılıma ait hesaplamalar Denklem 6'da gösterilmiştir (Ersoy, 2017).

$$f(x; k; \theta) = x^{k-1} \frac{e^{-x/\theta}}{\theta^k \Gamma(k)} \quad x > 0, k > 0, \theta > 0 \quad (6)$$

3.2.2.6. Log Pearson Tip-3 dağılım

Log Pearson Tip-3 Dağılımında hesaplamalar Denklem 7'de verilmiştir (Ersoy, 2017).

$$f(x) = |\beta| [\beta(x - \xi)]^{\alpha-1} \frac{\exp[-\beta(x-\xi)]}{\tau(\alpha)} \quad (7)$$

β = Ölçek Parametresi

α = Biçim Parametresi

ξ = Yer Parametresi

$$f(x) = \{\beta < 0 \Rightarrow \alpha < \xi, \quad \xi = \text{Üst Sınır}\}$$

$$f(x) = \left\{ \begin{array}{l} \alpha > 0 \\ \beta > 0 \end{array} \Rightarrow \alpha > \xi, \quad \xi = \text{Alt Sınır} \right]$$

3.2.3. İstatistik testler

Elde bulunan gözlem verilerine en iyi uyum sağlayan olasılık dağılım fonksiyonu, istatistiksel yöntemler kullanılarak belirlenebilir. Dağılımların gözlem verilerine uygunluğunu değerlendirmek amacıyla çalışma kapsamında Kolmogorov-Smirnov testi uygulanmıştır (Acar, 2011).

3.2.3.1. Kolmogorov - Smirnon (K-S) testi

Gözlemlenen bir istatistiğin, istatistiksel yöntemle elde edilen dağılım sonucuna adaptasyonunu değerlendirmek amacıyla incelenir. K-S yönteminde, bütün gözlemler adına hesaplanan $F^*(x_i)$ sonuçları ile kullanılan istatistiksel dağılımın sağladığı $F(x_i)$ sonuçları arasındaki en fazla farkın mutlak değeri belirlenir. Elde edilen Δ değeriyle, istatistik kaynaklarında bulunan bulgu sayısı ile α anlamlılık düzeyine bağlı olarak elde edilen $\Delta\alpha$ değeri ile mukayese edilir. Eğer $\Delta < \Delta\alpha$ (Tablo2) ise, hesaplanan anlamlılık düzeyine göre

dağılım K-S testi açısından tasdik edilir. (Kumanlioğlu & Ersoy, 2018) İstatistik yöntem Denklem 8’de gösterilmiştir.

$$Max \Delta = [F * (x_i) - F(x_i)] \quad (8)$$

x_i = Gözlem İstasyonundan alınan veri

$$F * (x_i) = \frac{i}{n}, \quad i = \text{Sıra Sayısı}, n = \text{Toplam Veri Sayısı}$$

$F(x)$ = İstatistiksel Dağılımın Eklenik Olasılık Dağılım Değeri

Tablo 2. Kolmogorov-Simirnov Testinin $\Delta\alpha$ Değeleri (Kumanlioğlu & Ersoy, 2018).

Anlamlılık Düzeyi(α)				
Veri Sayısı (n)	0,2	0,1	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,57
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
>50	$1,07/\sqrt{n}$	$1,22\sqrt{n}$	$1,36\sqrt{n}$	$1,63\sqrt{n}$

3.2.4. Sentetik birim hidrograf yöntemleri

Bir havzanın özgün hidrografını belirlenmesi amacıyla o bölgenin elde edilen yağış ve akış bilgilerini elde etmek gerekir. Ancak bazı havzalarda bu veriler hiç kayıt altına alınmamakta ya da kayıt sırasında ölçüm cihazlarında meydana gelen bir arıza nedeniyle veriler eksik olabilmektedir. Ayrıca, sağanak yağış bazen oldukça karmaşık bir yapı sergileyebilir ve hidrografi bileşenlerine ayırarak analiz etmek mümkün olmayabilir. Bu tür durumlarda ve benzer havzalardaki geçmiş gözlemler ile deneyimlere dayanılarak o bölgeye ait hidrografın sentetik olarak elde edilmesi gerekmektedir (Beden, 2019).

Bu çalışmada, literatürde en sık kullanılan Mockus, DSİ sentetik ve Rasyonel yöntemleridir. Hidrograf Yöntemleri Tablo 3’te gösterildiği gibi Drenaj Alanlarına,

Toplanma Zamanına ve Yükselme zamanına gibi şartlar doğrultusunda yöntemler seçilir (Semerci et al., 2020).

Tablo 3. Sentetik Birim Hidrograf Yöntemlerinin Seçilme Koşulları (Semerci, Tayfur et al. 2020).

Yöntem	Drenaj Alanı (km ²)	Toplanma Zamanı (T _p) Yükselme Zamanı (T _c)
DSİ Sentetik	A < 1000 km ²	T _p > 2 Saat
Mockus	1 < A < 10 km ²	T _c < 30 Saat
Rasyonel	A < 1	-

3.2.4.1. Mockus yöntemi

Mockus Yöntemi, akım gözlem istasyonunun bulunmadığı havzalarda gerçekleşen debinin tahmin edilmesinde yaygın olarak tercih edilen yöntemdir. Aynı zamanda, hesaplamalarının pratik olması ve üçgen hidrografının kolayca çizilebilmesi nedeniyle kullanılmaktadır. Toplanma zamanı 30 saatten az olan ya da drenaj alanı 1 km² ile 10 km² arasında olan bölgeler için uygundur (Kumanlıoğlu & Ersoy, 2018). Toplanma Süresi daha yüksek olan havzaların güzergâhları daha küçük parçalara ayrılarak her bir parça için hidrograf hesabı yapılır. Mockus Yöntemi için yapılan taşkın debi hesabı Denklem 8-9-10-11-12-13' te gösterilmiştir (Beden, 2019).

$$T_c = 0,00032 \frac{L^{0,77}}{S_i^{0,385}} \quad (8)$$

$$YD = 2\sqrt{T_c} \quad (9)$$

$$\sqrt{S_i} = \frac{10}{\sum(\frac{1}{\sqrt{S_i}})}, S = \left(\left(\frac{1000}{EN_{II}} \right) - 10 \right) * 25,4 \quad (10)$$

$$T_p = 0,5 * YD + 0,6 * T_c \quad (11)$$

$$Q_p = 0,208 * A / T_p \quad (12)$$

$$Q_2 = Q_p * h_{akış} = Q_p * h_2, h_{akış} = \frac{(P-0,2S)^2}{(P+0,8S)} \quad (13)$$

S_i = Harmonik Eğim

L = Akarsu Kol Uzunluğu

Q_p = Pik Debi

k = İklim Parametresi ($0,19 < k < 0,25$)

h_a = Yağış sonunda oluşacak akış yüksekliği

$T_p = \text{Hidrografın Yükselme Zamanı}$

$YD = \text{Taşkın Meydana Getiren Yağış Süresiz}$

3.2.4.2. DSİ sentetik birim hidrograf yöntemi

DSİ Sentetik Birim Hidrograf Yöntemi 1000 km²'yi aşmayan akış havzaları uygulanmaktadır. Geniş alanlar, daha dar bölgelere bölünerek tek tek farklı hidrograf oluşturulur ve bu hidrograflar, drenaj havzasındaki belirlen Enkesitlere göre geciktirilerek birleştirilir, böylece tüm drenaj alanına ait hidrograf elde edilir. DSİ Sentetik Birim Hidrograf Yöntemi için yapılan taşkın debi hesabı Denklem 14-15-16-17-18'de gösterilmiştir (Gevrek & İrvem, 2021).

$$E = \frac{L * L_C}{\sqrt{S_H}} \quad (14)$$

$$q_p = \frac{414}{A^{0,225} * E^{0,16}} \quad (15)$$

$$Q_P = q_p * A * 10^{-3} \quad (16)$$

$$V_b = A * h_a * 10^3 \quad (17)$$

$$t_b = 3,65 * \frac{V_b}{Q_p} \quad (18)$$

$S_H = \text{Ana Kanalın Harmonik Eğimi}$

$E = \text{Katsayı}$

$Q_P = \text{Pik Debi}$

$q_p = \text{Birim Debi}$

$V_b = \text{Hidrografın Toplam Su Hacmi}$

$t_b = \text{Hidrografın Taban Hacmi}$

3.2.4.3. Rasyonel yöntem

Kuichling tarafından 1889 yılında ortaya konulmuştur. Bu yöntem, yeterli akım ölçümüne sahip olmayan yan kollar için uygulanmaktadır. Rasyonel yöntem, 1 km²'den az havzalarda ve düz arazilere kıyasla hassas sonuçlar elde etmektedir. Zeminin eğimine ve özelliklerine doğrultusunda havzaya yağan yağmurun belirli bölümü toprağa sızarken, diğer kalan kısmı yüzey akışına geçmektedir. Yağmurun ne oranda akışa katıldığını ise Tablo 4 yardımıyla C katsayısı belirlenir. I ve C katsayıları belirlendikten sonra, 10 yıllık periyotta meydana gelmesi beklenen taşkın debisi (Q10) hesaplanmaktadır (Korkmaz, 2022).

$$Q = C * I * \frac{A}{3,6} \quad (19)$$

$$Q = \text{Taşkın Debisi } m^3/sn$$

$$C = \text{Yüzeysel Akış Katsayısı}$$

$$I = \text{Yağış Şiddeti } mm/sa$$

$$A = \text{Yağış Havzası Alanı } km^2$$

Tablo 4. C Katsayısının Belirleme Koşulları (Yaylak, 2016).

YOL PLATFORMU YÜZEYLERİ İÇİN	Detay	C Akış Katsayıları
	Yol Platformu ve Kaplanmış Alanlar	0,9
	Yüksek Eğimli Yarma veya Dolgu Şevleri($\alpha > 45^\circ$)	0,8
	Düşük Eğimli Yarma veya Dolgu Şevleri ($\alpha \leq 45^\circ$)	0,5
	Düzenlenmiş Düşük Eğimli Alanlar (Refüj vb.)	0,3
KÜÇÜK KURSAL HAVZALARI İÇİN	Geçirimsiz	0,90-0,95
	Dik-Çıplak	0,80-0,90
	Dalgali-Çıplak	0,60-0,80
	Düz-Çıplak	0,50-0,70
	Dalgali-Çayırılık	0,40-0,60
	Yapraklarını Döken Orman	0,30-0,50
	Çam Ormanı	0,25-0,40
	Meyve Ağaçlıkları	0,20-0,40
	Ziraat Arazisi	0,15-0,40

Tablo 5. C Katsayısının Belirleme Koşulları Devamı (Yaylak, 2016).

KENTSEL HAVZALAR İÇİN	Yoğun ve Kesintisiz Biçimde Yapılaşmış Kentsel Alan	0,80-0,90
	Ticari/Kentsel Alan Yakın Yapılaşma	0,70-0,85
	Kentsel Konut Alanı Sınırlı Bahçeler	0,50-0,70
	Banliyöde Bahçeli Konut Alanı	0,35-0,60
	Kum Tabakası Üzerinde Bütünüyle Yapılaşmış Banliyö	0,25-0,40
	Park, Bahçe ve Çayırılar	0,10-0,25

3.2.5. Noktasal ve bölgesel taşkın frekans analizi (NTFA, BTFA)

Belirli bir istasyona ait veriler kullanılarak gerçekleştirilen noktasal taşkın frekans analizinde, bu verilere en uygun olasılık yoğunluk fonksiyonları uyum testi sonuçlarına göre

belirlenir ve bu fonksiyon kullanılarak belirli bir tekrar periyodunda oluşabilecek taşkın debileri hesaplanabilir (Aydın, 2018).

Hidroloji sektöründe frekans analizi yapmak kolay değildir çünkü bir gözlem noktasında meydana gelebilecek aşırı bir olayın tekrar sıklığını belirlemek için genellikle yeterli veri bulunmaz. Hatta bazı istasyonlar için hiç veri kaydedilmemiş olabilir. Bu sebeple, incelenen gözlem noktasının çevresindeki diğer istasyonların verileri de dikkate alınarak bölgesel frekans analizi yapmak daha faydalı olacaktır. Bölgeselleştirme sürecinde tek bir istasyonun verisi yerine daha geniş bir veri seti kullanıldığından, ulaşılan çıktıların daha yüksek düzeyde güvenilirlik taşıması öngörülür. Bölgesel frekans analizi yöntemlerinden biri olan gösterge indeks taşkın yöntemi (index-flood method), belirlenen bölgedeki istasyonların frekans dağılımlarının, istasyona özgü belirli bir ölçek faktörü haricinde benzer olduğu ilkesine dayanır. Yapılan araştırmalar, bölgenin kısmen bölgenin farklılıklar gösterdiği alanlarda dahi bölgesel frekans analizinin noktasal frekans analizine oranla isabetli veriler verdiğini göstermektedir (Şorman, 2004).

3.3. Manning Pürüzlülük Katsayısı

Manning Pürüzlülük katsayısı, kanallarda ve taşkın alanlarında su akışına karşı oluşan direnci ifade eder. Akışın dolaylı bir hesaplama yöntemi olan Manning denkleminin çıktıları, taşkın yatağı yönetimi, taşkın analizleri ve taşkın alanları boyunca köprü ile otoyol projelendirilmesinde kullanılmaktadır (Arcement & Schneider, 1989).

$$Q = \frac{1}{n} R^{2/3} J^{1/2} A \quad (20)$$

$$Q = \text{Debi} \left(\frac{m^3}{s} \right)$$

$$A = \text{Akım Alanı} (m^2)$$

$$R = \text{Hidrolik Yarıçap} (m)$$

$$J = \text{Taban Eğimi}$$

$$n = \text{Pürüzlülük Katsayısı}$$

Manning denkleminde yer alan kesit alanı, hidrolik yarıçap ve taban eğimi doğrudan ölçülebilen fiziki parametredir. Debi ile akış hızı tespit edilirken bu değişkenler denklemde yerine konularak belirlenir. Ancak pürüzlülük katsayısı “n”, özellikle doğal dere yataklarında doğrudan ölçülebilen bir değer olmayıp, çeşitli faktörlere bağlı olarak ampirik yöntemlerle tahmin edilmektedir ve dere yataklarındaki akışı en çok etkileyen unsurlardan

biridir. Bu katsayının farklılık göstermesi, hidrolik hesaplamaların sonucunu doğrudan değiştirmektedir (Müdürlüğü, 2016).

Kusursuz ve gerçeğe yakın su yüzeyi kesiti etmek için “n” pürüzlülük katsayısı değerli bir faktördür. Katsayı, çeşitli unsurlarla değişkenlik gösterir. Adı geçen unsurlar; yüzeyin pürüzlülük durumu, bitki örtüsü, kanal düzensizliği, kanal uzunluğu, aşınma ve toplanma süreçleri, hâlihazırdaki engeller, kanal eğimi, şev yapısı, termografik koşulları, yatak özellikleri ve mevsimsel değişiklikler gibi farklı etkenlerden oluşur. Genel olarak, su yüzeyi profili hakkında yeterli bilgi mevcutsa, “n” katsayısının daha hassas bir şekilde ayarlanması gerekir. Hazırlanmış çizelgelerden (Chow & Patterson, 1959) Tablo 11, Tablo 12, Tablo 13 ve Tablo 14’te elde edilen bilgiler aktarıldığında, tahmin edilen hızlar ile gerçek akım hızlarının belirgin farklılıklar elde edildiği tespit edilmiştir. Bu doğrultuda, elde edilen bilgilerin yanı sıra çalışma alanında çekilen fotoğrafların karşılaştırılması, ayrıca ampirik/fiziksel bağıntıların uygulanması ile 1956 yılında W.L. Cowan’ın geliştirdiği yöntemin kullanılmasıyla doğru ve mükemmelle yakın sonuçlar elde edilebilir (Önen & Oğraş, 2019).

Taşkınlar ve hidrolik yapılarının boyut tayini amacı için çalışmalar değerlendirildiğinde, kolaylığı sebebiyle çoğunlukla Manning tabloları ve Cowan Yönteminin tercih edildiği görülmektedir (Demir & Keskin, 2019).

Cowan yönteminde de pürüzlülüğün oluşmasına sebep olan etkenlere bakıldığında “n” Manning katsayısı tespit edilir (Cowan, 1956). Bölgenin fiziksel-yapısal ve süreç içerisindeki farklılıkları (nehir yamaç bitki durumundaki mevsimsel değişiklikler) değişikliklerini dikkate alarak hesaplandığından kapsamlı bir yöntem olup Denklem 21 ve Tablo 5-6-7-8-9-10’da Manning’s n pürüzlülük katsayısı hesabı için gerekli parametreler verilmiştir.

$$n = (n_b + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)m \quad (21)$$

n_b = Kanalın Zemin Özelliklerine Göre Seçilen Katsayı

n_1 = Yüzey Düzensizliklerinin Etkileri İçin Düzeltme Katsayısı

n_2 = Kanal Enkesiti Şekli ve Büyüklüğündeki Değişim Katsayısı

n_3 = Kanaldaki Engellerin Etkisi İçin Belirlenmiş Katsayı

n_4 = Akım Şartları ve Bitki Örtüsü İçin Seçilen Katsayı

m = Kanalın Kıvrım Derecesini ifade Eden Katsayı

Tablo 6. DSİ Modifiye Cowan Yöntemi Malzeme Cinsine Göre " n_b " Değerleri (Cowan, 1956).

Yataktaki Malzemenin Cinsi	Beton	Medyan Çap D_{50} (mm)	-	n_b	0,012-0,018
	Kaya		-		-
	Sert Toprak		-		0,025-0,032
	İri Kum		1-2		0,026-0,035
	İnce Çakıl		-		-
	Çakıl		2-64		0,028-0,035
	İri Çakıl		-		-
	İri Taş		64-256		0,030-0,050
	Yumru Kaya		>256		0,040-0,070

Tablo 7. DSİ Modifiye Cowan Yöntemi Kanal Şev Durumuna Göre " n_1 " Değerleri (Cowan, 1956).

Kanal Şev Durumu	Pürüzsüz		n_1	0,000
		Beton Duvar		0,003
	Önemsiz	Taş Duvar		0,005
		İstifli Taş Tahkimat		0,008
	Orta	Toprak Yamaç		0,010
		İstifsiz Taş Tahkimat		0,015
	Şiddetli	Ağaçlı Yamaç		0,020

Tablo 8. DSİ Modifiye Cowan Yöntemi Kanal Kesit Değişimine Göre " n_2 " Değerleri (Cowan, 1956)

Kanal Kesit Değişimi	Aşamalı	n_2	0,000
	Ara Sıra Değişen		0,005
	Sık Değişen		0,01-0,015

Tablo 9. DSİ Modifiye Cowan Yöntemi Kanal Engellerine Göre " n_3 " Değerleri (Cowan, 1956).

Kanaldaki Engeller	İhmal Edilir	<%5	n_3	0,000
	Önemsiz	%5-15		0,01-0,015
	Kayda Değer	%15-30		0,02-0,03
	Şiddetli	>%50		0,04-0,06

$$\% = \text{Eğim Değeri} = \left(\frac{\text{Engel}}{\text{Kesit Alanı}} \right) * 100$$

Tablo 10. DSİ Modifiye Cowan Yöntemi Kanaldaki Bitki Örtüsüne Göre " n_4 " Değerleri (Cowan, 1956).

Kanaldaki Bitki Örtüsü	Düşük	n_4	0,005-0,01
	Orta		0,01-0,025
	Yüksek		0,025-0,05
	Çok Yüksek		0,05-0,1

Tablo 11. DSİ Modifiye Cowan Yöntemi Kanal Kıvrımına Göre "m" Değerleri (Cowan, 1956).

Kanal Kıvrımı	Önemsiz	1-1,2	m	1
	Kayda Değer	1,2-1,5		1,150
	Şiddetli	>1,5		1,300

$$3. \text{Sütündeki Değer} = \text{Kanal Kıvrım Değeri} = \left(\frac{\text{Nehir Uzunluğu}}{\text{Nehir Kuş Uçuşu Uzunluğu}} \right)$$

Tablo 12. Manning 'n' Değerleri-Doğal Nehirler-1 (Chow & Patterson, 1959)

1.	Ana Kanallar	Minimum	Maksimum	Normal
a.	Temiz, düz derin havuzlar	0,025	0,030	0,033
b.	Yukarıdakilerle aynı(a), ancak daha çok taş ve yabani otlar	0,030	0,035	0,040
c.	Temiz, Sarmal, bazı havuzlar ve topraklar	0,033	0,040	0,045
d.	Yukarıdaki ile aynı(c), ancak bazı yabani otlar ve taşlar	0,035	0,045	0,050
e.	Yukarıdaki ile aynı(d), az aşamalı, daha etkisiz yamaçlar ve bölümler	0,040	0,048	0,055
f.	Yukarıdaki ile aynı(e), az aşamalı, daha etkisiz yamaçlar ve bölümler	0,045	0,050	0,060
g.	(d) ile aynı fakat daha fazla taş	0,050	0,070	0,080
h.	Çok otlu derin havuzlar veya büyük kaya ve ağaçla kaplı taşkın yolu	0,070	0,100	0,150

Tablo 13. Manning 'n' Değerleri-Doğal Nehirler-2 (Chow,1959)

	Ana Kanallar	Minimum	Maksimum	Normal
a.sadece otlu	Temiz, düz derin havuzlar			
1.	Kısa Ot	0,025	0,030	0,035
2.	Uzun Ot	0,030	0,035	0,050
b.ekili.				
1.	Ekin Yok	0,020	0,30	0,040
2.	Olgun Kaba Bitkiler	0,025	0,035	0,045
3.	Olgun Tarla Bitkileri	0,030	0,04	0,050
c.çalılık				
1	Dağınık Çalı, Yoğun Yabani Otlar	0,035	0,050	0,070
2	Seyrek Çalı ve Ağaçlar Kış Mevsimi İçin	0,035	0,050	0,060
3	Seyrek Çalı ve Ağaçlar Yaz Mevsimi İçin	0,040	0,060	0,080
4	Orta Yoğunluklu Çalı Kış Mevsimi İçin	0,045	0,070	0,110
5	Orta Yoğunluklu Çalı Yaz Mevsimi İçin	0,070	0,100	0,016
d.ağaç				
1	Ağır Kalaslar, Az Gelişmiş Seyrek Ağaç, Su Akışı Dallarının Altında	0,080	0,100	0,120
2	Yukarıdaki ile Aynı Ancak Su Akışı Dalların Üstünde	0,100	0,120	0,160
3	Yoğun Söğüt, Yaz Mevsiminde	0,110	0,150	0,200

Tablo 14. Manning 'n' Değerleri-Doğal Nehirler-3 (Chow,1959)

3	Ana Kanallar	Minimum	Maksimum	Normal
a.toprak düz ve üniform				
1.	Temiz, Yeni Tamamlanmış	0,016	0,018	0,02
2.	Uzun Temiz, Ayrışma Oluşmuş	0,018	0,022	0,025
3	Çakıl, üniform kesit, temiz	0,022	0,025	0,03
4	Kısa Çimler, Birkaç ot	0,022	0,027	0,033
b.toprak, kurplu, yavaş akım.				
1.	Bitkilenme Yok	0,023	0,025	0,03
2.	Çim, Biraz ot	0,025	0,03	0,033
3.	Yoğun Otlama veya Derin Kanallarda Su Bitkileri	0,03	0,035	0,04
4.	Toprak Taban ve Taş Şevler	0,028	0,03	0,035
5.	Taş Taban ve Otlu Şevler	0,025	0,035	0,04
6.	Çakıl Taban ve Temiz Şevler	0,03	0,04	0,05
c.kepçe ile kazılmış-taranmış				
1	Bitkilenme Yok	0,025	0,028	0,033
2	Şevlerde Az Miktarda Çalılık	0,035	0,05	0,06
d.kayada kazılmış				
1	Pürüzsüz ve Üniform	0,025	0,035	0,04
2	Tırtıklı ve Düzensiz	0,035	0,04	0,05
e.bakımsız kanallar, otlar ve çalılar kesilmemiş				
1	Akım Derinliğine Ulaşan Uzun Otlar	0,05	0,08	0,12
2	Taban Temiz, Şevlerde Çalılar	0,04	0,05	0,08
3	Yukarıdaki ile aynı, su yüksekliği en yüksek seviyesinde	0,045	0,07	0,11
4	Yoğun Çalı, Yüksek Su Seviyesi	0,08	0,1	0,14

Tablo 15. Manning 'n' Değerleri-Doğal Nehirler-4 (Chow,1959)

Kaplamalı Kanallar	Ana Kanallar	Minimum	Maksimum	Normal
a.çimento				
1.	Düzgün Yüzey	0,01	0,011	0,013
2.	Harp Kaplama	0,011	0,013	0,015
b.ağaç				
1	Rendelenmiş, İşlenmemiş	0,01	0,012	0,014
2	Rendelenmiş, Katranlanmış	0,011	0,012	0,015
3.	Rendelenmiş	0,011	0,013	0,015
4.	İnce Tahtadan Ağaç Kaplama	0,012	0,015	0,018
5.	Yalıtım Malzemesi ile Kaplanmış	0,01	0,014	0,017
c.beton				
1.	Mala ile Düzeltilmiş	0,011	0,013	0,015
2.	Harçla Düzeltilmiş	0,013	0,015	0,015
3.	Düzeltilmiş, Tabanda Çakıl	0,015	0,017	0,02
4	Düzeltilmemiş	0,014	0,017	0,02
5	Püskürtme Beton, İyi Kesit	0,016	0,019	0,023
6	Püskürtme Beton, Dalgalı Kesit	0,018	0,022	0,025
7	İyi Kazılmış Kayada	0,017	0,02	
8	Tırtıklı Kazılmış Kayada	0,022	0,027	
d.Düzeltilmiş beton taban, şevler				
1	Harçlı Taş	0,015	0,017	0,02
2	Gelişigüzel Düzenlenmiş	0,017	0,02	0,024
3	Çimentolu taş duvar, sıvalı	0,016	0,02	0,024
4	Çimentolu taş duvar	0,02	0,025	0,03
5	Kuru Taş veya Riprap	0,02	0,03	0,035
e.Çakıl Taban, Şevler				
1	Kalıpla Dökülmüş Beton	0,017	0,02	0,025
2	Gelişigüzel Tane Dağılımlı Harçlı Taş Kaplama	0,02	0,023	0,026
3	Kuru Taş Kaplama Riprap	0,023	0,033	0,036
f. tuğla				
1	Sırlı	0,011	0,013	0,015
2	Çimentolu Harç İçinde	0,012	0,015	0,018
g. Taş				
1	Çimentolu Taş Kaplama	0,017	0,025	0,03
2	Kuru Taş Kaplama	0,023	0,032	0,035
h.kesme taş/taş kaplama		0,013	0,015	0,017
i.asfalt				
1	Pürüzsüz	0,013	0,013	
2	Pürüzlü	0,016	0,016	
j.bitkisel kaplama		0,03		0,5

3.4. Hidrolik Modelleme

Hidrolojik modeller, bir havzada gerçekleşen yağış-akış sürecinin matematiksel olarak simüle edilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Genellikle, süreklilik denklemine dayalı analitik ve sayısal çözüm yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilen bu modellerde, çözümün sağlanabilmesi için sürece ilişkin belirli parametrelerin bilinmesi gerekmektedir. Modellenen alan için bu parametrelerin belirlenmesi süreci, bilgisayar ortamında benzetim yapılarak gerçekleştirilebilmektedir (Kargı, 2019).

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), mekânsal bilgileri elde etmek, saklamak, yeniden erişmek, kıyaslamak ve görselleştirmek amacıyla kullanılan, coğrafi unsurlar ve süreçleri içeren veri tabanı niteliğinde özel bir bilgi sistemi türüdür (Shamsi & Shamsi, 2002). Coğrafya ile bilgi sistemlerinin birleşimini sağlayan CBS teknolojisi, hidroloji sektörünün temeli adına verimli yönetim amacına uygun çözüm sunmaktadır. Kaynaklarda, CBS teknolojisi aynı zamanda geoteknoloji ve jeo-mekânsal teknoloji olarak da adlandırılmaktadır (Tona et al., 2022). Özenle oluşturulmuş bir CBS alanları, bazen binlerce kelimeden daha anlamlı olabilir. Zaman zaman CBS'nin şekil anlatımı, hiçbir kelime kullanmadan etkili bir şekilde mesaj iletmemize olanak tanımaktadır (Shamsi, 2005).

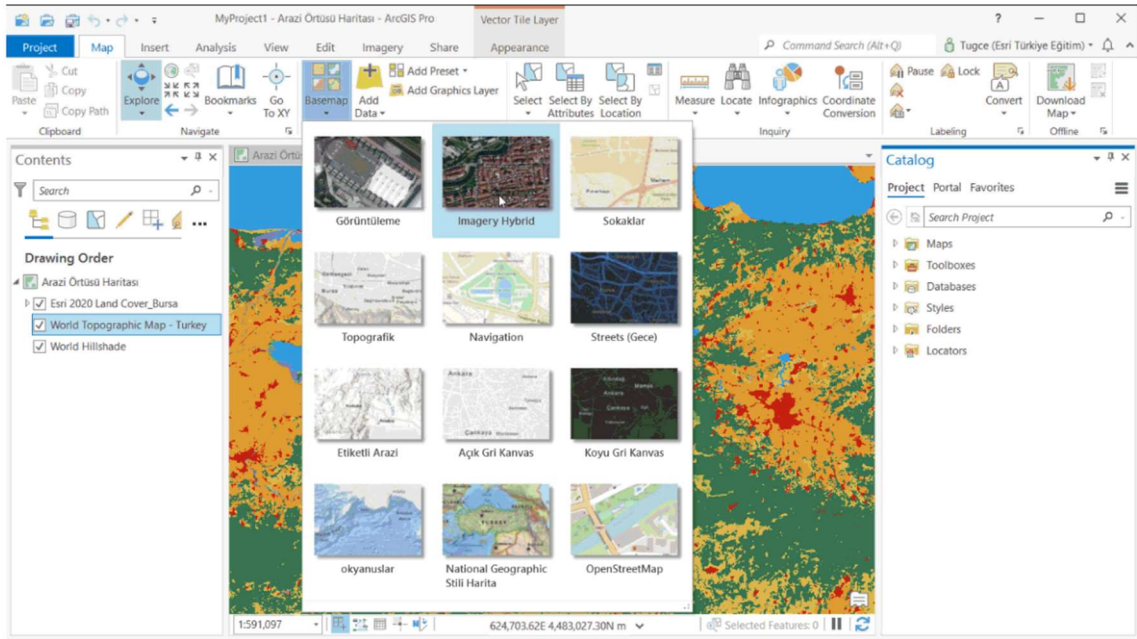
Hidrolojik sistemlerin ve akarsu içerisindeki akışın görselleştirilmesi, dijitalleştirilmesi, çeşitli coğrafi katmanların entegre edilmesi ve kıyaslanabilmesi için önemli bir veri olarak kabul edilen CBS, Tomlinson tarafından 1968 yılında alansal planlama amacıyla ilk kez kullanılmış ve hidrolojik modellerde de kendine yer bulmuştur. Değişkenlerin ve yağışların analiz edildiği hidrolojik süreçlerde, CBS yöntemleri hidrolojik araştırmaların vazgeçilmez bir bileşeni haline gelmiştir (Vieux & Vieux, 2001). CBS'nin hidrolojik modellere entegre edilmesi, bu alanda gerçekleştirilen araştırmaların literatürde yer bulmasına büyük rol oynamıştır. Sui ve Maggio (1999) tarafından gerçekleştirilen örneklerde, CBS ile geliştirilen hidrolojik modellerin model haline getirilmesi ele alınmış ve CBS'ye ilişkin ayrıntılı bilgiler sunulmuştur.

Günümüzde hidrolojik modellerin hayata geçirilmesi için tasarlanmış birçok modelleme programı bulunmakta olup bu programlardan en yaygın kullanılan ArcGIS ve HEC-RAS programlarıdır.

3.4.1. ArcGIS

Şekil 6’da gösterilen ESRI tarafından geliştirilen ArcGIS yazılımı, bir Coğrafi Bilgi Sistemi programıdır. Bu yazılım; ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox ve ArcGlobe gibi arayüzlere sahiptir. Bu arayüzler sayesinde mekânsal analizler, veri yönetimi, veri güncelleme, haritalama ve görselleştirme işlemleri gerçekleştirilebilmektedir. ArcGIS yazılımı, kullanıcıların farklı ihtiyaçlarını karşılamak için ArcView (Analiz, veri kullanımı ve haritalama odaklıdır), ArcEditor (ArcView’e ek olarak veri üretimine olanak tanır) ve ArcInfo (Geniş kapsamlı ve gelişmiş coğrafi işlemler sunar) arayüzlerini de içermektedir.

ArcGIS paketinin temel bileşeni ArcMap yazılımıdır. Bu program içerisinde veri setleri düzenlenebilir, analiz edilebilir ve dijital ortama aktarılabilir. ArcMap ile yeni bir harita projesi oluşturulduğunda, yalnızca eklenen veriler ve sembolizasyon bilgileri harita içine kaydedilir. Diğer tüm detaylar katmanlar halinde saklanarak ayrı dosyalarda muhafaza edilir (Gürsoy, 2009).



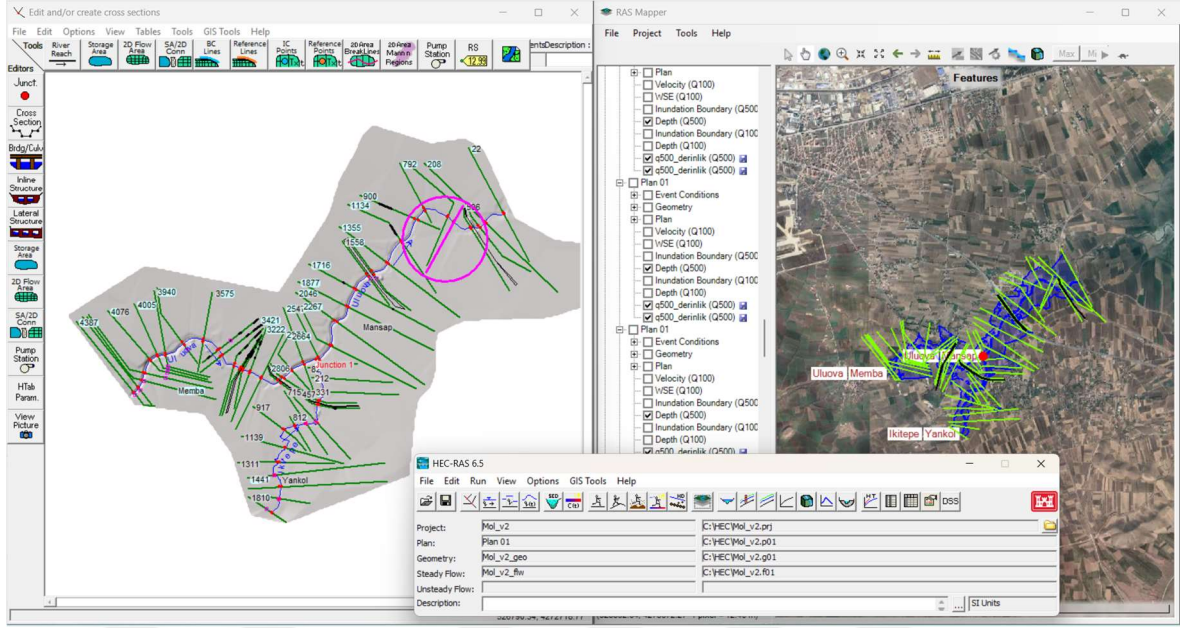
Şekil 6. ArcGIS Programının Arayüzü (Türkiye, 2021)

3.4.2. HEC-RAS

Hidrolojik Mühendislik Merkezi (The Hydrologic Engineering Center, HEC), 1964 yılından itibaren hidrolojik mühendislik ve planlama analizlerine yönelik bilgisayar yazılımları geliştirmektedir. Bu geliştirilen yazılımlardan biri olan HEC-RAS, öncelikli olarak ABD Ordusu Mühendisler Birliği'nin planlama ve mühendislik alanındaki gereksinimlerini karşılamak amacıyla oluşturulmuş olsa da, uygun görüldüğü takdirde genel kullanıma da sunulmaktadır (Paşa, 2023).

Şekil 7'de gösterilen HEC-RAS, doğal ve yapay kanal sistemleri için hem tek hem de çift boyutlu hidrolik hesaplamalar gerçekleştirmek üzere tasarlanmıştır. Program, kararlı akış su yüzeyi profili ve hareketli sınır koşullarındaki sediment taşınımı hesaplamalarının yanı sıra, tek ve iki boyutlu kararsız akış simülasyonları ile su kalitesi analizlerini de yapabilmektedir. Tüm bu analizler için ortak bir geometrik ve hidrolik hesaplama yöntemi kullanılmaktadır (Paşa, 2023).

HEC-RAS yazılımıyla kararlı akış koşulları altında su yüzeyi profilinin belirlenmesi için kritik altı akış, kritik üstü akış ile karma çözümleri tavsiye etmektedir. HEC-RAS, kararlı akış koşullarında elde edilen hesaplamalarda tek boyutlu enerji denklemine dayanmaktadır. Enerjilerin azalmasını hesaplanabilmesi için sürtünme katsayısı ile daralma ve genişleme katsayılarına ihtiyaç vardır. Momentum denkleminde de akış rejiminin ani değişiklik gösterdiği alanlarda uygulanmaktadır. Hidrolik sıçrama, köprü hidroliği ve akım girişinin bulunduğu alanlar, akış rejiminde düzensiz değişimlerin görüldüğü durumlara emsal gösterilebilir. Analize tabi tutulan alanlardaki köprü, menfez, su bendi ve dolusavak benzeri akışı etkileyen inşaların akım üzerindeki tesiri, HEC-RAS aracılığıyla değerlendirilerek analizlere dâhil edilebilmektedir. Ayrıca, incelenen bölgedeki değişiklikler de yazılıma entegre edilerek modelin güncellenmesi sağlanabilmektedir (Tuncer, 2011).



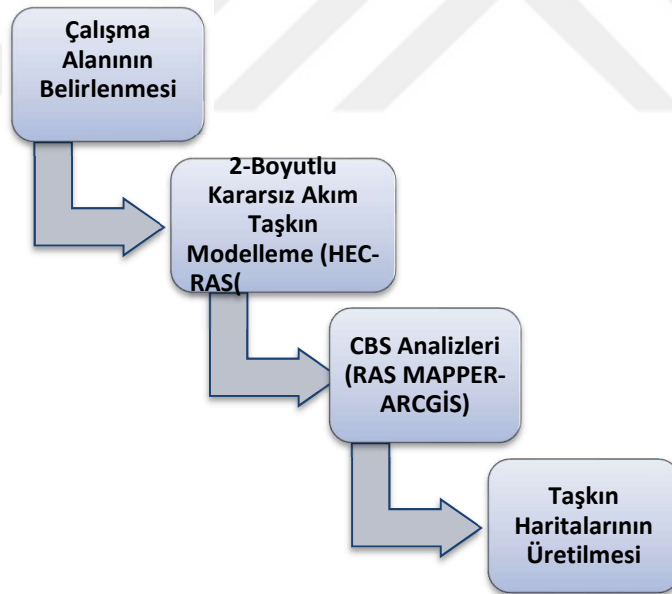
Şekil 7. HEC-RAS Programının Arayüzü

ArcGIS ve HEC-RAS gibi farklı hidrolik yazılımlar kullanılarak oluşturulan taşkın simülasyonlarıyla muhtemel bir taşkın sonucunda su yüzeylerinin yayılım bölgeleri, hacmi ve derinlik hesaplamaları gerçekleştirilebilmektedir (Çiftçi, 2024)

4. MATERYAL YÖNTEM

Hâlihazırda bilimsel ilerleme aralıksız ilerlediği gibi, farklı metotlar ve farklı düzenekler de belirlemektedir. Bu ilerlemeler neticesinde gereksinim duyulan kesin veriye daha zahmetsizce ve süratli bir biçimde erişilebilmekte, bunun yanı sıra veriler faal bir surette işlenebilmektedir. İlim ve bilimsel ilerlemedeki gelişmeler enformasyon devri adlı farklı bir dönemi tetiklemiştir. Mekâna bağlı işlerin yürütüldüğü alanlarda da gözlemlenen dönüşümler ve ilerlemeler sonucunda Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) doğmuştur. Coğrafi Bilgi Sistemi günümüz teknolojisi ve diğer programlara entegrasyon açısından büyük bir kolaylık sağlamaktadır. Hem devlet kurumlarında hem de özel sektörde Coğrafi Bilgi Sisteminin kullanımı git gide yaygınlaşmıştır (Yomralıoğlu, 2003)

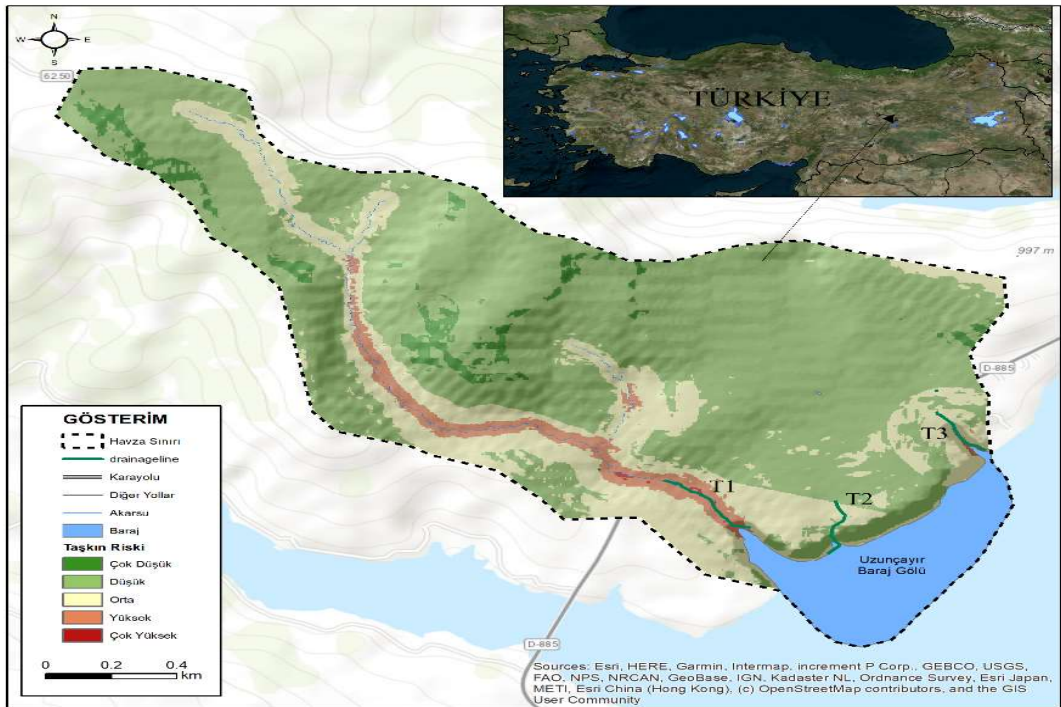
Bu çalışmamızda Coğrafi Bilgi Sistemi başlığı altında analiz ve veri entegrasyonu için kullanacağımız olan CBS yazılımları ESRI firmasına ait ArcGIS Desktop ve HEC-RAS programlarıdır. Programlarlar yapılacak olan iş ve işlemler Şekil 8’de gösterilmiştir



Şekil 8. ArcGIS ve HEC-RAS Programlarında Yapılacak Olan İş Ve İşlemler

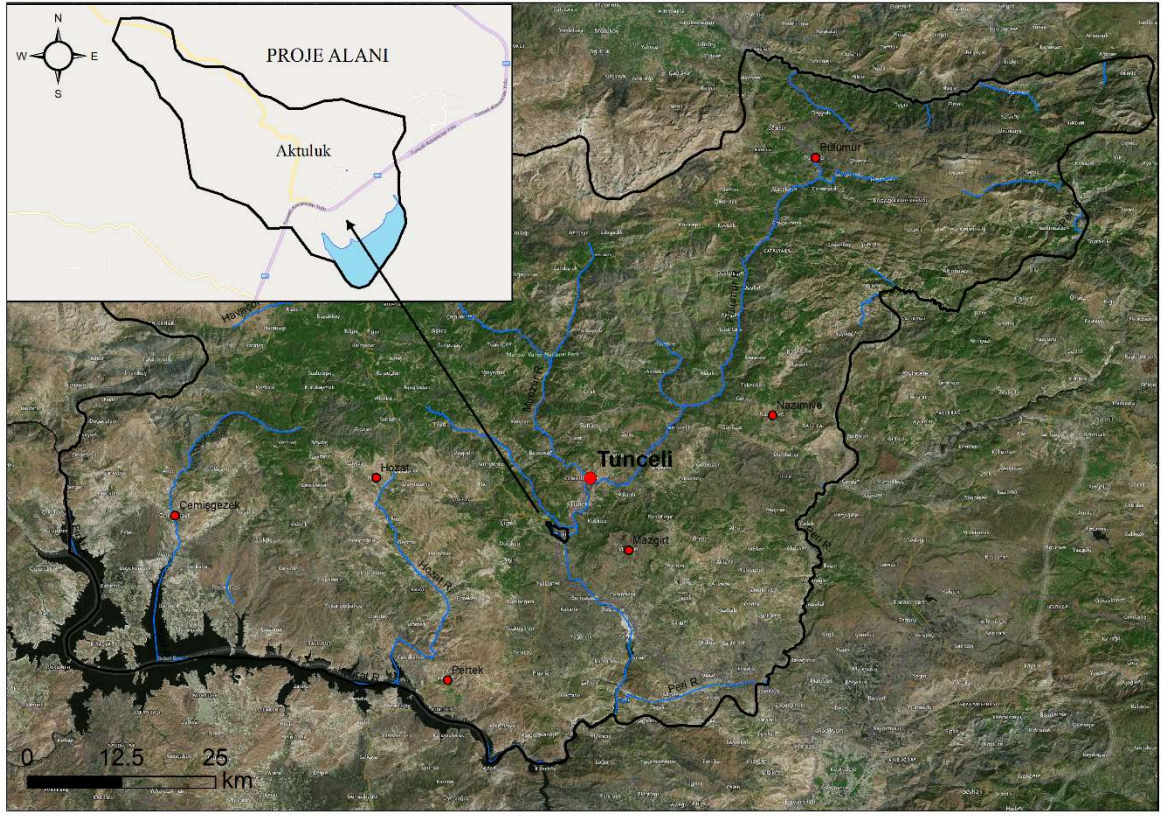
4.1. Çalışma Alanı

Tunceli şehri, Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat Bölümü'nde yer alan Tunceli ilinin yönetim merkezidir (Şekil 9). Kent, kuzeyde Munzur Dağları'nda bulunan Ziyaret Tepe'den doğan Munzur Nehri ile yine kuzeyde Avcı Dağları'ndan kaynağını alan Pülümür Nehri'nin birleştiği Munzur Vadisi boyunca konumlanmaktadır. Şehrin genel yapısını belirleyen iki temel unsurdan biri Munzur Nehri, diğeri ise kuzey-güney doğrultusunda uzanan Tunceli-Elazığ karayoludur (Aslan, 2016).



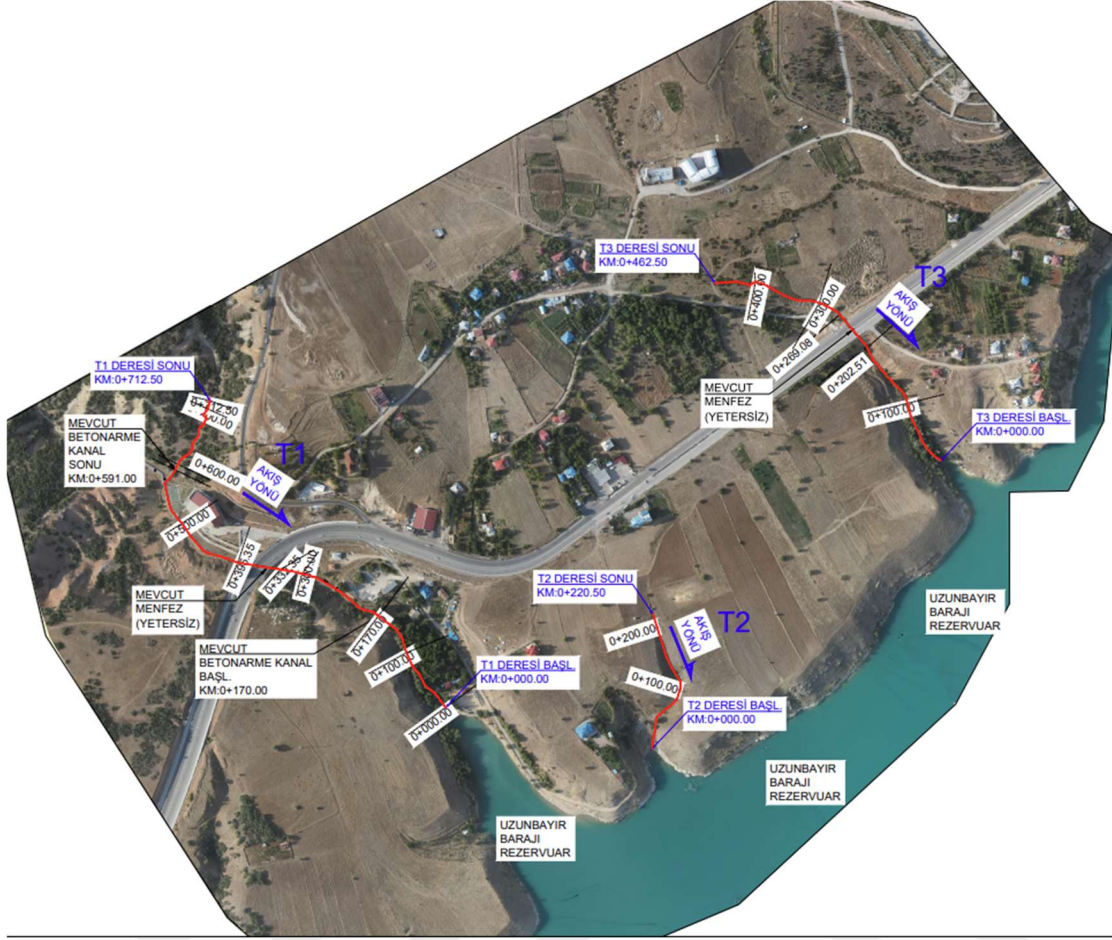
Şekil 9. Harita Üzerinden Proje Alanının Gösterimi

Proje yeri, DSİ 9.Bölge Müdürlüğü (Elazığ DSİ Bölge) sınırları içerisinde, 21 numaralı Fırat Nehri havzasında yer almaktadır. Taşkın hesaplarının yapıldığı dereler, DSİ 9.Bölge Müdürlüğü (Elazığ DSİ Bölge) sınırları içerisinde, 21 numaralı Fırat Nehri havzasında yer almaktadır. Taşkın hesaplarının yapıldığı dereler Şekil 10'da gösterildiği gibi Tunceli ili Mazgirt ilçesi yakınlarında Aktuluk Beldesinin imar sınırları içerisinde olan ve Munzur Çayı'na dökülen kuru yan derelerdir.



Şekil 10. Detay Harita Üzerinden Proje Alanının Gösterimi

Aktuluk Beldesi imar sınırları içerisinde incelenen etüt güzergâhları, genel olarak engebeli bir arazi yapısına sahip olup hidrolik eğimi fazladır. Aktuluk Beldesi sınırlarından geçerek Uzunçayır Barajı rezervuar bölgesinde akışına devam eden T1, T2 ve T3 dere hatları detaylı olarak incelenerek Şekil 11’de görüldüğü gibi uydu görüntüsü belirlenmiştir.



Şekil 11. Proje Alanının ve Dere Kesitlerinin Uydu Görüntüsü

4.2. Proje Yerinin Karakteristikleri

İmar planı sınırları içerisinde değerlendirilecek olan T1, T2 ve T3 dereleri, güzergâh boyunca genellikle dik engebeli arazilerde akışlarını sürdürmektedir. Yapılan gözlemlerde, güzergâhlar boyunca memba havzası kaynaklı çok az miktarda rüsubat taşınımı kısmen tespit edilmiştir. Genel anlamda, dere yatağı sınırlarının belirgin olmadığı, dağınık ve geniş bir yapı sergilediği gözlemlenmiştir. T1, T2 ve T3 deresi güzergâhında, taban malzemesinin kumlu-çakıllı yapı gösterdiği, bunun belirli bir bölümünün memba taşınımı etkisinden kaynaklandığı değerlendirilmektedir. Ayrıca, yatağın doğal malzeme türünün de kumlu-çakıllı yapıda olduğu gözlemlenmiştir.

4.2.1. T1 dere karakteristikleri

T1 deresinin memba kesimlerinde mevcut taban eğimi 0,06 m/m iken, mansap bölümlerinde bu değer yaklaşık 0,04 m/m seviyelerine düşmektedir. Şev üst genişliği ise 1 ila 2 metre arasında değişiklik göstermektedir.

Şekil 12-13 Dere güzergâhına ait genel görünümü yansıtan fotoğraflar paylaşılmıştır. Görüldüğü üzere, güzergâh boyunca şevlerde ve tabanda ağaçlık alanlar ve bitki örtüsü bulunmaktadır. Ayrıca, taban malzemesinin kumlu-çakıllı bir yapıya sahip olduğu tespit edilmiştir. Mevcut durumda, güzergâh genelinde sabit olmamakla birlikte, emniyetli kapasitesi Q2 debisi 4.15 m³/s olarak belirlenmiştir.



Şekil 12. T1 Deresinin Genel Görünümü-1

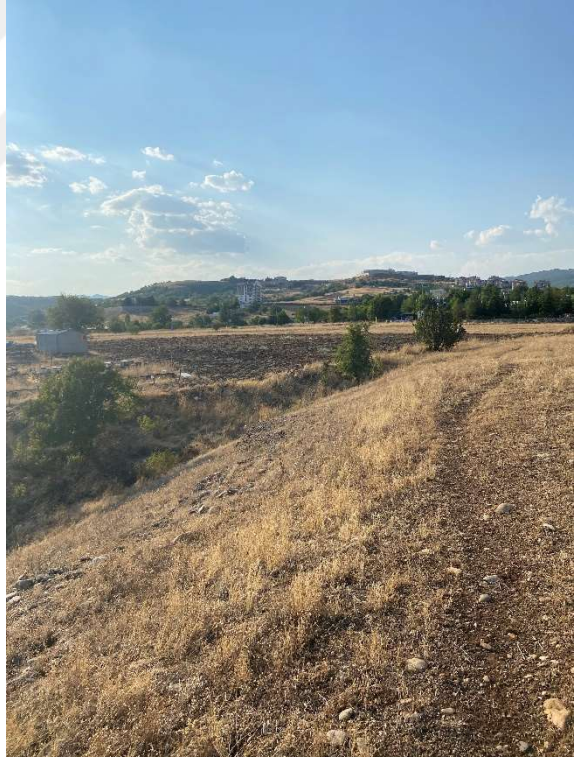
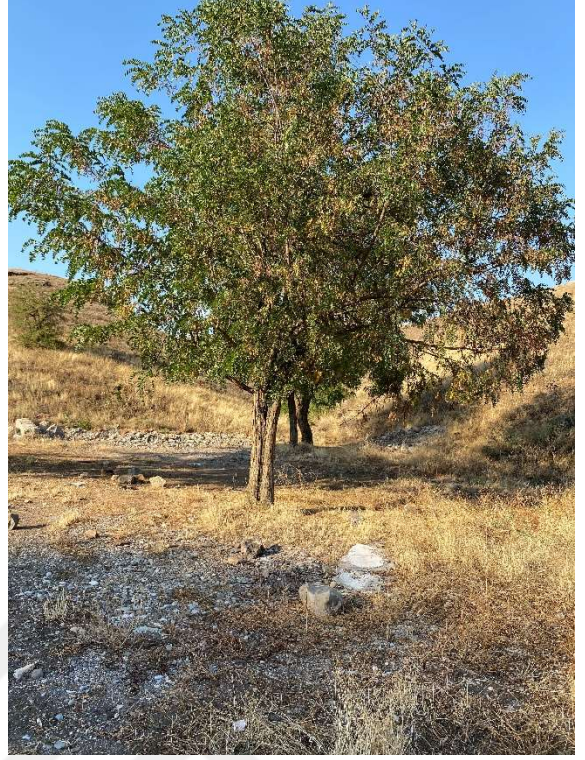
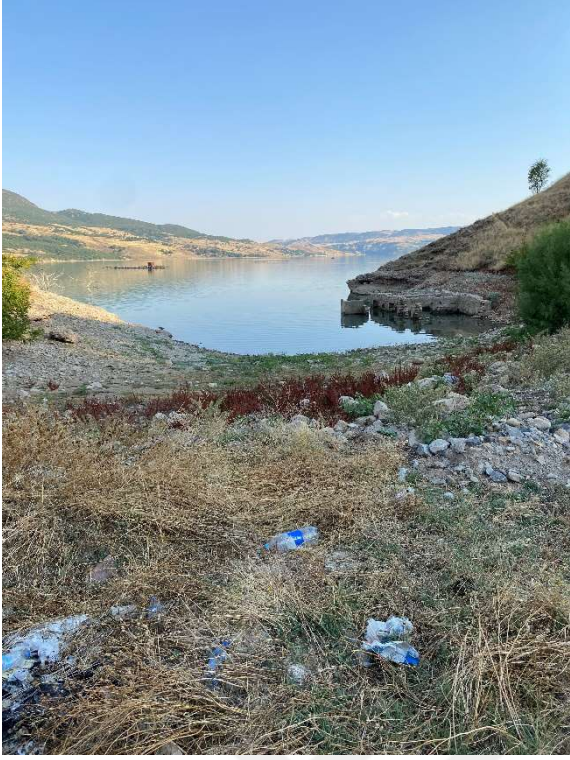


Şekil 13. T1 Deresinin Genel Görünümü-2

4.2.2. T2 dere karakteristikleri

T2 deresinin memba ve mansap kesimlerindeki mevcut taban eğimi yaklaşık 0,10 m/m seviyelerinde olup, şev üst genişliği 1 ila 2 metre arasında değişiklik göstermektedir.

Şekil 14 Dere güzergâhına ait genel görünümü yansıtan fotoğraflar paylaşılmıştır. Güzergâh boyunca şevlerde ve tabanda yer yer bitki örtüsüne rastlanmaktadır. Ayrıca, taban malzemesinin kumlu-çakıllı bir yapıya sahip olduğu gözlemlenmiştir. Mevcut durumda, güzergâh genelinde sabit olmamakla birlikte, emniyetli kapasitesi Q500 debisi 3,7 m³/s olarak belirlenmiştir.



Şekil 14. T2 Deresinin Genel Görünümü

4.2.3. T3 dere karakteristikleri

T3 deresinin memba kesimlerindeki mevcut taban eğimi 0,05 m/m iken, mansap kesimlerinde bu değer 0,10 m/m seviyelerine ulaşmaktadır. Şev üst genişliği ise 1 ila 2 metre arasında değişiklik göstermektedir.

Şekil 15-16, T3 Dere güzergâhına ait genel görünümü temsil eden fotoğraflar paylaşılmıştır. Güzergâh boyunca, şevlerde ve tabanda yer yer ağaçlar ve bitki örtüsü gözlemlenmektedir. Ayrıca, taban malzemesinin kumlu-çakıllı bir yapıya sahip olduğu tespit edilmiştir. Mevcut durumda, güzergâh genelinde sabit olmamakla birlikte, emniyetli kapasitesi Q2 debisi 2 m³/s olarak belirlenmiştir.



Şekil 15. T3 Deresinin Genel Görünümü-1



Şekil 16. T3 Deresinin Genel Görünümü-2

4.3. Taşkın Tesisleri ve Sanat Yapıları

T1 Deresinde gerçekleştirilen incelemeler sonucunda güzergâhında mevcut 1 (bir) taşkın kontrol yapısı ve 1 (bir) adet menfez bulunduğu tespit edilmiş olup Tablo 15 ve Şekil 17 'de gösterilmiştir.

Tablo 16. T1 Deresinin Taşkın Islah Tesisleri ve Özellikleri

T1 Deresi Taşkın Islahı Tesisleri	Tipi (b x h)	Düşünceler Çıkarımlar
Mevcut Betonarme Kanal Km:0+170,00~0+591,00	2,50x2,50	Kapasite Yetersizdir Q100 ve Q500 debileri için
Mevcut Menfez Km 0+332,35~0+395,35	1,80x1,80	Kapasite Yetersizdir Q100 ve Q500 debileri için



Şekil 17. T1 Deresinde Bulunan Taşkın Koruma Yapısı ve Menfez

T2 Deresi güzergâhında herhangi bir taşkın koruma yapısına rastlanmamıştır.

T3 Deresi güzergâhında ise 1 (bir) adet sanat yapısı yer almakta olup, ancak kapanmış durumda olduğundan aktif olarak kullanılmamakta olup Tablo-16 ve Şekil 18’de gösterilmiştir.

Tablo 17. T3 Deresinin Taşkın Islah Tesisleri ve Özellikleri

T3 Deresi Taşkın Islahı Tesisleri	Tipi (b x h)	Düşünceler Çıkarımlar
Mevcut Menfez Km +202,51~0+269,08	1,20x1,00	Kapasite Yetersizdir. Kapalı durumda. Q100 ve Q500 debileri için



Şekil 18. T3 Deresinde Bulunan Taşkın Koruma Yapısı

4.4. Yaşanmış Taşkınlar ve Etkileri

Yapılan saha incelemeleri sonucunda, taşkın sularının belirli bölgelerde şev üstüne çıkarak zarar verdiği tespit edilmiştir. Özellikle virajlı kesimlerde, kapasitenin yetersiz

olması nedeniyle taşkın suları kabarma etkisiyle şevlerin üzerine taşmaktadır Tunceli ilinin genelinde gerçekleşen taşkın ve etkileri Tablo 17’de gösterilmiştir.

Tablo 18. Tunceli İlinde Gerçekleşen Taşkın ve Etkileri (AFAD, 2021)

Merkez İlçe	1912 - 1971 yılları arasında toplamda 17 sel olayı yaşanmış olup, bu afetlerden 68 konut etkilenmiştir.
Hozat	1980 - 1989 yılları arasında gerçekleşen 7 sel olayı sonucunda toplam 21 konut zarar görmüştür.
Nazımiye	1969 - 2012 yılları arasında 2 sel olayı yaşanmış olup, bu afetlerden etkilenen konut sayısı belirtilmemiştir.
Ovacık	1978 - 2012 yılları arasında meydana gelen 7 sel afeti, toplam 49 konutun etkilenmesine neden olmuştur.
Pülümür	1959 - 2007 yılları arasında 8 sel olayı yaşanmış, bu afetlerden toplam 26 konut ve 1 sağlık evi zarar görmüştür.
Pertek	1980 - 1982 yılları arasında 2 sel afeti gerçekleşmiş olup, etkilenen yapı sayısı belirtilmemiştir.
Mazgirt	1980 - 1985 yılları arasında toplam 6 sel olayı yaşanmış ve bu afetlerden 2 konut etkilenmiştir.
Çemişgezek	1978 yılında 1 sel olayı meydana gelmiş olup, bu bölge taşkın önleme programına dahil edilmiştir.
Sonuç	Tunceli genelinde 1912 - 2012 yılları arasında toplam: 50 sel taşkını ve su baskını afeti meydana gelmiş ve bu afetlerden toplam: 166 konut ve 1 sağlık evi etkilenmiştir.

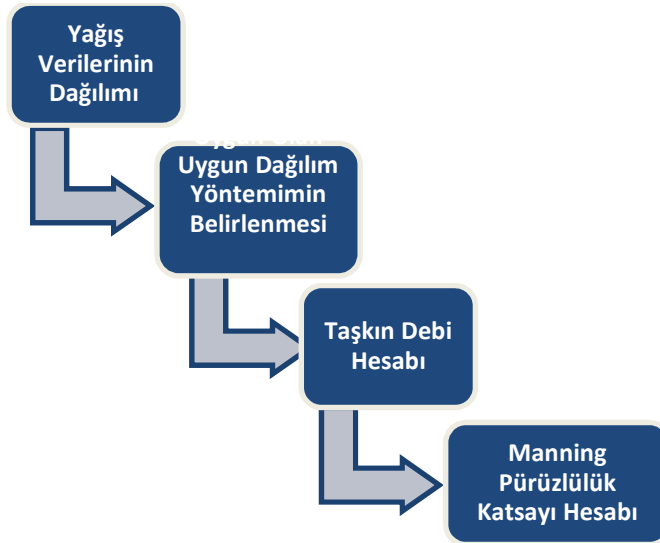
Tunceli İlinde gerçekleşen doğal afetlerin türlerinin yerleşim yerlerinin 1958-2018 yılları arasındaki sayısına göre dağılımı da Tablo18’de verilmiştir.

Tablo 19. Tunceli İlinde Meydana Gelen Doğal Afet Türlerinin Yerleşim Sayısına göre Dağılımı (1958-2018) (AFAD, 2021).

İlçe	Heyelan	Kaya Düşmesi	Çığ	Su Baskını	Yangın	Toplam
Çemişgezek	6	2	1	-	2	11
Hozat	11	4	6	3	3	27
Mazgirt	18	2	-	1	1	22
Merkez	18	13	14	2	1	48
Nazimiye	17	3	12	-	-	32
Ovacık	11	1	8	-	1	21
Pertek	16	3	-	-	1	20
Pülümür	17	4	13	-	-	34
Toplam	114	32	54	6	9	215

4.5. Hidrolik Hesaplar

Aktuluk Beldesi sınırlarından geçerek Uzunçayır Barajı rezervuar bölgesinde akışına devam eden T1, T2 ve T3 dere hatlarının gerekli hidrolik hesapları yapılarak Hidrolik Modellemelerde kullanılacak istatistik veriler Şekil 19’da gösterilen sıralar doğrultusunda hesaplanmıştır.



Şekil 19. Hidrolik Hesaplama Kulllanılacak İş ve İşlemler

4.5.1. Yağış verilerinin dağılımı

Tunceli Merkez ilçesi 17165 İstasyonundan alınan 73 yıllık aylık yağış verileri kılavuz alınarak yapılmış olan çalışmaların, yağış verilerinin dağılımlarında kullanılacak olan parametreler Tablo 19’da ve Yağışa ait değerlerin istatistik dağılımlara göre 2,5,10,25,50, 100, 200, 500 yıllık tekrarlı yağışa ait yükseklik bilgileri Tablo 20’ de gösterilmiştir.

Tablo 20. Dağılımlarda Kullanılacak Olan İstatistik Parametreler-1

Yıl Sayısı	7
Lineer Çarpıklık Katsayısı	1,92716
Logaritmik Çarpıklık Katsayısı	0,95196
Lineer Ortalama	53,90274
Lineer Standart Sapma	18,77108
Logaritmik Ortalama	1,71095
Logaritmik Standart Sapma	0,12878

Tablo 21. İstatistik Yöntemlerle Yıllara göre Tekerrürlü Yağış Yükseklikleri-1

Dağılım Tipi	2	5	10	25	50	100	200	500
Normal Dağılım	53,90	69,70	77,96	86,77	92,45	97,57	102,24	107,87
Log-Normal (2 Parametrelî)	50,90	67,67	78,54	92,06	101,98	111,84	121,65	134,64
Log-Normal (3 Parametrelî)	49,59	65,7	77,45	93,39	105,98	119,18	133,00	152,28
Pearson Tip-3 (Gama Tip-3)	48,32	65,58	78,45	95,39	108,14	120,86	133,56	146,25
Log Pearson Tip-3	49,07	64,45	76,46	93,86	108,54	124,77	142,83	163,51
Gumbel	50,92	68,82	80,68	95,66	106,78	117,81	128,80	143,30

Tablo 20’de gösterilen gözlem verilerinin en iyi uyum sağlayan olasılık dağılım fonksiyonu, istatistiksel yöntemlerden biri olan Simirnov- Kolmogorov Testine göre belirlenir.

Bu kapsamda bahse konu olan yüksekliklerin testi Denklem 8 ve Tablo 2 kılavuz alınarak yapılan Simirnov- Kolmogorov Test sonuçları Tablo 21’de gösterilmiştir.

Tablo 22. Dağılımlara göre Sismirnov- Kolmogorov Testinin Sonuçları-1

Dağılım Tipi	Teori k P	Ampri k P	Maksimum P	P deki Gözlem Değeri	Anlamlılık Yüzdeleri				
					0,8	0,85	0,9	0,95	0,99
Normal Dağılım	0,536	0,730	0,194	55,6	Olumsuz	Olumsuz	Olumsuz	Olumsuz	Olumsuz
Log-Normal (2 Parametrel i)	0,603	0,730	0,127	55,6	Olumsuz	Olumlu	Olumlu	Olumlu	Olumlu
Log-Normal (3 Parametrel i)	0,640	0,730	0,089	55,6	Olumlu	Olumlu	Olumlu	Olumlu	Olumlu
Pearson Tip-3 (Gama Tip-3)	0,627	0,730	0,103	55,6	Olumlu	Olumlu	Olumlu	Olumlu	Olumlu
Log Pearson Tip-3	0,637	0,730	0,092	55,6	Olumlu	Olumlu	Olumlu	Olumlu	Olumlu
Gumbel	0,597	0,730	0,132	55,6	Olumsuz	Olumlu	Olumlu	Olumlu	Olumlu

Tablo 20 ve Tablo 21 verileri göz önüne alınarak işlenen Gumbel, Gama Tip-3, Normal Dağılım, Log-Pearson Tip-3 ve Log- Normal dağılım olasılıkları arasından, Log-Normal (3 Parametrel i), Gama Tip-3 ve Log-Pearson Tip-3 Sismirnov- Kolmogorov Testine göre kabul görmüştür. Bu dağılımlar arasında en uygun dağılımı seçebilmek için Maksimum P değerine bakmak gerekir ve değerlendirildiğinde değeri küçük olan Maksimum P değeri en iyi dağılım olarak seçilmelidir. Bu doğrultuda dağılımların Maksimum P değerlerine ($0,089 < 0,092 < 0,103$) bakıldığında Log Normal (3 Parametrel i) (0,089) en uygun dağılım olarak seçilmiştir.

Tunceli Mazgirt 17736 İstasyonundan alınan 55 yıllık aylık yağış verileri kılavuz alınarak yapılmış olan çalışmaların, yağış verilerinin dağılımlarında kullanılacak olan parametreler Tablo 22’de ve Yağış verilerinin istatistik yöntemlere göre 2,5,10,25,50, 100, 200, 500 yıllık tekerrürlü yağış yükseklikleri Tablo 23’ de gösterilmiştir.

Tablo 23. Dağılımlarda Kullanılacak Olan İstatistik Parametreler-2

Yıl Sayısı	55
Lineer Çarpıklık Katsayısı	0,30945
Logaritmik Çarpıklık Katsayısı	-0,10048
Lineer Ortalama	42,55091

Lineer Standart Sapma	8,76730
Logaritmik Ortalama	1,61979
Logaritmik Standart Sapma	0,09022

Tablo 24. İstatistik Yöntemlerle Yıllara göre Tekerrürlü Yağış Yükseklikleri-2

Dağılım Tipi	2	5	10	25	50	100	200	500
Normal Dağılım	42,55	49,93	53,79	57,90	60,56	62,95	65,13	67,76
Log-Normal (2 Parametrelili)	41,68	49,48	54,12	59,56	63,35	66,97	70,45	74,90
Log-Normal (3 Parametrelili)	42,12	49,76	54,01	58,77	61,95	64,90	67,66	71,09
Pearson Tip-3 (Gama Tip-3)	42,10	49,77	54,03	58,79	61,98	64,91	67,67	70,42
Log Pearson Tip-3	41,82	49,67	54,25	59,51	63,13	66,52	69,77	73,18
Gumbel	41,17	49,68	55,31	62,43	67,70	72,94	78,17	85,05

Tablo 23’de gösterilen gözlem verilerinin en iyi uyum sağlayan olasılık dağılım fonksiyonu, istatistiksel yöntemlerden biri olan Simirnov- Kolmogorov Testine göre belirlenir.

Bu kapsamda bahse konu olan yüksekliklerin testi Denklem 8 ve Tablo 2 kılavuz alınarak yapılan Simirnov- Kolmogorov Test çıktıları Tablo 24’te belirtilmiştir.

Tablo 25. Dağılımlara göre Simirnov- Kolmogorov Testinin Sonuçları-2

Dağılım Tipi	Teorik P	Amirik P	Maksimum P	P deki Gözlem Değeri	Anlamlılık Yüzdeleri				
					0,8	0,85	0,9	0,95	0,99
Normal Dağılım	0,846	0,196	0,079	33,6	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Log-Normal (2 Parametrelili)	0,897	0,196	0,094	32,2	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Log-Normal (3 Parametrelili)	0,887	0,196	0,083	32,2	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Pearson Tip-3 (Gama Tip-3)	0,116	0,196	0,080	32,2	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Log Pearson Tip-3	0,111	0,196	0,085	32,2	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Gumbel	0,101	0,196	0,095	32,2	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul

Tablo 23 ve Tablo 24 verileri göz önüne alınarak uygulanan, Normal Dağılım, Log-Normal (2 Parametrelili), Log- Normal (3 Parametrelili), Gama Tip-3 ve Log-Pearson Tip-3 dağılım olasılıkları arasından dağılımların hepsi Sismirnov- Kolmogorov Testine göre kabul görmüştür. Bu dağılımlar arasında en uygun dağılımı seçebilmek için Maksimum P değerine

bakmak gerekir ve değerlendirildiğinde değeri küçük olan Maksimum P değeri en iyi dağılım olarak seçilmelidir. Bu doğrultuda dağılımların Maksimum P değerlerine ($0,079 < 0,080 < 0,083 < 0,085 < 0,094 < 0,095$) bakıldığında Normal Dağılım (0,079) en uygun dağılım olarak seçilmiştir.

4.5.2. Taşkın debi hesabı

Taşkın debi hesabı yapılırken dikkat edilmesi gereken unsur havza alanıdır. Havza alanlarının miktarı, proje alanındaki derelerin hangi yöntemden yararlanarak taşkın debi hesabı yapılacağına karar verir.

Bundan kaynaklı olarak kılavuz olarak almamız gereken parametreler Tablo 3'te detaylandırılmıştır. Aktuluk Beldesi sınırlarından geçerek Uzunçayır Barajı rezervuar bölgesinde akışına devam eden T1, T2 ve T3 derelerinin drenaj alanları sırasıyla 2,11 km², 0,254 km² ve 0,850 km² olarak belirlenmiş olup taşkın debi hesabında kullanılması uygun görülen metot Tablo 25'de gösterilmiştir.

Tablo 26. Taşkın Debi Hesabında Kullanılması Uygun Görülen Metotlar

Kesit No	Drenaj Alanı (km ²)	Metot
T1	2,11	Mockus
T2	0,254	Rasyonel
T3	0,850	Rasyonel

4.5.2.1. T1 deresinin taşkın hesabı

T1 dere havzası taşkın debi hesabında Mockus Yöntemi kullanılmıştır. Mockus Yöntemiyle taşkın yineleme debi hesaplarında havzanın eğri numarası C_{11} , havza florası ve jeomorfolojik parametreleri dikkat edilerek Tablo 26 yardımıyla 96 olarak seçilmiştir.

T1 deresinin L (Uzunluk) değeri 3687 m olarak ölçülmüştür. Bu doğrultuda T1 deresinin S (Harmonik Eğim) değeri Tablo 27 'de belirtilen hesaplamalara göre 0,056 olarak hesaplanmış olup bulunan değerler Denklem 8 de yerine yazılarak T_C değeri 0,54 saat olarak tespit edilmiştir.

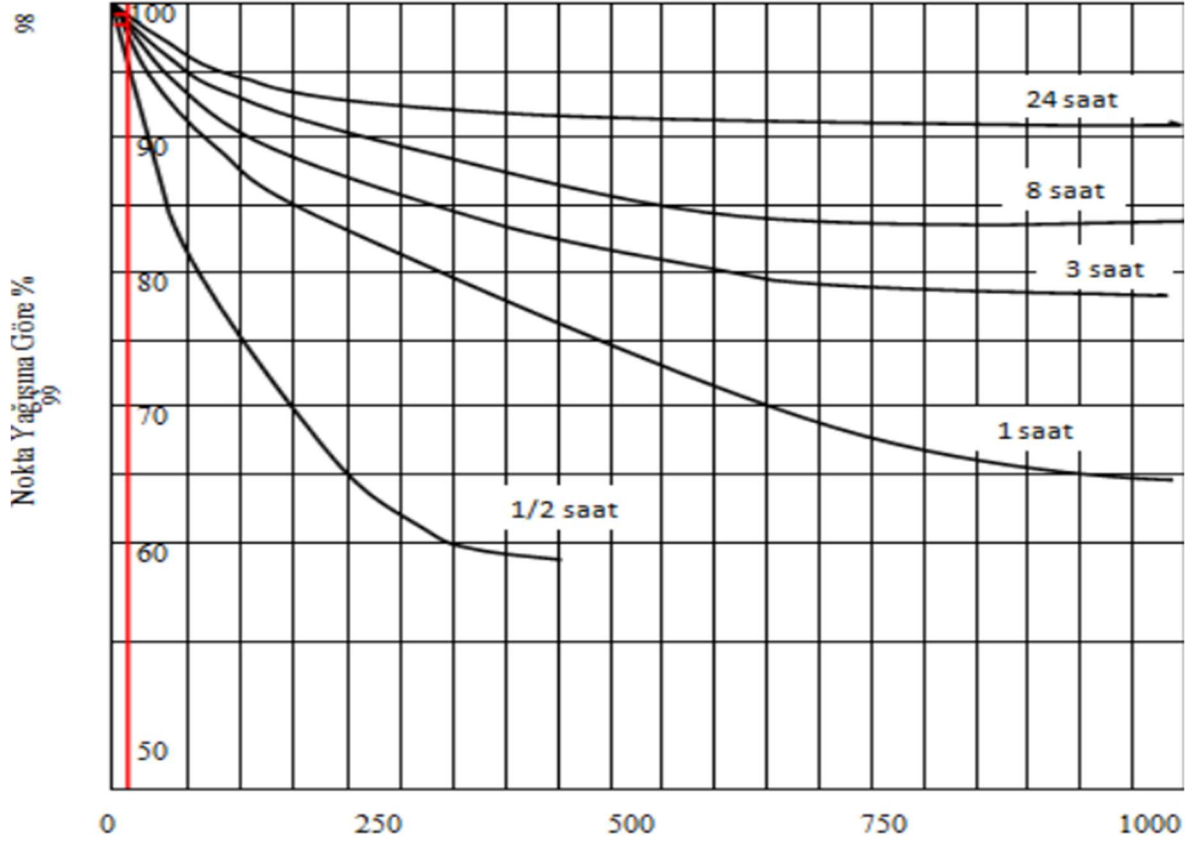
T1 dere havzasının bir diğer parametresi de YADK (Yağış Alanı Drenaj Katsayısı) Denklem 9'da elde edilen YD (Taşkın Meydana Getiren Yağış Süresi) ($1,47 \cong 1.5$ saat) ile T1 deresinin drenaj alanı (2,11 km²) Şekil 20'de karşılaştırılarak 1,000 olarak tespit edilmiştir.

Dere Havzasında yer alan istasyonlar için Tunceli istasyonundaki Thiessen oranı 0,9 Mazgirt İstasyonundaki Thiessen oranı 0,1 bu oranlar yardımıyla Mazgirt İstasyonunda uygun görülen Pearson Tip-3 ve Tunceli İstasyonunda uygun görülen Log Normal yağış yüksekliklerinin Tablo 28’de Alansal yağışa dönüştürerek tek parametre haline getirilmiştir.

Tablo 27. Hidrolojik Zemin Grupları ve Bitki Örtüsüne göre Akış Eğri Numaraları (Ersoy, 2017).

				Arazi Kullanım Örtüsü	Muamele ve Tatbikat	Sızma İçin Hidrolojik Şart	Hidrolojik Toprak Grubu			
							A	B	C	D
A. Çok Kumlu Zeminler	B. Kumu Çok, Kili Az Zemin Derince Bitkisel Toprak	C. Kumu Az Kili Çok Zemin, Sığ Bitkisel Toprak	D. Çok Ağır Killi ve Kayalık Zemin, Bitkisel Toprak Çok İnce veya Hiç Yok	NADAS	SR	-	77	86	91	94
				DİZİ NEBATİ PANCAR GİBİ	SR	ZAYIF	72	81	88	91
					SR	ZAYIF	67	78	85	89
					C	İYİ	70	79	84	89
					C	ZAYIF	65	75	82	86
					CT	ZAYIF	66	74	80	82
					CT	İYİ	62	71	78	81
				UFAK DANELİ BUĞDAY GİBİ	SR	ZAYIF	65	76	84	78
					SR	İYİ	63	75	83	87
					C	ZAYIF	63	74	82	85
					C	İYİ	61	73	81	84
					CT	ZAYIF	61	72	79	82
					CT	İYİ	59	70	78	81
				SIK EKİLMİŞ BAKLİYAT VEYA OT ROTASYONU	SR	ZAYIF	66	77	85	89
					SR	İYİ	58	72	81	85
					C	ZAYIF	64	75	83	85
					C	İYİ	55	69	78	83
					CT	ZAYIF	63	73	80	83
					CT	İYİ	51	67	76	80
				ÇAYIRLIK VEYA MEYDAN	-	ZAYIF	68	79	86	89
					-	MÜSAİT	49	69	79	84
					-	İYİ	39	61	74	80
					C	ZAYIF	74	67	81	88
					C	MÜSAİT	25	59	75	83
					C	İYİ	6	35	70	79
				DEVAMLI ÇAYIR	-	-	30	58	71	78
				ORMAN ÇİFTLİK AĞAÇLARI	-	ZAYIF	45	66	77	83
					-	MÜSAİT	36	60	73	79
					-	İYİ	25	55	70	77
				ÇİFTLİK BİNALARI	-	-	59	74	82	86
				YOLLAR (TOZLU)	-	-	72	82	87	89
				YOLLAR (SERT ZEMİNDE)	-	-	74	84	90	92

SR: Muntazam Sıralı
C: Tesviye Münhanilerine Paralel
T: Teraslanmış
CT: Tesviye Münhanilerine Paralel ve Teraslanmış



Şekil 20. Yağış Alanı Drenaj Katsayı Grafiği (Demir, 2020).

Tablo 28. Harmonik Eğim Tablosu

Sıra No	H(m)	h (m)	I=L/10 (m)	$\sqrt{I}/H$
0	875	0	368,7	-
1	894	19		4,41
2	908	14		5,13
3	930	22		4,09
4	950	20		4,29
5	969	19		4,41
6	987	18		4,53
7	1008	21		4,19
8	1031	23		4,00
9	1052	21		4,19
10	1090	38		3,11
		215	$S(\frac{1}{\sqrt{S}})$	42,35

$$\sqrt{S} = 10 \div s \left(\frac{1}{\sqrt{S}} \right) \leftrightarrow S = 0,056$$

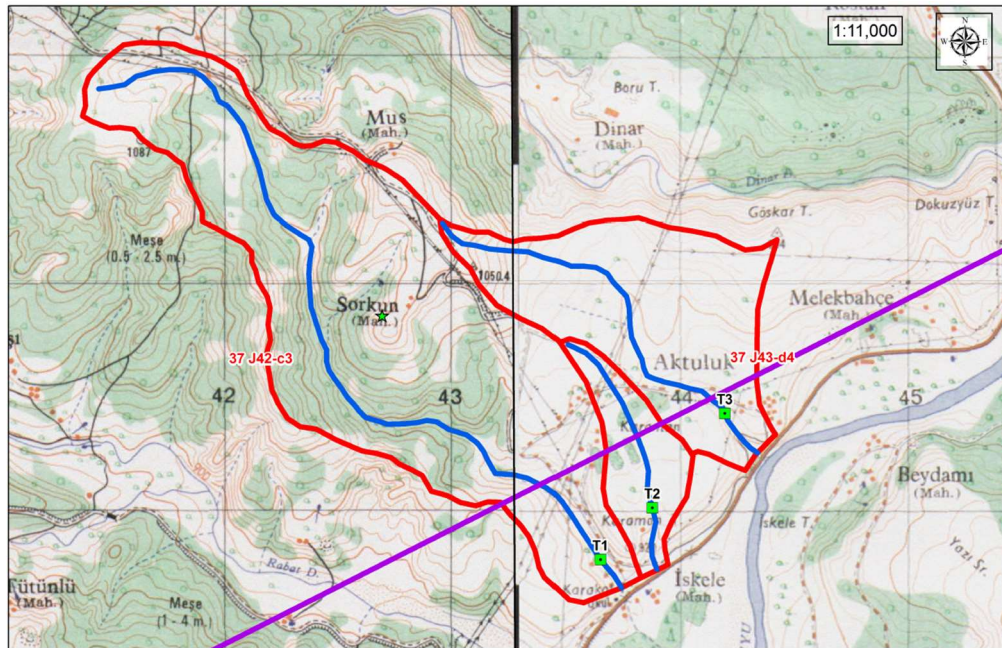
Tablo 29. T1 Deresinin Alansal Yağış Sonuçları

	P2	P5	P10	P25	P50	P100	UDF
Mazgirt	42,10	49,77	54,03	58,79	61,98	64,91	Pearson Tip-3
Tunceli	49,59	65,70	77,45	93,39	105,98	119,18	Log- Normal
Thiessen Oranları							
Mazgirt	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
Tunceli	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	
Alansal Yağış	48,84	64,11	75,10	89,93	101,58	113,76	

Alansal Yağışı hesap ederken Şekil 21’de gösterilen Thiessen Poligon alanının orantısal dağılımı dikkate alınarak Mazgirt Thiessen Alanı %10 Tunceli Thiessen Alanı %90 olarak tespit edilmiştir.

Bu tespitten yola çıkarak Mazgirt İstasyonunda uygun görülen dağılım fonksiyonundan elde edilen yağış yüksekliklerinin, Mazgirt Alansal Dağılımı ile Çarpılması ve aynı iş ve işlemlerin Tunceli İstasyonunda yapılarak toplanması ile elde edilmiştir.

$(42,1*0,1)+(49,59*0,9)=48,84$ örneğinde görüleceği üzere 2 yıllık alansal yağışı hesaplanmıştır.



Şekil 21. Proje Alanı Thiessen Poligonları

T1 deresinin bir diğer parametresi de T_p (Hidrografın Yükselme Zamanı) Denklem 11 yardımıyla hesaplanarak değeri 1,075 saat olarak tespit edilmiş olup Denklem 12 ve bulunan T_p değerlerinin neticesinde Q_p (Pik Debi) $0,408 \text{ m}^3/\text{s}/\text{mm}$ olarak hesaplanmıştır.

T1 deresine en yakın istasyon olan Tunceli Meteoroloji İstasyonunu ölçümlerinde, yağış zamanına ($YD=1,5$ saat) ait Plüviyograf katsayısı Tablo 29'da 0,34 olduğu görülmüştür.

Tablo 30. Tunceli İli Plüviyograf Katsayıları (Müdürlüğü & Başkanlığı, 2018).

T (dakika)	PLV Katsayısı
5	0,12
10	0,16
15	0,19
30	0,24
60	0,30
120	0,38
180	0,44
240	0,48
300	0,51
360	0,54
480	0,59
720	0,68
1080	0,84
1440	1,00

T1 deresinin drenaj alanının yinelenme değerleri ve hesaplanan istatistik veriler yardımıyla Q_{pik} değerler yıl bazlı olarak Tablo 30'da gösterilmiştir.

Tablo 31. T1 Deresinin Q_{pik} Debilerinin Belirlenmesi

						Drenaj Alanının Yağış Yınelenme Değerleri					
TUNCELİ (MGM)						2	5	10	25	50	100
Uygulanan Yöntem	YD (Saat)	MF	YADK	PLV	Son Çarpım (MF*PLV*YADK)	48,84	64,11	75,10	89,93	101,58	113,76
Mockus	1,5	1,13	1,000	0,340	0,3842	18,76	24,63	28,86	34,55	39,03	43,71
					Akış (mm)	10,1781	15,3135	19,1561	24,4556	28,6867	33,1524
					Qp=0,408	4,15	6,25	7,82	9,98	11,71	13,53

Tablo 30’da gösterilen MF değeri 24 saatlik yağış analizlerinin gerçekleştirilmesi için kullanılan katsayıdır. Standart kullanılan maksimize değeri 1.13’ dür. MF değerleri ile yağış yükseklikleri çarpılarak P değerleri elde edilmiş olup elde edilen P değerleri Denklem 13’te yerine yazılarak Akış değerleri bulunmuştur. Bu kapsamda hesaplanan akış değerlerinin hesaplanan Qp değeriyle çarpılması sonucunda yıllık bazlı Qp değerleri tespit edilmiştir.

4.5.2.2. T2 deresinin taşkın hesabı

T2 deresinin drenaj alanı 1 km² küçük olduğundan dolayı Rasyonel Yöntem seçilmiştir. Rasyonel yöntem için kullanılacak olan istatistiksel parametreler Tablo 31’de verilmiştir.

Tablo 32. Rasyonel Yöntem için İhtiyaç Duyulacak T2 Deresinin İstatistiksel Parametreleri

A(km ²)	0,254
L (km)	1,122
PLV Katsayısı	0,30
MF	1,13
C ₁₀₀	0,60
X	0,19
S	0,080

Tablo 31’de gösterilen değerler arasından;

PLV katsayısı Rasyonel Yöntem İçin 1 saatlik veriler kullanarak hesaplanır. Bu kapsamda Tablo 25’de 1 saatlik PLV değerinin karşılığı 0,30 olarak tespit edilmiştir.

X değeri 0-15 ile 1,23 arasında değişen bir katsayı olmakla beraber Türkiye’de kullanıldığında bu değer 0,19 olarak tespit edilir (Akkoç, 2019).

C değeri Tablo 4’den yararlanarak bulunur. C_t değerlerini elde etmek için de Denklem 22’den yardım alınarak hesaplanır.

$$C_t = C * \left(\frac{T}{100}\right)^X \quad (22)$$

T2 deresi üzerinden geçen Thiessen Poligonları üzerinden değerlendirildiğinde Mazgirt İstasyonunun alansal dağılımı %66,5 olmakla beraber Tunceli İstasyonunun alansal dağılımı %33,5 olarak Şekil 21 yardımıyla tespit edilmiştir.

Bu tespit doğrultusunda elde edilen Alansal Yağış Yükseklikleri Tablo 32’de belirtilmiştir.

Tablo 33. T2 Deresinin Alansal Yağış Sonuçları

	P2	P5	P10	P25	P50	P100	UDF
Mazgirt	42,10	49,77	54,03	58,79	61,98	64,91	Pearson Tip-3
Tunceli	49,59	65,70	77,45	93,39	105,98	119,18	Log- Normal
Thiessen Oranları							
Mazgirt	0,665	0,665	0,665	0,665	0,665	0,665	
Tunceli	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335	
Alansal Yağış	44,61	55,10	61,88	70,38	76,72	83,09	

T2 deresinin drenaj alanının yineleme değerleri ve hesaplanan istatistik veriler yardımıyla Q_{pik} değerleri Denklem 19 yardımıyla yıl bazlı olarak Tablo 33’de gösterilmiştir.

Tablo 34. T2 Deresinin Q_{pik} Debilerinin Belirlenmesi

						Drenaj Alanının Yağış Yinelenme Değerleri					
	TUNCELİ (MGM)					2	5	10	25	50	100
	Uygulanan Yöntem	YD (Saat)	MF	PLV	Son Çarpım (MF*PLV)	44,61	55,10	61,88	70,38	76,72	83,09
	Rasyonel Yöntem	1	1,13	0,30	0,3390	15,12	18,68	20,98	23,86	26,01	28,17
					I (Yağış Şiddeti (mm/saat)	42,0	50,0	54,0	60,0	63,0	66,0
					C Akış Katsayıları	0,29	0,34	0,39	0,46	0,53	0,60
					Taşkın Debileri (m³/s)	0,900	1,200	1,500	2,000	2,300	2,800

Tablo 36. T3 Deresinin Alansal Yağış Sonuçları

	P2	P5	P10	P25	P50	P100	UDF
Mazgirt	42,10	49,77	54,03	58,79	61,98	64,91	Pearson Tip-3
Tunceli	49,59	65,70	77,45	93,39	105,98	119,18	Log- Normal
Thiessen Oranları							
Mazgirt	0,130	0,130	0,130	0,130	0,130	0,130	
Tunceli	0,870	0,870	0,870	0,870	0,870	0,870	
Alansal Yağış	48,62	63,63	74,40	88,89	100,26	112,13	

T3 deresinin drenaj alanının yineleme değerleri ve hesaplanan istatistik veriler yardımıyla Q_{pik} değerleri Denklem 19 yardımıyla yıl bazlı olarak Tablo 36’de gösterilmiştir.

Tablo 37. T3 Deresinin Q_{pik} Debilerinin Belirlenmesi

						Drenaj Alanının Yağış Yineleme Değerleri					
TUNCELİ (MGM)						2	5	10	25	50	100
Uygulanan Yöntem	YD (Saat)	MF	PLV	Son Çarpım (MF*PLV)		48,62	63,63	74,40	88,89	100,26	112,13
Rasyonel Yöntem	1	1,13	0,30	0,3390		16,48	21,57	25,22	30,14	33,99	38,01
I (Yağış Şiddeti (mm/saat)						35,0	45,0	50,0	58,0	64,0	70,0
C Akış Katsayıları						0,24	0,28	0,32	0,38	0,44	0,50
Taşkın Debileri (m ³ /s)						2,000	3,000	3,800	5,300	6,600	8,300

T3 deresinin Q_{500} , Q_{1000} ve Q_{10000} değerleri de Denklem 23 yardımıyla tespit edilmiştir.

$$Q_{500} = Q_{10} + 1,692(Q_{100} - Q_{10}) = 11,40 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{1000} = Q_{10} + 1,99(Q_{100} - Q_{10}) = 12,80 \text{ m}^3/\text{s} \quad (23)$$

$$Q_{10000} = Q_{10} + 2,98(Q_{100} - Q_{10}) = 17,20 \text{ m}^3/\text{s}$$

Taşkın debi hesabı yapılacak olan derelerin kesit alanları çok küçük olduğundan dolayı baz akım genel olarak hesaplamalarda ihmal edilmiştir.

T1,T2 ve T3 derelerinin taşkın debileri sırasıyla Mockus Rasyonel ve Rasyonel Yöntem ile hesaplanarak Tablo 37’de gösterilmiştir.

Tablo 38. Hesaplamalarda Kullanılması Önerilen Taşkın Pik Debileri

Kesit No	Yağış Alanı (km ²)	Metot	Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀	Q ₁₀₀₀₀
T1	2,11	Mockus	4,15	6,25	7,82	9,98	11,71	13,53	17,48	19,19	24,84
T2	0,254	Rasyonel	0,90	1,20	1,50	2,00	2,30	2,80	3,70	4,10	5,40
T3	0,850	Rasyonel	2,00	3,00	3,80	5,30	6,60	8,30	11,40	12,80	17,20

4.5.3. Pürüzlülük katsayılarının belirlenmesi

Proje alanında pürüzlülük katsayısı belirlenirken arazi gözlemlerinden yararlanarak Cowan ve Chow metotlarıyla hesaplanmıştır.

Bu kapsamda;

Kanalın malzeme cinsi “Çakıl” olduğundan dolayı Tablo 5 yardımıyla n_b değeri 0,028 olarak seçilmiştir.

Kanal Şev durumunun düzensizlik derecesi de “Şiddetli” olduğundan dolayı Tablo 6 yardımıyla n_1 0,002 olarak seçilmiştir.

Kanal Kesit Değişimi için de “Aşamalı” bir değişim göz önünde bulundurulduğu için Tablo 7 yardımıyla n_2 değeri 0,000 olarak seçilmiştir.

Kanal Engel doğrultusunda ise “Önemsiz” olarak Tablo 8 yardımıyla n_3 değeri 0,01 olarak seçilmiştir.

Kanaldaki Bitki Örtüsünün yoğunluk olarak” Orta Düzey” olduğundan dolayı Tablo 9 yardımıyla n_4 değeri 0,002 seçilmiştir.

Kanal Kıvrım Derecesi ise “Kayda Değer” derecesinde gözlemlenerek Tablo 10 yardımıyla m değeri 1,1 seçilmiştir

Bulunan değerler doğrultusunda Denklem 21’den yararlanarak manning pürüzlülük katsayısının değeri 0,046 olarak tespit edilmiştir.

T1 güzergâhındaki betonarme kanal için de Tablo 14 ‘de c/beton/5 Püskürtme Beton, İyi Kesit proje alanı için yeterli olup 0,016 olarak seçilmiştir.

4.6. Hidrolik Modelleme

4.6.1. HEC-RAS taşkın analizi

HEC-RAS, kanalın geometrik yapısını ve akışın hidrolik analizlerini gerçekleştirebilmesi için belirli veri parametrelerinden yararlanır. Bu parametreler, akış boyunca bir dizi enkesitte uygulanır. Her enkesitte akım yatağı doğrultusunda yön bölümlerine ayrılır. Bölümlendirmenin amacı, hidrolik özelliklerdeki ayrılıklardır. Akış ile kanal tabanı arasındaki sürtünme kuvveti, taşkın yollundaki akış dayanımını Manning pürüzlülük katsayısının düşürülmesiyle büyük oranda etkiler. Bu kapsamda, akımın hızı ile taşınım kapasitesi taşkın yoluna kıyasla ana yatakta fazladır(Efe & Önen, 2015).

Programda bütün enkesitte, şekil, kot ve göreceli konum değerlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Programa entegre edilecek başlıca değişkenler şunlardır:

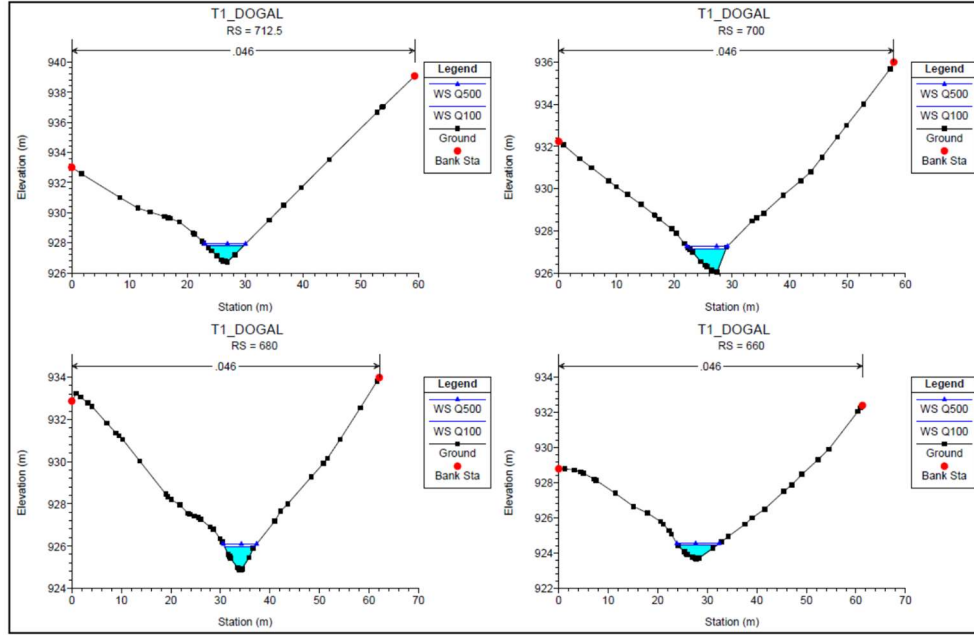
- a) Akarsu yolu doğrultusunda enkesit numaraları ve enkesit şekilleri
- b) Enkesitler arasındaki mesafe
- c) Pürüzlülük katsayısı
- d) Kanal daralma ve genişleme katsayıları
- e) Pik Debiler

Bu veriler doğrultusunda Q100 ve Q500 taşkın debi girişleri sonrasında proje alanının enkesit, boykesit ve tahkik tabloları elde edilmiştir.

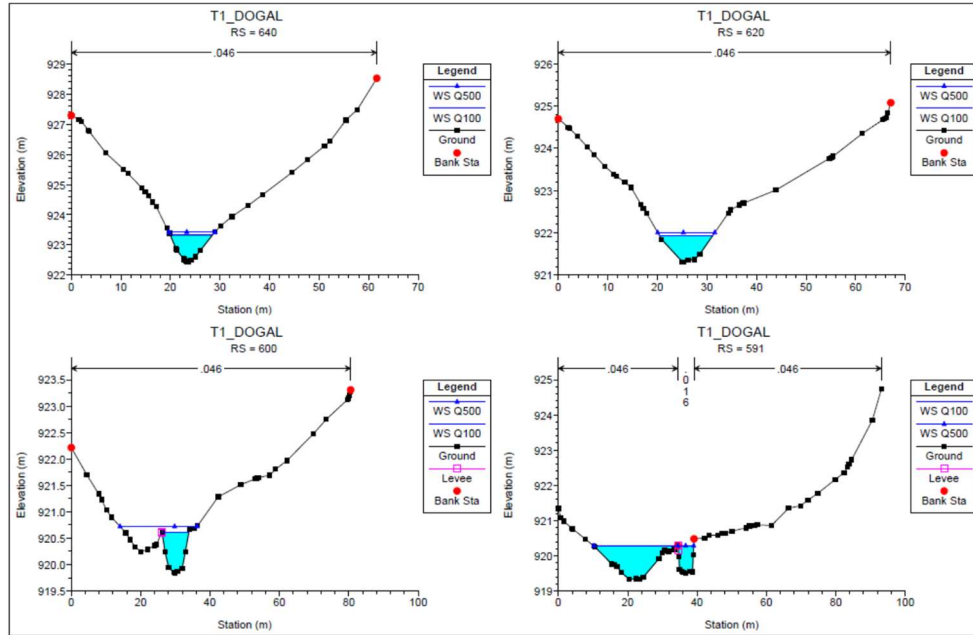
Proje alanının T1 deresinin Enkesitleri Şekil 22- 31 arasında, T2 deresinin Enkesitleri Şekil 32-34 arasında ve T3 deresinin Enkesitleri Şekil 35-41 arasında gösterilmiştir.

Proje alanının boykesitleri T1 deresinin Şekil 42, T2 deresinin Şekil 44 ve T3 deresinin de Şekil 44'te gösterilmiştir.

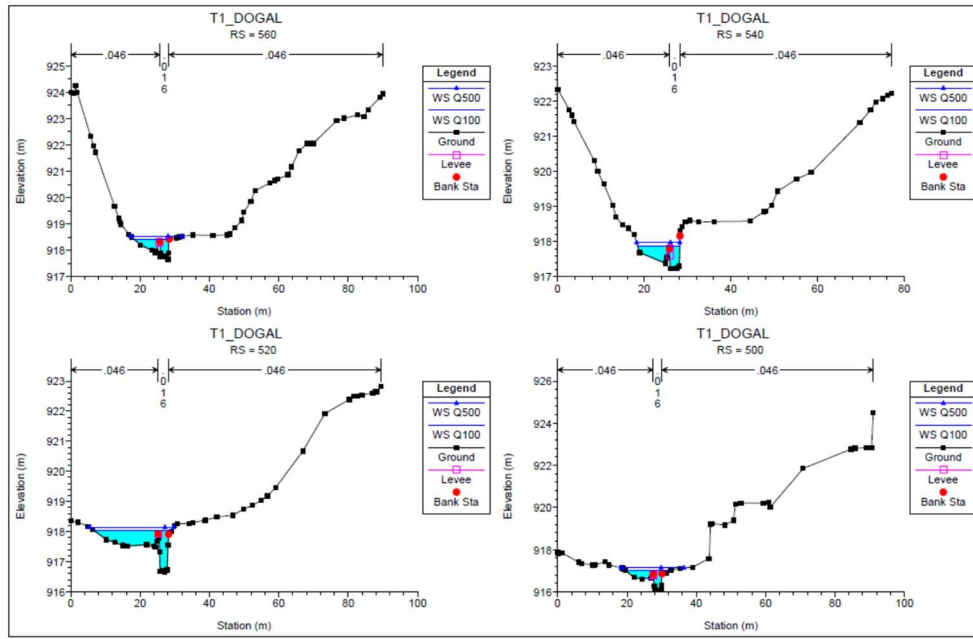
Proje alanının T1 deresinin tahkik tablosu Tablo 38, T2 deresinin Tablo 39 ve T3 deresinin ise Tablo 40'da gösterilmiştir.



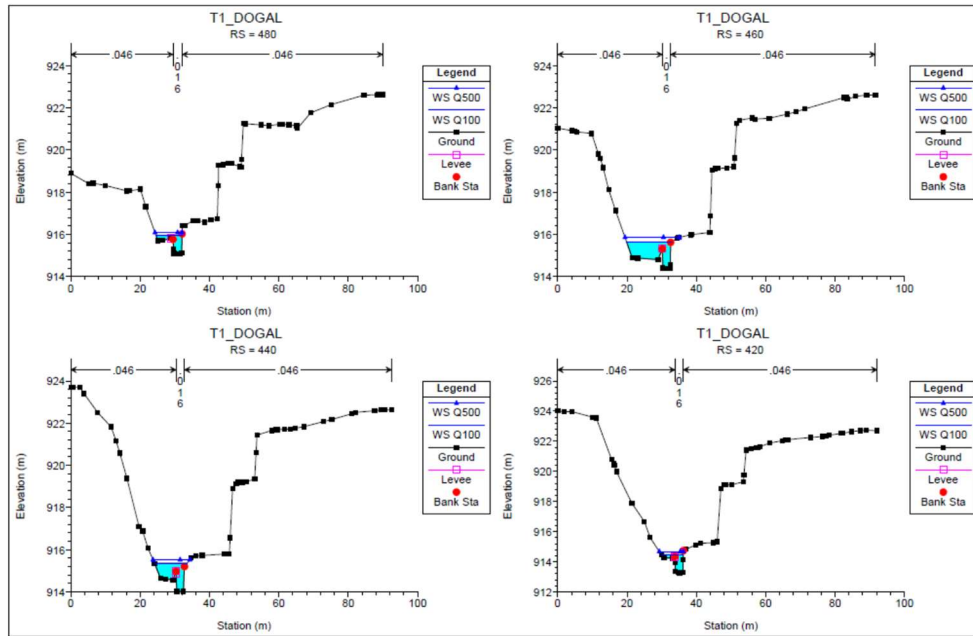
Şekil 22. T1 Deresine Ait Enkesitler-1



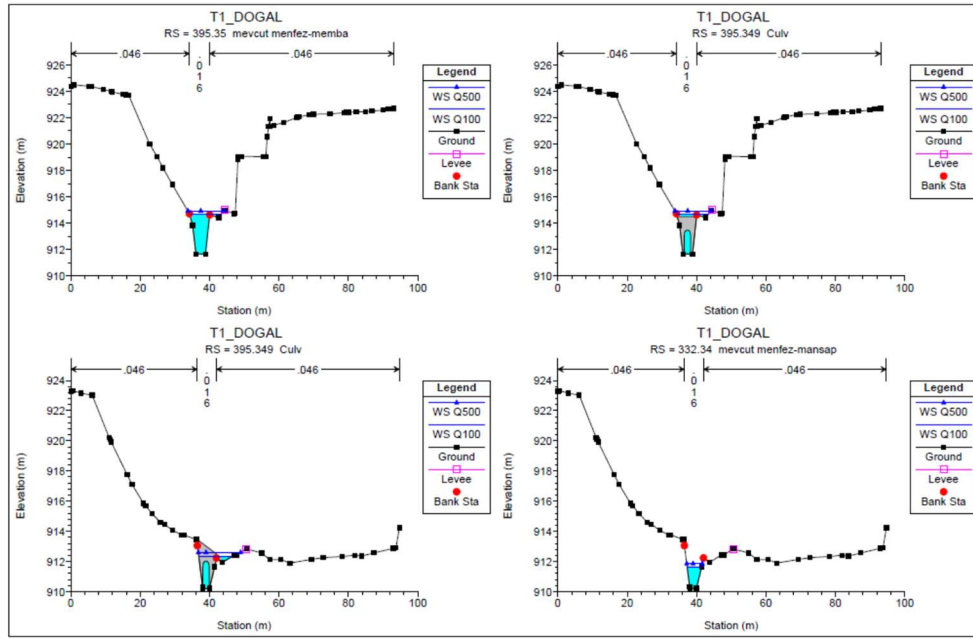
Şekil 23. T1 Deresine Ait Enkesitler-2



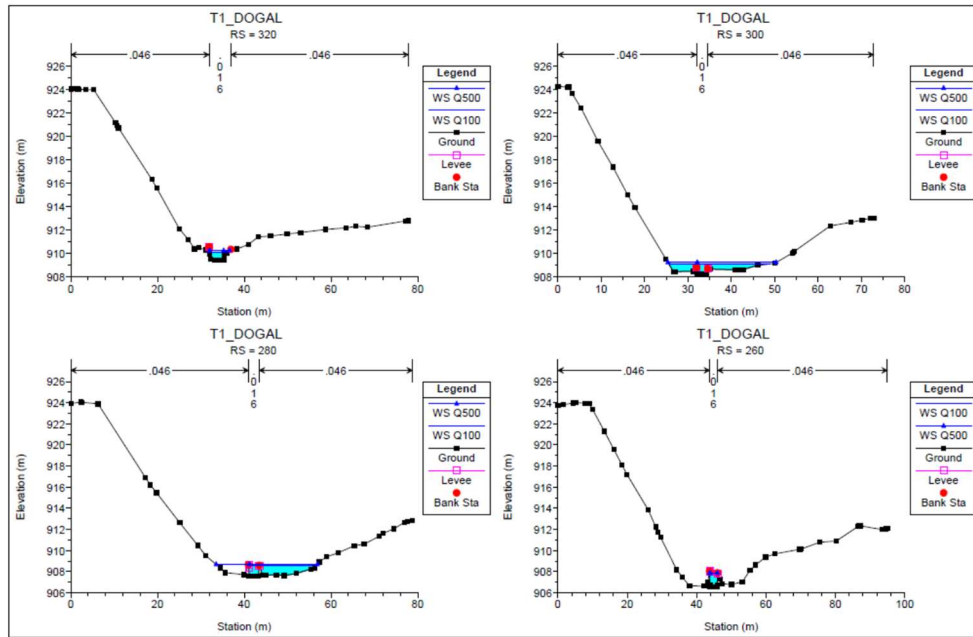
Şekil 24. T1 Deresine Ait Enkesitler-3



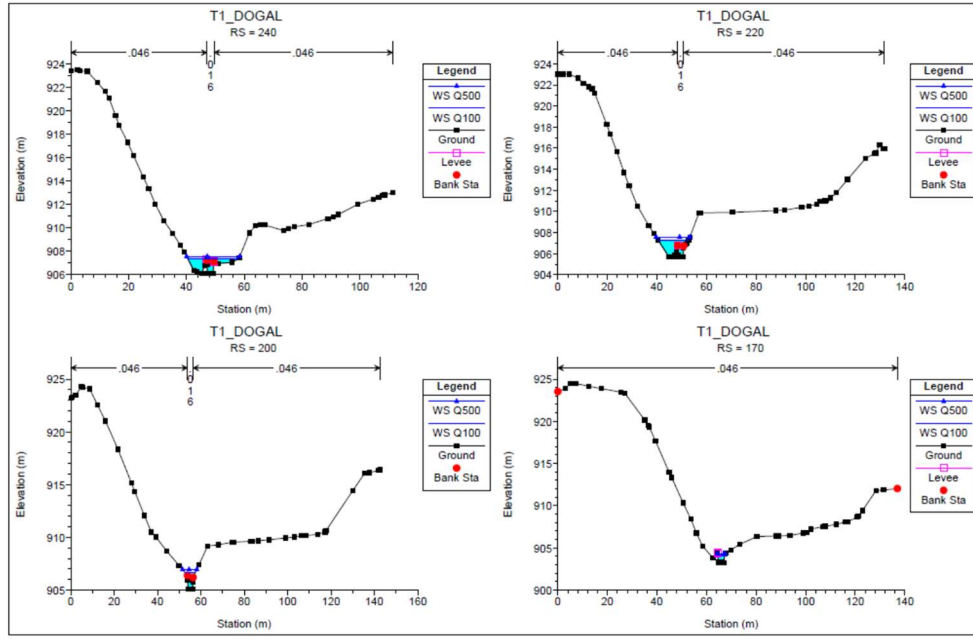
Şekil 25. T1 Deresine Ait Enkesitler-4



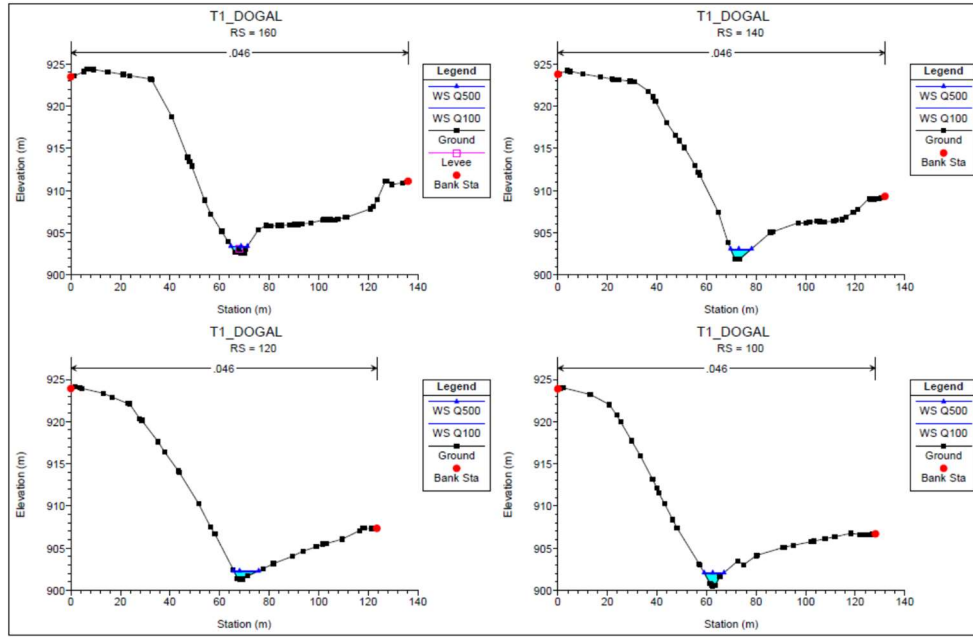
Şekil 26.T1 Deresine Ait Enkesitler-5



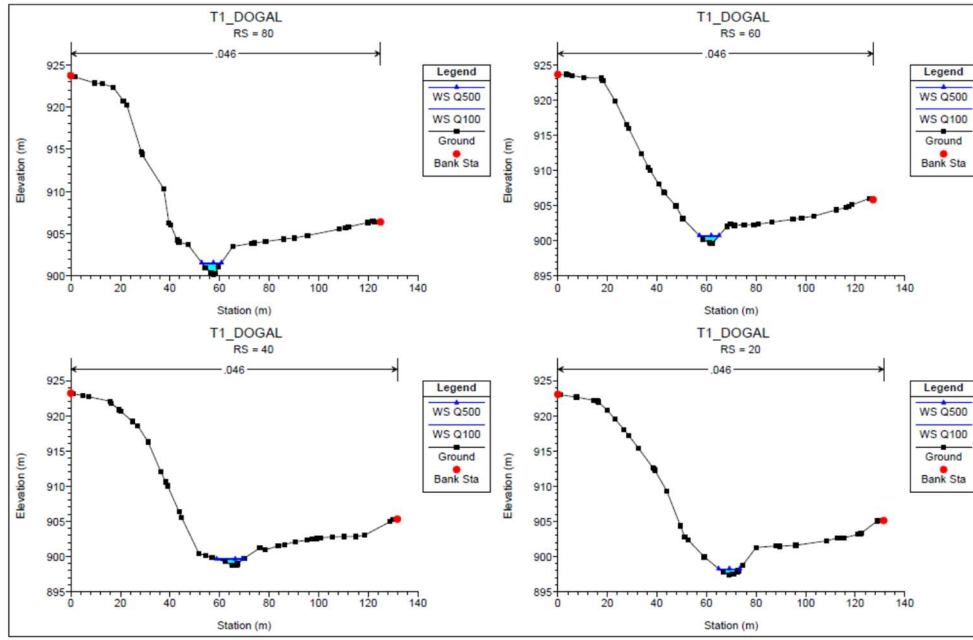
Şekil 27.T1 Deresine Ait Enkesitler-6



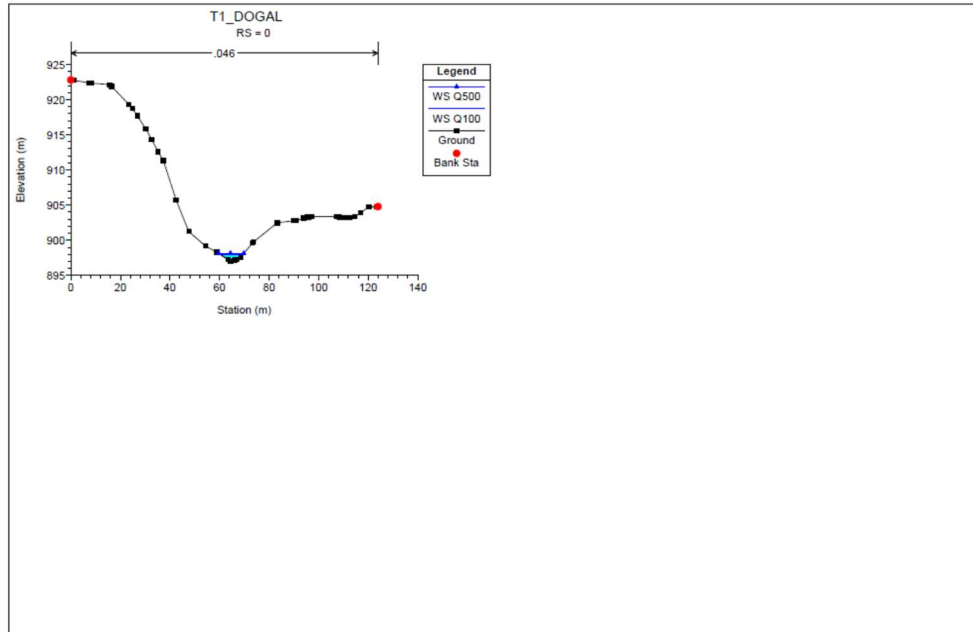
Şekil 28.T1 Deresine Ait Enkesitler-7



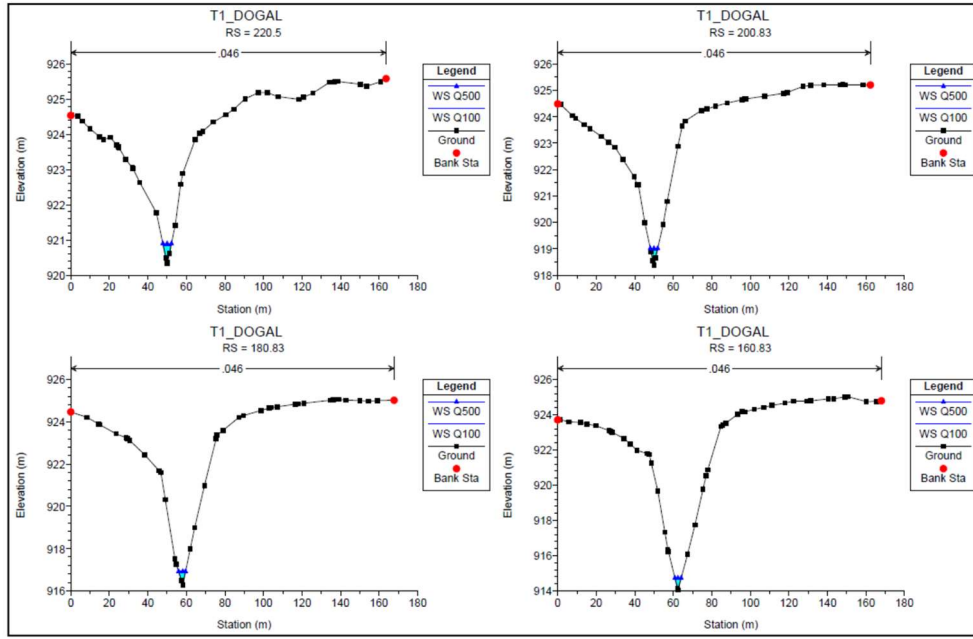
Şekil 29.T1 Deresine Ait Enkesitler-8



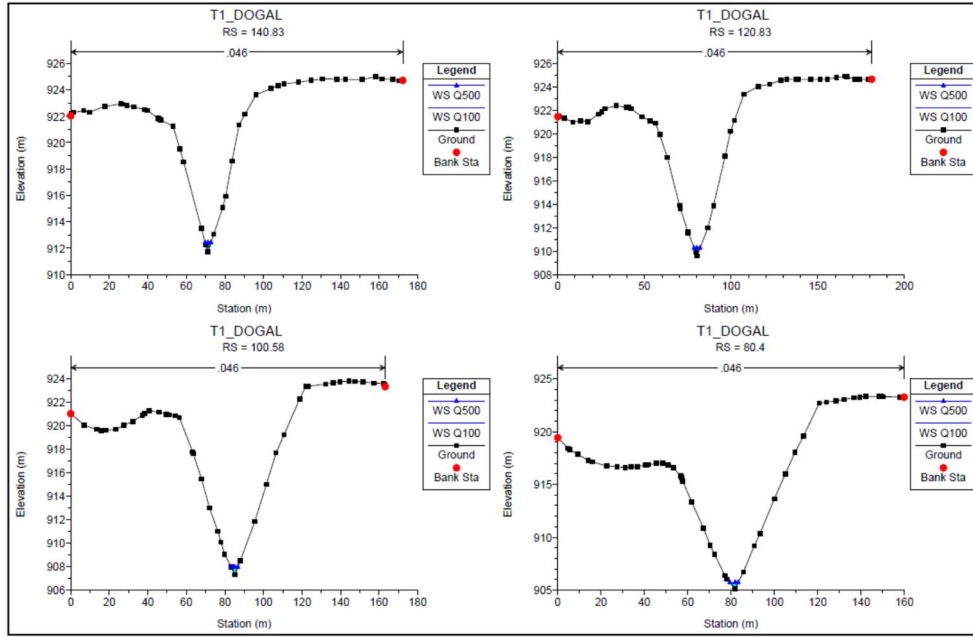
Şekil 30. T1 Deresine Ait Enkesitler-9



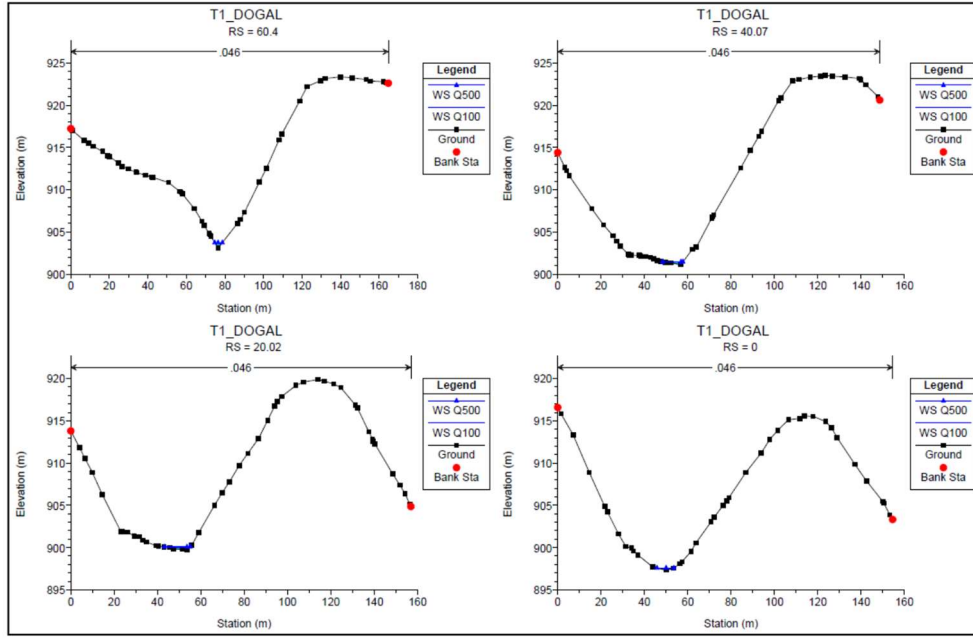
Şekil 31. T1 Deresine Ait Enkesitler-10



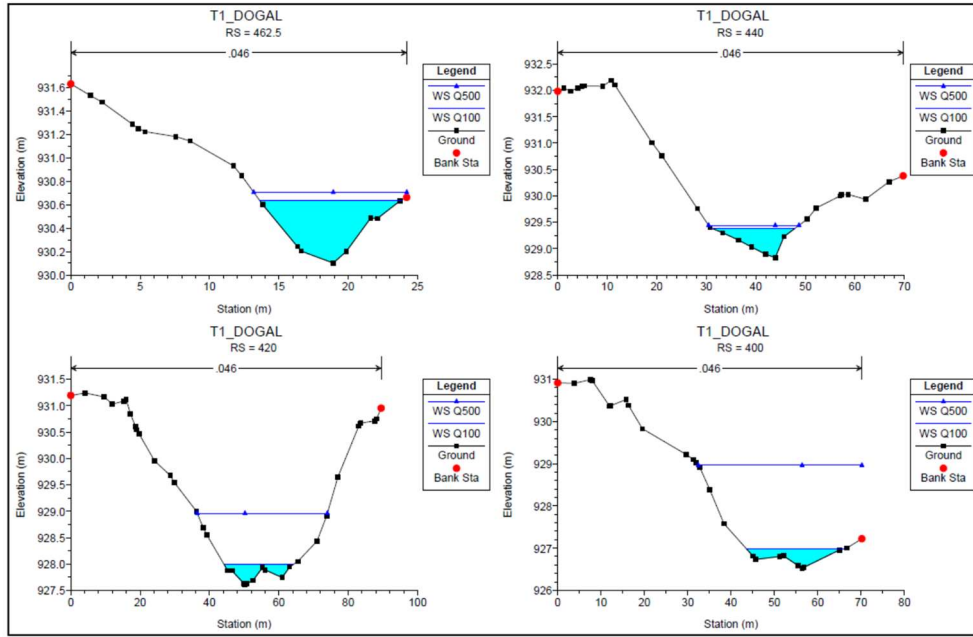
Şekil 32. T2 Deresine Ait Enkesitler-1



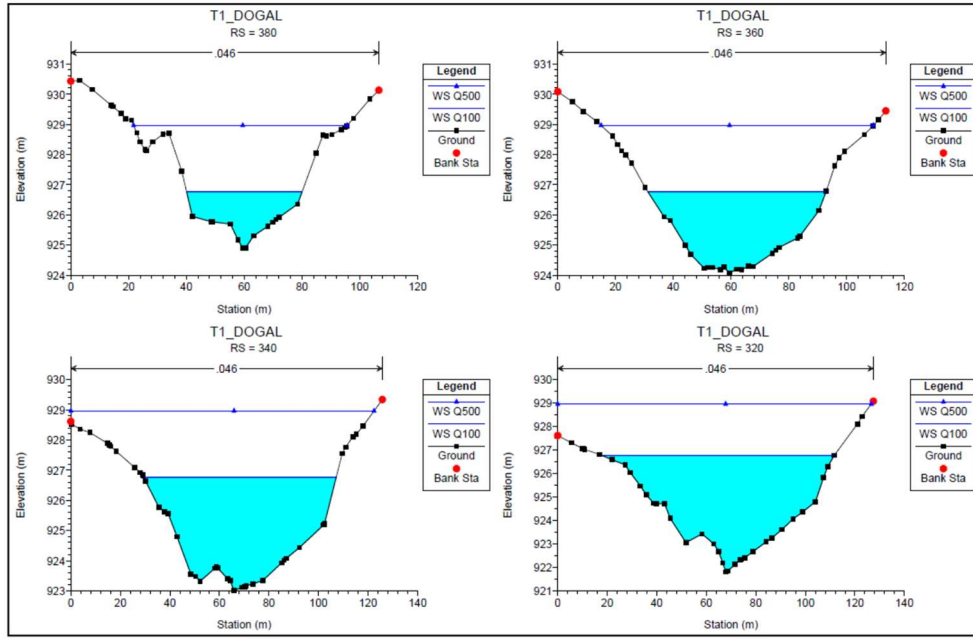
Şekil 33. T2 Deresine Ait Enkesitler-2



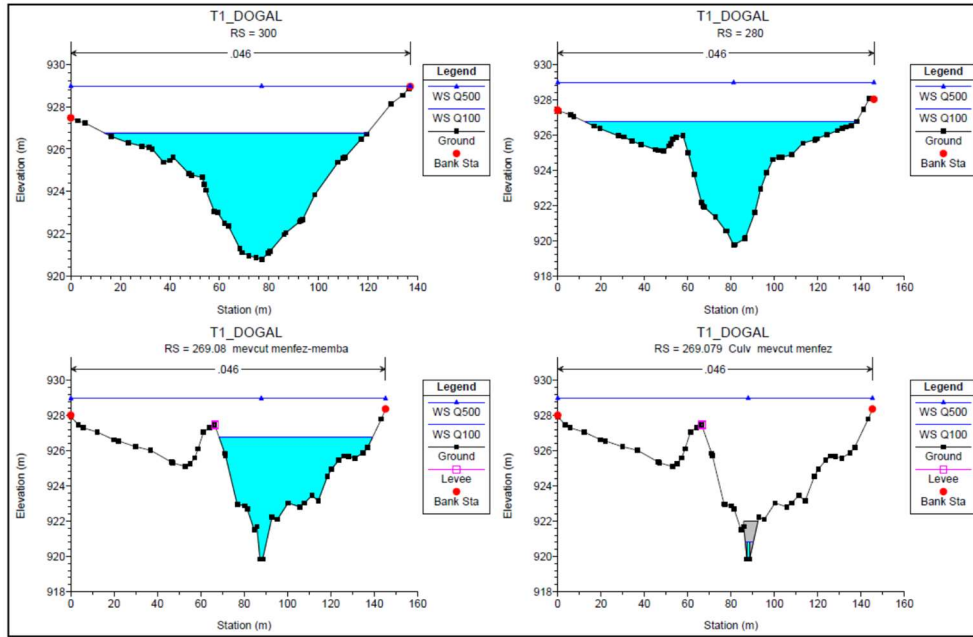
Şekil 34. T2 Deresine Ait Enkesitler-3



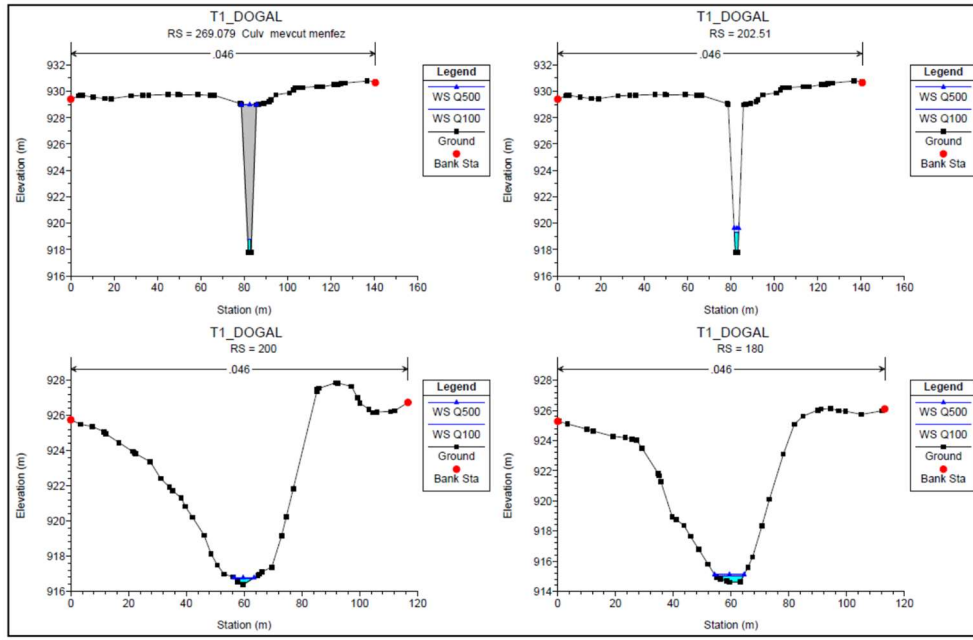
Şekil 35. T3 Deresine Ait Enkesitler-1



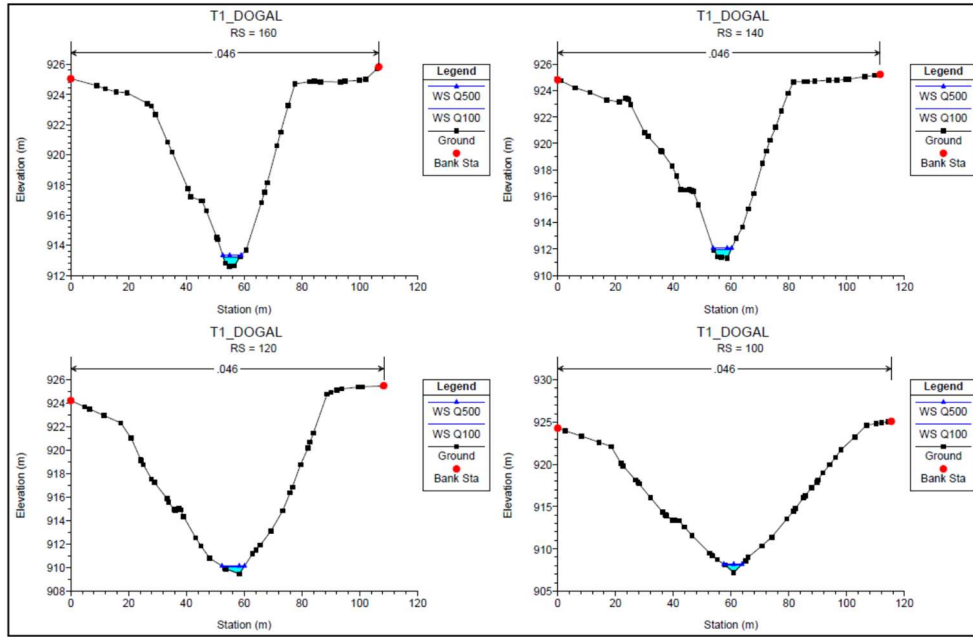
Şekil 36. T3 Deresine Ait Enkesitler-2



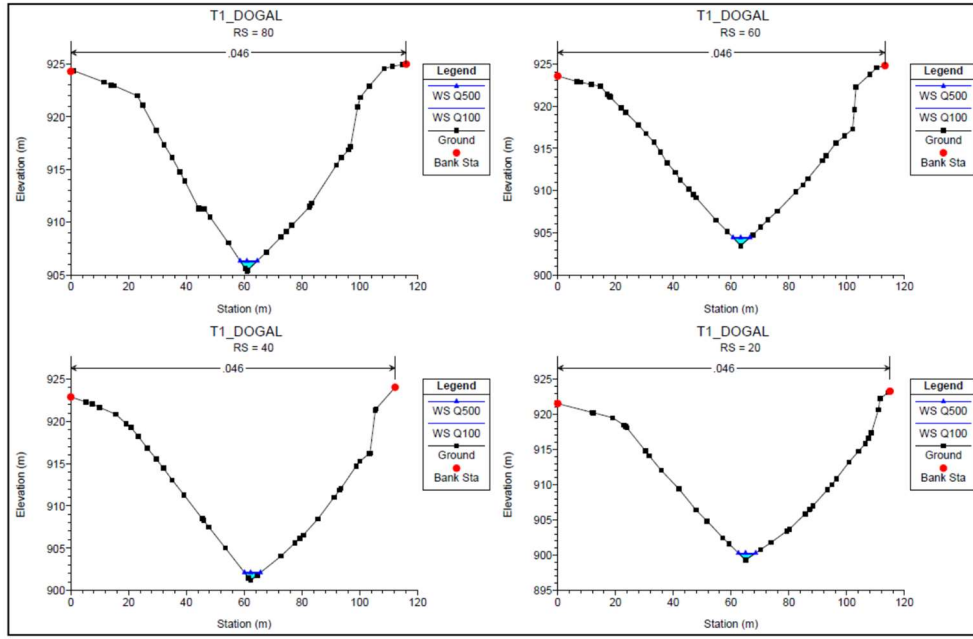
Şekil 37. T3 Deresine Ait Enkesitler-3



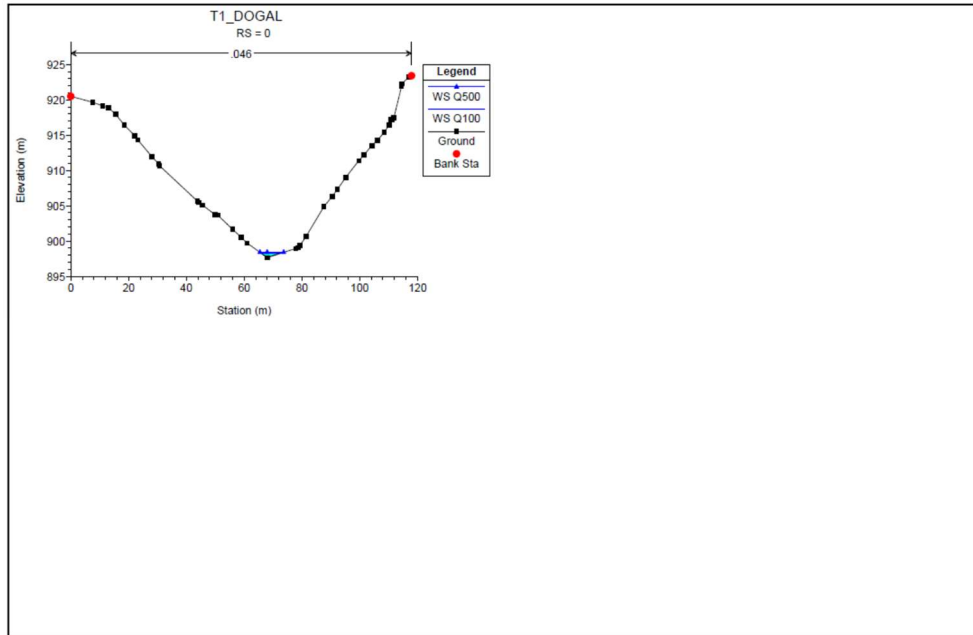
Şekil 38. T3 Deresine Ait Enkesitler-4



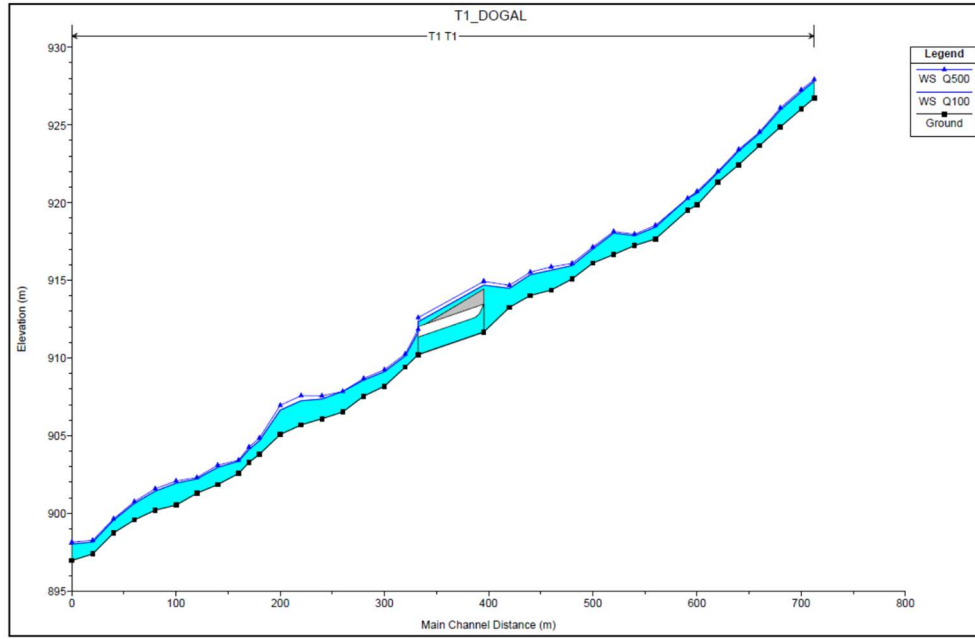
Şekil 39. T3 Deresine Ait Enkesitler-5



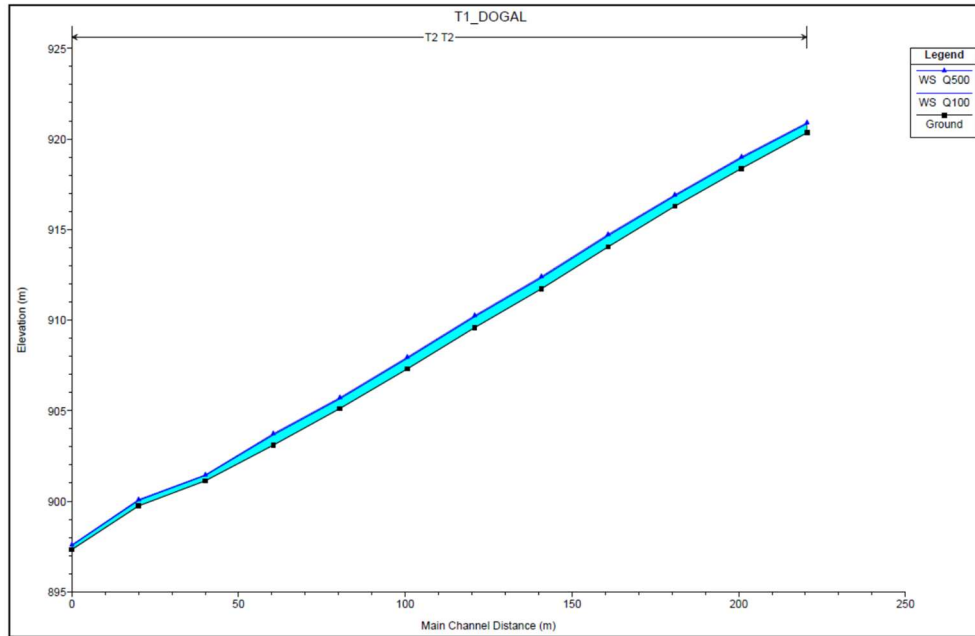
Şekil 40. T3 Deresine Ait Enkesitler-6



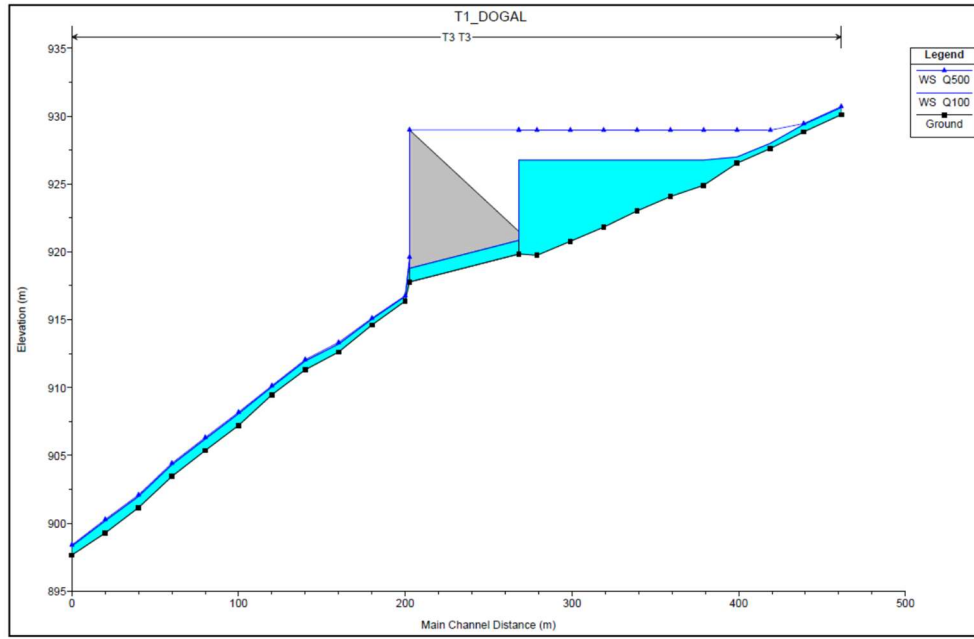
Şekil 41. T3 Deresine Ait Enkesitler-7



Şekil 42. T1 Deresine Ait Boykesit



Şekil 43. T2 Deresine Ait Boykesit



Şekil 44. T3 Deresine Ait Boykesit

Tablo 39. T1 Dersine Ait Tahkikat Tablosu

Başlangıca Mesafe(Km)	Taşkın	Toplam Debi (m3/s)	Talveg Kotu (m)	Taban Eğimi (m/m)	Su Yüzü Kotu (m)	Su Yük. (m)	Man. Kat. (n)	Kritik Su Kotu (m)	Enerji Çizgisi Kotu (m)	Enerji Çizgisi Eğimi (m/m)	Hız (m/s)	Islak Alan (m2)	Su Yüzü Gen. (m)	Fr. Kats
0+712,50	Q100	13,53	926,73	0,057	927,8	1,07	0,046	928	928,45	0,058667	3,57	3,79	6,41	1,48
	Q500	17,48	926,73	0,057	927,92	1,19	0,046	928,15	928,66	0,058664	3,81	4,59	7,02	1,51
0+700,00	Q100	13,53	926,02	0,0575	927,13	1,11	0,046	927,32	927,74	0,053452	3,47	3,9	6,29	1,41
	Q500	17,48	926,02	0,0575	927,26	1,24	0,046	927,47	927,95	0,053563	3,68	4,74	7,03	1,43
0+680,00	Q100	13,53	924,87	0,06	925,96	1,09	0,046	926,17	926,63	0,057298	3,62	3,74	6,04	1,47
	Q500	17,48	924,87	0,06	926,09	1,22	0,046	926,33	926,84	0,056806	3,82	4,57	6,74	1,48
0+660,00	Q100	13,53	923,67	0,0616	924,46	0,79	0,046	924,69	925,19	0,091798	3,79	3,57	7,99	1,81
	Q500	17,48	923,67	0,0616	924,54	0,87	0,046	924,82	925,4	0,09246	4,09	4,27	8,57	1,85
0+640,00	Q100	13,53	922,44	0,0568	923,33	0,89	0,046	923,46	923,8	0,049224	3,07	4,41	8,49	1,36
	Q500	17,48	922,44	0,0568	923,43	0,99	0,046	923,58	923,98	0,050041	3,3	5,3	9,25	1,39
0+620,00	Q100	13,53	921,3	0,073	921,93	0,63	0,046	922,11	922,51	0,088118	3,35	4,04	10,73	1,74
	Q500	17,48	921,3	0,073	922,01	0,71	0,046	922,22	922,67	0,087897	3,6	4,85	11,52	1,77
0+600,00	Q100	13,53	919,84	0,0381	920,61	0,77	0,046	920,63	921,15	0,053399	3,26	4,15	7,72	1,42
	Q500	17,48	919,84	0,0381	920,72	0,88	0,046	920,72	920,92	0,028644	1,98	8,84	22,15	1
0+591,00	Q100	13,53	919,5	0,0594	920,28	0,78	0,016	920,28	920,37	0,002072	1,88	15,41	28,83	0,74
	Q500	17,48	919,5	0,0594	920,28	0,78	0,016	920,28	920,43	0,003459	2,43	15,41	28,83	0,95
0+560,00	Q100	13,53	917,66	0,0215	918,41	0,75	0,016	918,82	920,05	0,032109	6,46	3,62	10	2,65
	Q500	17,48	917,66	0,0215	918,53	0,87	0,016	918,9	920,06	0,025186	6,44	5,11	14,91	2,41
0+540,00	Q100	13,53	917,23	0,0287	917,88	0,65	0,016	918,22	919,31	0,036118	6,34	3,77	9,73	2,62
	Q500	17,48	917,23	0,0287	917,97	0,74	0,016	918,37	919,48	0,033982	6,65	4,68	9,98	2,57
0+520,00	Q100	13,53	916,66	0,0275	918,04	1,38	0,016	918,04	918,28	0,002995	2,66	10,75	22,47	0,81
	Q500	17,48	916,66	0,0275	918,14	1,48	0,016	918,14	918,41	0,003154	2,9	13,19	24,27	0,85

Tablo 38. T1 Dersine Ait Tahkikat Tablosu Devamı

0+500,00	Q100	13,53	916,11	0,0513	917,02	0,91	0,016	917,39	918,08	0,01446	5,15	4,73	12,99	1,83
	Q500	17,48	916,11	0,0513	917,14	1,03	0,016	917,53	918,22	0,013021	5,36	6,54	18,12	1,78
0+480,00	Q100	13,53	915,08	0,0355	915,95	0,87	0,016	916,42	917,68	0,020614	6,03	3,01	7,5	2,14
	Q500	17,48	915,08	0,0355	916,09	1,01	0,016	916,6	917,84	0,018443	6,25	4,08	7,82	2,05
0+460,00	Q100	13,53	914,37	0,0174	915,65	1,28	0,016	915,5	915,83	0,002659	2,48	10,18	12,99	0,72
	Q500	17,48	914,37	0,0174	915,86	1,49	0,016	915,62	916,04	0,002225	2,53	13,2	15,68	0,68
0+440,00	Q100	13,53	914,02	0,0383	915,36	1,34	0,016	915,36	915,74	0,004466	3,21	6,9	9,43	0,93
	Q500	17,48	914,02	0,0383	915,52	1,5	0,016	915,52	915,96	0,004407	3,47	8,55	10,65	0,95
0+420,00	Q100	13,53	913,26	0,0643	914,48	1,22	0,016	914,83	915,55	0,010337	4,68	3,58	6,37	1,4
	Q500	17,48	913,26	0,0643	914,68	1,42	0,016	915,05	915,77	0,009569	4,86	4,88	6,94	1,35
0+395,35	Q100	13,53	911,67	0,023	914,69	3,02	0,016	912,94	914,75	0,000214	1,09	12,89	9,18	0,24
	Q500	17,48	911,67	0,023	914,93	3,26	0,016	913,16	915,01	0,000246	1,25	15,25	10,41	0,26
0+332,34	Q100	13,53	910,22	0,0653	911,64	1,42	0,016	911,64	912,14	0,003624	3,15	4,3	4,19	0,99
	Q500	17,48	910,22	0,0653	911,85	1,63	0,016	911,85	912,42	0,003572	3,35	5,22	4,49	0,99
0+320,00	Q100	13,53	909,41	0,0617	910,13	0,72	0,016	910,65	911,92	0,025869	5,92	2,29	4,19	2,56
	Q500	17,48	909,41	0,0617	910,26	0,85	0,016	910,82	912,19	0,024003	6,16	2,84	4,61	2,51
0+300,00	Q100	13,53	908,18	0,0319	909,12	0,94	0,016	909,12	909,37	0,004148	3	10,86	23,25	1,03
	Q500	17,48	908,18	0,0319	909,25	1,07	0,016	909,25	909,49	0,003706	3,1	13,87	24,96	1
0+280,00	Q100	13,53	907,54	0,0508	908,58	1,04	0,016	908,58	908,7	0,002716	2,22	11,77	15,67	0,72
	Q500	17,48	907,54	0,0508	908,68	1,14	0,016	908,68	908,75	0,002038	1,86	18,5	23,36	0,58
0+260,00	Q100	13,53	906,53	0,0219	907,85	1,32	0,016	907,85	908,02	0,002993	2,42	9,74	11,03	0,7
	Q500	17,48	906,53	0,0219	907,85	1,32	0,016	907,85	908,14	0,004995	3,13	9,74	11,03	0,91
0+240,00	Q100	13,53	906,09	0,0199	907,36	1,27	0,016	907,36	907,56	0,003102	2,57	10,5	17,3	0,77
	Q500	17,48	906,09	0,0199	907,57	1,48	0,016	907,38	907,74	0,002428	2,54	14,19	18,41	0,7
0+220,00	Q100	13,53	905,69	0,0306	907,25	1,56	0,016	906,78	907,37	0,001262	2,02	12,23	12,21	0,53
	Q500	17,48	905,69	0,0306	907,58	1,89	0,016	906,88	907,7	0,000973	2,02	16,47	13,64	0,48
0+200,00	Q100	13,53	905,08	0,0636	906,65	1,57	0,016	906,65	907,28	0,00408	3,54	4,13	4,65	0,94
	Q500	17,48	905,08	0,0636	906,95	1,87	0,016	906,95	907,61	0,003385	3,66	5,84	6,58	0,89

Tablo 38. T1 Dersine Ait Tahkikat Tablosu Devamı

0+180,00	Q100	13,53	903,81	0,0529	904,68	0,87	0,016	905,25	906,95	0,02715	6,69	2,09	3,31	2,46
	Q500	17,48	903,81	0,0529	904,85	1,04	0,016	905,37	907,29	0,0237	6,96	2,7	3,82	2,32
0+170,00	Q100	13,53	903,28	0,0708	904,11	0,83	0,046	904,58	906,34	0,221598	6,62	2,04	2,82	2,48
	Q500	17,48	903,28	0,0708	904,27	0,99	0,046	904,73	906,75	0,209716	6,98	2,51	2,95	2,42
0+160,00	Q100	13,53	902,57	0,0357	903,36	0,79	0,046	903,66	904,32	0,126196	4,35	3,11	6,4	1,99
	Q500	17,48	902,57	0,0357	903,42	0,85	0,046	903,81	904,66	0,143358	4,92	3,55	6,7	2,16
0+140,00	Q100	13,53	901,85	0,028	902,96	1,11	0,046	902,96	903,3	0,025906	2,59	5,22	7,72	1,01
	Q500	17,48	901,85	0,028	903,11	1,26	0,046	903,11	903,49	0,025043	2,73	6,39	8,49	1,01
0+120,00	Q100	13,53	901,3	0,0382	902,22	0,92	0,046	902,32	902,63	0,043634	2,85	4,75	9,24	1,27
	Q500	17,48	901,3	0,0382	902,31	1,01	0,046	902,44	902,81	0,046873	3,12	5,6	10,04	1,33
0+100,00	Q100	13,53	900,53	0,0162	901,94	1,41	0,046	901,85	902,24	0,019029	2,4	5,63	7,21	0,87
	Q500	17,48	900,53	0,0162	902,08	1,55	0,046	902,02	902,43	0,020329	2,6	6,72	8,04	0,91
0+080,00	Q100	13,53	900,21	0,0315	901,43	1,22	0,046	901,43	901,79	0,025908	2,65	5,11	7,26	1,01
	Q500	17,48	900,21	0,0315	901,59	1,38	0,046	901,59	901,98	0,024612	2,78	6,3	8,03	1
0+060,00	Q100	13,53	899,58	0,0418	900,64	1,06	0,046	900,76	901,13	0,042783	3,08	4,39	7,42	1,28
	Q500	17,48	899,58	0,0418	900,75	1,17	0,046	900,9	901,32	0,043943	3,34	5,24	7,99	1,32
0+040,00	Q100	13,53	898,74	0,0677	899,56	0,82	0,046	899,73	900,08	0,065665	3,17	4,26	9,72	1,53
	Q500	17,48	898,74	0,0677	899,65	0,91	0,046	899,84	900,24	0,067564	3,41	5,13	10,75	1,57
0+020,00	Q100	13,53	897,39	0,0208	898,16	0,77	0,046	898,34	898,76	0,065665	3,43	3,95	7,96	1,56
	Q500	17,48	897,39	0,0208	898,26	0,87	0,046	898,47	898,93	0,062353	3,63	4,82	8,57	1,55
0+000,00	Q100	13,53	896,97		898,03	1,06	0,046	898,03	898,33	0,025627	2,42	5,59	9,38	1
	Q500	17,48	896,97		898,15	1,18	0,046	898,15	898,49	0,024748	2,56	6,82	10,22	1

Tablo 40. T2 Deresine Ait Tahkikat Tablosu

Başlangıca Mesafe(Km)	Taşkın	Toplam Debi (m ³ /s)	Talveg Kotu (m)	Taban Eğimi (m/m)	Su Yüzü Kotu (m)	Su Yük. (m)	Man. Kat. (n)	Kritik Su Kotu (m)	Enerji Çizgisi Kotu (m)	Enerji Çizgisi Eğimi (m/m)	Hız (m/s)	Islak Alan (m ²)	Su Yüzü Gen. (m)	Fr. Kats
0+220,50	Q100	2,8	920,3	0,1002	920,8	0,5	0,046	921,0	921,2	0,098	2,70	1,0	4,0	1,7
	Q500	3,7	920,3	0,1002	920,9	0,6	0,046	921,0	921,3	0,098	2,90	1,3	4,5	1,7
0+200,83	Q100	2,8	918,4	0,1042	919,0	0,6	0,046	919,1	919,3	0,092	2,79	1,0	3,5	1,7
	Q500	3,7	918,4	0,1042	919,0	0,6	0,046	919,2	919,5	0,091	2,98	1,2	3,8	1,7
0+180,83	Q100	2,8	916,3	0,1123	916,9	0,6	0,046	917,0	917,3	0,111	3,02	0,9	3,3	1,8
	Q500	3,7	916,3	0,1123	916,9	0,6	0,046	917,1	917,5	0,111	3,23	1,2	3,6	1,8
0+160,83	Q100	2,8	914,0	0,1156	914,7	0,6	0,046	914,8	915,1	0,106	3,08	0,9	2,9	1,8
	Q500	3,7	914,0	0,1156	914,7	0,7	0,046	914,9	915,3	0,106	3,29	1,1	3,3	1,8
0+140,83	Q100	2,8	911,7	0,1070	912,3	0,6	0,046	912,5	912,9	0,120	3,26	0,9	2,8	1,9
	Q500	3,7	911,7	0,1070	912,4	0,7	0,046	912,6	913,0	0,119	3,50	1,1	3,0	1,9
0+120,83	Q100	2,8	909,6	0,1128	910,2	0,6	0,046	910,3	910,6	0,103	2,99	0,9	3,1	1,7
	Q500	3,7	909,6	0,1128	910,3	0,7	0,046	910,4	910,8	0,104	3,22	1,2	3,5	1,8
0+100,58	Q100	2,8	907,3	0,1082	907,9	0,6	0,046	908,1	908,4	0,119	3,16	0,9	3,0	1,9
	Q500	3,7	907,3	0,1082	908,0	0,7	0,046	908,1	908,5	0,118	3,37	1,1	3,4	1,9
0+080,40	Q100	2,8	905,1	0,1012	905,7	0,5	0,046	905,8	906,1	0,107	2,90	1,0	3,5	1,8
	Q500	3,7	905,1	0,1012	905,7	0,6	0,046	905,9	906,2	0,109	3,13	1,2	3,9	1,8
0+060,40	Q100	2,8	903,1	0,0967	903,7	0,6	0,046	903,8	904,1	0,095	2,80	1,0	3,5	1,7
	Q500	3,7	903,1	0,0967	903,7	0,6	0,046	903,9	904,2	0,094	2,99	1,2	3,9	1,7
0+040,07	Q100	2,8	901,1	0,0691	901,4	0,3	0,046	901,5	901,7	0,142	2,22	1,3	8,9	1,9
	Q500	3,7	901,1	0,0691	901,5	0,3	0,046	901,6	901,8	0,149	2,46	1,5	9,4	2,0
0+020,02	Q100	2,8	899,7	0,1204	900,1	0,3	0,046	900,1	900,2	0,045	1,50	1,9	10,1	1,1
	Q500	3,7	899,7	0,1204	900,1	0,4	0,046	900,1	900,2	0,044	1,57	2,4	11,8	1,1
0+000,00	Q100	2,8	897,3		897,6	0,2	0,046	897,7	898,1	0,390	3,27	0,9	7,2	3,0
	Q500	3,7	897,3		897,6	0,3	0,046	897,7	898,3	0,367	3,48	1,1	7,8	3,0

Tablo 41. T3 Deresine Ait Tahkikat Tablosu

Başlangıça Mesafe(Km)	Taşkın	Toplam Debi (m ³ /s)	Talveg Kotu (m)	Taban Eğimi (m/m)	Su Yüzü Kotu (m)	Su Yük. (m)	Man. Kat. (n)	Kritik Su Kotu (m)	Enerji Çizgisi Kotu (m)	Enerji Çizgisi Eğimi (m/m)	Hız (m/s)	Islak Alan (m ²)	Su Yüzü Gen. (m)	Fr. Kats
0+462,50	Q100	8,3	930,1	0,0567	930,6	0,5	0,046	930,8	931,0	0,088	2,81	3,0	10,2	1,7
	Q500	11,4	930,1	0,0567	930,7	0,6	0,046	930,9	931,2	0,088	3,09	3,7	11,0	1,7
0+440,00	Q100	8,3	928,8	0,0611	929,4	0,5	0,046	929,4	929,6	0,047	1,91	4,4	16,7	1,2
	Q500	11,4	928,8	0,0611	929,4	0,6	0,046	929,5	929,7	0,049	2,12	5,4	18,3	1,3
0+420,00	Q100	8,3	927,6	0,0540	928,0	0,4	0,046	928,1	928,3	0,100	2,24	3,7	20,0	1,7
	Q500	11,4	927,6	0,0540	929,0	1,4	0,046	928,1	929,0	0,000	0,34	33,1	37,5	0,1
0+400,00	Q100	8,3	926,5	0,0816	927,0	0,5	0,046	927,0	927,1	0,040	1,62	5,1	22,5	1,1
	Q500	11,4	926,5	0,0816	929,0	2,4	0,046		929,0	0,000	0,16	69,9	37,7	0,0
0+380,00	Q100	8,3	924,9	0,0413	926,8	1,9	0,046	925,6	926,8	0,000	0,20	40,7	39,9	0,1
	Q500	11,4	924,9	0,0413	929,0	4,1	0,046		929,0	0,000	0,07	152,6	73,9	0,0
0+360,00	Q100	8,3	924,1	0,0530	926,8	2,7	0,046		926,8	0,000	0,08	107,7	61,6	0,0
	Q500	11,4	924,1	0,0530	929,0	4,9	0,046		929,0	0,000	0,04	273,0	94,3	0,0
0+340,00	Q100	8,3	923,0	0,0597	926,8	3,8	0,046		926,8	0,000	0,04	191,1	77,6	0,0
	Q500	11,4	923,0	0,0597	929,0	6,0	0,046		929,0	0,000	0,03	410,0	122,4	0,0
0+320,00	Q100	8,3	921,8	0,0522	926,8	5,0	0,046		926,8	0,000	0,03	243,7	93,4	0,0
	Q500	11,4	921,8	0,0522	929,0	7,2	0,046		929,0	0,000	0,02	499,3	126,6	0,0
0+300,00	Q100	8,3	920,8	0,0516	926,8	6,0	0,046		926,8	0,000	0,03	279,1	106,3	0,0
	Q500	11,4	920,8	0,0516	929,0	8,2	0,046		929,0	0,000	0,02	556,0	137,0	0,0
0+280,00	Q100	8,3	919,7	-0,0094	926,8	7,0	0,046		926,8	0,000	0,03	284,2	125,6	0,0
	Q500	11,4	919,7	-0,0094	929,0	9,2	0,046		929,0	0,000	0,02	595,2	145,9	0,0
0+269,08	Q100	8,3	919,8	0,0314	926,8	6,9	0,046	921,0	926,8	0,000	0,04	214,9	70,8	0,0
	Q500	11,4	919,8	0,0314	929,0	9,1	0,046	921,2	929,0	0,000	0,02	554,9	145,2	0,0
0+202,51	Q100	8,3	917,8	0,5613	919,3	1,5	0,046	919,3	919,9	0,055	3,46	2,4	2,0	1,0

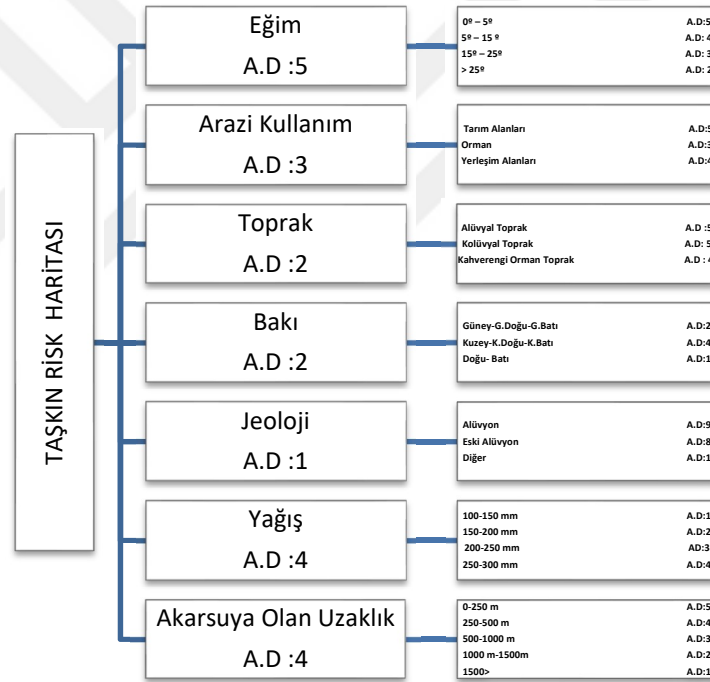
Tablo 40. T3 Deresine Ait Tahkikat Tablosu Devamı

	Q500	11,4	917,8	0,5613	919,6	1,8	0,046	919,6	920,3	0,057	3,74	3,1	2,2	1,0
0+200,00	Q100	8,3	916,4	0,0884	916,7	0,4	0,046	917,1	919,3	1,017	7,16	1,2	6,2	5,3
	Q500	11,4	916,4	0,0884	916,8	0,4	0,046	917,2	919,7	0,954	7,61	1,5	6,9	5,2
0+180,00	Q100	8,3	914,6	0,0994	915,0	0,4	0,046	915,1	915,4	0,064	2,58	3,2	9,9	1,4
	Q500	11,4	914,6	0,0994	915,1	0,5	0,046	915,2	915,6	0,069	2,95	3,9	10,2	1,5
0+160,00	Q100	8,3	912,6	0,0654	913,2	0,6	0,046	913,4	913,9	0,091	3,55	2,3	5,6	1,8
	Q500	11,4	912,6	0,0654	913,3	0,7	0,046	913,6	914,0	0,082	3,72	3,1	6,4	1,7
0+140,00	Q100	8,3	911,3	0,0919	912,0	0,7	0,046	912,1	912,4	0,054	2,94	2,8	6,1	1,4
	Q500	11,4	911,3	0,0919	912,1	0,8	0,046	912,2	912,6	0,058	3,32	3,4	6,5	1,5
0+120,00	Q100	8,3	909,5	0,1131	910,1	0,6	0,046	910,3	910,8	0,136	3,69	2,3	7,1	2,1
	Q500	11,4	909,5	0,1131	910,1	0,7	0,046	910,4	910,9	0,129	3,96	2,9	7,8	2,1
0+100,00	Q100	8,3	907,2	0,0923	908,1	0,9	0,046	908,3	908,7	0,080	3,42	2,4	5,6	1,7
	Q500	11,4	907,2	0,0923	908,2	1,0	0,046	908,4	908,9	0,081	3,71	3,1	6,3	1,7
0+080,00	Q100	8,3	905,4	0,0955	906,2	0,9	0,046	906,4	906,9	0,097	3,70	2,2	5,3	1,8
	Q500	11,4	905,4	0,0955	906,3	1,0	0,046	906,6	907,1	0,095	3,97	2,9	6,0	1,8
0+060,00	Q100	8,3	903,5	0,1148	904,3	0,9	0,046	904,5	905,0	0,093	3,67	2,3	5,2	1,8
	Q500	11,4	903,5	0,1148	904,4	1,0	0,046	904,7	905,2	0,094	3,99	2,9	5,9	1,8
0+040,00	Q100	8,3	901,2	0,0935	902,0	0,8	0,046	902,3	902,8	0,124	4,10	2,0	4,9	2,0
	Q500	11,4	901,2	0,0935	902,1	0,9	0,046	902,4	903,1	0,122	4,40	2,6	5,5	2,1
0+020,00	Q100	8,3	899,3	0,0815	900,2	0,9	0,046	900,4	900,8	0,080	3,47	2,4	5,3	1,7
	Q500	11,4	899,3	0,0815	900,3	1,0	0,046	900,5	901,0	0,082	3,79	3,0	6,0	1,7
0+000,00	Q100	8,3	897,7		898,3	0,7	0,046	898,5	898,9	0,111	3,42	2,4	7,3	1,9
	Q500	11,4	897,7		898,4	0,8	0,046	898,6	899,1	0,112	3,72	3,1	8,2	2,0

4.6.2. ArcGIS taşkın yayılım haritaları

Projede yapılacak olan bölgedeki meteorolojik veriler sisteme girilerek taşkın riskini oluşturan parametrelerin haritaları oluşturulmuştur (Tablo 41). CBS ortamına ArcGIS yardımıyla coğrafi veriler programın içerisine aktarılarak derenin bulunduğu Arazinin ve Çevresinin Kullanım Tipi (Şekil-45), Akarsuya Uzaklığı (Şekil-46), Derenin Bakı Modellemesi (Şekil-47), Derenin Eğimini gösterecek olan harita (Şekil-48), Derenin Toprak Haritası (Şekil-49), Derenin Yağış Haritası (Şekil-50), Derenin Üzerinde Bulunduğu Arazinin Jeoloji Yapısı (Şekil-51) ve bu elde edilen veriler sonucunda Dere Yatağının Taşkın Risk Haritası (Şekil-52) ArcGIS sisteminden elde edilmiştir.

Tablo 41. Taşkın Riskini oluşturan parametrelerin hiyerarşik yapısı (Yurteri, 2024)



A.D: Ağırlık Derecesi

4.6.2.1. Arazi kullanım haritası

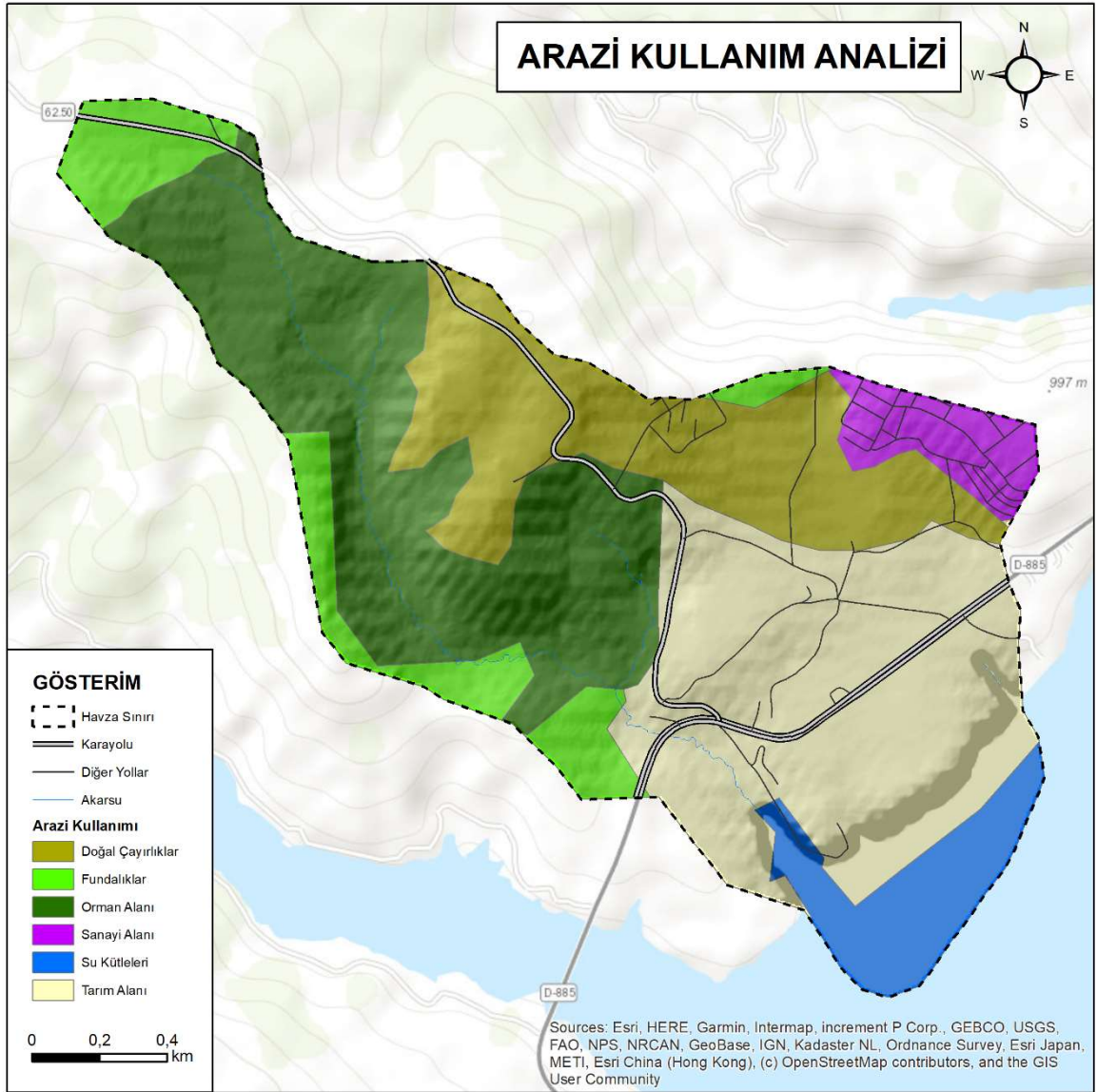
Arazi kullanım biçimleri, taşkın olaylarının meydana gelmesinde belirleyici bir rol oynamaktadır (Turoğlu ve Özdemir, 2005). Arazi kullanımının elverişsiz olduğu, bitki örtüsünden yoksun ve eğimin fazla olduğu bölgelerde yağış suları doğrudan yüzey akışına

geçerken; uygun arazi kullanımı ve yoğun bitki örtüsüne sahip alanlarda ise yüzey akışı daha sınırlı olmaktadır (Schultz ve Engman, 2000; Özdemir, 2007a).

Tunceli ilinin sınırları içerisinde bulunan;

T1 deresinin, 0+000,00 -0+500,00 arasındaki derenin arazi kullanımı Tarım Arazisi, 0+500,00 ile 0+712.50 arasındaki dere ise Orman alanı kullanımına girmekte olup, T2 deresinin tamamı Tarım Arazisi kullanım alanına ve T3 deresinin arazisi de güzergâh boyunca Tarım Arazisi kullanım alanında kalmaktadır (Şekil 45).

Dere arazilerinde tespit edilen arazi tipi taşkın riski açısından en riskli kullanım sınıfına girmektedir (Tablo 41). 1975 ile 2011 yıllarının taşkın olayları incelendiğinde 820 sel felaketi 660 ölüm ve ortalama 872 m² ekili dikili arazi sel olayından etkilenmiş ve tahminen ekonomiye yılda 150 milyon TL zarar ortaya çıkmıştır (DMİ, 2016a). Bu kapsamda sel alanlarında bulunan yerleşik alanlardan ve ekili dikili alanlara dikkat edilmelidir.

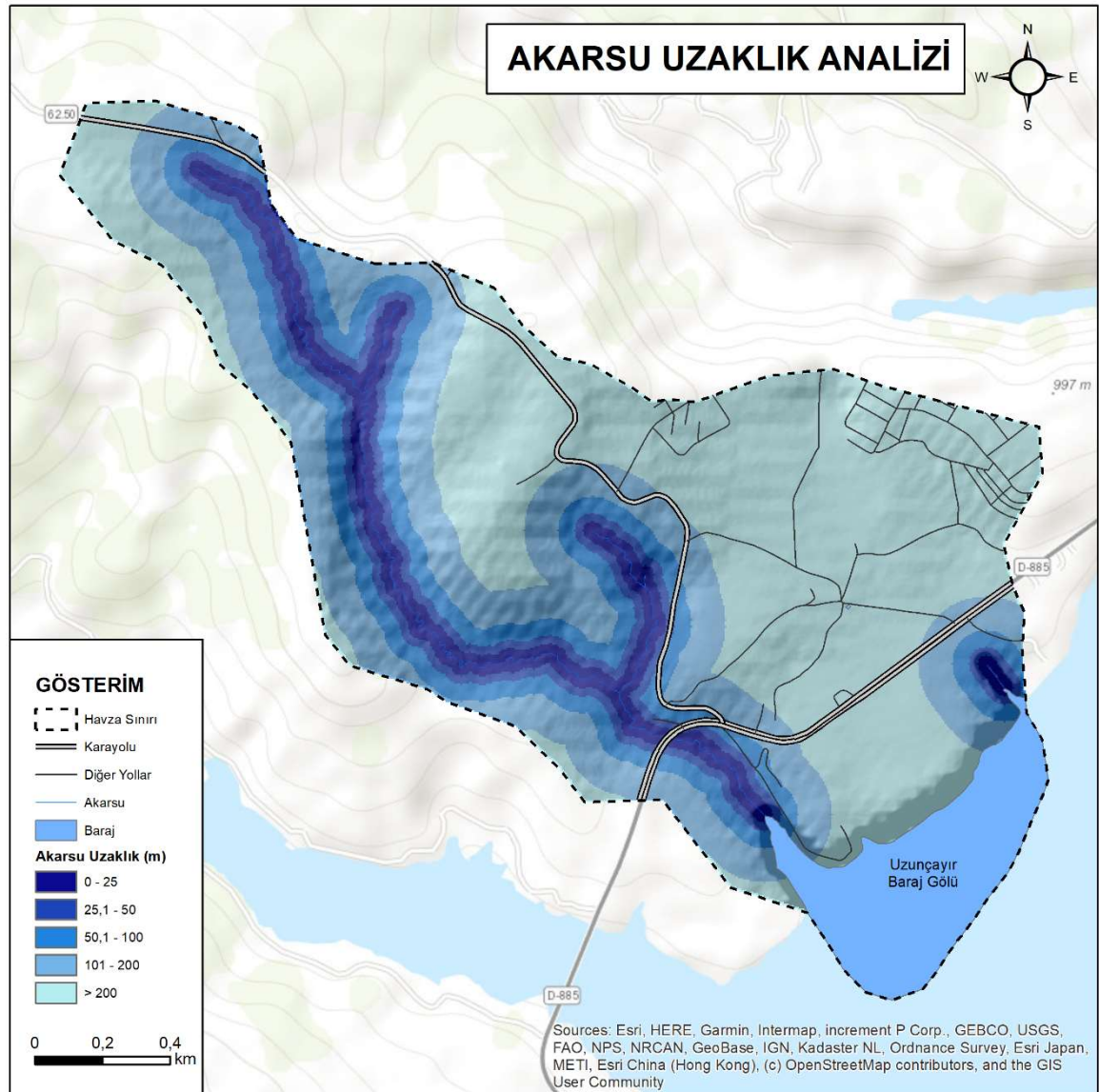


Şekil 45. T1, T2 ve T3 Derelerinin Arazi Kullanım Haritası

4.6.2.2. Akarsuya uzaklık haritası

Taşkın afeti açısından değerli risk faktörlerinden biri akarsuya olan uzaklık haritasıdır. Taşkın tehlikesi, su yatağına olan mesafe azaldıkça artış göstermektedir. Bu çalışmada, akarsuya olan mesafe parametresi dikkate alınarak hesaplamalar yapılmış ve elde edilen sonuçlar, risk bölgelerini gösterecek şekilde harita üzerinde renk sınıflandırması yöntemiyle görselleştirilerek 0-25 arasında koyu mavi ile gösterilen alan çok riskli 200 m ve sonrası su yeşili olarak gösterilen alan az riskli bölgeyi temsil etmektedir. (Şekil 46).

Bu doğrultuda harita incelendiğinde T1 ve T3 deresi riskli bölgede olup T2 deresi az riskli bölgede bulunmaktadır.



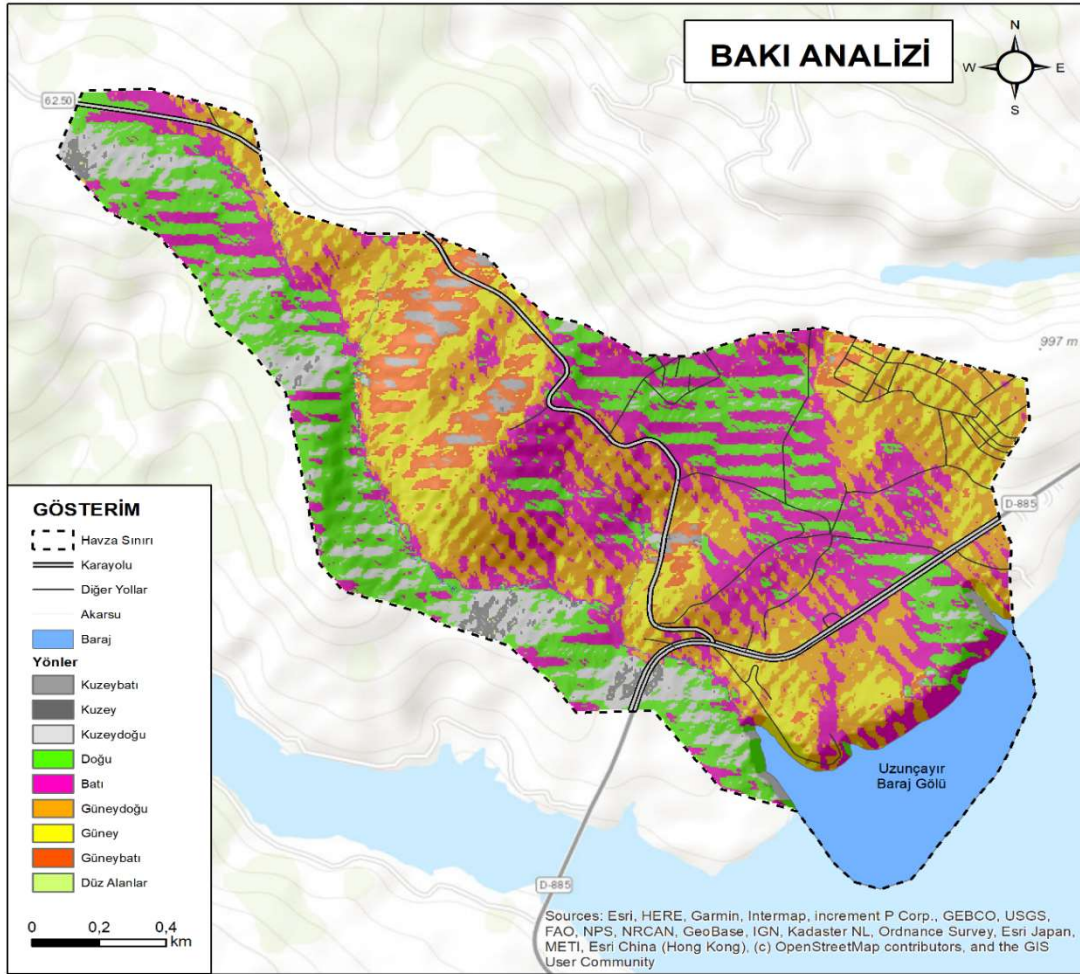
Şekil 46. T1, T2 ve T3 deresinin Akarsu Uzaklık Haritası

4.6.2.3. Bakı haritası

Bakı, topografyanın kuzey ve güney yamaçlarındaki jeomorfolojik özelliklerini farklılaştıran önemli bir faktördür. Güneye dönük yamaçlarda bitkilerin su tüketimi ve buharlaşma birlikte değerlendirildiğinde, toplam su kaybı (evapotranspirasyon) artar; bu da bitkilerde ani su ihtiyacını doğurur. Bu nedenle, bu bölgelerdeki bitki örtüsü genellikle seyrek ve kurak koşullara dayanıklı türlerden oluşur. Buna karşılık, kuzeye bakan yamaçlarda yağış sonrası toprak nemi daha uzun süre korunur. Bu durum, hem daha gür bir

bitki örtüsünün gelişmesini sağlar hem de toprak oluşumunu destekleyerek yüzey akışını azaltıcı bir rol oynar (Özdemir).

Bu kapsamda değerlendirilecek olan Bakı Hartasında T1 deresi için yamaçların ağırlıklı olarak Güney ve Batı yönlerine baktıkları, T2 deresinin Güneydoğu ve Batı yönlerine baktıkları ve T3 deresinin ise Güneydoğu ve Batı yönüne doğru baktıkları gözlemlenmiştir (Şekil 47).



Şekil 47. T1, T2 ve T3 Derelerinin Bakı Haritası

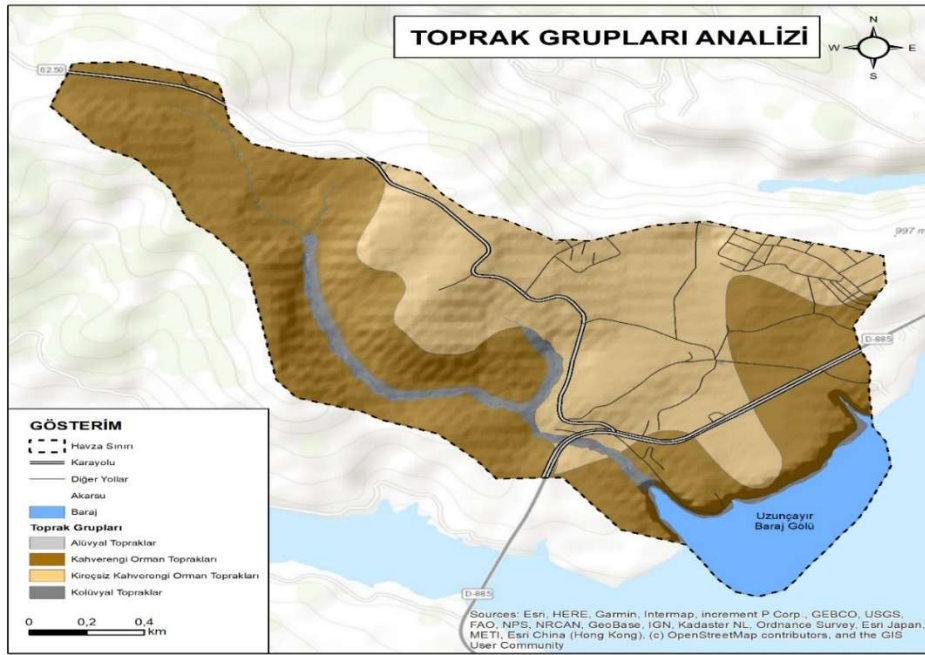
4.6.2.4. Eğim haritası

Taşkın oluşumunda belirleyici bir rol oynayan eğim faktörü, havzanın jeomorfolojik karakteristikleri arasında yer almaktadır. Tüm diğer koşulların sabit olduğu varsayıldığında, eğimin yüksek olduğu bölgelerde toprağın suyu tutma kapasitesi düşük olduğundan, yağış sularının zemine sızması eğimin düşük olduğu alanlara göre daha sınırlıdır. Bu durum, yüzey

etkileyen başlıca etkenler; toprak dokusu ve yapısı, yağış miktarı, çevreden gelen sızmalar, geçirimsiz katmanların varlığı, tuz miktarı ve türü, yer altı su seviyeleri, toprak profilinin fiziksel yapısı ve çevresel koşullardır. Ayrıca, toprak tipi, sel ve taşkınların etkisini azaltan bitki örtüsünün gelişmesine olanak sağlaması açısından da dolaylı bir rol üstlenmektedir (Turoğlu ve Özdemir, 2005).

Şekil 49 incelendiğinde taşınmış toprak olan Kolüvyal erozyonla taşınan materyallerin eteklerde veya düzlük alanlarda birikmesiyle oluşan, genellikle ince taneli toprak ve bölgenin coğrafi yeri bakımında da Kahverengi Orman Topraklar gözlemlenmektedir.

Alüvyal ve Kolüvyal topraklarının genellikle taşkın riskinin fazla olduğu alanlarda gözlemlenmektedir. Bu kapsamda özellikle T1 deresinin taşkın riskinin fazla olduğu gözlemlenmektedir.



Şekil 49. T1, T2 ve T3 Derelerinin Arazi Toprak Haritası

4.6.2.6. Yağış haritası

Karasal iklim kuşağı içerisinde yer alan Mollakendi ilçesinde yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlı geçmektedir. Köppen iklim sınıflandırmasında Bsk (Yarı Kurak Step İklim) Sınıfında yer alırken, yıllık ortalama 12,8 °C sıcaklığa sahiptir. Sıcaklıklar en fazla Temmuz ve Ağustos aylarında 43,5 °C, sıcaklığın en düşük olduğu ay ise -30,3 °C ile

Ocak ayıdır (Tablo 43). Yağışın en pik olduğu ay ilkbahar olmakla beraber, yıllık ortalama yağış miktarı 871,4 mm'dir. Ağustos ayı ortalama 4,7 mm yağış ile ait olduğu yılın en kurak, Aralık ayında 133,9 mm yağış ile yılın en yağışlı aylarını göstermektedir (Tablo 42).

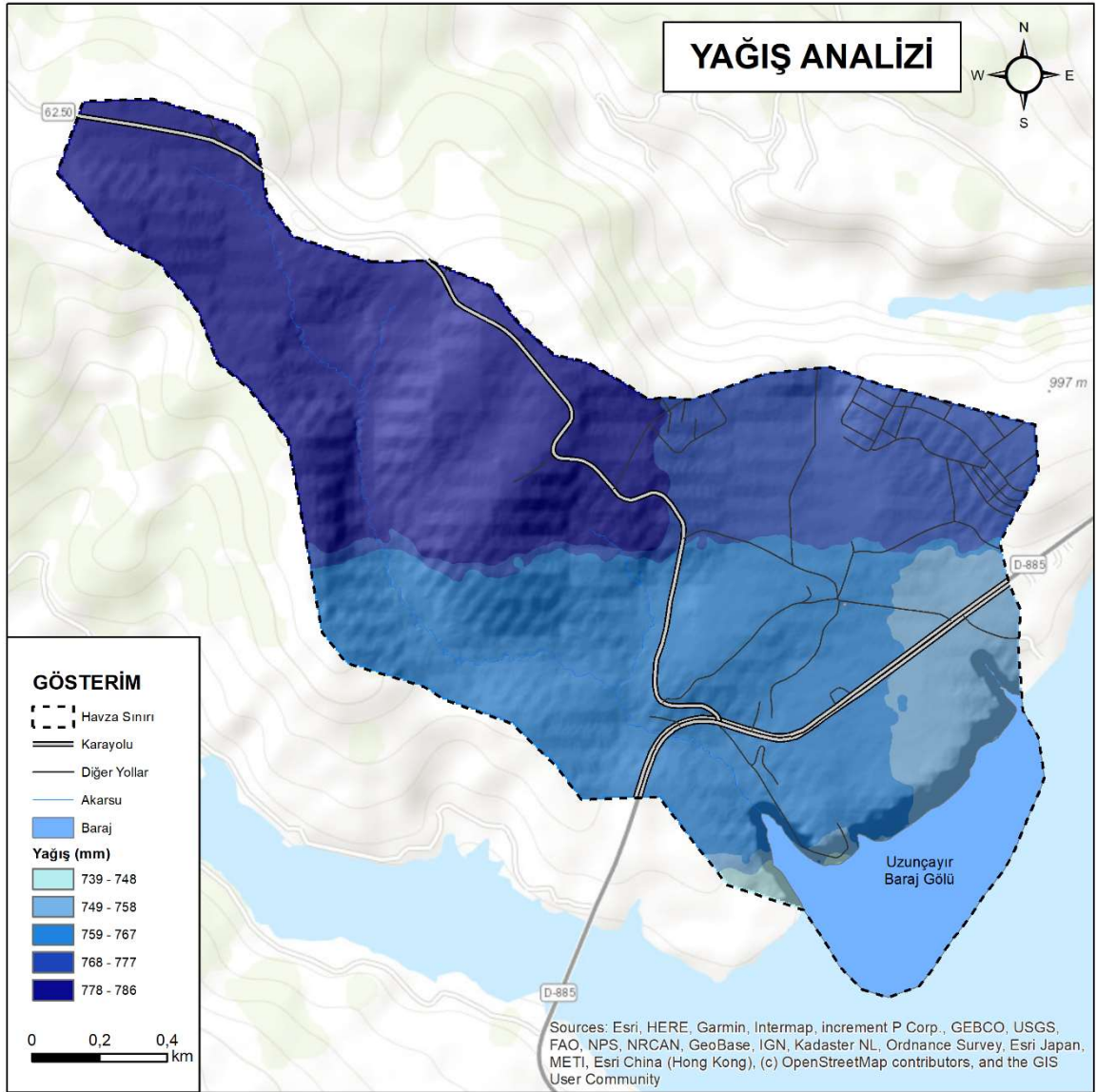
Tablo 42. Tunceli İlinin 1960-2024 Yılları Arası Aylara göre Sıcaklık Verileri (Müdürlüğü & Başkanlığı, 2018)

TUNCELİ	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
	Ölçüm Periyodu (1960 - 2024)												
Ortalama Sıcaklık (°C)	-1,8	0,0	5,6	11,8	16,8	22,5	27,1	26,8	21,6	14,6	6,9	1,1	12,8
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	3,1	5,3	11,4	18,4	24,1	30,2	35,1	35,5	30,7	22,9	13,7	5,8	19,7
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-5,3	-3,9	1,1	6,3	10,1	14,5	18,9	18,5	13,4	8,2	2,1	-2,2	6,8
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	3,4	4,4	5,3	6,5	8,4	10,8	11,6	10,7	9,2	6,7	5,0	3,2	7,1
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	12,09	11,88	13,42	13,45	12,52	5,08	1,58	1,32	2,74	8,12	9,40	11,83	103,4
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	129,9	105,0	116,3	103,8	72,4	17,7	5,7	4,7	17,2	62,7	102,1	133,9	871,4

TUNCELİ	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
	Ölçüm Periyodu (1960 - 2024)												
En Yüksek Sıcaklık (°C)	14,2	19,4	26,0	32,2	36,6	39,0	43,5	43,5	40,3	35,6	27,0	21,7	43,5
En Düşük Sıcaklık (°C)	-30,3	-29,0	-24,7	-7,1	-0,1	1,0	9,2	7,7	2,6	-4,0	-16,4	-25,6	-30,3

Şekil 50 incelendiğinde genel olarak dere güzergâhlarında 739 mm ile 767 mm arasında değişiklik gösterdiği gözlemlenmiştir.

Yıllık 300 mm sonrasında bölgenin taşkın için riskli olduğu Tablo 41’de değinilmiş olup bu kapsamda bölgenin taşkın tehlikesi içerisinde riskli bölgede olduğu gözlemlenmektedir.



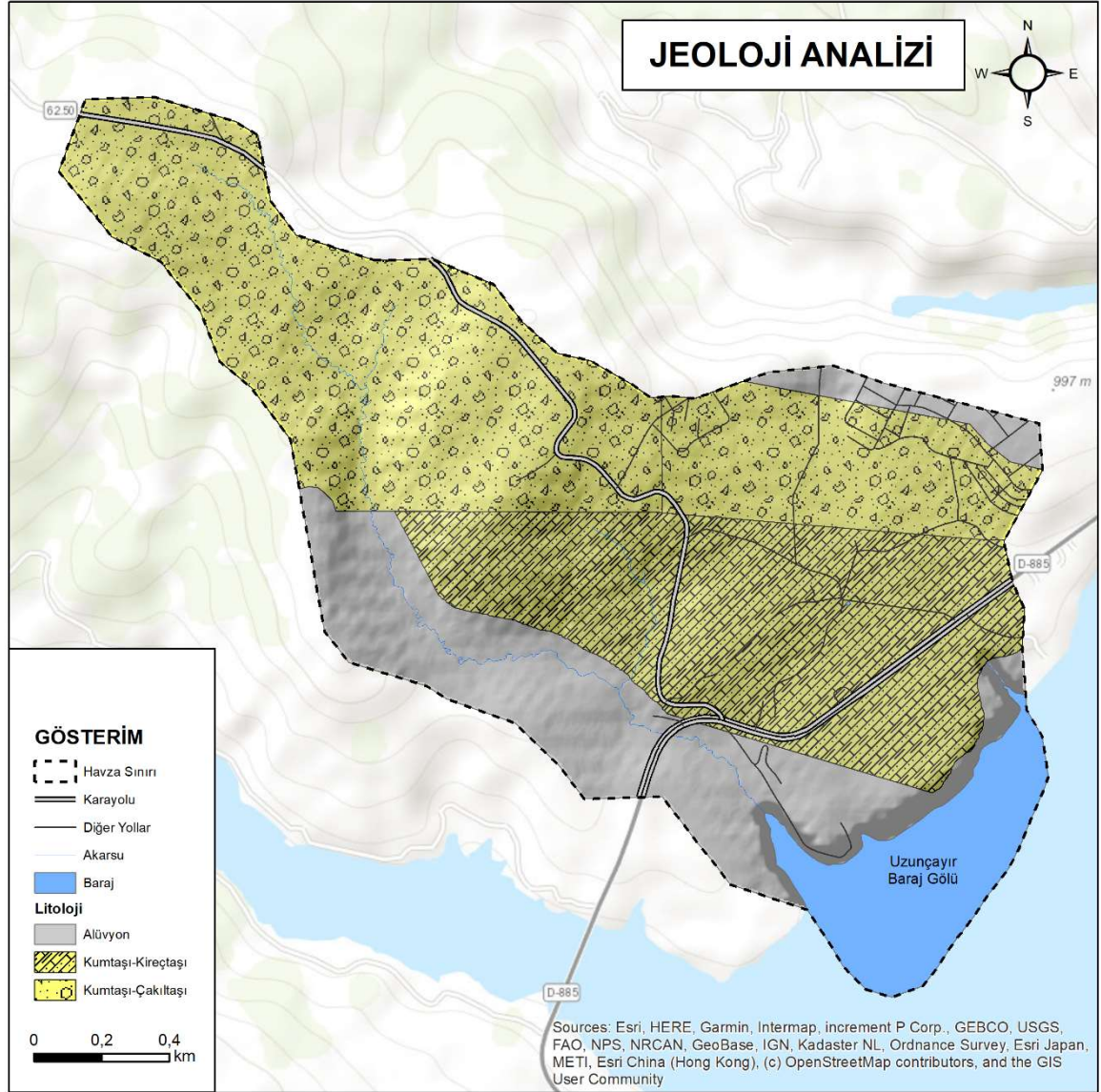
Şekil 50. T1, T2 ve T3 Derelerinin Yağış Haritası

4.6.2.7. Jeoloji haritası

Taşkın riski üzerinde etkili olan temel doğal çevre unsurlarından biri jeolojidir. Özellikle genç ve zayıf dirençli jeolojik birimlerin yaygın olduğu alanlarda, suyun aşındırıcı ve yıkıcı etkisi açık bir şekilde ortaya çıkmaktadır.

Harita incelendiğinde T1 ile T2 derelerinin alüvyon toprak ve T3 deresinin ise Kumtaşı- Kireçtaşı olduğu gözlemlenmiş olup Alüvyon taşkın riskinin en yüksek olduğu bölgelerde görülmekte olup sediment taşınımına en müsait olan dolgu tipidir (Şekil 51).

Bu kapsamda özellikle T1 ve T2 deresinin Taşkın Riski değerlendirildiğinde Riskli olarak gruplandığı gözlemlenmiştir.

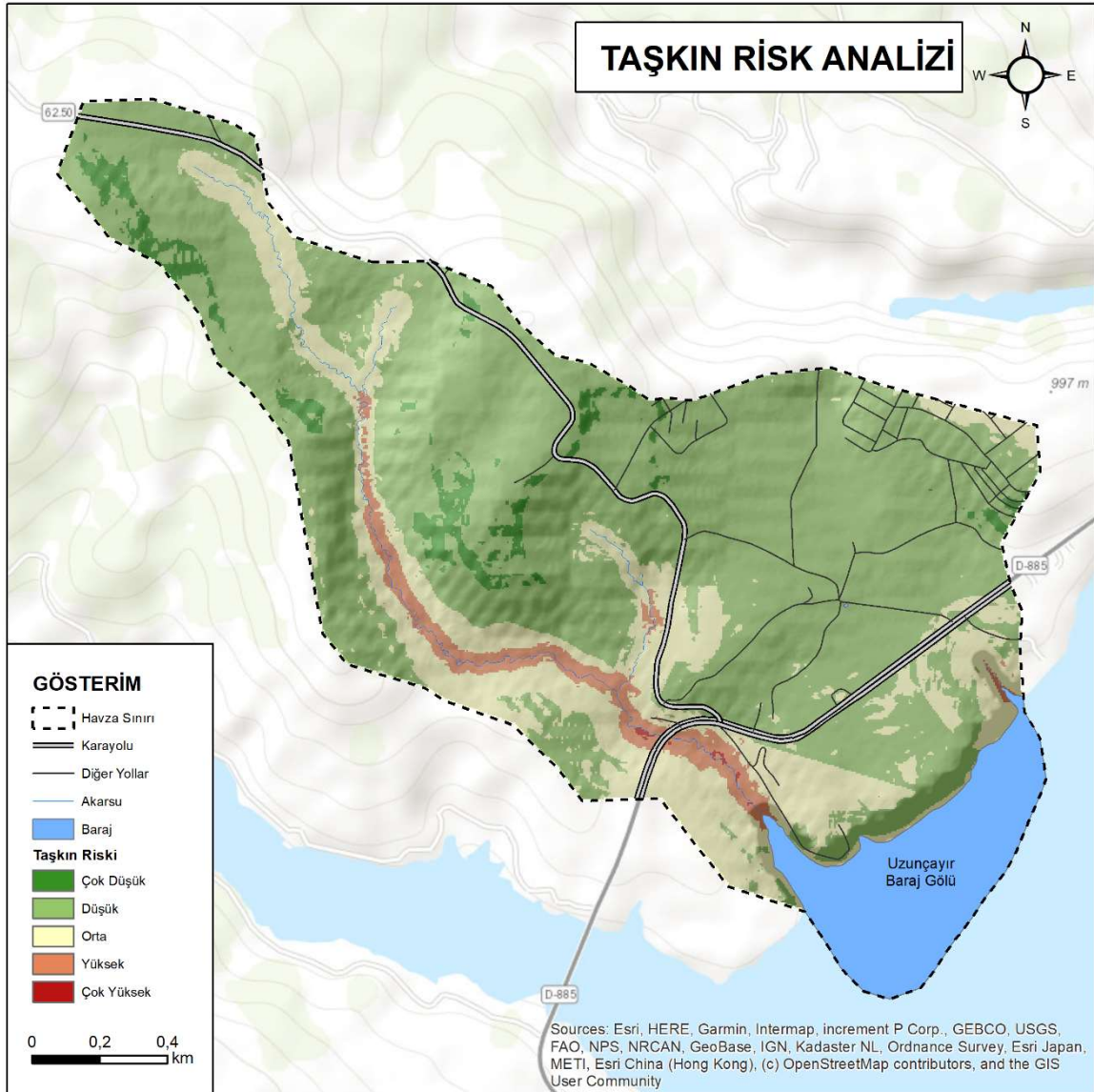


Şekil 51. T1,T2 ve T3 Derelerinin Jeoloji Haritası

5. BULGULAR

Çalışmada Tunceli ili Mazgirt ilçesi yakınlarında Aktuluk Beldesinin imar sınırları içerisinde olan ve Munzur Çayı'na dökülen kuru yan derelerinin (T1,T2 ve T3) CBS ortamına ArcGIS yardımıyla aktarılarak yedi ana faktör (Tablo 41) göz önüne alınarak taşkın risk haritası oluşturulmuştur (Şekil 52).

Riske dair haritanın analizinden anlaşılmaktadır ki, T1 ve T3 akım kolları belirgin bir sel tehdidi barındıran bir su toplama havzasıdır. Bu çerçevede, gerçekleşme ihtimali olan su baskınlarının; ikametgâh sahalarını, endüstriyel tesislerin bulunduğu bölgeleri ve bereketli zirai toprakları büyük zarara uğratma tehlikesi taşıdığı tespit edilmiştir.



Şekil 52. T1,T2 ve T3 Derelerinin Taşkın Risk Haritası

Çalışmanın bir diğer kısmı olan HEC-RAS modellemesinin incelenmesi için ilk olarak tahkikat tablolarına (Tablo 38- 39- 40) bakılması daha sonra ise RAS Mapper ile analizin görselleştirilmiş halinin (Şekil 53) incelenmesi gerekmektedir.

Tahkikat tablolarına bakılacak olursa;

T1 deresinde gözlemlenen veriler doğrultusunda mansap kısmında Q100 ve Q500 debileri altında sırasıyla su yüzü kotu 927,8 m ve 927,9 m olarak tespit edilmiş olup aynı kısmın enerji çizgi kotu ise sırasıyla 928,5 m ve 928,7 m olarak kayda geçmiştir.

T1 deresinin memba kısmındaki Q100 ve Q500 debileri altında sırasıyla su yüzü kotu 898 m ve 898,2 m olarak tespit edilmiş olup aynı kısmın enerji çizgi kotu ise sırasıyla 898,3 m ve 898,5 olduğu gösterilmiştir.

T1 deresindeki bir diğer kritik kotlar ise 0+420,00 ve 0+560,00'dır. 0+420,00'da Q100 ve Q 500 debileri altında su yüzü kotu sırasıyla 914,5 m ile 914,7 m ve aynı debiler altındaki enerji çizgisi kotları ise sırasıyla 915,6 ile 915,8 olarak ölçülmüş olup arasındaki kot farkı 1,1 m ve 0+560,00'da Q100 ve Q 500 debileri altında su yüzü kotu sırasıyla 918,4 m ile 918,5 m ve aynı debiler altında enerji çizgisi kotları 920,1 m olarak ölçülmüş olup arasındaki kot farkı 1,7 m olduğu tespit edilmiştir.

T2 deresinde gözlemlenen veriler doğrultusunda mansap kısmında su yüzü kotunun Q100 ve Q500 debileri altında sırasıyla su yüzü kotu 920,8 m ve 920,9 m olduğu hesaplanmış olup aynı kısımdaki enerji çizgi kotu ise sırasıyla 921,2 m ve 921,3 m olduğu tespit edilmiştir.

T2 deresinde elde edilen veriler doğrultusunda memba kısmındaki Q100 ve Q500 debileri altında sırasıyla su yüzü kotları 897,6 m olarak tespit edilmiş olup aynı kısmın enerji çizgi kotu ise sırasıyla 898,1 m ve 898,2 olduğu gösterilmiştir.

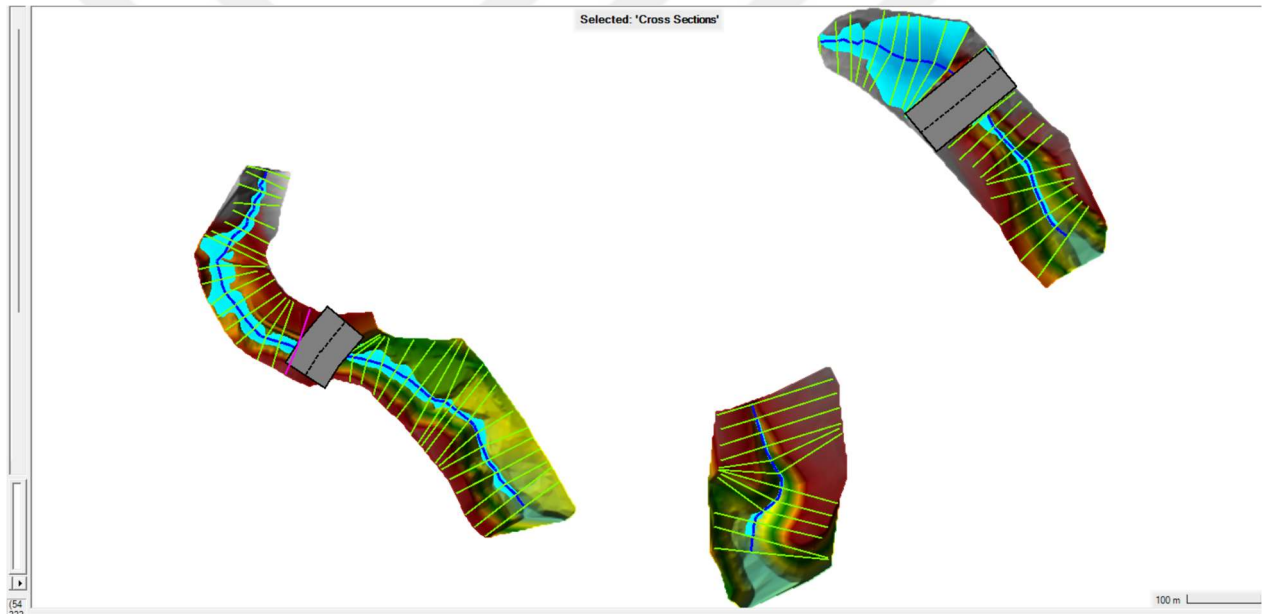
T2 deresindeki bir diğer kritik kotlar ise 0+040,07 ve 0+080,40'dır. 0+40,07'de Q100 ve Q 500 debileri altında su yüzü kotu sırasıyla 901,4 m ile 901,5 m ve aynı debiler altındaki enerji çizgisi kotları ise sırasıyla 901,7 ile 901,8 olarak ölçülmüş olup arasındaki kot farkı 30 cm ve 0+080,40'da Q100 ve Q 500 debileri altında su yüzü kotları 905,7 m ve aynı debiler altında enerji çizgisi kotları sırasıyla 906,1 ve 906,2 olduğu ölçülmüş olup arasındaki kot farkı 40 cm olduğu tespit edilmiştir.

T3 deresinde gözlemlenen veriler doğrultusunda mansap kısmında su yüzü kotunun Q100 ve Q500 debileri altında sırasıyla su yüzü kotu 930,6 m ve 930,7 m olduğu hesaplanmış olup aynı kısımdaki enerji çizgi kotu ise sırasıyla 931 m ve 931,2 m olduğu tespit edilmiştir.

T3 deresinde elde edilen veriler doğrultusunda memba kısmındaki Q100 ve Q500 debileri altında sırasıyla su yüzü kotları sırasıyla 898,3 m ve 898,4 m olarak tespit edilmiş olup aynı kısmın enerji çizgi kotu ise sırasıyla 898,9 m ve 899,1 olduğu gösterilmiştir.

T3 deresindeki bir diğer kritik kotlar ise 0+200,00'dır. Q100 ve Q 500 debileri altında su yüzü kotu sırasıyla 916,7 m ile 916,8 m ve aynı debiler altındaki enerji çizgisi kotları ise sırasıyla 919,3 m ile 918,7 m olarak ölçülmüş olup arasındaki kot farkı 2,8 m olduğu tespit edilmiştir.

RAS Mapper analizine de bakıldığında özellikle tahkikat tablosunda değinilen kotlar arasındaki kısımlarda su yüksekliklerinin enerji kotlarını aşarak suyun doğrultu dışına taşıdığı gözlemlenmiş olup aynı zamanda T1 ve T3'de yapılan menfezlerin yeterli olmadığı anlaşılmaktadır (Şekil 53).



Şekil 53. T1, T2 ve T3 Derelerinin RAS Mapper Analizi

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tunceli ili Mazgirt ilçesi yakınlarında Aktuluk Beldesinin imar sınırları içerisinde olan ve Munzur Çayı'na dökülen kuru yan derelerinin hem HEC-RAS üzerinden hem de ArcGIS üzerinden analizler yapılarak; enkesitler, boykesitler, tahkikat tabloları ve RAS Mapper verileri, taşkın yayılım haritaları elde edilmiştir.

Yapılan gözlemler sonucunda hesaplanan Q100 ve Q 500 debilerinin etüt güzergâhlarında taşkınlara sebebiyet verdiği gözlemlenmiş olup Taşkın yatağı topografyaya bağlı olarak taban arazi vasfında olduğundan yayılımlar genişlemektedir.

Dere güzergâhlarına yapılan Betonarme Kanal ve menfezlerin (Tablo 15, 16) Q100 ve Q 500 debileri altında kapasitesinin yetersiz olduğu anlaşılmıştır.

Bu kapsamda Aktuluk Beldesi imar planı sınırları içerisinde bulunan T1, T2 ve T3 dere güzergâhlarının yapısal özellikleri genel olarak tahkimatsız trapez kesit formundadır. Güzergâh boyunca yer yer deformasyonlar ve insan kaynaklı müdahaleler tespit edilmiştir. Söz konusu güzergâhlarda yapısal önlemler haricinde kalıcı bir çözüm öngörülmemektedir.

Etüt çalışmaları kapsamında tüm dere yataklarında projelendirilmiş ıslah planlarının ve proje hizmetlerinin uygulanması yararlı olacaktır. Yataklarda belirli aralıklarla temizlik çalışmaları yapılarak, hidrolik kapasitenin tam anlamıyla kullanılabileceği şartlar oluşturulmalıdır. Güzergâh boyunca işletme ve bakım yollarının yapılması ve/veya kadastro haritalarda servis yolu alanlarının bırakılması, ani taşkın durumlarında hızlı ve etkili müdahale olanakları sağlayacaktır.

T1, T2 ve T3 güzergâhlarında yürütülen taşkın etüt çalışmaları kapsamında yapılan ilk değerlendirmelerde, yukarı havzadan taşınan rüsubat birikimine rastlanmamıştır. Ancak bu ön gözlemin, havzaya ait erozyon haritaları ve rüsubat üretim miktarlarının belirlenmesi ile doğrulanması gerekmektedir. Havza önlemlerinin uzun vadede etkili olabilmesi için, üst havzalarda rüsubat tutucu sekiler ve/veya tersip bentlerinin inşa edilmesi yararlı olacaktır.

7. KAYNAKLAR

- Acar, R.** (2011). ÇORUH HİDROLOJİK HAVZASINDA YILLIK YAĞIŞ VERİLERİNİN İSTATİSTİKSEL MODELLEMESİ. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 9(3), 313-317.
- AFAD.** (2021). İl Afet Risk Azaltma Planı
- Akın, G., & Karaca, Ö.** (2021). Çerçi ve Murt Deresi (Fethiye-Muğla) taşkın duyarlılık alanlarının CBS ile çok kriterli karar verme analizi kullanılarak haritalanması. Yerbilimleri, 42(1), 121-143.
- Akkoç, N. F.** (2019). Aras havzası Kars çayı 1D ve 2D taşkın analizi Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara. Bolat, S.(2019). Taşkın ...].
- Akman, M. U.** (2021). Taşkın Koruma ve Kontrol Yapılarının Değerlendirilmesi. Türk Hidrolik Dergisi, 5(1), 25-31.
- Akyürek, Z.** (2013). Taşkın tehlike ve taşkın risk haritalarının oluşturulması. Taşkın ve Kuraklık Yönetimi Daire Başkanlığı Hizmet İçi Eğitim Programı, Afyonkarahisar.
- Altın, G., Taşkın, S., Yurtal, R., & Aköz, M. S.** (2024). Kuru Derelerde Taşkın Risk Analizi; Kebendibi Deresi Örneği. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 39(1), 221-229.
- Arcement, G. J., & Schneider, V. R.** (1989). Guide for selecting Manning's roughness coefficients for natural channels and flood plains.
- Aslan, S.** (2016). Şehir içi arazi kullanım yönünden Tunceli Sosyal Bilimler Enstitüsü].
- Aydın, H., KARAKUS, H., & MERİÇ, B.** (2013). Sulak Alan Hidrolojisi.
- Aydın, M.** (2018). Batı Akdeniz Havzası Taşkın Debilerinin L Momentler Yöntemi Ve Noktasal Taşkın Frekans Analizi İle Belirlenmesi. El-Cezeri, 5(1), 117-125.
- Bayazıt, M., & Oğuz, E. B. Y.** (2005). Mühendisler için istatistik. Birsen Yayınevi.
- Bayazıt, Y.** (2021). Bilecik ilindeki şehirleşmenin taşkın riski üzerindeki etkilerinin araştırılması. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 8(1), 217-227.
- Baykal, T., & Terzi, Ö.** (2017). Flood Frequency Analysis of Kucuk Aksu River. Cumhuriyet Science Journal, 38(4), 639-646.
- Beden, N.** (2019). Cevizdere havzasının sayısal modelleme sistemlerine dayalı taşkın analizi ve taşkın zararlarının değerlendirilmesi.
- Bozdoğan, M., & Canpolat, E.** (2024). Delibekirli Havzası'nın Taşkın Tekerrürünün Hesaplanması ve HEC-RAS ile Modellenmesi (Kırıkkhan/Hatay). Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 10(2), 478-503.
- Burgan, H. İ., Kellecioğlu, D., Aksoy, H., & Kırcı, V. Ö.** (2015). Coğrafi bilgi sistemleri destekli taşkın hidrolik modeli. 4. Ulusal Su Yapıları Sempozyumu, 19-20.
- Chow, T. J., & Patterson, C.** (1959). Lead isotopes in manganese nodules. Geochimica et Cosmochimica Acta, 17(1-2), 21-31.
- Çiftci, M.** (2024). Giresun Aksu Nehri'nin HEC-RAS Kullanılarak Taşkın Risk Haritasının Oluşturulması
- Cowan, W. L.** (1956). Estimating hydraulic roughness coefficients. Agricultural engineering, 37(7), 473-475.
- Delforge, D., Wathet, V., Below, R., Sofia, C. L., Tonnelier, M., van Loenhout, J., & Speybroeck, N.** (2023). EM-DAT: the emergency events database.
- Demir, V.** (2020). Samsun Mert havzasında bir ve iki boyutlu modeller ile taşkın alanlarının belirlenmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Demir, V., & Keskin, A. Ü.** (2019). Pürüzlülük katsayısının cowan yöntemi ve uzaktan algılama yardımıyla belirlenmesi. Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 5(2), 167-177.

- Demir, V., & Keskin, A. Ü.** (2022). Yeterince akım ölçümü olmayan nehirlerde taşkın debisinin hesaplanması ve taşkın modellemesi (Samsun, Mert Irmağı örneği). *Geomatik*, 7(2), 149-162.
- Demir, V., & KİŞİ, Ö.** (2001). HEC-RAS ve COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ KULLANILARAK SAMSUN MERT IRMAĞI TAŞKIN HARİTALARININ ELDE EDİLMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA: YILLIK ANLIK MAKSİMUM TAŞKINLAR. *BİLDİRİ KİTABI*, 2, 1.
- Doğan, E., Sönmez, O., Yapan, E., Othan, K., Özdemir, S., & Çitgez, T.** (2013). Aşağı Sakarya Nehrinde taşkın yayılım haritalarının elde edilmesi. *Sakarya University Journal of Science*, 17(3), 363-369.
- DSİ, D. S. İ. G. M.** (2017). Taşkın Yönetimi. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü yayınları, 228s. Taşkın Yönetimi. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü yayınları, 228s.
- Dursun, Y.** (2022). Coğrafi Bilgi Sistemi ile Taşkın Risk Analizi: Osmaneli/bilecik Örneği [Konya Teknik Üniversitesi].
- Efe, H., & Önen, F.** (2015). Batman Çayı'nın taşkın analizinin HEC-RAS programıyla yapılması. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 6(2), 83-92.
- Eroğlu, V.** (2017). Taşkın Yönetimi, TC Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. In: Ankara.
- Ersoy, S. B.** (2017). Manisa Kızıldere taşkın akımlarının HEC-RAS ile modellenmesi. Manisa: Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Gevrek, İ., & İrvem, A.** (2021). Antakya'da taşkına neden olan yan derelerde hidrograf analizi ile taşkın tahmini. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(3), 533-542.
- Gürsoy, B.** (2009). Hidrojeolojik verilerin CBS ile irdelenmesi: Edremit Ovası örneği.
- Kargı, P. G.** (2019). Ergene havzası yağış-akış ilişkilerinin hidrolojik ve hidrolik modelleme ile belirlenmesi Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü].
- Kerim, A., & Süme, V.** (2019). TAŞKINLAR, TAŞKIN KORUMA VE KONTROL YAPILARI; RİZE İLİNDE ALAN ÇALIŞMALARI. *Türk Hidrolik Dergisi*, 3(1), 1-13.
- Korkmaz, M.** (2022). Nehirlerde Taşkın Tekerrür Debisi Hesabı ve Taşkın Risk Değerlendirmesi. *El-Cezeri*, 9(2), 532-541.
- Kumanlioğlu, A. A., & Ersoy, S. B.** (2018). Akım gözlemi olmayan havzalarda taşkın akımlarının belirlenmesi: Kızıldere Havzası. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 20(60), 890-904.
- Kundzewicz, Z. W., Pińskwar, I., & Brakenridge, G. R.** (2018). Changes in river flood hazard in Europe: a review. *Hydrology research*, 49(2), 294-302.
- Kutsal, C.** (2020). Taşkın koruma tesislerinde karşılaşılan problemler Necmettin Erbakan University (Turkey)].
- Müdürlüğü, D. S. İ. G.** (2016). Dere Yatakları İçin Pürüzlülük Katsayısı Belirleme Kılavuzu. Orman ve Su İşleri Bakanlığı. Müdürlüğü, M. G., & Başkanlığı, A. D. (2018). Meteoroloji Genel Müdürlüğü. In.
- Önen, F., & Oğraş, S.** (2019). Dicle Nehri'nin taşkın analizinin HEC-RAS programı ile yapılması. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 10(3), 1087-1098.
- Özalp, D.** (2009). Dere taşkın risk haritalarının CBS kullanılarak oluşturulması ve CBS ile taşkın risk analizi.
- Özcan, O.** (2017). Taşkın tespitinin farklı yöntemlerle değerlendirilmesi: Ayamama Deresi örneği. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 3(1), 9-27.

- Özdemir, H.** FARKLI SENARYOLARA GÖRE TAŞKIN RİSK ANALİZİ: HAVRAN ÇAYI ÖRNEĞİ (BALIKESİR).
- Paşa, Y., Hacı, Abdülbaki.** (2023). Su Kaynakları Mühendisliğinde Bilgisayar Uygulamaları.
- Quintana, S., & Víctor, M.** (2013). The New Global Agri-Food Order and Water Disputes in Northern Mexico. *Apuntes: Revista de Ciencias Sociales*, 40(73).
- Rangari, V. A., Umamahesh, N., & Bhatt, C.** (2019). Assessment of inundation risk in urban floods using HEC RAS 2D. *Modeling Earth Systems and Environment*, 5(4), 1839-1851.
- Saral, A., & Musaoğlu, N.** (2011). Çok kriterli karar verme ve bilgi difüzyonu yöntemleri ile taşkın risk analizi. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 18-22.
- Sargın, A.** (2013). Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Taşkın Riski Ön Değerlendirmesi. Ankara: CBS Şube Müdürlüğü.
- Semerci, A., Tayfur, G., & Pulat, H. F.** (2020). Obtaining of the unit hydrograph by selecting appropriate flood prediction method for designing Filyos river levees. IV. International Congress on New Trends in Science, Engineering and Technology (ICONTRENDS),
- Sepetçioğlu, M. Y.** (2013). ŞANLIURFA İLİ TAŞKIN SORUNLARI VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ. *Engineering Sciences*, 8(1), 21-38.
- Shamsi, U. M.** (2005). GIS applications for water, wastewater, and stormwater systems. CRC press.
- Shamsi, U. M., & Shamsi, U.** (2002). GIS tools for water, wastewater, and stormwater systems. ASCE press Reston, Virginia.
- Şorman, A. Ü.** (2004). Bölgesel frekans analizindeki son gelişmeler ve batı karadenizde bir uygulama. *Teknik Dergi*, 15(72).
- Spor, P.** (2023). Derelerde iki boyutlu taşkın modellemesi ve taşkın tehlike risk haritalarının oluşturulması= Two-dimensional flood modeling in streams and creation of flood hazard risk damage maps.
- Svoboda, M., & Fuchs, B.** (2016). World Meteorological Organization (WMO) and Global Water Partnership (GWP). Handbook of Drought Indicators and Indices. Integrated Drought Management Programme (IDMP), Integrated Drought Management Tools and Guidelines Series, 2.
- Taş, E., İcağa, Y., & Zorluer, İ.** (2016). Taşkın yayılım haritalarının oluşturulması ve taşkın zarar analizi: Akarçay Afyon Alt Havzası Örneği. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(3), 711-721.
- Taş, M. A., & Yanık, M. E.** (2022). Analitik Hiyerarşi Süreci (Ahs) Metodu İle Behzat Deresi (Tokat) Havzası Taşkın Risk Analizi. *Erzincan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15(2), 185-199.
- Tektaş, Y., & Polat, N.** (2021). Hec-ras ile taşkın modelleme ve sentinel-2 uzaktan algılama görüntüsünden taşkın hasar analizi: Diyarbakır ili Çakmak deresi çınar bölgesi örneği. *Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi*, 3(1), 28-35.
- Temel, İ., Doğan, A., & Berktaş, A.** (2018). Taşkın Koruma Yapılarının Önemi ve Uşak Örneği. *Su Kaynakları*, 3(1), 43-50.
- TRT Haber,** (2023, Nisan, 23.) Tunceli'de taşkın nedeniyle minibüsteki 11 kişi mahsur kaldı, <https://www.trthaber.com/haber/turkiye/tuncelide-taskin-nedeniyle-minibusteki-11-kisi-mahsur-kaldi-759963.html>
- Tona, A. U., Demir, V., Kuşak, L., & Yakar, M.** (2022). Su kaynakları mühendisliğinde CBS'nin kullanımı. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 4(1), 23-33.

- Tuncer, İ.** (2011). Açık kanallarda su yüzü profilinin belirlenmesi, nakkaş dere örneğinde bir hec-ras uygulaması. In: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği. Yüksek Lisans
- Türkiye, E.** (2021). Esri Land Cover Map: 3 Adımda Arazi Örtüsü Haritası Oluşturma. <https://blog.esri.com.tr/esri-land-cover-map-3-adimda-arazi-ortusu-haritasi-olusturma/>
- Uslu, G., Sesli, F. A., & Uzun, B.** (2018). Coğrafi bilgi sistemleri ile taşkın tehlike haritalarının belirlenmesi. Kent Akademisi, 11(4), 545-558.
- Üyüklüoğlu, M.** (2015). HEC-RAS ile taşkın bölgelerinin modellenmesi Fen Bilimleri Enstitüsü].
- Üyüklüoğlu, M., Ünal, B., & Turan, B.** (2015). HEC-RAS Paket Programı İle Manavgat İlçesi Ilıca Deresi Taşkın Bölgesinin Modellenmesi. 4. Su Yapıları Sempozyumu, 19-20.
- Vieux, B. E., & Vieux, B. E.** (2001). Distributed hydrologic modeling using GIS. Springer.
- Wahidi, A.** (2021). Sayısal Modelleme ile Taşkın Analizi Necmettin Erbakan University (Turkey)].
- Yaylak, M. M.** (2016). Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yardımıyla Bitlis Deresi taşkın risk analizi Fen Bilimleri Enstitüsü].
- Yılmaz, N., Bozkurt, H., & Bayazıt, Y.** (2020). Akarsu Köprülerinin HEC-RAS Programı ile Hidrolik Analizi: Fidanlık Köprüsü Örneği. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 7(2), 896-910.
- Yomralıoğlu, T.** (2003). Coğrafi bilgi sistemi politikası. TUJK CBS ve Jeodezik Ağlar Çalıştayı, Konya.
- Yurteri, C.** (2024). COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) ORTAMINDA ANALİTİK HİYERARŞİ YÖNTEMİ (AHY) YÖNTEMİ KULLANILARAK TAŞKIN RİSK ANALİZİ: KARABÜK İLİ ÖRNEĞİ. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 12(2), 298-318.
- Ziya, K. Y.** (2022). İklim Değişikliklerinin Taşkın Olayları Üzerindeki Etkisinin Bölgesel Olarak İncelenmesi ve Taşkın Etki Alanının Haritalanması (Publication Number 763724) OSMANİYE KORKUT ATA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ].