

**T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**BİNGÖL KENT MERKEZİNDEKİ DERELERİN TAŞKIN ALANLARININ
COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) İLE BELİRLENMESİ**

MURAT ÇELİKER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Anabilim Dalı: Çevre Mühendisliği

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Nilüfer NACAR KOÇER

TEMMUZ – 2018

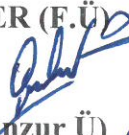
T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİNGÖL KENT MERKEZİNDEKİ DERELERİN TAŞKIN ALANLARININ
COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) İLE BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Murat ÇELİKER
(151112107)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 10.07.2018
Tezin Savunulduğu Tarih : 25.07.2018

Tez Danışmanı : Dr. Öğr.Üyesi Nilüfer NACAR KOÇER (F.Ü) 
Diğer Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Gülşad USLU ŞENEL (F.Ü) 
: Dr. Öğr.Üyesi Mehtap TANYOL (Munzur Ü) 

TEMMUZ - 2018

TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanmasında desteklerini esirgemeyen danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Nilüfer NACAR KOÇER'e teşekkür ederim.

Tez çalışmam aşamasında her türlü bilgi ve katkı aldığım DSİ IX. Bölge Müdürlüğü'ndeki mesai arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Desteklerinden dolayı aileme içtenlikle teşekkür ederim.

Murat ÇELİKER

ELAZIĞ-2018

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	I
İÇİNDEKİLER	II
ÖZET	IV
SUMMARY	V
ŞEKİLLER LİSTESİ	VI
TABLOLAR LİSTESİ	XIII
KISALTMALAR LİSTESİ	XV
SEMBOLLER LİSTESİ	XVI
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı	1
2. TAŞKINLAR	5
2.1. Taşkınların Sınıflandırılması	5
2.1.1. Lokal Taşkınlar	5
2.1.2. Nehir Taşkınlar	6
2.1.3. Kıyısal Taşkınlar	6
2.1.4. Ani Taşkınlar	6
2.2. Taşkın Risk Yönetiminin Belirlenmesi	9
2.2.1. Taşkın Risk Haritalarının Önemi	10
2.2.2. Taşkın Risk Haritalarında Hidrolojik ve Hidrolik Modelleme Programları	10
2.2.3. Taşkınların Önlenmesine Yönelik Yaklaşımlar	11
3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	12
4. METERYAL VE METOD	19
4.1. Meteryal	19
4.2. Metod	21
5. BULGULAR VE TARTIŞMA	30
5.1. Manning (Pürüzlülük) Katsayısının Belirlenmesi	30
5.2. Taşkın Hidrolojisi	31
5.2.1. Taşkın Debi Hesaplamaları	34
5.3. Hidrolik Modelleme ve Taşkın Haritalama Çalışmaları	42

5.4.	Taşkın Risk Haritalarının Oluşturulması	90
6.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	103
7.	KAYNAKLAR	105
	ÖZGEÇMİŞ	111



ÖZET

Bu çalışmada Bingöl İl Merkezi'ndeki özellikle Çapakçur Deresi üzerinde taşkın riski değerlendirmesi hidrolik ve hidrolojik modeller kullanılarak araştırılmıştır. 3 boyutlu arazi modellemeleri ve tanımlanması, CBS programı olan ArcGIS 10.1 ile, hidrolik modelleri de Hydrologic Engineering Centers River Analysis System (HEC-RAS) 5.0.3 ile gerçekleştirilmiştir. Tüm topoğrafik veriler, ArcGIS üzerinde çalışan HEC-GeoRAS aracı yardımıyla hidrolik analiz yapılabilen HEC-RAS'a aktarılmıştır. 1/1000 ölçekli topoğrafik haritadaki 1 metre eş yükselti eğrilerine ait verilerle üretilen TIN (Triangulated Irregular Networks), havzanın akış modeline girdi verisi olarak hidrolojik ve hidrolik modelleme için kullanılmıştır. Tüm topoğrafik veriler, ArcGIS üzerinde çalışan HEC-GeoRAS aracı yardımıyla hidrolik analiz yapılabilen HEC-RAS'a aktarılmıştır. 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 ve 1000 yıllık hesaplanmış tekerrür debi değerleri hidrolik modele girilerek su seviyeleri tespit edilmiştir ve sonuçlar HEC-GeoRAS yardımıyla ArcGIS'e aktarılarak taşkın risk haritaları hazırlanmıştır. Bu çalışma, kalkınma planları için risk değerlendirmesi sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Çapakçur Çayı, Gayt Çayı, Göynük Çayı, HEC-RAS, HEC-GeoRAS

SUMMARY

Determination of Flood Areas of Streams in Bingöl Province with Geographical Information Systems (GIS)

In this study, flood risk assessment especially Çapakçur Creek in Bingöl Province Center was investigated using hydraulic and hydrologic models. 3D terrain modeling and determination of floodplain areas have been done the GIS software of ArcGIS 10.1, and hydraulic models has been realized by using Hydrologic Engineering Centers River Analysis System (HEC-RAS) 5.0.3. All the topographic data obtained, have been transferred to the HEC-RAS which makes hydraulic analysis using HEC-GeoRAS tool. It is used, 1/1000 scale topographic maps of the region with 1 meters elevation differences for contour lines to prepare TIN map (Triangulated Irregular Networks) that is the primary data for hydraulic and hydrologic modeling. The computed values of 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 and 1000 years were included into the hydraulic model, and the water levels corresponding to the same recurrence intervals have been determined and flood risk maps have been prepared by transferring the results to ArcGIS using HEC-GeoRAS. This study will provide risk assessment for development plans.

Key words: Çapakçur Creek, Gayt Creek, Goynuk Creek, HEC-RAS, HEC-GeoRAS,

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Taşkından zarar gören membadaki tersip bendi.....	2
Şekil 1.2. Taşkından zarar gören orta kısımdaki tersip bendi.....	3
Şekil 1.3. Taşkından zarar gören mansaptaki tersip bendi.....	3
Şekil 1.4. Taşkından zarar gören yıkılan karayolu köprüsü.....	4
Şekil 1.5. Tahrip olan taşkın kontrol tesisi.....	4
Şekil 2.1. Taşkın risk yönetimi uygulama adımları.....	9
Şekil 2.2. Taşkın risk yönetimi döngüsü.....	9
Şekil 4.1. Yer bulduru haritası.....	20
Şekil-4.2. Bingöl-Karakoçan Fay Zonu haritası.....	21
Şekil 4.3. CBS yöntemleriyle taşkın analizlerinin akış diyagramı.....	26
Şekil 4.4. TIN üzerinde geometrik dataların genel vaziyet planı.....	27
Şekil .4.5. Uydu görüntüsü üzerinde geometrik dataların genel vaziyet planı.....	28
Şekil 4.6. İmar planı görüntüsü üzerinde geometrik dataların genel vaziyet planı.....	28
Şekil 4.7. HEC-RAS’da geometrik dataların genel vaziyet planı.....	29
Şekil 5.1. Çapakçur Çayı yatağındaki malzemelerin görünümü	30
Şekil 5.2. Proje yağış alanı thiessen poligon haritası.....	31
Şekil 5.3. Çapakçur Havzası Q_{500} , Q_{1000} ve Q_{10000} taşkın debi grafikleri.....	42
Şekil 5.4. 5583.23 nolu enkesit için su seviyeleri (Çapakcur Çayı).....	48
Şekil 5.5. 5348.42 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakcur Çayı).....	48

Şekil 5.6. 5198.42 nolu enkesit için su seviyeleri (Çapakçur Çayı).....	49
Şekil 5.7. 5148.42 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı).....	49
Şekil 5.8. 4698.42 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı).....	50
Şekil 5.9. 4498.42 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı).....	50
Şekil 5.10. 4398.42 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı).....	51
Şekil 5.11. 4148.42 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı).....	51
Şekil 5.12. 4048.42 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı).....	52
Şekil 5.13. 3948.42 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı).....	52
Şekil 5.14. 3548.42 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı).....	53
Şekil 5.15. 3348.42 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı).....	53
Şekil 5.16. 3298.42 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı).....	54
Şekil 5.17. 3198.42 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı).....	54
Şekil 5.18. 3099.76 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı).....	55
Şekil 5.19. 3048.42 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı).....	55
Şekil 5.20. 2957.40 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı).....	56
Şekil 5.21. 2916.93 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı).....	56
Şekil 5.22. 2847.86 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı).....	57
Şekil 5.23. 2798.39 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı).....	57
Şekil 5.24. 2650.16 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı).....	58
Şekil 5.25. 2598.80 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı).....	58

Şekil 5.26. 2549.12 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı).....	59
Şekil 5.27. 2300.94 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı).....	59
Şekil 5.28. 2251.93 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı).....	60
Şekil 5.29. 2199.23 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı).....	60
Şekil 5.30. 2147.84 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı).....	61
Şekil 5.31. 2100.50 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı).....	61
Şekil 5.32. 1900.00 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı).....	62
Şekil 5.33. 1850.00 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı).....	62
Şekil 5.34. 1802.47 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı).....	63
Şekil 5.35. 1602.54 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı).....	63
Şekil 5.36. 1350 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı).....	64
Şekil 5.37. 1151.09 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı).....	64
Şekil 5.38. 983.05 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı).....	65
Şekil 5.39. 399.83 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı).....	65
Şekil 5.40. 345.80 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı).....	66
Şekil 5.41. 99.95 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı).....	66
Şekil 5.42. 50.05 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı).....	67
Şekil 5.43. 3000 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı).....	67
Şekil 5.44. 2950 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı).....	68
Şekil 5.45. 2900 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı).....	68

Şekil 5.46. 2850 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı).....	69
Şekil 5.47. 2800 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı).....	69
Şekil 5.48. 2750 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı).....	70
Şekil 5.49. 2650 nolu enkesit için taşkın kotlar (Gayt Çayı).....	70
Şekil 5.50. 2600 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı).....	71
Şekil 5.51. 2550 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)	71
Şekil 5.52. 2500 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)	72
Şekil 5.53. 2450 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)	72
Şekil 5.54. 2399.68 nolu enkesit için taşkın kotları(Gayt Çayı)	73
Şekil 5.55. 2352.82 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)	73
Şekil 5.56. 2299.4 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)	74
Şekil 5.57. 2197.59 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)	74
Şekil 5.58. 2098.53 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)	75
Şekil 5.59. 2050.5 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)	75
Şekil 5.60. 2002.61 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)	76
Şekil 5.61. 1943.41 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)	76
Şekil 5.62. 1896.68 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)	77
Şekil 5.63. 1799.31 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)	77
Şekil 5.64. 1698.3 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)	78
Şekil 5.65. 1641.51 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)	78

Şekil 5.66. 1597.13 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)	79
Şekil 5.67. 1499.06 nolu enkesit için taşkın kotlar (Gayt Çayı)	79
Şekil 5.68. 1195 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)	80
Şekil 5.69. 973.86 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)	80
Şekil 5.70. 850 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)	81
Şekil 5.71. 800 nolu enkesit için taşkın kotlar (Gayt Çayı)	81
Şekil 5.72. 543.56 nolu enkesit için taşkın kotları (Göynük Çayı)	82
Şekil 5.73. 500.33 nolu enkesit için taşkın kotları (Göynük Çayı)	82
Şekil 5.74. 401.17 nolu enkesit için taşkın kotları (Göynük Çayı)	83
Şekil 5.75. 302.47 nolu enkesit için taşkın kotları (Göynük Çayı)	83
Şekil 5.76. 252.97 nolu enkesit için taşkın kotları (Göynük Çayı)	84
Şekil 5.77. 203.72 nolu enkesit için taşkın kotları (Göynük Çayı)	84
Şekil 5.78. 104.06 nolu enkesit için taşkın kotları (Göynük Çayı)	85
Şekil 5.79. 52.83 nolu enkesit için taşkın kotları (Göynük Çayı)	85
Şekil 5.80. Enerji eşitliğinde kullanılan terimlerin sembolik gösterimleri	86
Şekil 5.81. 6647.11 nolu enkesit için taşkın ve enerji seviyeleri (Çapakçur Çayı)	87
Şekil 5.82. 2916.93 nolu enkesit için taşkın ve enerji seviyeleri (Çapakçur Çayı)	88
Şekil 5.83. Çapakçur Çayı üzerinde projelendirilen dik kesitte taşkın debi seviyeleri.....	89
Şekil 5.84. Çapakçur Çayı üzerinde projelendirilen trapez kesitte taşkın debi seviyeleri ...	89
Şekil 5.85. Uydu görüntüsü üzerinde Q_2 debisine göre oluşturulmuş taşkın risk alanları.....	91

Şekil 5.86.	İmar planı üzerinde Q₂ debisine göre oluşturulmuş taşkın risk haritası.....	91
Şekil 5.87.	Uydu görüntüsü üzerinde Q₅ debisine göre oluşturulmuş taşkın risk alanları.....	92
Şekil 5.88.	İmar planı üzerinde Q₅ debisine göre oluşturulmuş taşkın risk haritası.....	92
Şekil 5.89.	Uydu görüntüsü üzerinde Q₁₀ debisine göre oluşturulmuş taşkın risk alanları.....	93
Şekil 5.90.	İmar planı üzerinde Q₁₀ debisine göre oluşturulmuş taşkın risk haritası.....	93
Şekil 5.91.	Uydu görüntüsü üzerinde Q₂₅ debisine göre oluşturulmuş taşkın risk alanları.....	94
Şekil 5.92.	İmar planı üzerinde Q₂₅ debisine göre oluşturulmuş taşkın risk haritası.....	94
Şekil 5.93.	Uydu görüntüsü üzerinde Q₅₀ debisine göre oluşturulmuş taşkın risk alanları.....	95
Şekil 5.94.	İmar planı üzerinde Q₅₀ debisine göre oluşturulmuş taşkın risk haritası.....	95
Şekil 5.95.	Uydu görüntüsü üzerinde Q₁₀₀ debisine göre oluşturulmuş taşkın risk alanları.....	96
Şekil 5.96.	İmar planı üzerinde Q₁₀₀ debisine göre oluşturulmuş taşkın risk haritası.....	96
Şekil 5.97.	Uydu görüntüsü üzerinde Q₅₀₀ debisine göre oluşturulmuş taşkın risk alanlar.....	97
Şekil 5.98.	İmar planı üzerinde Q₅₀₀ debisine göre oluşturulmuş taşkın risk haritası.....	97
Şekil 5.99.	Uydu görüntüsü üzerinde Q₁₀₀₀ debisine göre oluşturulmuş taşkın risk alanları.....	98
Şekil 5.100.	İmar planı üzerinde Q₁₀₀₀ debisine göre oluşturulmuş taşkın risk haritası.....	98
Şekil 5.101.	Q₂ debisine göre oluşan su hızı dağılım alanları.....	99
Şekil 5.102.	Q₅ debisine göre oluşan su hızı dağılım alanları.....	99
Şekil 5.103.	Q₁₀ debisine göre oluşan su hızı dağılım alanları.....	100
Şekil 5.104.	Q₂₅ debisine göre oluşan su hızı dağılım alanları.....	100
Şekil 5.105.	Q₅₀ debisine göre oluşan su hızı dağılım alanları.....	101

Şekil 5.106. Q_{100} debisine göre oluşan su hızı dağılım alanları.....	101
Şekil 5.107. Q_{500} debisine göre oluşan su hızı dağılım alanları.....	102
Şekil 5.108. Q_{1000} debisine göre oluşan su hızı dağılım alanları.....	102



TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1. Taşkına sebep olan etkenler.....	5
Tablo 2.2. Taşkın türleri ve nedenleri.....	8
Tablo 2.3. Taşkın zararlarını önleme ve azaltma yöntemleri.....	12
Tablo 4.1. DSI'nin önermiş olduğu pürüzlülük katsayısı değerleri.....	24
Tablo 5.1. Bingöl Mİ püviyograf oranları.....	31
Tablo 5.2. Gökdere meteoroloji istasyonu yağış değerleri.....	32
Tablo 5.3. Gökdere meteoroloji istasyonu yağış değerleri ortalaması.....	33
Tablo 5.4. Bingöl meteoroloji istasyonu yağış değerleri.....	33
Tablo 5.5. Bingöl meteoroloji istasyonu yağış değerleri ortalaması.....	34
Tablo 5.6. Meteoroloji istasyonlarına göre yağış alanı ortalaması.....	34
Tablo 5.7. Çapakçur Havzasının fiziksel özellikleri.....	35
Tablo 5.8. Harmonik eğim hesabı.....	35
Tablo 5.9. Hidrografa değerleri.....	35
Tablo 5.10. Çapakçur Havzası Dsi Sentetik Metot hesap sonuçları.....	37
Tablo 5.11. Çapakçur Çayı Mockus Yöntemine göre taşkın debilerini hesabı.....	38
Tablo 5.12. Çapakçur Çayı Mockus Yöntemine göre taşkın debilerini hesabı.....	39
Tablo 5.13. Çapakçur Çayı Mockus Yöntemine Göre taşkın debilerini hesabı.....	39
Tablo 5.14. DSI Sentetik ve Süperpozesiz Mockus Yöntemine göre taşkın debileri.....	40
Tablo 5.15. Çapakçur Çayı taşkın debileri mukayese tablosu.....	40
Tablo 5.16. Tekerrürlü taşkın debilerinin hidrograf değerleri.....	41

Tablo 5.17. Akarsulara ait taşkın tekerrür debileri.....	42
Tablo 5.18. Steady flow (kararlı akım) için farklı profillerde debi tanımlaması.....	43
Tablo 5.19. Geometrik data için manning değerlerinin tanımlanması.....	44
Tablo 5.20. Çapakçur Çayı enkesit çıkış bilgileri (HEC-RAS).....	45
Tablo 5.21. Çapakçur çayı enkesit çıkış bilgileri (HEC-RAS).....	46
Tablo 5.22. Çapakçur Çayı enkesit çıkış bilgileri (HEC-RAS).....	47

KISALTMALAR LİSTESİ

HEC-RAS	: Hydrologic Engineering Center - River Analysis System
HEC-HMS	: Hydrologic Engineering Center - Hydrologic Modelling System
EFD	: European Flood Directive
WMO/GWP	: Word Meteorological Organisation/Global Water Partnership
ESRI	: Environmental System Research Institute
EXCIMAP	: European Exchange Circle on Flood Mapping
DHI	: Danish Hydraulic Institute
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
UA	: Uzaktan Algılama Hidrodinamik
DSİ	: Devlet Su İşleri
SYM	: Sayısal Yükseklik Modeli
TIN	: Triangulated Irregular Networks
PLV	: Püviyograf Oranları
MMY	: Muhtemel Maksimum Yağış
İSKİ	: İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi
BSMEFFG	: Black Sea Middle East Flash Flood Guidance System
SI	: System International
SRTM	: Shuttle Radar Topography Mission
MIKE 11	: Hydro River Modelling
YADK	: Yağış Alan Dağılım Katsayısı

SEMBOLLER LİSTESİ

A	: Yağış alanı
EN_{II,III}	: Akış eğri numarası
g	: Yerçekimi ivmesi
h	: İki kesit arasındaki enerji yük kaybı
T_p	: Birim hidrografik pik süresi
P_{max}	: Maksimum yağış
P_{ort}	: Yağış ortalaması
P_{MMY}	: Muhtemel maksimum yağış ortalaması
S	: Harmonik eğim
L	: Dere boyu
Lc	: Havza alanı ağırlık merkezi
N	: Yıl
n	: Pürüzlülük katsayısı
n₀	: Akarsu yatağındaki malzemenin cinsi
n₁	: Kanal düzensizlik derecesi
n₂	: Kanal yarıçapındaki değişim
n₃	: Engellerin benzer etkileri
n₄	: Bitki örtüsü
m	: Kanal kıvrım derecesi
Q₂	: 2 yıllık tekerrür debisi
Q₅	: 5 yıllık tekerrür debisi
Q₁₀	: 10 yıllık tekerrür debisi
Q₂₅	: 25 yıllık tekerrür debisi
Q₅₀	: 50 yıllık tekerrür debisi
Q₁₀₀	: 100 yıllık tekerrür debisi
Q₅₀₀	: 500 yıllık tekerrür debisi
Q₁₀₀₀	: 1000 yıllık tekerrür debisi

SEMBOLLER LİSTESİ

Q_p	: birim hidrografik pik değeri
q_p	: 1 mm'lik akışın oluşturacağı verim
V_1, V_2	: Kesitlerdeki ortalama hız
Y_1, Y_2	: Kesiteki su seviyeleri
Z_1, Z_2	: Kıyas düzleminden kanal tabanına kadar mesafe
α_1, α_2	: Hız için düzeltme katsayıları
ΣP	: Toplam maksimum yağış

1. GİRİŞ

Ülkemizde ve birçok ülkede insanların ekonomik ve sosyal hayatını etkileyen önemli doğal olaylardan biri de taşkınlardır. Doğal dere kesiti veya dere ıslahı çalışmaları kapsamında yapay olarak oluşturulmuş kesitlerin şiddetli yağış ve kar erimesi gibi etkenler neticesinde, artan akış halindeki suyun debi geçişini karşılayamadığı durumlarda taşkın olayı gerçekleşmektedir.

Türkiye’de büyük taşkınlara; bölgenin iklim şartları, topoğrafik yapı, yağış drenaj alanının büyüklüğü ve özellikleri gibi etkenler neden olmaktadır. Karadeniz ve Akdeniz Bölgesi’nde yer alan sahillerdeki nemli hava akışı, dik yüksek kotlu alanlarda şiddetli yağışlar ve büyük taşkınlar meydana getirmektedir. Büyük havzalarda biriken karın yağmur suları ile birleşimi, küçük havzalarda ise konvektif fırtınaların oluşturduğu şiddetli yağışlar büyük taşkınlara neden olmaktadır (Özdemir ve ark., 2007).

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de büyük can ve mal kaybına sebep olan taşkınların ana nedenleri akarsu yataklarındaki yoğun yapılaşma ve kent içinden geçen akarsuların üzerlerinin kapatılması gösterilmektedir.

Yerleşim alanlarındaki teknik ve ekonomik gelişmişlik, toprak kullanımı ve nüfus yoğunluğu etkenler taşkın afetinin etkilerini arttırmaktadır. Kentleşme, bölgenin hidrolojik karakteristiklerini değiştirmekte ve buna bağlı olarak taşkınların büyüklüğünü ve sıklığını artırmaktadır. Bu nedenle, taşkın risk yönetimi kapsamında taşkın riskini azaltmak için, planlama çalışmaları ve yönetim stratejileri geliştirilmelidir (Schumann ve ark., 2010). Bu amaçla değişik bilgisayar modellemeleri geliştirilmiştir. Bu modellemeler, hidrolojik, hidrolik, taşkın haritalamaları ve mekânsal verilerin üretim modellemesi şeklinde dört aşamada toplanmaktadır (Snead, 2000). CBS teknolojilerinin gelişimi birçok hidrolojik, hidrolik, su kaynakları ve çevre ile ilgili araştırmalarda uygulamalarını arttırmıştır (Moore vd., 1991).

1.1.Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, Fırat Havzası, Bingöl şehrinde yer alan Çapakçur, Gayt ve Göynük Çaylarının taşkın riski analizlerinin CBS teknikleri ve hidrolik modellemeleri ile tespit edilmesini sağlamaktır.

Çapakçur Çayı yüksek taşkın oluşturma riskine sahip ve Bingöl İl merkezinden geçmesi nedeni ile de ıslah edilmesi gereken bir deredir. Bingöl İli'nde 13.04.2017 günü şiddetli yağışın etkisiyle Çapakçur Çayı'nda meydana gelen sel felaketi, DSİ tarafından yapılan tersip bentleri ve diğer sanat yapıları olmak üzere Aşağı Çarşı Mevkii'nde yer alan yapılarda çok ciddi boyutlarda maddi hasar oluşturmuştur (Şekil 1.1 – 1.5). Havzaya son 500 yılda düşen maksimum debi (Q_{max}) 120 **mm/sn** iken, 13 Nisan 2017 günü maksimum debi (Q_{max}) 350 **mm/sn**'lik yağış değerine ulaşmıştır (DSİ, 2017).

Taşkın riskinin Bingöl İl Merkezi'nde değerlendirilmesi için öncelikle sahanın geometrik verileri ArcGIS ortamında uzantı şeklinde kullanılan HEC-GeoRAS yazılımı ile hazırlanmıştır. Daha sonra hazırlanan bu veriler HEC-RAS yazılımına hidrolik modelleme için aktarılmıştır. Hidrolik modelleme sonucu elde edilen veriler taşkın riski haritasının oluşturulması için tekrar ArcGIS'e aktarılmış ve Bingöl İl merkezi için Çapakçur, Gayt ve Göynük Çayları'ndan kaynaklanabilecek taşkın risk haritaları oluşturulmuştur. Böylece, dere düzenleme çalışmaları için ıslah öncesi ve ıslah sonrası elde edilen taşkın modellemesi sonuçlarına göre bölgede su altında kalan alanlar uydu görüntüsü ve imar planı ile örtüştürülerek analiz edilmiş, risk altındaki yapılar belirlenmiş ve geleceğe yönelik planlamalar için önerilerde bulunulmuştur.



Şekil 1.1. Taşkından zarar gören membadaki tersip bendi



Şekil 1.2. Taşkindan zarar gören orta kısımdaki tersip bendi



Şekil 1.3. Taşkindan zarar gören mansaptaki tersip bendi



Şekil 1.4. Taşkindan zarar gören yıkılan karayolu köprüsü



Şekil 1.5. Tahrip olan taşkın kontrol tesisi

2.TAŞKINLAR

2.1.Taşkınların Sınıflandırılması

“Taşkın olayı, meteorolojik bir afet türüdür ve Avrupa Taşkın Direktifi (European Flood Directive - EFD) tarafından, gerçekte su ile kaplı olmayan bir bölgenin ani ve beklenmedik bir şekilde geçici olarak su ile kaplanması olarak tanımlanmaktadır. Tablo 2.1’de, Dünya Meteoroloji Organizasyonu ve Global Su Birliği (WMO/GWP) taşkın oluşumlarının sebeplerini, hidrolojik, meteorolojik ve insan etkeni olmak üzere üç ana başlık altında sınıflandırmıştır (WMO/GWP, 2008).

Tablo 2.1. Taşkına sebep olan etkenler (WMO/GWP, 2008; Kaya, 2012).

Meteorolojik Faktörler	Hidrolojik Faktörler	İnsan Faktörü
Yağış Siklonik fırtınalar Küçük ölçekli fırtınalar Sıcaklık Kar yağışı ve kar erimesi	Toprağın nem oranı Fırtına öncesi yeraltı su seviyesi Yüzeyin doğal sızma oranı Su geçirmez alanların varlığı Kanal kesit şekli ve pürüzlülük Taşan akım için kanal ağının varlığı ya da yokluğu Havzada yüzeyel akımın senkronizasyonu Drenajı engelleyen yüksek gelgit	Arazi kullanım değişiklikleri Taşkın yatağının işgal edilmesiyle akımın engellenmesi Alt yapının olmaması veya bakımsız/yetersiz olması Mimba yakınında etkili drenajlar akım yüksekliğini arttırması İklim değişikliğinin taşkın ve yağışın sıklığını ve büyüklüğünü etkilemesi Şehirlerdeki mikro klima etkisinin yağışı tetiklemesi

Dünya Meteoroloji Organizasyonu ve Global Su Birliği (WMO/GWP); taşkınları, etkenlerine bağlı olarak dört genel kategoriye ayırmıştır.

2.1.1. Lokal Taşkınlar

Kentleşmeye bağlı olarak alt ve üst yapıların daha çok toprağın geçirimsizliğini azalttığı, mevsimsel yağışların devam ettiği süre boyunca yoğun ve şiddetli yağışlarla beraber, yerleşimlerin olduğu alanlarda lokal taşkınları meydana getirdiği bilinmektedir. Şehir taşkınları olarak da tanımlanan lokal taşkınlar, yüzey geçirimsizliğinin azaldığı alanlarda meydana gelebildiği gibi yanlış yer seçimi ve arazi kullanımına bağlı olarak yerleşim yerlerinin bir bölümünde de meydana gelmekte ve bu alanların su altında

kalmasına neden olmaktadır (Moore vd., 1995 ve Hankin, 2008). Ülkemizde, özellikle yoğun ve şiddetli yağışların gözlendiği İzmir, Antalya, Adana, Trabzon ve Rize illeri'nde de lokal taşkınlar sık sık meydana gelmektedir.

2.1.2. Nehir Taşkınları

Şiddetli yağışlar, kar ve buz erimelerinin bir sonucu olarak baz akımının ana toplanma havzasının taşıma kapasitesini aşarak, akarsu yatağından taşması sonucu oluşan ve en sık görülen taşkın türüdür (Kaya, 2012). Toprağın permeabilitesi, havzanın bitki örtüsü ve toprak kullanımı nehir taşkınının büyüklüğünü ve şiddetini önemli ölçüde etkilemektedir (WMO/GWP, 2008). Yapılaşma alanları ve tarımsal aktiviteler genelde taşkın potansiyeli taşıyan bu tür nehirlerin yakınında olması nedeniyle hasar görme oranları artırmaktadır.

2.1.3. Kıyisal Taşkınlar

Kıyisal taşkınlar, tropikal fırtına ve kasırgalar sonucu büyük dalgalar oluşturan volkanik patlamalar veya depremler sonucu meydana gelen okyanus sularının oluşturduğu taşkınlardır. Bu taşkınlar, okyanus kıyı alanları boyunca tropikal fırtına ve kasırgalar ile şiddetli yağışlara sebep olmaktadır (Kaya, 2012).

Tsunami olarak da adlandırılan kıyisal taşkınlar, çok güçlü ve yüksek dalgalarla birlikte büyük su kütlelerinin kıyılara doğru hareketine neden olduğundan çok büyük hasarlar oluşturmakla birlikte yüksek dalgalar, nehir ve drenaj sistemlerinin deşarjına engel olması nedeni ile de lokal taşkınlar sonucu küçük taşkınlara da neden olabilmektedir (Arenal ve ark., 1998; WMO/GWP, 2008). 2011 yılında Japonya'da, deprem sonrası meydana gelen tsunaminin yıkıcı etkileri görülmüştür.

2.1.4. Ani Taşkınlar

Ani şiddetli yağışlar, bulut patlamaları, çamur akmaları, buz kütlelerinin ani salınımı, baraj yıkılmaları ve yanlış planlanan taşkın koruma tesisleri, üst havzada biriken yüzeysel akımın birden harekete geçmesi sonucu oluşmaktadır (WMO/GWP, 2008). Ani

taşkınlar hem ağır hasarlara neden hem de sediment taşınmasına ve erozyonlara neden olmaktadır. Ülkemizde yaşanan Senirkent taşkını buna örnek olarak gösterilebilir.

Taşkınların sınıflamasına yönelik bir başka çalışma da Avrupa Dönüřümlü Taşkın Haritalama Birliği, (European Exchange Circle on Flood Mapping- EXCIMAP) řu şekilde tanımlamaktadır (EXCIMAP, 2007; Kaya, 2012);

- Nehir Taşkınları,
- Deniz Taşkınları,
- Üst Havzadan Kaynaklanan Tařkınlr,
- Akdeniz Havzasında Kısa Süreli Ani Taşkınlr,
- Ye altı Suları Taşkınları,
- Göl Taşkınları.

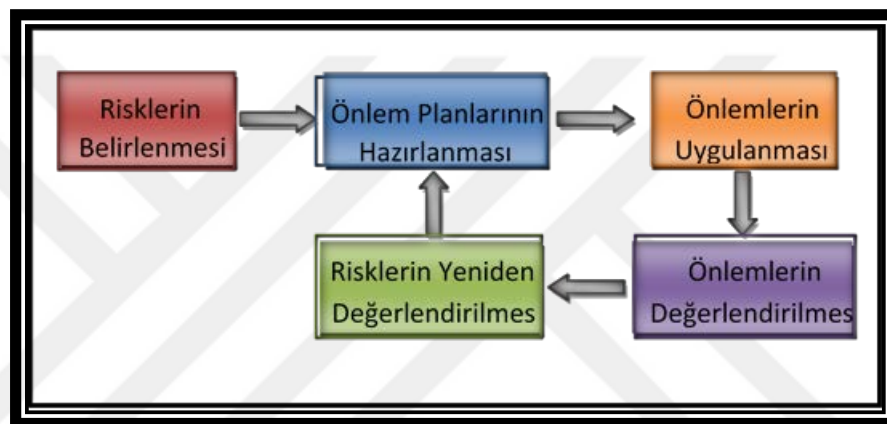
Aynı kaynakta taşkınların nedenleri, etkileri ve ilgili parametreler taşkın türlerine bağlı olarak Tablo 2.2’de verildiği şekilde sınıflandırılmıştır.

Tablo 2.2. Taşkın türleri ve nedenleri (EXCIMAP, 2007; Kaya, 2012).

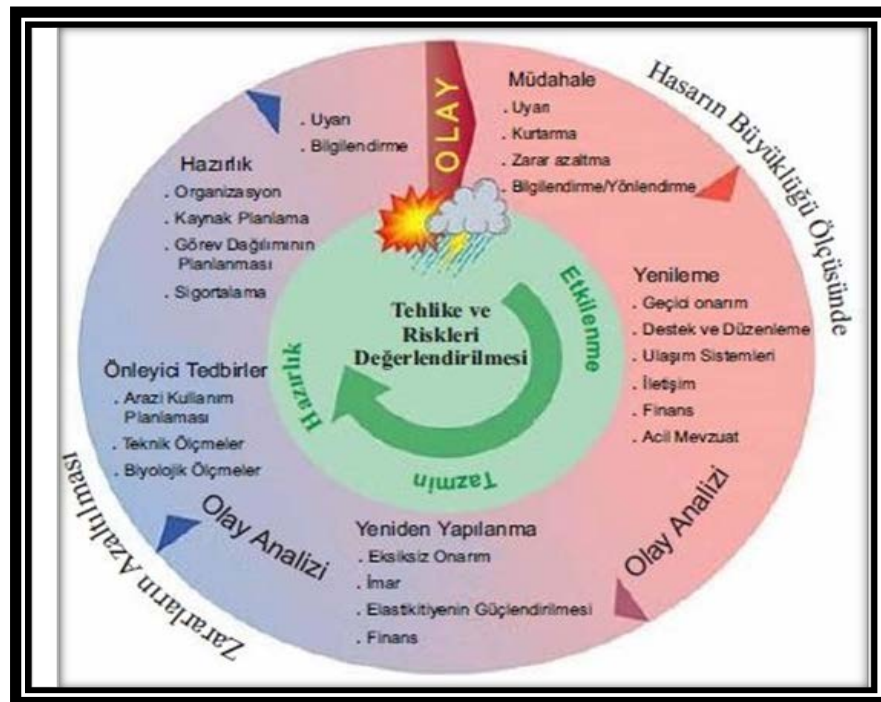
TAŞKINLARIN TÜRÜ	TAŞKINLARIN NEDENLERİ	TAŞKINLARIN ETKİLERİ	İLGİLİ PARAMETRELER
Nehir Taşkınları	- Yoğun Yağmurlar veya Kar Erimeleri - Buz Sıkışması, Tıkanıklık - Koruma Amaçlı Yapılan Yapıların Yıkılması	Nehir Havzası Dışına Su Taşması (Durgun ya da Hareketli)	- Genişlik - Suyun Derinliği - Suyun Şiddeti - Sel Yayılımı (Selin İlerlemesi)
Deniz Sularının Taşkını	- Fırtınanın Büyümesi - Tsunami - Yüksek Dalgalar	- Kıyı Hattı Boyunca Suyun Taşması (Durgun ya da Hareketli) - Tarım Arazilerinin Tuzlanması	- Genişlik - Suyun Derinliği - Suyun Şiddeti - Sel Yayılımı (Selin İlerlemesi)
Dağdan ya da Yüksek Alanlardan Gelen Yüzeysel Akımın Neden Olduğu Taşkınlar	- Bulut Patlamaları - Göl Taşkınları - Havzadaki Yamaç Instabilitesi - Debi Akışı	- Su ve Sediment Taşması - Taşkın Hattı Boyunca Erozyon	- Genişlik - Suyun Derinliği - Suyun Şiddeti - Sel Yayılımı (Selin İlerlemesi) - Sediment Birikimi
Akdeniz Havzasında Kısa Süreli Ani Taşkınlar	Bulut Patlamaları	- Su ve Sediment Taşması - Taşkın Hattı Boyunca Erozyon	- Genişlik - Suyun Derinliği - Suyun Şiddeti - Sel Yayılımı (Selin İlerlemesi) - Sediment Birikimi
Yeraltısuları Taşkınları	Komşu Su Kütlelerindeki Yüksek Su Seviyesi	Taşkın Yatağındaki Durgun Su Birikimi (Uzun Süreli Taşkın)	- Genişlik - Suyun Derinliği
Göl Taşkınları	Kaynağa ya da Rüzgarlara Bağlı Olarak Su Seviyesindeki Yükselme	Durgun Suyun Gölün Dışına taşması	- Genişlik - Suyun derinliği

2.2. Taşkın Risk Yönetiminin Belirlenmesi

Taşkın risk yönetimi; taşkın risklerinin hidrolojik, jeolojik, meteorolojik, topoğrafik, nüfus ve ekonomik kriterlerin birlikte değerlendirildiği taşkından korunma plan ve stratejilerinin en etkili biçimde oluşturulmasını ve uygulanmasını içerir (Sane ve Huokuna, 2008; Fuchs vd., 2009). Taşkın riskini azaltmak için, risk faktörlerinin birlikte analiz edilmesi ve risk haritalarının oluşturulması gereklidir (WMO/GWP, 2008). WMO/GWP, (2008). Taşkın yönetim planlaması aşağıda belirtilen aşamalar ile ifade edilmektedir (Şekil 2.1 ve Şekil 2.2).



Şekil 2.1. Taşkın risk yönetimi uygulama adımları (WMO/GWP, 2008; Kaya, 2012).



Şekil 2.2. Taşkın risk yönetimi döngüsü (WMO/GWP, 2008; Kaya, 2012)

2.2.1. Taşkın Risk Haritalarının Önemi

Taşkın risk haritaları; taşkın risk alanlarının sınıflandırılması, arazi kullanımı ve imar planlama çalışmalarının hazırlanmasında temel etkenleri oluşturmaktadır. Teknolojik gelişmelere paralel olarak (Uzaktan Algılama Yöntemleri, CBS, Modelleme Yazılımları gibi), değişen iklim şartlarına (yağışların türü, sıklığı ve şiddetindeki değişimler ve çevre koşulları) (köprü, menfez, taşkın koruma setteleri ve havza karakteristiklerini etkileyebilecek suni yapılar ile erozyon ve orman alanının değişmesi gibi) göre taşkın risk haritalarının güncellenmesi gerekmektedir (FEMA, 2009).

2.2.2. Taşkın Risk Haritalarında Hidrolojik ve Hidrolik Modelleme Programları

Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile hidrolik modelleme çalışmaları taşkın risk haritalarının hazırlanmasında önemli rol oynamaktadır (Schumann ve Di Baldassarre, 2010). Uzaktan algılama, çalışma alanı ile ilgili arazi kullanımı, şekli, havzanın büyüklüğü, akarsu ağı vb. verileri sağlarken (Schumann ve Baldassarre, 2010), CBS; havzanın hidrolojik yapısının modellenmesi, konumsal ve öznetelik bilgilerin depolanması, değerlendirilmesi, işlenmesi, analizi, yorumlanması ve güncellenmesi için gerekli ortamı sağlamaktadır (Jeb ve Aggarwal, 2008). Havzaya ait özelliklerin belirlenmesi amacıyla CBS yazılımlarından olan ArcGIS 10.1 bu çalışma kapsamında kullanılmıştır.

ArcGIS Desktop yazılımı, (ArcInfo, ArcView ve ArcEditor) içerisinde ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox, ArcGlobe ve Model Builder arayüz yazılımlarını içermektedir. Bu yazılım programı ile; haritalama, coğrafi analizler, veri yönetimi ve görüntüleme işlemleri entegre bir şekilde yapılmaktadır. ArcGIS Spatial Analyst, ArcGIS 3D Analyst; Hydrology Modeling modülleri ile arazinin modellenmesi ve üç boyutlu analizler gerçekleştirilmektedir. ArcGIS Spatial Analyst arayüzü ile mekânsal modelleme ve master verilerin üretilmesi, haritalama ve veri sorgulama işlemleri ile birlikte vector-raster analizi de yapılmaktadır. 3D Analyst çalışmacıya veri görüntüleme imkânı sağlayan bir araçtır. Bu arayüz yazılımı ile birçok bakı noktasından yüzey görüntülemesi, yüzey sorgulamaları yapılabilmektedir. ArcGIS Hydrology Modeling modülü ile yüzeyin fiziksel

karakteristikleri ile yüzey hidrolojik analizi yapılmaktadır. Bir drenaj sisteminin şeklinin belirlenmesi ile akışa geçen su yolu tanımlanmaktadır. Böylece su bölümü çizgileri ve su mecraları tanımlanması sağlanmış olmaktadır (Esri, 1998).

Hydrologic Engineering Center tarafından geliştirilen River Analysis System (HEC-RAS) ise tek boyutlu bir hidrolik yazılım programıdır ve bu program ile sürekli ve süreksiz akım şartlarında modellemeler yapılmaktadır (USACE, 2002). Veri desteği ve modellerin yorumlanması CBS entegrasyonu ile daha kolaylaşmaktadır (Maidment ve Djokic, 2000). Böylece CBS ve hidrolik yazılımlarla yapılan taşkın modellemeleriyle, olası taşkınlara ait su yüzeylerinin dağılışı alanları, bunlara ait hacim ve derinlik hesaplamaları daha kolay bir şekilde yapılabilir.

HEC-RAS programı ile kritik altı, kritik üstü ve karışık akım rejimlerine göre de su yüzeyi profilleri çıkarılmaktadır. Tek boyutlu enerji denklemleri veya momentum denklemleri kullanılabilmekte ve enerji denklemlerinde aşınma katsayıları kullanılarak enerji kayıpları da hesaplanabilmektedir.

Zamanla CBS ile hidrolik modellemelere ait yazılımların entegrasyonu sağlanmıştır. Mekânsal verileri yöneten CBS yazılımları arayüz programlarının gelişmesi ile CBS'nin havza modelleme çalışmalarında kullanımını arttırmıştır (Singh and Woolhiser, 2002; Whiteaker et al, 2006). HEC-RAS modeli için kullanılan veriler CBS teknolojileri ile hazırlanabilmektedir. Environmental System Research Institute (ESRI) ile HEC firmaları tarafından ortaklaşa geliştirilen HEC-GeoRAS arayüz programı ArcView programı altında çalışmakta ve HEC-RAS için geometrik veri üretebilmektedir. HEC-GeoRAS, ArcGIS mekaniğinden daha fazla hidrolik modele uyumlu bir arayüz programıdır.

Kullanılan program, modelde mühendisler için bilinçli karar verme, hatadan geri dönme ve dünyada geliştirilen sistemleri görüntüleme fırsatı vermektedir (Ackerman et al, 1999). Bu uzantı ile sayısal yükseklik modelleri üzerinden dere yataklarına ait kesit geometrilerinin çıkartılması, HEC-RAS hidrolik yazılımına ait veri tabanına ait bilgilerin okunması, su seviyelerinin belirlenmesi ve taşkınların haritalanması yapılabilir.

2.2.3. Taşkınların Önlenmesine Yönelik Yaklaşımlar

Taşkınların önlenmesi için yapısal önlemler ve geleneksel mühendislik tasarımları geliştirilmiştir. Yapısal önlemler ile birlikte doğayı ve taşkın büyüklüğünü değiştirmeyen önlemler de taşkından korunma yöntemleri olarak kullanılmalıdır (Sarıbacak, 2002). Taşkın alanındaki sosyal, çevresel ve ekonomik faktörler tam olarak nasıl bir taşkından korunma yolunu izleneceğine karar vermemizi sağlar (Bacanlı, 2006). Yapısal önlem alınmasına karar verildiğinde taşkın problemlerinin çözümü; hidrolik hesaplama, tasarım debisinin bulunması, bulunan debi için yapısal sistemin seçilmesi ve seçilen sistemin tasarımdan oluşan aşamaları içerir (Plate, 2002). Taşkın zararlarını önleme ve azaltma yöntemlerini Bacanlı (2006) Tablo 2.3’de vermiştir.

Tablo 2.3. Taşkın zararlarını önleme ve azaltma yöntemleri

Yapısal Önlemler	Taşkına Karşı Korunma
	Taşkını Değiştirme
	Kirliliği Azaltma
Yapısal Olmayan Önlemler	Acil Yardım Önlemleri
	Hazırlıklı Olma Önlemleri
	Genel ve Yerel Yönetmelikler
	Finasman
	Çevre Etki Değerlendirmesi
İyileştirme Önlemleri	Sağlık ve Sığınak Programları
	Vergi Uygulamaları
	Finansal Yardım
	Taşkın Sigortası

Dünyada taşkından korunma için yapısal önlemler alınmış ancak yapısal olmayan önlemlerin kullanımı da son yıllarda artmıştır. Çevreyi koruma ve sürdürülebilir kalkınmayı gerçekleştirmek, taşkın kaynaklı afet yönetimi planlarının yenilenmesi ve tüm korunma yöntemlerinin avantajlarını içeren yeni bir plan yapılması ile olabilir (Sarıbacak, 2002). Bu planlama; taşkın riskinden korunma, korunamadığı durumlarda, bu riskin zararlarını azaltmak, zararlar oluştuğundan sonra etkilerini azaltmak ve tüm bunları doğal çevreyi koruyan ve geliştiren şekilde ve sürdürülebilir kalkınma ile uyumlu olarak uygulamak şeklinde açıklanabilir (Bacanlı, 2006).

3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Djokic ve ark. (1994), CBS ve hidrolik modellemelerin ilk olarak bir arada kullanıldığı Arc HEC-2 eklentisini CBS yazılım programı olan ArcGIS yazılımı üzerinde geliştirmişlerdir. Amerikan Hydrologic Engineering Center tarafından geliştirilen HEC-RAS hidrolik modelleme programı, HEC-2'nin yerine kullanılmaya başlanmıştır.

Evans (1998), yazılım programları üzerinde yaptığı çalışmada HECRAS ve CBS yazılımlarının çıktılarını entegre olarak kullanılabilirliğini gerçekleştirmiştir. CBS' de kesit geometrileri çıkartılarak hidrolik modelleme HEC-RAS'a aktarılmış ve modelleme çıktıları tekrar CBS'ye aktarılarak yayılım izlenmiştir.

Esri (1998), tarafından Evans'ın çalışmaları geliştirilerek, ArcView-GIS yazılımında çalışan HEC-RAS uzantıları oluşturulmuştur. Baga (1999), Türkiye'de ilk defa CBS programında Çayboğazı Havzası'nın Muğla Fethiye İlçesi'nde, Danish Hydraulic Institute (DHI) ve Esri tarafından geliştirilen Mike 11 GIS modülünü kullanmış ve bölgeye ait taşkın risk haritalarını oluşturmuştur.

Turan (2002), Ulus Havzası'nda taşkın risk haritalarını oluştururken, başka bir taşkın analizi yapan Mike 11 Hidrodinamik (HD) Modülü ve CBS'yi bir arada kullanmıştır. HEC-RAS programı ile benzer olarak hidrolik model çıktısı ile oluşturulan su seviyelerini CBS'ye girerek taşkın sahalarını belirlenmiştir.

Tate ve ark. (2002), Texas'ta Waller Nehri'nde taşkın sahalarını belirlemek için, arazi modellerinde CBS, hidrolik modellerde ise HEC-RAS'tan yararlanmıştır. Topoğrafik verilerden yapılan sayısal yükseklik haritası ile HEC-RAS'tan alınan akım seviyeleri entegre edilerek riskli sahalar belirlenmiştir.

Demirkesen (2003), CBS programlarından biri olan River Tools'u kullanarak, ABD Kentucky Eyaleti'ndeki Cumberland havzasını analiz etmiş ve yüzeydeki taşkın seviyelerinin sınırlarını belirlemiştir.

Kaleyci (2004), Değirmendere Havzası'nda taşkın frekans analizi ve taşkın sahalarının belirlenmesi adlı yüksek lisans tez çalışmasında, taşkın tahmin hesapları için, hem istatistikî yöntemler hem de birim hidrograf yöntemleri kullanmıştır. 500, 1.000, 10.000 yıl yineleme dönemli taşkın debileri, Değirmendere Havzası'nda bulunan 7 adet akım gözlem istasyonunun noktasal ve bölgesel taşkın frekans analizleri ile belirlenmiştir. Ayrıca, Devlet Su İşleri (DSİ) Sentetik ve Mockus Metotlarını da uygulayarak aynı

yineleme dönemli için taşkın debileri hesaplamıştır. Hesaplanan taşkın debileri HEC-RAS bilgisayar programına aktarılarak, su yüzü kotları bulunmuştur. Havzada yer alan derelerin sağ ve sol sahillerinde bazı bölgelerin sular altında kalacağını ileri sürmüştür.

Ekinci (2003), Karadeniz Bölgesi'nde yer alan İhsaniye Deresi Havzası'nın yağış ve hidrolojik parametrelerini incelemiş ve yağış ve akış niteliklerini, taşkınların tekrarlama sıklığını irdelemiştir.

Knebl ve ark. (2004), San Antonio Nehir Havzası'nda HEC-HMS ile yağıştan akış değerinin hesaplandığı model ile 2002 yılında havzada meydana gelen büyük taşkın olayını modellemiştir. HEC-HMS'den elde edilen yağış HEC-RAS'a girilerek zamanla değişen akım (unsteady) durumunda hidrolik analiz çalışmaları gerçekleştirmiştir. Su yüzeyi profillerinin modellemesini ise NEXRAD Level III ile CBS teknikleri kullanarak yapmıştır.

Overton (2005), çevre yönetimi ve taşkın koruması amacıyla Avustralya'dan başlayıp Yeni Güney Galler'de Alexandrina Gölü'ne kadar uzanan Murray Nehri'nin 600 kilometre uzunluğunda 1-5 kilometre genişliğindeki kısmında bent ve su alma yapılarının tasarımında, Landsat Uydusu, CBS ve hidrolik modellemeleri bir arada kullanmıştır. Bu çalışmada, 13 yıllık yineleme dönemine sahip debi değerine kadar tüm değerleri test etmiş ve taşkın risklerini ön görmüştür.

Oral ve ark.(2005), Bartın ve Silifke Havzaları'nda, Topographic Mission (SRTM) 90 metre çözünürlüklü sayısal eğim modelleri, Ikonos uydu görüntüleri, bölgelerin mevsimsel yağış verileri, sayısal topoğrafik haritaları, uzaktan algılama teknikleri ve ArcGIS programları içeren CBS teknolojisini taşkın zararlarını en aza indirmek için kullanılabileceğini ve CBS tabanlı “karar destek sistemleri” kurulmasını önermiştir.

Onuşluel (2005), yapmış olduğu doktora çalışmasında, İzmir Karşıyaka İlçesi'ndeki Bostanlı Nehir Havzası'nın taşkın alanlarını HEC-RAS ve CBS yöntemleriyle belirlemiş ve görseller oluşturmuştur. Bu tezde, taşkın sahası belirleme metotlarının içerdiği zorlukları ve teknolojiden uzaklığını dile getirmiş ve “otomatize taşkın yatağı belirleme tekniği” ile teknik bir yolla göstermeyi düşünmüştür. Bu çalışma ile havzadaki kritik yerlere zamanla değişen ve zamanla değişmeyen akım simülasyonlarının oluşturulması amaçlanmıştır. HEC-HMS ile pik değerler ve taşkın hidrografları elde edilmiştir. Oluşturulan model çıktıları HEC-RAS programına aktarılmıştır. HEC-RAS modelinden elde edilen su derinlikleri daha sonra ArcGIS programına data verisi olarak iletilmiş ve riskli alanlar belirlenmiştir.

Kılınç ve ark. (2005), İstanbul Kurbağalı Dere’de taşkın risk alanlarının belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada su yüzeylerinin belirlenmesi için DSİ Sentetik Metodu ile elde ettiği taşkın debilerini HEC-RAS modellemesinde veri olarak kullanmışlardır.

Gutry-Korycka ve ark. (2006), Polanya Varşova’da Vistula Nehri’nde Q_{100} taşkın debisini HEC-RAS hidrolik modelinde su yüzeyi profile için girmiştir. CBS’ye aktarılan HEC-RAS çıktıları ile taşkın risk haritaları üretilmiştir.

Kara ve Akar (2007), Landsat 1975 MSS, 1987 TM, 2000 ETM uydu görüntüleri, 1/100.000 ölçekli topoğrafya haritası, ArcGIS9.1 yazılımı ve Erdas 8.5 Uzaktan Algılama Yazılımı ile sel ve taşkınların belirlenmesi amacıyla Beşikdüzü-Solaklı Havzası’nda bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada, CBS ve uzaktan algılama ile uygun veri tabanı oluşturmuş, sel ve taşkınlarla ilgili risk faktörleri saptanmıştır.

Usul (2008), Fethiye Çayboğazı’nda yaptığı taşkın çalışmasında, Danimarka Hidrolik Enstitüsü (DHI) tarafından geliştirilmiş nehir içerisindeki akımlar, su kalitesi ve sediment taşınımı ile ilgili simülasyonlar yapabilen MIKE 11 Hidrolik Modeli ile CBS yazılımlarından faydalanmıştır. Havzada 25, 50 ve 100 yıllık taşkın hidrografları belirlenerek, debi değerleri elde edilmiş ve taşkın seviyeleri CBS ortamında haritalandırılmıştır.

Özdemir (2007), Havran Çayı Havzası’nın (Balıkesir) CBS ve uzaktan algılama yöntemleriyle taşkın ve heyelan risk analizlerini yaparak, farklı senaryolara bağlı taşkın haritalamaları oluşturmuştur. Bu çalışma kapsamında, ArcGIS, HEC- RAS ve HEC-GeoRAS yazılımlarından faydalanılmıştır. 1/25000 ölçekli topoğrafik verilerin yanı sıra Havran Çayı yatağındaki GPS verileri ve Quicbird uydu görüntülerinden de yararlanılmıştır. Bu çalışmaların, risk yönetimi açısından mekânsal planlamalardaki önemi vurgulanmıştır.

Özcan ve ark. (2009) Aşağı Sakarya Havzası’nda, uzaktan algılama verileri, yersel çalışmalar ve farklı veri gruplarını veri girdisi olarak kullanarak, CBS modelleri elde ederek taşkın risk alanlarını belirlemiştir.

Uçar (2010), Doğu Karadeniz Bölgesinde yer alan Değirmendere Havzası’nda, taşkın risk çalışmaları yapmıştır. Bu çalışmalar kapsamında, 1/2000 ölçekli Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) haritaları ve hidrometeorolojik veriler ile hidrolik model oluşturmuştur. Taşkın analizlerini ArcGIS ve HEC-RAS programları ile gerçekleştirmiştir. Elde edilen 3 boyutlu taşkın haritaları ile çözümler önerilmiştir.

Özdemir ve ark. (2011), Kavak Deresi üzerinde inşaat çalışmaları devam eden Çokal Barajı'nın memba batardosunun yıkılması sonucu oluşabilecek taşkın etkilerini HEC-GeoRAS ile HEC-RAS'ı kullanarak araştırmışlardır. Çalışma kapsamında 1/25.000 ölçekli eş yükselti eğrisi ve Sayısal Yükseklik Modeli (SYM), uydu görüntüleri ile toprak verileri, 30 yıllık yağış ve akım verileri, Kavak Dere üzerindeki yapılara ait karakteristik bilgiler ve arazi ölçüm verilerinden faydalanılmıştır.

Kaya (2012), Giresun Pazarsuyu Örneğinde, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Entegrasyonu İle Taşkın Risk Haritalarının Üretilmesi başlıklı yüksek lisans tezinde YU ve Lane tarafından geliştirilen JFLOW modeli esas alarak Java dilinde yazılan taşkın alanları için simülasyon programını kullanmıştır. Simülasyon çalışması, ArcGIS programında gerçekleştirilmiş ve simülasyonlar ile taşkın risk haritaları üreterek Pazarsuyu Deresi boyunca taşkın riski olan alanlarını belirlemiştir. Ayrıca, taşkın risk haritaları ile uydu görüntüsü entegre ederek kontrollü sınıflandırma yapmış, taşkın riski altındaki konut ve işletme amaçlı yapılar, tarım arazileri ve yollar ile ikincil risk unsurlarını belirlenmiştir.

Akkaya ve ark. (2013), Rize Taşlıdere Bölgesi'nde ArcGIS ve HEC-RAS ile taşkınlar üzerine analiz çalışmaları yapmış ve yapılan çalışmalar, bölge ile ilgili DSİ Bölge Müdürlüğü'nce ölçümü alınmış olan enkesitlerle karşılaştırmıştır.

DSİ (2013) tarafından Konya sınırları içerisinde yer alan İnsuyu Deresi için taşkın analizi CBS tabanlı yazılımlardan ArcGIS, ArcGIS bir modülü olan HEC-GeoRAS ve bir boyutlu hidrolik model yazılımı olan HEC-RAS kullanılarak yapılmıştır. Bu çalışmada, 2 ve 3 boyutlu modeller oluşturularak hidrolojik verilerle su yüzeyi kotları saptanmıştır. Sonuç olarak hassas ve doğru sonuçların elde edilebilmesi için daha büyük ölçekli (1/1000, 1/500 gibi) haritaların kullanılması önerilmiştir.

Nas ve ark. (2013), Gümüşhane İli'nden geçen Harşit Çayı'nda CBS ve hidrolik model kullanılarak taşkın analizi yapmışlardır. Havzaya ait Q_2 , Q_5 , Q_{10} , Q_{20} , Q_{50} , Q_{100} , Q_{200} , Q_{500} , Q_{1000} yıllık taşkın debilerini istatistik yöntemler kullanarak tespit etmişlerdir. Hesaplanan bu debiler ve hidrolik parametreler HEC-RAS'a girilerek taşkın seviyeleri saptanmıştır. Çalışma sonunda çeşitli tedbirler ve koruma yapılarının inşası önerilmiştir.

Gökçe ve ark. (2013), Pamukkale Üniversitesi Kampüs Alanı'nın Taşkın Risk Değerlendirmesini içeren bir çalışma yapmış ve bu kapsamda ArcGIS ve HEC-RAS bilgisayar yazılımları kullanmışlardır. Bu çalışmada Hamamdere üst havzasından

üniversite kampüs alanına doğru akış boyunca bir taşkın olabileceğini değerlendirmişlerdir. Q_{500} ve Q_{1000} yıllık taşkın debilerini Birim Hidrograf ve Mockus yöntemleri kullanarak elde etmişlerdir. Hamamdere çevirme kanalının hesaplanan taşkın debileri için yetersiz kalacağı ve kampüs alanını su altında bırakma potansiyeline sahip olduğunu saptamışlardır.

Elçi ve ark. (2014), Alibeyköy ve Porsuk Barajları'nın yıkılma senaryoları oluşturarak baraj gölleri ve mansap bölgeleri için taşkın yayılımını araştırmışlardır. Araştırma sonunda su seviyesinin 10 metreye kadar çıkabileceği ve 9.5 km^2 yerleşim alanının su altında kalabileceği öngörüsünde bulunmuşlardır.

Bayazıt ve ark. (2014), Porsuk Çayı'nın Eskişehir Bölümü için taşkın riskini incelemişlerdir. Bu çalışma kapsamında, UA ve CBS yöntemleri kullanmışlardır. Porsuk Çayına ait çıkarılan enkesitler HEC-RAS yazılımına aktarılmış ve Q_{50} , Q_{100} ve Q_{1000} yıllık taşkın debilerine göre değerlendirme yapılmıştır. Sonuç olarak; Porsuk Çayının, Eskişehir İli'nden geçtiği düz alanlardaki bazı mahalleler için taşkın riski taşıdığını ileri sürmüşlerdir.

Türkkan ve Korkmaz (2015), Bursa İli'nde bulunan Kaplıkaya Deresi'nin taşkın durumunu araştırmışlardır. Çalışma alanına ait SYM haritası genel veri girdisi olarak alınarak, CBS ve HEC-GeoRAS yazılımlarında dere profili ve enkesitler çıkarmışlardır. Bir boyutlu, HEC-RAS hidrolik modelleme programında Q_{500} , Q_{1000} , Q_{10000} yıllık taşkın debileri analiz edilerek, Kaplıkaya Deresi'nin taşkın durumunu çalışmışlardır.

Eren ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada, İstanbul Silivri Kayalı Deresi'nin taşkın riskini incelemişlerdir. İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ) tarafından önceki yıllarda yapılan taşkın düzenleme kesitleri esas alınarak su seviyesini belirlemek amacıyla HEC-RAS'a aktararak taşkın alanlarını belirlemişlerdir.

Demir ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada, Samsun ilinde bulunan Mert Irmağı'nın Q_{10} , Q_{20} , Q_{50} ve Q_{100} yıllık taşkın debilerine göre, DSİ tarafından oluşturulmuş kesitler üzerinde risk değerlendirmesi yaparak haritalamışlardır..

Bayazıt ve Bakış (2015), Sakarya Havzası'nda yer alan Seydisuyu Çayı'nın taşkın riskini analiz etmişlerdir. Q_{50} , Q_{100} ve Q_{1000} yıllık taşkın debileri bu analizlerde düşünülmüştür. HEC-RAS'da modellenen taşkın yüzeyi seviyelerine göre yerleşim yerleri ve tarım arazilerinin konumu irdelenmiştir.

Girayhan (2015), Samsun'un Terme İlçesi'nde yaptığı çalışmalarda, CBS yazılımları kullanarak haritalandırma işlemlerini gerçekleştirmiş ve çalışmalarında **1B** ve **2B** boyutlu

modellemeleri tercih etmiştir.

Efe ve Önen (2015) yaptıkları çalışmada, Batman Çayı'nın Yeni Malabadi Köprüsü ile Diyarbakır – Batman Karayolu Köprüsü arasında kalan kesimine ait taşkın analizi gerçekleştirmişlerdir. Bu kapsamda, 1/1000 ölçekli haritada AutoCADCivil 3D programıyla toplamda 165 adet enkesit çıkarılmıştır. Elde edilen en kesitler, HEC-RAS (Hydrologic Engineering Centers River Analysis System) programına aktarılarak, Batman Çayı'nın tek boyutlu taşkın hidrolik analizi yapılmıştır. Q_5 , Q_{10} , Q_{25} , Q_{50} , Q_{100} ve Q_{500} taşkın tekerrür debilerine göre su seviyeleri belirlenmiştir.

Üyüklüoğlu ve ark. (2015), uygulama alanı olarak Antalya İli Manavgat İlçesi sınırları içerisinde bulunan Ilıca Deresi taşkın analizi yapmak için seçilmişlerdir. Bu modelleme çalışmasına göre taşkın yayılım alanlarını dere yatağının içinde tutacak şekilde yeni bir güzergâh seçilip dere yatağı ıslah edilmiştir. Kontrol amaçlı olarak ıslah edilen dere yatağı üzerinde yapılan HEC-RAS çalışmasındaki su yüzü profilleri incelendiğinde taşkın kontrol altına alındığı görülmüştür.

Yaylak (2016), Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Yardımıyla Bitlis Deresi Taşkın Risk Analizi başlıklı yüksek lisans tezinde, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile Bitlis İl Merkezi'nden geçen Bitlis Çayı taşkınlarını çalışmıştır. Taşkın analizlerini, Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımlarından ArcGIS yazılımı ve bu yazılımla entegre kullanılabilen HEC-GeoRAS yazılımı yardımıyla 1/5000 ölçekli halihazır haritalar ile gerçekleştirmiştir. ArcGIS ile sayısal yükseklik modelleri üretmiştir. Daha sonra, HEC-RAS (Hydrologic Engineering Centers - River Analysis System) yazılımı yardımıyla taşkın yatağının hidrolik karakteristikleri ve su yüzü profilleri belirlenmiştir. Sonuç olarak, farklı periyotlarda meydana gelebilecek farklı taşkın senaryoları değerlendirilmiş ve çözüm önerileri sunulmuştur.

Yüksel ve ark., (2017) 13 Nisan 2017 tarihinde Bingöl, Çapakçur Çayı yağış havzasında oluşan taşkın olayını CBS, UA ve BSMEFFG -Black Sea Middle East Flash Flood Guidance System (Karadeniz ve Ortadoğu Ülkeleri Ani Taşkın Erken Uyarı Modeli) verileri kullanılarak incelemişlerdir. Bu kapsamda Çapakçur Havzası'nın, havza sınırı, eğim, yükselti gibi hidrolojik özellikleri modellemelerini yapmışlardır. Yağış havzasında mevcut olan yağış ölçerden ve Bingöl Meteoroloji İstasyonu'ndan alınan veriler ile yağış öncesi ve taşkın dönemini kapsayan model verileri kullanılarak yağış miktar analizlerini değerlendirmişlerdir.

4. MATERYAL VE METOD

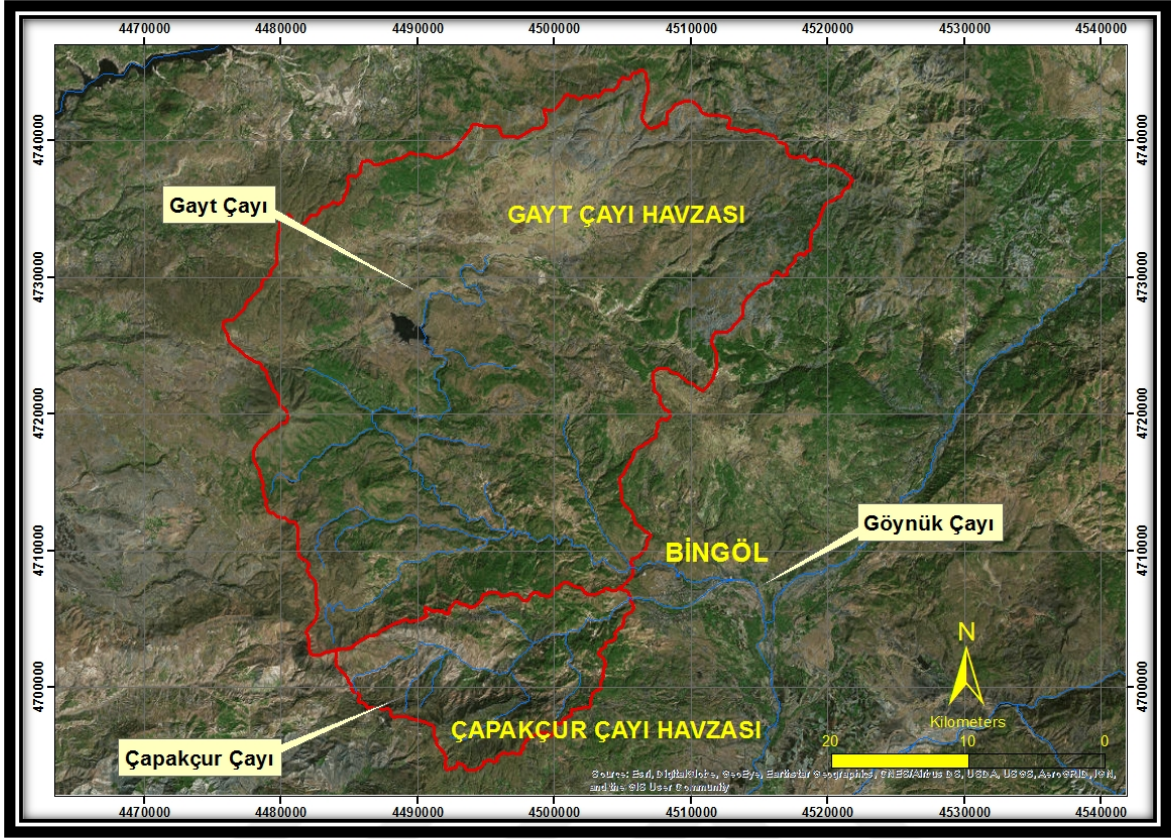
4.1. Materyal

Bu çalışmada, Doğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan Bingöl İl Merkezi'nden geçen Çapakçur Çayı, Gayt Çayı ve Çapakçur Çayı ile Gayt Çayı'nın birleşiminden oluşan Göynük Çayı ve Bingöl İl Merkezi çalışma alanı olarak seçilmiştir (Şekil 4.1). Çapakçur Çayı'nın Bingöl İl Merkezi'nde geçmesi ve bu çayın şehir merkezinde oluşturacağı taşkın riski düşüncesiyle bu alan öncelikli olarak çalışma alanı olarak seçilmiştir. Gayt Çayı üst havzasında yapılan Gayt Barajı, bu çayın taşkın riskini büyük ölçüde kontrol altına almaktadır. Bu çalışmada hidrolojik ve hidrolik çalışmalar ile ArcGIS ve HEC-RAS programları kullanılarak modellemeler gerçekleştirilmiştir.

Çapakçur Çayı Alt Havzası, Bingöl İl Merkez'nin 17 **km** güneybatısından, Merkez İlçesi'nin hemen çıkışından başlayıp, Yelesen, Şaban, Ortaköy, Eskiköy, Çiriş, Alıncık, Balpınar ve Üçyaka Köyleri'ni kapsamaktadır.

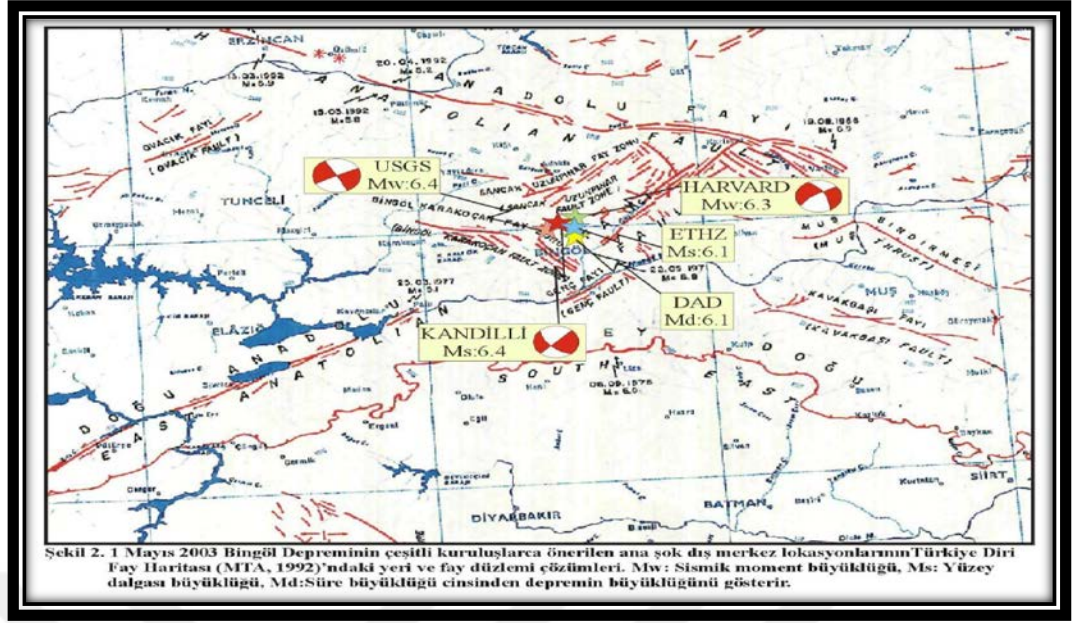
Çapakçur Mikrohavzası ise; Bingöl Merkez İlçesi'nin hemen çıkışından başlayıp Elazığ İl sınırına kadar uzanmaktadır. Althavza yükseltisi 1.150 metreden 2.500 metreye kadar değişmektedir. Ortalama yükseltisi 1.650 **m**, yıllık ortalama yağışı 831 **mm**, yıllık ortalama sıcaklığı 12 °C, karlı gün sayısı 117, karla kaplı gün sayısı ise 76 gün'dür. Çapakçur Çayı 1.400 **m** kotlarındaki Haserek Tepesi ve Uzun Tepesi'nden doğduktan sonra doğu ve kuzeydoğusu yönünde akışını sürdürmekte, Ortaköy ve Aşağıköy'den geçtikten sonra sağ sahilindeki Balpınar Deresi ve Leyaz Deresi'ni bünyesine almaktadır. Çapakçur Çayı yaklaşık 105.8 **km²** yağış alanına sahiptir.

Çapakçur Çayı, doğu yönünde akışını sürdürerek, Bingöl İl Merkezi'nden geçmekte, sonrasında Gayt Çayı'na ve Murat Nehri'ne mansaplanmaktadır. Çapakçur Çayı'nın, getirdiği alüvyon malzeme içerisindeki blokların büyüklüğü ve oranı derenin yüksek hidrolik güce sahip olduğunu göstermektedir (Şekil 4.1). Gayt Çayı Havzası daha büyük bir yağış havzasına sahip olup, yaklaşık 655 **km²**'lik bir alanı kapsamaktadır. Çapakçur Çayı, Bingöl İl Merkezi'ni, Gayt Çayı da Bingöl İl Merkezi'nin kuzey kesiminde imar planının az olduğu bir alanı etkilemektedir.



Şekil 4.1. Yer Bulduru Haritası

Çalışma alanı, I. Derece Deprem kuşağı üzerinde bulunmakta olup, Doğu Anadolu Fay Zonu’nu dik yönde kesen Bingöl-Karakoçan (Elazığ) Fayı üzerinde yer almaktadır. Bu fay zonu Karakoçan-Bingöl arasında, yaklaşık 50 **km** uzunluğunda bir alanda birbirine paralel çok sayıda **KB-GD** gidişli kırıklardan oluşmaktadır. Bu kırıkların genel gidişi **K50B** yönündedir. Morfolojik verilere göre fayın sağ yönlü doğrultu atımlı ve kuvaterner yaşlı birimleri kesmeleri nedeniyle de diri fay olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Bingöl - Karakoçan fay zonu haritası

4.2. Metod

Yapılan tez çalışmasında; hidrolojik modelleme çalışmaları 2 aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada; özellikle Bingöl İl Merkezi'nde taşkına neden olan Çapakçur ve Gayt Çayı Havzaları'nın genel özelliklerinin belirlenmesi amacıyla ArcGIS→ArcHydro programı ile havza modellenme çalışmaları yapılmıştır. Çalışmanın ikinci aşamasında da taşkından etkilenecek olan Bingöl İl Merkezi'nin ArcGIS →Hec GeoRAS→HEC-RAS→Hec-GeoRAS yazılımları kullanılarak hidrolik modelleme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmanın genel aşamaları;

- Data verilerinin elde edilmesi,
- ArcGIS programında havza genel özellikleri ile HEC-GeoRAS için geometrik verileri oluşturulması,
- HEC-RAS programı ile hidrolik modelleme çalışmalarının yapılması,
- Hec-GeoRAS programı ile ıslah öncesi ve ıslah sonrası bölgenin taşkın risk haritalamasını gerçekleştirilmesi,
- Taşkın riski elemanlarının belirlenmesi şeklinde geliştirilmiştir.

Hidrolojik modelleme çalışmaları için ArcGIS 10.1 yazılımı kullanılmıştır. Çapakçur ve Gayt Çayı Havzalarının drenaj alanı ve drenaj sistemi DEM haritalar, 1/25000 ölçekli uydu ve topoğrafik haritalar kullanılarak elde edilmiştir.

HEC-RAS programına verilerin aktarılması amacıyla çalışma alanı olan Bingöl İl Merkezi için 1/1000 ölçekli sayısal haritadan sayısal yükseklik modeli öncelikli olarak oluşturulmuştur. HEC-GeoRAS arayüz programında kullanılacak olan sayısal yükseklik modeli TIN formatından elde edilmiştir. ArcGIS 10.1 yazılımına bir uzantı fonksiyonu olarak çalıştırılan HEC-GeoRAS, temel olarak HEC-RAS yazılımının hidrolik modelleme yapabilmesi için geometrik verilerin hazırlanması ve HEC-RAS'ta modelleme sonrasında sonuçların gösterim ve haritalanmasında kullanılmıştır.

Çalışmaya ArcGIS programında DEM haritalardan ve 1/1.000 ölçekli topoğrafik haritadan TIN üretim işlemi ile başlanılmıştır. İşlem, ArcGIS → Arcmap → 3d Analyst Tools → Data Management → TIN → Create TIN şeklinde gerçekleştirilmiştir. TIN oluşturulması, tanımlanan nokta ve çizgi kot verilerinden üçgenler elde etme işlemidir. Arcmap programında HEC-GeoRAS, ArcGIS Spatial, Analyst ve 3d Analyst fonksiyonları etkin hale getirilmiştir. Etkinleştirme işlemi, Customize → Extensions şeklinde yapılarak HEC-GeoRAS arayüz uzantısı araç çubuğu menüsüne ilave edilmiştir. Customize → Tool bar işaretlenerek HEC-GeoRAS seçilmiştir. HEC-GeoRAS ile akarsu, nehir kıyıları (yamaç), akım yolu (flowpaths) ve kesitler katmanları oluşturulmuştur. RAS Geometry → Create RAS Layers → Stream Centerline River reach name / **ID**, River connectivity (RAS Geometry – stream center line attributes- topology) Riverlength / station (RAS Geometry – stream center line attributeslength/station) tanımlamaları yapılarak dere yamaçları belirlenmiştir.

RAS Geometry → Create RAS Layers → Bank Lines Akım yolu verisi tanımlanmıştır. RAS Geometry → Create RAS Layers → Flow Path Centerlines Flowpath akarsuyun akım çizgisi centerline channel, "sol ve sağ taşkın yatağı akım çizgisi-left-right ile "Flowpath" katmanı içine çizilerek kesit katmanı oluşturulmuştur. Kesitler arası ve üzeri mesafeler RAS Geometry → Create RAS Layers → XS CutLines aşaması ile belirlenmiştir. Topoloji, uzunluk ve yükseklik değerleri belirlenerek katmanlar üç boyutlu hale getirilmiştir. RAS Geometry → Stream Center line Attributes → All. Aynı şekilde kesit hatlarını 3 boyutlu olarak tanımlanması RAS Geometry → XS Cut Lines Attributes → All şeklinde yapılmıştır. Böylece oluşturulan katmanlar HECRAS formatına dönüştürülmüştür. RAS Geometry → Export RAS data fonksiyonu ile bu dönüşümü gerçekleştirilmiştir.

HEC-RAS'ta yapılan işlemler genel olarak;

1. Geometrinin düzenlenmesi için veri dönüştürme, birim seçimi, dere yatağının düzenlenmesi, manning pürüzlülük katsayısının belirlenmesi.
2. Kararlı akım şartlarının düzenlenmesi için akım profil sayısı, akım değerlerinin girilmesi, akım sınır şartlarının belirlenmesi.
3. Kararlı akımın analizi akım rejiminin belirlenmesi, $F > 1 \rightarrow$ Sel Rejimi (kritik üstü), $F = 1 \rightarrow$ Kritik Rejim, $F < 1 \rightarrow$ Nehir Rejimi (kritik altı) şeklinde gerçekleştirilmiştir.

HEC-RAS programında veri olarak kullanılan pürüzlülük katsayısı akım sırasında önemli bir etkidir. Pürüzlülük katsayısını, akarsu yatağındaki malzemenin cinsi, bitki örtüsü, enine sanat yapıların sayısı ve şekli, kanal en kesitinin şekli, kanalın düzenli-düzensizliği ve akarsu boyunca mendereslenme durumu gibi birçok parametre belirler. Bu çalışmada, DSİ tarafından önerilen ve 1956 yılında Cowan tarafından geliştirilen Denklem 4.1'de ifade edilen pürüzlülük katsayısı kullanılmıştır (Tablo 4.1).

$$n = m * (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) \quad (4.1)$$

Burada;

n : Pürüzlülük katsayısı,

n₀ : Akarsu yatağındaki malzemenin cinsi,

n₁ : Kanal düzensizlik derecesi,

n₂ : Kanal yarıçapındaki değişim,

n₃ : Engellerin benzer etkileri,

n₄ : Bitki örtüsü,

m : Kanal kıvrım derecesini ifade etmektedir (Efe ve Önen, 2015).

Tablo 4.1. DSI'nin önermiş olduğu pürüzlülük katsayısı değerleri

Yataktaki malzeme cinsi	Beton	Ort. Dane çapı (mm)		n ₀	0.012-0.018
	Kaya		-		-
	Sert Kaya		-		0.025-0.032
	İri Kum		1-2		0.026-0.035
	İnce Çakıl		-		-
	Çakıl		2-64		0.028-0.035
	İri Çakıl		-		-
	İri taş		64-256		0.030-0.050
	Yumru Kaya		>256		0.040-0.070
Kanal şev durumu	Pürüzsüz			n ₁	0.000
		Beton duvar			0.003
	Önemsiz	Taş duvar			0.005
		İstifli taş tahkimat			0.008
	Orta				0.010
		Ağaçsız yamaç			0.015
	Şiddetli	Ağaçlı yamaç			0.020
Kanal kesit değişimi	Aşamalı			n ₂	0.000
	Ara sıra değişen				0.005
	Sık değişen				0.010-0.015
Kanaldeki engeller (Birikinti, Tümsek, Düşü, Köprü Ayağı)	İhmal edilebilir	(engel /Kesit alanı) * 100	<%5	n ₃	0.000
	Önemsiz		%5-15		0.010-0.015
	Kayda değer		%15-50		0.020-0.030
	Şiddetli		>%50		0.040-0.060
Kanal bitki örtüsü	Düşük			n ₄	0.005-0.010
	Orta				0.010-0.025
	Yüksek				0.025-0.050
	Çok yüksek				0.050-0.100
Kanal Kuvrımı	Önemsiz	Dere uzunluğu / Kuş uçuşu uzunluk	1-1,2	m	1.000
	Kayda değer		1,2-1,5		1.150
	Şiddetli		>1,5		1.300

Bu çalışmada, System International (SI/Metrik Sistem), Manning Pürüzlülük Katsayısı DSI kriterlerine göre, Çapakçur, Gayt ve Göynük Çayı için 0.085 hesaplanmış ve modellemelerde kullanılmıştır.

HEC-RAS modelleme çalışmalarında diğer bir aşamada akım çeşidinin tanımlanmasıdır. Akım çeşitleri aşağıda verilmiştir.

Düzenli (kararlı - permanent) akım: Açık kanallarda su derinliği zamanla değişmediği akımlardır.

Düzensiz (kararsız - permanent olmayan) akım: Açık kanallarda su derinliği zamanla değişiyorsa bu akım düzensiz akımdır.

Üniform akım: Açık kanallarda su derinliğinin, kanalın her kesitinde aynı ise, bu akım üniform akım olarak tanımlanmaktadır. Bu akımda, enerji çizgisi, su yüzeyi ve kanal tabanı birbirine paralel olarak tanımlanır.

Üniform olmayan akım: Su derinliğinin kanalın her kesitinde farklı derinlikte ise bu akım üniform olmayan akım olarak tanımlanmaktadır.

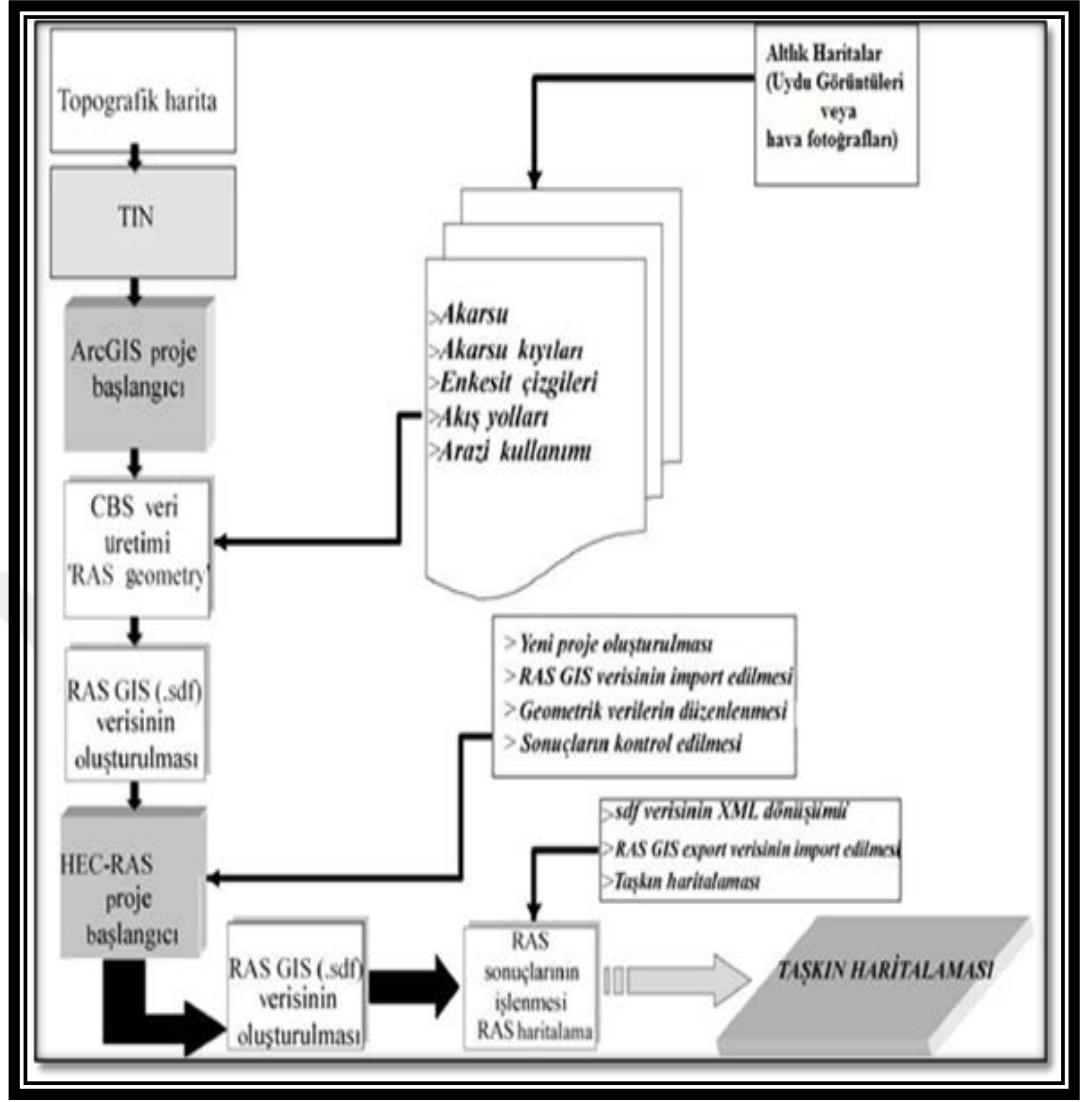
Bu tez çalışmasında Çapakçur, Gayt ve Göynük Çayları için akım tipi kararlı akım olarak alınmış ve modellemede uygulanmıştır. Ayrıca modellemede, akım sınır şartları için kritik derinlik ön görülmüştür.

Taşkın debilerinin belirlenmesi amacıyla, meteorolojik ve havza özellikleri kullanılarak hesaplanan sentetik yöntemlerden DSİ Sentetik ve Süperpozesiz Mockus yöntemleri kullanılmıştır. Bu yöntemlerden Çapakçur Havzası için en uygun sonucun Süperpozesiz Mockus yöntemine göre hesaplanan taşkın debileri olduğu değerlendirilmiş ve Q_2 , Q_5 , Q_{10} , Q_{25} , Q_{50} , Q_{100} , Q_{500} ve Q_{1000} debileri HEC-RAS hidrolik modelleme çalışmasında kullanılmıştır. Aynı meteorolojik şartlara sahip Gayt Çayı havzasının oluşturacağı taşkın debileri için de alan oranlama yöntemi uygulanmıştır.

HEC-RAS'ta belirlenmesi gereken bir başka çalışmada akım rejiminin tanımlanmasıdır. Açık kanallarda nehir rejimi akımları, kritik akımlar ve sel rejimi akımları şeklinde üç çeşit akım gözlenir.

Nehir rejiminde akımlar için hız kritik hızdan küçüktür ve derinlik kritik derinlikten büyük şeklinde, sel rejiminde akımlar için hız kritik hızdan büyük ve derinlik kritik derinlikten küçük şeklinde tanımlanmıştır. Çapakçur Çayı akımın rejimi nehir rejimi olarak belirlenmiştir.

HEC-GeoRAS'ta oluşturulan sayısal yükseklik modeli HEC-RAS'a aktarılmış ve. HEC-RAS'ta gerekli düzeltmeler yapılmış, hesaplanan hidrolik ve hidrolojik parametreler tanımlanmıştır. Hidrolik modelleme ile belirlenen taşkın su seviyeleri RasGIS.sdf çıktı dosyası şeklinde HEC-GeoRAS'a aktarılmıştır. HEC-GeoRAS'ta gerçekleştirilen haritalandırma çalışmaları TIN üzerine eklenmiştir. ArcGIS CBS tabanlı bilgisayar yazılım programı destekli HEC-GeoRAS ve HEC-RAS programları kullanılarak oluşturulan akış şeması Şekil 4.3'de gösterilmiştir (Akar ve Maktav, 2008).

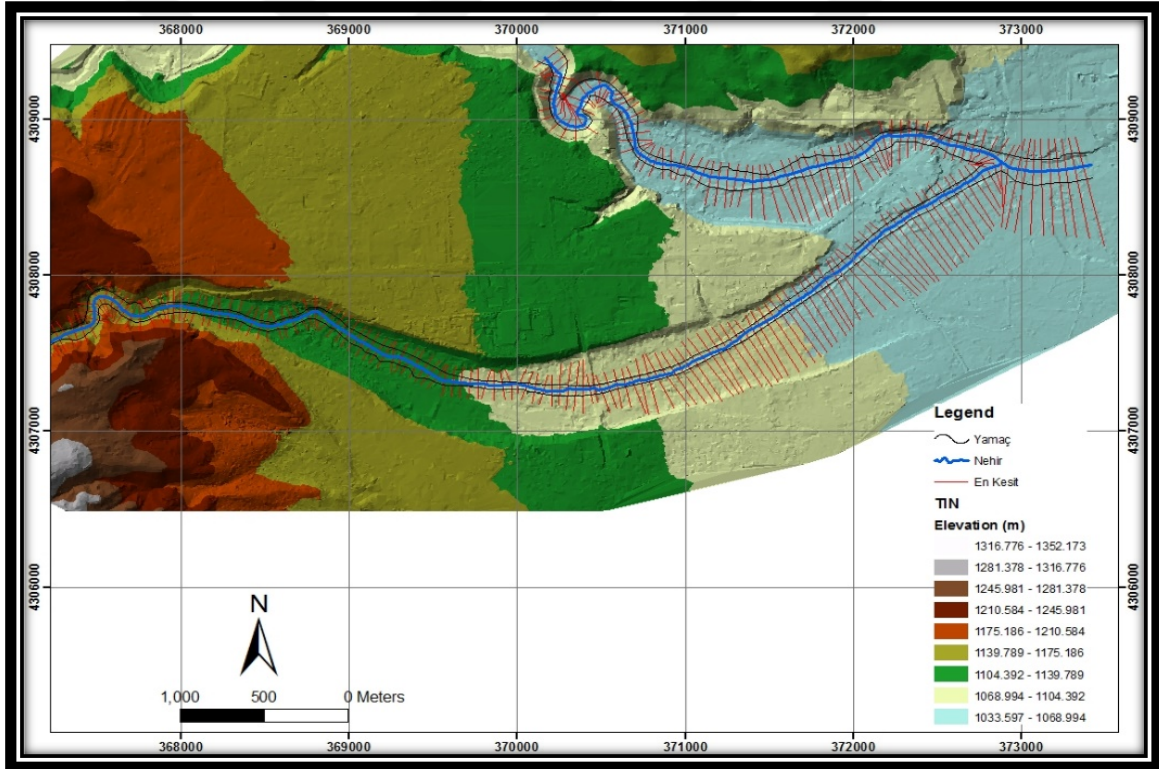


Şekil 4.3. CBS yöntemleriyle taşkın analizlerinin akış diyagramı (Akar, Maktav, 2008; Yaylak, 2016)

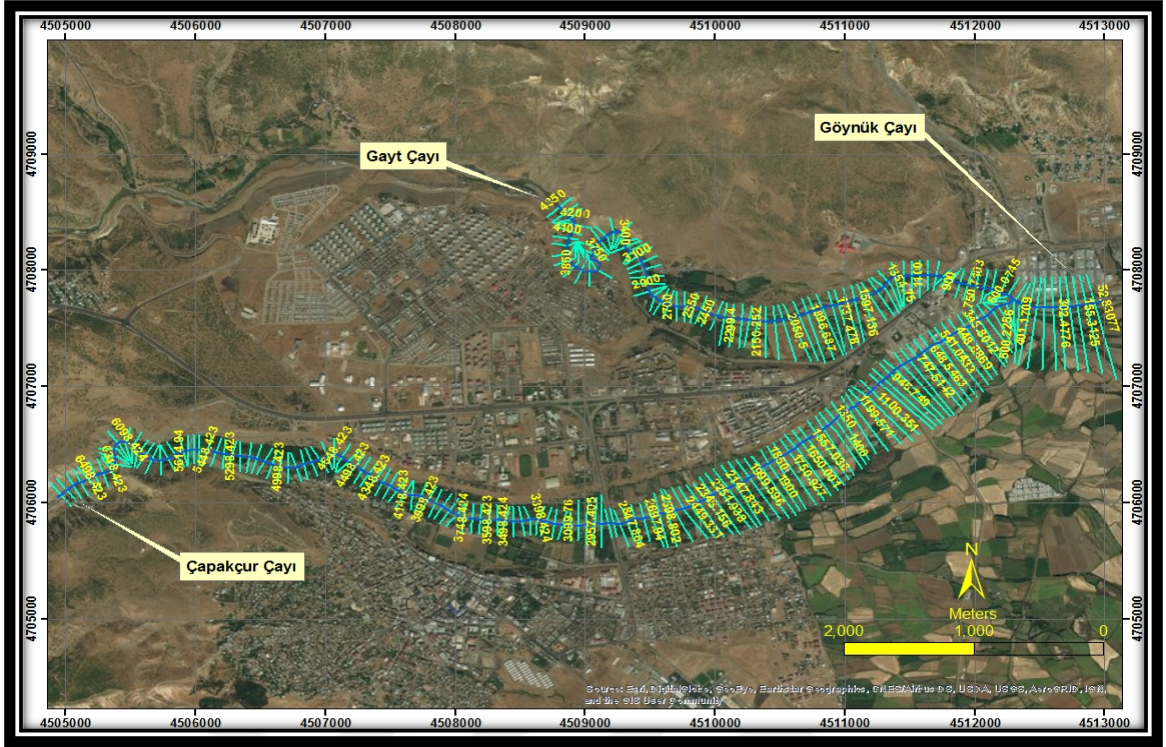
Çapakçur Çayı için 6671.947 m'lik, Gayt Çayı için 3806.44 m'lik ve Çapakçur ve Gayt Çayı birleşiminde sonra tanımlanan Göynük Çayı için 543.56 m'lik kısım modellenmiştir. Çapakçur Çayı üzerinde 135 enkesit, Gayt Çayı üzerinde 75 enkesit ve Göynük Çayı üzerinde 11 enkesit alınmıştır.

Geometrik verilerin oluşturulmasında ArcGIS CBS programının bir arayüzü olan HeC-GeoRAS yazılımında öncelikle çalışma alanına ait 1/1000 ölçekli haritadan TIN modeli oluşturulmuştur (Şekil 4.4).

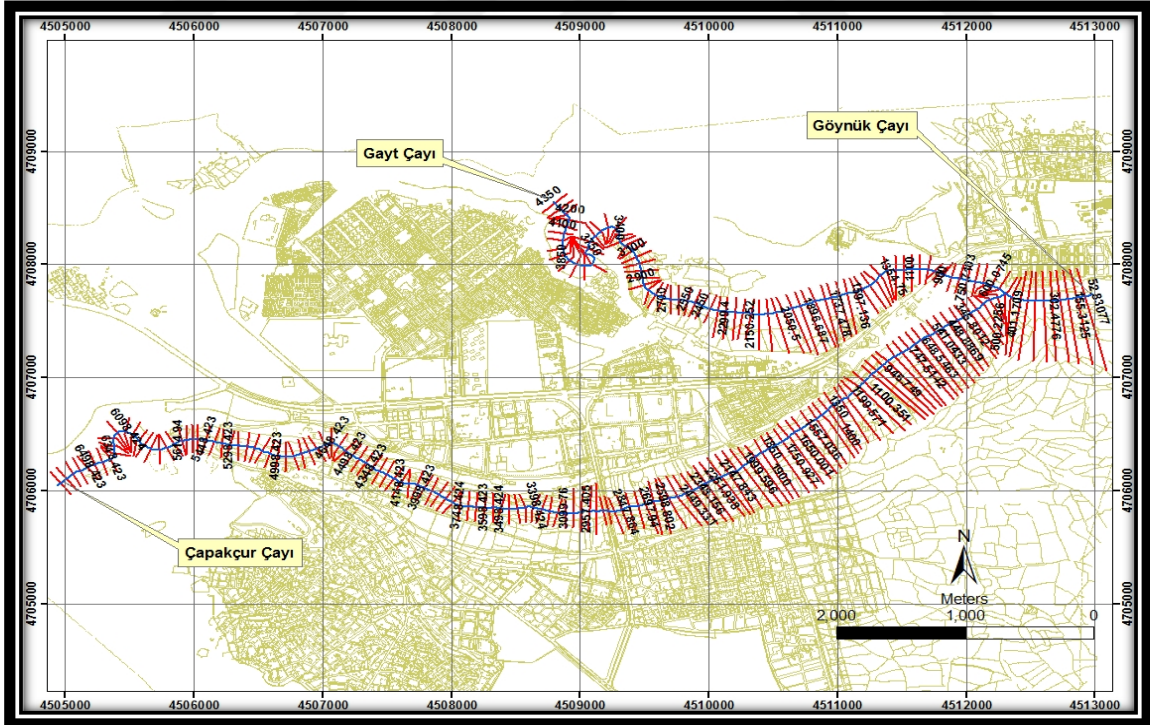
Elde edilen TIN verisinden sonra modellemesi yapılan derelere ait geometrik verilerin sayısallaştırılması gerçekleştirilmiştir. Geometrik veriler, TIN modeli, uydu görüntüsü, arazi gözlemlerinden faydalanılarak sayısallaştırılmıştır. TIN modeli üzerinde, dere merkez hatları (Stream Centerline), dere yamaçları (Left Over Bank-Right Over Bank), akış yolları (Flowpath), en kesitler (XS Cutlines) ve köprüler (Bridge/Culvert) tanımlanmıştır (Şekil 4.4 - 4.6). HEC-GeoRAS'ta derelere ait sayısallaştırılan bu fiziksel parametreler HEC-RAS programına altlık oluşturmuştur. Çapakçur, Gayt ve Göynük Çaylarının hidrolik analizleri HEC-RAS modeli (Versiyon 5.0.3) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Hec-GeoRAS programından aktarılan derelere ait geometrik veriler, HEC-RAS programında otomatik olarak okunmuştur (Şekil 4.7).



Şekil 4.4. TIN üzerinde geometrik dataların genel vaziyet planı



Şekil .4.5. Uydü görüntüsü üzerinde geometrik dataların genel vaziyet planı



Şekil 4.6. İmar planı görüntüsü üzerinde geometrik dataların genel vaziyet planı

5. BULGULAR ve TARTIŞMA

5.1. Manning (Pürüzlülük) Katsayısının Belirlenmesi

Çapakçur Çay yatağı manning katsayısı Denklem 4.1’de verilen eşitlik ile hesaplanmıştır.

Çay yatağında çoğunlukla iri çakıllar mevcuttur. Kanal şevleri yer yer ağaçla kaplıdır. Dere kesiti arasına değişen bir topoğrafya sunmaktadır. Çapakçur Çayı üzerinde kayda değer iki adet karayolu geçiş yapısı yer alır. Ayrıca, çay yatağı önemsiz olmayan bir kıvrım yapısına ve orta derece olarak sınıflayabileceğimiz bir bitki örtüsüne sahiptir.

$$n = 1*(0.03 + 0.02 + 0.005 + 0.02 + 0.01) = 0.085$$

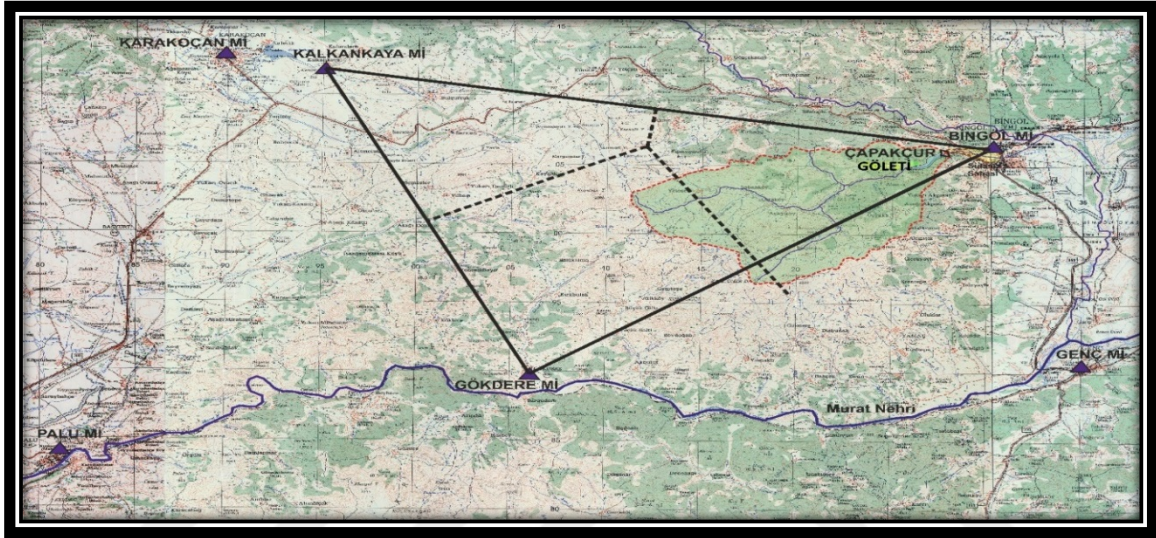
Çapakçur Çayı için Manning Katsayısı 0.085 olarak hesaplanmıştır. Çapakçur Çayı yatağındaki malzemenin menba kısmındaki görünümü Şekil 5.1’de verilmiştir.



Şekil 5.1. Çapakçur Çayı yatağındaki malzemelerin menba kısmındaki görünümü

5.2. Taşkın Hidrolojisi

Taşkın hidrolojisi çalışmaları kapsamında hesaplanan debiler için parametreler DSİ (2017) Hidroloji Etüt Raporu'ndan alınmıştır. Çapakçur Çayı üzerinde Akım Gözlem İstasyonu bulunmamaktadır. Çapakçur Havzası yağış alanı, Thiessen Poligonuna göre belirlenmiş olup, % 19 oranında Gökdere Meteoroloji İstasyonu ve % 89 oranında Bingöl Meteoroloji İstasyonuna ait yağış alanı etkisi altında kaldığı hesaplanmıştır (Şekil 5.2).



Şekil 5.2. Proje yağış alanı thiessen poligon haritası

Gökdere Meteoroloji İstasyonu ve Bingöl Meteoroloji İstasyonunun Thiessen Poligonuna göre yağış alanını etkileme oranları dikkate alınarak, gölet yağış alanı yinelenmeli maksimum yağışları hesaplanmıştır. Havzanın yağış alanları maksimum yağış-süre-yinelenme değerlerinin hesaplanmasında, Bingöl Meteoroloji İstasyonu plüviyograf oranlarından faydalanılmıştır (Tablo 5.1). Havza alanında yapılan müteferrik debi ölçü değerlerinin mertebe olarak küçük olması sebebiyle baz akım değeri ihmal edilmiştir.

Tablo 5.1. Bingöl Meteoroloji İstasyonu plüviyograf oranları

Zaman (saat)	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	12.0	18.0	24.0
PLV	0.22	0.29	0.36	0.41	0.45	0.49	0.53	0.59	0.71	0.87	1.0

Yağış alanı muhtemel maksimum yağış (MMY) değerinin hesaplanmasında; Doğu Anadolu Havzası **km** zarf eğrisi kullanılmıştır. Gökdere Meteoroloji İstasyonu muhtemel maksimum yağış ve Bingöl Meteoroloji İstasyonu'nun muhtemel maksimum yağışları dikkate alınarak belirlenen MMY yağışı, 172.8 **mm** olarak hesaplanmış olup Tablo 5.2 – 5.6' da verilmiştir.

Tablo 5.2. Gökdere Meteoroloji İstasyonu yağış değerleri

Sıra No	Yıllar	P mm	Sıralı	Sıra No	Yıllar	P mm	Sıralı
1	1943	50.2	26.2	51	1993	49.5	67.2
2	1944	47.3	28.2	52	1994	53.6	67.6
3	1945	45.4	32.6	53	1995	68.8	68.7
4	1946	45.2	33.7	54	1996	37.0	68.8
5	1947	53.7	37.0	55	1997	49.7	69.5
6	1948	26.2	37.4	56	1998	76.8	69.7
7	1949	32.6	37.7	57	1999	42.1	70.1
8	1950	39.3	38.2	58	2000	45.1	72.2
9	1951	28.2	39.3	59	2001	62.0	72.9
10	1952	--	40.0	60	2002	58.6	73.7
11	1953	92.3	40.3	61	2003	67.6	76.8
12	1954	37.4	40.6	62	2004	70.1	77.4
13	1955	--	41.1	63	2005	54.2	78.0
14	1956	--	42.1	64	2006	55.7	79.9
15	1957	40.3	42.4	65	2007	55.2	83.4
16	1958	--	45.1	66	2008	60.5	92.3
17	1959	--	45.2	67	2009	78.0	97.2
18	1960	72.2	45.2	68	2010	142.7	103.8
19	1961	83.4	45.4	69	2011	53.2	142.7
20	1962	41.1	46.6	70	2012	55.0	
21	1963	97.2	47.3	71	2013	40.0	
22	1964	48.7	47.4	72	2014	48.0	
23	1965	67.2	47.5	73	2015	62.6	
24	1966	68.7	48.0	74	2016	61.1	
25	1967	69.7	48.7				
26	1968	79.9	48.7				
27	1969	45.2	48.9				
28	1970	38.2	49.5				
29	1971	47.5	49.7				
30	1972	33.7	50.2				
31	1973	37.7	50.4				
32	1974	77.4	51.0				
33	1975	64.6	53.2				
34	1976	103.8	53.6				
35	1977	55.0	53.7				
36	1978	63.1	54.2				
37	1979	48.7	54.5				
38	1980	73.7	55.0				
39	1981	51.0	55.0				
40	1982	63.5	55.2				
41	1983	47.4	55.7				
42	1984	50.4	58.6				
43	1985	46.6	60.5				
44	1986	40.6	61.1				
45	1987	69.5	61.1				
46	1988	42.4	62.0				
47	1989	48.9	62.6				
48	1990	72.9	63.1				
49	1991	61.1	63.5				
50	1992	54.5	64.6				

Tablo 5.3. Gökdere Meteoroloji İstasyonu yağış değerleri ortalaması

N	=	69	yıl
P_{max}	=	142.7	mm
ΣP	=	3950.7	
ΣP_(-P_{max})	=	3808.0	
Port	=	57.3	mm
Port_(-P_{max})	=	56.0	
Port_(-P_{max})/Port	=	0.9781	
S	=	19.0343	mm
S_(-P_{max})	=	16.0358	mm
S_(-P_{max})/S	=	0.8425	
Port M₁	=	0.9970	
PortM₂	=	1.0000	
SM₁	=	0.9035	
SM₂	=	1.0000	
Port*PortM₁*PortM₂	=	57.0854	mm
S*SM₁*SM₂	=	17.1972	mm
K_M	=	7.00	
DOĞU ANADOLU			
P_{MMY}	=	177.47	mm

Not : MMY 1.13 ile çarpılmamıştır. Hesaplar Hersfield yöntemine göre yapılmıştır.

Tablo 5.4. Bingöl Meteoroloji İstasyonu yağış değerleri

Sıra No	Yıllar	P mm	Sıralı	Sıra No	Yıllar	P mm	Sıralı
1	1966	58.4	45.5				
2	1967	62.9	48.5				
3	1968	122.4	49.4				
4	1969	57.0	50.4				
5	1970	73.8	53.2				
6	1971	63.4	56.8				
7	1972	59.5	57.0				
8	1973	50.4	58.4				
9	1974	67.1	59.5				
10	1975	78.2	62.9				
11	1976	83.7	63.4				
12	1977	53.2	65.3				
13	1978	65.3	67.1				
14	1979	89.8	71.5				
15	1980	72.1	72.1				
16	1981	49.4	73.8				
17	1982	73.8	73.8				
18	1983	56.8	77.6				
19	1984	71.5	78.2				
20	1985	45.5	83.7				
21	1986	48.5	89.8				
22	1987	77.6	122.4				

Tablo 5.5. Bingöl Meteoroloji İstasyonu yağış değerleri ortalaması

N	=	22	yıl
P _{max}	=	122.4	mm
ΣP	=	1480.3	
ΣP _(-P_{max})	=	1357.9	
Port	=	67.3	mm
Port _(-P_{max})	=	64.7	
Port _(-P_{max}) /Port	=	0.9610	
S	=	17.1684	mm
S _(-P_{max})	=	12.2631	mm
S _(-P_{max}) /S	=	0.7143	
Port M ₁	=	1.0034	
PortM ₂	=	1.0170	
SM ₁	=	0.8272	
SM ₂	=	1.0770	
Port*PortM ₁ *PortM ₂	=	68.6603	mm
S*SM ₁ *SM ₂	=	15.2946	mm
K _M	=	5.50	
Doğu Anadolu			
P _{MMY}	=	152.78	mm

Not: MMY 1,13 ile çarpılmamıştır. Hesaplar Hersfield Yöntemine göre yapılmıştır.

Tablo 5.6. Meteoroloji istasyonlarına göre yağış alanı ortalaması

İstasyon Adı	Thissen Oranı ,%	2	5	10	25	50	100	500
Gökdere Mİ	0.19	63.7	78.6	89.3	103.6	114.9	126.8	152.8
Bingöl Mİ	0.81	53.2	69.5	80.4	94.1	104.2	114.3	177.5
Yağış Alanı Ortalaması	1	55.2	71.3	82.1	95.9	106.2	116.7	172.8

Çapakçur Havzası fiziksel özellikleri;

Yağış Alanı; **A = 105.8 km²**

Dere Boyu; **L = 23.65 km**

Lc Değeri.....; **Lc = 12.08 km**

5.2.1. Taşkın Debi Hesaplamaları

Havzanın taşkın debisi, Denklem 5.1 – 5.4’den elde edilen parametreler esas alınarak sentetik yöntemlerden DSİ Sentetik Yöntemi (Denklem 5.5 – 5.8) ve Süperpozesiz Mockus (Denklem 5.9 – 5.13) Yöntemine göre ayrı ayrı hesaplanmıştır. Çapakçur Havzasına ait taşkın debisi hesaplamalarında kullanılacak havzaya ait fiziksel özellikler Tablo 5.7 - 5.9’da verilmiştir.

Tablo 5.7. Çapakçur havzasının fiziksel özellikleri

A(km ²)	L(km)	L _c (km)	S _{Har.}	C _{II}	C _{III}
105.82	23.650	12.080	0.036	80	91

Tablo 5.8. Harmonik eğim hesabı

Sıra No	Kot (m)	Kot Farkı (m)	L/10 (m)	(l/h) ^{0.5}
0	1152			
1	1194	42	2365	7.504
2	1264	70	2365	5.813
3	1330	66	2365	5.986
4	1389	59	2365	6.331
5	1466	77	2365	5.542
6	1536	70	2365	5.813
7	1620	84	2365	5.306
8	1720	100	2365	4.863
9	1948	228	2365	3.221
10	2400	452	2365	2.287
			TOPLAM	52.67

Tablo 5.9. Hidrografiya değerleri

T/Tp	T Saat	Q/Qp Saat	Q m ³ /s/mm
0.0	0.00	0.000	0.00
0.1	0.46	0.015	0.07
0.2	0.92	0.075	0.36
0.3	1.38	0.160	0.76
0.4	1.84	0.280	1.33
0.5	2.30	0.430	2.05
0.6	2.76	0.600	2.86
0.7	3.22	0.770	3.67
0.8	3.68	0.890	4.24
0.9	4.14	0.970	4.62
1.0	4.60	1.000	4.76
1.1	5.06	0.980	4.67
1.2	5.52	0.920	4.38
1.3	5.98	0.840	4.00
1.4	6.44	0.750	3.57
1.5	6.90	0.660	3.14
1.6	7.36	0.560	2.67
1.8	8.28	0.420	2.00
2.0	9.20	0.320	1.52
2.2	10.12	0.240	1.14
2.4	11.04	0.180	0.86
2.6	11.96	0.130	0.62
2.8	12.88	0.098	0.47
3.0	13.80	0.075	0.36
3.5	16.10	0.036	0.17
4.0	18.40	0.018	0.09
4.5	20.70	0.009	0.04
5.0	23.00	0.004	0.02

$$q_p = 414 / [A^{0.225} * (L * L_c * S^{1/2})^{0.16}] = 44.986719 \text{ L/s/km}^2/\text{mm} \quad (5.1)$$

$$Q_p = A * q_p * 10^{-3} = 4.760494588 \text{ m}^3/\text{s}/\text{mm} \quad (5.2)$$

$$V_p = A * 10^3 = 105820 \text{ m}^3 \quad (5.3)$$

$$T = 3.65(V_p/Q_p) = 81135.05705 \text{ s} = 23 \text{ saat} \quad (5.4)$$

$$T_p = T/5 = 4.6 \text{ Saat}$$

Çapakçur Havzası DSİ Sentetik Yöntemi ile Taşkın Hesabı

$$S = (10 / (\sum (1/S_i^{1/2}))^2 \quad (5.5)$$

$$S = 0,036$$

$$q_p = 414 / (A^{0.225} \times E^{0.16}) \quad (5.6)$$

$$q_p = 44.96 \text{ L/s/km}^2/\text{mm}$$

$$Q_p = A \times q_p \times 10^{-3} \quad (5.7)$$

$$Q_p = 4.76 \text{ m}^3/\text{s}/\text{mm}$$

$$T_p = 202.78 / q_p \quad (5.8)$$

$$T_p = 4.6 \text{ saat}$$

Maksimum yağışlar 1.13 maksimize katsayısı ile çarpılmış, yağış alan dağılım katsayısı 105.8 **km**² ve 12 saatlik kritik yağış süresi için 0.954 kabul edilerek yerine

formülüne edilmiştir. Plüviyograf oranı olarak Bingöl Meteoroloji İstasyonu'nun plüviyograf oranları kullanılmıştır. Havza (B-Bölgesi) için kabul edilen zaman dağılım oranları maksimum yağışlara uygulanmış, altışar saatlik yağışlar, (80) nolu eğri yardımıyla akışa çevrilmiştir. İkişer saatlik artım akışlar iki saatlik birim hidrograf koordinatları ile çarpılarak ötelenmiş, maksimum taşkın debilerini, 6 saatlik yağışların oluşturduğu belirlenmiştir. DSİ Sentetik Yöntemine göre proje sağınak süresi olarak kabul edilen 6 saatlik yağışların oluşturacağı taşkın pik debileri Tablo 5.10' da verilmiştir.

Tablo 5.10. Çapakçur Havzası DSİ Sentetik Metot hesap sonuçları

Yin. Debi.	2	4	6	8	12	18	24
Q2	3.1	9.4	15.1	18.5	23.7	25.3	26.6
Q5	10.3	21.7	30.8	35.2	39.5	42.8	44.6
Q10	17.3	32.7	43.8	48.6	52.9	56.9	59.4
Q25	28.6	49.2	63.2	68.1	72.2	76.8	80.0
Q50	38.7	63.5	79.6	84.3	88.5	93.4	97.2
Q100	50.0	79.0	97.1	101.4	106.0	111.6	115.7
Qkat	193.4	248.3	266.7	262.3	263.8	271.4	275.0

Çapakçur Havzası Süperpozisiz Mockus Yöntemi ile Taşkın Hesabı:

Proje yağış alanı için daha önce verilen hidrolojik parametrelere ek olarak;

$$T_c = 0.00032 \times (L)^{0.77} \times S^{-0.385} \quad (5.9)$$

$$T_c = 0.00032 \times (23650)^{0.77} \times (0.036)^{-0.385} \quad (5.10)$$

$$T_c = 2.68 \text{ saat}$$

$$D = 2 (T_c)^{1/2} = 3.28 \text{ sa} = 3.5 \text{ sa} \quad (5.11)$$

$$T_p = 0.5 \times D + 0.6 \times T_c = \quad (5.12)$$

$$T_p = 2.00 \text{ saat}$$

$$Q_p = (K \times A \times H_a) / T_p \quad (5.13)$$

$$K = 0.208 \text{ için; } Q_p = 6.55 \text{ m}^3/\text{s}/\text{mm}$$

$$K = 0.163 \text{ için; } Q_p = 5.13 \text{ m}^3/\text{s}/\text{mm}$$

Etkili yağış süresi olarak kabul edilen (3.5) saatlik yağışlar, (1.13) maksimize katsayısı, 3.5 saatlik plüviyograf oranı olan (0.429) ve YADK (0.933) ile çarpıldıktan sonra (80) nolu eğri yardımıyla akışa çevrilmiştir. $Q_p=6.55 \text{ m}^3/\text{s}/\text{mm}$ ile çarpılarak Süperpozesiz Mockus metoduna göre çeşitli sıklıktaki taşkın yinelenme debileri Denklem 5.14 - 5.17'e göre hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 5.11 - 5.13' de verilmiştir.

$$A=105.82 \text{ km}^2 \quad L=23650 \text{ m} \quad S=0.0360553 \quad S^{1/2}=10/\sum(1/S^{1/2}) \quad (5.14)$$

$$S=0.18988$$

$$T_c=2.68273 \quad D=3.27581 \quad D=3.5\text{saat} \quad K_1=0.208 \quad K_2=0.163$$

$$D=2*(T_c)^{1/2} \quad (5.15)$$

$$T_p=0.5D+0.6T_c \quad T_p=3.35964\text{saat} \quad (5.16)$$

$$Q_p=K*A*h_a/T_p \quad (5.17)$$

$$Q_p=6.55147 \text{ m}^3/\text{s}/\text{mm} \quad (K_1 \text{ için})$$

$$Q_p=5.13408 \text{ m}^3/\text{s}/\text{mm} \quad (K_2 \text{ için})$$

Tablo 5.11. Çapakçur Çayı mockus yöntemine göre taşkın debilerini hesabı

Sıra No	H(m)	h(m)	$l = L / 10 \text{ (m)}$	$(1/h)^{1/2}$
0	1152	0	2365	
1	1194	42		7.50
2	1264	70		5.81
3	1330	66		5.99
4	1389	59		6.33
5	1466	77		5.54
6	1536	70		5.81
7	1620	84		5.31
8	1720	100		4.86
9	1948	228		3.22
10	2400	452		2.29
	1248	1248	$\sum 1/S^{1/2}$	52.67

Tablo 5.12. Çapakçur Çayı mockus yöntemine göre taşkın debilerini hesabı

T(Saat)	%	MF	YADK	PLV
3.5	1.00	1.13	0.933	0.429

Tablo 5.13. Çapakçur Çayı mockus yöntemine göre taşkın debilerini hesabı

Yıl	2	5	10	25	50	100	KAT(Y)
SON ÇARPIM	53.30	69.90	81.60	97.00	109.00	121.20	172.8
0.45229041	24.11	31.62	36.91	43.87	49.30	54.82	78.16
AKIŞ (mm)	1.74	4.34	6.68	10.26	13.38	16.80	54.43
Q_p= 6.55147 K₁= 0.208	11.4	28.4	43.8	67.2	87.7	110.0	356.6
Q_p= 5.13408 K₂= 0.163	8.9	22.3	34.3	52.7	68.7	86.2	279.5

Çapakçur Havzasında, DSİ Sentetik ve Mockus yöntemleri kullanılarak yapılan taşkın hesaplarında, Süperpozesiz Mockus Yöntemi (**K=0.208**) taşkın debilerinin kullanılması DSİ tarafından önerilmiştir (Tablo 5.14 ve Tablo 5.15) ve HEC-RAS hidrolik modelleme çalışmalarında bu yöneme ait değerler esas alınmıştır.

Tablo 5.14. DSİ Sentetik ve Süperpozesiz Mockus Yöntemine göre taşkın debileri

Yıllar	DSİ Sentetik Yöntem	Mockus Sentetik Yöntem (K=0.208)	Mockus Sentetik Yöntem (K=0.163)
Q ₂	24	11	8.9
Q ₅	40	28	22.3
Q ₁₀	53	44	34.3
Q ₂₅	72	67	52.7
Q ₅₀	89	88	68.7
Q ₁₀₀	106	110	86.2
Q ₅₀₀	143	156	122.2
Q ₁₀₀₀	158	176	137.6
Q ₁₀₀₀₀	211	241	189.0

DSİ Sentetik ve Mockus sentetik yönteminde baz akım mertebesi olarak çok küçük olması sebebiyle ihmal edilmiştir. Q₅₀₀, Q₁₀₀₀ ve Q_{10 000} debileri formül yardımı ile hesaplanmıştır.

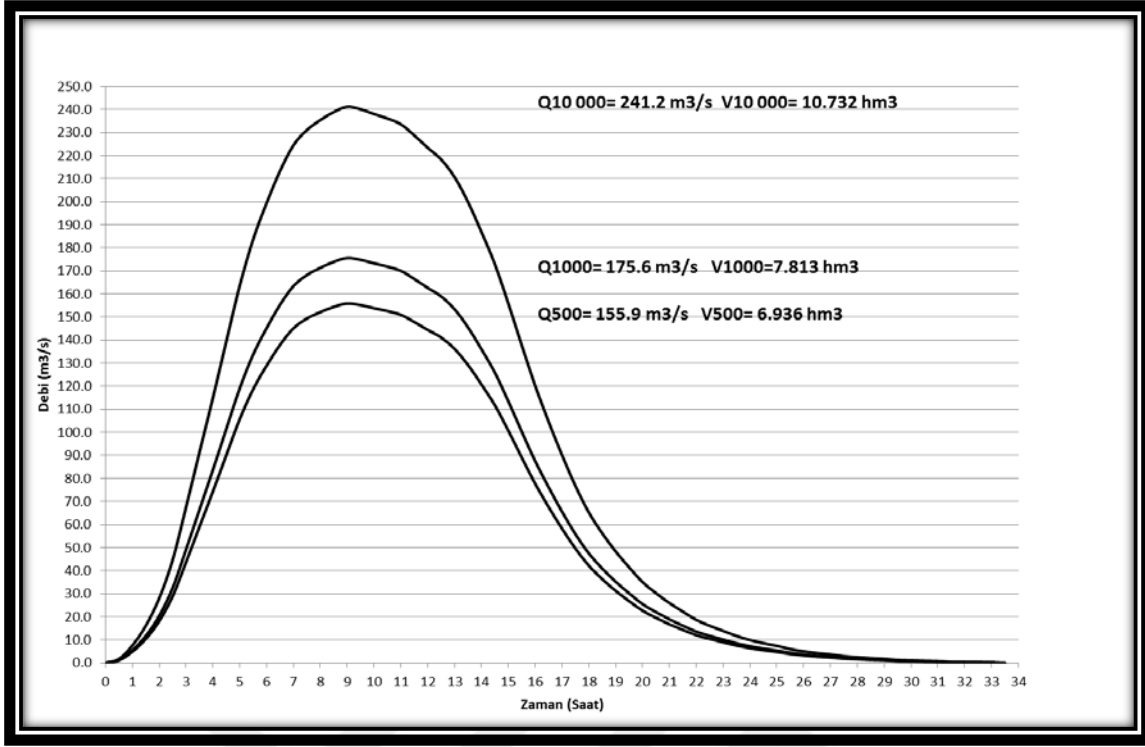
Tablo 5.15. Çapakçur Çayı taşkın debileri mukayese tablosu (m³/s)

Tekerrür Yılları	DSİ Sentetik Yöntem	Mockus Sentetik Yöntem (K=0.208)
Q ₂	23.7	11.4
Q ₅	39.5	28.4
Q ₁₀	52.9	43.8
Q ₂₅	72.2	67.2
Q ₅₀	88.5	87.7
Q ₁₀₀	106	110
Q ₅₀₀	142.6	155.9
Q ₁₀₀₀	158.4	175.6
Q ₁₀₀₀₀	210.9	241.2

Çapakçur Göleti yeri için Q₅₀₀, Q₁₀₀₀ ve Q₁₀₀₀₀ debileri, formül yardımıyla hesaplanmıştır. Bu debilerin hidrograf değerleri Tablo 5.16'da grafikleri ise Şekil 5.3'de verilmiştir. Q₅₀₀, Q₁₀₀₀ ve Q₁₀₀₀₀ debilerinin hidrograf değerleri, Q₁₀₀ debisi boyutsuz hale getirilerek elde edilmiştir.

Tablo 5.16. Tekerrürlü taşkın debilerinin hidrograf değerleri

T	DSİ Sentetik Q_{100}	Q_{100} (Boyutsuz)	Q_{500}	Q_{1000}	$Q_{10\,000}$
0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.5	0.75	0.01	1.1	1.2	1.7
1	3.32	0.03	4.9	5.5	7.6
1.5	7.08	0.07	10.4	11.7	16.1
2	12.30	0.12	18.1	20.4	28.0
2.5	19.60	0.18	28.8	32.5	44.6
3	29.68	0.28	43.7	49.2	67.6
3.5	40.12	0.38	59.0	66.5	91.3
4	50.48	0.48	74.3	83.7	114.9
4.5	61.25	0.58	90.1	101.5	139.4
5	71.85	0.68	105.7	119.1	163.6
5.5	80.67	0.76	118.7	133.7	183.7
6	87.59	0.83	128.9	145.2	199.4
6.5	93.71	0.88	137.9	155.3	213.3
7	98.61	0.93	145.1	163.4	224.5
7.5	101.49	0.96	149.3	168.2	231.0
8	103.40	0.98	152.1	171.4	235.4
8.5	104.94	0.99	154.4	173.9	238.9
9	105.95	1.00	155.9	175.6	241.2
9.5	105.47	1.00	155.2	174.8	240.1
10	104.56	0.99	153.9	173.3	238.0
10.5	103.70	0.98	152.6	171.9	236.1
11	102.60	0.97	151.0	170.0	233.6
11.5	100.49	0.95	147.9	166.5	228.8
12	98.14	0.93	144.4	162.7	223.4
12.5	95.92	0.91	141.1	159.0	218.4
13	92.55	0.87	136.2	153.4	210.7
13.5	87.82	0.83	129.2	145.6	199.9
14	82.11	0.77	120.8	136.1	186.9
14.5	75.98	0.72	111.8	125.9	173.0
15	68.52	0.65	100.8	113.6	156.0
15.5	60.56	0.57	89.1	100.4	137.9
16	52.86	0.50	77.8	87.6	120.3
16.5	46.01	0.43	67.7	76.3	104.7
17	39.62	0.37	58.3	65.7	90.2
17.5	33.74	0.32	49.6	55.9	76.8
18	28.68	0.27	42.2	47.5	65.3
18.5	24.70	0.23	36.3	40.9	56.2
19	21.24	0.20	31.3	35.2	48.4
19.5	18.22	0.17	26.8	30.2	41.5
20	15.40	0.15	22.7	25.5	35.1
20.5	13.29	0.13	19.6	22.0	30.3
21	11.41	0.11	16.8	18.9	26.0
21.5	9.77	0.09	14.4	16.2	22.2
22	8.21	0.08	12.1	13.6	18.7
22.5	7.09	0.07	10.4	11.8	16.2
23	6.12	0.06	9.0	10.1	13.9
23.5	5.15	0.05	7.6	8.5	11.7
24	4.37	0.04	6.4	7.2	10.0
24.5	3.77	0.04	5.5	6.2	8.6
25	3.27	0.03	4.8	5.4	7.4
25.5	2.64	0.02	3.9	4.4	6.0
26	2.21	0.02	3.2	3.7	5.0
26.5	1.87	0.02	2.8	3.1	4.3
27	1.63	0.02	2.4	2.7	3.7
27.5	1.28	0.01	1.9	2.1	2.9
28	1.09	0.01	1.6	1.8	2.5
28.5	0.91	0.01	1.3	1.5	2.1
29	0.78	0.01	1.1	1.3	1.8
29.5	0.56	0.01	0.8	0.9	1.3
30	0.48	0.00	0.7	0.8	1.1
30.5	0.40	0.00	0.6	0.7	0.9
31	0.33	0.00	0.5	0.5	0.7
31.5	0.19	0.00	0.3	0.3	0.4
32	0.16	0.00	0.2	0.3	0.4
32.5	0.13	0.00	0.2	0.2	0.3
33	0.10	0.00	0.2	0.2	0.2
33.5	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0



Şekil 5.3. Çapakçur Havzası Q₅₀₀, Q₁₀₀₀ ve Q₁₀₀₀₀ taşkın debi grafikleri

Gayt Çayı Havzasının oluşturacağı taşkın tekerrür debileri, Çapakçur Çayı Havzası ile aynı meteorolojik verilere sahip olması ve bitişik havzalar olması nedeni ile havza büyüklük oranlaması yapılarak hesaplanmıştır (Tablo 5.17).

Tablo 5.17. Akarsulara ait taşkın tekerrür debileri

Çay/Debi	Q ₂ m³/sn	Q ₅ m³/sn	Q ₁₀ m³/sn	Q ₂₅ m³/sn	Q ₅₀ m³/sn	Q ₁₀₀ m³/sn	Q ₅₀₀ m³/sn	Q ₁₀₀₀ m³/sn
ÇapakçurÇayı	11.40	28.40	43.80	67.20	87.70	110.00	155.90	175.60
Gayt Çayı	49.08	93.81	130.41	191.05	228.66	266.17	360.12	400.57
Göynük Çayı	60.48	122.21	174.21	258.25	316.36	376.17	516.02	576.17

5.3. Hidrolik Modelleme ve Taşkın Haritalama Çalışmaları

Hidrolik modelleme çalışması için yatak en kesitleri, bağlantı noktalarının tanımlanması, hidrolik yapılara ait veriler (köprü ve bent) ve en kesit enterpolasyonlarını içeren geometrik veriler tanımlanır. Bu çalışmada, akarsular, akarsu kıyısı, akış yolları, en kesitler, Manning Katsayıları ve köprüler, geometrik veriler olarak HEC-RAS programına data verisi olarak girilmiştir.

Steady Flow (kararlı akım) şartları için birçok taşkın debisi profili tanımlanabilmektedir. Bu çalışmada, hidrolik modelleme için, Q_2 , Q_5 , Q_{10} , Q_{25} , Q_{50} , Q_{100} , Q_{500} ve Q_{1000} tekerrür debileri hesaplanarak programa aktarılmıştır (Tablo 5.18).

Tablo 5.18. Steady flow (kararlı akım) için farklı profillerde debi tanımlaması

The screenshot shows the 'Steady Flow Data - Tez' window. It has a menu bar with 'File', 'Options', and 'Help'. Below the menu bar, there are input fields for 'Enter/Edit Number of Profiles (32000 max):', 'Reach Boundary Conditions ...', and 'Apply Data'. The main section is titled 'Locations of Flow Data Changes'. It contains a 'River:' dropdown menu set to 'Capakcur' and a 'Reach:' dropdown menu set to 'Capakcur'. There is also a 'River Sta.:' input field with the value '6647.113'. Below these fields is a table with two main sections: 'Flow Change Location' and 'Profile Names and Flow Rates'. The table has 12 columns: 'River', 'Reach', 'RS', 'Q2', 'Q5', 'Q10', 'Q25', 'Q50', 'Q100', 'Q500', and 'Q1000'. There are three rows of data in the table. The first row is for 'Capakcur' at reach 'Capakcur' with RS '6647.113'. The second row is for 'Gayt' at reach 'Gayt' with RS '4350'. The third row is for 'Gayt' at reach 'Goynuk' with RS '543.5634'. Below the table, there is a text box for 'Edit Steady flow data for the profiles (m3/s)'.

Flow Change Location			Profile Names and Flow Rates								
River	Reach	RS	Q2	Q5	Q10	Q25	Q50	Q100	Q500	Q1000	
1 Capakcur	Capakcur	6647.113	11	28	44	67	88	110	156	176	
2 Gayt	Gayt	4350	49	94	130	191	229	266	360	400	
3 Gayt	Goynuk	543.5634	60	112	174	258	317	376	516	576	

Geometrik dataların tanımlanmasında dikkat edilmesi gereken diğer bir husus dere taban ve kıyıları için manning katsayıları'nın belirlenmesidir. Dere kıyılarında ve merkezlerinde 0.085 manning katsayısı alınmış ve geometrik data düzenlenirken bu katsayılar dikkat edilmiştir (Tablo 5.19).

Tablo 5.19. Geometrik data için manning değerlerinin tanımlanması

Edit Manning's n or k Values

River: (All Rivers) ☒ Edit Interpolated XS's

Reach: All Regions

Channel n Values have a light green background

Selected Area Edit Options

Add Constant ... Multiply Factor ... Set Values ... Replace ... Reduce to L Ch R ...

River	Reach	River Station	Frctn (n/K)	n #1	n #2	n #3
125	Capakcur	541.0433	n	0.085	0.085	0.085
126	Capakcur	497.9263	n	0.085	0.085	0.085
127	Capakcur	448.8869	n	0.085	0.085	0.085
128	Capakcur	399.8355	n	0.085	0.085	0.085
129	Capakcur	345.8012	n	0.085	0.085	0.085
130	Capakcur	302.8819	n	0.085	0.085	0.085
131	Capakcur	247.8551	n	0.085	0.085	0.085
132	Capakcur	202.0896	n	0.085	0.085	0.085
133	Capakcur	150.2924	n	0.085	0.085	0.085
134	Capakcur	99.95612	n	0.085	0.085	0.085
135	Capakcur	50.05528	n	0.085	0.085	0.085
136	Gayt	4350	n	0.085	0.085	0.085
137	Gayt	4300	n	0.085	0.085	0.085
138	Gayt	4250	n	0.085	0.085	0.085
139	Gayt	4200	n	0.085	0.085	0.085
140	Gayt	4150	n	0.085	0.085	0.085
141	Gayt	4100	n	0.085	0.085	0.085
142	Gayt	4050	n	0.085	0.085	0.085
143	Gayt	4000	n	0.085	0.085	0.085
144	Gayt	3950	n	0.085	0.085	0.085
145	Gayt	3900	n	0.085	0.085	0.085
146	Gayt	3850	n	0.085	0.085	0.085
147	Gayt	3800	n	0.085	0.085	0.085
148	Gayt	3750	n	0.085	0.085	0.085

OK Cancel Help

HEC-RAS programında, dere geometrileri ve akım verileri su akışı boyunca enkesitlerde uygulanmıştır. Modellemede her bir enkesitte şekil, kot ve göreceli konum parametrelerinin tanımlanmıştır. Her enkesitte su yüksekliği, enerji yüksekliği, kritik derinlik tüm boykesitler, tüm debi çıkış değerlerini görmek mümkün olabilmektedir (Tablo 5.20 - 5.22). HEC-RAS hidrolik modelleme programında, Q_{500} ve Q_{1000} taşkın tekerrür debilerinde taşkın oluşan enkesitlerin su yüzü profilleri Şekil 5.4 – 5.79’da verilmiştir.

Tablo 5.20. Çapakçur Çayı enkesit çıkış bilgileri (HEC-RAS)

Cross Section Output					
File Type Options Help					
River:	Çapakçur	Profile:	Q1000		
Reach	Çapakçur	RS:	6647.113	↓	↑ Plan:
Plan:					
E.G. Elev (m)	1160.99	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.19	Wt. n-Val.	0.085	0.085	0.085
W.S. Elev (m)	1160.81	Reach Len. (m)	47.00	50.01	52.00
Crit W.S. (m)	1160.46	Flow Area (m ²)	1.82	91.09	0.05
E.G. Slope (m/m)	0.022672	Area (m ²)	1.82	91.09	0.05
Q Total (m ³ /s)	176.00	Flow (m ³ /s)	1.51	174.48	0.02
Top Width (m)	87.28	Top Width (m)	5.65	80.89	0.74
Vel Total (m/s)	1.89	Avg. Vel. (m/s)	0.83	1.92	0.31
Max Chl Dpth (m)	1.73	Hydr. Depth (m)	0.32	1.13	0.07
Conv. Total (m ³ /s)	1168.9	Conv. (m ³ /s)	10.0	1158.8	0.1
Length Wtd. (m)	50.00	Wetted Per. (m)	5.68	81.01	0.76
Min Ch El (m)	1159.08	Shear (N/m ²)	71.13	250.00	16.00
Alpha	1.02	Stream Power (N/m s)	58.94	478.87	4.91
Frctn Loss (m)	1.64	Cum Volume (1000 m ³)	153.75	589.50	211.36
C & E Loss (m)	0.03	Cum SA (1000 m ²)	133.53	363.41	204.69

Profile Output Table - Standard Table 1												
File Options Std. Tables Locations Help												
HEC-RAS Plan:												Reload Data
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Çapakçur	6647.113	Q2	11.00	1159.08	1159.73	1159.55	1159.76	0.021539	0.81	13.54	41.94	0.46
Çapakçur	6647.113	Q5	28.00	1159.08	1160.02	1159.76	1160.06	0.022093	0.97	28.79	69.33	0.48
Çapakçur	6647.113	Q10	44.00	1159.08	1160.16	1159.90	1160.22	0.021674	1.11	39.58	76.87	0.49
Çapakçur	6647.113	Q25	67.00	1159.08	1160.32	1160.06	1160.40	0.021297	1.30	51.70	79.75	0.51
Çapakçur	6647.113	Q50	88.00	1159.08	1160.44	1160.15	1160.54	0.020977	1.43	61.77	82.24	0.52
Çapakçur	6647.113	Q100	110.00	1159.08	1160.55	1160.24	1160.67	0.021091	1.56	70.90	83.73	0.53
Çapakçur	6647.113	Q500	156.00	1159.08	1160.73	1160.40	1160.90	0.022356	1.82	86.61	86.25	0.57
Çapakçur	6647.113	Q1000	176.00	1159.08	1160.81	1160.46	1160.99	0.022672	1.92	92.96	87.28	0.58
Çapakçur	6597.102	Q2	11.00	1156.90	1157.53	1157.53	1157.68	0.109955	1.75	6.29	20.85	1.02
Çapakçur	6597.102	Q5	28.00	1156.90	1157.80	1157.80	1158.02	0.096392	2.10	13.35	30.56	1.01
Çapakçur	6597.102	Q10	44.00	1156.90	1157.97	1157.97	1158.24	0.090985	2.30	19.15	36.62	1.01
Çapakçur	6597.102	Q25	67.00	1156.90	1158.15	1158.15	1158.49	0.084148	2.57	26.11	39.87	1.01
Çapakçur	6597.102	Q50	88.00	1156.90	1158.30	1158.30	1158.68	0.079594	2.74	32.07	42.45	1.01
Çapakçur	6597.102	Q100	110.00	1156.90	1158.45	1158.43	1158.86	0.072507	2.85	38.64	45.13	0.98
Çapakçur	6597.102	Q500	156.00	1156.90	1158.76	1158.67	1159.19	0.056282	2.91	53.69	50.26	0.90
Çapakçur	6597.102	Q1000	176.00	1156.90	1158.89	1158.77	1159.33	0.051763	2.94	59.94	51.87	0.87
Çapakçur	6548.737	Q2	11.00	1154.78	1155.88	1155.46	1155.91	0.008863	0.77	14.31	24.25	0.32
Çapakçur	6548.737	Q5	28.00	1154.78	1156.31	1155.79	1156.37	0.010820	1.07	26.12	31.18	0.37
Çapakçur	6548.737	Q10	44.00	1154.78	1156.57	1156.00	1156.65	0.011852	1.28	34.50	33.93	0.40
Çapakçur	6548.737	Q25	67.00	1154.78	1156.84	1156.24	1156.96	0.013429	1.51	44.24	36.86	0.44
Çapakçur	6548.737	Q50	88.00	1154.78	1157.05	1156.41	1157.19	0.014466	1.69	52.17	39.06	0.47
Çapakçur	6548.737	Q100	110.00	1154.78	1157.24		1157.41	0.015109	1.84	59.74	40.48	0.48
Çapakçur	6548.737	Q500	156.00	1154.78	1157.58		1157.81	0.016182	2.11	74.02	43.02	0.51
Çapakçur	6548.737	Q1000	176.00	1154.78	1157.71		1157.96	0.016573	2.21	79.79	44.07	0.52
Çapakçur	6498.423	Q2	11.00	1154.45	1155.45		1155.47	0.008609	0.66	16.60	34.72	0.31
Çapakçur	6498.423	Q5	28.00	1154.45	1155.84		1155.88	0.008682	0.87	32.17	44.94	0.33
Çapakçur	6498.423	Q10	44.00	1154.45	1156.05		1156.11	0.009582	1.04	42.31	49.14	0.36
Çapakçur	6498.423	Q25	67.00	1154.45	1156.29		1156.37	0.010047	1.24	53.96	49.72	0.38
Çapakçur	6498.423	Q50	88.00	1154.45	1156.47		1156.57	0.010422	1.40	63.10	50.17	0.40
Çapakçur	6498.423	Q100	110.00	1154.45	1156.64		1156.76	0.010801	1.54	71.63	50.59	0.41
Çapakçur	6498.423	Q500	156.00	1154.45	1156.94		1157.11	0.011569	1.80	87.08	51.34	0.44
Çapakçur	6498.423	Q1000	176.00	1154.45	1157.06		1157.24	0.011866	1.90	93.13	51.63	0.45
Total flow in cross section.												

Tablo 5.21. Çapakçur çayı enkesit çıkış bilgileri (HEC-RAS)

Cross Section Output

FileTypeOptionsHelp

River:GaytProfile:Q1000

ReachGaytRS:4350Plan:

Plan:

E.G. Elev (m)	1069.50	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.03	Wt. n-Val.		0.085	0.085
W.S. Elev (m)	1069.47	Reach Len. (m)	47.00	50.00	52.00
Crit W.S. (m)	1066.19	Flow Area (m2)		506.32	5.62
E.G. Slope (m/m)	0.000698	Area (m2)		506.32	5.62
Q Total (m3/s)	400.00	Flow (m3/s)		398.22	1.78
Top Width (m)	129.95	Top Width (m)		124.85	5.10
Vel Total (m/s)	0.78	Avg. Vel. (m/s)		0.79	0.32
Max Chl Dpth (m)	4.82	Hydr. Depth (m)		4.06	1.10
Conv. Total (m3/s)	15138.5	Conv. (m3/s)		15071.0	67.5
Length Wtd. (m)	50.00	Wetted Per. (m)		125.81	5.45
Min Ch El (m)	1064.65	Shear (N/m2)		27.55	7.06
Alpha	1.01	Stream Power (N/m s)		21.67	2.24
Frctn Loss (m)	0.04	Cum Volume (1000 m3)	192.46	1053.91	366.11
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	99.14	345.98	163.42

Profile Output Table - Standard Table 1

FileOptionsStd. TablesLocationsHelp

HEC-RAS Plan:

Reload Data

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Gayt	4350	Q2	49.00	1064.65	1065.89	1065.19	1065.90	0.002790	0.56	87.71	102.70	0.19
Gayt	4350	Q5	94.00	1064.65	1066.64	1065.41	1066.65	0.001301	0.56	167.53	109.83	0.15
Gayt	4350	Q10	130.00	1064.65	1067.11	1065.56	1067.13	0.001048	0.59	220.77	114.34	0.14
Gayt	4350	Q25	191.00	1064.65	1067.79	1065.73	1067.81	0.000872	0.64	300.01	120.74	0.13
Gayt	4350	Q50	229.00	1064.65	1068.15	1065.82	1068.17	0.000807	0.67	344.17	123.81	0.13
Gayt	4350	Q100	266.00	1064.65	1068.47	1065.91	1068.49	0.000769	0.69	383.88	125.33	0.13
Gayt	4350	Q500	360.00	1064.65	1069.19	1066.11	1069.22	0.000713	0.76	475.85	128.76	0.12
Gayt	4350	Q1000	400.00	1064.65	1069.47	1066.19	1069.50	0.000698	0.79	511.94	129.95	0.12
Gayt	4300	Q2	49.00	1062.93	1065.84		1065.85	0.000522	0.37	131.43	79.27	0.09
Gayt	4300	Q5	94.00	1062.93	1066.60		1066.61	0.000566	0.49	192.39	81.71	0.10
Gayt	4300	Q10	130.00	1062.93	1067.07		1067.09	0.000601	0.56	231.62	83.24	0.11
Gayt	4300	Q25	191.00	1062.93	1067.75		1067.77	0.000651	0.66	288.34	85.41	0.12
Gayt	4300	Q50	229.00	1062.93	1068.11		1068.13	0.000681	0.72	319.22	86.57	0.12
Gayt	4300	Q100	266.00	1062.93	1068.42		1068.45	0.000710	0.77	346.83	87.72	0.12
Gayt	4300	Q500	360.00	1062.93	1069.14		1069.18	0.000773	0.88	410.84	90.31	0.13
Gayt	4300	Q1000	400.00	1062.93	1069.42		1069.46	0.000795	0.92	435.99	91.31	0.13
Gayt	4250	Q2	49.00	1063.94	1065.80		1065.81	0.001047	0.46	105.52	78.00	0.13
Gayt	4250	Q5	94.00	1063.94	1066.56		1066.57	0.000921	0.56	166.66	83.43	0.13
Gayt	4250	Q10	130.00	1063.94	1067.03		1067.05	0.000894	0.63	206.92	86.03	0.13
Gayt	4250	Q25	191.00	1063.94	1067.70		1067.73	0.000887	0.72	265.86	89.63	0.13
Gayt	4250	Q50	229.00	1063.94	1068.06		1068.09	0.000883	0.77	298.34	91.57	0.14
Gayt	4250	Q100	266.00	1063.94	1068.38		1068.41	0.000888	0.81	327.54	93.24	0.14
Gayt	4250	Q500	360.00	1063.94	1069.10		1069.14	0.000903	0.91	395.49	96.21	0.14
Gayt	4250	Q1000	400.00	1063.94	1069.37		1069.42	0.000910	0.95	422.24	97.36	0.14
Gayt	4200	Q2	49.00	1063.41	1065.64	1064.66	1065.70	0.005891	1.13	43.21	30.23	0.30
Gayt	4200	Q5	94.00	1063.41	1066.37	1065.13	1066.47	0.006199	1.39	67.51	35.97	0.32
Gayt	4200	Q10	130.00	1063.41	1066.83	1065.41	1066.95	0.006302	1.53	84.81	39.56	0.33
Gayt	4200	Q25	191.00	1063.41	1067.48	1065.83	1067.62	0.006540	1.70	112.51	46.30	0.35
Gayt	4200	Q50	229.00	1063.41	1067.83	1066.05	1067.99	0.006577	1.77	129.33	50.19	0.35
Gayt	4200	Q100	266.00	1063.41	1068.13	1066.26	1068.30	0.006472	1.83	145.30	53.62	0.35
Gayt	4200	Q500	360.00	1063.41	1068.84	1066.71	1069.03	0.005898	1.95	185.67	60.70	0.35
Gayt	4200	Q1000	400.00	1063.41	1069.11	1066.88	1069.31	0.005715	2.00	202.42	62.63	0.34

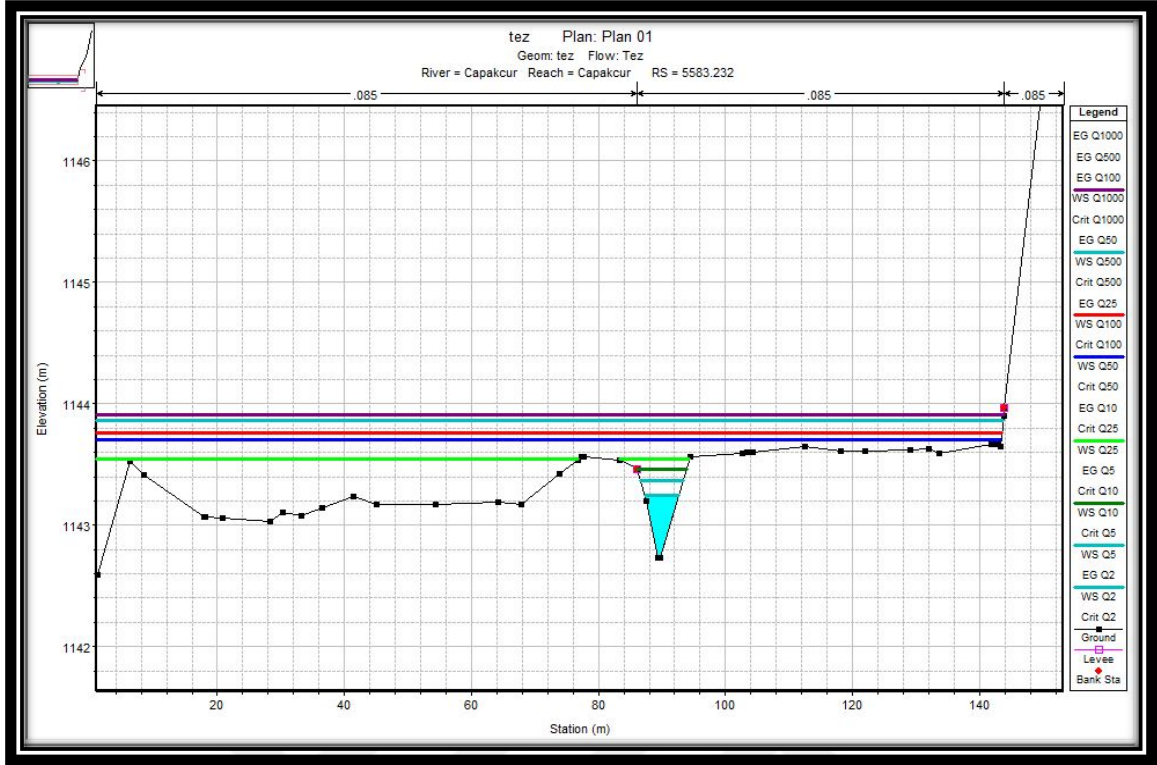
Total flow in cross section.

Profile Output Table - Standard Table 1												
File Options Std. Tables Locations Help												
HEC-RAS Plan:												Reload Data
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Gayt	4350	Q2	49.00	1064.65	1065.89	1065.19	1065.90	0.002790	0.56	87.71	102.70	0.19
Gayt	4350	Q5	94.00	1064.65	1066.64	1065.41	1066.65	0.001301	0.56	167.53	109.83	0.15
Gayt	4350	Q10	130.00	1064.65	1067.11	1065.56	1067.13	0.001048	0.59	220.77	114.34	0.14
Gayt	4350	Q25	191.00	1064.65	1067.79	1065.73	1067.81	0.000872	0.64	300.01	120.74	0.13
Gayt	4350	Q50	229.00	1064.65	1068.15	1065.82	1068.17	0.000807	0.67	344.17	123.81	0.13
Gayt	4350	Q100	266.00	1064.65	1068.47	1065.91	1068.49	0.000769	0.69	383.88	125.33	0.13
Gayt	4350	Q500	360.00	1064.65	1069.19	1066.11	1069.22	0.000713	0.76	475.85	128.76	0.12
Gayt	4350	Q1000	400.00	1064.65	1069.47	1066.19	1069.50	0.000698	0.79	511.94	129.95	0.12
Gayt	4300	Q2	49.00	1062.93	1065.84		1065.85	0.000522	0.37	131.43	79.27	0.09
Gayt	4300	Q5	94.00	1062.93	1066.60		1066.61	0.000566	0.49	192.39	81.71	0.10
Gayt	4300	Q10	130.00	1062.93	1067.07		1067.09	0.000601	0.56	231.62	83.24	0.11
Gayt	4300	Q25	191.00	1062.93	1067.75		1067.77	0.000651	0.66	288.34	85.41	0.12
Gayt	4300	Q50	229.00	1062.93	1068.11		1068.13	0.000681	0.72	319.22	86.57	0.12
Gayt	4300	Q100	266.00	1062.93	1068.42		1068.45	0.000710	0.77	346.83	87.72	0.12
Gayt	4300	Q500	360.00	1062.93	1069.14		1069.18	0.000773	0.88	410.84	90.31	0.13
Gayt	4300	Q1000	400.00	1062.93	1069.42		1069.46	0.000795	0.92	435.99	91.31	0.13
Gayt	4250	Q2	49.00	1063.94	1065.80		1065.81	0.001047	0.46	105.52	78.00	0.13
Gayt	4250	Q5	94.00	1063.94	1066.56		1066.57	0.000921	0.56	166.66	83.43	0.13
Gayt	4250	Q10	130.00	1063.94	1067.03		1067.05	0.000894	0.63	206.92	86.03	0.13
Gayt	4250	Q25	191.00	1063.94	1067.70		1067.73	0.000887	0.72	265.86	89.63	0.13
Gayt	4250	Q50	229.00	1063.94	1068.06		1068.09	0.000883	0.77	298.34	91.57	0.14
Gayt	4250	Q100	266.00	1063.94	1068.38		1068.41	0.000888	0.81	327.54	93.24	0.14
Gayt	4250	Q500	360.00	1063.94	1069.10		1069.14	0.000903	0.91	395.49	96.21	0.14
Gayt	4250	Q1000	400.00	1063.94	1069.37		1069.42	0.000910	0.95	422.24	97.36	0.14
Gayt	4200	Q2	49.00	1063.41	1065.64	1064.66	1065.70	0.005891	1.13	43.21	30.23	0.30
Gayt	4200	Q5	94.00	1063.41	1066.37	1065.13	1066.47	0.006199	1.39	67.51	35.97	0.32
Gayt	4200	Q10	130.00	1063.41	1066.83	1065.41	1066.95	0.006302	1.53	84.81	39.56	0.33
Gayt	4200	Q25	191.00	1063.41	1067.48	1065.83	1067.62	0.006540	1.70	112.51	46.30	0.35
Gayt	4200	Q50	229.00	1063.41	1067.83	1066.05	1067.99	0.006577	1.77	129.33	50.19	0.35
Gayt	4200	Q100	266.00	1063.41	1068.13	1066.26	1068.30	0.006472	1.83	145.30	53.62	0.35
Gayt	4200	Q500	360.00	1063.41	1068.84	1066.71	1069.03	0.005898	1.95	185.67	60.70	0.35
Gayt	4200	Q1000	400.00	1063.41	1069.11	1066.88	1069.31	0.005715	2.00	202.42	62.63	0.34
Total flow in cross section.												

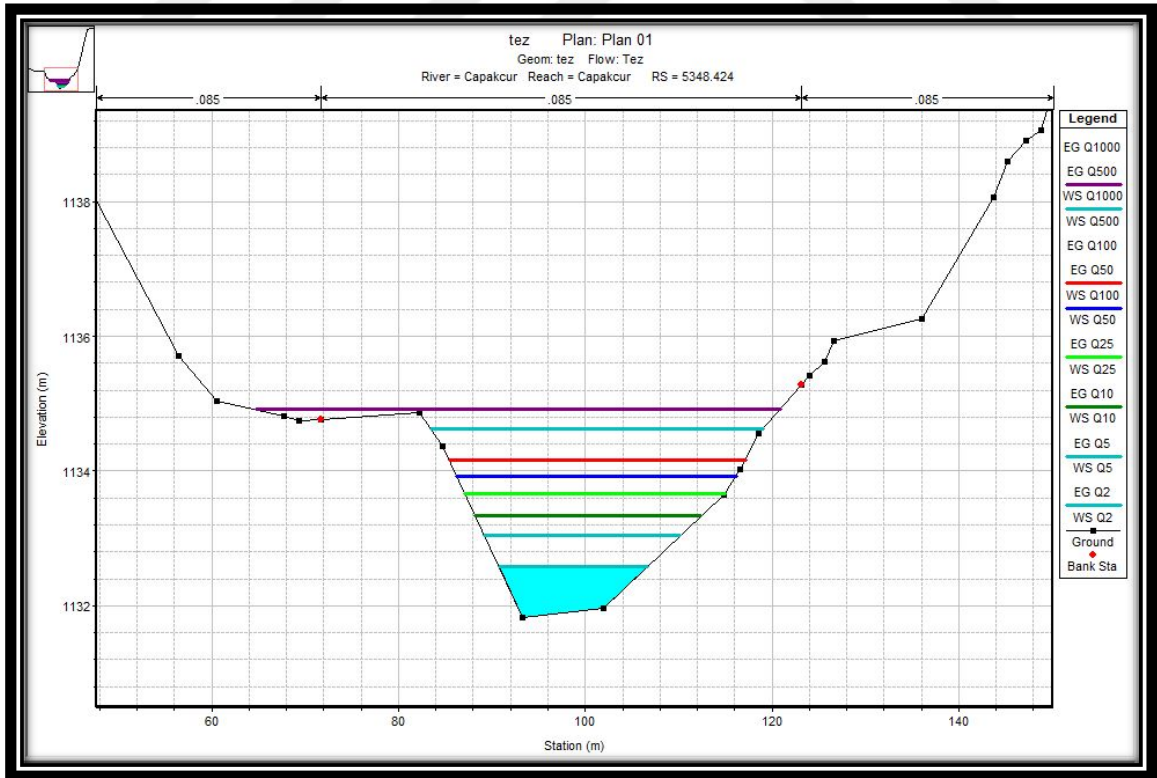
Tablo 5.22. Çapakçur Çayı enkesit çıkış bilgileri (HEC-RAS)

Cross Section Output												
File Type Options Help												
River:	Gayt	Profile:	Q1000									
Reach	Goynuk	RS:	543.5634							Plan:		
Plan:												
E.G. Elev (m)	1044.44	Element		Left OB		Channel		Right OB				
Vel Head (m)	0.17	Wt. n-Val.				0.085		0.085				
W.S. Elev (m)	1044.26	Reach Len. (m)		47.00		43.34		52.00				
Crit W.S. (m)	1043.69	Flow Area (m2)				206.73		135.91				
E.G. Slope (m/m)	0.012183	Area (m2)				206.73		135.91				
Q Total (m3/s)	576.00	Flow (m3/s)				421.59		154.41				
Top Width (m)	270.12	Top Width (m)				104.21		165.91				
Vel Total (m/s)	1.68	Avg. Vel. (m/s)				2.04		1.14				
Max Chl Dpth (m)	2.45	Hydr. Depth (m)				1.98		0.82				
Conv. Total (m3/s)	5218.5	Conv. (m3/s)				3819.5		1398.9				
Length Wtd. (m)	44.73	Wetted Per. (m)				105.05		166.06				
Min Ch El (m)	1041.81	Shear (N/m2)				235.13		97.78				
Alpha	1.20	Stream Power (N/m s)				479.49		111.09				
Frctn Loss (m)	0.49	Cum Volume (1000 m3)			4.08	129.86		81.72				
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)			5.32	69.44		74.74				

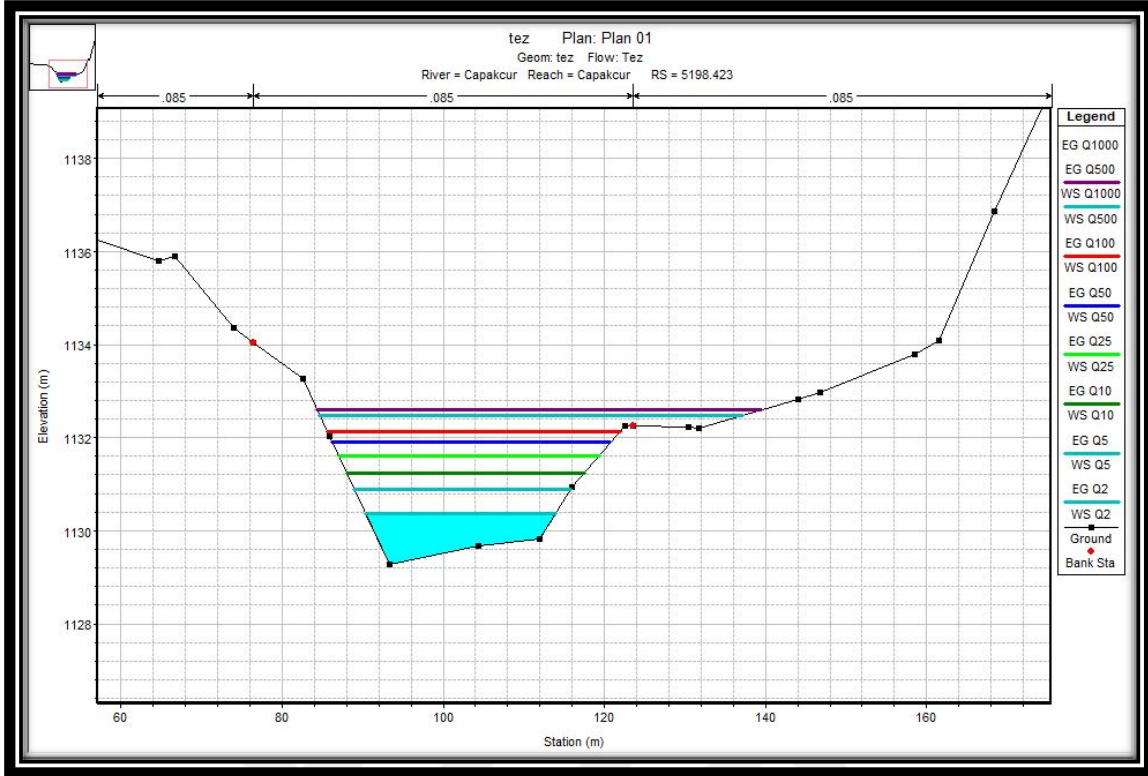
Profile Output Table - Standard Table 1												
File Options Std. Tables Locations Help												
HEC-RAS Plan:												Reload Data
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Goynuk	543.5634	Q2	60.00	1041.81	1042.69	1042.46	1042.77	0.024082	1.25	48.14	85.03	0.53
Goynuk	543.5634	Q5	112.00	1041.81	1042.98	1042.69	1043.09	0.022447	1.47	76.09	99.29	0.54
Goynuk	543.5634	Q10	174.00	1041.81	1043.24	1042.90	1043.39	0.021300	1.72	101.25	100.60	0.55
Goynuk	543.5634	Q25	258.00	1041.81	1043.50	1043.10	1043.71	0.021965	2.02	127.78	101.92	0.58
Goynuk	543.5634	Q50	317.00	1041.81	1043.66	1043.24	1043.90	0.022391	2.20	144.13	102.50	0.59
Goynuk	543.5634	Q100	376.00	1041.81	1043.80	1043.35	1043.97	0.015189	1.93	222.67	233.74	0.50
Goynuk	543.5634	Q500	516.00	1041.81	1044.14	1043.63	1044.31	0.012981	2.02	309.34	264.72	0.47
Goynuk	543.5634	Q1000	576.00	1041.81	1044.26	1043.69	1044.44	0.012183	2.04	342.64	270.12	0.46
Goynuk	500.2256	Q2	60.00	1041.28	1042.18		1042.21	0.007704	0.77	78.42	122.82	0.31
Goynuk	500.2256	Q5	112.00	1041.28	1042.45		1042.50	0.008686	1.00	111.99	128.37	0.34
Goynuk	500.2256	Q10	174.00	1041.28	1042.71		1042.78	0.009307	1.19	147.77	154.61	0.37
Goynuk	500.2256	Q25	258.00	1041.28	1042.99		1043.08	0.009225	1.38	191.58	157.08	0.38
Goynuk	500.2256	Q50	317.00	1041.28	1043.16		1043.27	0.009262	1.49	218.32	158.57	0.39
Goynuk	500.2256	Q100	376.00	1041.28	1043.31		1043.43	0.009429	1.60	242.03	159.88	0.40
Goynuk	500.2256	Q500	516.00	1041.28	1043.64		1043.80	0.009947	1.80	305.07	216.77	0.42
Goynuk	500.2256	Q1000	576.00	1041.28	1043.77		1043.94	0.009983	1.86	336.07	252.68	0.42
Goynuk	443.2915	Q2	60.00	1040.88	1041.55	1041.32	1041.60	0.016207	0.95	63.36	125.97	0.43
Goynuk	443.2915	Q5	112.00	1040.88	1041.84	1041.48	1041.90	0.013178	1.11	100.56	134.13	0.41
Goynuk	443.2915	Q10	174.00	1040.88	1042.11	1041.63	1042.19	0.011391	1.26	138.08	137.13	0.40
Goynuk	443.2915	Q25	258.00	1040.88	1042.41	1041.81	1042.51	0.010799	1.44	179.25	140.02	0.41
Goynuk	443.2915	Q50	317.00	1040.88	1042.54	1041.92	1042.67	0.011841	1.60	197.88	141.00	0.43
Goynuk	443.2915	Q100	376.00	1040.88	1042.59	1042.02	1042.77	0.014763	1.83	205.42	141.40	0.48
Goynuk	443.2915	Q500	516.00	1040.88	1042.84	1042.24	1043.07	0.016897	2.15	239.77	143.19	0.53
Goynuk	443.2915	Q1000	576.00	1040.88	1042.93	1042.33	1043.19	0.017751	2.28	252.86	143.86	0.55
Goynuk	401.1709	Q2	60.00	1040.24	1041.18	1040.76	1041.21	0.005806	0.70	85.94	124.84	0.27
Goynuk	401.1709	Q5	112.00	1040.24	1041.46	1040.92	1041.51	0.006757	0.92	121.38	129.98	0.30
Goynuk	401.1709	Q10	174.00	1040.24	1041.73	1041.08	1041.79	0.007769	1.10	157.65	143.27	0.34
Goynuk	401.1709	Q25	258.00	1040.24	1042.02	1041.25	1042.10	0.008537	1.28	201.51	158.94	0.36
Goynuk	401.1709	Q50	317.00	1040.24	1042.04	1041.37	1042.16	0.012399	1.55	204.00	159.49	0.44
Goynuk	401.1709	Q100	376.00	1040.24	1042.15	1041.47	1042.25	0.009323	1.43	294.78	280.70	0.38
Goynuk	401.1709	Q500	516.00	1040.24	1042.38	1041.73	1042.49	0.009712	1.61	359.52	297.07	0.40
Goynuk	401.1709	Q1000	576.00	1040.24	1042.47	1041.84	1042.60	0.009723	1.67	387.22	300.37	0.41
Total flow in cross section.												



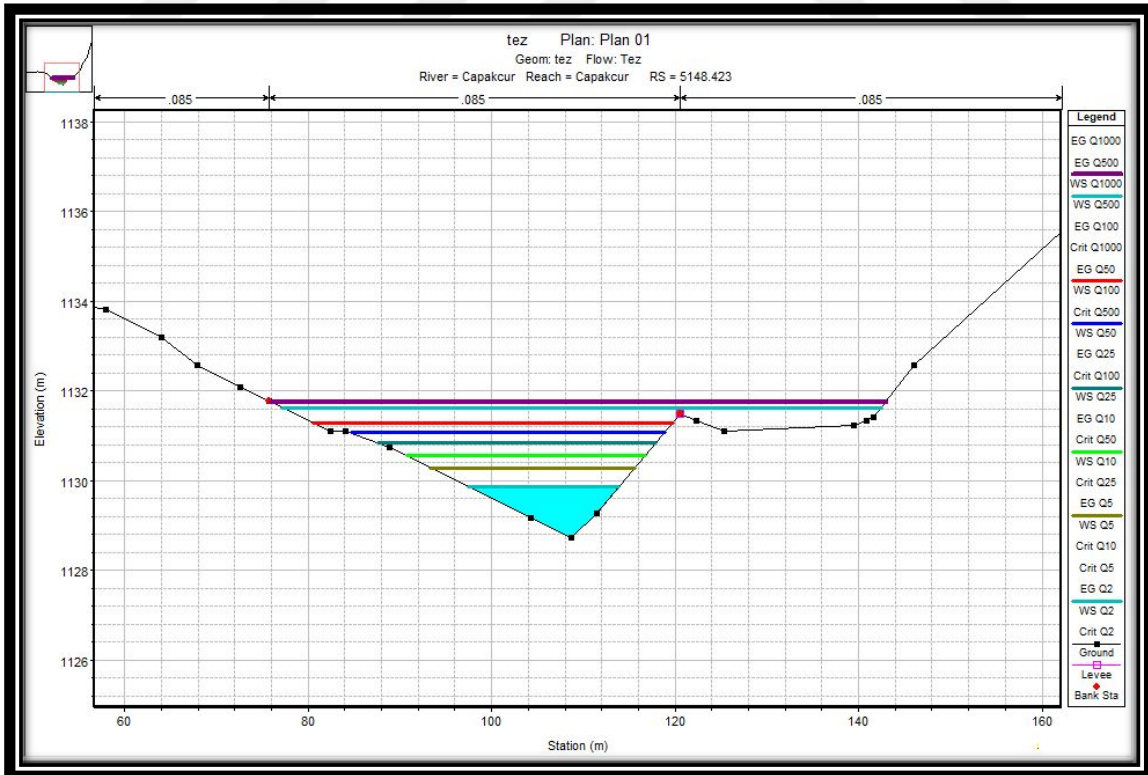
Şekil 5.4. 5583.23 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı)



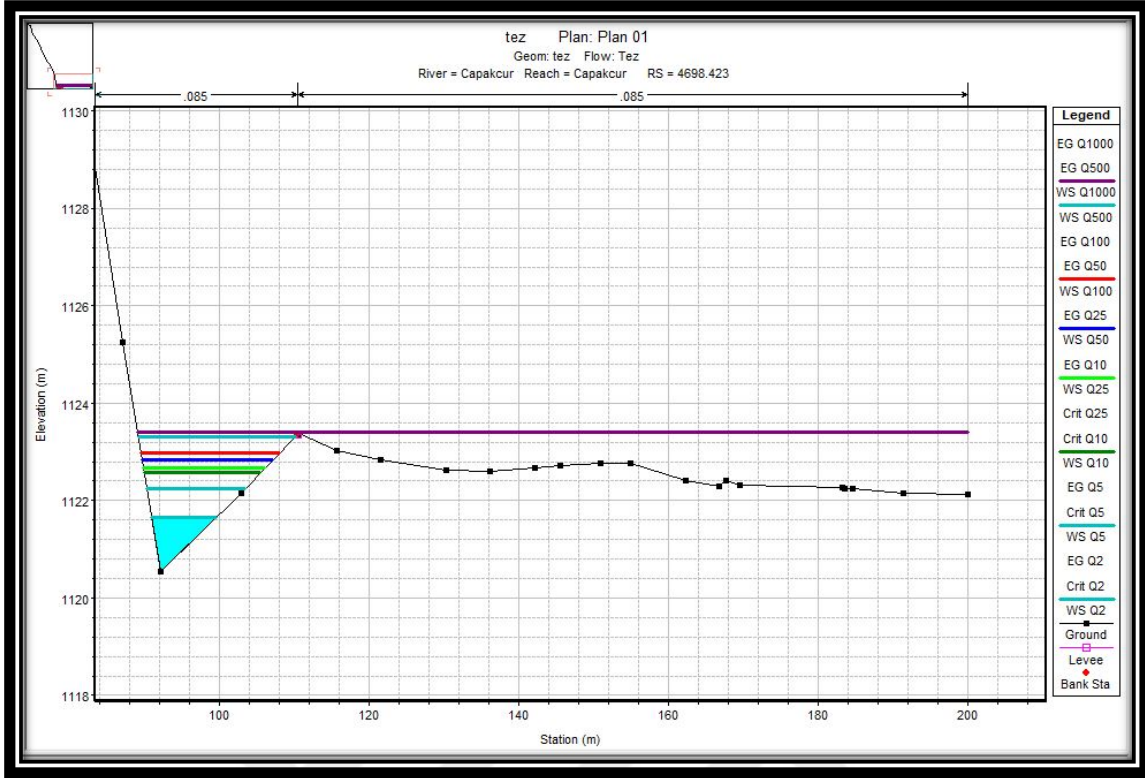
Şekil 5.5. 5348.42 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı)



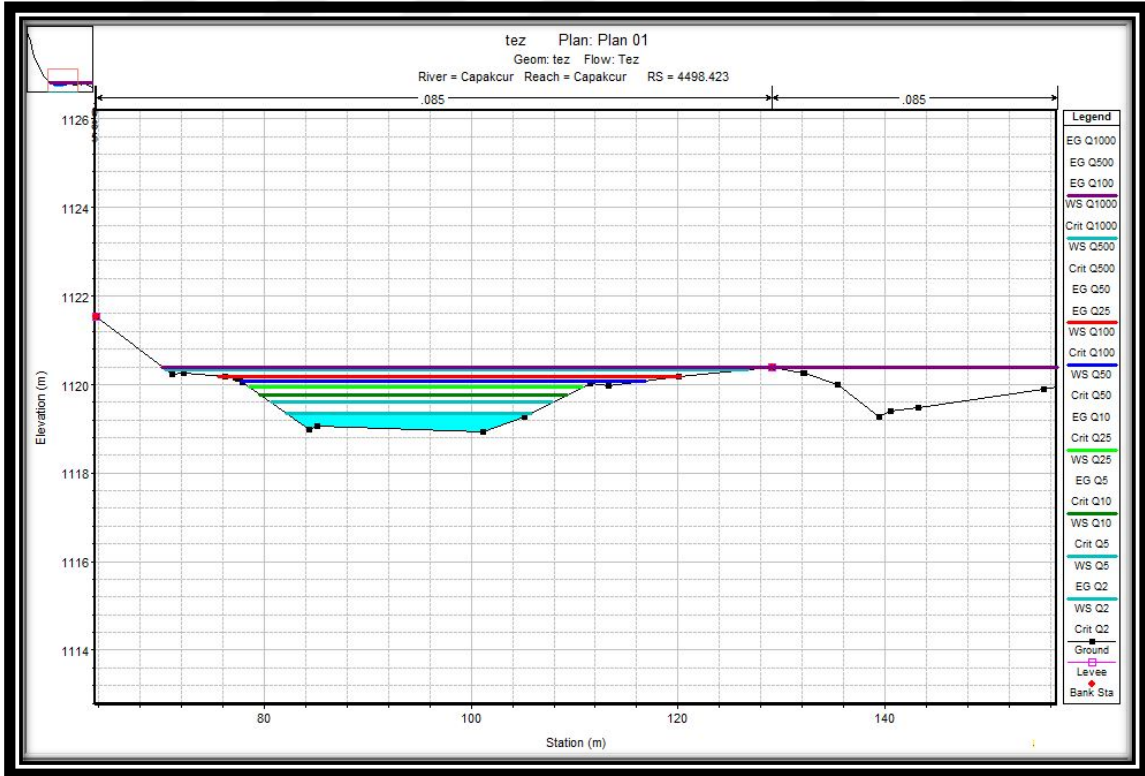
Şekil 5.6. 5198.42 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı)



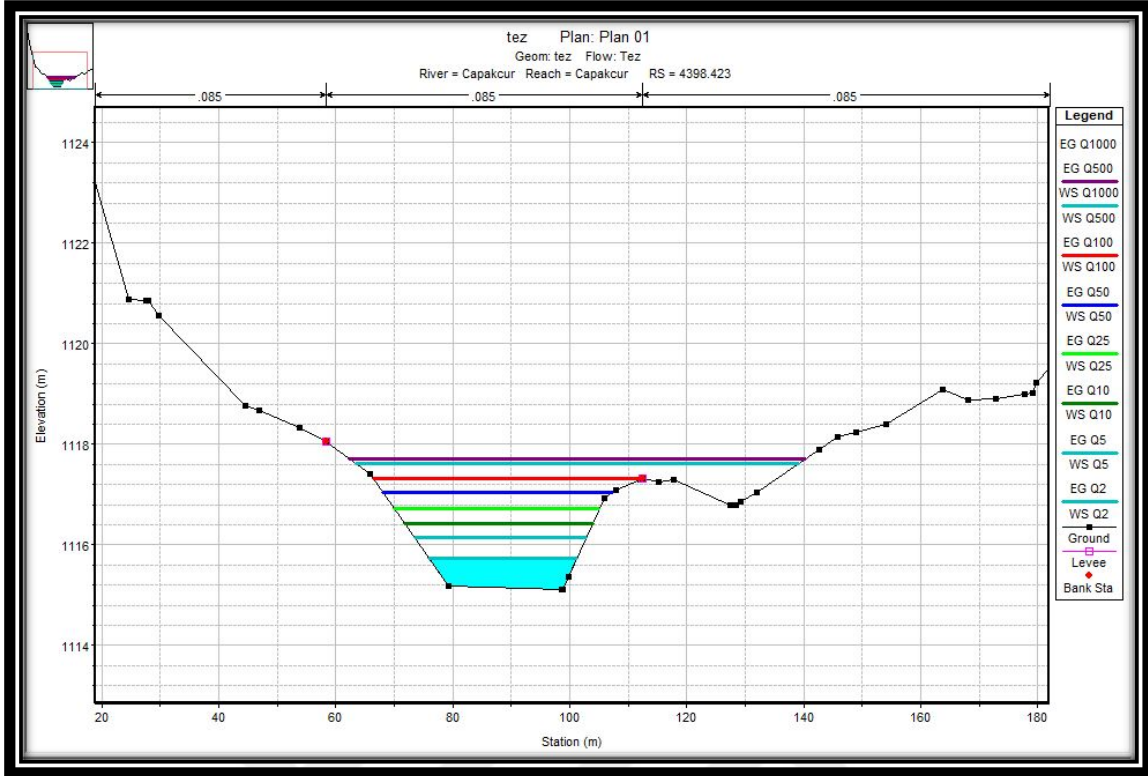
Şekil 5.7. 5148.42 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı)



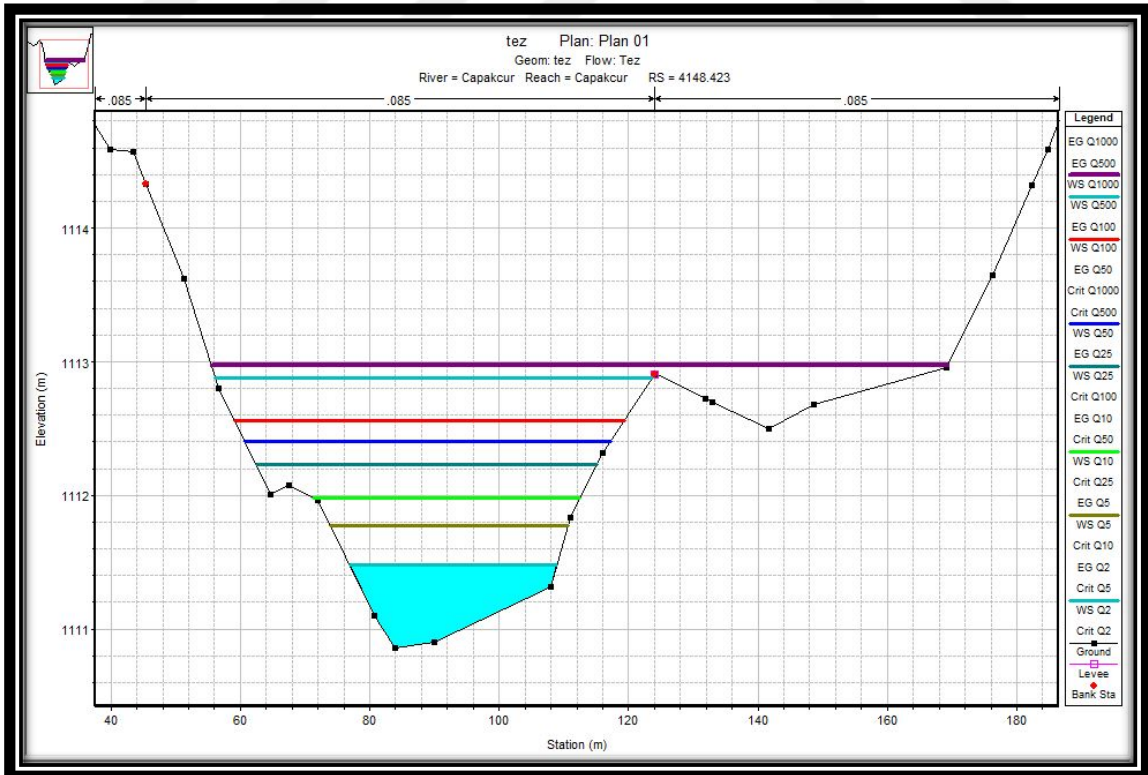
Şekil 5.8. 4698.42 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı)



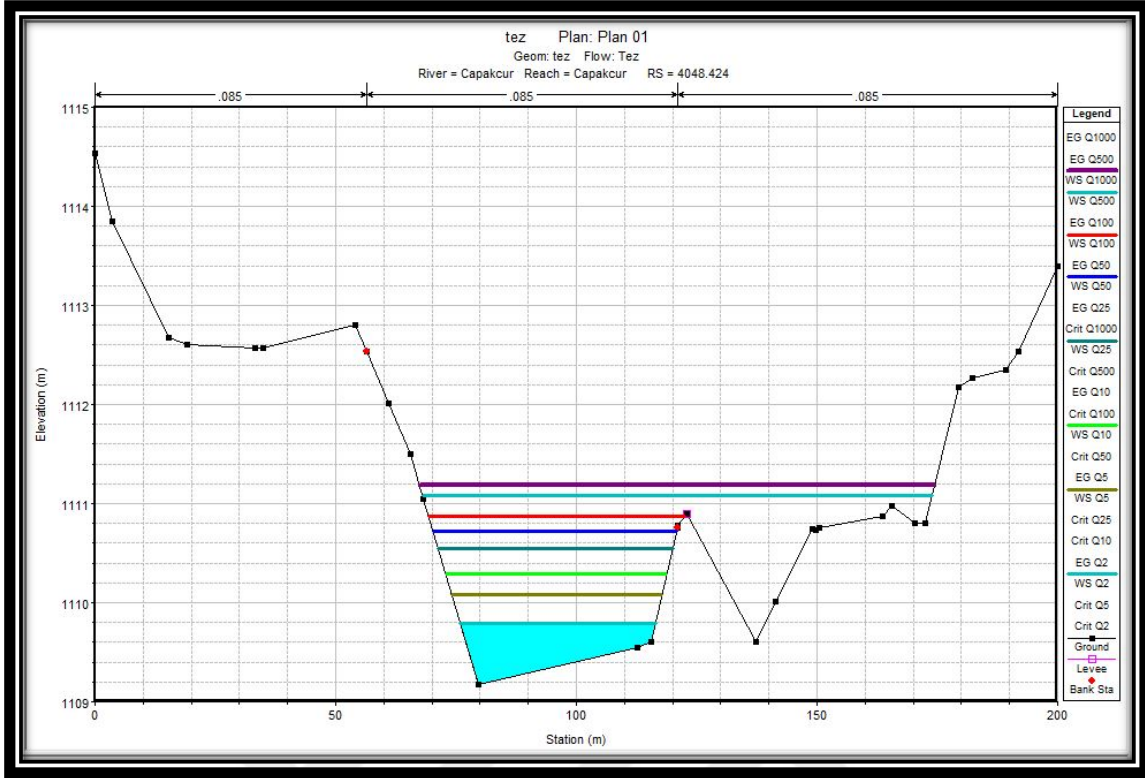
Şekil 5.9. 4498.42 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı)



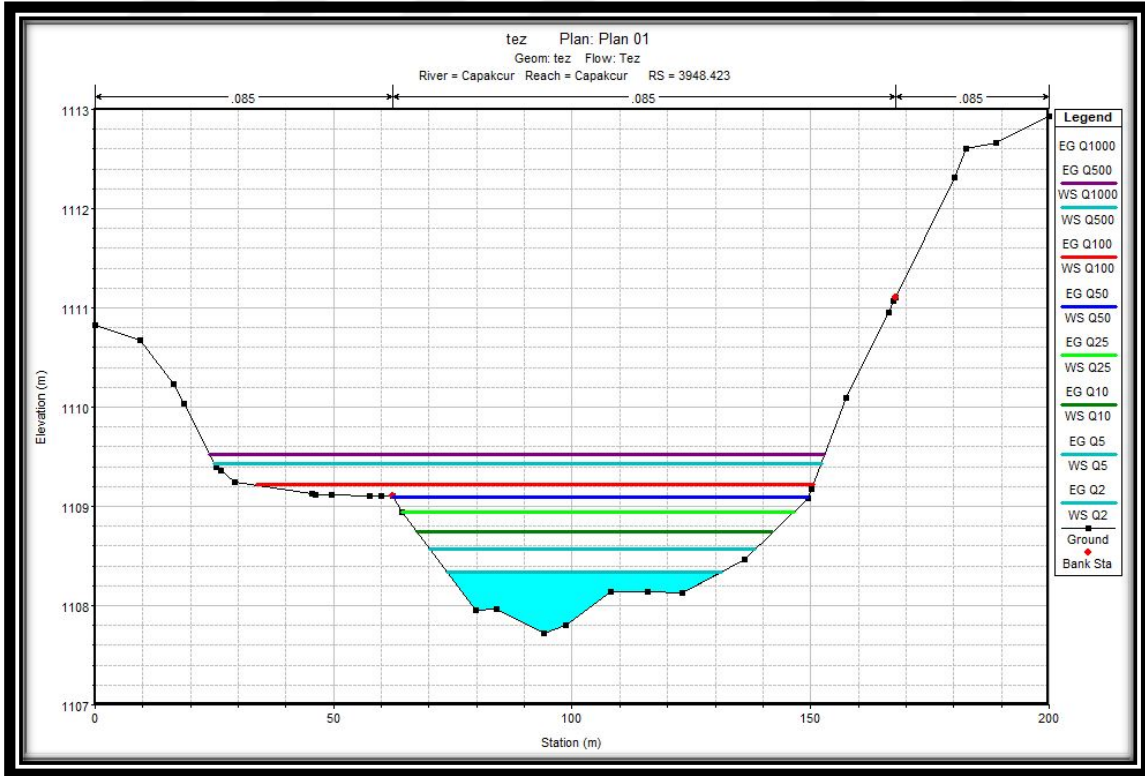
Şekil 5.10. 4398.42 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı)



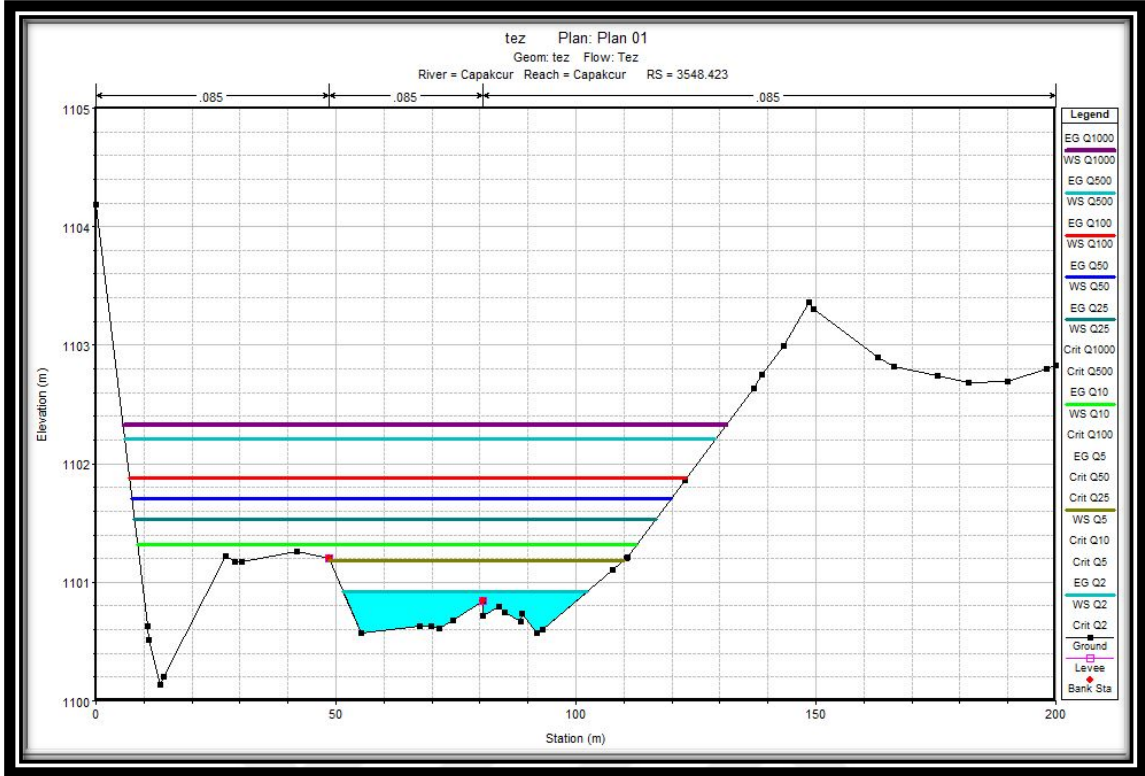
Şekil 5.11. 4148.42 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı)



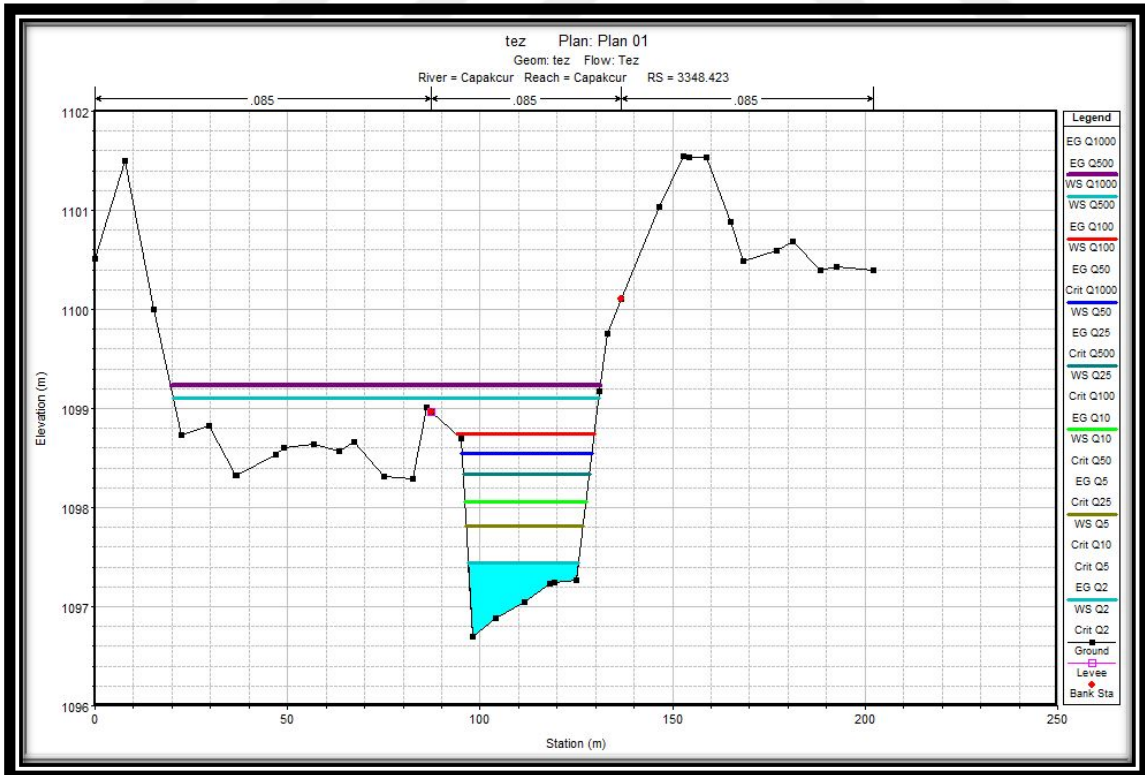
Şekil 5.12. 4048.42 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı)



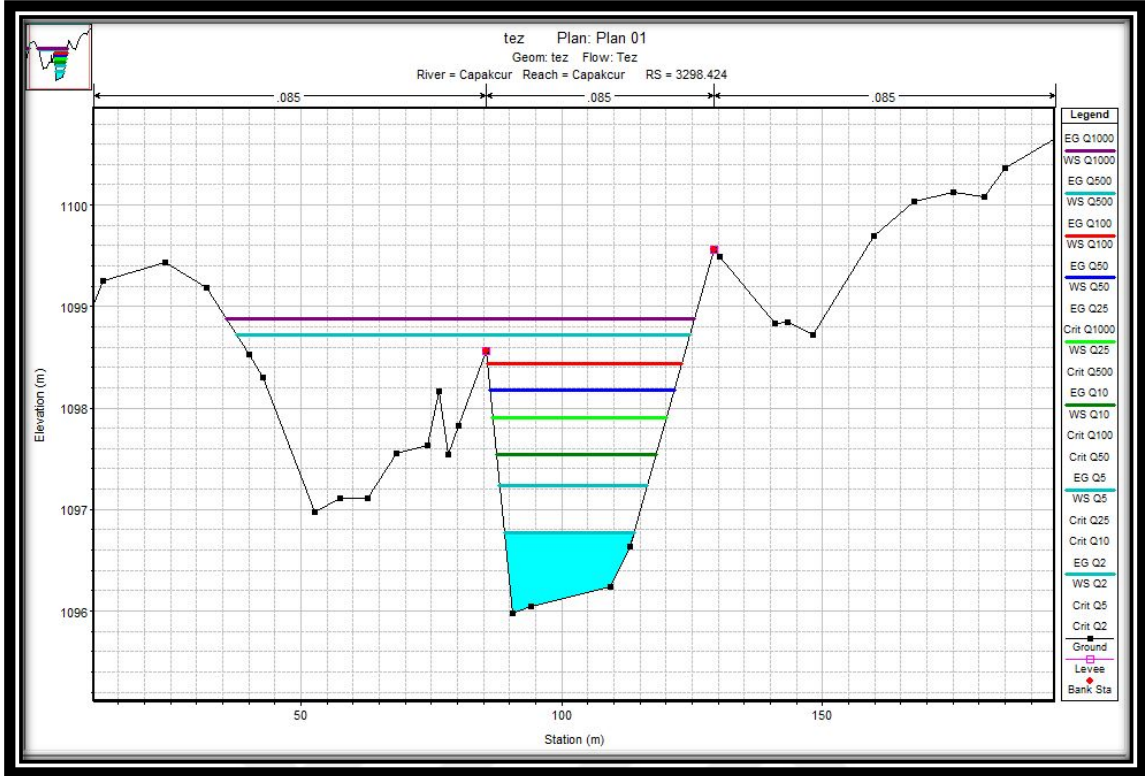
Şekil 5.13. 3948.42 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı)



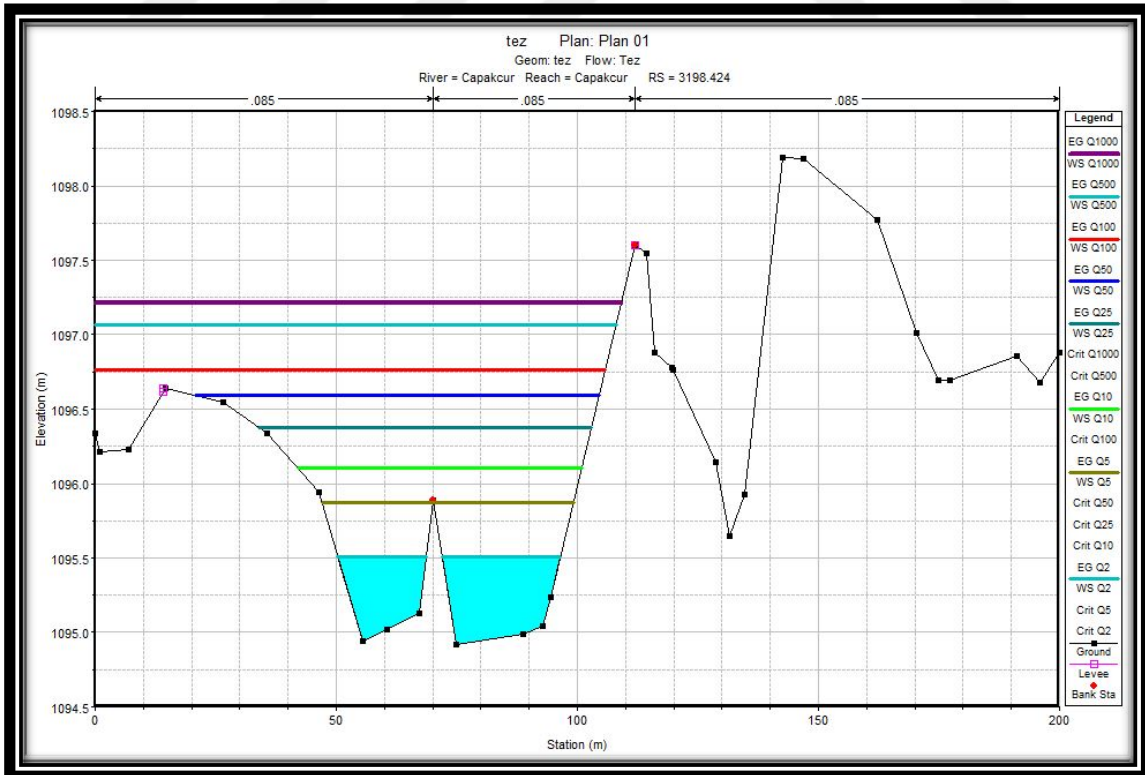
Şekil 5.14. 3548.42 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı)



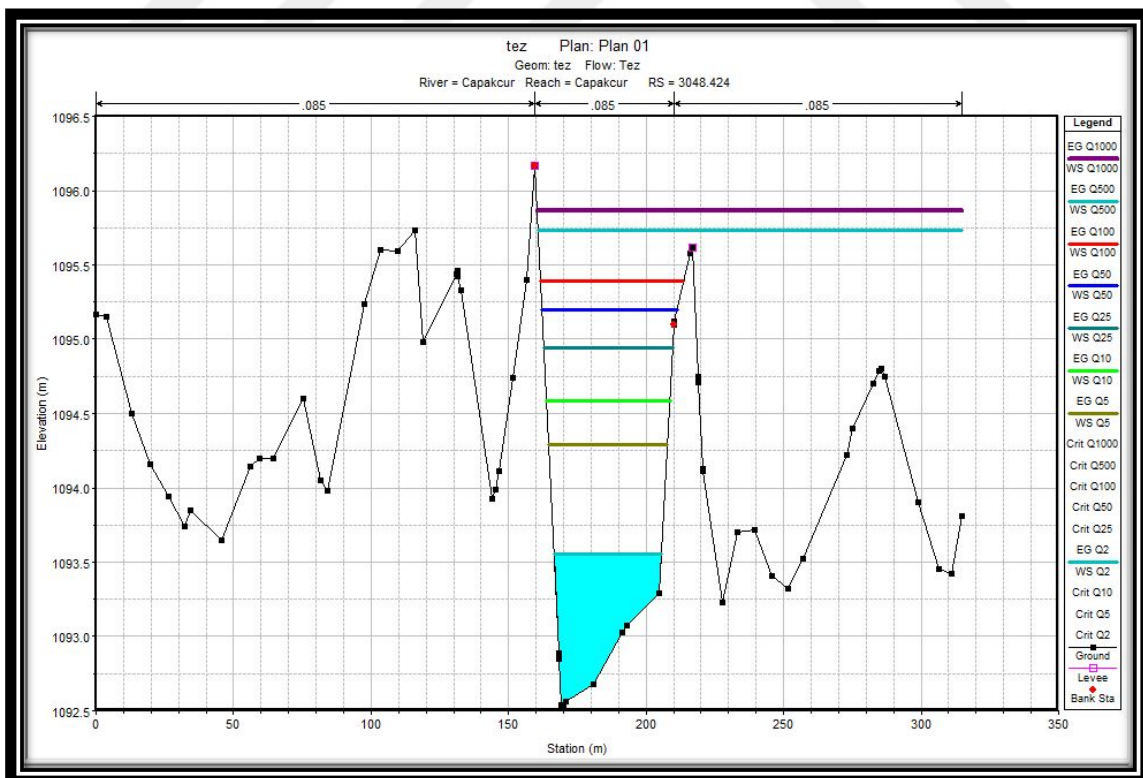
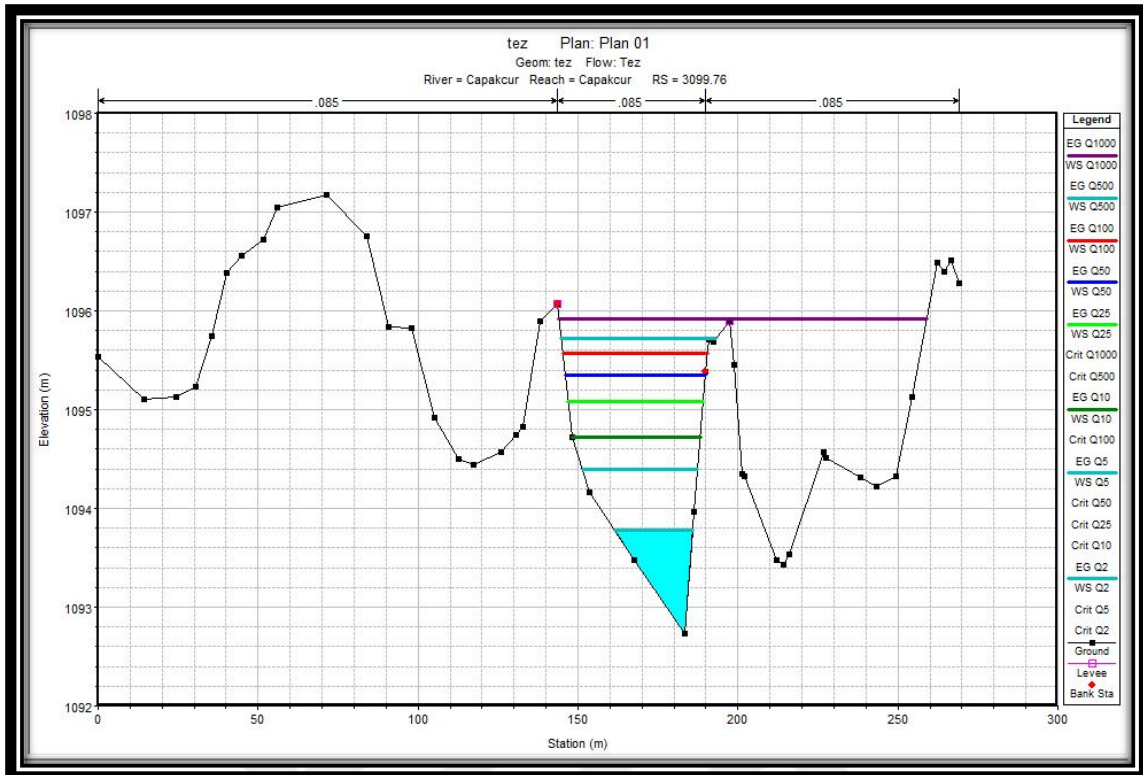
Şekil 5.15. 3348.42 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı)

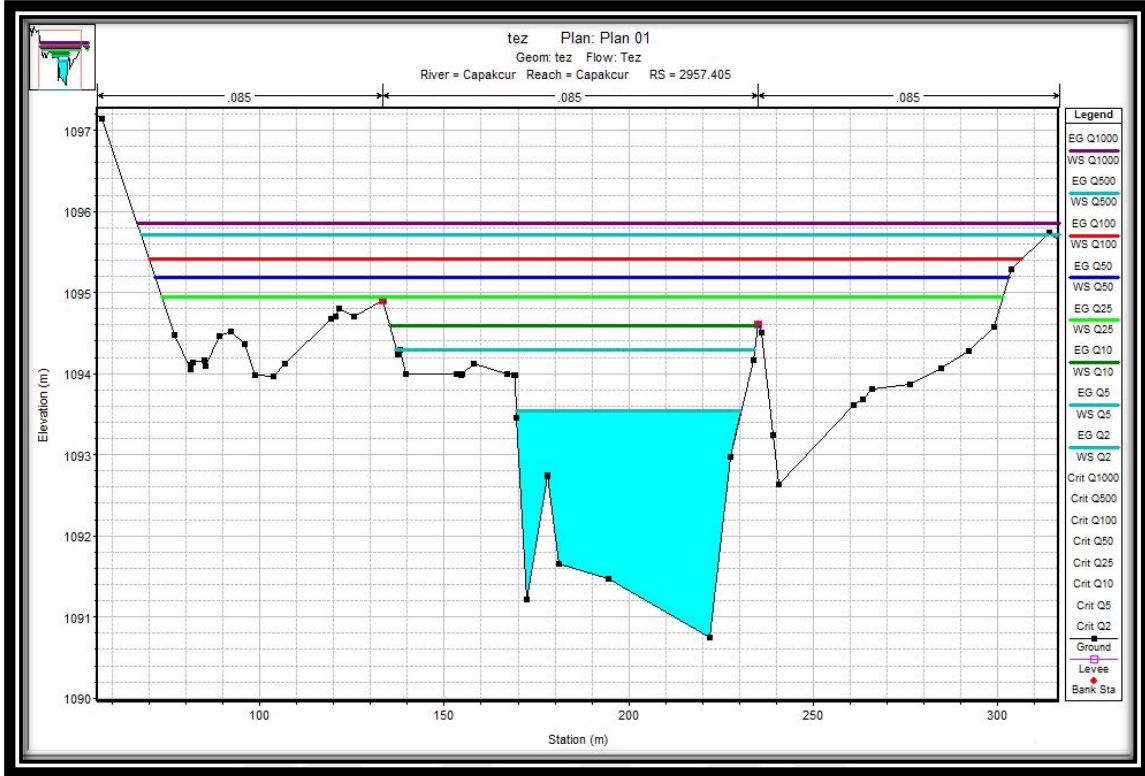


Şekil 5.16. 3298.42 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı)

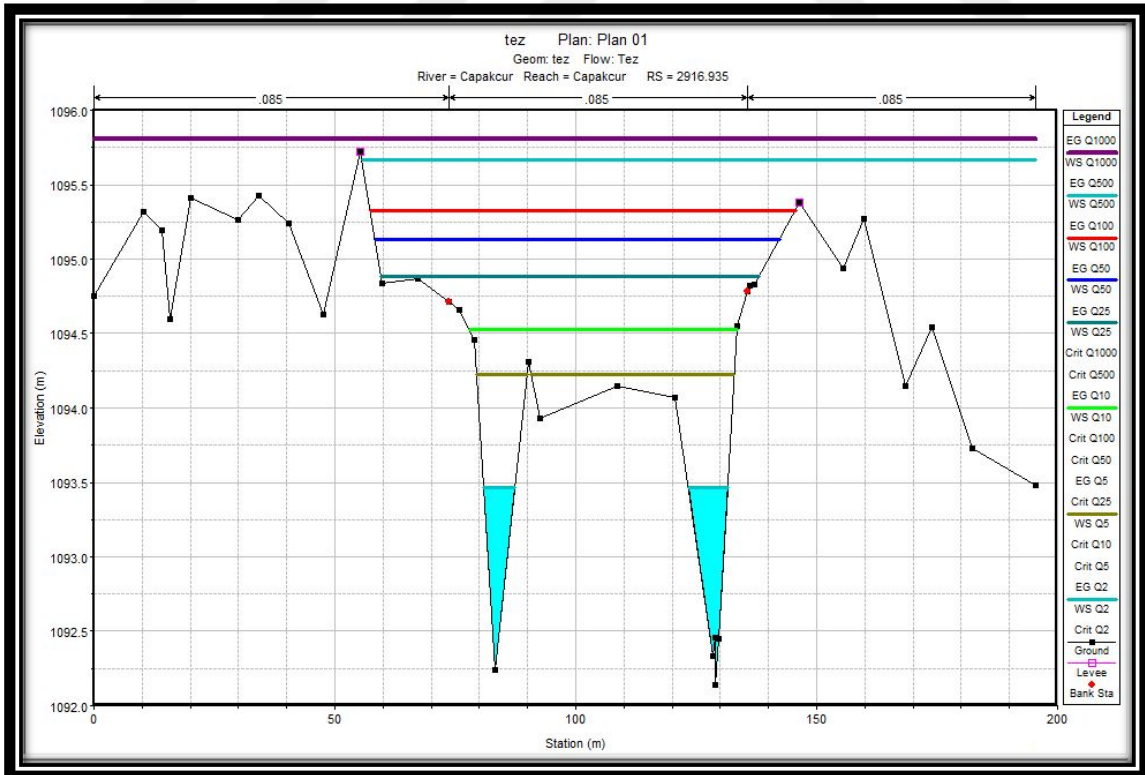


Şekil 5.17. 3198.42 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı)

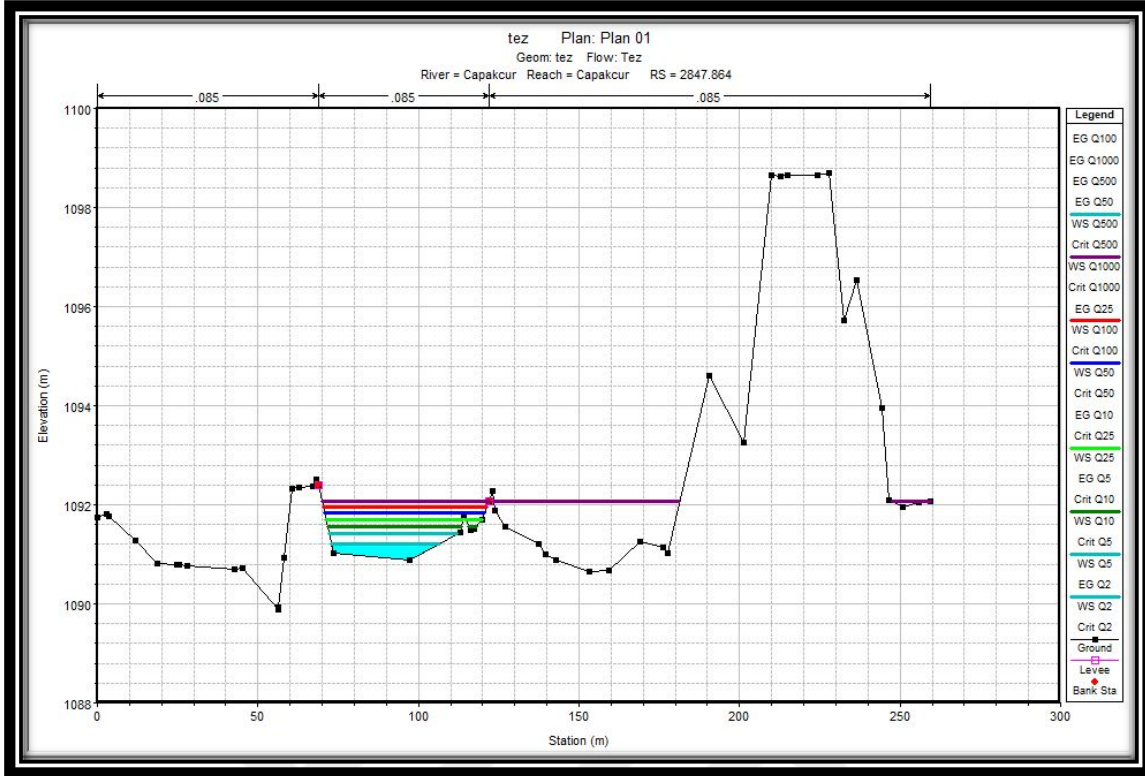




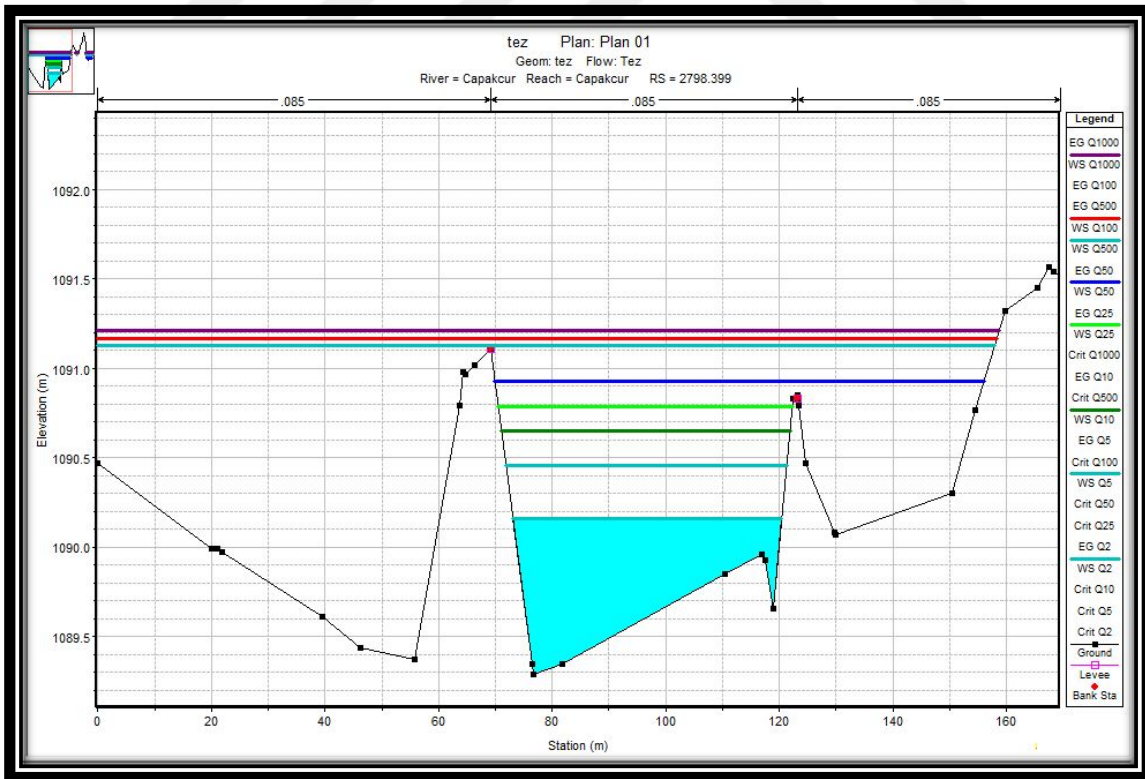
Şekil 5.20. 2957.40 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı)



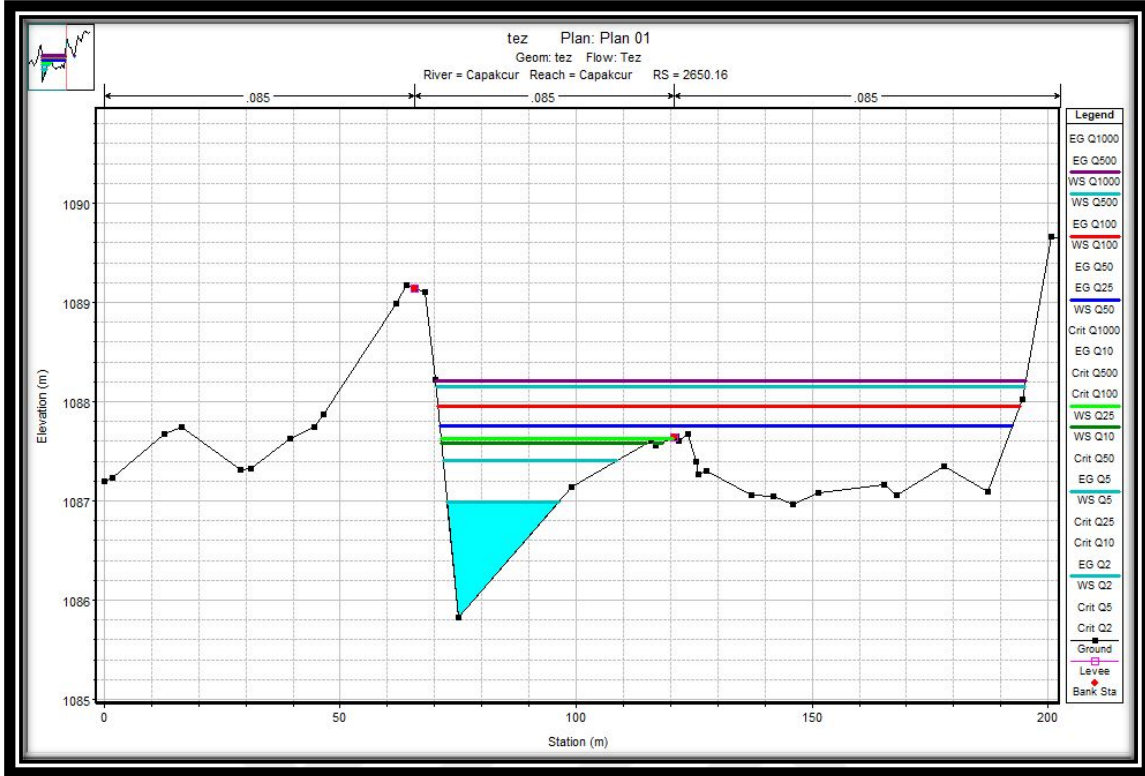
Şekil 5.21. 2916.93 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı)



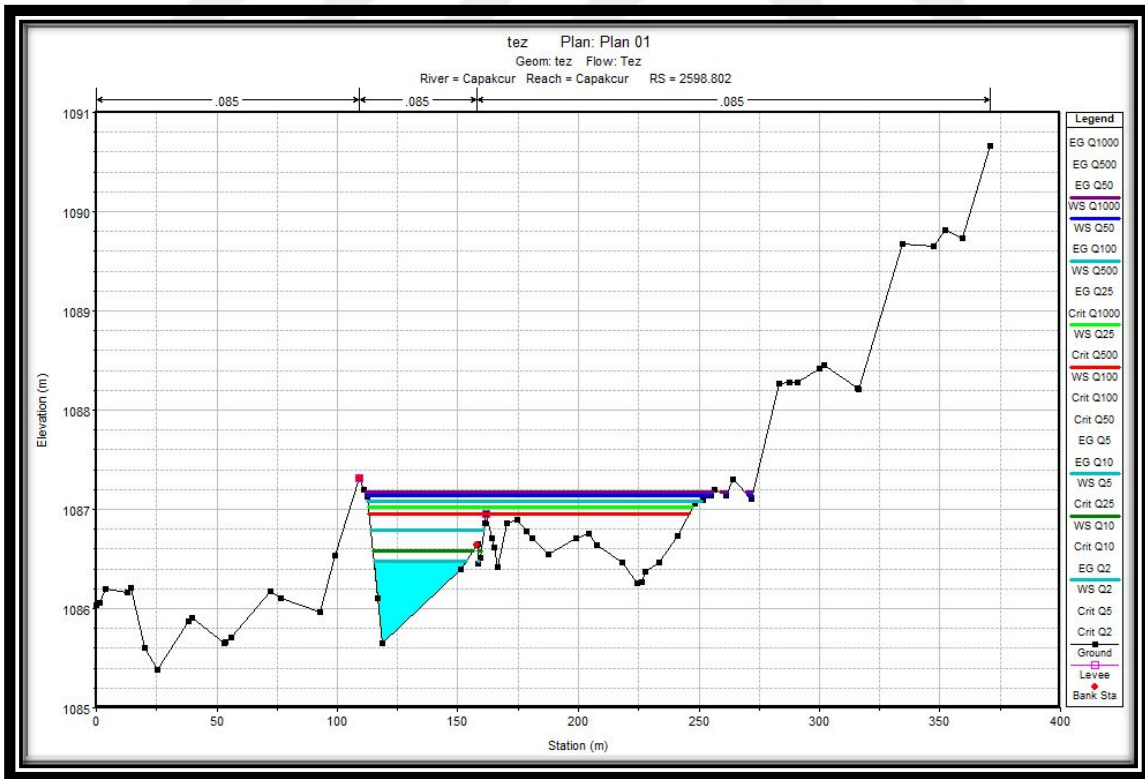
Şekil 5.22. 2847.86 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı)



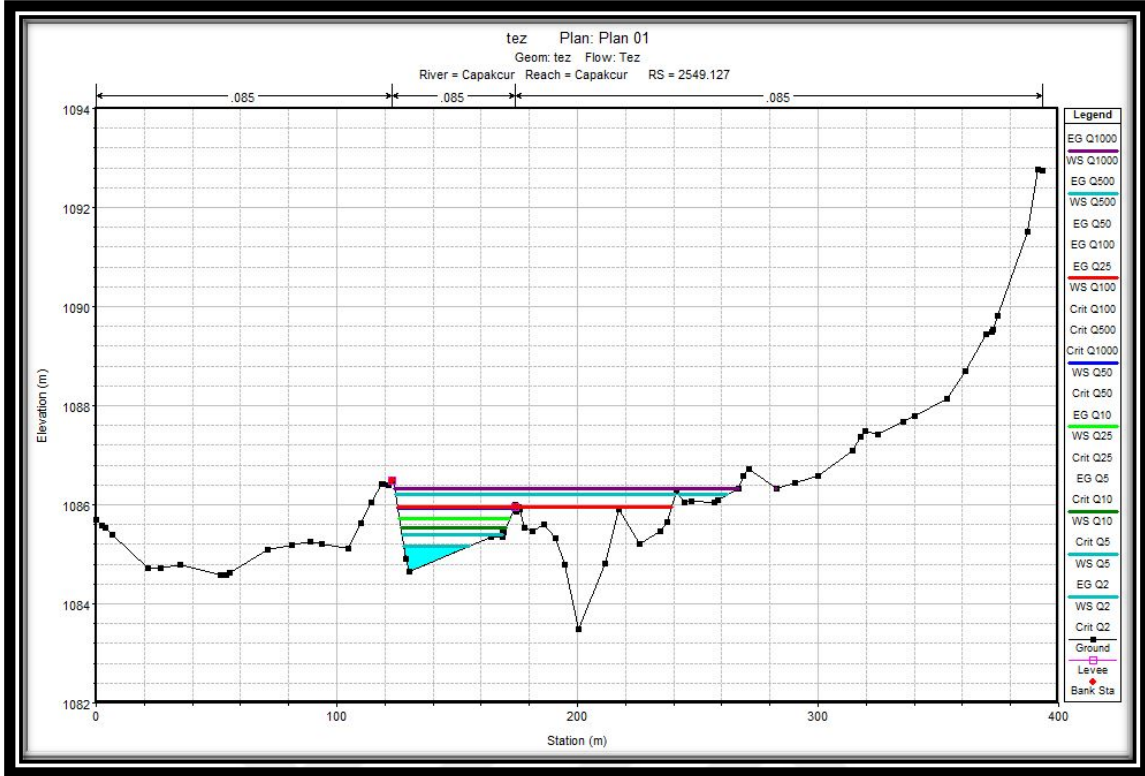
Şekil 5.23. 2798.39 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı)



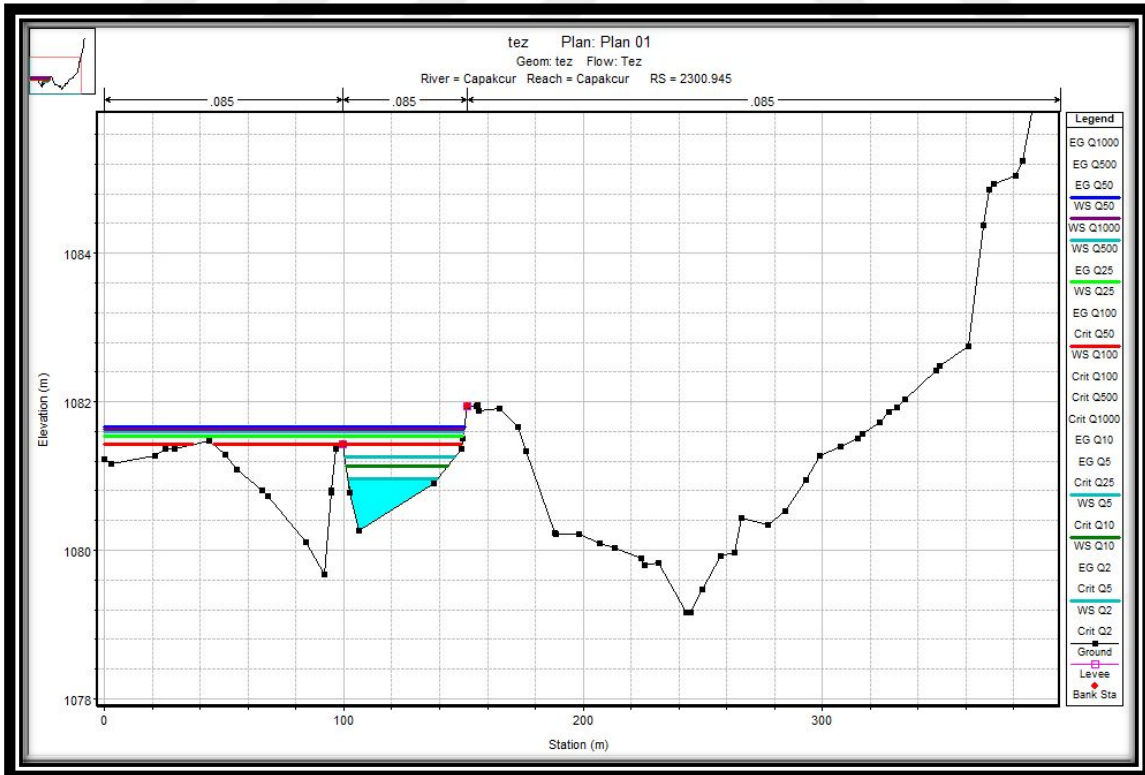
Şekil 5.24. 2650.16 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı)



Şekil 5.25. 2598.80 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı)



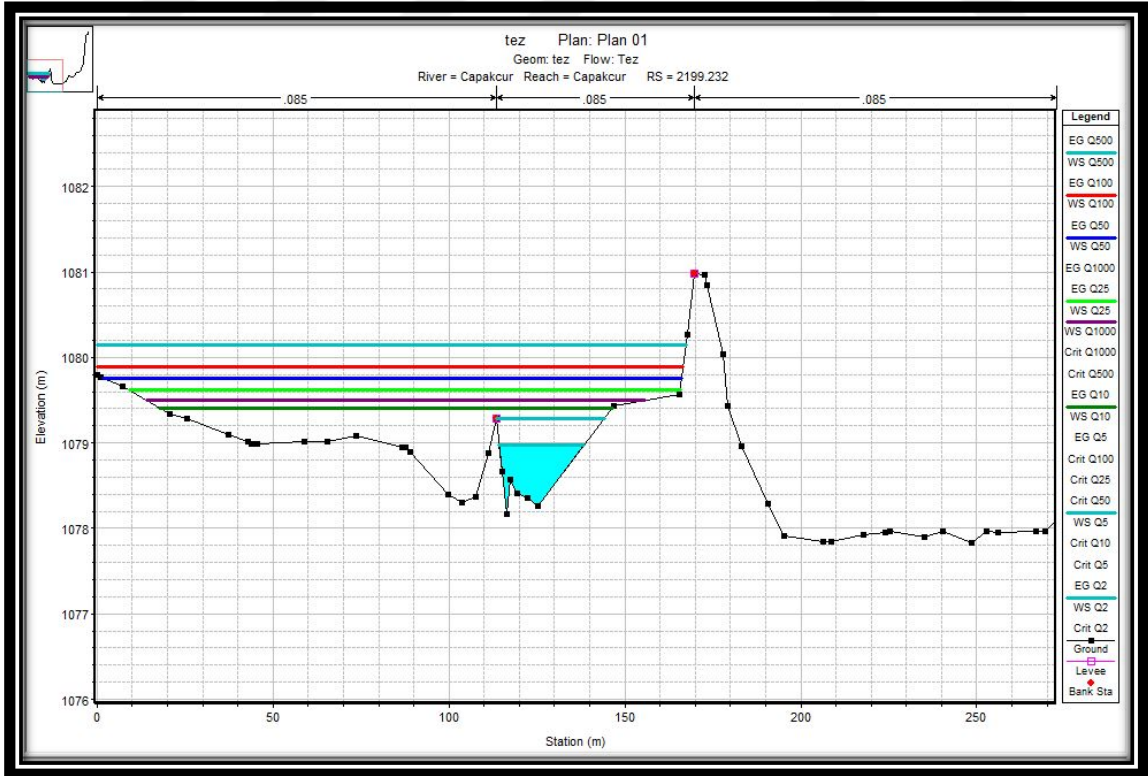
Şekil 5.26. 2549.12 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı)



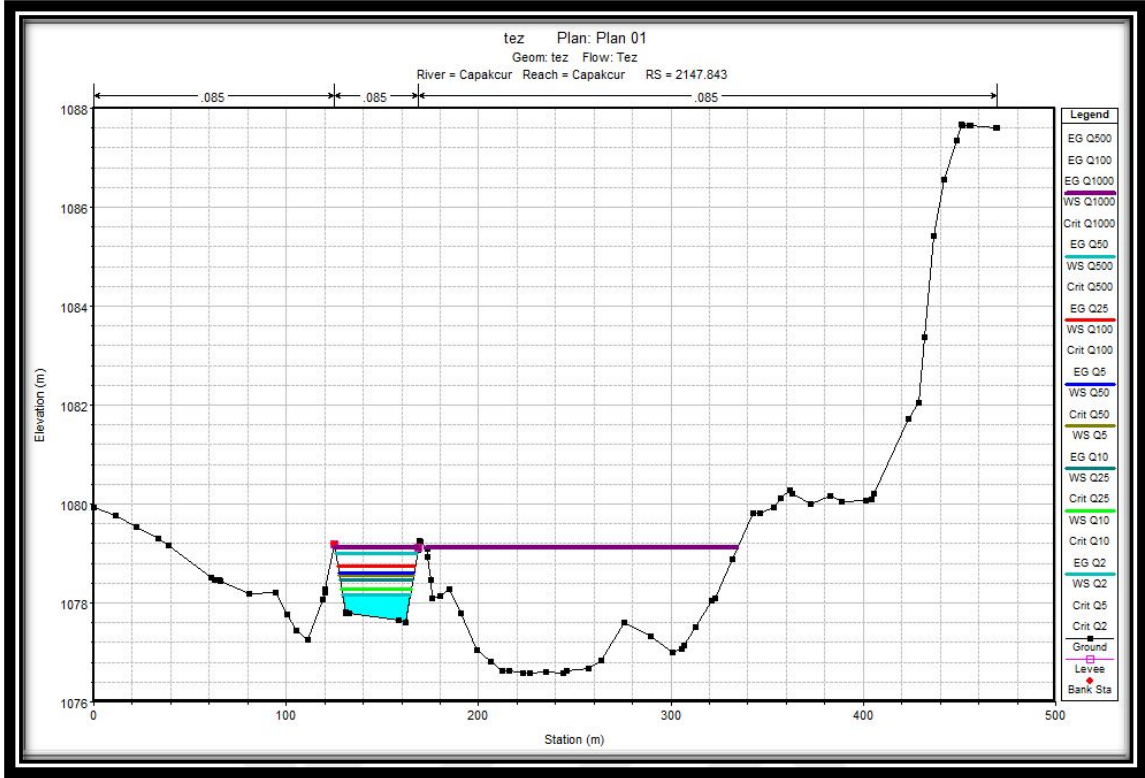
Şekil 5.27. 2300.94 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı)



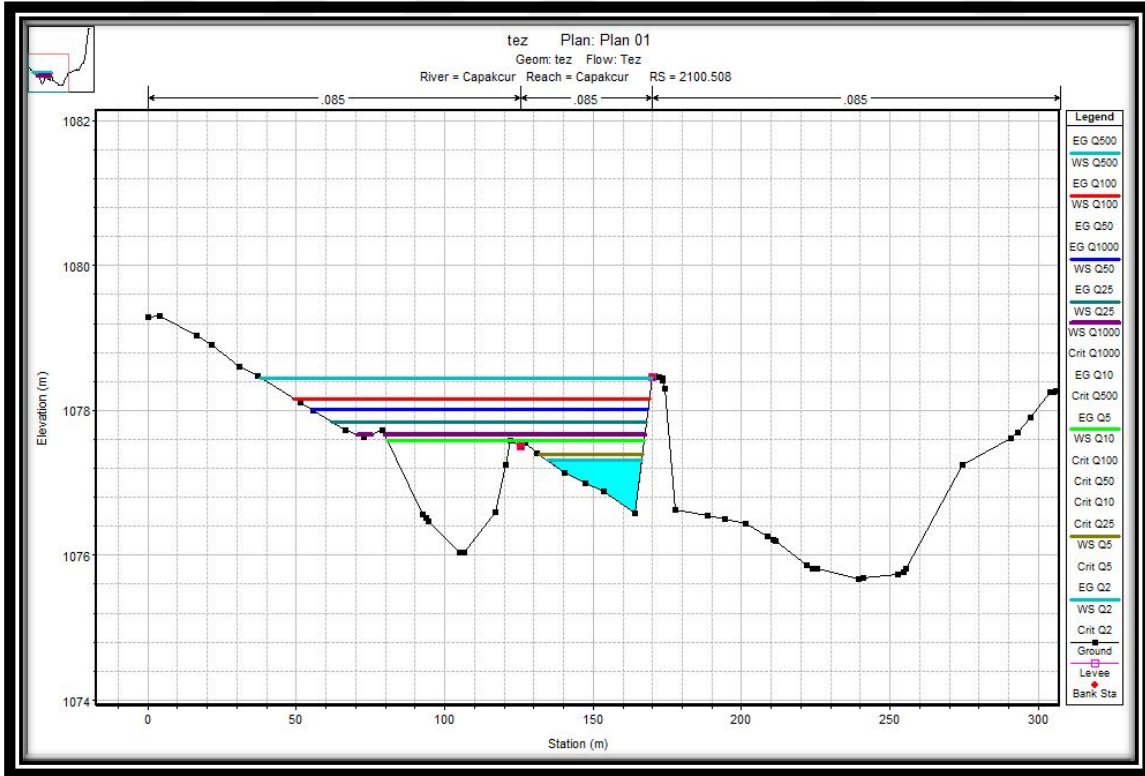
Şekil 5.28. 2251.93 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı)



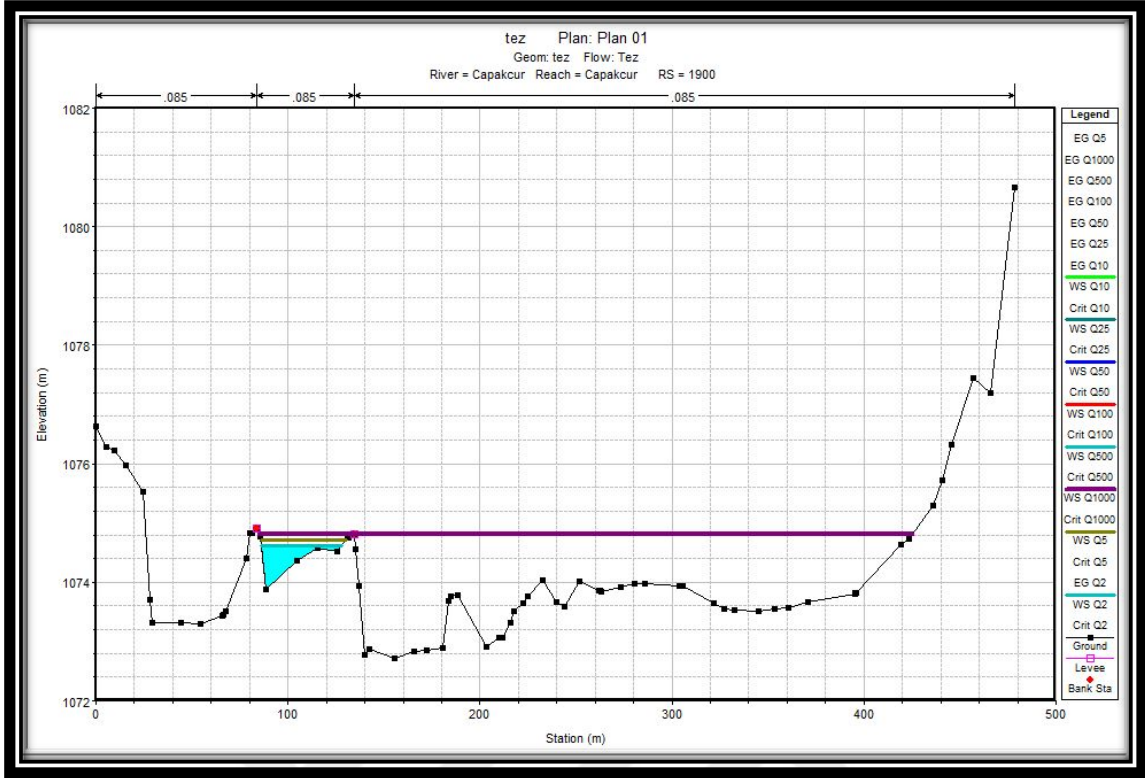
Şekil 5.29. 2199.23 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı)



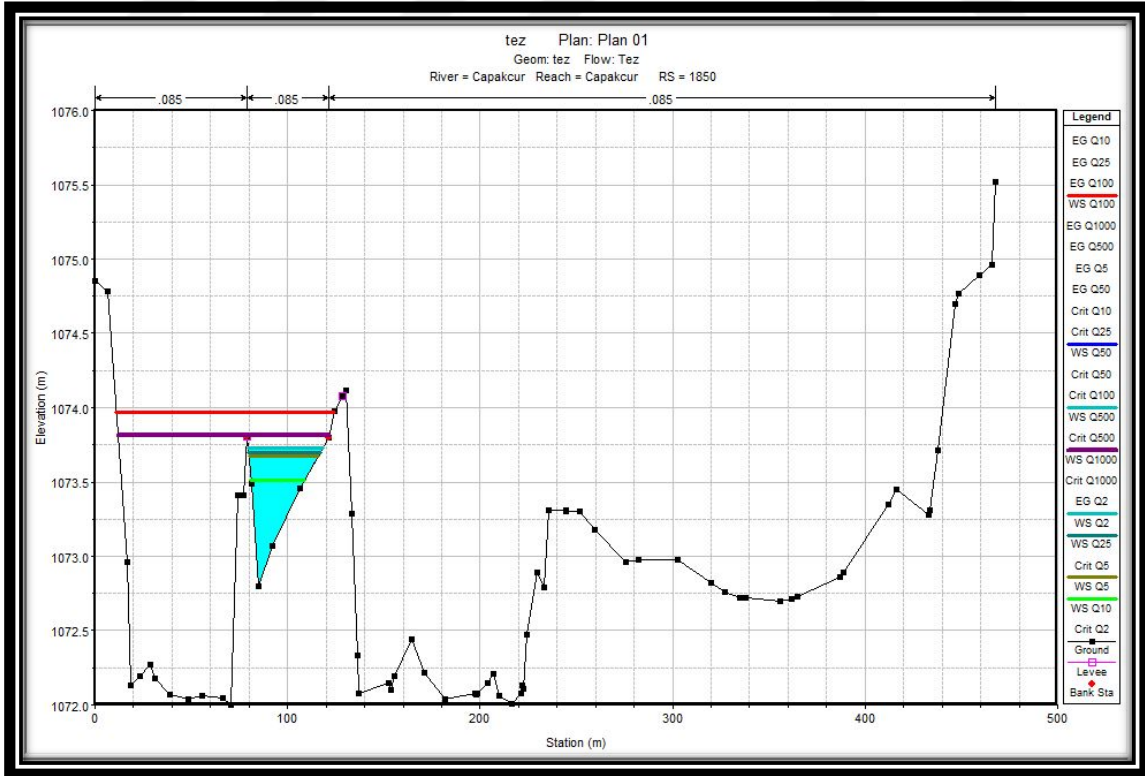
Şekil 5.30. 2147.84 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı)



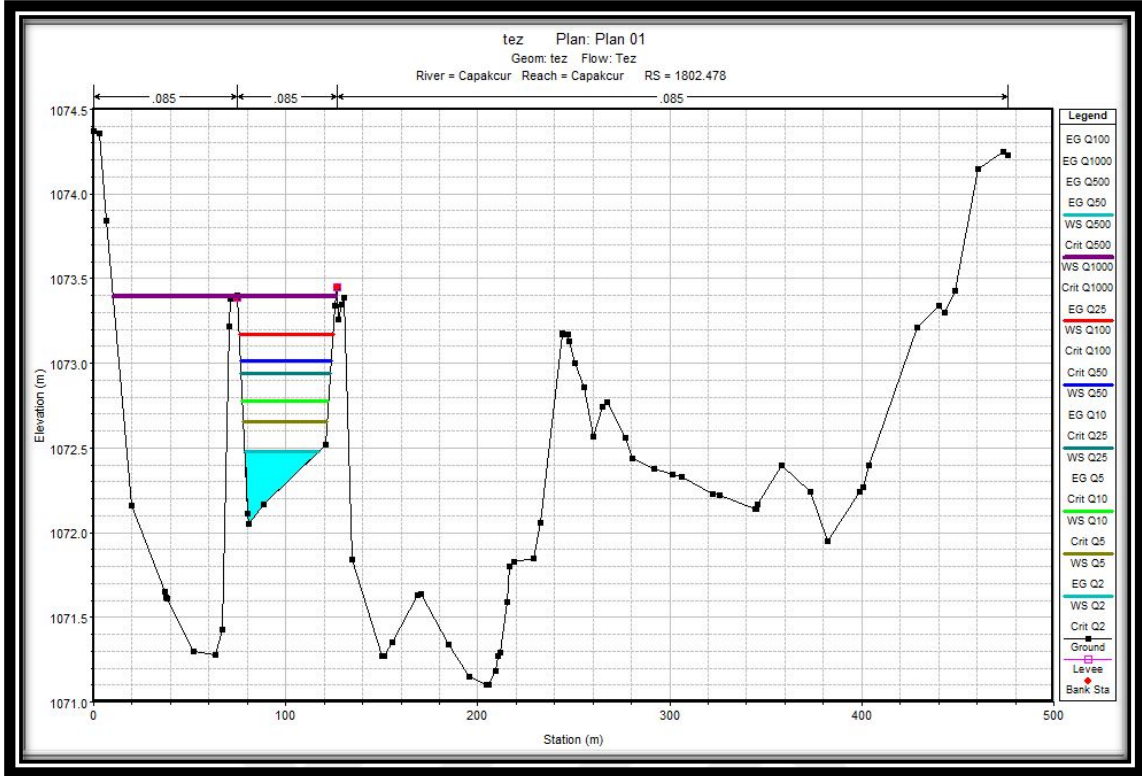
Şekil 5.31. 2100.50 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı)



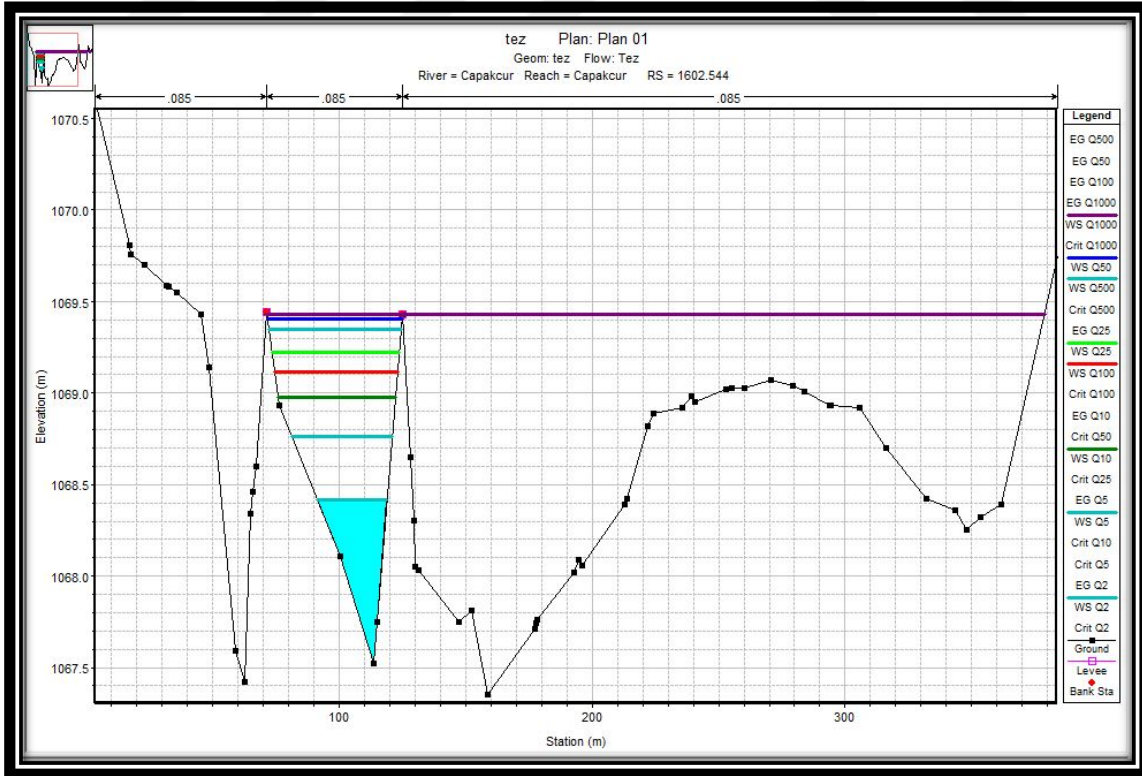
Şekil 5.32. 1900.00 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı)



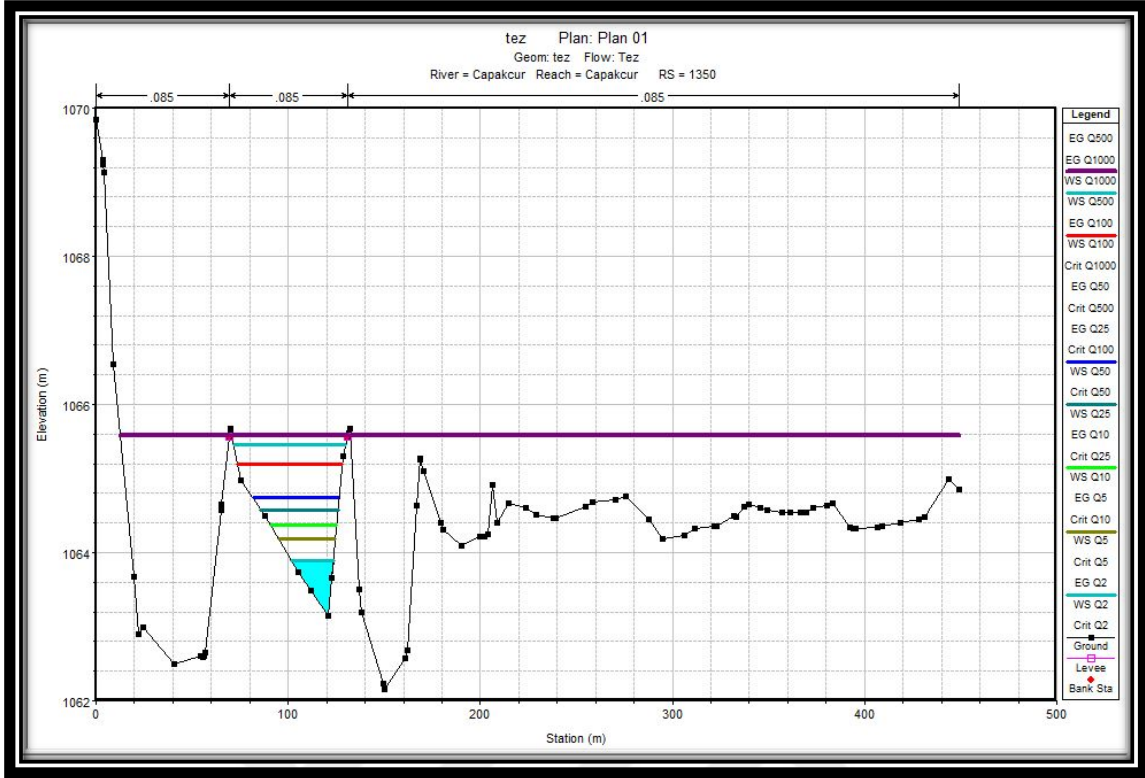
Şekil 5.33. 1850.00 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı)



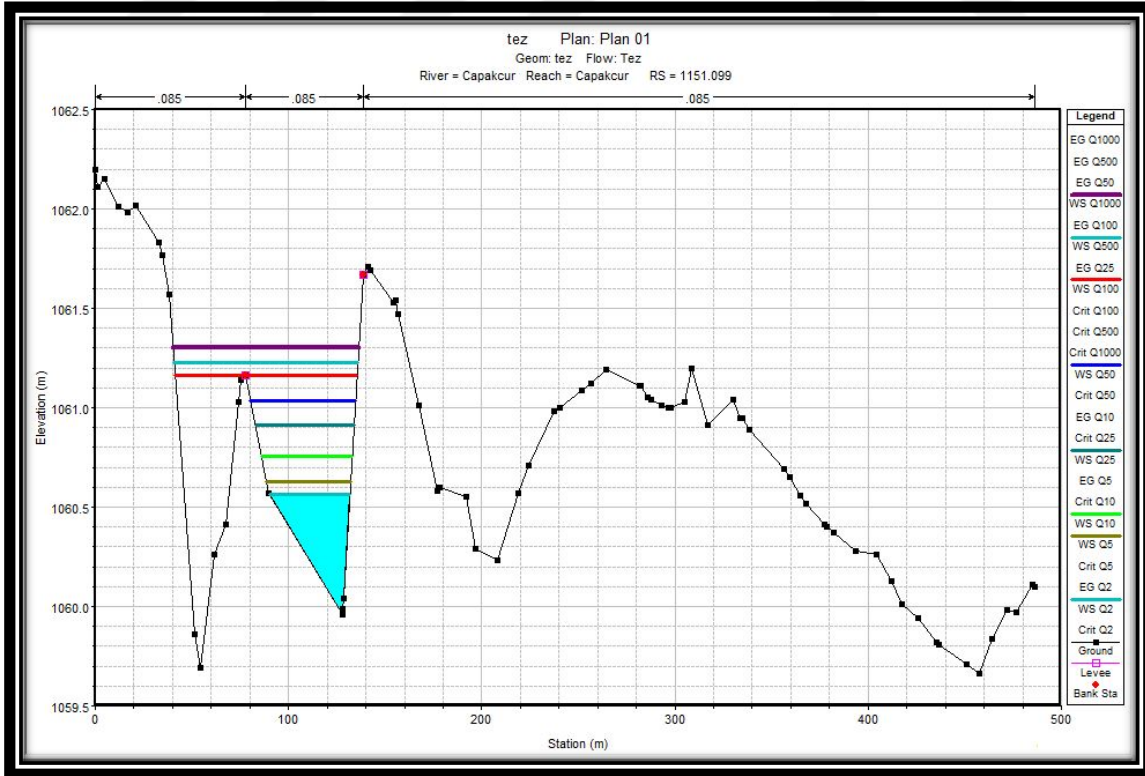
Şekil 5.34. 1802.47 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı)



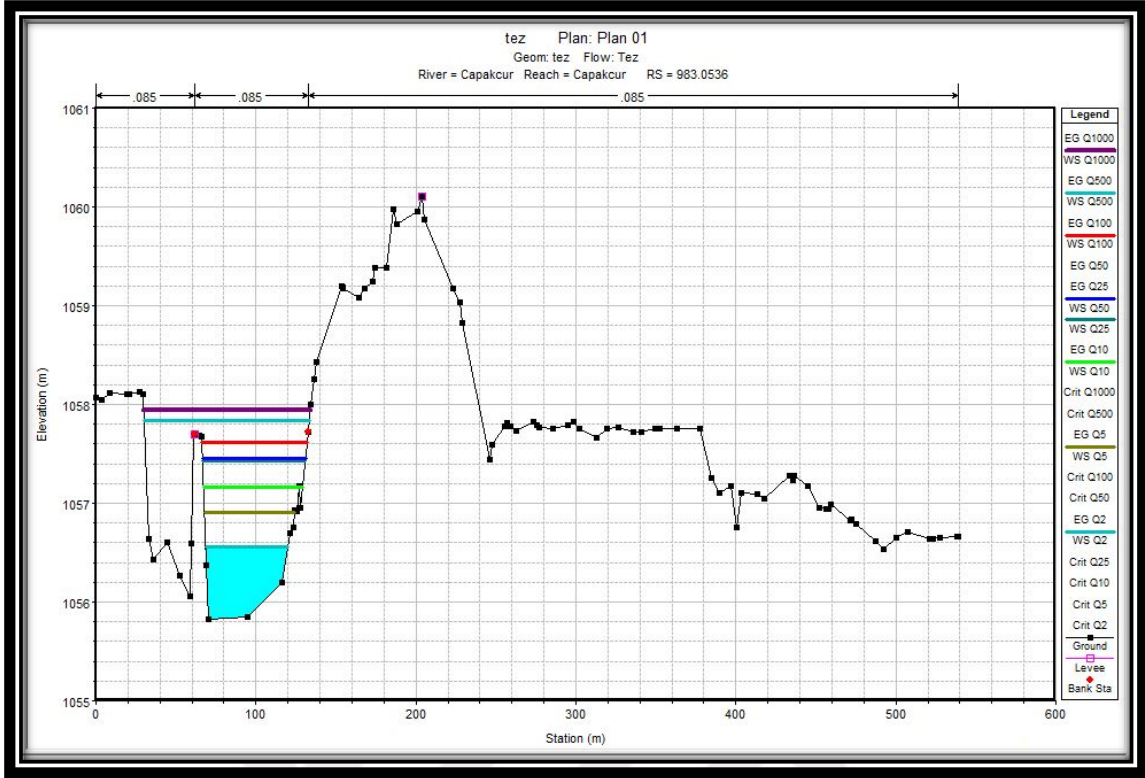
Şekil 5.35. 1602.54 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı)



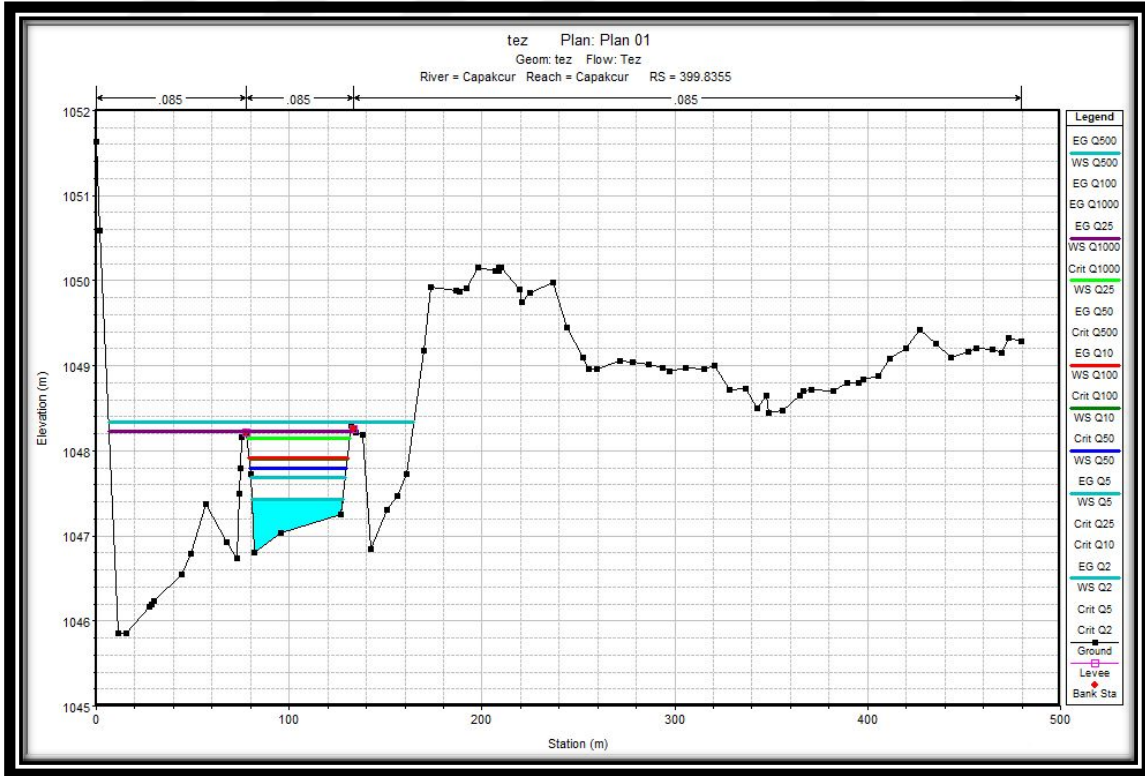
Şekil 5.36. 1350 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı)



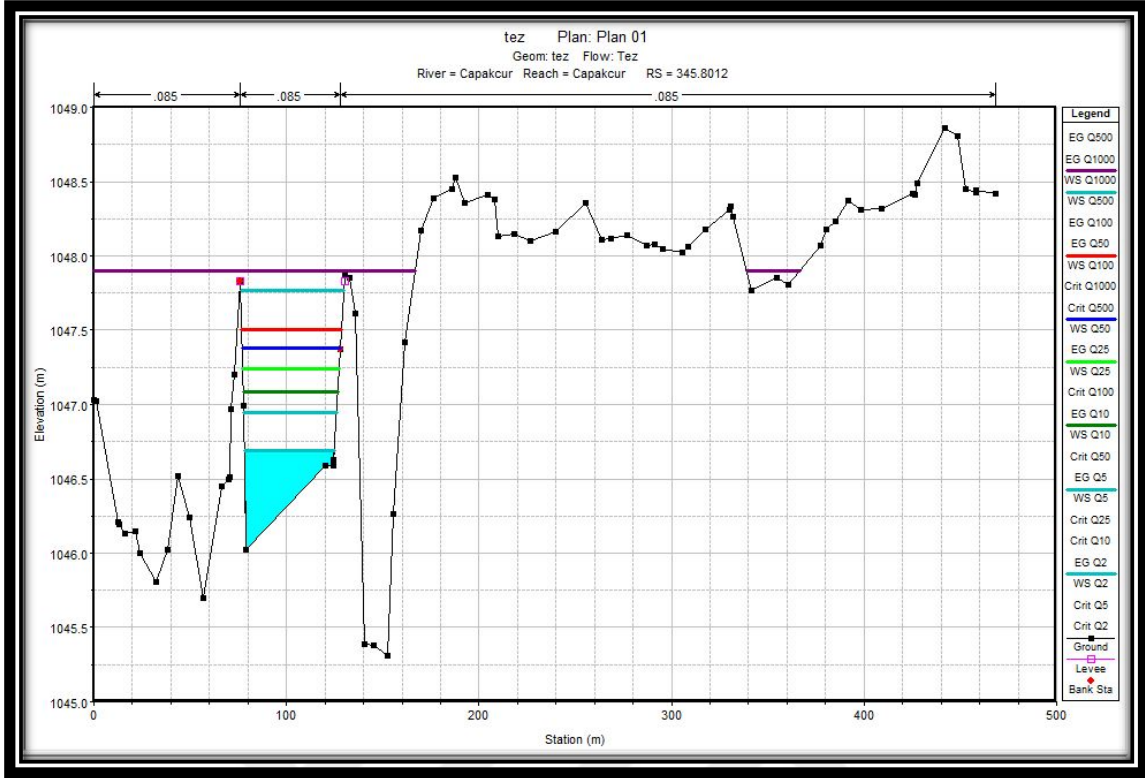
Şekil 5.37. 1151.09 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı)



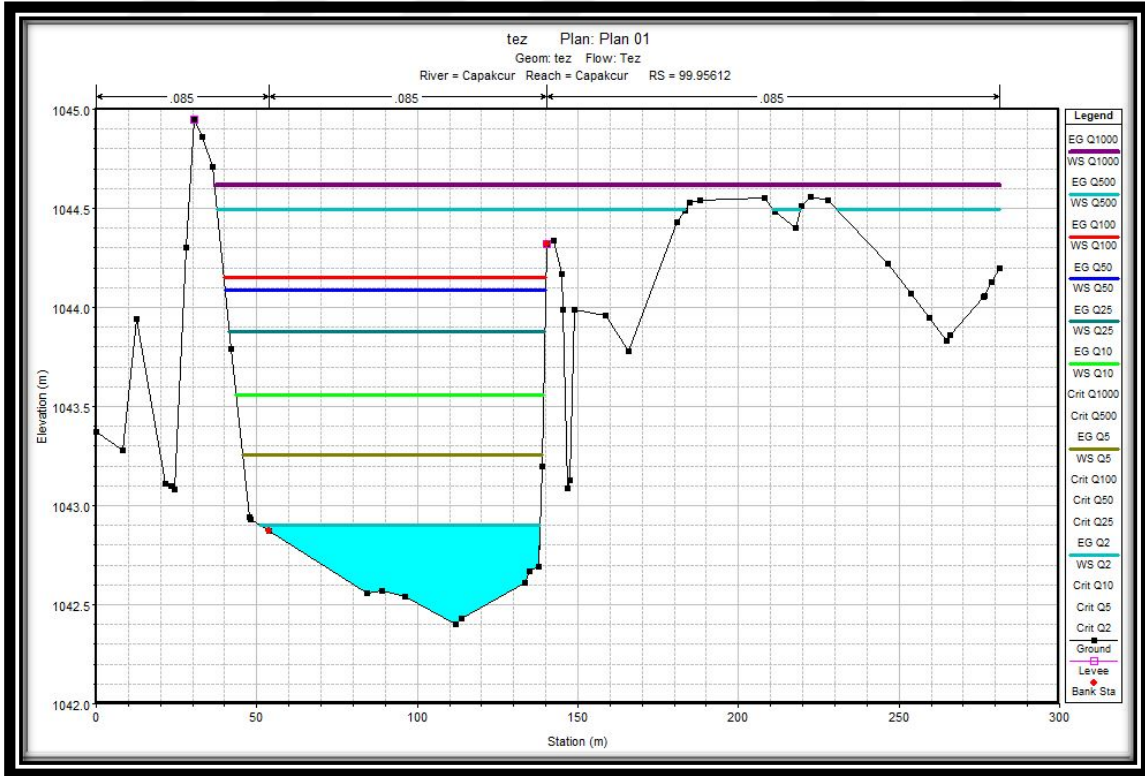
Şekil 5.38. 983.05 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı)



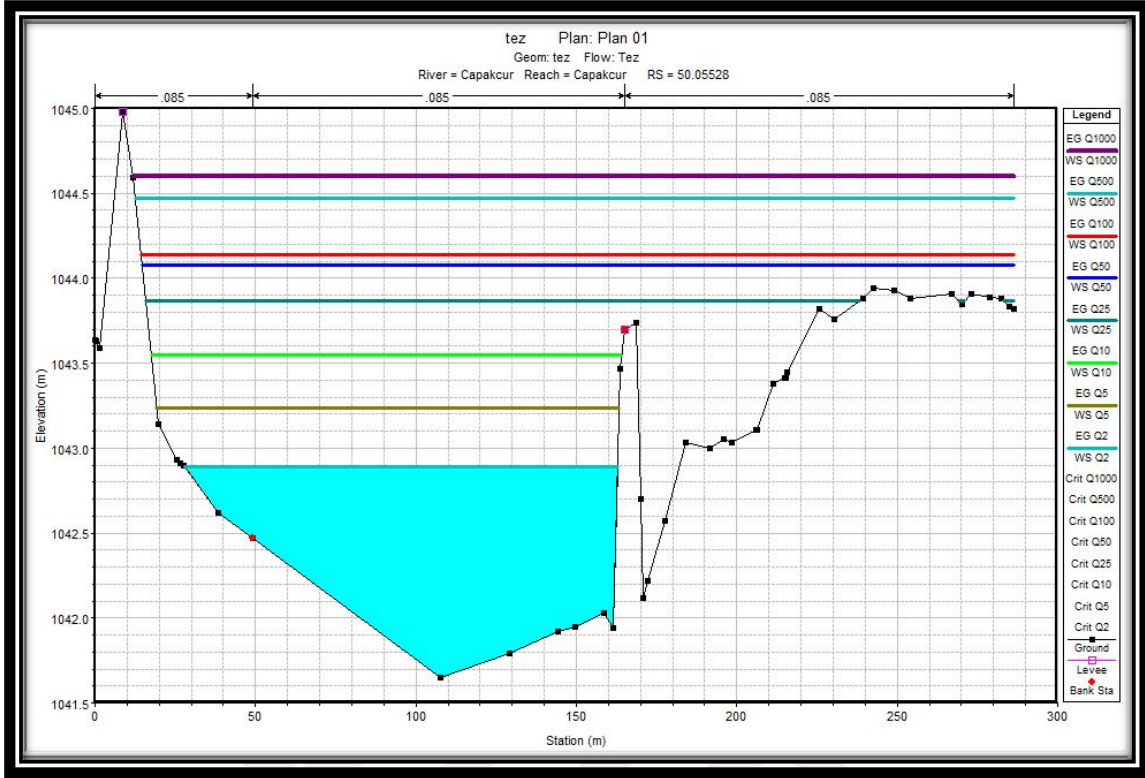
Şekil 5.39. 399.83 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı)



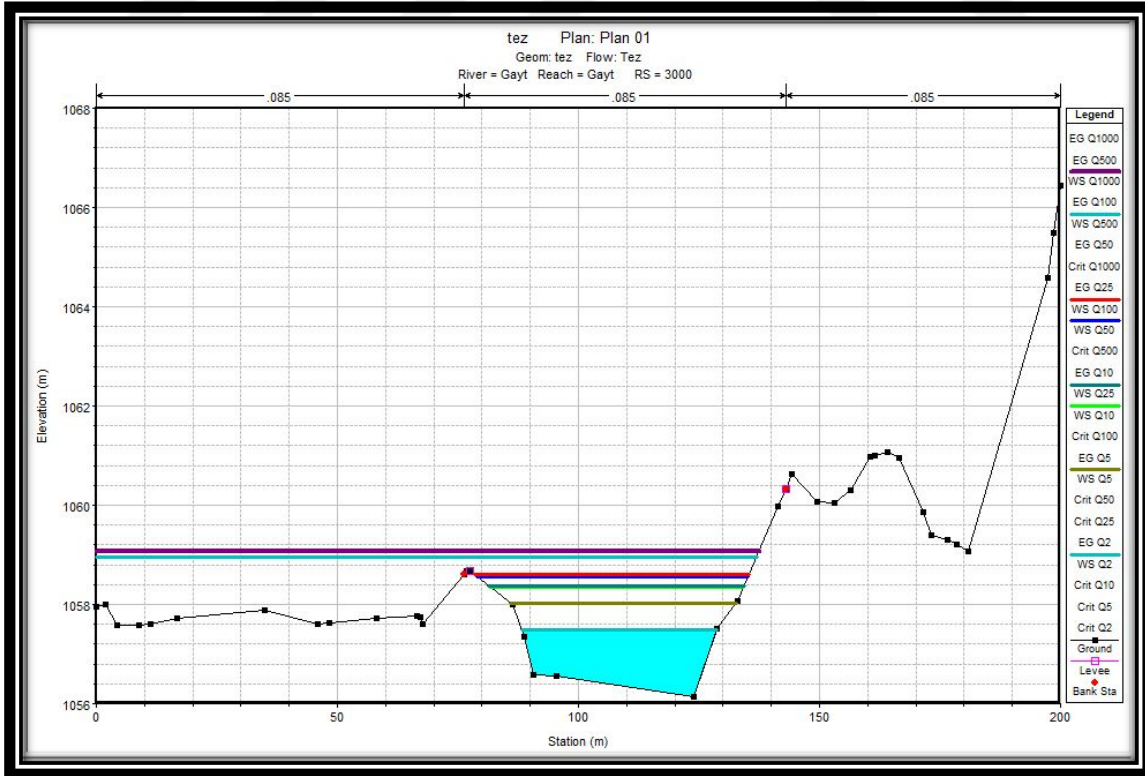
Şekil 5.40. 345.80 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı)



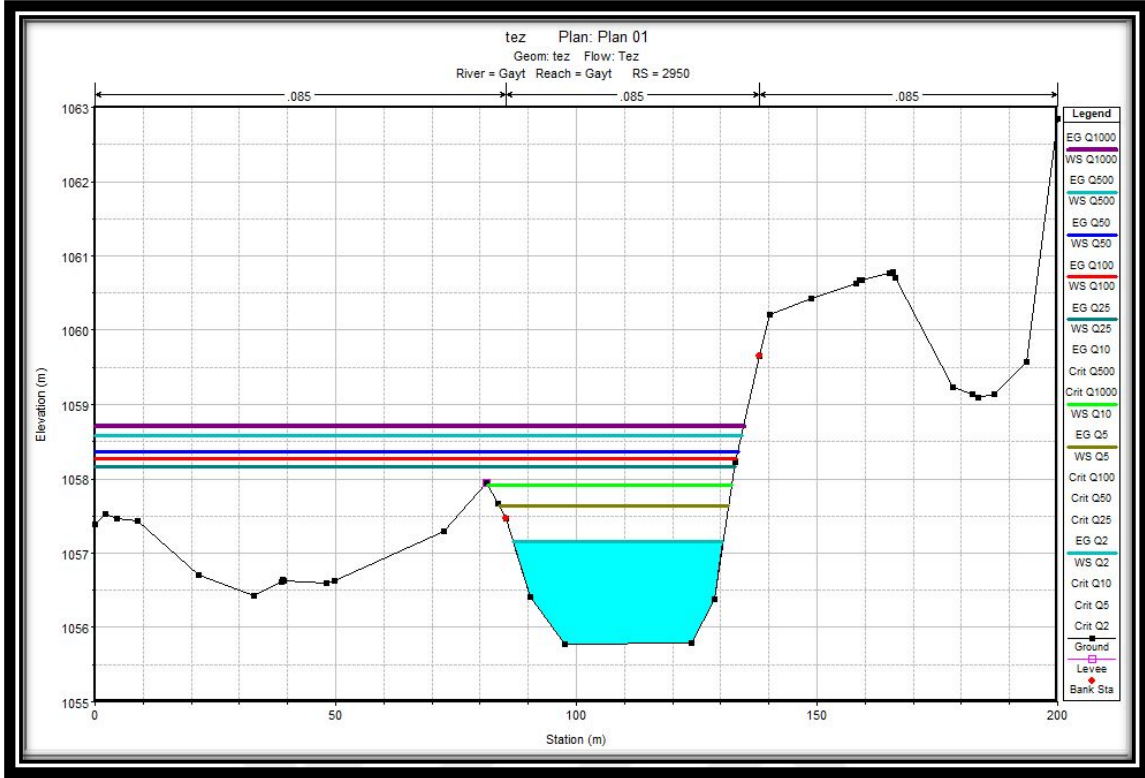
Şekil 5.41. 99.95 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı)



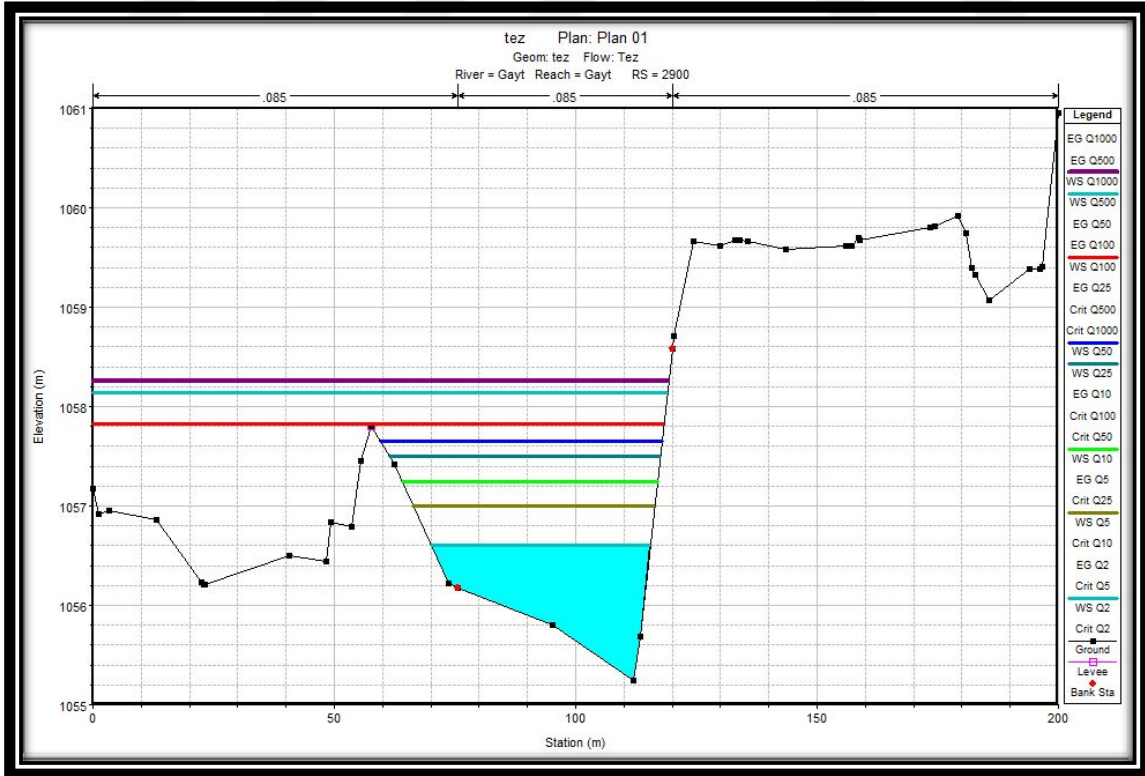
Şekil 5.42. 50.05 nolu enkesit için taşkın kotları (Çapakçur Çayı)



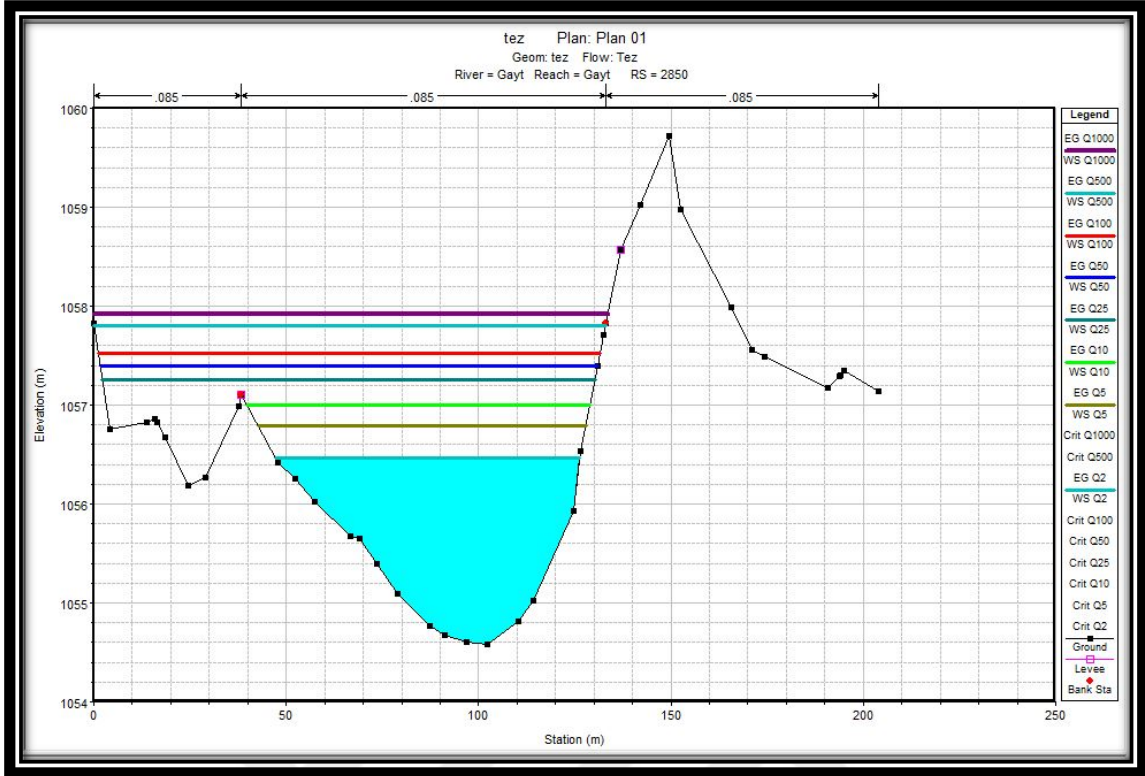
Şekil 5.43. 3000 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)



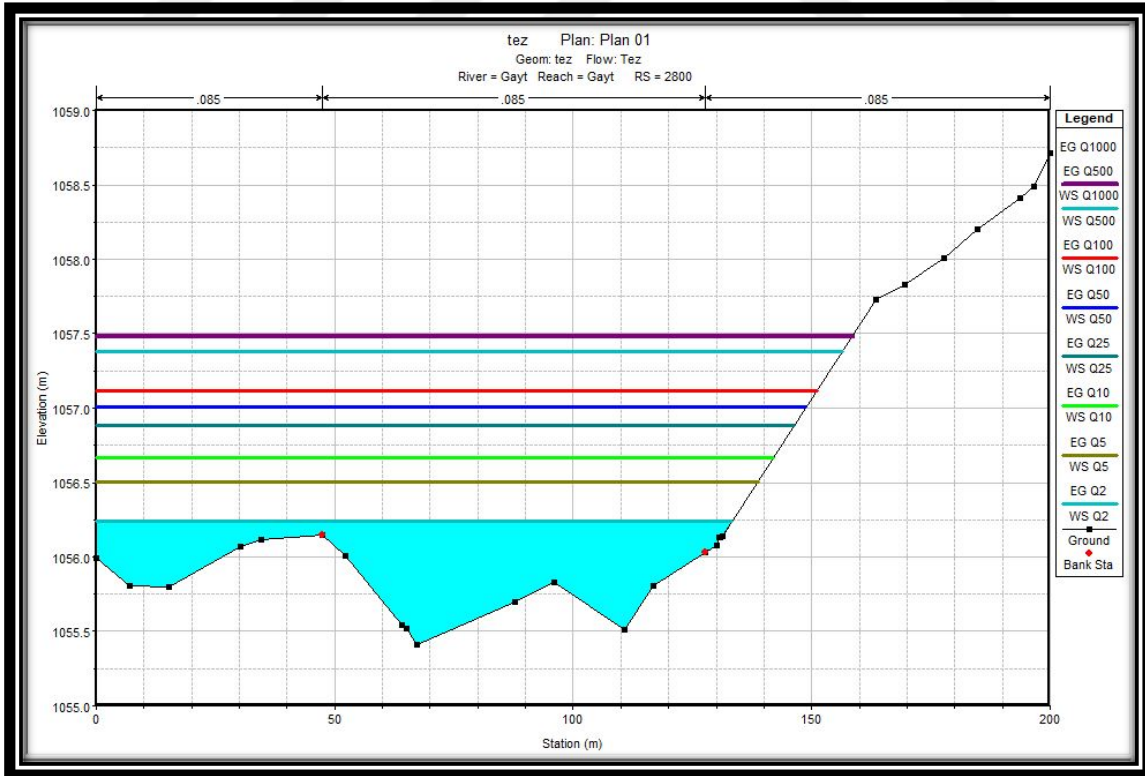
Şekil 5.44. 2950 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)



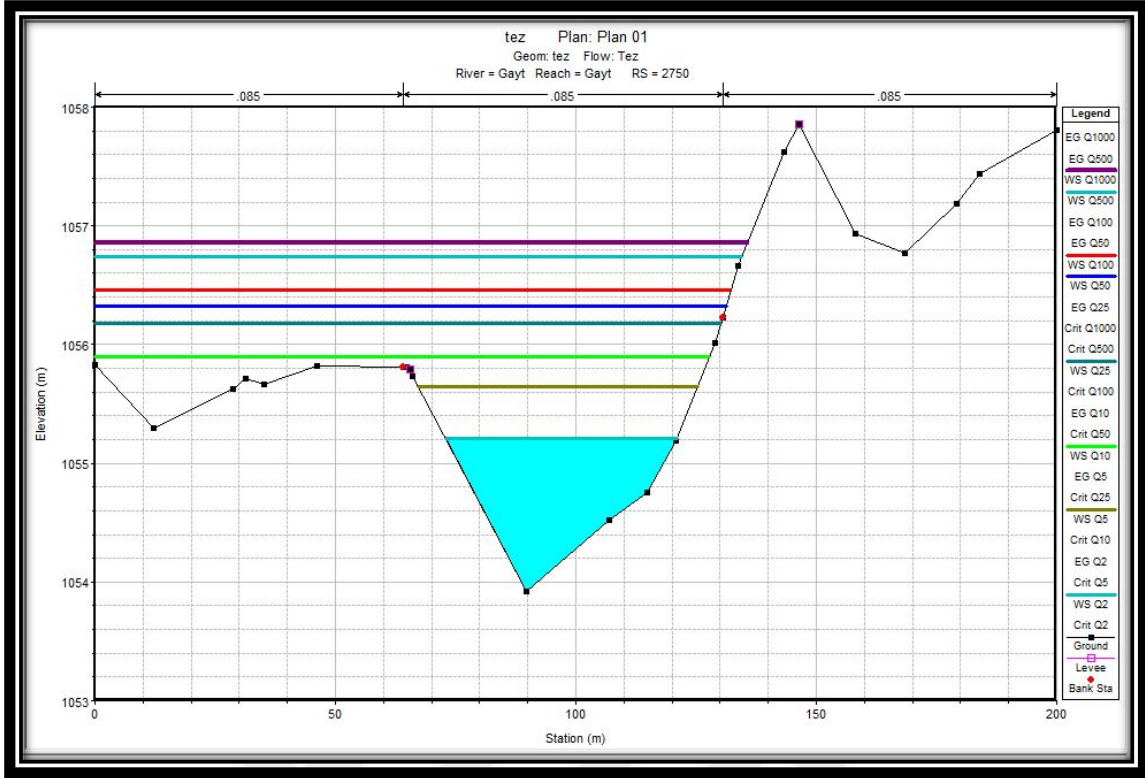
Şekil 5.45. 2900 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)



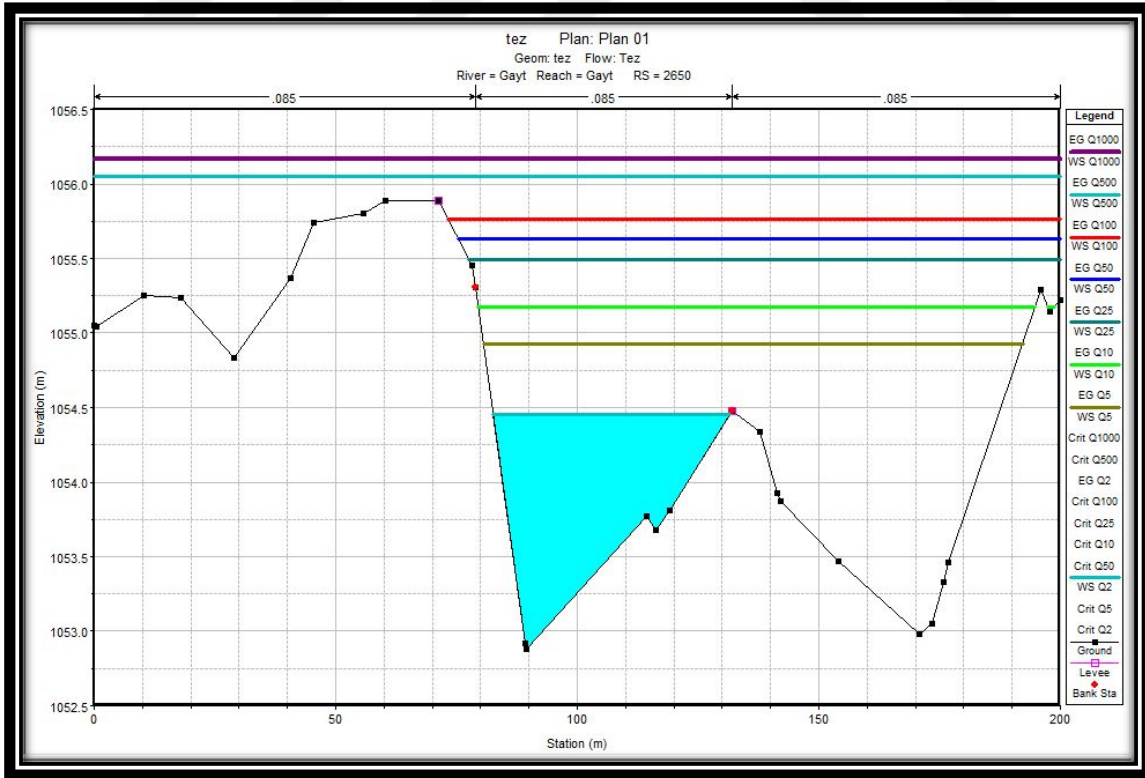
Şekil 5.46. 2850 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)



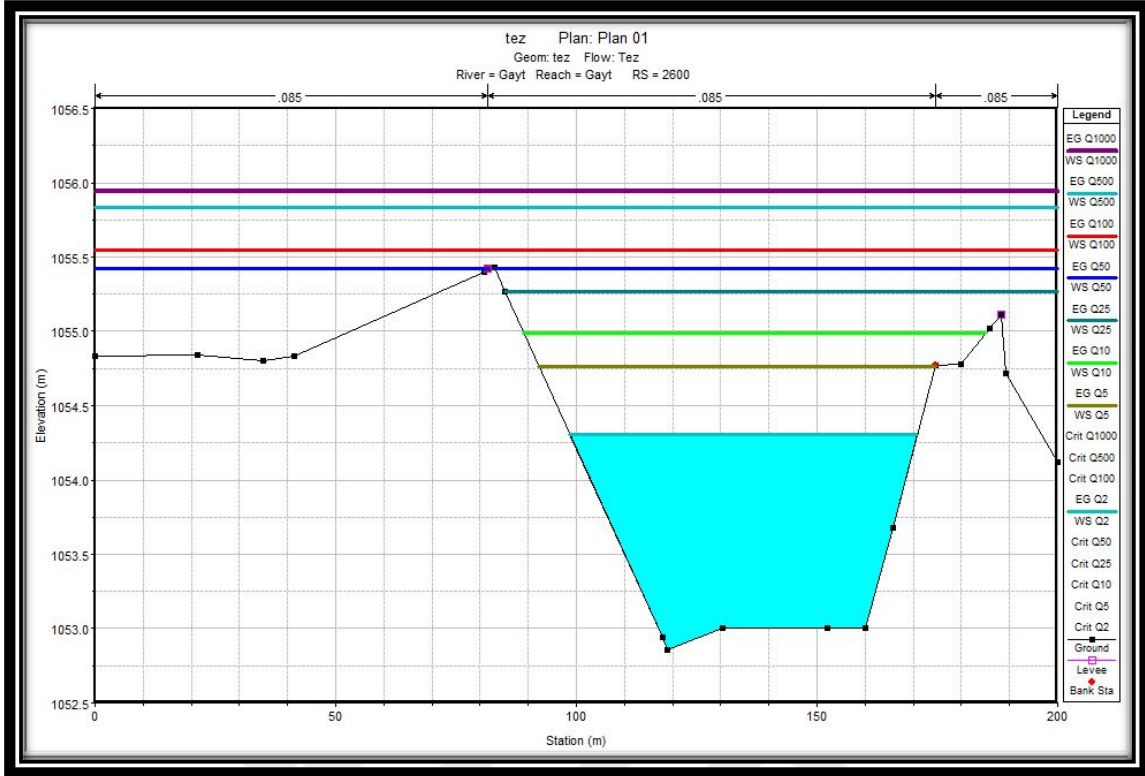
Şekil 5.47. 2800 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)



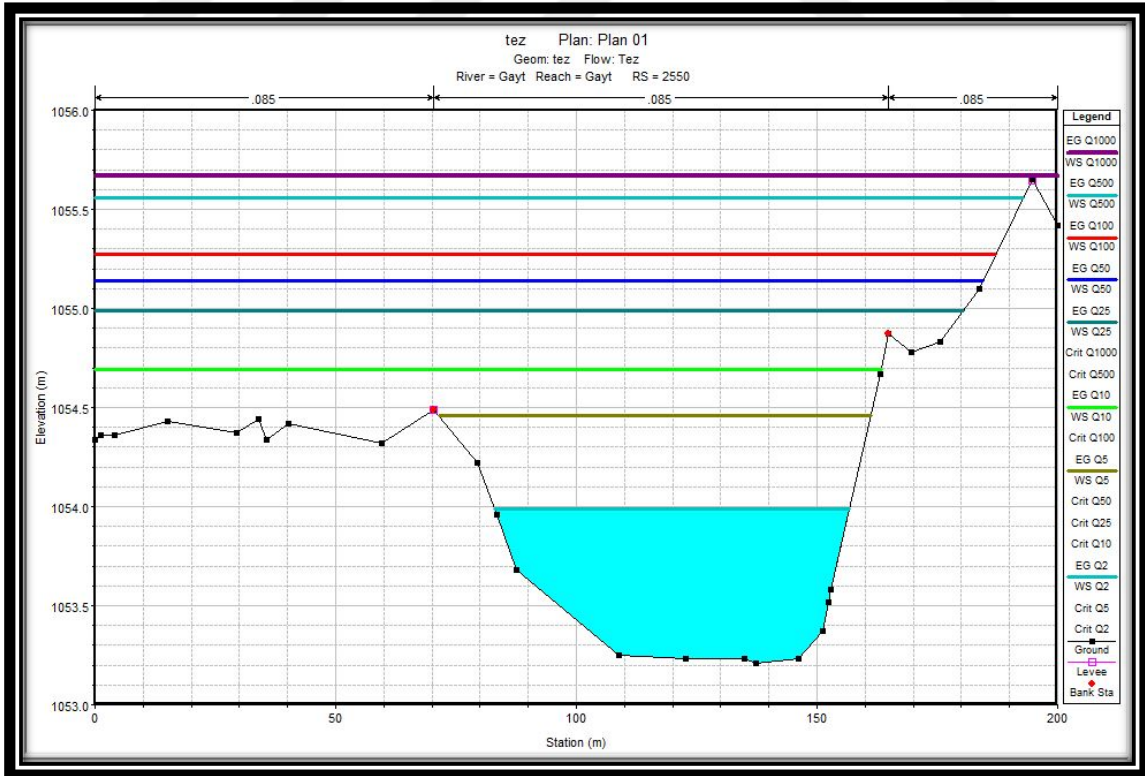
Şekil 5.48. 2750 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)



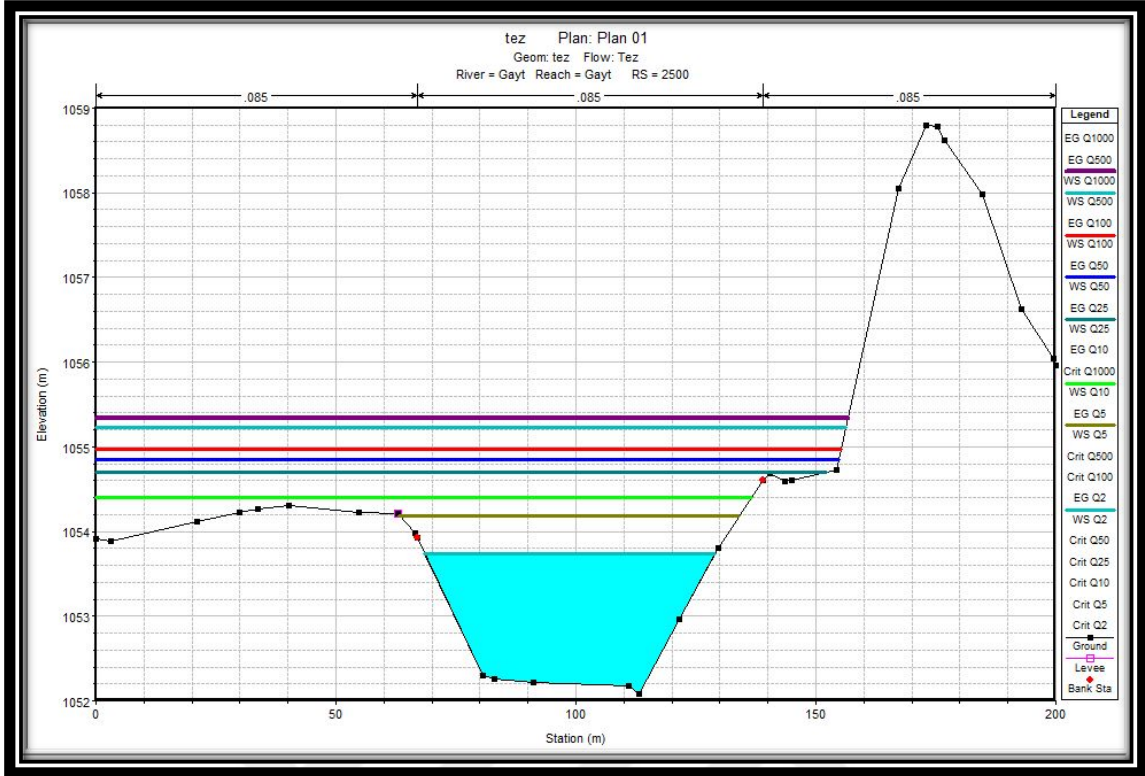
Şekil 5.49. 2650 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)



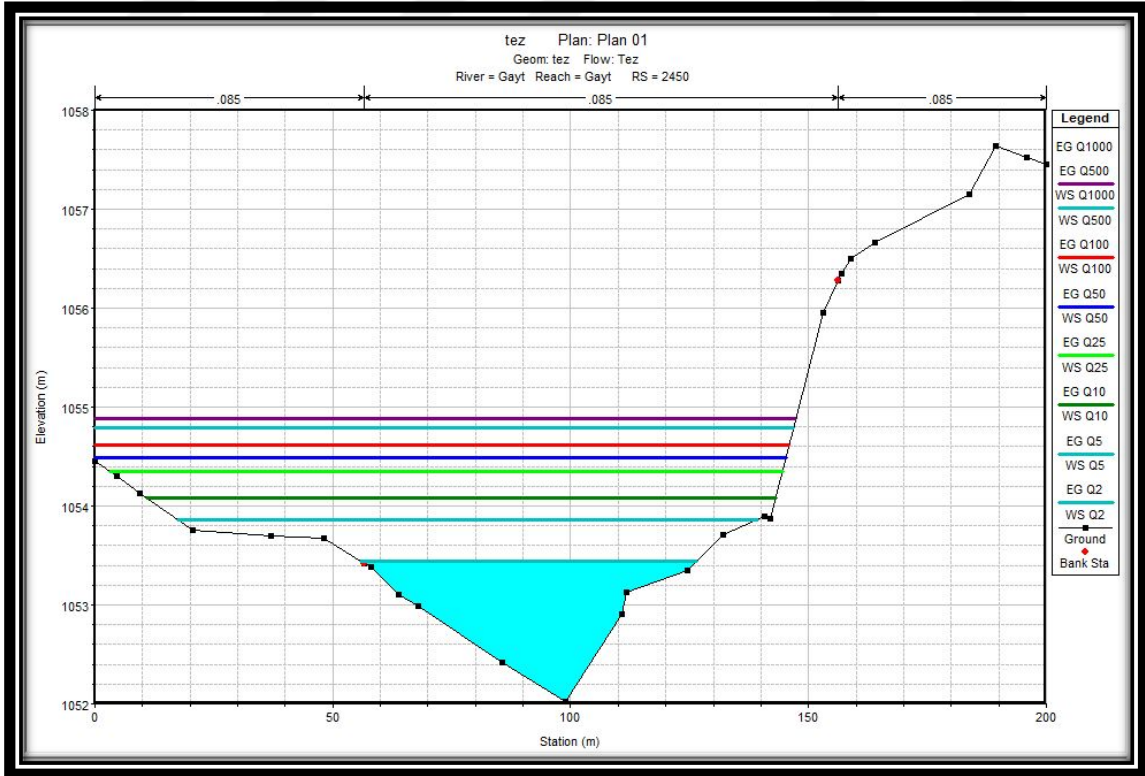
Şekil 5.50. 2600 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)



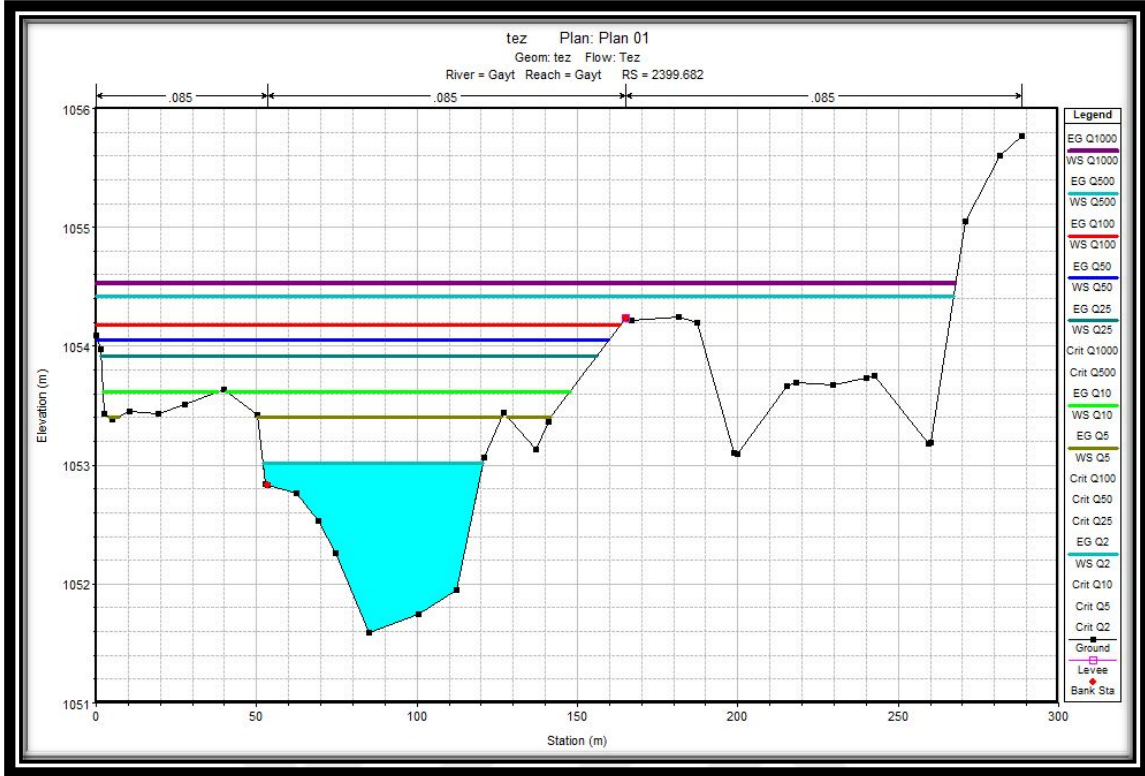
Şekil 5.51. 2550 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)



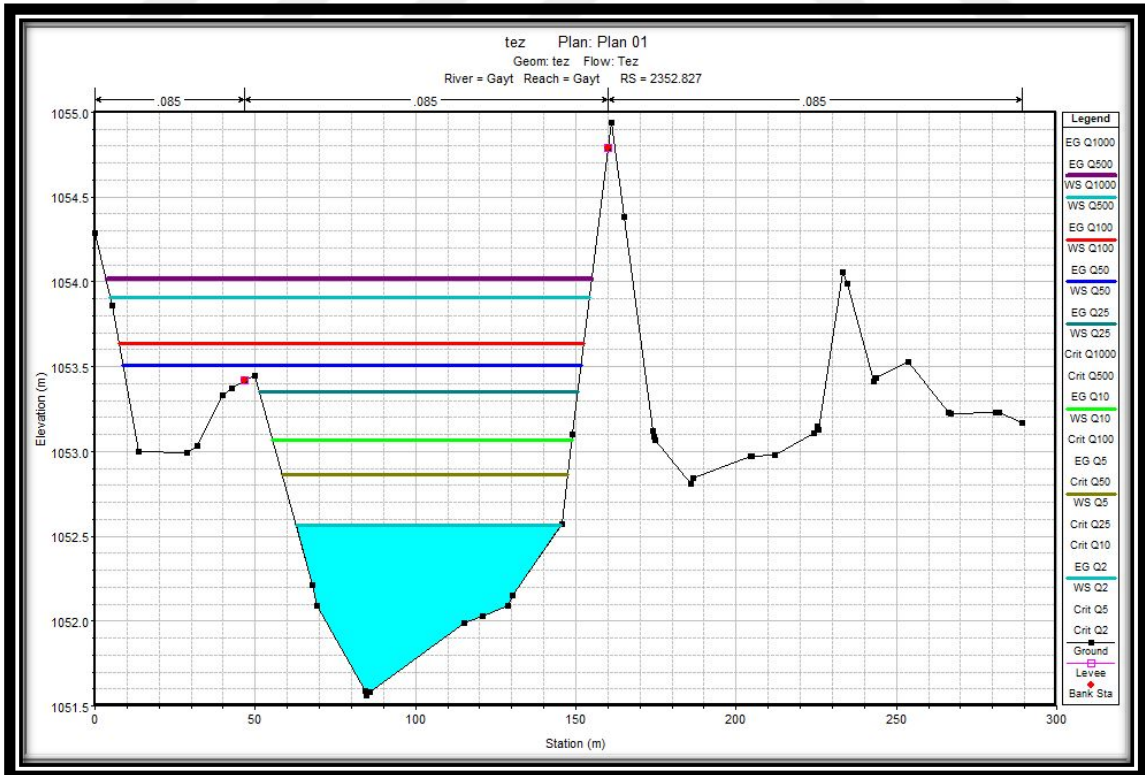
Şekil 5.52. 2500 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)



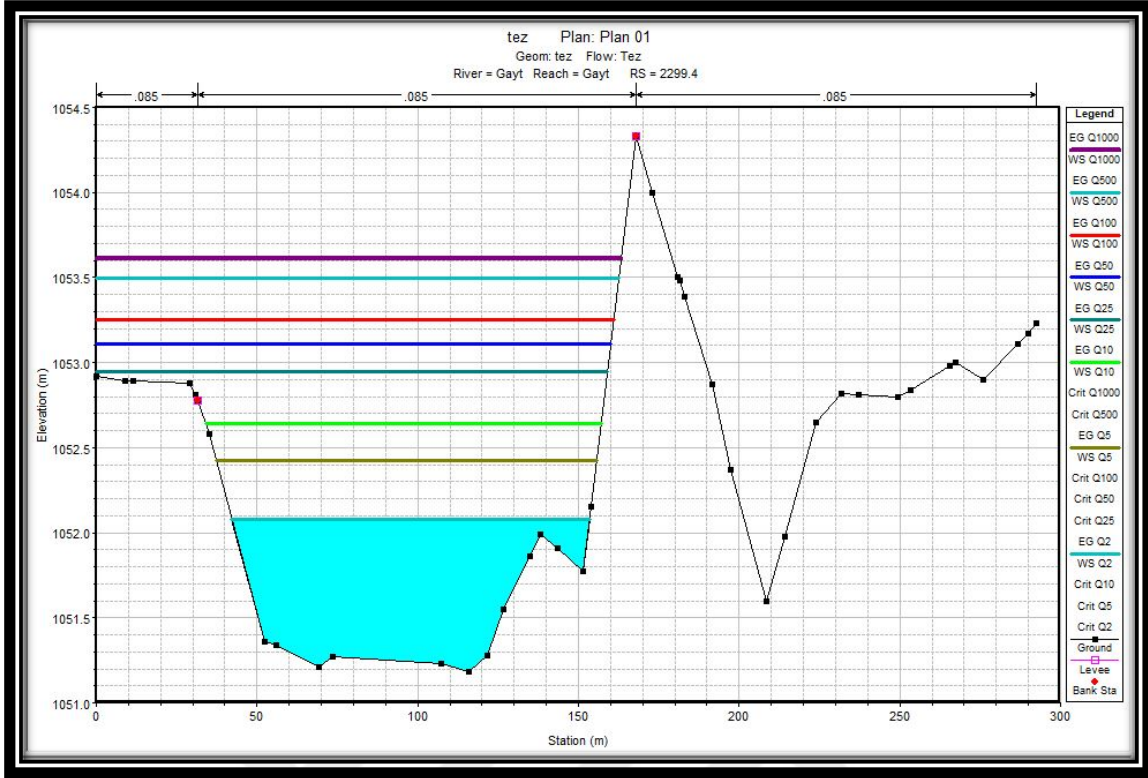
Şekil 5.53. 2450 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)



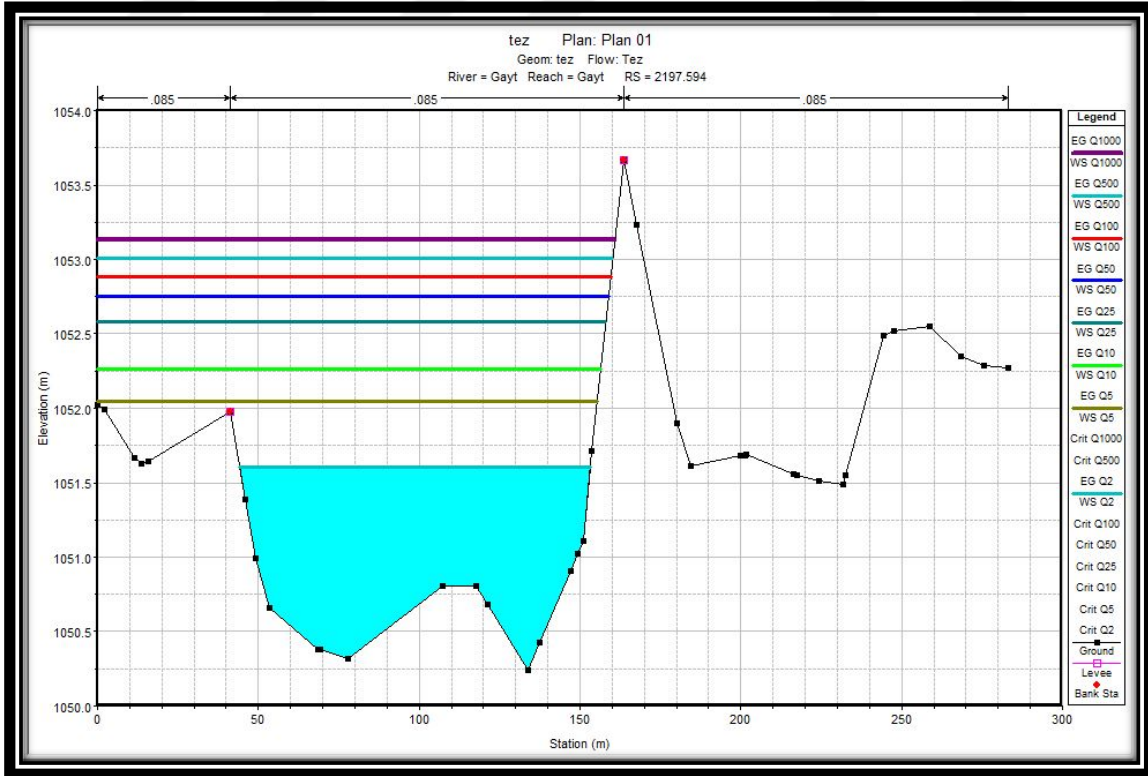
Şekil 5.54. 2399.68 nolu enkesit için taşkın kotları(Gayt Çayı)



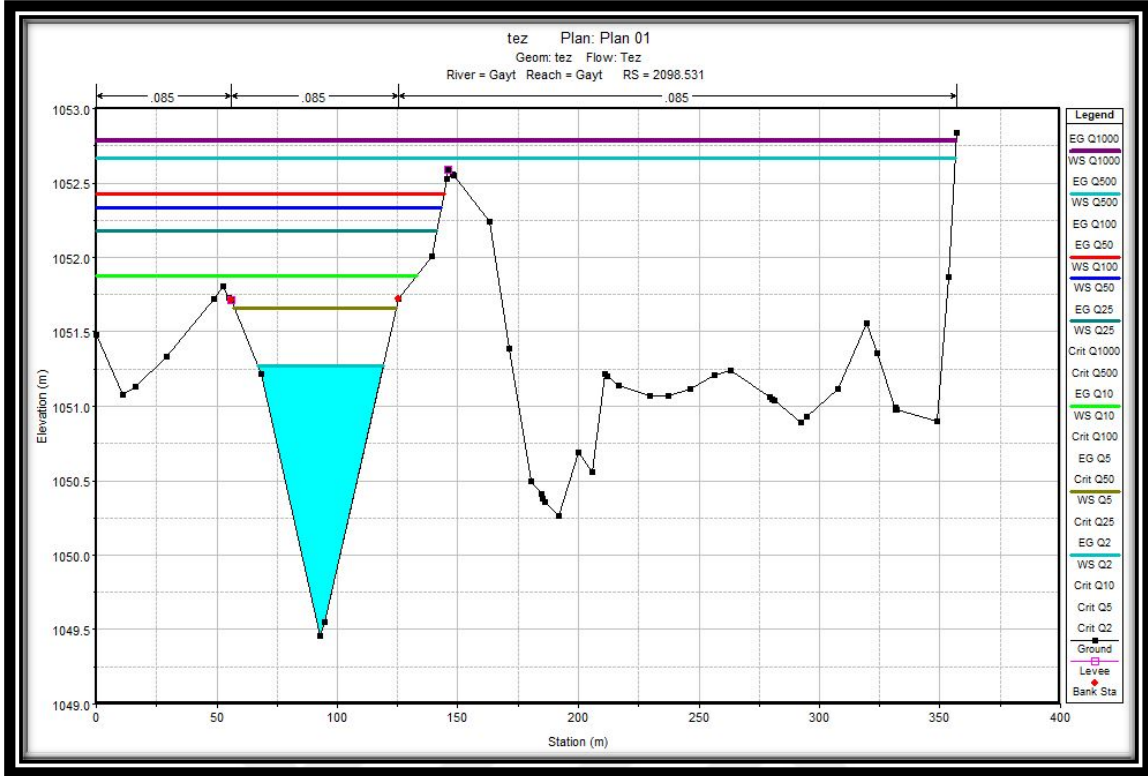
Şekil 5.55. 2352.82 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)



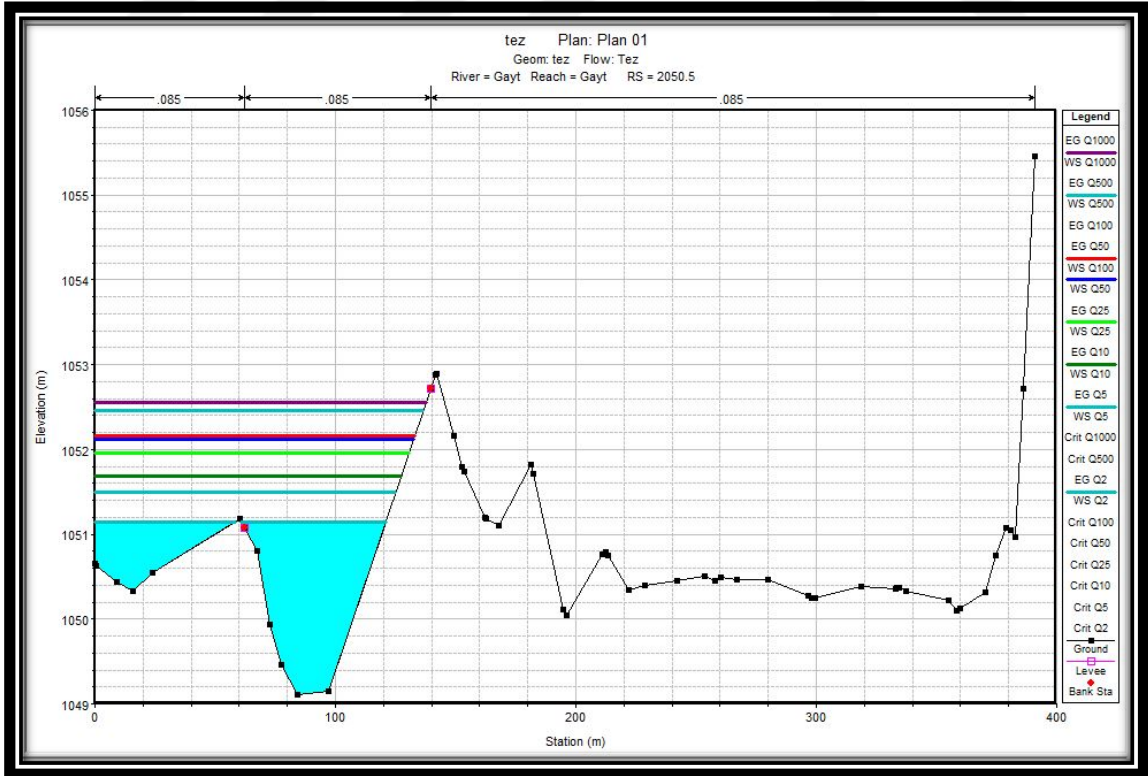
Şekil 5.56. 2299.4 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)



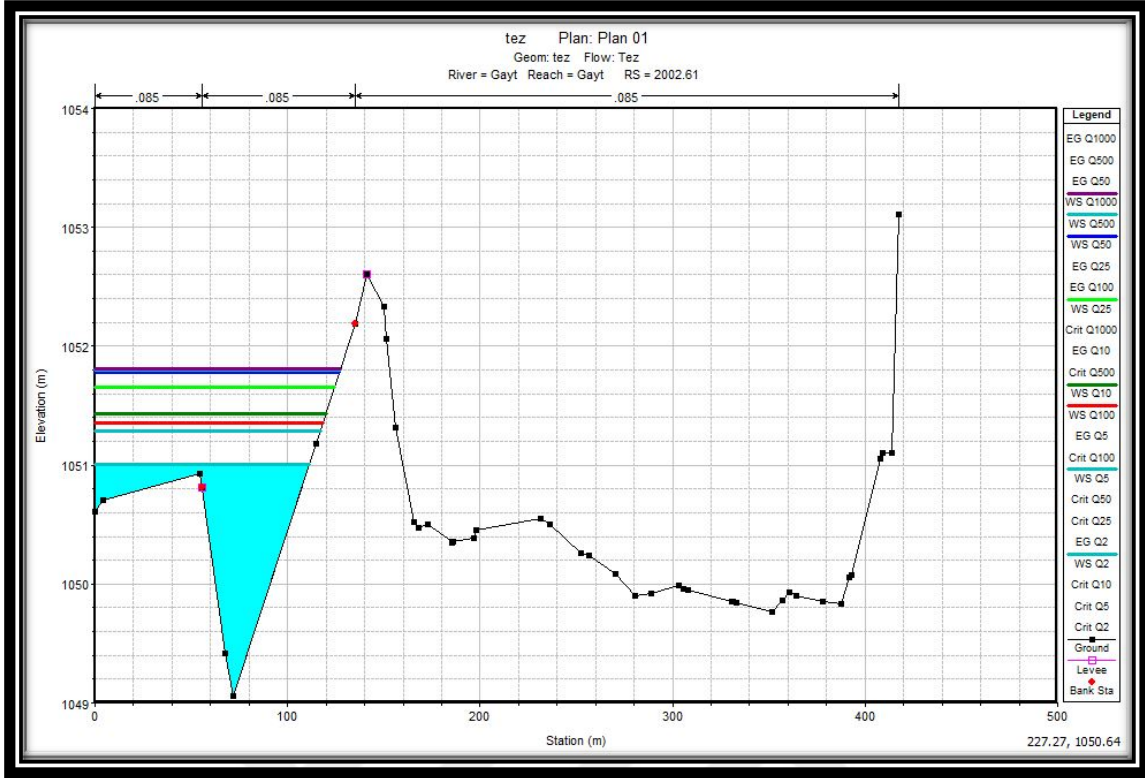
Şekil 5.57. 2197.59 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)



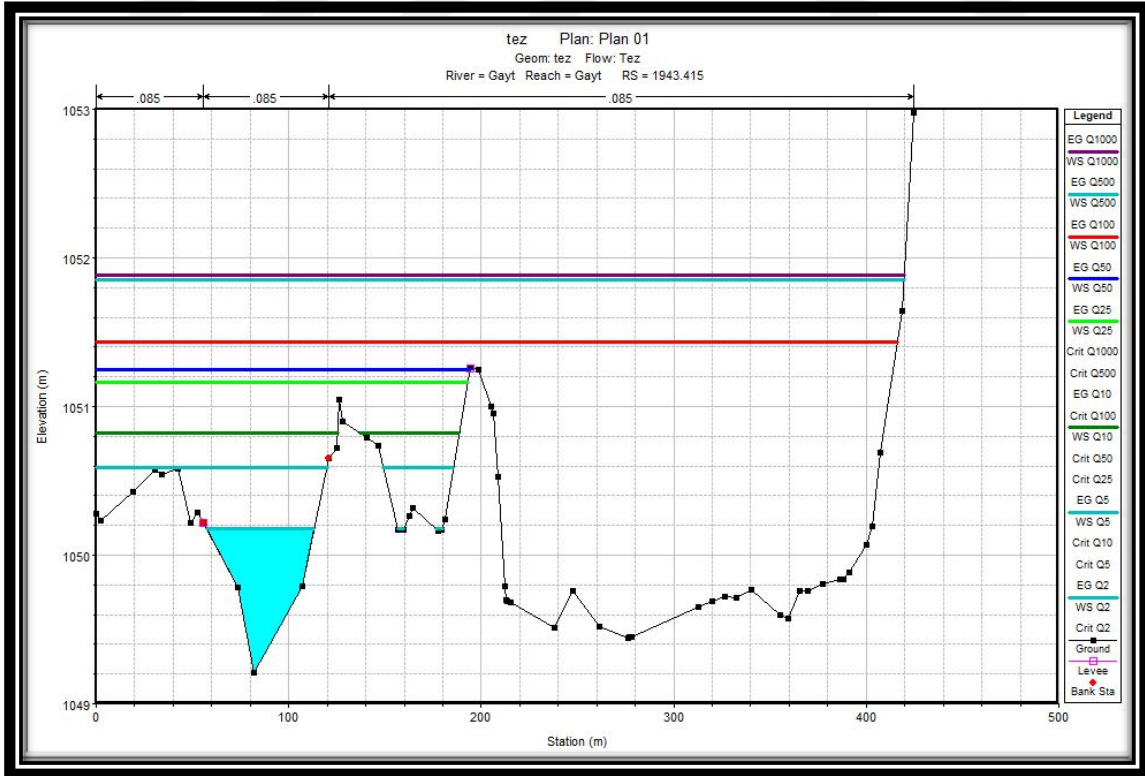
Şekil 5.58. 2098.53 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)



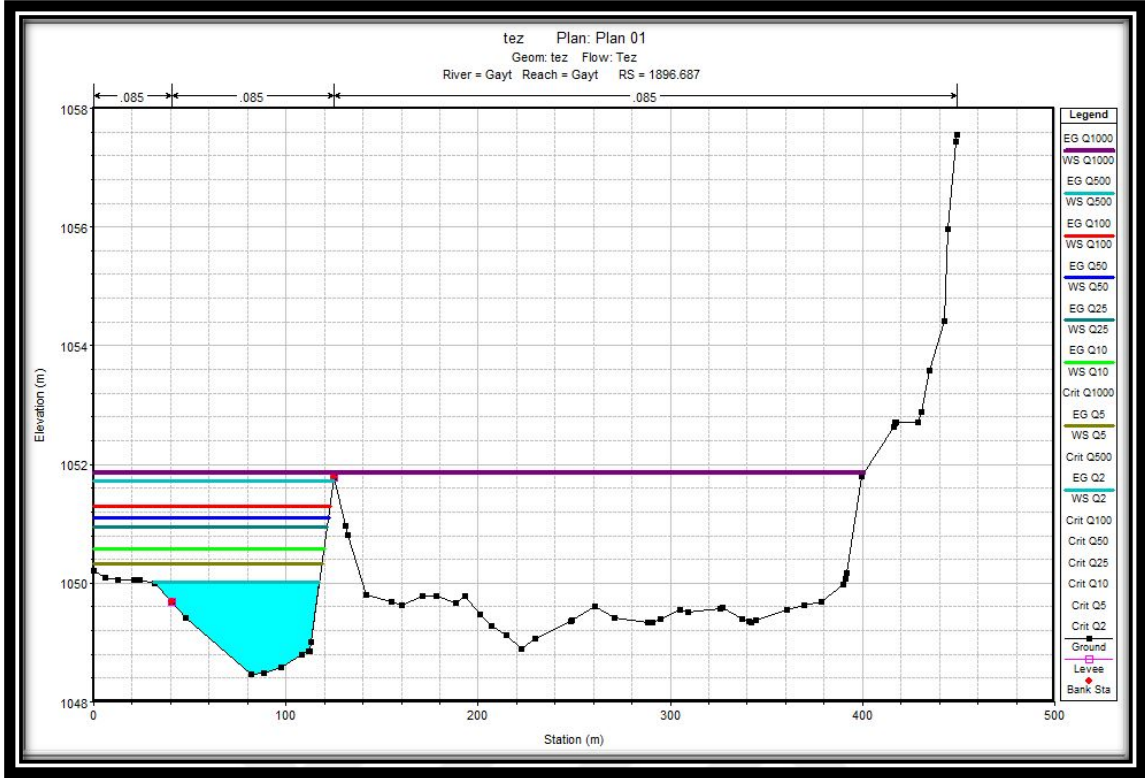
Şekil 5.59. 2050.5 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)



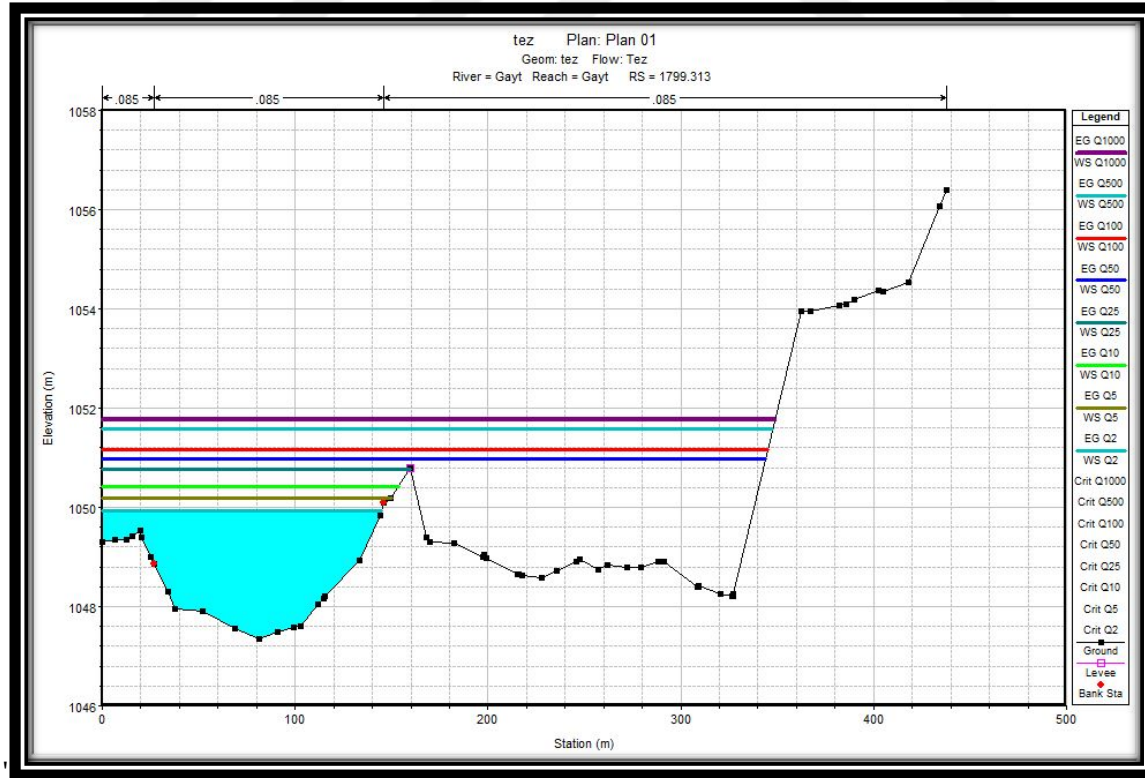
Şekil 5.60. 2002.61 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)



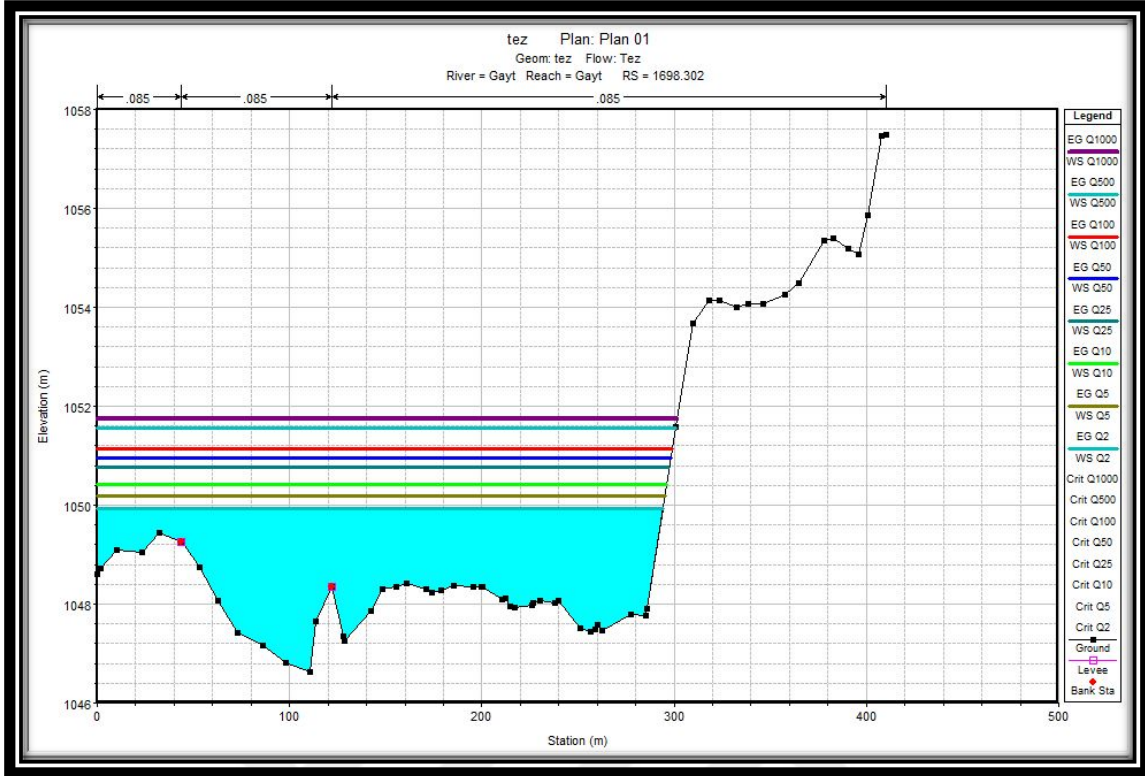
Şekil 5.61. 1943.41 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)



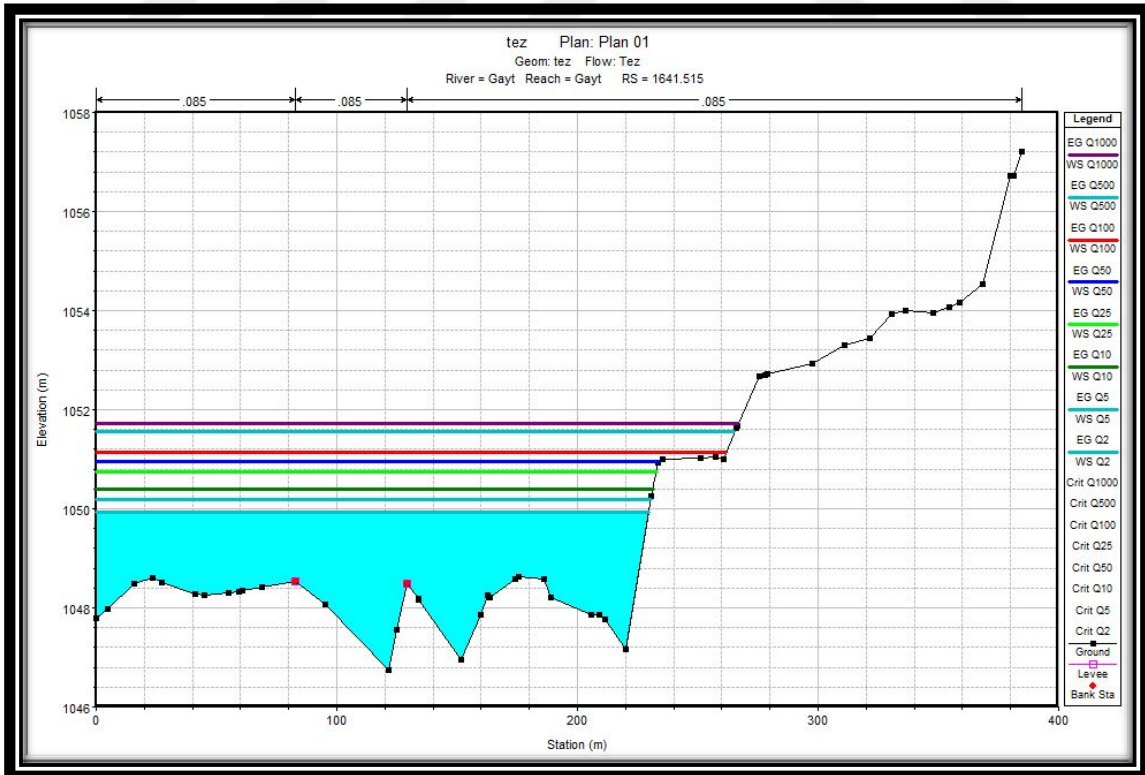
Şekil 5.62. 1896.68 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)



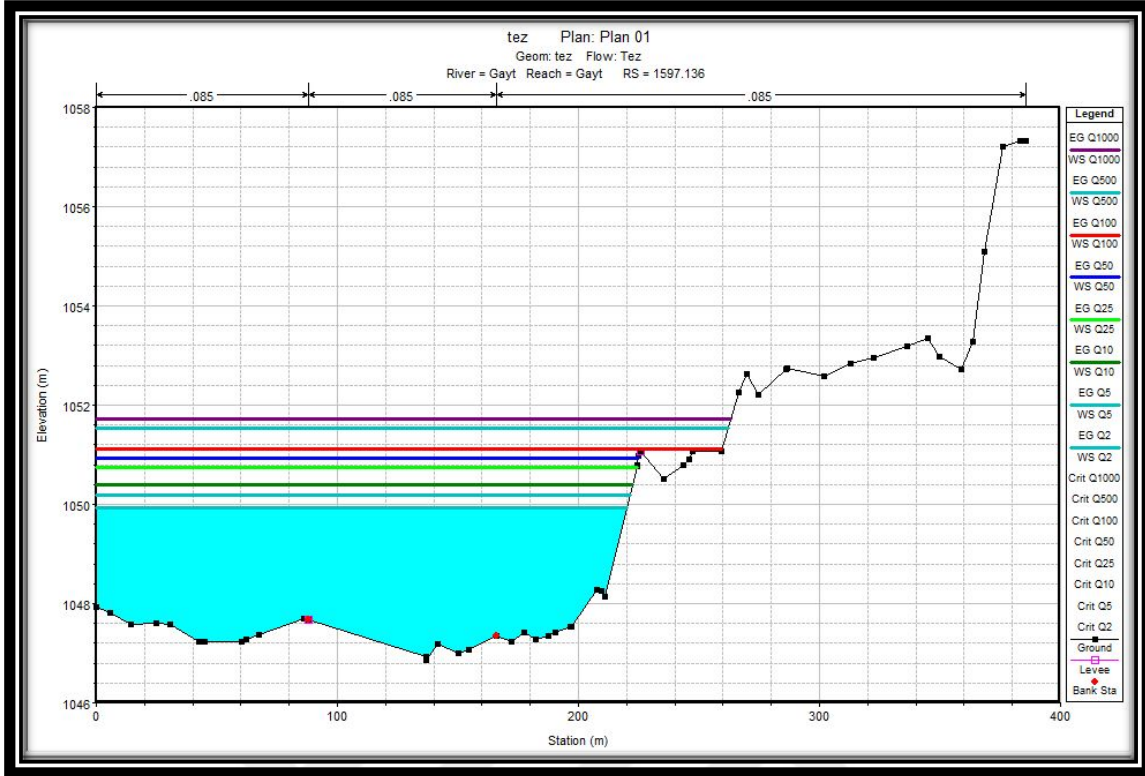
Şekil 5.63. 1799.31 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)



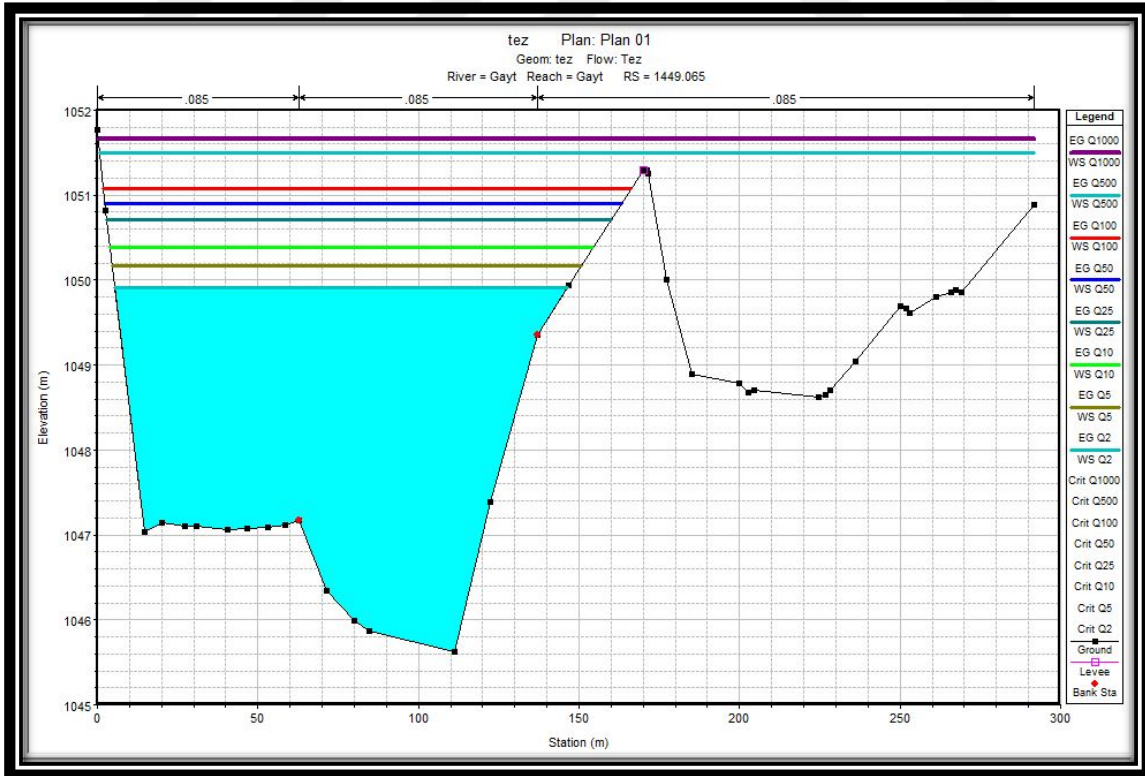
Şekil 5.64. 1698.3 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)



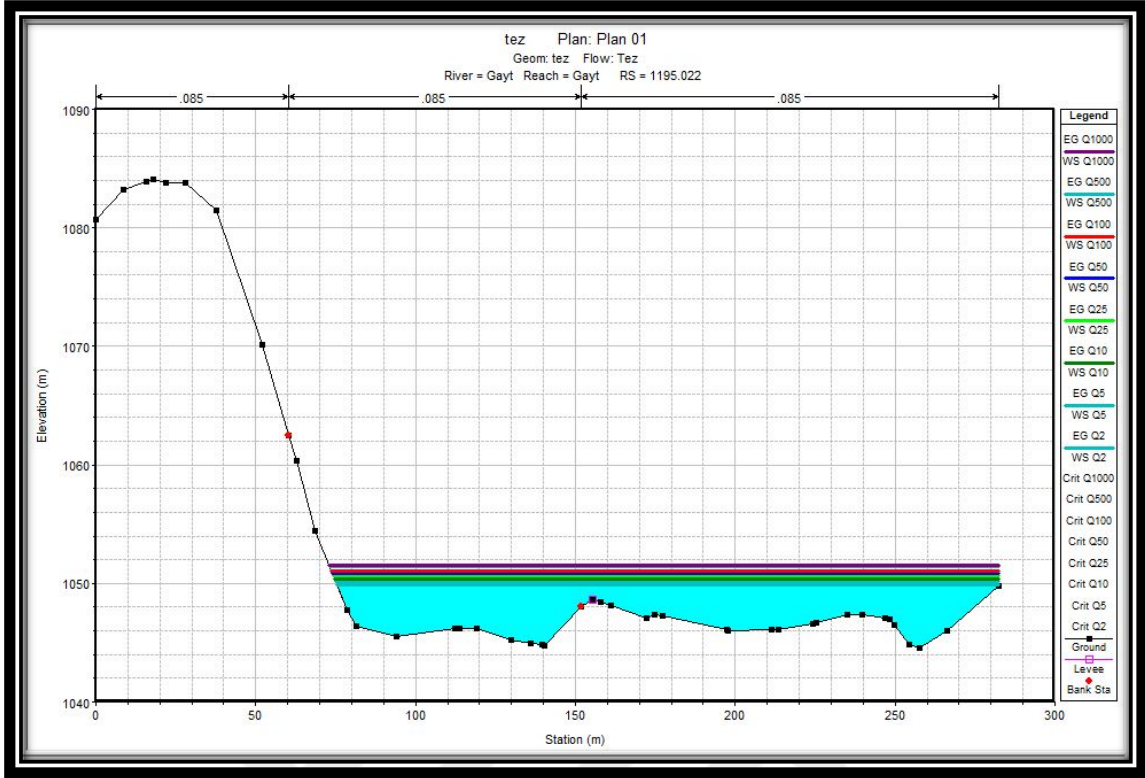
Şekil 5.65. 1641.51 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)



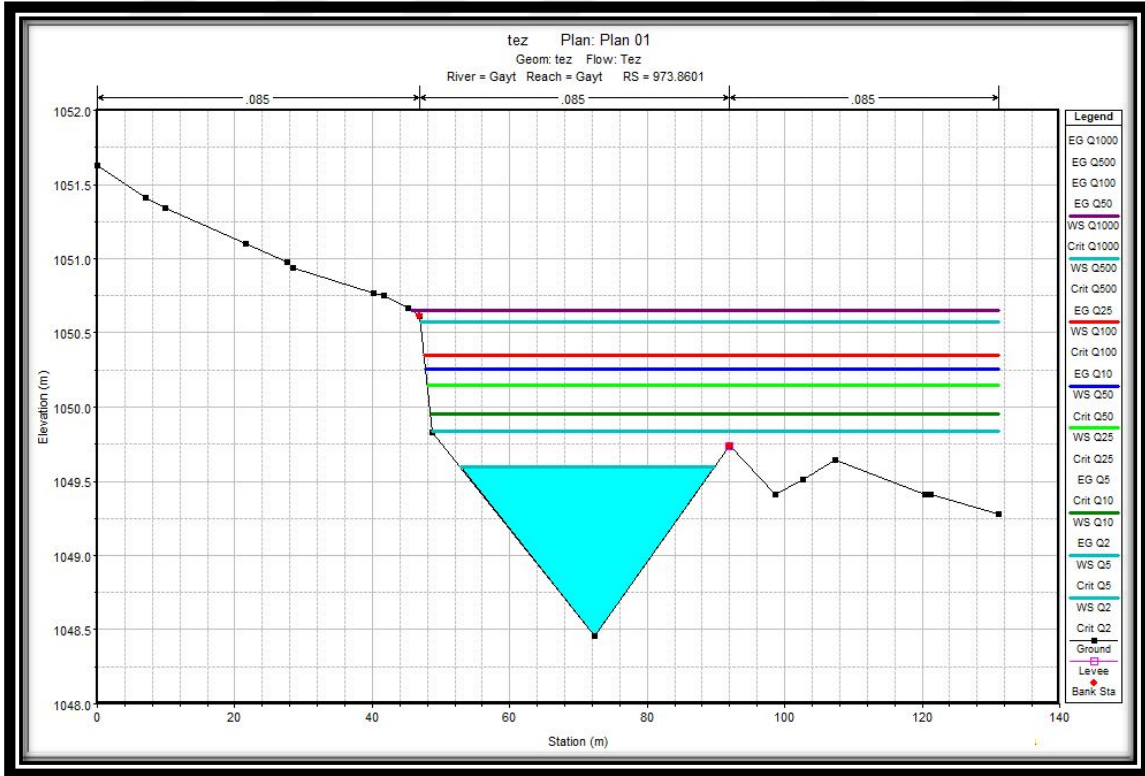
Şekil 5.66. 1597.13 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)



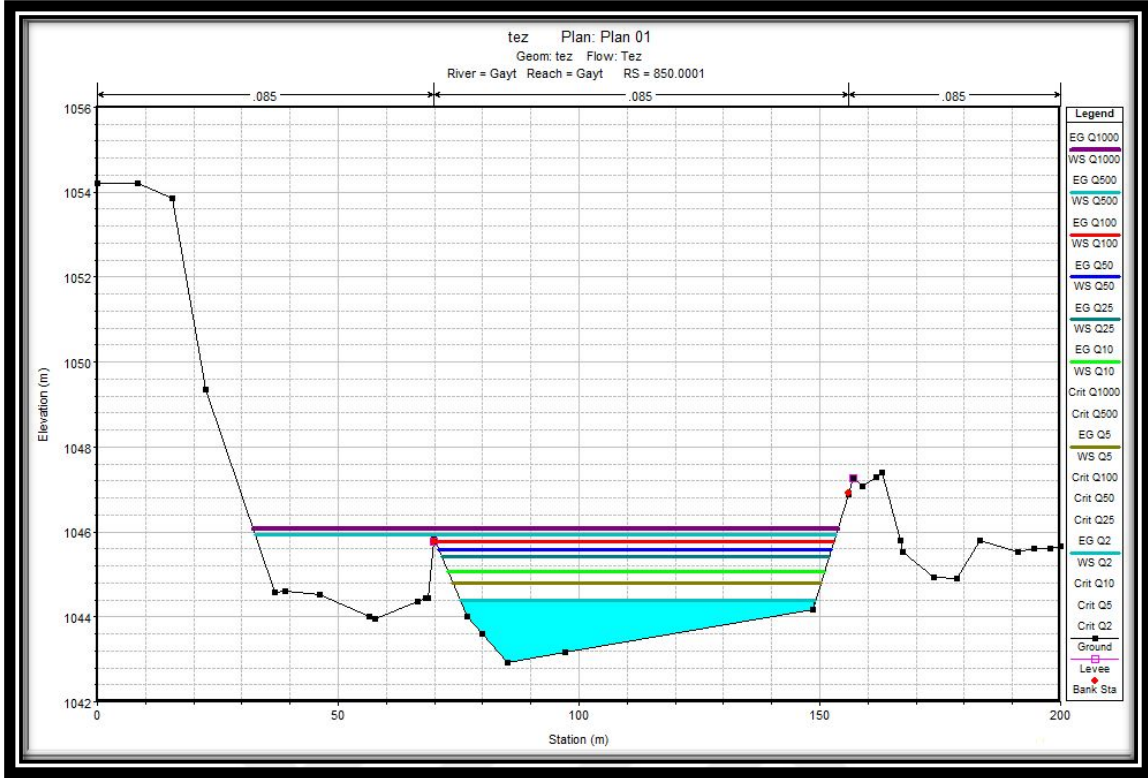
Şekil 5.67. 1449.06 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)



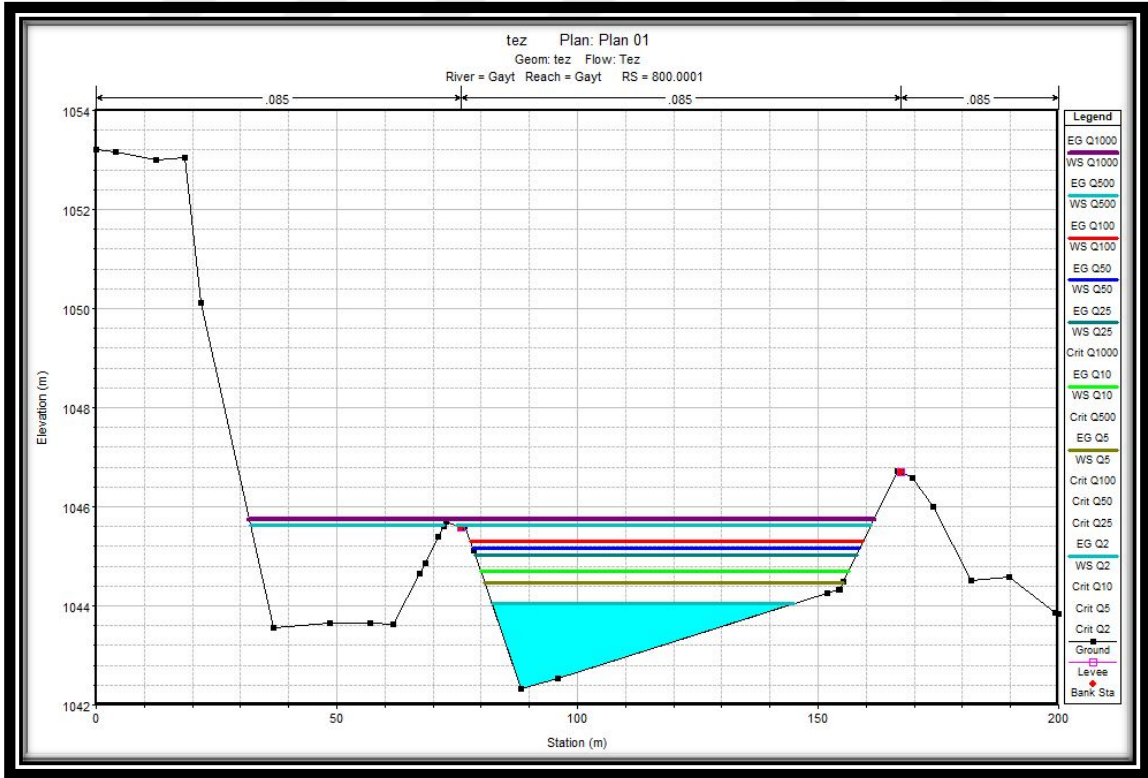
Şekil 5.68. 1195 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)



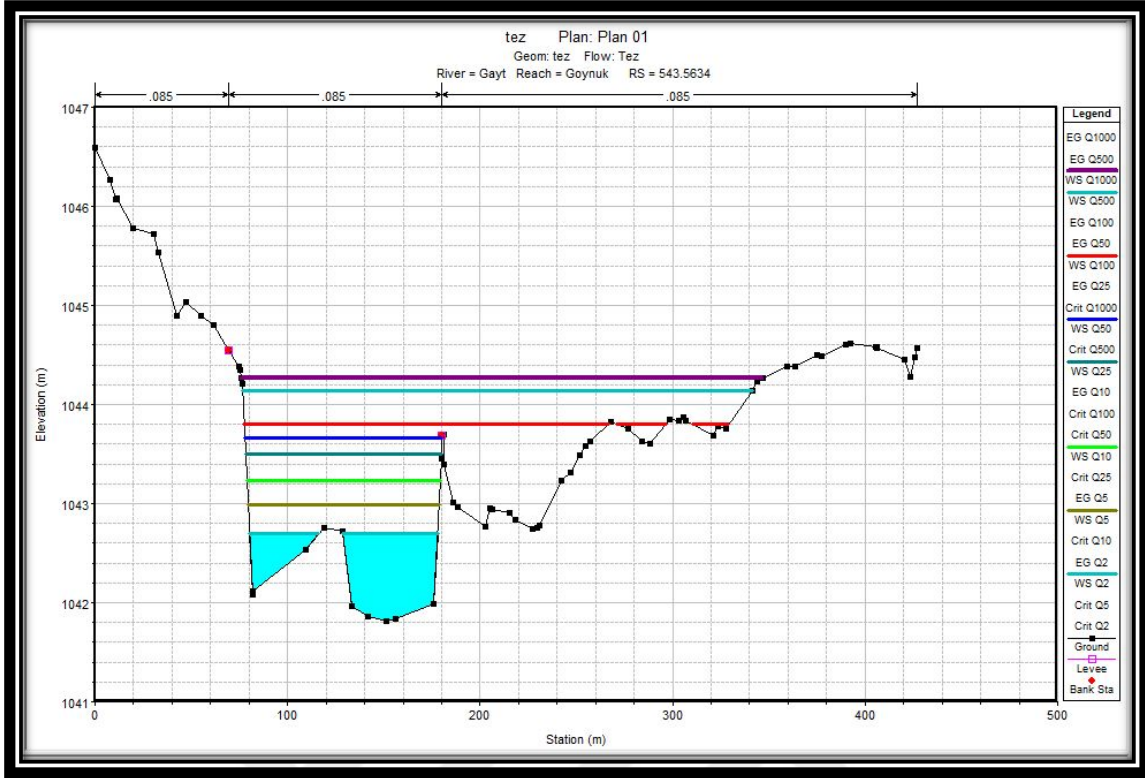
Şekil 5.69. 973.86 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)



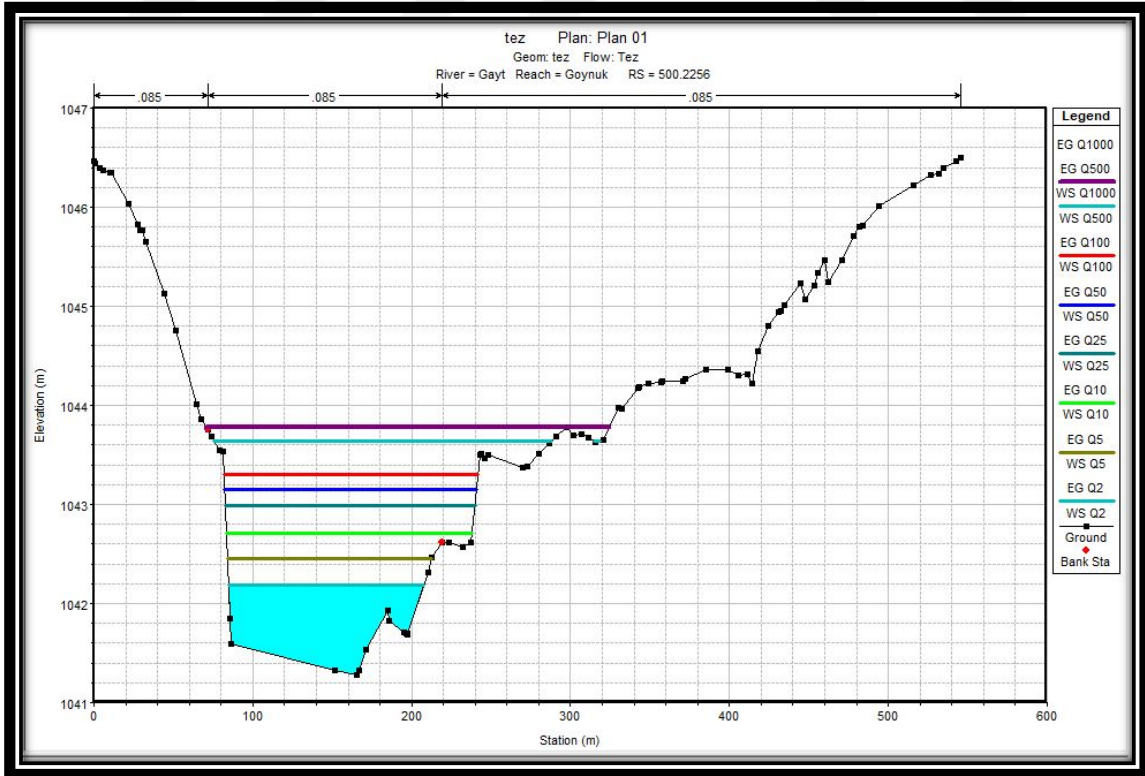
Şekil 5.70. 850 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)



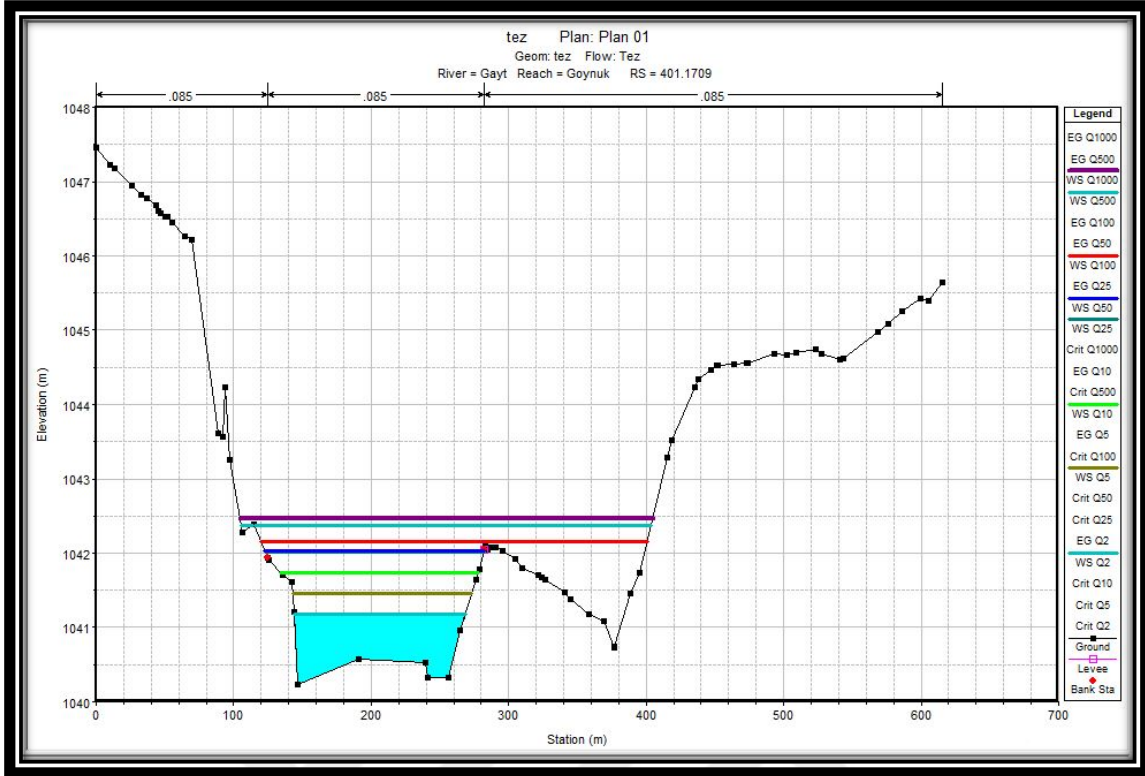
Şekil 5.71. 800 nolu enkesit için taşkın kotları (Gayt Çayı)



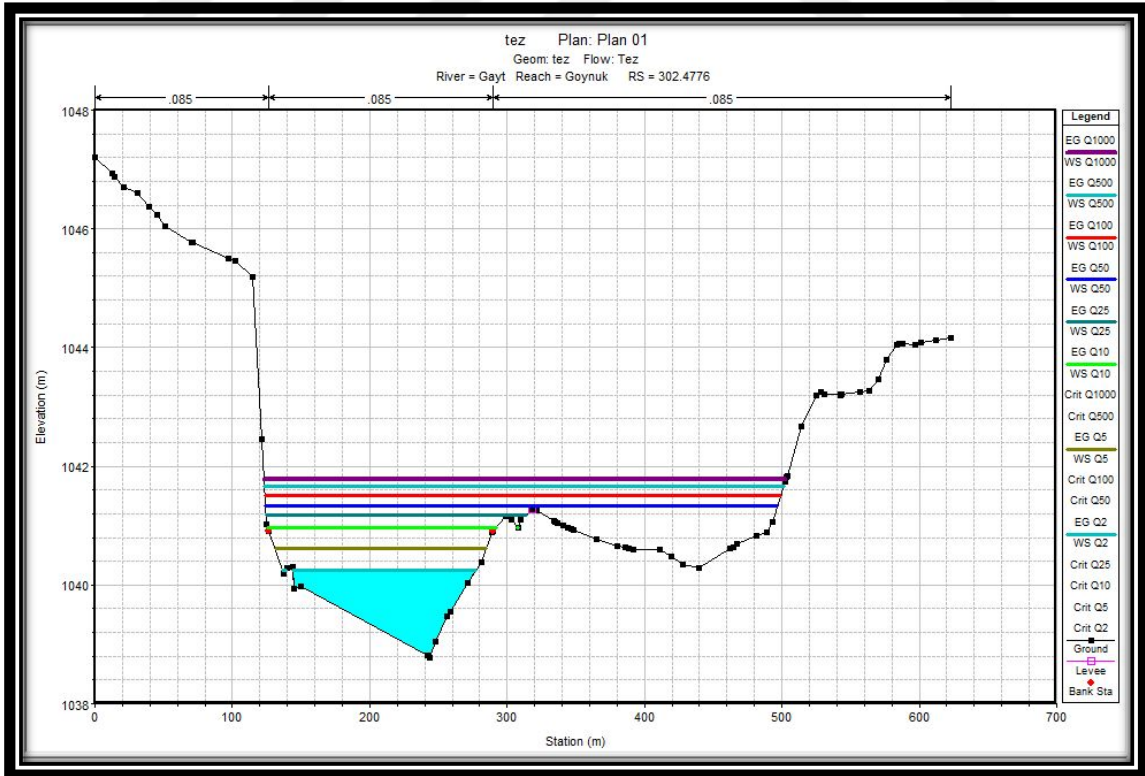
Şekil 5.72. 543.56 nolu enkesit için taşkın kotları (Göynük Çayı)



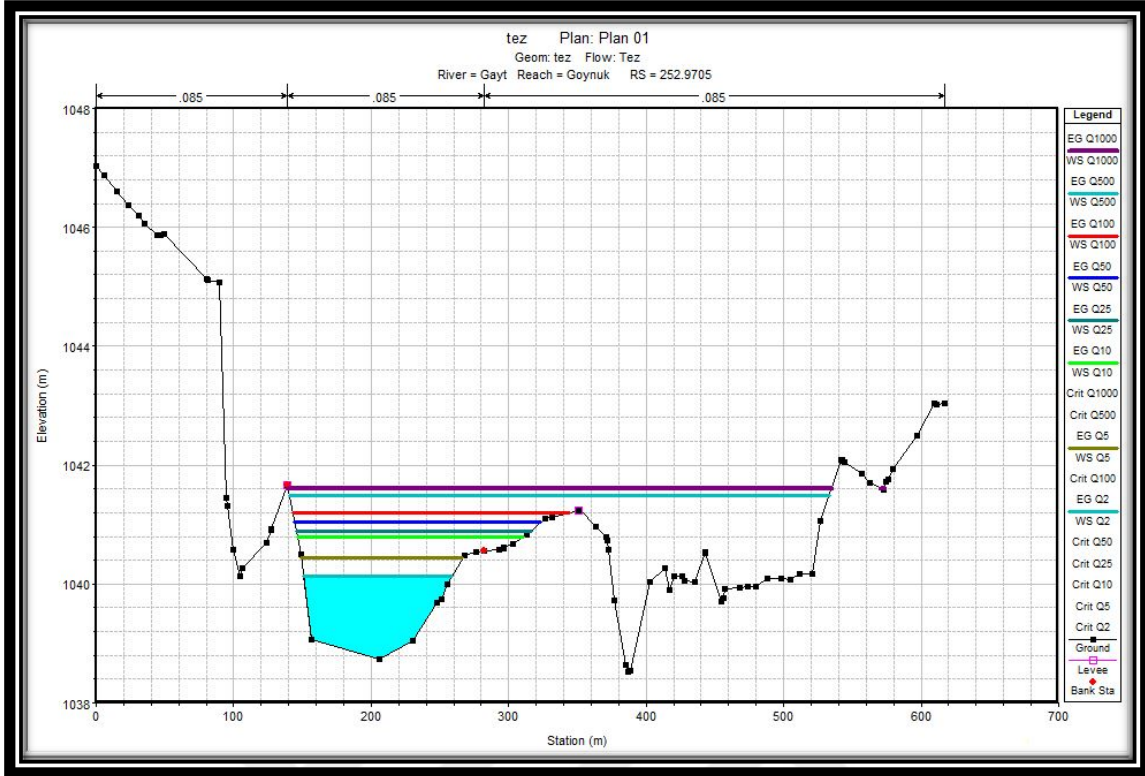
Şekil 5.73. 500.33 nolu enkesit için taşkın kotları (Göynük Çayı)



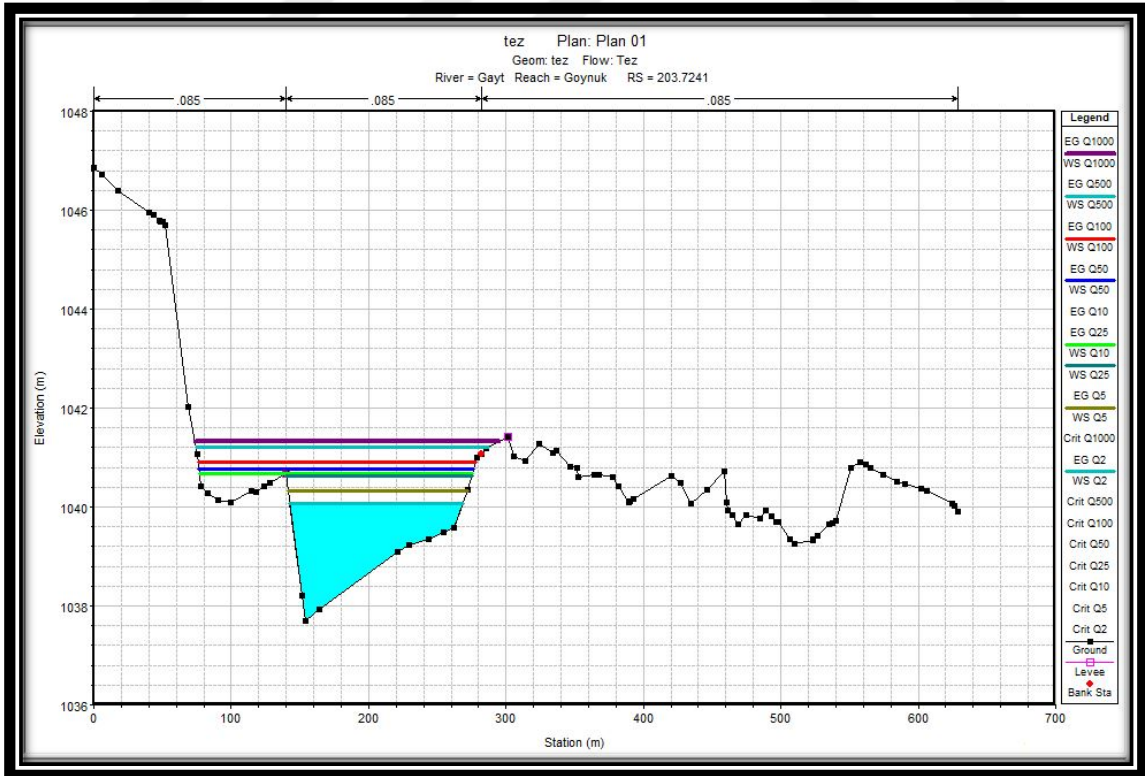
Şekil 5.74. 401.17 nolu enkesit için taşkın kotları (Göynük Çayı)



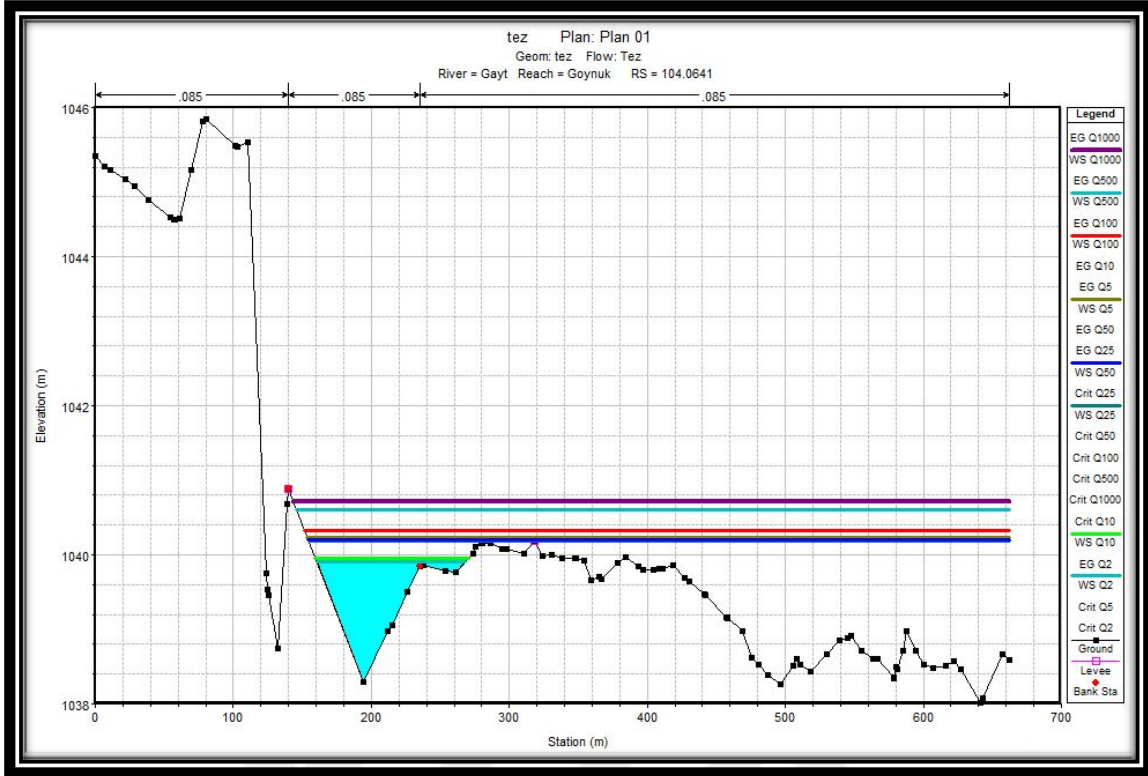
Şekil 5.75. 302.47 nolu enkesit için taşkın kotları (Göynük Çayı)



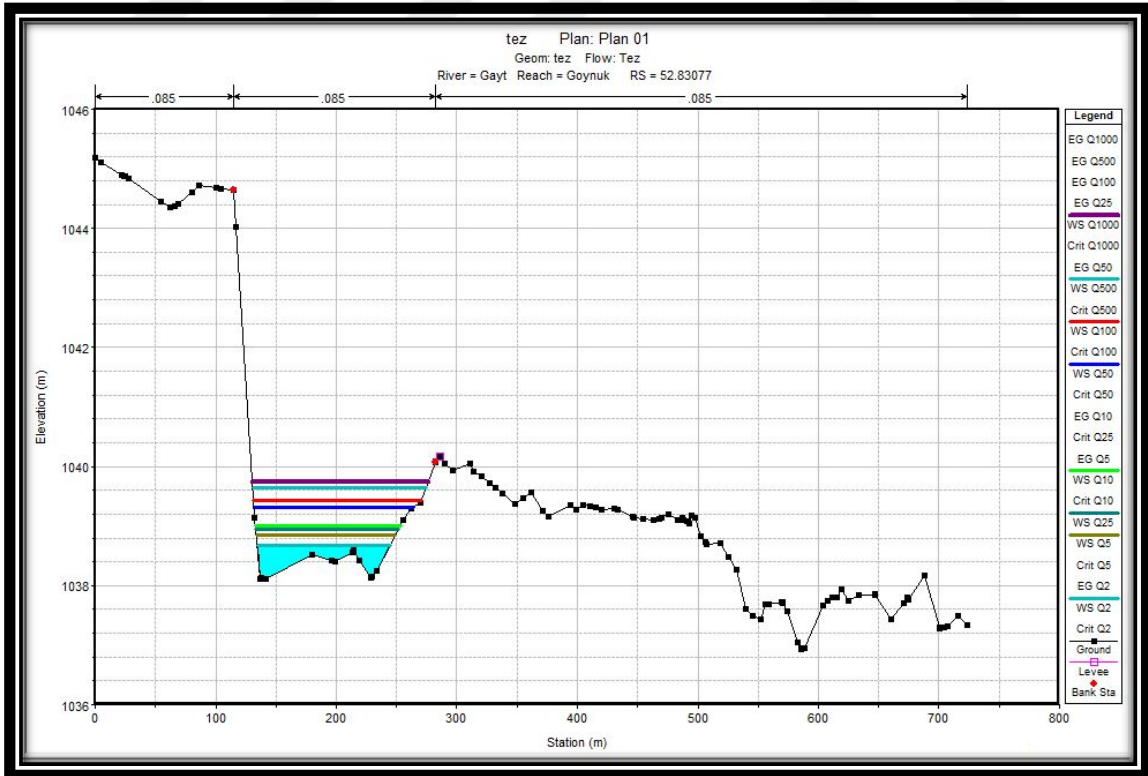
Şekil 5.76. 252.97 nolu enkesit için taşkın kotları (Göynük Çayı)



Şekil 5.77. 203.72 nolu enkesit için taşkın kotları (Göynük Çayı)

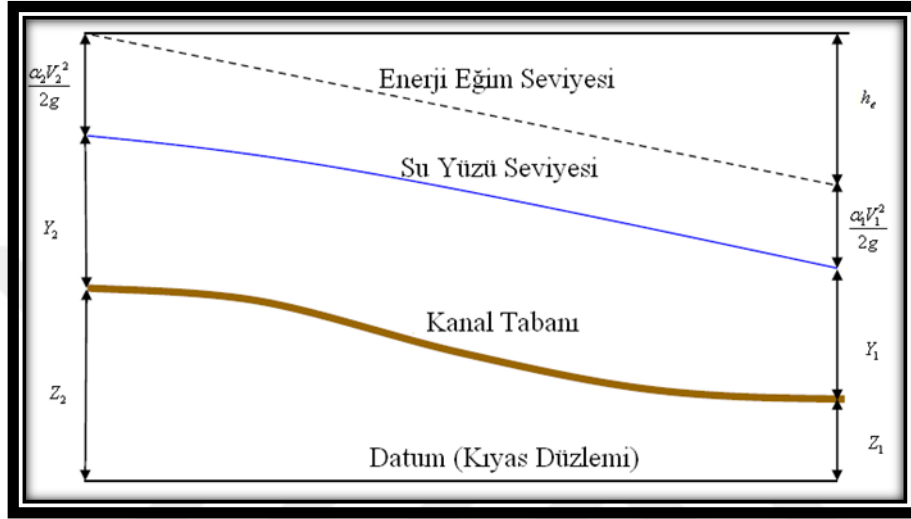


Şekil 5.78. 104.06 nolu enkesit için taşkın kotları (Göynük Çayı)



Şekil 5.79. 52.83 nolu enkesit için taşkın kotları (Göynük Çayı)

HEC-RAS ile yapılan hidrolik modelleme çalışmalarında hesaplamalar mansaptan membaya doğrudur (Şekil 5.80). Sel rejiminde membadan mansaba doğru su yüzeyi seviyeleri bulunmaktadır (HEC, 2010). Belirli su yüzeyi başlangıç olarak alınmakta, belirlenmesi istenen kesitteki su seviyesine kadar su yüzü profili Bernoulli Enerji Eşitliği ile hesaplanmaktadır (Denklem 5.18).



Şekil 5.80. Enerji Eşitliğinde Kullanılan Terimlerin Sembolik Gösterimleri

$$Z_2 + Y_2 + \left[\frac{a_2 V_2^2}{2g} \right] = Z_1 + Y_1 + \left[\frac{a_1 V_1^2}{2g} \right] + h_e \quad (5.18)$$

Z_1, Z_2 : Kıyas düzleminden kanal tabanına kadar mesafe

Y_1, Y_2 : Kesitteki su seviyeleri

V_1, V_2 : Kesitlerdeki ortalama hız

a_1, a_2 : Hız için düzeltme katsayıları

g : Yerçekimi ivmesi

h : İki kesit arasındaki enerji yük kaybı

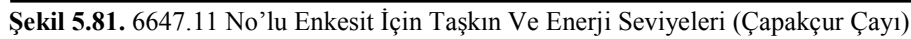
Enerji kaybı, kesit genişleme veya daralmasına, iki kesit arasındaki eğime, mesafelere ve suyun hızına bağlıdır. olarak değişmektedir (Denklem 5.19).

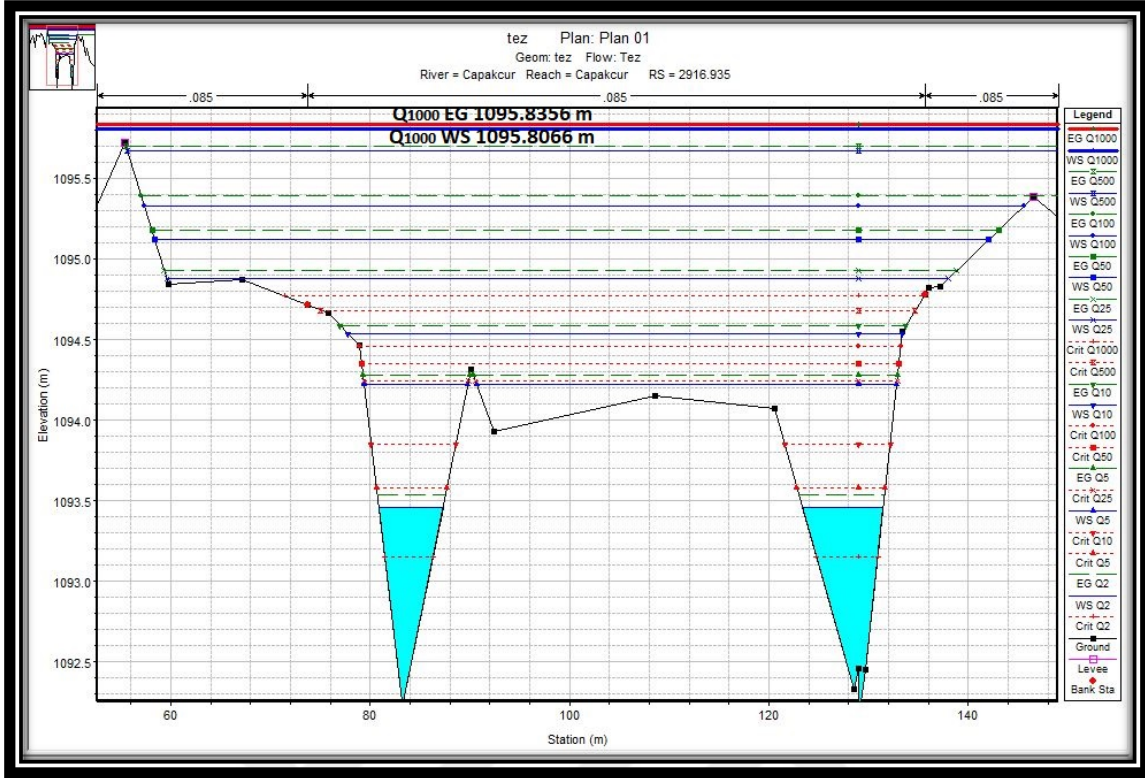
$$H_c = L S_f + C \left(\left[\frac{a_2 V_2^2}{2g} \right] - \left[\frac{a_1 V_1^2}{2g} \right] \right) \quad (5.19)$$

C : Genişleme veya daralma kayıp katsayısı

S_f : İki kesit arasındaki eğim

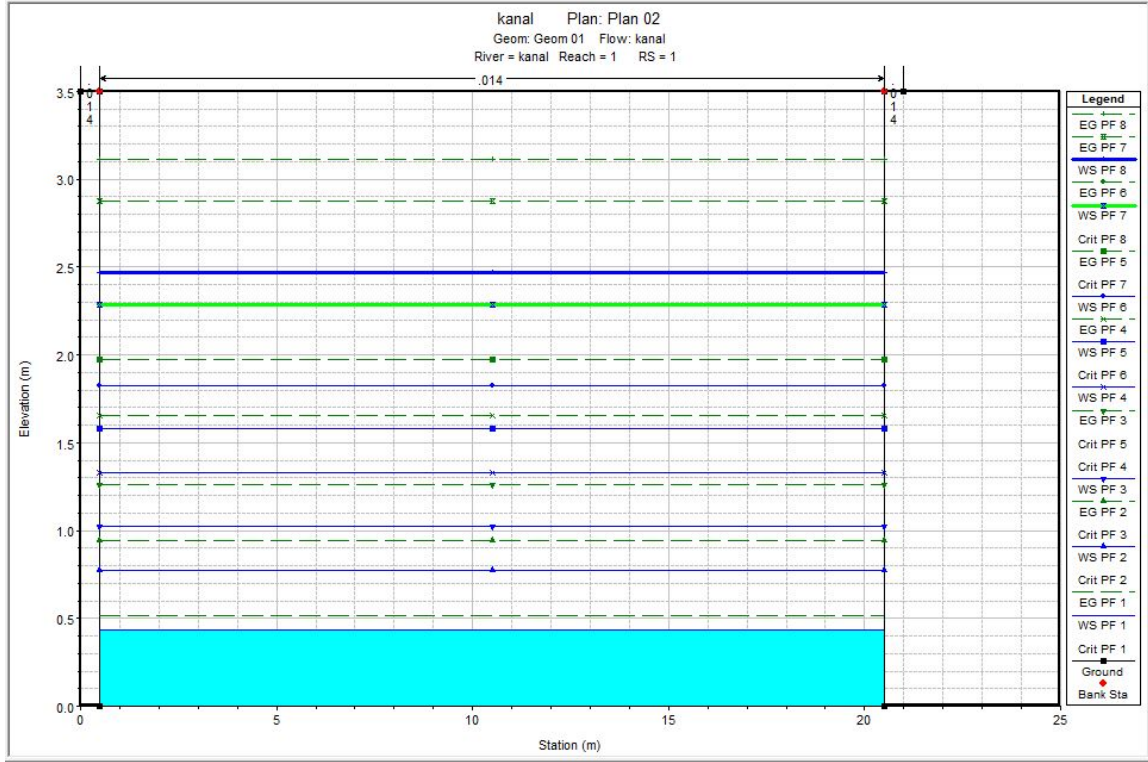
Çapakçur Çayı 6647.113 nolu kesitte enerji seviyesi 1160.99 **m**, su seviyesi 1160.81 **m** ölçülmüştür. Enerji seviyesi ile su seviyesi arasındaki fark 18 **mm**'dir (Şekil 5.81). Çapakçur Çayı üzerine yapılmış il merkezinin orta kısmında yer alan köprüden hemen önceki 2916.935 nolu kesitte enerji seviyesi 1095.8356 **m**, su seviyesi 1095.8066 **m** bulunmuştur. Enerji seviyesi ile su seviyesi arasındaki fark 0.029 **mm**'dir (Şekil 5.82). Bu durum köprü yapımında kesitin dolgu ile doldurularak daraltılmasından kaynaklanmaktadır ve bu durum taşkına neden olmuştur.



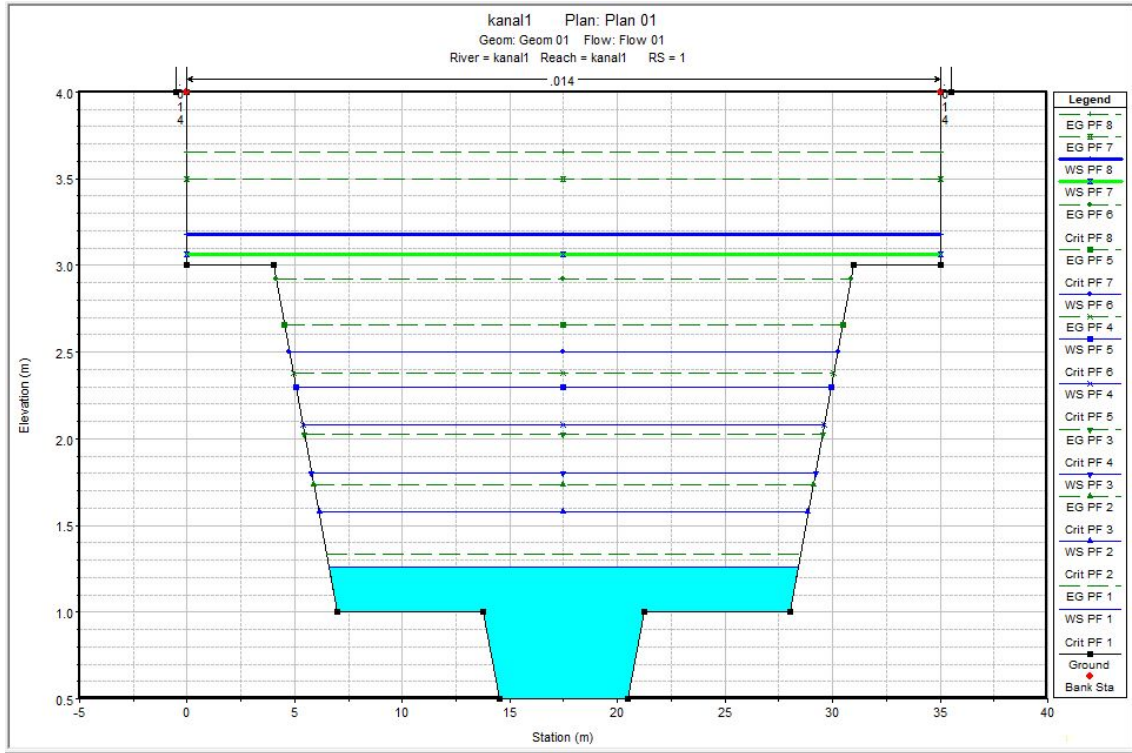


Şekil 5.82. 2916.93 No'lu Enkesit İçin Taşkın Ve Enerji Seviyeleri (Çapakçur Çayı)

DSİ tarafından, Çapakçur Çayının taşkın riskini ortadan kaldırmak amacıyla bu çay üzerinde ıslah projeleri geliştirilmiştir. Islah projesi kapsamında Şekil 5.83'de gösterilen dik kesit ve Şekil 5.84'de gösterilen trapez kesit kanal yapıları önerilmiştir. Bu kesitlere taşkın tekerrür debileri uygulanmış ve kesitlerin bu taşkın debilerini geçirdiği görülmüştür.



Şekil 5.83. Çapakçur Çayı üzerinde projelendirilen dik kesitte taşkın debi seviyeleri



Şekil 5.84. Çapakçur Çayı üzerinde projelendirilen trapez kesitte taşkın debi seviyeleri

5.4. Taşkın Risk Haritalarının Oluşturulması

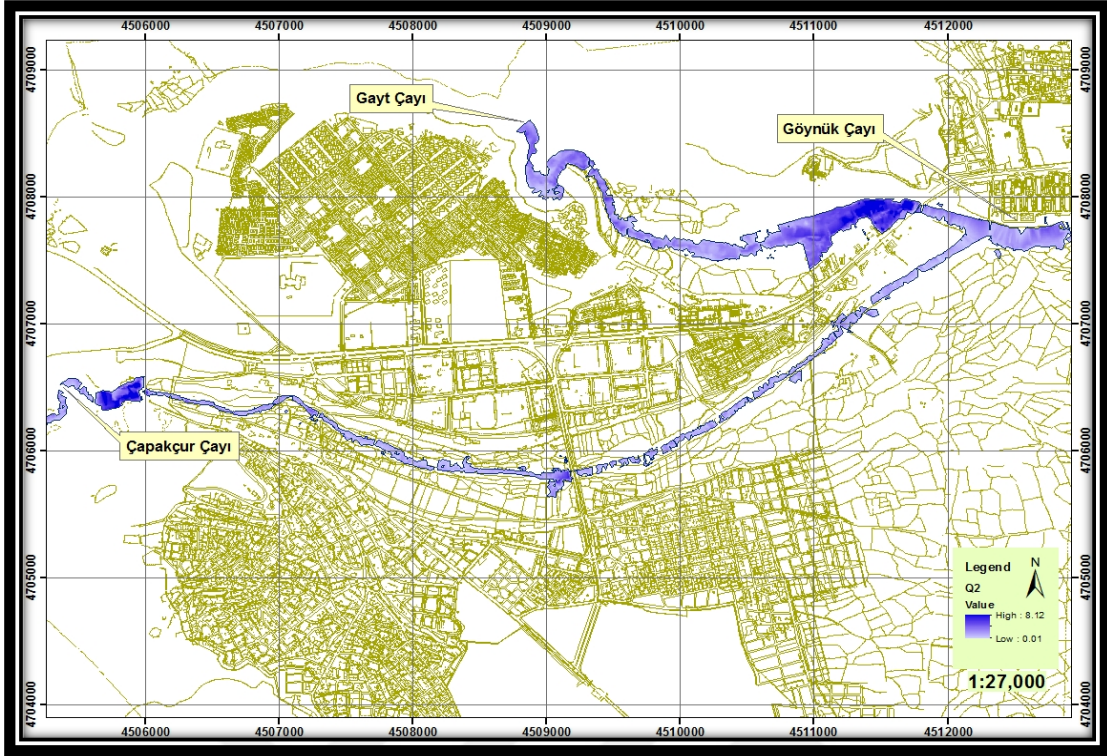
Bingöl Çapakçur Çayı yağış havzası ile Gayt Çayı yağış havzasının Bingöl İl merkezinde oluşturacakları taşkın analizleri HEC-RAS programı ile yapılarak taşkın kotları elde edilmiş ve ArcGIS CBS yazılım programına aktarılmıştır. Bu şekilde farklı profillerdeki debilerin oluşturacağı taşkın alanları belirlenmiştir.

HEC-RAS hidrolik modelleme çalışmaları sonucu elde edilen taşkın kotlarının ArcGIS programına aktarılması işleminde, ArcGIS'in bir arayüz yazılımı olan Hec-GeoRAS programından faydalanılmıştır. Bingöl İl Merkezi'nde oluşabilecek taşkın alanları, Q_2 , Q_5 , Q_{10} , Q_{25} , Q_{50} , Q_{100} , Q_{200} , Q_{500} ve Q_{1000} yıllık tekerrür debileri için 8 farklı taşkın debisine göre analiz edilerek belirlenmiştir. Burada 8 farklı taşkın debisine göre oluşturulmuş haritalarda su altında kalacak alanların taşkın debisine oranla arttığı görülmektedir.

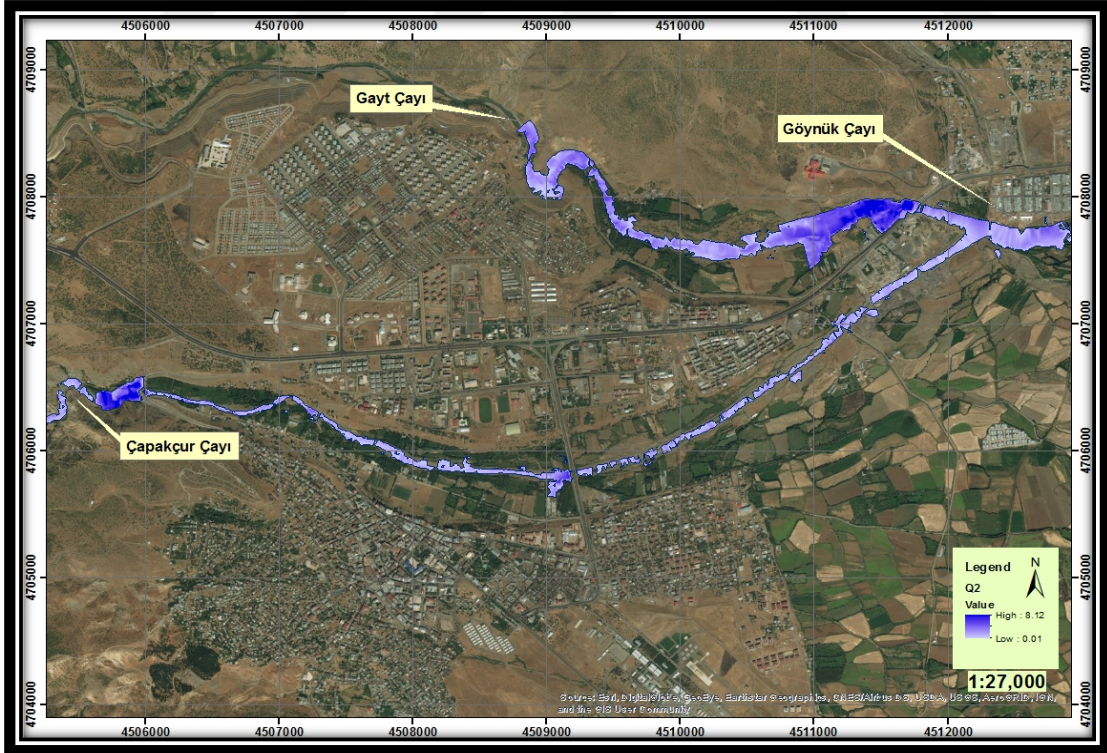
Bingöl İl Merkezi'nden geçen Çapakçur Çayı'nın yatağının geniş olması, imar planının dere yatağı kotundan daha üst kotlara göre planlanması yapılar üzerine taşkın etkisini azaltmasına rağmen bazı binaların ve geniş bir tarım arazisinin taşkından etkilenmesine sebep olmaktadır.

ArcGIS programı ile elde edilen haritalarda su derinliğinin su yüzeyinden itibaren Q_2 taşkın debisine göre 0,01- 8,12 m, Q_5 debisine göre 0,01-8,36 m, Q_{10} debisine göre 0,01-8,56 m, Q_{25} debisine göre 0,01-8,88 m, Q_{50} debisine göre 0,01-9,06 m, Q_{100} debisine göre 0,01-9,23 m, Q_{500} debisine göre 0,01-9,62 m ve Q_{1000} debisine göre 0,01-9,62 m. aralıklarında değiştiği görülmüştür (Şekil 5.85 – 5.100).

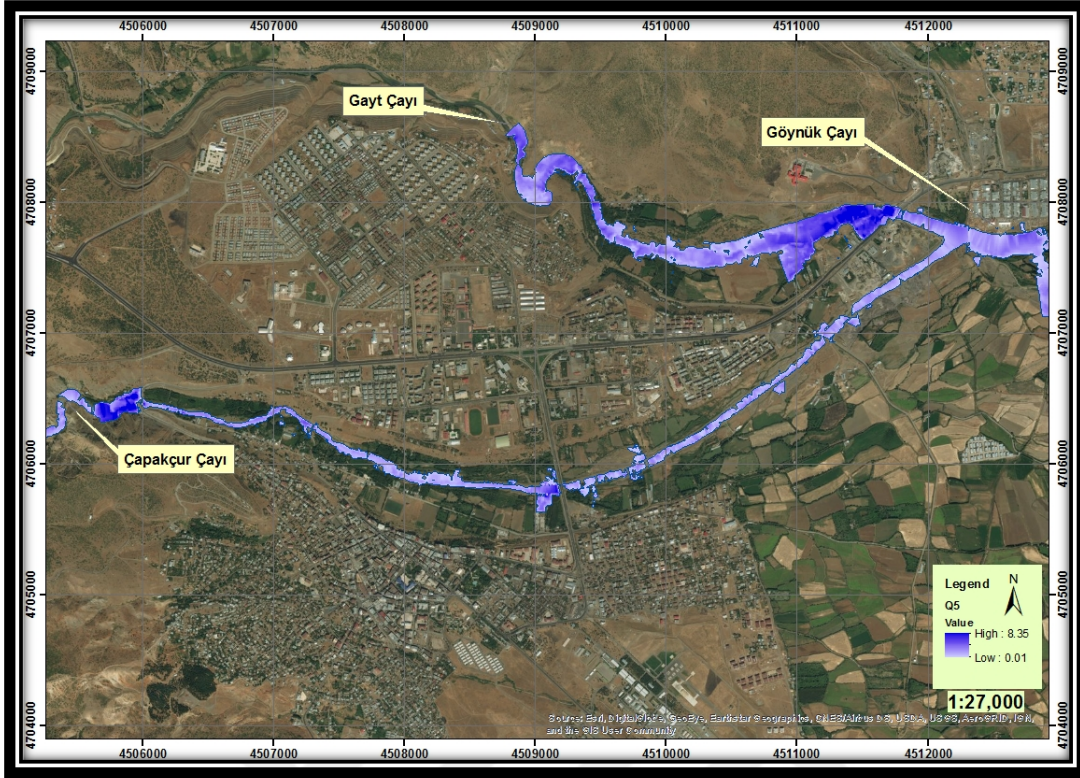
Ayrıca Hec-GeoRAS programı ile 8 farklı taşkın debisinde oluşacak su hızları da tespit edilmiştir. Su hızları, Q_2 taşkın debisinde 4,09 m/sn, Q_5 debisinde 4,55 m/sn, Q_{10} debisinde 4,78 m/sn, Q_{25} debisinde 5,06 m/sn, Q_{50} debisinde 5,33 m/sn, Q_{100} debisinde 5,55 m/sn, Q_{500} debisinde 6,06 m/sn ve Q_{1000} debisine göre 6,1 m/sn'ye ulaşmaktadır (Şekil 5.101 – 5.108).



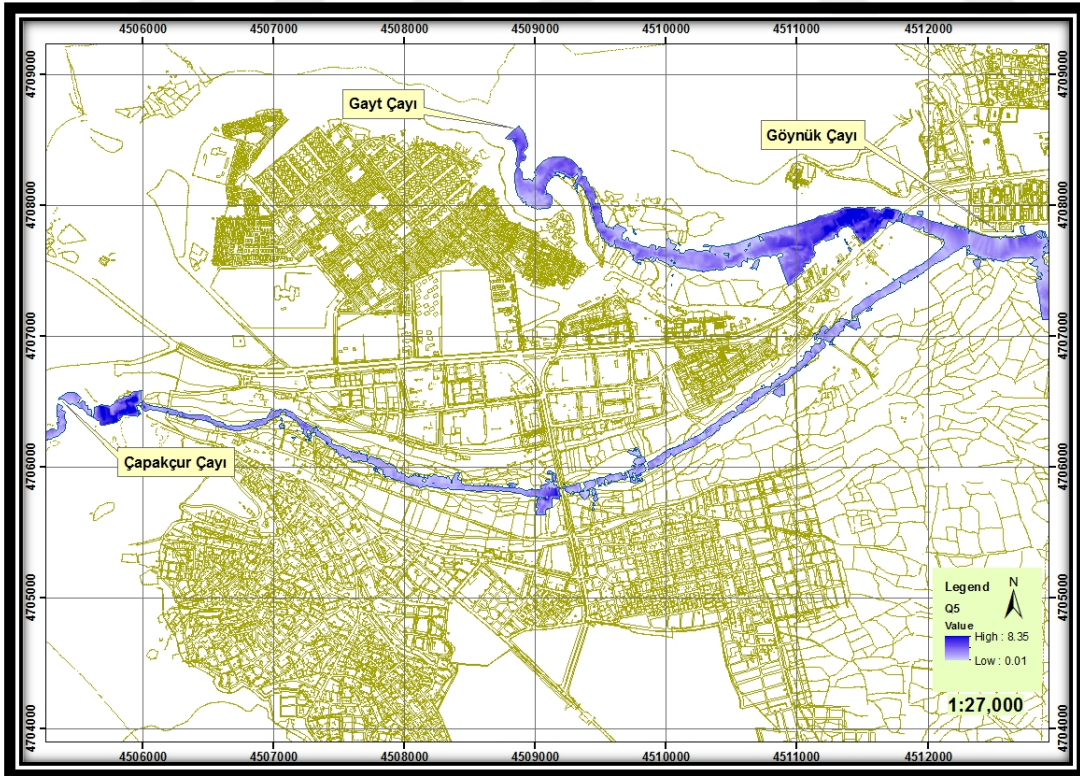
Şekil 5.85. Uydu görüntüsü üzerinde Q_2 debisine göre oluşturulmuş taşkın risk alanları



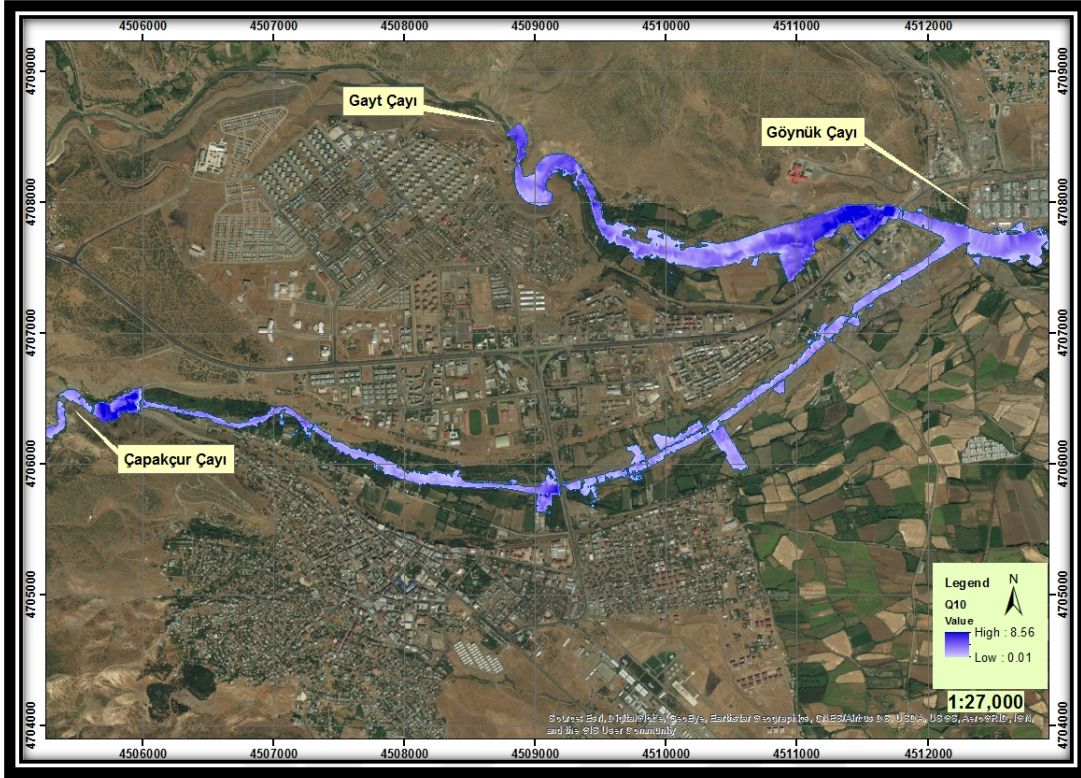
Şekil 5.86. İmar planı üzerinde Q_2 debisine göre oluşturulmuş taşkın risk haritası



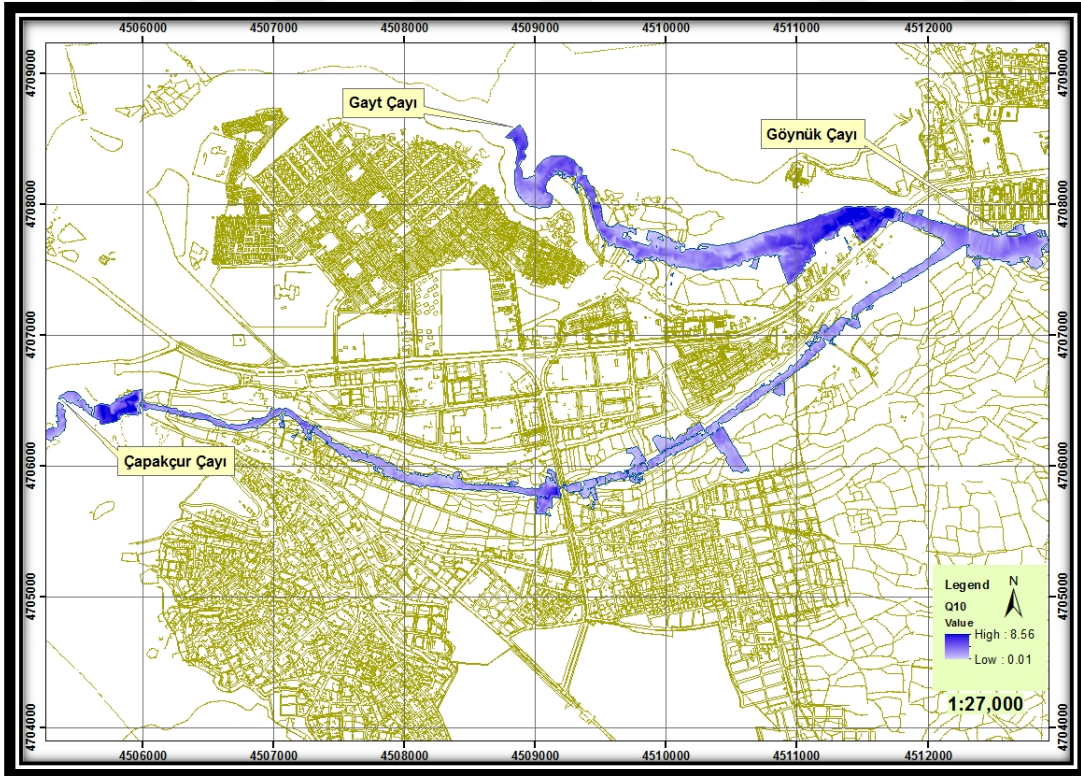
Şekil 5.87. Uydu görüntüsü üzerinde Q_5 debisine göre oluşturulmuş taşkın risk alanları



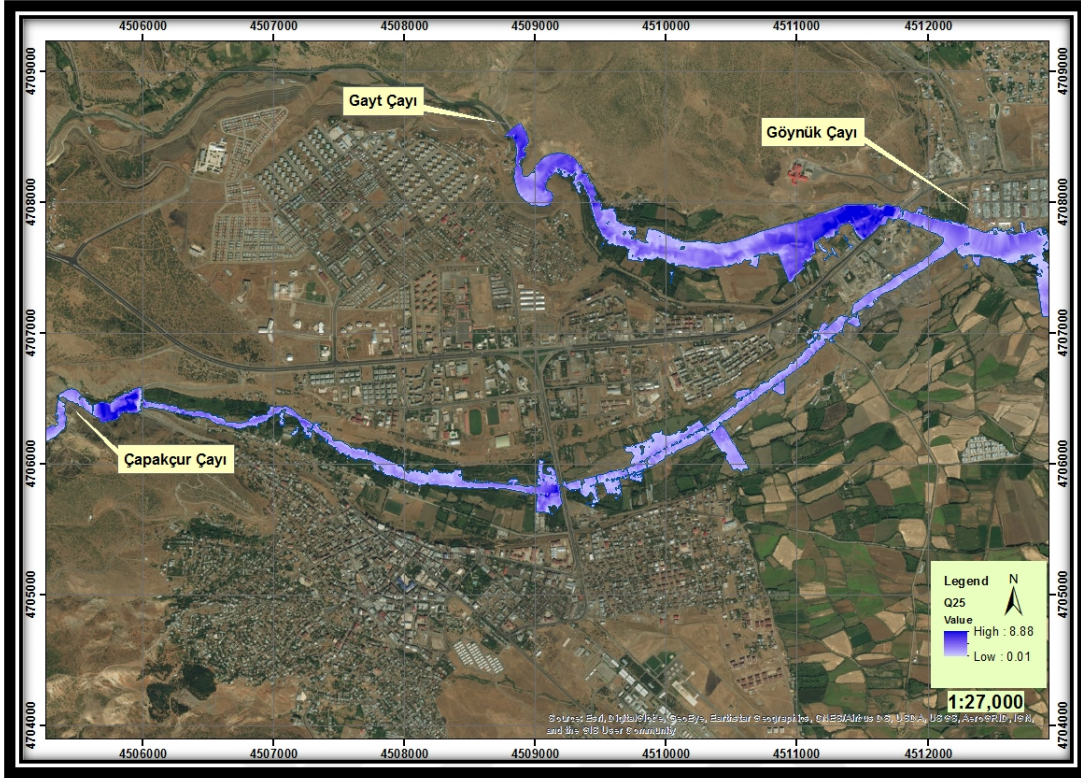
Şekil 5.88. İmar planı üzerinde Q_5 debisine göre oluşturulmuş taşkın risk haritası



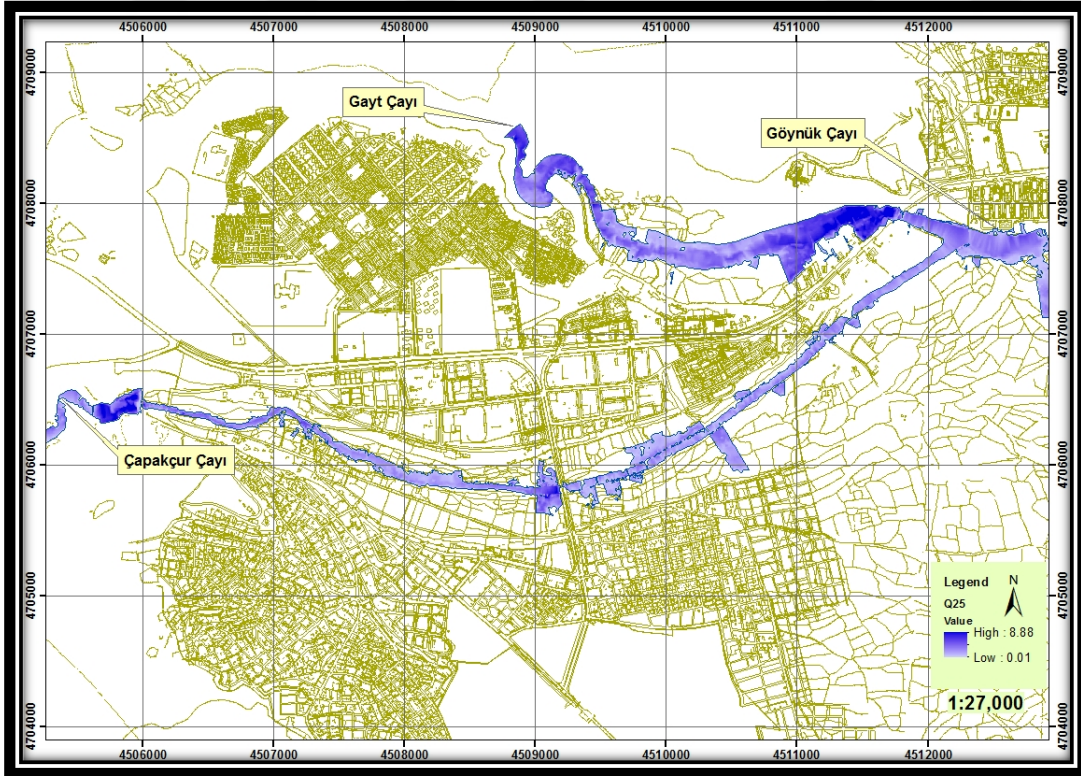
Şekil 5.89. Uydu görüntüsü üzerinde Q_{10} debisine göre oluşturulmuş taşkın risk alanları



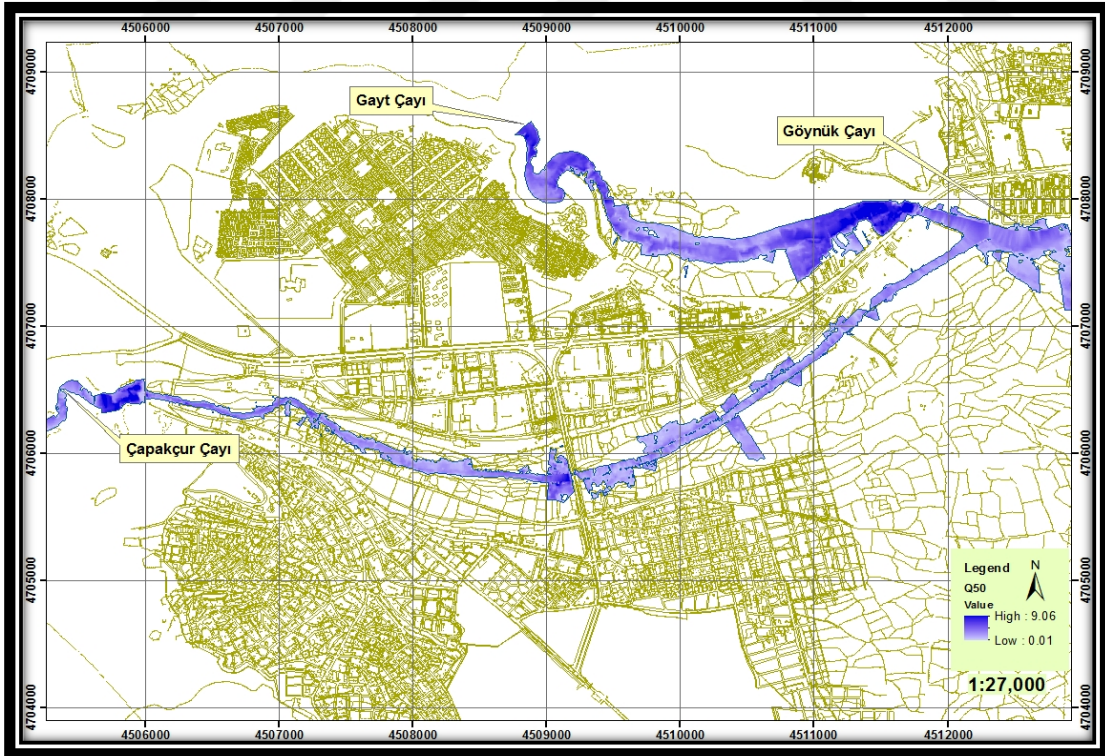
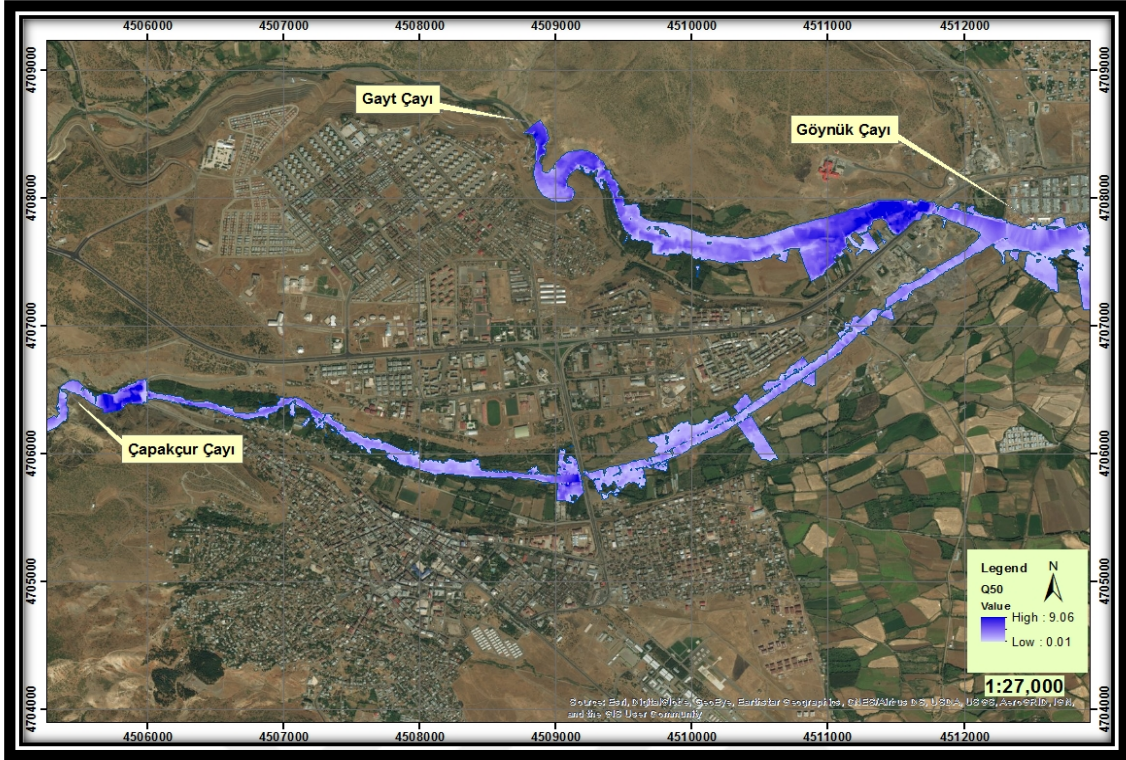
Şekil 5.90. İmar planı üzerinde Q_{10} debisine göre oluşturulmuş taşkın risk haritası

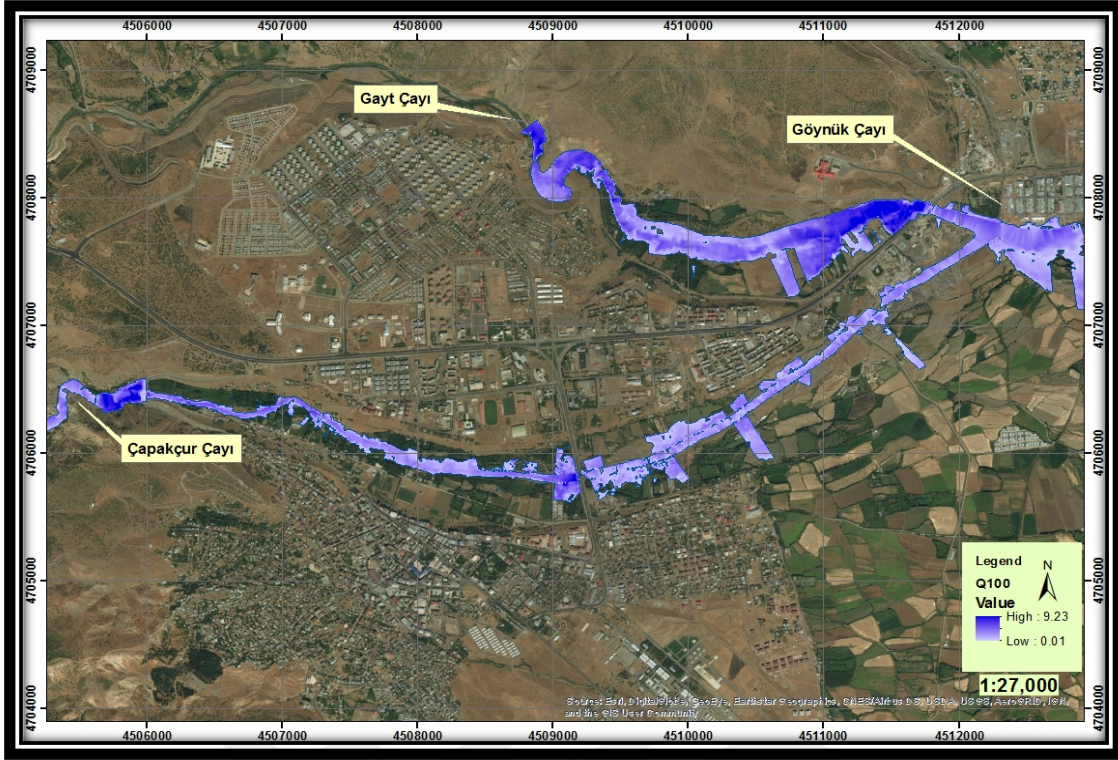


Şekil 5.91. Uydu görüntüsü üzerinde Q_{25} debisine göre oluşturulmuş taşkın risk alanları

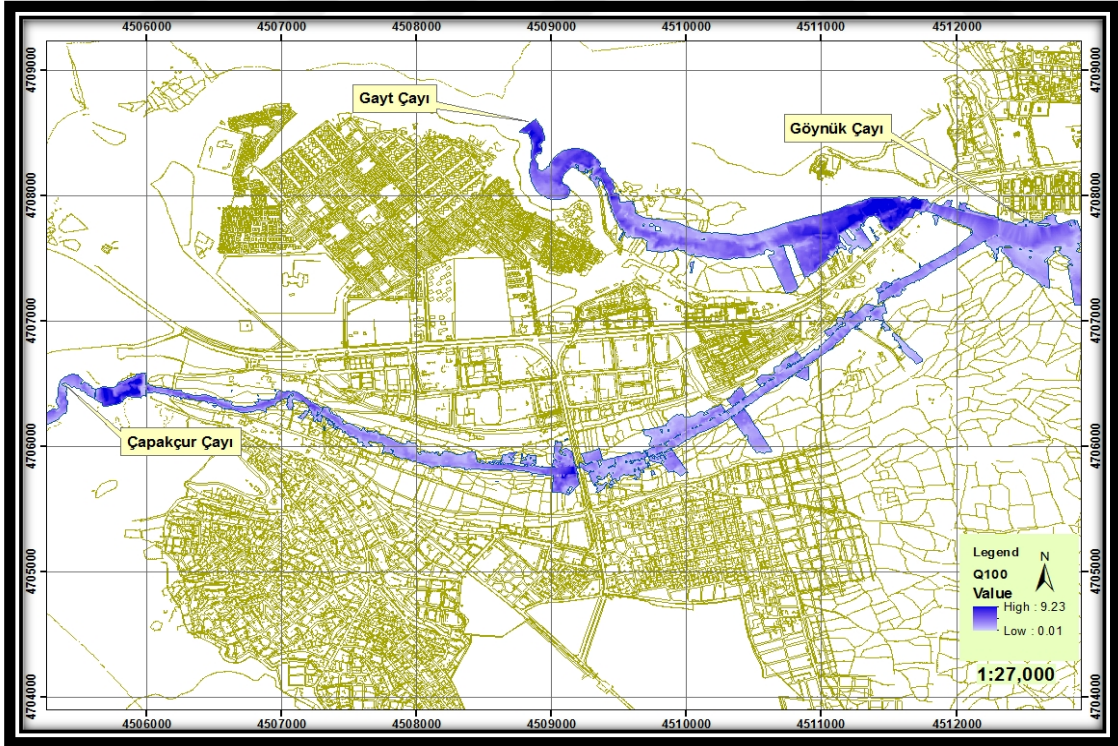


Şekil 5.92. İmar planı üzerinde Q_{25} debisine göre oluşturulmuş taşkın risk haritası

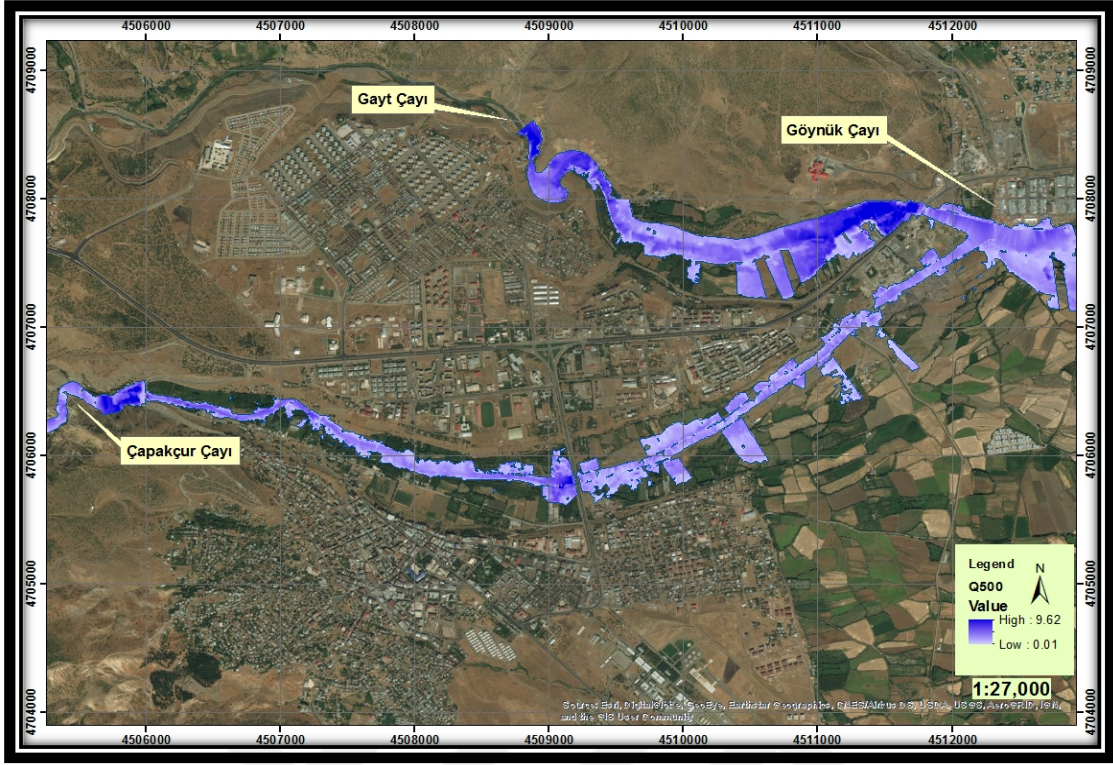




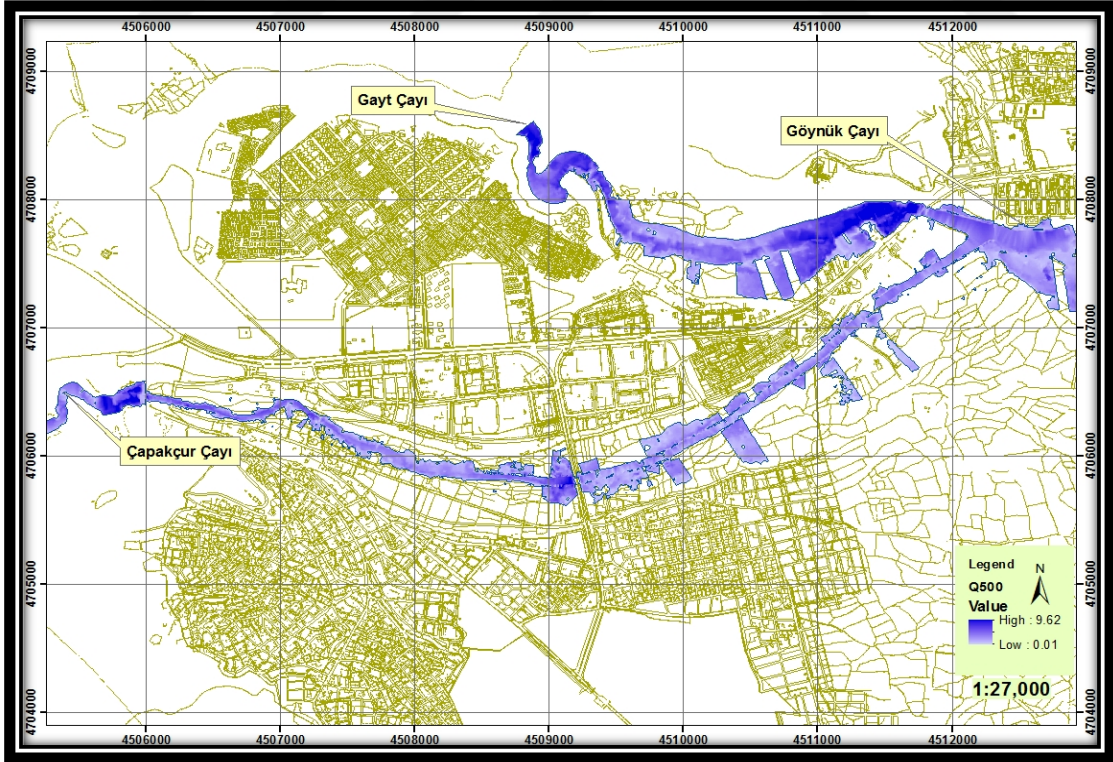
Şekil 5.95. Uydu görüntüsü üzerinde Q_{100} debisine göre oluşturulmuş taşkın risk alanları



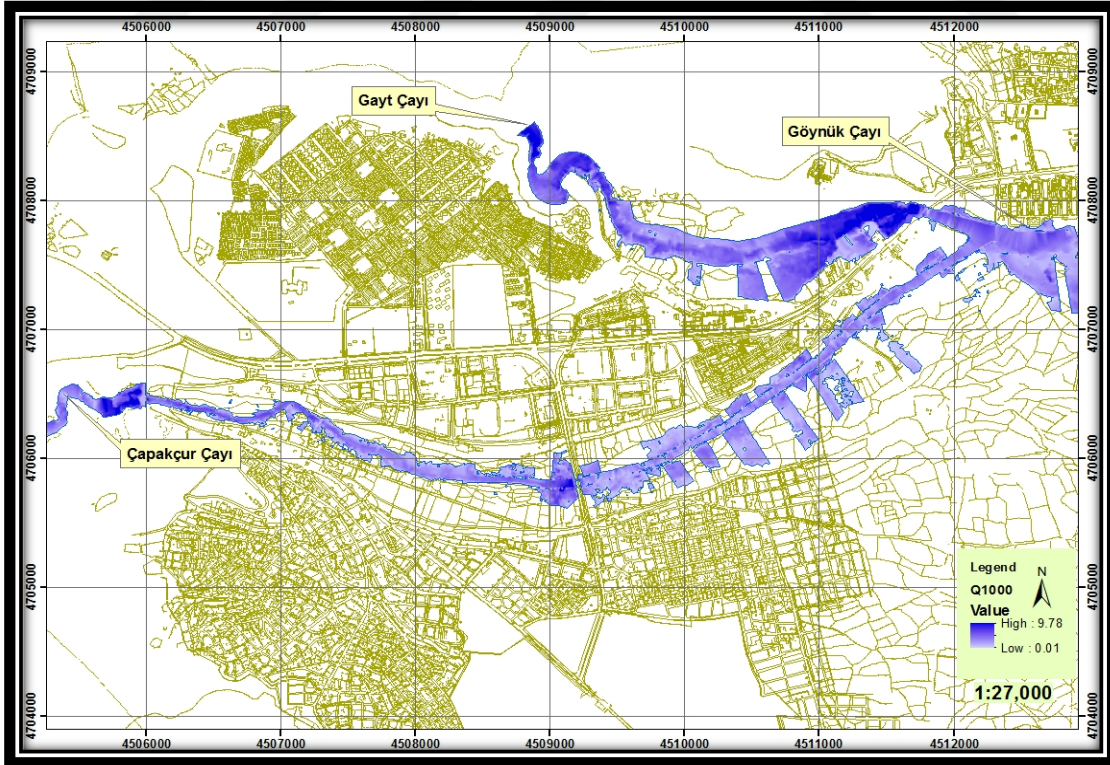
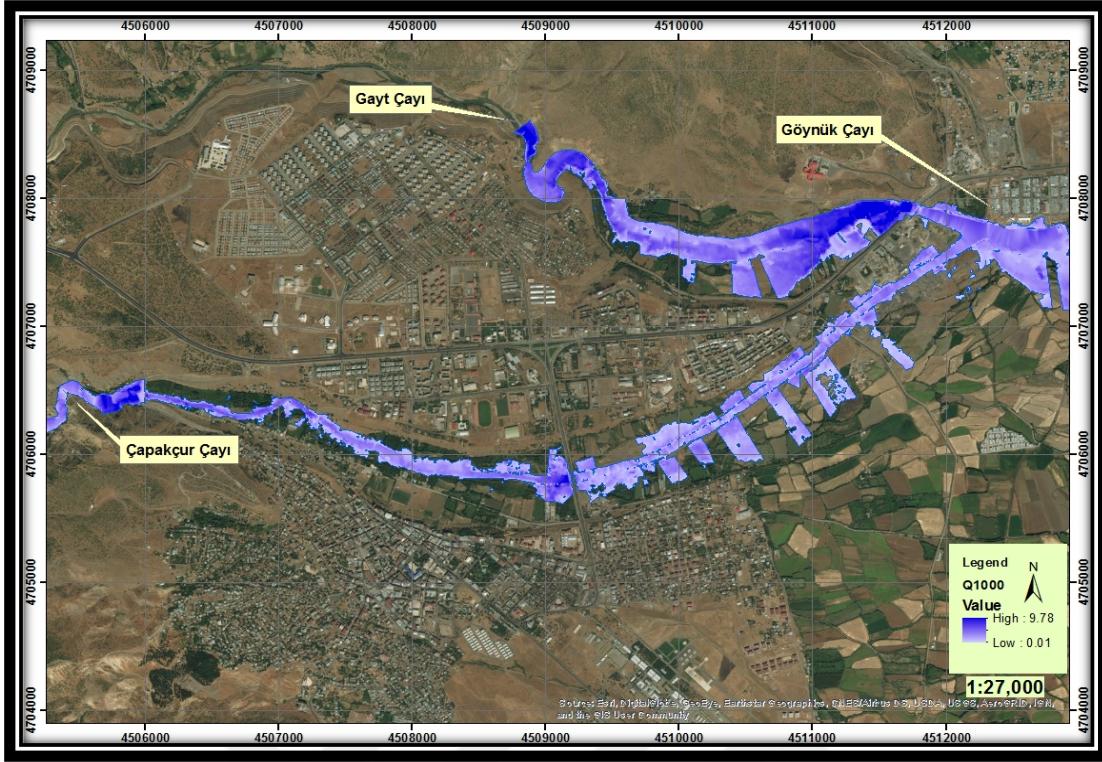
Şekil 5.96. İmar planı üzerinde Q_{100} debisine göre oluşturulmuş taşkın risk haritası

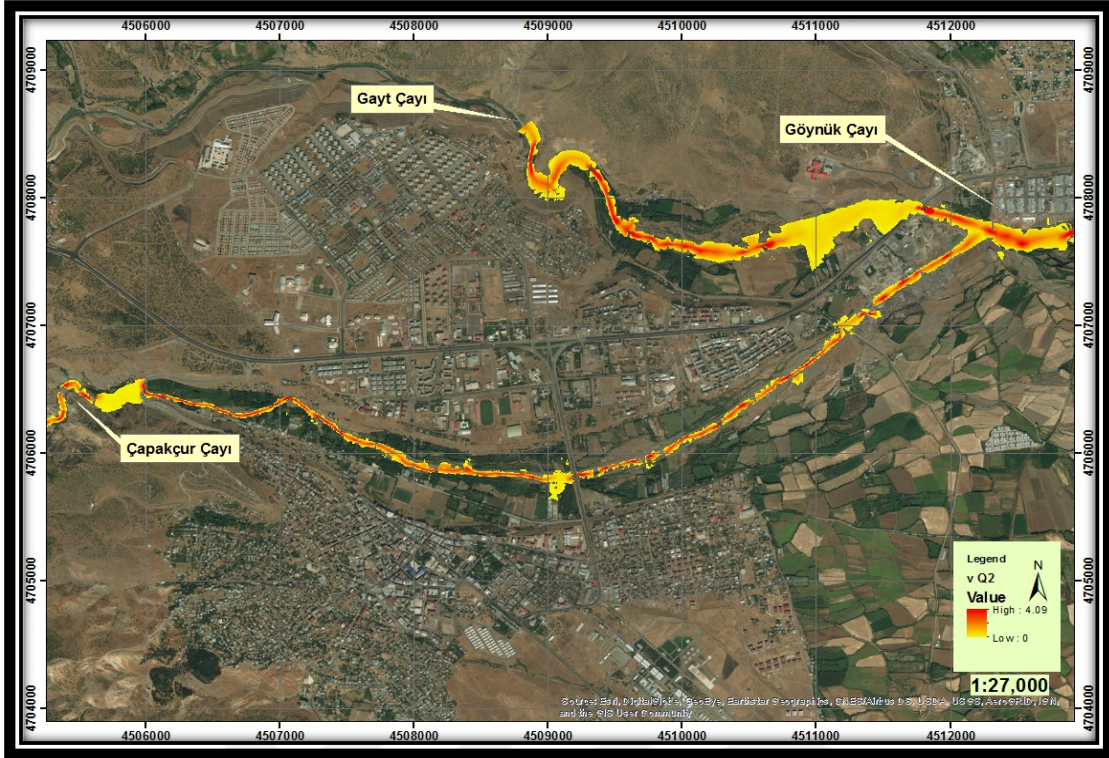


Şekil 5.97. Uydu görüntüsü üzerinde Q_{500} debisine göre oluşturulmuş taşkın risk alanları

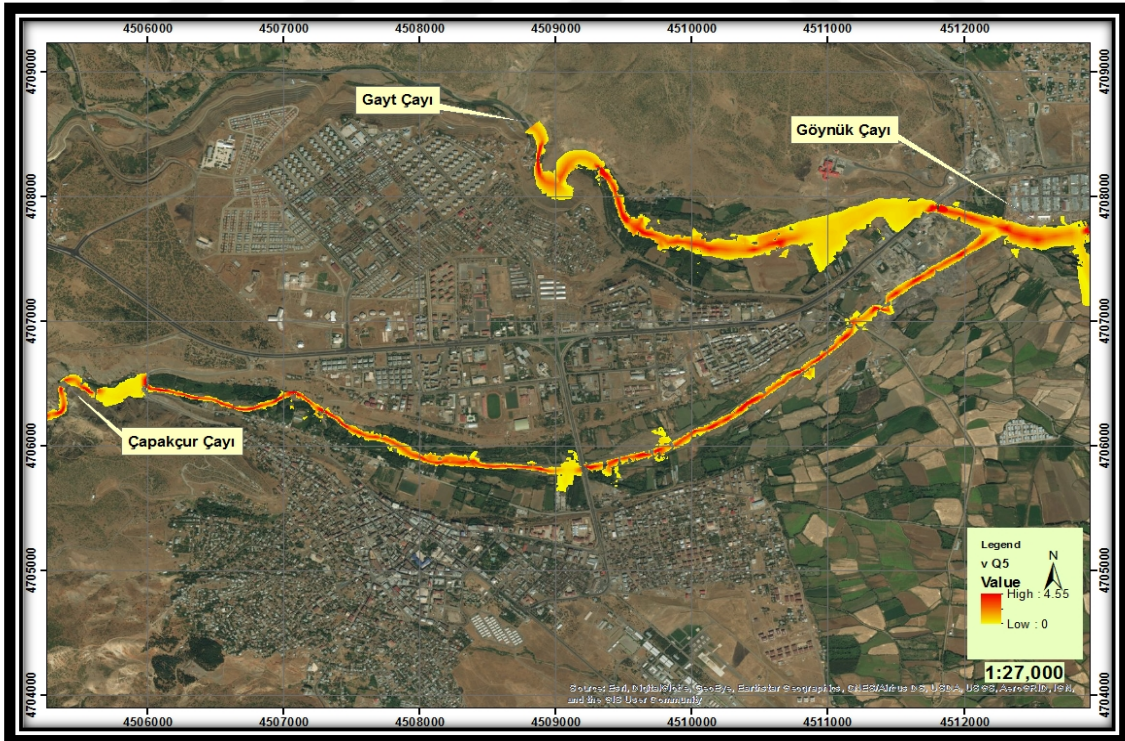


Şekil 5.98. İmar planı üzerinde Q_{500} debisine göre oluşturulmuş taşkın risk haritası

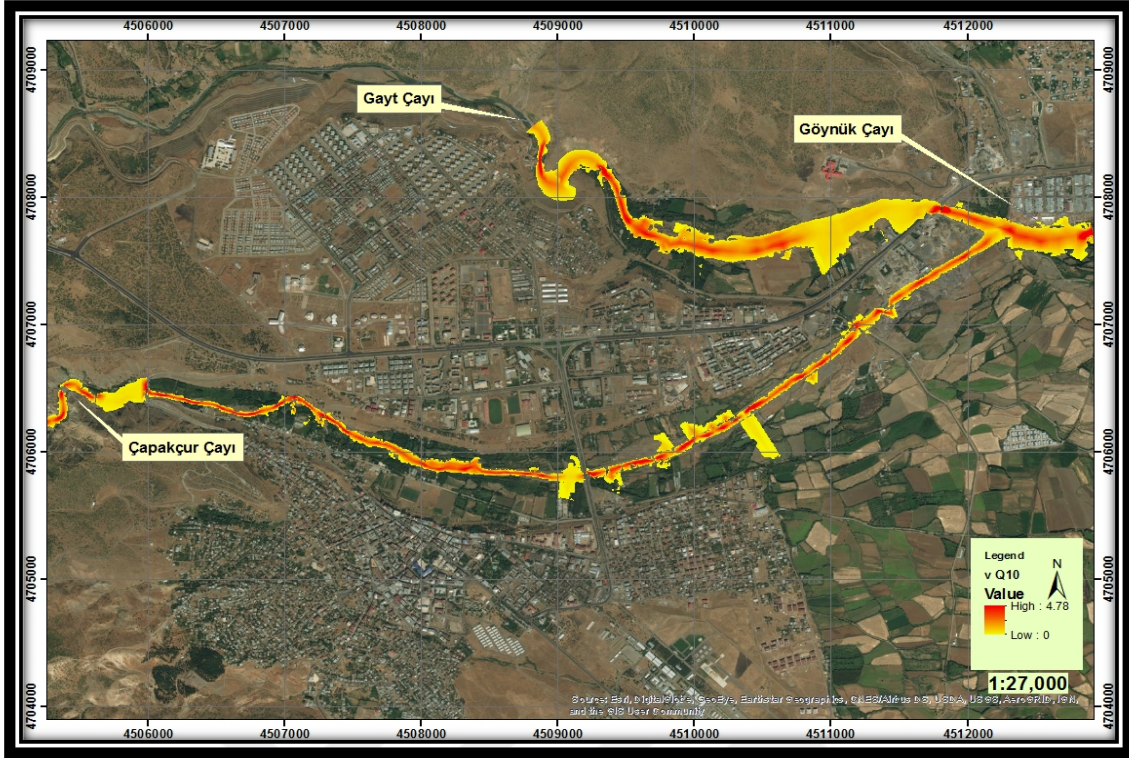




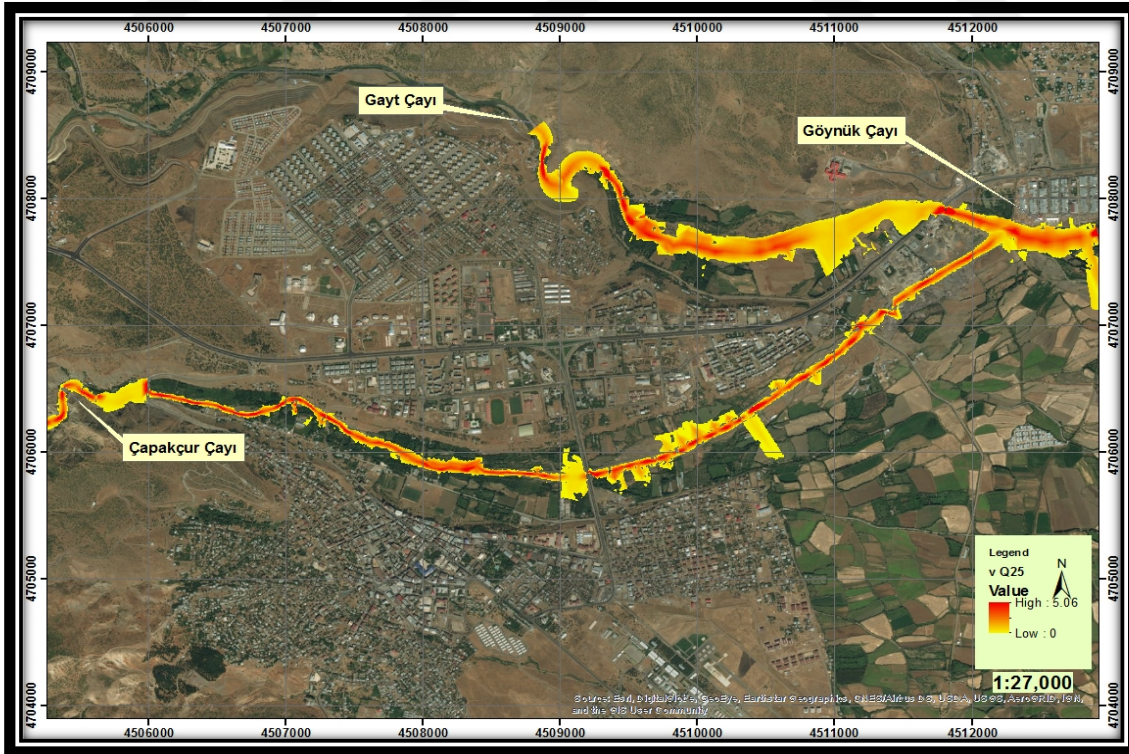
Şekil 5.101. Q₂ debisine göre oluşan su hızı dağılım alanları



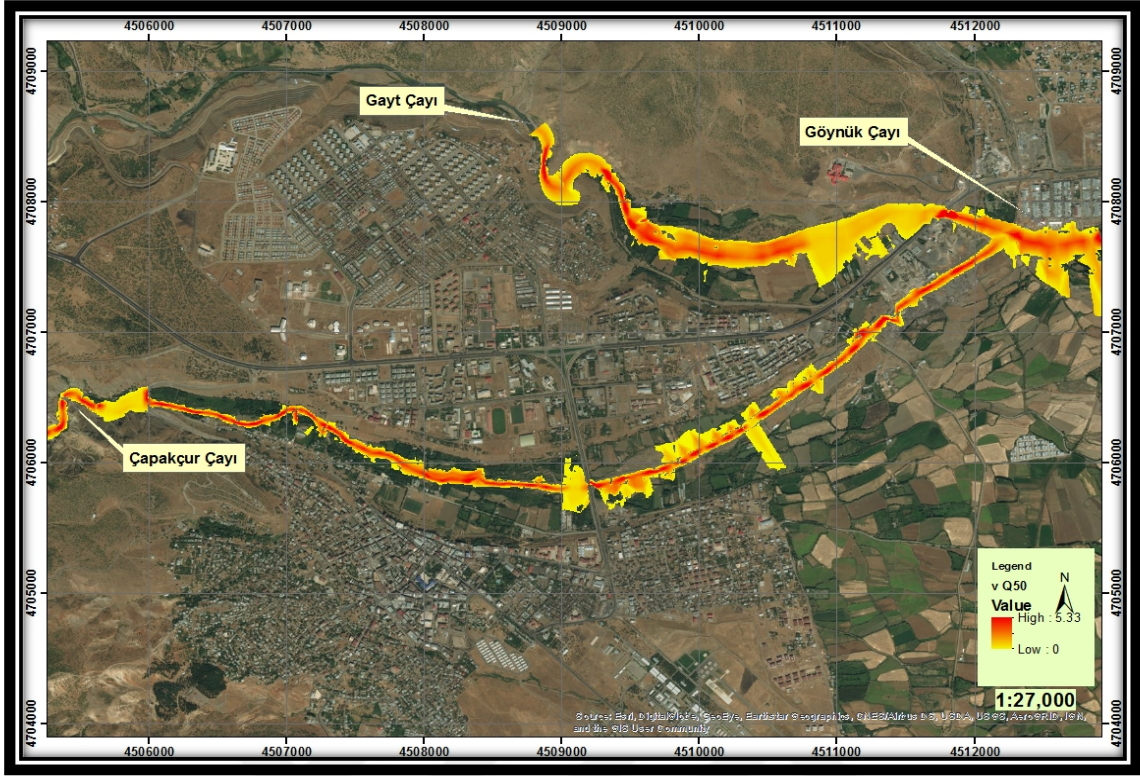
Şekil 5.102. Q₅ debisine göre oluşan su hızı dağılım alanları



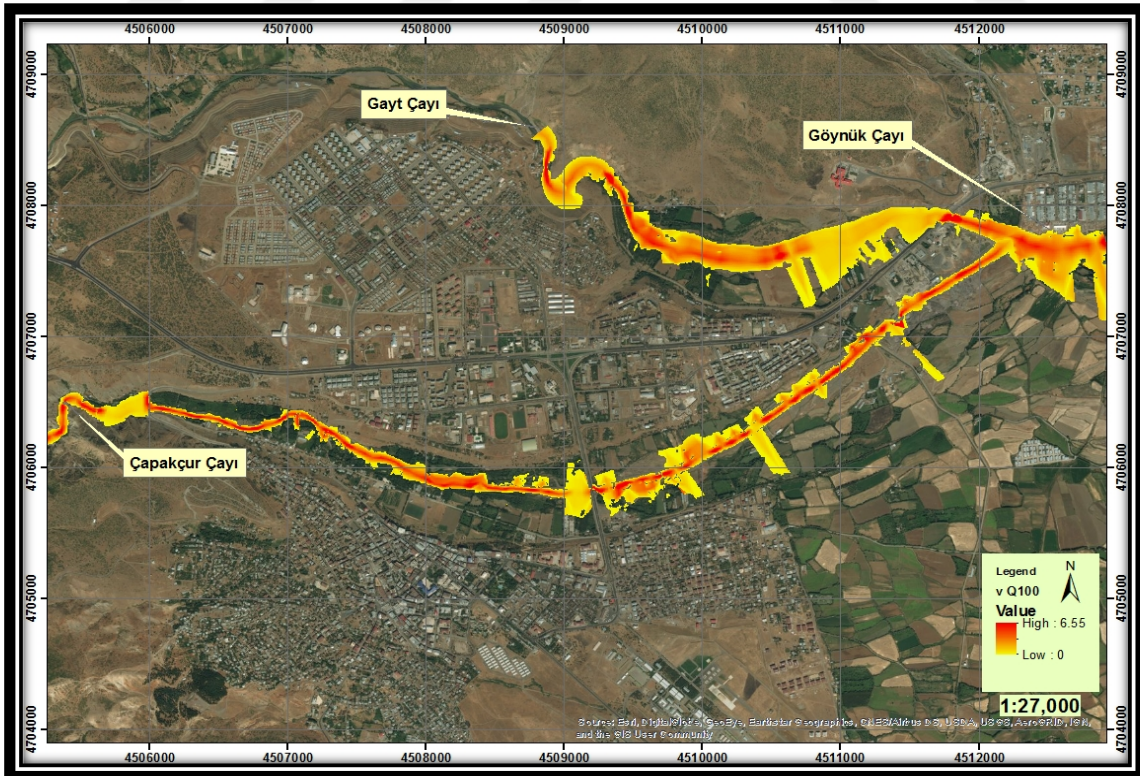
Şekil 5.103. Q_{10} debisine göre oluşan su hızı dağılım alanları



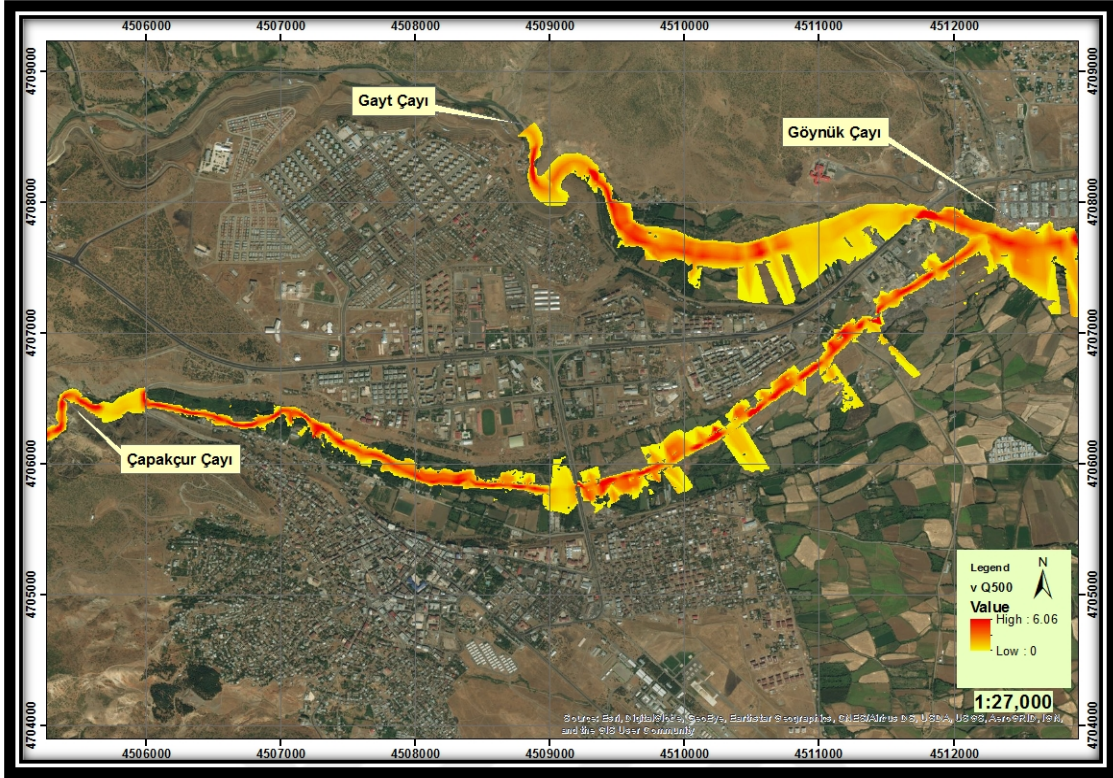
Şekil 5.104. Q_{25} debisine göre oluşan su hızı dağılım alanları



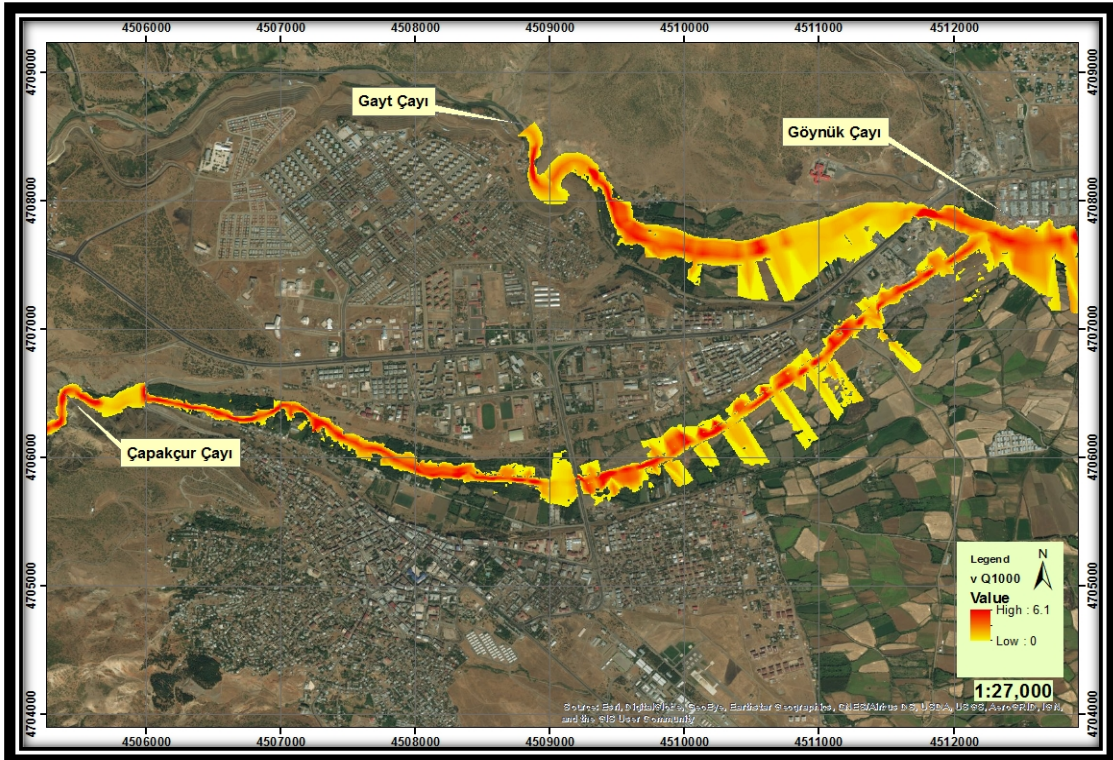
Şekil 5.105. Q_{50} debisine göre oluşan su hızı dağılım alanları



Şekil 5.106. Q_{100} debisine göre oluşan su hızı dağılım alanları



Şekil 5.107. Q_{500} debisine göre oluşan su hızı dağılım alanları



Şekil 5.108. Q_{1000} debisine göre oluşan su hızı dağılım alanları

6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, maksimum taşkın debileri Süperpozesiz Mockus yöntemlerine göre düşünülmüş ve Çapakçur Çayı için; $Q_2=11.4 \text{ m}^3/\text{sn}$, $Q_5=28.4 \text{ m}^3/\text{sn}$, $Q_{10}=43.8 \text{ m}^3/\text{sn}$, $Q_{25}=67.2 \text{ m}^3/\text{sn}$, $Q_{50}=87.7 \text{ m}^3/\text{sn}$, $Q_{100}=110 \text{ m}^3/\text{sn}$, $Q_{500}=155.9 \text{ m}^3/\text{sn}$ ve $Q_{1000}=175.6 \text{ m}^3/\text{sn}$, Gayt Çayı için, $Q_2=49.08 \text{ m}^3/\text{sn}$, $Q_5=93.81 \text{ m}^3/\text{sn}$, $Q_{10}=130.41 \text{ m}^3/\text{sn}$, $Q_{25}=191.05 \text{ m}^3/\text{sn}$, $Q_{50}=228.66 \text{ m}^3/\text{sn}$, $Q_{100}=266.17 \text{ m}^3/\text{sn}$, $Q_{500}=360.12 \text{ m}^3/\text{sn}$ ve $Q_{1000}=400.57 \text{ m}^3/\text{sn}$ ve Çapakçur Çayı ile Gayt Çayının birleşiminden sonra isimlendirilen Göynük Çayı için, $Q_2=60.48 \text{ m}^3/\text{sn}$, $Q_5=122.21 \text{ m}^3/\text{sn}$, $Q_{10}=174.21 \text{ m}^3/\text{sn}$, $Q_{25}=258.25 \text{ m}^3/\text{sn}$, $Q_{50}=316.36 \text{ m}^3/\text{sn}$, $Q_{100}=376.17 \text{ m}^3/\text{sn}$, $Q_{500}=516.02 \text{ m}^3/\text{sn}$ ve $Q_{1000}=576.17 \text{ m}^3/\text{sn}$ hesaplanmıştır.

Bingöl İl Merkezi için 8 farklı profilde taşkın risk haritaları oluşturulmuştur. Oluşturulan taşkın haritalarında su derinliğinin su yüzeyinden itibaren Q_2 taşkın debisine göre 0.01- 8.12 m, Q_5 debisine göre 0.01-8.36 m, Q_{10} debisine göre 0.01-8.56 m, Q_{25} debisine göre 0.01-8.88 m, Q_{50} debisine göre 0.01-9.06 m, Q_{100} debisine göre 0.01-9.23 m, Q_{500} debisine göre 0.01-9.62 m ve Q_{1000} debisine göre 0.01-9.62 m aralıklarında olduğu tespit edilmiştir.

Taşkın risk haritalarına göre akarsu yatakları boyunca ve Bingöl İl Merkezi'nde bazı yapıların ve tarım arazilerinin taşkın riski altında olduğu görülmüştür. Bu nedenle öncelikli olarak dere ıslah çalışmalarının yapılması gerekmektedir. DSİ bu amaçla Bingöl İl Merkezi'nden geçen Çapakçur ve Gayt Dere'leri üzerinde dere ıslah projeleri geliştirmiştir. Gayt Çayı üzerinden yapılan Gayt Baraj'ının bu dere üzerinde oluşacak taşkınları büyük ölçüde kontrol altına aldığı görülmüş olup, yine DSİ tarafından Çapakçur Havzası'nda planlama çalışmaları devam eden Çapakçur Barajı'nın da Çapakçur Çayı'nın Bingöl İl Merkezi'nde oluşturacağı taşkınları büyük oranda kontrol altına alacağı düşünülmektedir.

HEC-RAS ile yapılan hidrolik modelleme çalışmalarında Çapakçur Çayı'nın taşıdığı sediment miktarları değerlendirilmemiştir. Yüksek oranda sediment taşıyan Çapakçur Çayı'nın sediment kalınlığının da taşkın kotunu arttıracığı düşünülmelidir. Tersip bentleri, brit yapıları ve ağaçlandırma çalışmaları yapılarak, Çapakçur Çayı'nın üst havzasında düzenleme çalışmaları yapılmalıdır.

Analiz edilen taşkın risk haritalarında, su hızları, Q_2 taşkın debisinde 4.09 m/sn, Q_5 debisinde 4.55 m/sn, Q_{10} debisinde 4.78 m/sn, Q_{25} debisinde 5.06 m/sn, Q_{50} debisinde 5.33 m/sn, Q_{100} debisinde 5.55 m/sn, Q_{500} debisinde 6.06 m/sn ve Q_{1000} debisine göre 6.1 m/sn'ye ulaşmaktadır. Taşkın debilerine göre yapılan su hızı haritalarında dere kesitinin

daraldığı yerlerde su hızının arttığı, dere kesitinin genişlediği yerlerde de su hızının azaldığı tespit edilmiştir. Su hızının arttığı alanlarda dere yatağında oyulmalar daha fazla olacağından bu bölümlerde yapılacak sanat yapılarının dayanımı arttırılmalıdır.

Bingöl İl Merkezi'nde dere üzerine inşaatı yapılan karayolu sanat yapılarının taşkın debilerine göre boyutlandırılmamasından dolayı zarar gördüğü görülmüştür. Taşkın risk haritalarında da görüldüğü gibi, bu sanat yapılarının olduğu bölümlerde kesit daralmasından dolayı taşkın yayılım yaptığı tespit edilmiştir. Karayolu sanat yapıları dere kesiti daraltılmadan taşkın debilerine göre tekrar projelendirilmelidir.

Kesitlerde akım profillerinin enerji seviyeleri taşkın seviyelerinin daha üst kotlarına çıkmaktadır. Bu durum kesitlerin taşkın esnasında karşılaşılabileceği herhangi engel nedeniyle akım enerjisini kaybetmesine ve dolayısı ile akım seviyesinin enerji seviyesine ulaşmasına ve bu durum sonucu olarak taşkın daha geniş alanlara taşmasına neden olabilmektedir. Bu yüzden enerji çizgisinin altındaki alanlar da taşkın riski taşıyan alanlar olarak düşünülmelidir.

Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin (CBS) taşkın risk alanlarının belirlenmesinde etkin bir şekilde kullanılabilirliği görülmüştür. Bir CBS yazılım programı olan ArcGIS ve ArcGIS'in arayüz eklentisi HEC-GeoRAS ile hidrolik modelleme programı olan HEC-RAS'in entegre edilerek birlikte kullanılması taşkın analizlerinin oluşturulmasına başarılı bir yaklaşım getirmiştir.

Bu çalışmada 1/1000 ölçekli sayısal hali hazır haritaların eş yükselti eğrileri kullanılarak TIN haritaları oluşturulmuştur. Elde edilen bu TIN haritaları, hidrolik modelleme çalışmalarında gerekli olan geometrik datalardan, kot ve koordinat bilgileri için yeterli bir yaklaşım sunmaktadır. Ancak daha hassas çalışmalar için arazide yerinde ölçüm ve yüksek çözünürlüklü haritalar risk değerlendirme çalışmalarının doğruluğunu arttıracaktır.

Bu amaçla; Bingöl İli Kent Bilgi Sistemi oluşturularak, taşkın risk haritaları şehir planlamasında kullanılmalıdır.

7. KAYNAKLAR

- Ackerman, C.T., Evans, T.A. and Brunner, G.W., 1999.** “HEC-GeoRAS: Linking GIS to Hydraulic Analysis using ARC/INFO and HEC-RAS, ESRI International users conference, San Diego.
- Akar, İ, Maktav, D., 2008.** Taşkın Araştırmalarında Çok Kriterli Karar Verme Analizi ve Hidrolojik Modellemelerin Uzaktan Algılama ve CBS Entegrasyonu ile Karşılaştırılması. II. Uzaktan Algılama ve CBS Sempozyumu, Kayseri.
- Akkaya, U., Saraylı, S., Doğan, E., Akçalı, E., Akpınar, A., Yıldırım, M.S., 2013.** Rize Taşlıdere'nin Taşkın Analizinin Yapılması. Taşkın ve Heyelan Sempozyumu Trabzon, 503-512.
- Arenal, I.M., Parrado, R.P., García, I.S., Concepción, O.G., Pérez, M.B., Allen, Y.J., Padrón, P.B., Hernández, A.L.P. and Otero, C.R., 1998.** The Coastal Floods In The Cuban Territory, The Most Sensitive Areas And The Possible Impact Of The Climate Change, Institute of Meteorology, Küba
- Bacanlı, Ü., 2006.** Taşkın Zararlarını azaltma, önleme yöntemleri ve Denizli ili Örneği. 1. Ulusal Taşkın Sempozyumu, 95-106, Ankara.
- Baga, İ., Usul, N., Sorman, Ü., 1999.** “Application of MIKE 11 Model on Çayboğazı Basin in Turkey”, DHI Third User Conferance, Denmark, 14.
- Bayazıt, Y., Bakış, R., Koç, C., Kaya, T., 2014.** Elazığ Uluslararası Katılımlı IV. Ulusal Baraj Güvenliği Sempozyumu, 731-737.
- Demir, V., Kişi, Ö., 2015.** Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Taşkın Haritalarının Oluşturulması: Samsun Mert Irmağı Örneği. VIII. Ulusal Hidroloji Kongresi Bildiriler Kitabı, 107-120
- Demirkesen, A.C., 2003.** Sayısal Yükseklik Modellerinin Analizi ve Sel Basman Alanlarının Belirlenmesi, TUJK 2003 Yılı Bilimsel Toplantısı: CBS ve Jeodezik Ağlar Çalıştayı, Konya.

- Djokic, D., Coates, A., Ball, J.E.,** 1995. GIS as integration tool for hydrologic modeling: A need for generic hydrologic data exchange format. Paper presented in the 1995 ESRI User Conference. Redlands, CA, 22-26 May.
- DSİ,** 2013. Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Taşkın Riski Ön Değerlendirmesi. Orman ve Su İşleri Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü Teknoloji Daire Başkanlığı.
- DSİ,** 2017. Çapakçur Çayı Taşkını Teknik Raporu, DSİ Genel Müdürlüğü.
- Efe, H., Önen, F.,** 2015. Batman Çayının Taşkın Analizinin HEC-RAS Programıyla Yapılması. Mühendislik Dergisi, 6(2): 83-92, Diyarbakır.
- Ekinci, D.,** 2003. İhsaniye Deresi Havzası(Zonguldak) Taşkın Analizi. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi, (11): 97-118.
- Elçi, Ş., Tayfur, G., Haltaş, İ.,** 2014. ‘Baraj Yıkılması Sonrasında Taşkın Yayılımının Hesabı için Verilerin CBS Ortamında Hazırlanması: Porsuk ve Alibey Barajları Örnekleri ’ Uluslararası Katılımlı IV. Ulusal Baraj Güvenliği Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 159-170. 09-11 Ekim Elazığ
- Eren, M.E., Coşar, A., Bostan, T.,** 2015. Silivri Kayalı (Boğluca) Deresi Taşkın Riskinin İrdelenmesi.VIII. Ulusal Hidroloji Kongresi Bildiriler Kitabı, 93-106.
- ESRI,** 1998. Environmental Systems Research Institute, ArcView GIS Extensions. Internet site, <http://www.esri.com/software/arcview/extensions/index.html>.
- Evans, T.A.,** 1998. GIS Data Exchange for the Hydrologic Engineering Center’s. Hydrolic and Hydrologic Models, International Water Resources Engineering Conference Proceedings, ASCE, 786-789.
- EXCIMAP,** 2007. Handbook On Good Practices For Flood Mapping In Europe, Endorsed by Water Directors, November, Hollanda.
- FEMA,** 2009. Risk Mapping, Assessment, and Planning (Risk MAP) Multi-Year Plan: Fiscal Years 2010-2014, Fiscal, Report to Congress.
- Fuchs, S., Spachinger, K., Dorner, W., Rochman, J. and Serrhini, K.,** 2009. Evaluating Cartographic Design in Flood Risk Mapping, Environmental Hazards, 8 ,52–70.

- Girayhan, T.K.**, 2015. Nicel Taşkın Risk Değerlendirmesiyle Hasar Modellemesi ve Metodolojinin Geliştirilmesi. Uzmanlık Tezi, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara.
- Gökçe, Ş., Ayvaz, M.T., Genç, Ö., Koç, A.C.**, 2013. Taşkın Alanlarının Coğrafi Bilgi Sistemi ve Hidrolik Modelleme Teknikleri ile Belirlenmesi: Pamukkale Üniversitesi Kınıklı Yerleşkesi İçin Bir Uygulama. Taşkın ve Heyelan Sempozyumu Trabzon, 391-403.
- Gutry-Korycka, M., Magnuszewski, A., Suchozbrski, J., Jaworski, W., Marcinkowski, M., Szydlowski, M.**, 2006. “Numerical Estimation of Flood Zones in the Vistula River Valley, Warsaw, Poland”, Climate Variability and Change - Hydrological Impacts, IAHS Publication, 308: 191-195.
- Hankin, B., Waller, S., Astle, G. ve Kellagher, R.**, 2008. Mapping space for water: screening for urban flash flooding, J. Flood Risk Manage., 1, 13–22.
- HEC**, 2010. “HEC-RAS River Analysis System”, U.S. Army Corps of Engineers, Institute for Water Resources, User’s Manual 4.1, 4.11, 6.25.
- Jeb, D.N. and Aggarwal, S.P.**, 2008. Flood Inundation Hazard Modeling of the River Kaduna Using Remote Sensing and Geographic Information Systems. Journal of Applied Sciences Research, 4, 1822-1833.
- Kara, S., ve Akar İ.**, 2007. Sel ve Taşkınların; Nedenlerinin, Sonuçlarının ve Çözüm Önerilerinin Belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) ve Uzaktan Algılamanın (UA) Kullanımı “Beşikdüzü-Solaklı Arasındaki Karadeniz Akları Örneği”. 5. Türkiye Kuvaterner Sempozyumu, İstanbul.
- Kaleyci, H.**, 2004. “Değirmendere Havzası’nda Taşkın Frekans Analizi ve Taşkın Sularının Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 38, 39.
- Kaya, Ç.M.**, 2012. Giresun Pazarsuyu Örneğinde, Coğrafi Bilgi Sistemleri Ve Uzaktan Algılama Entegrasyonu İle Taşkın Risk Haritalarının Üretilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, KTÜ, 83 s.

- Kılınç, İ., Şahin, V.,** 2005. “İstanbul’daki Kurbağalı Dere’nin Taşkın Sahasını Belirlemede HEC-RAS Kullanılması”, I. Ulusal Taşkın Sempozyumu, Ankara, 317-325.
- Knebl, M.R., Yang, Z.L., Hutchison, K., Maidment, D.R.,** 2004. “Regional Scale Flood Modeling Using NEXRAD Rainfall, GIS, and HEC-HMS/RAS: A Case Study for The San Antonio River Basin Summer 2002 Storm Event”, Journal of Environmental Management, 75 (4): 325-336.
- Maidment, D., Djokic, D.,** 2000. Hydrologic and Hydraulic Modeling Support with GIS, ESRI Press, USA.
- Moore, J.T., S.M. Nolan, F.H. Glass, Ferry D.L. and Rochette S.M.,** 1995. Flash floodproducing high-precipitation supercells in Missouri. Preprints, 14th Conf. Wea. Analysis and Forecasting Amer. Meteor. Soc., (J4)7-12.
- Moore, I., D., Grayson, R.B., ve Ladson, A.R.,** 1991. Digital Terrain Modelling: A Review of Hydrological, Geomorphological and Biological Applications, Hydrological Processes 5 (1): 3-30.
- Nas, S., Nas, E.,** 2013. Taşkın Alanlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Belirlenmesi ve Risk Analizi: Harşit Çayı (Gümüşhane) Örneği. Taşkın ve Heyelan Sempozyumu Trabzon, 405-419.
- Onuşluel, G.,** 2005. Floodplain Management Based On The HEC-RAS Modeling System. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Oral, V., Koike, K., Yenigün, O.,** 2005. “Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Bartın ve Silifke-Göksu Nehri Havzaları’nda Görülen Taşkınların Analizi için Kullanımı”, I. Ulusal Taşkın Sempozyumu, Ankara, 345-353.
- Overton, IC,** 2005. Modelling Floodplain Inundation on A Regulated River: Integrating GIS, Remote Sensing & Hydrological Models. River Research& Applications, 21: 991–1001.
- Özcan, O., Musaoğlu, N., Şeker, D.Z.,** 2009. Taşkın Alanlarının CBS ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Belirlenmesi ve Risk Yönetimi; Sakarya Havzası Örneği. TMMOB

Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel Teknik 2009 Kurultayı, Ankara.

Özdemir, H., 2007. SCS CN Yağış-Akış Modelinin CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Uygulanması: Havran Çayı Örneği (Balıkesir). Ankara Üniversitesi Coğrafi Bilimler Dergisi, 5 (2): 1-12.

Plate, E., 2002. Flood risk and flood management. Journal of Hydrology.

Sarıbacak, Ü., 2002. Water Surface Profiles in Nonstructural Flood Mitigation. Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ.

Sane, M. and Huokuna, M., 2008. Procedure For Identifying Automatically Possible Flood Risk Areas, Thematic Workshop on Flood Mapping, Dublin.

Schumann, G. and Di Baldassarre, G., 2010. The Direct Use of Radar Satellites for EventSpecific Flood Risk Mapping, Remote Sensing Letters, 1,2, 75–84.

Singh, V.P., and Woolhiser, D.A., 2002. “Mathematical Modeling of Watershed Hydrology”, Journal of Hydrologic Engineering, 150th Anniversary Paper, 7(4), pp 270-292

Snead, D.B., 2000. Development and Application of Unsteady Flow Models Using Geographic Information Systems, Departmental Report, Master of Science in Engineering, The University of Texas at Austin, USA

Tate, E.C., Maidment D.R., Olivera F., Anderson D.J., 2002. “Creating a Terrain Model for Floodplain Mapping”, Journal of Hydrologic Engineering, 7: 100-108.

Turan, B., 2002. “Obtaining Inundation Maps by Integration of GIS and Hydrologic and Hydrologic-Hydraulic Model”, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 50, 90, 121.

Türkkan, G.E., Korkmaz, S., 2015. Kaplıkaya Deresinin Sayısal Model ile Taşkın Analizi. VIII. Ulusal Hidroloji Kongresi Bildiriler Kitabı, 62-69.

- Uçar, İ.**, 2010. Trabzon Değirmendere Havzası'nda Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Bir Hidrolik Model Yardımıyla Taşkın Analizi Yapılması. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- URL-1**, uzalmet.mgm.gov.tr/tammetin/58.pdf, Son ulaşım tarihi: 14.06.2018
- USACE**, 2002. HEC-RAS River Analysis System, User's Manual, Davis, (US Army Corps Engineers), USA.
- Usul, N.**, 2008. Çayboğazı Havzasında Hidrolojik-Hidrolik Model ve Cbs İle Taşkın Çalışması, Taşkın, Heyelan ve Dere Yataklarının Korunması Konferansı Ağustos, Trabzon, Bildiri Kitabı: 147-159.
- Üyüklüoğlu, M., Ünal B., Turan B.**, 2015. HEC-RAS Paket Programı İle Manavgat İlçesi Ilıca Deresi Taşkın Bölgesinin Modellenmesi, 4. Su Yapıları Sempozyumu, Antalya.
- Yaylak, M.M.**, 2016. Coğrafi Bilgi Sistemleri (Cbs) Yardımıyla Bitlis Deresi Taşkın Risk Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitlis Eren Üniversitesi, 93 s.
- Whiteaker, T.L., Robayo, O., Maidment, D.R. and Obenour, D.**, 2006. "From a NEXRAD rainfall map to a flood inundation map". Journal of Hydrologic Engineering, 11(1), pp. 37-45.
- WMO/GWP**, 2008. Associated Programme on Flood Management, Urban Flood Risk Management-A Tool for Integrated Flood Management, APFM Technical Document No. 11, Flood Managment Tool Series.

ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi : 18.04.1974

Öğrenim Durumu:

2015 – Devam : Yüksek Lisans - Fırat Üniversitesi Müh. Fak. Çevre Müh. Bölümü

2011 – 2013 : Lisans - Fırat Üniversitesi Müh. Fak. Çevre Müh. Bölümü

2011 – 2014 : Doktora – Çukurova Üniversitesi Müh. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü

2006 – 2008 : Yüksek Lisans – Çukurova Üniversitesi Müh. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü

1992 – 1996 : Lisans - Fırat Üniversitesi Müh. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü

Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler:

1. **Çeliker, M.**, 2016. Determination of the interaction between groundwater and surface water using environmental isotopes (Oxygen-18, Deuterium and Tritium) and chemical analyses in Uluova Region, Elazig, Turkey. Journal of Engineering Research, 4(1), 105-124. (Yayın No: 2711189).
2. Dursun, Ö.F., **Çeliker, M.**, Fırat, M., 2016. Hydrological Properties of the Derme Karstic Springs by Using Hydrogeochemical Analyses and Environmental Isotope Techniques. CLEAN - Soil, Air, Water, 44(2), 143-153., Doi: 10.1002/clen.201400035 (Yayın No: 2711407).
3. **Çeliker, M.**, Yıldız, O., Sönmezer, Y.B., 2014. Assessing the Water Quality Parameters of the Munzur Spring, Tunceli, Turkey. Ekoloji, 23(93), 43-49., Doi: 10.5053/ekoloji. 2014.936 (Yayın No: 2711487).

Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında (proceedings) basılan bildiriler :

1. **Çeliker, M.**, 2010. The Evaluation of Groundwater Level Fluctuation in Elazig Uluova Using GIS. International Sustainable Water and Wastewater Management Sympoium, 1427-1437. (Tam metin bildiri) (Yayın No:2725968).
2. Salman, C., **Çeliker, M.**, Dursun, Ö.F., Sönmezer, Y.B., 2010. The Modeling of The Munzur Basin With CBS. International Sustainable Water and Wastewater Management Sympoium, 1438-1448. (Tam metin bildiri)(Yayın No:2726015).

3. Sönmezer, Y.B., Akyüz, A., **Çeliker, M.**, 2017. Elazığ Şehir Merkezi Zeminlerinin Sismik Davranışının Değerlendirilmesi, 7. Geoteknik Sempozyumu 22-24 Kasım, İstanbul.

4. **Çeliker, M.**, Turkmen, S., Güler, C., 2018. Temporal Changes in Trace Element Concentrations in Spring, Shallow and Deep Well Waters From the Uluova Plain, 8th Black Sea Basin Conference on Analytical Chemistry (8th BBCAC) 9-11 May, 2018 Istanbul/Turkey.

5. **Çeliker, M.**, Turkmen, S., Güler, C., 2018. Drainage Geochemistry of the Uluova Basin, Elazığ, Turkey, 8th Black Sea Basin Conference on Analytical Chemistry (8th BBCAC) 9-11 May, 2018 Istanbul/Turkey.

Ulusal hakemli dergilerde yayımlanan makaleler :

1. Sönmezer, Y.B., **Çeliker, M.**, Kılınç, M.Y., 2012. Kırıkkale Bahçelievler Ve Fabrikalar Mahallelerinin Sıvılaşma Potansiyelinin Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Analizi. International Journal Of Engineering Research And Development, 4(1), 33-40. (Kontrol No: 2726216).

2. **Çeliker, M.**, Dursun, Ö.F., Akarsu, E.E. 2010. Uluova (Elazığ) Akiferinin Kirlenebilirliğinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile Analizi. E – Journal Of New World Sciences Academy, 5(2), 117-136. (Kontrol No: 2726267).

3. **Çeliker, M.**, Ertunç, A., Çan, T., 2009. Uluova'nın (Elazığ) Hidrojeolojisinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 20(2), 29-41. (Kontrol No: 2757730).

Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler:

1. **Çeliker, M.**, Dursun, Ö.F., Fırat, M., 2015. Malatya Derme Karstik Kaynağının İzotopik Özellikleri. 4. Hidrolojik İzotop Teknikleri Sempozyumu, (Yayın No:2726080).

2. **Çeliker, M.**, Fırat, M., Dursun, Ö.F., 2015. İspendere (Malatya) Sıcak ve Mineralli Suların Köken Değerlendirmesi. 4. Hidrolojik İzotop Teknikleri Sempozyumu, (Yayın No: 2726098).

3. **Çeliker, M.**, 2015. Uluova (Elazığ) Havzası'nda Yeraltı Suyu Ve Yüzey Suyu İlişkisinin Çevresel İzotoplarla Belirlenmesi. 4. Hidrolojik İzotop Teknikleri Sempozyumu, (Yayın No:2726064).

4. **Çeliker, M.**, Türkmen, S., Güler, C., Kurt, M.A., 2015. Elazığ Uluova Alüvyonel Akiferindeki Arsenik İçeriğinin İncelenmesi. 68. Türkiye Jeoloji Kurultayı, (Yayın No:2726032).

5. **Çeliker, M.**, Türkmen, S., Dursun, Ö.F., 2011. Peri Çayı Havzasının ve Su Potansiyelinin CBS ile Değerlendirilmesi. 5. Ulusal Su Mühendisliği Sempozyumu, (Yayın No:2726134).

İş Deneyimi:

2003 – Devam: Jeoloji / Çevre Mühendisi, Dsi 9. Bölge Müdürlüğü Elazığ.

1997 – 2003 : Jeoloji Mühendisi, İller Bankası 12. Bölge Müdürlüğü Elazığ,

