

**T.C.
BOZOK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Yüksek Lisans Tezi

**HEC-RAS İLE TAŞKIN BÖLGELERİNİN
MODELLENMESİ**

Murat ÜYÜKLÜOĞLU

**Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. Burhan ÜNAL**

Yozgat 2015

**T.C.
BOZOK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Yüksek Lisans Tezi

**HEC-RAS İLE TAŞKIN BÖLGELERİNİN
MODELLENMESİ**

Murat ÜYÜKLÜOĞLU

**Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. Burhan ÜNAL**

Yozgat 2015

T.C.
BOZOK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEZ ONAYI

Enstitümüzün İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı 70110713005 numaralı öğrencisi Murat ÜYÜKLÜOĞLU'nun hazırladığı "HEC-RAS İle Taşkın Bölgelerinin Modellenmesi" başlıklı YÜKSEK LİSANS tezi ile ilgili TEZ SAVUNMA SINAVI, Bozok Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği uyarınca 31/07/2015 Cuma günü, saat 09:00'da yapılmış, tezin onayına OY BİRLİĞİYLE karar verilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Murat ÇOBANER



Üye : Yrd. Doç. Dr. Burhan ÜNAL (Danışman)



Üye : Doç. Dr. Yüksel TAŞDEMİR



ONAY:

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun ...12.../...08.../2015 tarih ve 21... sayılı kararı ile onaylanmıştır.



Doç. Dr. Fuat KÖKSAL

Doç. Dr. Fuat KÖKSAL
Bozok Üniversitesi
Fen Bil. Enst. Müdürü

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
TABLolar LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI.....	4
3. AÇIK KANAL AKIMLARI TEMEL KAVRAMLAR.....	7
3.1. Kararlı Açık Kanal Akımları	7
3.1.1. Debi Süreklilik Denklemi	7
3.1.2. Enerji Denklemi	8
3.1.3. Özgül Enerji, Akım ve Kanal Tipleri	10
3.1.4. Trapez Kesitli Kanallarda Rejim Kontrolü	13
3.2. Açık Kanallarda Kapasite Belirlenmesi	14
3.2.1. Manning Formülü	15
3.2.2. Basitleştirilmiş ÜniVersal Yöntem ve Şekil Katsayıları	22
3.2.3. Keulegan Denklemi	23
3.3. Yavaş Değişen Akımlar ve Su Yüzü Profili Hesabı.....	24
3.3.1. Akım Tipleri	24
3.3.2. Su Yüzeyi Profili Hesap Yöntemleri.....	26
4. HEC-RAS PROGRAMI.....	29
4.1. HEC-RAS Hidroliği	29
4.2. HEC-RAS Proje Üretme	31

5. TAŞKIN MODELLEME	35
5.1. Manavgat Ilıca Deresi Mevcut Durum Karakteristikleri.....	35
5.2. Ilıca Deresi Taşkın Hesapları	39
5.2.1. DSİ Sentetik Birim Hidrograf Yöntemi.....	40
5.2.2. Mockus Üçgen Birim Hidrograf Yöntemi.....	41
5.2.3. Bölgesel Taşkın Frekans Analizi Yöntemi.....	41
5.2.4. Hesaplanan Proje Debilerinin Karşılaştırılması.....	45
5.3. Ilıca Deresi Sosyal, Kültürel ve Ekonomik Durum.....	51
5.4. Ilıca Deresi Mevcut Durum.....	51
5.4.1. Ilıca Deresi Üzerindeki Mevcut Sanat Yapıları.....	56
5.5. Ilıca Deresi Mevcut Durumun HEC-RAS programında incelenmesi	60
5.5.1. Ilıca Deresi Mevcut Durumun Su Yüzü Profillerinin İncelenmesi	61
5.5.2. Ilıca Deresi Mevcut Durumdaki Sanat Yapılarının Kapasite Hesabı ...	67
5.5.3. Ilıca Deresi Mevcut Durum Üzerinde Farklı Taşkın Debilerinde Oluşacak Su Yüzü Kotları ve Taşkın Alanlarının İncelenmesi	74
5.6. Ilıca Deresi Taşkın Önleme Çözüm Çalışmaları	101
5.6.1. Ilıca Deresi Güzergâhı Boyunca Yapılacak Değişiklikler	102
5.6.2. Ilıca Deresi Projeli Durumun HEC-RAS programında incelenmesi	109
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	129
KAYNAKLAR	134
EKLER	136
ÖZGEÇMİŞ.....	139

HEC-RAS İLE TAŞKIN BÖLGELERİNİN MODELLENMESİ

Murat ÜYÜKLÜOĞLU

**Bozok Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

2015; Sayfa: 139

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Burhan ÜNAL

ÖZET

Tarihten günümüze kadar su; insanoğlu için yaşamın temel bir kaynağı olarak çok önemli bir yere sahip olmuştur. Son yüzyıllarda nüfus artışından ve buna bağlı olarak suya olan ihtiyacında artmasından dolayı, taşkın yataklarında daha geniş yerleşim alanları kurulmuştur. Bu taşkın yataklarında artan yerleşim alanları, bir taşkın meydana geldiğinde artan can ve mal kayıplarıyla sonuçlanmıştır. Taşkın sırasında oluşan bu can ve mal kayıplarını en aza indirmek için alınacak önlemlerin başında dere yatağı ıslahı ve dere üzerindeki sanat yapılarının düzenlenmesi gelir. Bu düzenlemeleri yapabilmek içinde taşkın sırasındaki su seviyelerinin bilinmesi gerekir. Su yüzü seviyelerinin hesaplanması için hesap ve analiz kolaylığı sağlayan paket programlar geliştirilmiştir. Bu çalışmada, Ilıca Deresi taşkın yatağı üzerinde alınan kesitlerle oluşturulan modellemede HEC-RAS paket programı çalıştırılıp su yüzü profillerinden elde edilen su üst kotlarıyla taşkın yayılım alanları belirlenmiştir. Oluşan bu taşkın yayılım alanlarını dere yatağının içinde tutacak şekilde yeni bir güzergâh seçilip dere yatağı ıslah edilmiştir. Islah edilen dere yatağı üzerinde yapılan HEC-RAS çalışmasındaki su yüzü profilleri incelendiğinde taşkın kontrol altına alındığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Taşkın, Su Yüzü Profili, Açık Kanal, Manning Katsayısı, HEC-RAS.

MODELLING OF FLOOD ZONES WITH HEC-RAS

Murat ÜYÜKLÜOĞLU

**Bozok University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering
Master of Science Thesis**

2015; Page: 139

Thesis Supervisor: Asst. Prof. Dr. Burhan UNAL

ABSTRACT

Water has had a very important place as a fundamental source of life for human beings from past to present. Due to the increase in population in the last century and therefore the increased need for water, larger settlements were established in the floodplains. The growing residential areas in these floodplains have resulted in increased loss of life and property when a flood occurs. For minimize the loss of life and property occurred during the flood, the early measures have to be taken are riverbed rehabilitation and regulation of the hydraulic structures on the creek. To make these arrangements the water level during the flood has to be known. For the calculation of water surface level, software packages have been developed that provide ease of calculation and analysis. In this study, in the modeling formed with in cross-section on Ilica Stream floodplain HEC-RAS program is run and flood routing is determined by the higher elevations derived from the water surface profiles. A new route is selected for the stream in order to keep the flood routing within the riverbed and the riverbed is rehabilitated. When the water surface profiles from the results of the HEC-RAS study performed on the rehabilitated stream bed are examined, it is concluded that the flood is under control.

Keywords: Flood, Water Surface Profile, Open Channel, Manning Coefficient, HEC-RAS.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince, bilgi ve desteğinden faydalandığım danışman hocam, Yrd. Doç. Dr. Burhan ÜNAL'a tez çalışmamın tamamlanmasında göstermiş olduğu katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım esnasında teknik desteğı ve bilgisini eksik etmeyen değerli Dr. Burak TURAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma sürecimin tamamında verdiği manevi destek, göstermiş olduğu sabır ve anlayıştan dolayı sevgili eşime ve kızıma sonsuz teşekkür ederim.

TABLolar LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3.1. Rejim Tiplerine Göre Kanal Tipleri	12
Tablo 3.2. Farklı Kanal Cidarlarında Strickler Katsayısı ve Kumul Pürüzlülüğü ...	17
Tablo 3.3. Modifiye Cowan Metodu DSİ Formatı Pürüzlülük Katsayısı Tablosu ...	19
Tablo 3.4. Cr Katsayıları ve Kesit Şekil Katsayıları	23
Tablo 3.5. Kanal Türleri ve Akım Tipleri	25
Tablo 5.1. Ilıca Deresi'nin Etüt Başlangıç ve Bitiş Kesitleri	37
Tablo 5.2. Plüviyograf Katsayıları	40
Tablo 5.3. Kesit 1 İçin Yağış Alanı Dağılım Oranı Katsayıları	40
Tablo 5.4. Kesit 2 İçin Yağış Alanı Dağılım Oranı Katsayıları	40
Tablo 5.5. DSİ Sentetik Birim Hidrograf Yöntemiyle Bulunan Yinelenmeli Taşkın Debileri	41
Tablo 5.6. Mockus Üçgen Birim Hidrograf Yöntemiyle Bulunan Yinelenmeli Taşkın Debileri	41
Tablo 5.7. BTFA Yöntemiyle Bulunan Yinelenmeli Taşkın Debileri	42
Tablo 5.8. Ilıca Deresi Çeşitli Yinelemeli Taşkın Debileri	45
Tablo 5.9. Kesit 1'in Tekerrürlü Taşkın Debileri Hidrograf Değerleri	46
Tablo 5.9. (Devam) Kesit 1'in Tekerrürlü Taşkın Debileri Hidrograf Değerleri	47
Tablo 5.10. Kesit 2'in Tekerrürlü Taşkın Debileri Hidrograf Değerleri	48
Tablo 5.11. Ilıca Deresi Üzerindeki Sanat Yapılarına Ait Karakteristik Bilgiler	59
Tablo 5.12. Ilıca Deresi Üzerindeki Sanat Yapılarına Ait Karakteristik Bilgiler	59
Tablo 5.13. Ilıca Deresi HEC-RAS Programında Kullanılan Debiler	60
Tablo 5.14. Ilıca Deresi Manning formülüne göre mevcut kesit karakteristikleri ...	62
Tablo 5.15. Ilıca Deresi Mevcut Durum Hidrolik Sonuç Tablosu	76
Tablo 5.15. (Devam) Ilıca Deresi Mevcut Durum Hidrolik Sonuç Tablosu	77
Tablo 5.15. (Devam) Ilıca Deresi Mevcut Durum Hidrolik Sonuç Tablosu	78

Tablo 5.15. (Devam) Ilıca Deresi Mevcut Durum Hidrolik Sonuç Tablosu	79
Tablo 5.15. (Devam) Ilıca Deresi Mevcut Durum Hidrolik Sonuç Tablosu	80
Tablo 5.15. (Devam) Ilıca Deresi Mevcut Durum Hidrolik Sonuç Tablosu	81
Tablo 5.15. (Devam) Ilıca Deresi Mevcut Durum Hidrolik Sonuç Tablosu	82
Tablo 5.16. Ilıca Deresi Taşkın Yayılım Alan Büyüklükleri	100
Tablo 5.17. Ilıca Deresi Güzergâhındaki Sanat Yapılarının Hidrolik Özeti	101
Tablo 5.18. Ilıca Deresi Projeli Durum Güzergâhındaki Nihai Durum	104
Tablo 5.19. Ilıca Deresi Projeli Durumda Kullanılan Debiler	109
Tablo 5.20. Ilıca Deresi Projeli Durum Hidrolik Sonuç Tablosu	110
Tablo 5.20. (Devam) Ilıca Deresi Projeli Durum Hidrolik Sonuç Tablosu	111
Tablo 5.20. (Devam) Ilıca Deresi Projeli Durum Hidrolik Sonuç Tablosu	112
Tablo 5.20. (Devam) Ilıca Deresi Projeli Durum Hidrolik Sonuç Tablosu	113
Tablo 5.20. (Devam) Ilıca Deresi Projeli Durum Hidrolik Sonuç Tablosu	114

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1. Açık Kanalarda Akım Sınıflandırılması	8
Şekil 3.2. Akımda Debi Süreklilik	8
Şekil 3.3. Açık Kanal Akımlarında Enerji	9
Şekil 3.4. Açık Kanal Akımlarında Taban Eğim Açısı	10
Şekil 3.5. Açık Kanal Akımlarında Özgül Enerji-Su Derinliği İlişkisi	11
Şekil 3.6. Tipik Trapez Kesitli Kanal	13
Şekil 3.7. “ <i>m</i> ” Katsayısının Belirlenmesinde Kullanılan (L_1/L_2) Parametreleri	21
Şekil 3.8. Kanal Tipleri ve Akım Türleri	26
Şekil 3.9. Adım Yöntemleri	27
Şekil 4.1. HEC-RAS Programının Kısayol Simgesi	29
Şekil 4.2. Enerji Denkleminde Kullanılan Terimler	31
Şekil 4.3. HEC-RAS Programının Ana Menüsü	31
Şekil 4.4. HEC-RAS Programının Veri Giriş Alanı	32
Şekil 4.5. HEC-RAS Geometrik Veri En Kesit Giriş Alanı	32
Şekil 4.6. HEC-RAS Geometrik Veri En Kesit Giriş Alanı	34
Şekil 5.1. Ilıca Deresinin Türkiye’deki Yeri	37
Şekil 5.2. Ilıca Deresinin 1/ 25 000 Ölçekli Pafta Üzerindeki Görüntüsü	38
Şekil 5.3. Ilıca Deresinin Hava Fotoğrafı Üzerindeki Görüntüsü	38
Şekil 5.4. Antalya Havzası Hidrometeorolojik Haritası	43
Şekil 5.6. Kesit 1'e Ait Yağış Alanı Tekerrürlü Taşkın Hidrografı	49
Şekil 5.7. Kesit 2'ye Ait Yağış Alanı Tekerrürlü Taşkın Hidrografı	50
Şekil 5.8. Ilıca Deresi Güzergahındaki Tarım Arazileri	52
Şekil 5.9. Ilıca Deresi D400 Karayolu Kesiti Tarım Arazileri	52
Şekil 5.10. Ilıca Deresi Turizm Caddesi ve Mansabı	53

Şekil 5.11. Ilıca Deresi Mansabında Oluşan Bitki Yoğunluğu	54
Şekil 5.12. Ilıca Deresi Km 1+147’de Yer Alan Köprü	55
Şekil 5.13. Km: 0+250’deki Üzeri Kapatılan Derenin Ilıca Deresine Mansaplandığı Yer	55
Şekil 5.14. Ilıca Deresi Km: 4+281.64’deki Sanat Yapısı	56
Şekil 5.15. Ilıca Deresi Km: 2+522.24’deki Sanat Yapısı	57
Şekil 5.16. Ilıca Deresi Km: 2+442.27’deki Sanat Yapısı	57
Şekil 5.17. Ilıca Deresi Km: 1+147.39’daki Sanat Yapısı	58
Şekil 5.18. Ilıca Deresi Km: 0+768.86’daki Sanat Yapısı	58
Şekil 5.19. Ilıca Deresi Üzerindeki Sanat Yapılarının Uydu Görüntüsü	59
Şekil 5.20. Ilıca Deresi Güzergahı Boyunca CBS Ortamında Oluşturulan Arazi Yükseklik Modeli Görünümü	61
Şekil 5.21. Ilıca Deresi 100 m ³ /s Debi İçin Sanat Yapıları Dâhil Mevcut Durum Profili	63
Şekil 5.22. Ilıca Deresi 150 m ³ /s Debi İçin Sanat Yapıları Dâhil Mevcut Durum Profili	64
Şekil 5.23. Ilıca Deresi 200 m ³ /s Debi İçin Sanat Yapıları Dâhil Mevcut Durum Profili	65
Şekil 5.24. Ilıca Deresi 225 m ³ /s Debi İçin Sanat Yapıları Dâhil Mevcut Durum Profili	66
Şekil 5.25. Km: 4+281.64 Kesitindeki Köprünün Memba Görünümü	67
Şekil 5.26. Km: 4+281.64 Kesitindeki Köprünün Mansap Görünümü	68
Şekil 5.27. Km: 2+522.24 (memba) Kesitindeki Köprünün Memba Görünümü	69
Şekil 5.28. Km: 2+522.24 (memba) Kesitindeki Köprünün Mansap Görünümü	69
Şekil 5.29. Km: 2+504.88 (mansap) Kesitindeki Köprünün Memba Görünümü	70
Şekil 5.30. Km: 2+504.88 (mansap) Kesitindeki Köprünün Mansap Görünümü	70
Şekil 5.31. Km: 2+442.27 Kesitindeki Köprünün Memba Görünümü	71
Şekil 5.32. 2+442.27 Kesitindeki Köprünün Mansap Görünümü	72
Şekil 5.33. Km: 1+147.39 Kesitindeki Köprünün Memba Görünümü	72

Şekil 5.34. Km: 1+147.39 Kesitindeki Köprünün Mansap Görünümü	73
Şekil 5.35. Km: 0+768.86 Kesitindeki Köprünün Memba Görünümü	74
Şekil 5.36. Km: 0+768.86 Kesitindeki Köprünün Mansap Görünümü	74
Şekil 5.37. Ilıca Deresi Q ₁₀ Mevcut Durum Boy Profili	83
Şekil 5.38. Ilıca Deresi Q ₅₀ Mevcut Durum Boy Profili	84
Şekil 5.39. Ilıca Deresi Q ₁₀₀ Mevcut Durum Boy Profili	85
Şekil 5.40. Ilıca Deresi Q ₅₀₀ Mevcut Durum Boy Profili	86
Şekil 5.41. Ilıca Deresi Mevcut Durum Km: 4385.78 – 4269.56 Arası En Kesitleri	87
Şekil 5.42. Ilıca Deresi Mevcut Durum Km: 4153.07 – 3658.09 Arası En Kesitleri	88
Şekil 5.43. Ilıca Deresi Mevcut Durum Km: 3547.57 – 3020.99 Arası En Kesitleri	89
Şekil 5.44. Ilıca Deresi Mevcut Durum Km: 2908.59 – 2531.83 Arası En Kesitleri	90
Şekil 5.45. Ilıca Deresi Mevcut Durum Km: 2522.24 – 2504.88 Arası En Kesitleri	91
Şekil 5.46. Ilıca Deresi Mevcut Durum Km: 2498 – 2433.98 Arası En Kesitleri	92
Şekil 5.47. Ilıca Deresi Mevcut Durum Km: 2406.78 – 2110.95 Arası En Kesitleri	93
Şekil 5.48. Ilıca Deresi Mevcut Durum Km: 1993.26 – 1564.81 Arası En Kesitleri	94
Şekil 5.49. Ilıca Deresi Mevcut Durum Km: 1474.05 – 1147.39 Arası En Kesitleri	95
Şekil 5.50. Ilıca Deresi Mevcut Durum Km: 1147.39 – 850.93 Arası En Kesitleri .	96
Şekil 5.51. Ilıca Deresi Mevcut Durum Km: 782.16 – 646.12 Arası En Kesitleri ...	97
Şekil 5.52. Ilıca Deresi Mevcut Durum Km: 600.10 – 231.58 Arası En Kesitleri ...	98
Şekil 5.53. Ilıca Deresi Mevcut Durum Km: 170.45 – 000.00 Arası En Kesitleri ...	99
Şekil 5.54. Km: 0+000.00 ile 0+420.00 Arasındaki Projeli Güzergah Planı Görünümü	105

Şekil 5.55. Ilıca Deresi Projeli Güzergâh Boy Profili	106
Şekil 5.56. Km 0+883.81 Kesitindeki Köprünün Memba Görünümü	107
Şekil 5.57. Km 0+883.81 Kesitindeki Köprünün Mansap Görünümü	107
Şekil 5.58. Km 0+669.25 Kesitindeki Köprünün Memba Görünümü	108
Şekil 5.59. Km 0+669.25 Kesitindeki Köprünün Mansap Görünümü	108
Şekil 5.60. Ilıca Deresi Q ₁₀ Projeli Durum Boy Profili	115
Şekil 5.61. Ilıca Deresi Q ₅₀ Projeli Durum Boy Profili	116
Şekil 5.62. Ilıca Deresi Q ₁₀₀ Projeli Durum Boy Profili	117
Şekil 5.63. Ilıca Deresi Q ₅₀₀ Projeli Durum Boy Profili	118
Şekil 5.64. Ilıca Deresi Projeli Durum Km: 3984.93 - 3868.62 Arası En Kesitleri	119
Şekil 5.65. Ilıca Deresi Projeli Durum Km: 3800.00 - 3300.00 Arası En Kesitleri	120
Şekil 5.66. Ilıca Deresi Projeli Durum Km: 3200.00 - 2700.00 Arası En Kesitleri	121
Şekil 5.67. Ilıca Deresi Projeli Durum Km: 2600.00 - 2156.87 Arası En Kesitleri	122
Şekil 5.68. Ilıca Deresi projeli Durum Km: 2156.87 - 1900.00 Arası En Kesitleri	123
Şekil 5.69. Ilıca Deresi Projeli Durum Km: 1800.00 - 1300.00 Arası En Kesitleri	124
Şekil 5.70. Ilıca Deresi Projeli Durum Km: 1200.00 – 883.81 Arası En Kesitleri .	125
Şekil 5.71. Ilıca Deresi Projeli Durum Km: 883.81 – 669.25 Arası En Kesitleri ...	126
Şekil 5.72. Ilıca Deresi Projeli Durum Km: 600.00 – 100.00 Arası En Kesitleri ...	127
Şekil 5.73. Ilıca Deresi Projeli Durum Km: 000.00 En Kesiti	128

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

A	: Akım en kesit alanı
A_c	: Cismin harekete dik doğrultusundaki kesit alanı
α	: Atak açısı
B	: Kanal genişliği
β	: Periyot parametresi
C_D	: Direnç katsayısı
C_p	: Basınç katsayısı
d	: Tane çapı
d₅₀	: Malzemenin yüzde ellisini geçiren elek çapı
d₅₀/D	: Rölatif tane çapı
D	: Boru çapı
D*	: Boyutsuz malzeme çapı
Δ	: Rölatif yoğunluk
e	: Bozulmamış taban ile boru arasındaki açıklık
f	: Sürtünme katsayısı
F_D	: Direnç kuvveti
F_L	: Kaldırma kuvveti
Fr	: Akımın Froude sayısı
g	: Yerçekimi ivmesi
γ	: Suyun özgül ağırlığı
γ_s	: Taban malzemesi özgül ağırlığı
h	: Kanaldaki su derinliği
H₀	: Yerel dalga yüksekliği
H_m	: Boru merkezinden itibaren ölçülen oyulma derinliği
i_f	: Taban basınç gradyanı
δ	: Sınır tabakası kalınlığı
J₀	: Enerji çizgisi eğimi
K	: Einstein-Brown katsayısı
KC	: Keulegan-Carpenter sayısı
κ	: Şekil parametresi

k_s	: Pürüzlülük katsayısı
k_s/D	: Rölatif pürüzlülük
ξ	: Surf parametresi
L	: Oyulma çukuru genişliği
L/D	: Rölatif oyulma çukuru genişliği
L_0	: Yerel dalga boyu
μ	: Suyun dinamik viskozitesi
n	: Porozite
ν	: Suyun kinematik viskozitesi
P	: Engelden yeter uzaklıktaki bir noktanın basıncı
Q	: Debi
q_{bot}	: Oyulma çukuru birim genişliğinden geçen akım debisi
q_0	: Gelen akım debisi
q_b	: Sürüntü maddesi taşınım miktarı
R	: Hidrolik yarıçap
r	: Korelasyon katsayısı
ρ	: Suyun özgül kütlesi
ρ_s	: Taban malzemesinin özgül kütlesi
Re	: Kanal Reynolds sayısı
S	: Oyulma çukuru derinliği
S_{mak}	: Maksimum denge oyulma derinliği
S_s	: Özgül gravite
S/D	: Rölatif denge oyulma derinliği
T	: Dalga periyodu
θ	: Shields parametresi
θ'	: Efektif Shields parametresi
θ_c	: Kritik Shields parametresi
τ_{kr}	: Kritik kayma gerilmesi
τ_b	: Taban kayma gerilmesi
U_R	: Ursell sayısı
U_{RP}	: Boru Ursell sayısı

V	: Herhangi bir noktadaki akım hızı
V_{avg}	: Ortalama jet hızı
V_{kr}	: Taban malzemesi hareketi için kritik hız
V₀	: Rahatsız edilmemiş ortalama akım hızı
V_s	: Parçacığın çökelme hızı
W	: Cismin ağırlığı
W₀	: Cismin suyun içindeki ağırlığı
x	: Akım yönünde engelden itibaren ölçülen mesafe
y_{kr}	: Kritik derinlik
y_n	: Normal akım derinliği
y_n/D	: Rölatif akım derinliği
AGİ	: Akım Gözlem İstasyonu
BTFA	: Bölgesel Taşkın Frekans Analizi
DSİ	: Devlet Su İşleri
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri

1. GİRİŞ

Tarihten günümüze kadar su; insanoğlu için yaşamın temel bir kaynağı olarak çok önemli bir yere sahip olmuştur. Nehirler en önemli su kaynaklarından biri olarak, ev tüketimi, tarımsal sulama ve endüstri için gerekli olan suyun karşılanması; uygun taşıma yolları, sürdürülebilir enerji ve vahşi hayvanlar için doğal yaşam ortamları sağladıkları için hemen hemen her medeniyetin ilgisini çekmiştir. Zaman zaman taşkınların yaşanmasına rağmen insanoğlunun nehir taşkın yataklarına ve deniz kıyılarına yerleşmesinin sebebi budur. Sürekli kentleşmeden dolayı, fayda ve olası zarar riski arasındaki dengeyi kurmak çok zordur. Günümüzde insanların, doğal felaketlerle birlikte nasıl yaşanacağını öğrenmesi, anlaması ve kabullenmesi gerekmektedir. Bu, hem herhangi bir taşkın tehlikesinin önlenmesi veya azaltılması hem de hayatta kalmak için çok önemlidir [1].

Son yüzyıllarda nüfus artışından ve bunun sonucunda artan nehir kullanımından dolayı, taşkın yataklarında daha geniş yerleşim alanları kurulmuştur. Bu taşkın yataklarında artan yerleşim alanları, bir taşkın meydana geldiğinde artan ekonomik maliyetler ve can kayıplarıyla sonuçlanmıştır. Bugün taşkın felaketleri, dünyada doğal felaketlerden kaynaklanan zararların yaklaşık üçte birini ve ölümcül kayıpların yarısından fazlasını oluşturmaktadır. Trend analizi, son zamanlarda bu oranların önemli derecede artmakta olduğunu göstermektedir [2].

Nüfus artışı, toprak kullanımındaki artış ve iklim değişikliği gelecekte meydana gelebilecek taşkınların en önemli küresel faktörleridir. Nüfus artışı, kıyı alanlarındaki veya nehir taşkın yataklarında hızlı bir şekilde büyüyen şehirlere doğru göçleri artırmış ve bundan dolayı da taşkın riski artmıştır. İklim değişikliği ise, ileride olası taşkınların meydana gelmesine neden olan yağış ve deniz seviyesini etkilemektedir [1].

Taşkınlar bir doğa olayı olarak bilinmektedir fakat insanoğlunun doğaya karşı olan sürekli müdahaleleri yüzünden taşkın etkisi gün geçtikçe artmaktadır. İnsanoğlunun sebep olduğu taşkınlar, taşkın yataklarına olan müdahalelerin, baraj ve sedde yapımındaki yanlış projelendirmelerin ve yetersiz planlamaların sonucunda meydana gelirken; doğal taşkınlar yağış, heyelan veya iklim değişikliği gibi farklı faktörlerden

meydana gelmektedir. Doğal afetlerin tam olarak önüne geçilmesi mümkün değildir. Ancak doğal afetlerin önlenmesi için çeşitli koruma önlemleri alınarak doğal afetlerin yıkıcı etkileri kontrol altına alınmaya çalışılmaktadır. İnsanların suya olan ihtiyacı gün geçtikçe artmaktadır. Tarım ve sanayileşmenin getirdiği suya olan talep, insanların su kaynaklarına mümkün olduğunca yaklaşmalarına neden olmuştur. Büyük kentlerde sanayi suyu ve kullanım amacı ile kullanılan su kaynakları, hızla kirlenmekte ve doğal dengenin bozulmasına sebep olmaktadır. Yüzyıllardır insanoğlunun karşı karşıya kaldığı bir doğal afet türü olan taşkınlar son yıllarda büyük miktarda can ve mal kaybına yol açmaktadır. Ülkemizde depremlerden sonra en çok can ve mal kaybına neden olan taşkınlar en önemli doğal afet türlerinden biridir.

Türkiye’de ve dünyada taşkın yataklarının yerleşim merkezi olarak kullanılması taşkınların yıkıcı etkilerini artırmaktadır. İnsanların suya olan ihtiyacından dolayı taşkın yataklarını yerleşim yeri olarak seçtikleri açıktır. Ancak yerleşim bölgelerinin kontrolsüzce büyümesi ve tedbirlerin alınmaması taşkınların zararını arttırmaktadır. Taşkınlardan tamamen korunmak ekonomik açıdan mümkün değildir. Ancak taşkın bölgelerinde yapılacak modellemeler sayesinde taşkınların neden olabileceği olumsuz etkilerin boyutları tahmin edilerek önem taşıyan yerleşim alanlarının yapısal ve yapısal olmayan yöntemlerle korunması sağlanabilir [3].

Akarsular üzerinde yer alan köprü, regülatör gibi su yapılarından dolayı veya enkesitteki değişimler sonucunda oluşan su yüzü profillerinin belirlenmesi, bu yapıların tasarım ve işletilmesi ile taşkın anında oluşabilecek hasarın tahmini ve önlenmesinde gerekli olmaktadır. Akarsular üzerinde herhangi bir su yapısı yokken su yüzü profilinin belirlenmesi doğrudan adım metodu, standart adım metodu, grafik iterasyon metodu gibi yöntemlerle yapılmaktadır. Akarsu üzerinde herhangi bir yapı mevcut ise su yüzü profilinin tespiti oldukça zorlaşmakla beraber su yapısı etrafındaki akımı inceleyerek su yüzü profilini tespit eden birçok yöntem geliştirilmiştir. Günümüz mühendisliğinde bu yöntemleri içeren, hesap ve analiz kolaylığı sağlayan paket programlar da geliştirilmiştir. Bu programlardan birisi de Amerika Birleşik Devletleri Askeri Mühendislik birimi tarafından geliştirilen HEC-RAS paket programıdır [4].

Taşkın modelleme ile ilgili olarak mühendislerin karşılaştığı sorunlar, temel olarak nehir tabanının ve havza topografyasının bir fonksiyonu olarak maksimum su seviyesinin ve taşkın ilerleme hızlarının tahmin edilmesinden oluşmaktadır. Bir taraftan; hidrolojik modeller, verilen bir yağışa karşılık gelen gerçek debiyi elde etmelidir. Fakat küresel iklim değişikliklerinden kaynaklanan olası sağanak yağışlar ve kentleşme yüzünden artan akışlar hesaplama güçlüklerinin artmasına neden olmaktadır. Diğer taraftan, hidrolik modeller verilen bir debideki ulaşılacak su seviyesini, taşkınların morfolojik sonuçlarını ve taşkın yayılımını açıklamaktadır. Bu kez temel zorluk, nehrin ana yatağından taşkın yatağına taşmış akımın karmaşıklığıdır [5].

Hidrolik mühendislerinden, taşkın etkilerini hafifletmeleri her geçen gün daha da fazla talep edilmektedir. İlk zamanlarda taşkın kontrolü için yapılan işlerin başında seddeler ve geciktirme havuzları gibi büyük yatıştırma çalışmaları gelmektedir. Günümüzde tercihen daha fazla güçlendirilebilir çözümler benimsenmektedir. Sadece mevsimsel kullanım veya mümkün olduğunca yerleşim alanlarının terk edilmesi, seddelerin geri çekilmesiyle nehirler için daha fazla boşluk bırakılması ve nehirlerin doğal taşkın yataklarının tekrardan oluşturulması veya nehirlerin kendi doğal taşkın yataklarının oluşturmalarına karşı konulmaması bu çözümler arasında sayılabilir [6].

Bu tez çalışması altı bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde su ve taşkın insanlık ve doğa için önemi vurgulanırken taşkın etkilerinden bahsedilmiştir. İkinci bölümde tezin konusu olan HEC-RAS paket programı ile taşkın modellemesi üzerine önceden yapılmış çalışmalardan örnekler verilmiştir. Üçüncü bölümde tez konusuyla ilgili olan açık kanal akımlarının temel kavramlarına yer verilmiştir. Dördüncü bölümde HEC-RAS paket programı hakkında genel bilgi verilip taşkın modellemesinde kullanılan arayüzler hakkında detaylı bilgi verilmiştir. Beşinci bölümde taşkın alanlarının modellenmesine örnek olacak çalışmaya yer verilmiştir. Son bölüm olarak altıncı bölümde tez çalışması hakkında genel bilgiler verilip sonuçların değerlendirilmesi yapılmıştır. Ayrıca çalışma alanı ile ilgili öneriler de bu bölümde yer almaktadır.

2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Su kaynaklı bir doğal afet olarak tanımlanan taşkın analizi son yıllarda birçok araştırmacı tarafından özellikle hazır modeller kullanılarak geliştirilmeye çalışılmaktadır. Değişik modeller hem su yüzeyi profilinin tayini dolayısıyla taşkın seviyelerinin belirlenmesi, hem de akarsu üzerinde yapılmış veya yapılacak olan mühendislik yapılarının modellenmesi amaçlı kullanılmaktadır. Sıkça kullanılan bu modellere Amerika Birleşik Devletleri Askeri Mühendislik birimi tarafından geliştirilen HEC- RAS, Danimarka'da bulunan Danimarka Hidrolojik Enstitüsü (DHI) tarafından geliştirilen MIKE 11, İngiltere'de bulunan Wallingford ve Halcrow şirketlerinin ortaklaşa geliştirdikleri ISIS, vb. örnekler verilebilir [7].

HEC-RAS modeli dünyada ve ülkemizde birçok araştırmacı tarafından kullanılmaktadır. Yapılan literatür araştırması ile HEC-RAS'ın iki ana grup çalışma üzerinde kullanıldığı belirlenmiştir. Birinci grup çalışmalarda HEC-RAS modelinin coğrafi bilgi sistem tabanlı programlarla birlikte çalıştırılarak kullanılması şeklindedir. İkinci grup çalışmalarda ise nehir üzerinde bulunan veya tasarlanan yapıların akıma etkisinin araştırılması konusu bulunmaktadır [8].

Benzer çalışmalar son yıllarda ülkemizde de uygulanmıştır. Gül ve ark. İzmir Bostanlı bölgesi için yapılmış olan çalışmada muhtemel taşkın bölgeleri coğrafi bilgi sistemleri ile birlikte HEC-RAS modeli kullanılarak belirlenmiştir [9]. Özdemir ve ark. Çanakkale Çokal Barajı çökme modeli ve taşkın analizi için HEC-RAS modelini kullanmışlardır. Çalışmada baraj çökmesi sonucunda oluşan taşkın alanları gösterilmiştir [10].

Smemoe ve ark. olası taşkın bölgelerinin sınırlarının tespiti için HEC-RAS modelini kullanarak bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Modelden elde edilen veriler ile hazırlanan tehlike bölgelerinin gösterir haritalama ile yeniden yerleşim planlamasından sigortalamaya kadar birçok alanda fayda sağlanacağını belirtmektedirler [11].

Su yüzü profilinin belirlenmesi, nehir üzerinde bulunan veya tasarlanan yapıların akıma etkisinin araştırılması vb. kapsamda HEC-RAS programının kullanımı ile ilgili olarak yapılmış ikinci grup çalışmalara aşağıdaki örnekler verilebilir [8];

Vatankhah çalışmasında trapez kesitli kanallarda yavaş değişen akım denkleminde Manning denklemi kullanılarak Direkt Entegrasyon yöntemini ile yarı analitik bir çözüm önerisi getirmiştir. Bu öneriyi prizmatik bir açık kanal uzunluğu boyunca yavaş değişen akım serbest su yüzü profiline uygulamış ve Direkt Entegrasyon yöntemi kullanılarak bu hesabı gerçekleştirmiştir. Manning denklemi kullanılarak yazılan yavaş değişen akım denkleminin analitik çözümünün özel durumlar için örneğin üçgen ve geniş dikdörtgen kanallar için literatürde çözümlerinin bulunabileceği belirtilmektedir. Fakat trapez kesitli kanallar için aynı denklemin kapalı çözümünün bulunmadığı vurgulanmıştır. Aynı yazar tarafından benzer bir çalışma Vatankhah'de parabolik kesitler için uygulanmış, yine Direkt Entegrasyon yöntemi ile yarı-analitik bir çözüm önerilmiştir [12].

Vasconcelos ve ark. menfezlerde balık geçişlerinin ve balık yaşamının devamı için menfez projelendirilmesi ile ilgili çalışmalarda HEC-RAS Modelini kullanmışlardır [13].

Adams ve ark. çalışmalarında Ohio Nehri havzası için 2006 yılının sonlarında kullanıma başlanan USACE HEC-RAS modelini hazırlamışlardır. Bu çalışma, nehir üzerinde bulunan barajlar, köprüler vb. yapılar, ana akıma katılan yan kollar ve üzerindeki yapıların etkisi ve hatta yağıştan gelen akımların hesaplanması dikkate alınarak geliştirilmiş bir modeldir. Sonuç olarak veri kalitesinin model çalışmalarında önemli bir rol oynadığını, yüksek kalitede veri ile çok daha iyi sonuçlar elde edilebileceğini belirtmişlerdir. Adams ve ark. benzer bir çalışmayı yinelemişlerdir [14].

Stefanovic ve ark. çalışmalarında membada çok farklı karakterde, örneğin şütler ve hidrolik sıçramanın bulunduğu ters eğimli kanalları içeren bir dizi yapıda, HEC-RAS'ın kullanılabilirliğini göstermişlerdir. Geliştirilen bir Excel programı sayesinde HEC-RAS programının kullanılabilir limitleri arttırılmıştır [15].

Zufelt buz ile birlikte yüzeyi açık kanallarda oluşan taşkınların analiz çalışmasını HEC-RAS modelini kullanarak yapmış ve küçük bir kasaba için uygulamasını göstermiştir [16].

Brunner ve ark. zamanla değişen akım türü için HEC-RAS Modelini uygulamış ve bu çalışma ile zamanla değişen veya değişmeyen akım için aynı geometriyi kullanan bir ara program yaratmışlardır. Bu sayede geometri bir kez programa tanıtılmakta ve sonrasında akım türü seçilerek modelleme işlemine devam edilebilmektedir [17].

Jensen ve ark. yan savak olması durumunda HEC-RAS modelinin kullanımı ile ilgili bir çalışma yapmıştır [18].

Rodriguez ve ark. Flow-3D modeli ile HEC-RAS modelini birlikte kullanarak değişik eğimli ve çok değişik akım şartlarına sahip bir kanalda iki boyutlu sonuçlar elde etmişlerdir [19].

3. AÇIK KANAL AKIMLARI TEMEL KAVRAMLAR

3.1. Kararlı Açık Kanal Akımları

Açık kanal akımları su yüzeyinin atmosfer ile temasta olduğu akımlardır. Akarsular, sulama kanalları, drenaj kanallarındaki akımlar ile boru, tünel, galeri ve kanalizasyon şebekelerindeki serbest yüzeyle akımlar da açık kanal akımlarıdır. Bir akımda, herhangi bir noktadaki hızın yönü ve değeri zamanla değişmezse, bu tip hareketlere veya rejimlere kararlı hareket veya kararlı rejimler denir [20].

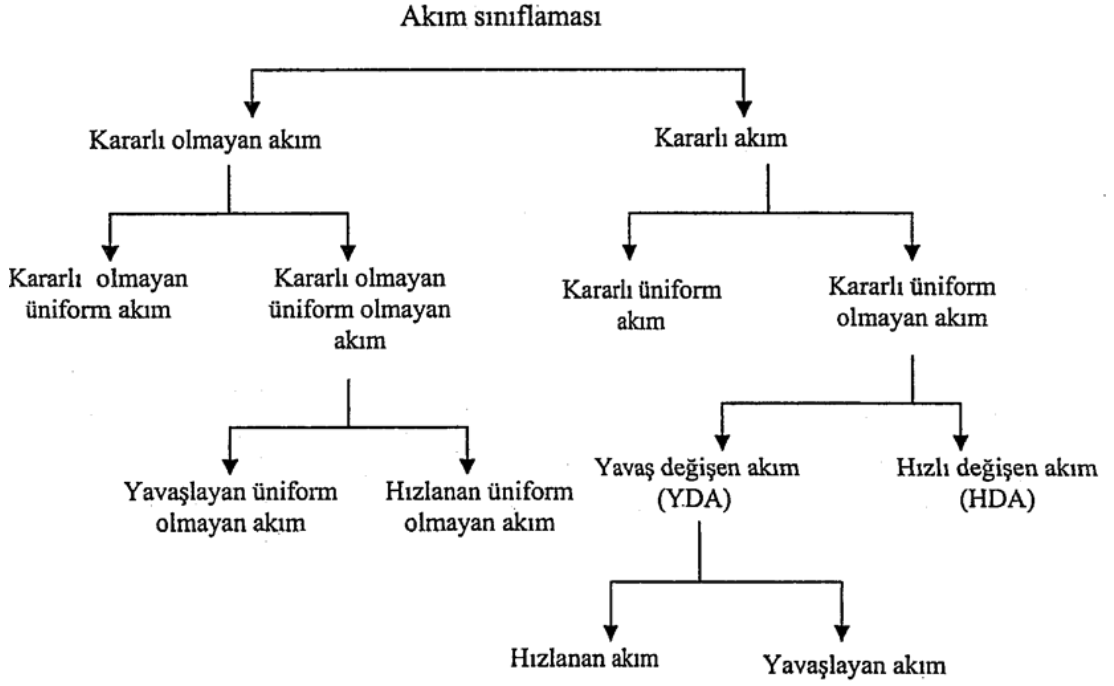
Akım derinliğinin mesafeyle değişmediği akım şartları üniform akım, mesafeye bağlı olarak değişiyor ise üniform olmayan akım olarak adlandırılır. Kavramsal olarak kararsız üniform akım olmasına rağmen, yani akım yüksekliğinin zamanla değişip aynı zamanda mesafeye bağlı olarak sabit kalması pratikte mümkün görünmemektedir. Bu yüzden, üniform ve üniform olmayan akımlar kararlı akımı nitelemektedir. Üniform olmayan akımlar kendi içerisinde yavaş değişen akımlar, örneğin baraj rezervuarındaki su yüzeyindeki yavaş değişim ve hızlı değişen akımlar, örneğin hidrolik sıçrama, olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır [21]. Akım sınıflandırılması Şekil 3.1’de verilmektedir.

3.1.1. Debi Süreklilik Denklemi

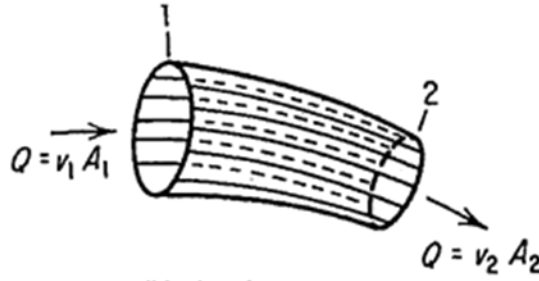
Şekil 3.2’de görülen bir akım borusu dikkate alındığında bu akım borusunun cidarlarından herhangi bir sızma olmaması durumunda borunun bir ucundan giren akımın diğer ucundan boruyu terk ettiği ve suyun sıkışmayan özelliğe sahip olduğu, başka bir ifade ile özgül kütlelerinin değişmediği kabulü altında akım borusunun iki ucu için:

$$A_1.V_1 = A_2.V_2 = Q \quad (3.1)$$

yazılabilir. Burada A ile kesitin ıslak alanı ve V ile ortalama hız ifade edilmektedir [20].



Şekil 3.1. Açık Kanalarda Akım Sınıflandırılması [20]



Şekil 3.2. Akımda Debi Süreklilik

3.1.2. Enerji Denklemi

İlk olarak 1932’de, Bakhmeteff’in açık kanallardaki akış analizleri sonucunda spesifik enerji kavramı ortaya çıkmıştır. Temel hidrolik kavramlarından birisi olan toplam enerji yüksekliği, kanal taban kotu, su yüksekliği ve su hızının oluşturduğu yüksekliğin toplamına eşittir. Bernoulli Enerji Denklemi olarak bilinen bir boyutlu enerji denklemi Denklem (3.2)’deki gibidir;

$$H = Z + \frac{P}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} \quad (3.2)$$

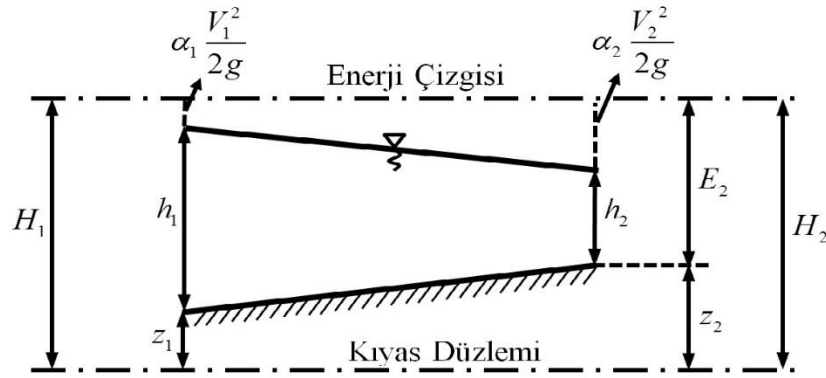
Bu hali ile Denklem (3.2) kararlı, sürtünmesiz ve sıkışmaz yani yoğunluğu sabit olan sıvılar için geçerli olup sadece teorik anlamı vardır. Şekil 3.3' de verilen açık kanalda (1) ve (2) kesitleri arasında akışkanın ideal (sürtünmesiz) olması durumu için Denklem (3.2) uygulanırsa,

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} \quad (3.3)$$

elde edilir. Denklem (3.3)'de z kıyas düzlemine olan mesafe, $\frac{P}{\gamma}$ basınç yüksekliği ve

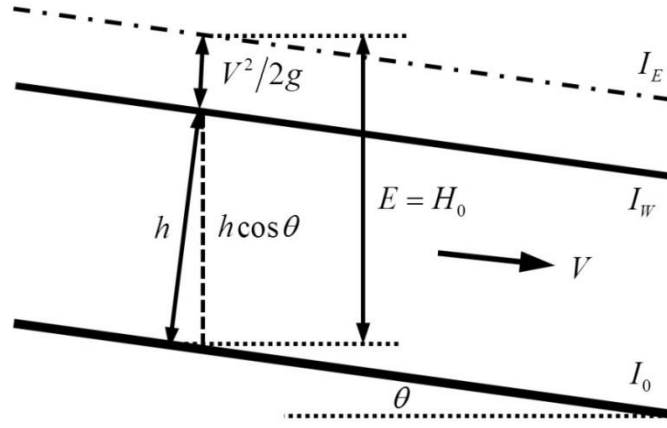
$\frac{V^2}{2g}$ hız yükseklikleri olup toplamları enerji yüksekliğini, α ise hız dağılımının

düzgün olmamasından kaynaklanan hız düzeltme katsayısını simgelemektedir.



Şekil 3.3. Açık Kanal Akımlarında Enerji [20]

Tek boyutlu hidrolik hesaplar için akım derinliğinin doğru tanımını yapmak gerekir. Şekil 3.4'de görüldüğü üzere bu derinlik tabana normal olan derinlik olup h ile gösterilmektedir. θ kanal tabanının yatay ile yaptığı açı ise su seviyesi ile taban arasındaki düşey mesafe $h \cos \theta$ değerine eşit olur.



Şekil 3.4. Açık Kanal Akımlarında Taban Eğim Açısı [20]

Şekil 3.3’de h yüksekliğindeki su sütununa etki eden kuvvetler için denge eşitliği yazıldığında $\frac{P}{\gamma}$ ile tanımlanan basınç yüksekliği $\frac{P}{\gamma} = h \cos \theta$ şeklinde tanımlanabilmektedir. Talveg kotu kıyas düzlemi olarak kabul edilmiş durum ($z=0$) için enerji yüksekliği ise özgül enerji yüksekliği (E veya H_1) adını almaktadır. Bu durum için enerji;

$$E = H_o = h \cos \theta + \alpha \frac{V^2}{2g} \quad (3.4)$$

Denklem (3.4) elde edilebilir.

3.1.3. Özgül Enerji, Akım ve Kanal Tipleri

Akım çizgilerinin kanal tabanına paralel olduğu akımlarda, $\frac{P}{\gamma}$ sabittir ve eğer kanal taban kotu referans alınırsa, bu değer su yüksekliği olan h değerine eşit olur. Böylece açık kanallarda özgül enerji denklemi,

$$E = h \cos \theta + \alpha \frac{V^2}{2g} \quad (3.5)$$

Denklem (3.5) yazılabilir.

Denklem (3.5)'de kanal taban eğiminin küçük olduğu, $\cos \theta=1$, olduğu durumlarda $h \cong h \cos \theta$ alınmıştır. Genellikle eğer $\theta < 10$ veya kanal taban eğiminin 0.018'den küçük olduğu durumlarda $h \cong h \cos \theta$ olarak ifade edilmektedir.

Akım çizgilerinin kanal tabanına paralel olduğu durumlarda α hız düzeltme katsayısı 1 olarak alınmaktadır. Böylece özgül enerji denklemi,

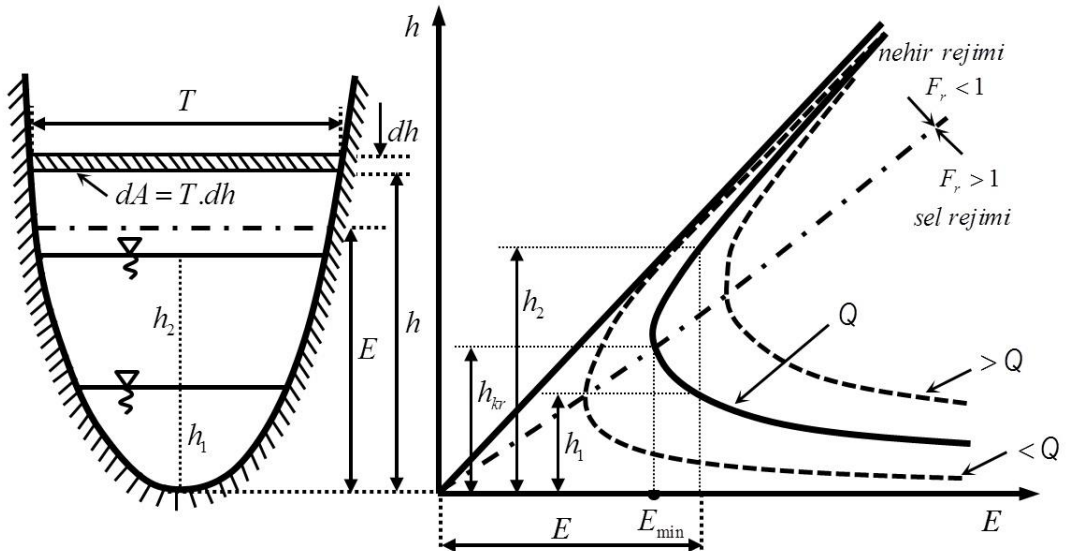
$$E = h + \alpha \frac{V^2}{2g} \quad (3.6)$$

yazılır [22].

Enerji denkleminin akım derinliğine göre türevi alınarak,

$$\frac{dE}{dh} = 1 - \frac{Q^2}{gA^3} \frac{dA}{dh} \quad (3.7)$$

bulunur. Şekil 3.5'te verilen kanal kesitinde T ile su yüzü genişliği gösterilirse $dA = T dh$ olur ve akımın minimum enerjiye sahip olduğu kritik derinlik h_{kr} , Denklem (3.7)'den türetilen denklemlerle bulunur.



Şekil 3.5. Açık Kanal Akımlarında Özgül Enerji-Su Derinliği İlişkisi [20]

Buradan birinci türev sifra eşitlenirse;

$$\frac{Q^2}{g} = \frac{A_{kr}}{T_{kr}} \text{ denklemi elde edilir.}$$

Ayrıca $A_{kr}/T_{kr} = D_{kr}$ ve $V_{kr} = Q/A_{kr}$ bağıntıları kullanılarak Denklem (3.7) aşağıdaki formda yazılabilir:

$$Fr^2 = 1 = \frac{V_{kr}^2}{gD_{kr}} \quad (3.8)$$

Şekil (3.5)'de görüldüğü üzere kritik derinliği oluşturan minimum enerji yani Emin oluştuğunda Froude sayısı $Fr = 1$ olduğu görülmektedir. Minimum enerjinin oluşturduğu hız, kritik hız olarak adlandırılmaktadır.

$$E_{min} = h_{kr} + \frac{V^2}{2g} \quad (3.9)$$

Buradan V_{kr} değeri yalnız bırakılırsa;

$$V_{kr} = \sqrt{2g(E_{min} - h_{kr})} \quad (3.10)$$

Sabit Q debisi için $E > E_{min}$ olduğunda aynı özgül enerji yüksekliğine sahip akım için iki farklı derinlik söz konusu olmaktadır:

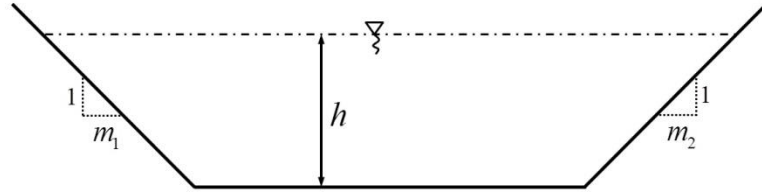
- Nehir rejiminde oluşan derinlik $h = h_{nehir} > h_{kr}$ için hız $V_{nehir} < V_{kr}$ olmakta ve $Fr < 1$ değerini almaktadır.
- Sel rejiminde oluşacak derinlik $h = h_{nehir} < h_{kr}$ hız ise $V_{sel} > V_{kr}$ değerini almaktadır ve $Fr > 1$ şeklinde oluşmaktadır [20].

Tablo 3.1. Rejim Tiplerine Göre Kanal Tipleri [21]

Akım Rejimi	Derinlik (h)	Hız (V)	Eğim (I)	Froude (Fr)	Kanal Tipi
Nehir	$h > h_{kr}$	$V < V_{kr}$	$I < I_{kr}$	$Fr < 1$	M
Kritik Akım	$h = h_{kr}$	$V = V_{kr}$	$I = I_{kr}$	$Fr = 1$	C
Sel	$h < h_{kr}$	$V > V_{kr}$	$I > I_{kr}$	$Fr > 1$	S

3.1.4. Trapez Kesitli Kanallarda Rejim Kontrolü

Tüm kesit genişliği için akım derinliğinin sabit kaldığı durumlarda (tek boyutlu akım) Denklem (3.8) ve Denklem (3.10)'dan yararlanarak da akımın tipine karar vermek mümkündür. Tablo 3.1'de verildiği üzere kritik akım şartlarında ($h = h_{kr}$, $v = v_{kr}$) $Fr=1$, nehir rejimi için $Fr<1$ ve sel rejimi için $Fr>1$ olmaktadır. Bütün prizmatik kesitler için Tablo 3.1'den yararlanılarak akım rejimine karar verilebilmektedir.



Şekil 3.6. Tipik Trapez Kesitli Kanal

Trapez kesitlerde su yüksekliğine bağlı olarak hesaplanan ıslak alan (A), Şekil 3.6'da verilen $1:m_1$ ve $1:m_2$ şev eğimlerine göre,

$$A = bh + \frac{1}{2}(m_1 + m_2)h^2 \quad (3.11)$$

formülü ile ifade edilebilir. Kritik derinlik ise;

$$h_{kr} = \sqrt[3]{\frac{Q^3}{gb^2} \frac{\sqrt[3]{1 + (m_1 + m_2)h_{kr}/b}}{1 + \frac{1}{2}(m_1 + m_2)h_{kr}/b}} \quad (3.12)$$

bağıntısı bulunmuş olur. Denklem (3.12)'de b ile simgelenen kanal taban genişliğidir.

$$b = \frac{2b}{m_1 + m_2} \quad (3.13)$$

şeklinde yazılan yeni bir ifade ile kritik hız (V_{kr}) aşağıdaki formda yazılabilir:

$$V_{kr} = \sqrt{gh_{kr} \frac{1 + \frac{h_{kr}}{b}}{1 + 2\frac{h_{kr}}{b}}} \quad (3.14)$$

Buradan minimum enerji ise;

$$E_{min} = h_{kr} \frac{3 + 5\frac{h_{kr}}{b}}{2\left(1 + 2\frac{h_{kr}}{b}\right)} \quad (3.15)$$

formülü ile hesaplanabilir.

3.2. Açık Kanallarda Kapasite Belirlenmesi

Açık kanal en kesitleri doğal ve prizmatik özelliklerde olup debi hesabı kesitin geometrik ve fiziksel özelliklerine bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Sulama veya drenaj kanalları gibi prizmatik kanallara karşın açık kanalın akarsu enkesiti gibi doğal bir kesit olması durumunda hidrolik hesap daha da özellik arz eder. Çünkü katı madde, taban şekli ve akım sürekli olarak birbirini etkilemektedir. Tabanı hareketli olan bir başka deyişle taban şekillerinin oluştuğu akarsu yataklarında, taban şekli oluşumu da dikkate alındığından, tabanı hareketsiz akarsularda kullanılan denklemlerden çok farklı yaklaşımlar kullanılmaktadır [20]. Yapılan analizlerde ve hesaplarda katı madde hareketinin olmadığı yani taban şekli oluşumunun yer almadığı, farklı pürüzlülüğe sahip açık kanalların hesapları için kullanılan formüller incelenmiştir.

Ampirik kökenli formüller olan Ganguillet, Kutter, Bazin Pavlovski, Forscheimer, Manning- Strickler, Chézy denklemleridir. Darcy – Weisbach denkleminin modifiye edilmesiyle oluşturulan Üiversal Denklem ve Basitleştirilmiş Üiversal Denklem, boyutsuz bir katsayı olan f direnç katsayısını içermesi nedeniyle daha başarılı sonuçlar veren denklemdir. Açık kanal hidroliğinde özellikle sürüntü maddesi içeren akarsu tabanında taban şekli oluşmamış hidrolik kesitlerde logaritmik hız dağılımının basit bir şekli olan Keulegan Denklemi (1938) eskiden beri kullanılmaktadır [20].

3.2.1. Manning Formülü

1889 yılında İrlandalı mühendis Robert Manning tarafından ortaya konulan formül aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} J^{1/2} \quad (3.16)$$

$$R = \frac{A}{P} \quad (3.17)$$

Burada V hızı, R hidrolik yarıçapını, A ıslak alanı, P ıslak çevreyi, J kanal taban eğimini, n Manning pürüzlülük katsayısını simgelemektedir [21].

Basit ve doğru sonuçlar vermesi nedeniyle, Manning formülü, uniform akımlar için açık kanal hesaplarında en çok kullanılan formüldür. Manning pürüzlülük katsayısı (n) belirlenirken dört farklı yaklaşımla seçim yapılabilir:

1. n katsayısını etkileyen faktörleri anlayarak ve böylece tahmin aralığını daraltarak.
2. Çeşitli kanallar için elde edilmiş n katsayıları çizelgesini elde ederek.
3. n katsayısı bilinen kanalları inceleyerek.
4. Teorik hız dağılımı ve pürüzlülük ölçümlerine bağlı n katsayısını belirleyerek [21].

Tablo 3.2'de görüldüğü üzere Strickler katsayısı (k_{st}) uygulamalardan elde edilmiş geniş kapsamlı direnç katsayısıdır. Strickler katsayısı ile Manning katsayısı arasında

$$k_{st} = \frac{1}{n} \quad (3.18)$$

bağıntısı vardır. Kumul pürüzlülük değeri için

$$k = D_{90} = 3D_{65} \quad (3.19)$$

alınabilir. Tablo 3.2’de verilmiş olan k kumul pürüzlülüğü elek analizinde yatak malzemesinin % 90’nın geçtiği eleğin çapıdır (D_{90}). Strickler katsayısının ise kumul pürüzlülük değeri ile

$$k_{st} = \frac{26}{k^{1/6}} \quad (3.20)$$

şeklinde ilişkisi vardır.

Tablo 3.2. Farklı Kanal Cidarlarında Strickler Katsayısı ve Kumul Pürüzlülüğü [24]

Kanal cidarının özelliği		$k_{st}^{1/3}$ (m /s)	k (mm)
Pürüzsüz	Cam, cilalanmış metal yüzeyli plastik (PVC, PE)		0 ~ 0.003
	Düzgün koruyucu sathı olan sac levha		0.05
	Pürüzü giderilmiş çimento harcı		0.03 ~ 0.06
Orta derecede pürüzlü	Asfaltlı sac levha	90 ~ 100	0.1 ~ 0.3
	Vakumlu çelik kalıplı beton, derzsiz, özenle pürüzü giderilmiş		
	Bileşim yeri olmayan, yüzeyi pürüzsüz ahşap		
	Yeni aspest		
	Yüzeyi düzeltilmiş beton, ince sıva	85 ~ 90	0.4
	Özenle derzlendirilmiş rendelenmiş ahşap		0.6
	Düzgün kalıplı çimento ihtivası fazla olan beton	80	0.8
Pürüzlü	Düzeltilmemiş ahşap, beton borular	75	1.5
	Düzgün derzlendirilmiş klinker	70 ~ 75	1.5 ~ 2
	Düzgün yapılmış taş duvar		
	Derzsiz ahşap kalıplı beton		
	Asfalt kaplama	70	2
	Düzgün yapılmış dolgu duvar	65 ~ 70	3
	Orta pürüzlü çelik borular		
	Ahşap kalıplı sıvasız beton		
	Pürüzlülüğü giderilmiş taş		
	Eski, şişmiş ahşap		
	Çimento harcı ile sıvanmış tuğla		
	Ahşap kalıplı, sıvanmamış eski beton	60	6
	Derzsiz sıvanmış tuğla duvar		
	Kırma taş duvar (düzgün)		
	İnce daneli düzgün malzeme		
Çok Pürüzlü	Ahşap kalıplı, tahribat görmüş eski beton	55	10
	İri kırma taştan yapılmış duvar	45 ~ 50	20
	Taş döşenmiş şevler, kum ve çakıl tabanlar		
	Eski, kötü dökülmüş beton kalıplar		
	Açık derzli beton		
	Sürüntü maddesi içermeyen çakıllı kanallar	40	
	İnce çakıl, kumlu çakıl		30
	İnce – orta çakıl		50
	Çakıl, kırma taş		75
	Orta ve iri çakıl	35	90
	Hafif bitki örtüsü içeren toprak kanallar		
	Orta derece sürüntü maddesi içeren ve oyulma görülen toprak kanallar		

Tablo 3.2. (Devam) Farklı Kanal Cidarlarında Strickler Katsayısı ve Kumul Pürüzlülüğü [24]

Kanal cidarının özelliği		$k_{st}^{1/3}$ (m ^{1/3} /s)	k (mm)
Aşırı Pürüzlü	İri katı madde ve oyulmalar içeren doğal akarsu yatakları	30	
	Kuvvetli sürüntü maddesi hareketi olan akarsu		
	Toprak içeren kerpiçli kanallar		
	Bitki örtüsü içeren taşkın yatakları		
	Orta derecede sürüntü maddesi içeren toprak malzeme, iri çakıl, kırma taş		~ 200
	İri taşlı dağ dereleri	25	~ 400
	Bitki örtüsü fazla olan toprak kanallar		
	İri taş, istif dolgu	<20	~ 500 mak 0.4R
	İri sürüntü maddesi içeren vahşi dereler	<20	~ 650 mak 0.4R
	Homojen olmayan taslar		
	Vahşi dereler	<20	~ 900 mak 1R
	Fazla sürüntü maddesi içeren vahşi dereler	<20	~ 1500 mak 1R
	Fazla miktarda çalı çırpı içeren toprak kanallar		
	Yerinden oynamış, düzenlenmemiş çok iri kaya	<20	~ 3000 mak 0.8R

Tablo 3.2’de malzemenin cinsine ve özelliklerine bağlı olarak k_{st} ve k değerlerinin hangi aralıklarda yer aldıkları verilmektedir. n değerlerinin boyut içermesi nedeniyle Manning denkleminin sağlıklı sonuçlar veremeyebileceği unutulmamalıdır [20].

Manning pürüzlülük katsayısı (n) belirlenirken ülkemizde de sıkça kullanılan bir diğer yöntem Cowan metodudur. Devlet Su İşleri’nin (DSİ) taşkınlar konusunda elde ettiği tecrübe, pürüzlülük katsayısı hesabında ülkemiz dere yatakları için en uygun yöntemin “Cowan Metodu” olduğu şeklinde değerlendirilmektedir [25]. Söz konusu yöntem 1956 yılında W. L. Cowan tarafından geliştirilmiş ve 1989 yılında U.S. Geological Survey tarafından modifiye edilmiştir. DSİ ihtisas komisyonu tarafından geliştirilen “Modifiye Cowan Metodu DSİ Formatı” adı altındaki çalışma Tablo 3.3’de gösterilmektedir. “Kanal şev durumu (n_1)” parametresi ülkemizde en sık kullanılan tesis tiplerine göre sınıflandırılarak kullanıcılar arası birlikteliğin sağlanması amaçlanmıştır.

Tablo 3.3. Modifiye Cowan Metodu DSİ Formatı Pürüzlülük Katsayısı Tablosu [25]

Yataktaki Malzeme Cinsi	Beton	Medyan dane çapı (mm)	--	n_b	0.012~0.018
	Kaya		--		--
	Sert Toprak		--		0.025~0.032
	İri kum		1~2		0.026~0.035
	İnce çakıl		--		--
	Çakıl		2-64		0.028~0.035
	İri Çakıl		--		--
	İri Taş		64~256		0.030~0.050
	Yumru Kaya		>256		0.040~0.070
Kanal şev durumu	Pürüzsüz			n_1	0.000
		Beton duvar			0.003
	Önemsiz	Taş duvar			0.005
		İstifli taş tahkimat			0.008
	Orta	Ağaçsız kaya/ toprak yamaç			0.010
		İstifsiz taş tahkimat			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
Kanaldaki engeller (Birikinti, Tümsek, Düşü, Kaya, Köprü Ayağı)	İhmal Edilebilir	Engel/Kesit alanı $\times 100$	<%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 kıvrımı	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

“ n_b ” (yataktaki malzeme cinsi) parametresi belirlenirken;

- Yataktaki malzeme cinsi elek analizi veya gözlemsel olarak belirlenebilir.
- İri bloklu yataklardaki elek analizi, iri blokların ihmal edilmesi suretiyle yanlış yorumlanabileceğinden, bu durumdaki dere yataklarında elek analizi tavsiye edilmemektedir.
- Dane çapı değerleri yataktaki medyan dane çapına göre belirlenmelidir (Medyan çapı; D_{50} : malzemelerin %50 sini geçiren çap).

- Dere yatağı boyunca aşırı farklılıklar olması durumunda pürüzlülük değeri, dere yatağı bölümlere ayrılarak (mamba kesimi, orta kesim, mansap kesimi, km: 0+000 – km: 2+200 arası, ... mevki kesimi vb.) belirlenmeli ve bu değişim noktaları 1/25000 ölçekli harita üzerinde işaretlenmelidir.
- Belirlenen her kesim için dere yatağından örnek fotoğraf çekilmeli ve arşivlenmelidir.

“ n_1 ” (kanal şev durumu) parametresi belirlenirken;

- Kanal şev durumu doğal durum veya uygulanması planlanan ıslahlı duruma göre ayrı ayrı belirlenmelidir.
- İnşaat sonunda (ıslahlı durumda) dere yatağının alması gerektiği durum göz önüne alınarak değerlendirme yapılmalı, işletme-bakım yetersizliği nedeniyle oluşacak durum (yataktaki rüsubat, iri blokların temizlenmemesi, yatakta veya taş tahkimat arasında çıkabilecek ağaçlar vb.) dikkate alınmamalıdır.
- Sağ ve sol sahilde farklılık var ise tablodan seçilen değerler her sahil için ayrı ayrı belirlenmeli ve daha sonra toplam sonuç (n_1) ikiye bölünerek kullanılmalıdır.
- Şevlerde ağaç olması durumunda n_1 katsayısının belirlenirken dikkate alınacaktır. Yatak tabanındaki ağaçlar burada dikkate alınmayacak olup “ n_4 ” parametresinde dikkate alınacaktır.

“ n_2 ” (kanal kesit değişimi) parametresi belirlenirken;

- Islah edilmiş kesitlerde genellikle “0” değeri alınır.
- Doğal kesitlerde yatağa göre değerlendirme yapılmalıdır.

“ n_3 ” (kanaldaki engeller) parametresi belirlenirken;

- Birikinti, tümsek, düşü, brit, bent, şut, kaya, köprü ayağı, çok gözlü menfez gibi akışı etkileyen engeller dikkate alınmalıdır.
- Yatak tabanındaki ağaçlar burada dikkate alınmayacak olup “ n_4 ” parametresinde dikkate alınacaktır.

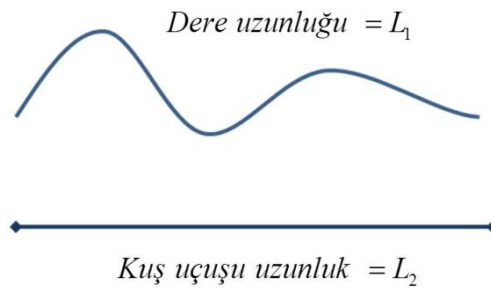
- Yataktaki engeller doğal durum veya uygulanması planlanan ıslahlı duruma göre ayrı ayrı belirlenmelidir.
- İnşaat sonunda (ıslahlı durumda) dere yatağının alması gerektiği durum göz önüne alınarak değerlendirme yapılmalı, işletme-bakım yetersizliği nedeniyle oluşacak durum (yataktaki rüsubat, iri blokların temizlenmemesi, yatakta veya taş tahkimat arasında çıkabilecek ağaçlar vb.) dikkate alınmamalıdır.

“ n_4 ” (kanal bitki örtüsü) parametresi belirlenirken;

- Yatak tabanındaki ağaçlar dikkate alınacaktır.
- Yataktaki ağaçlar doğal durum veya uygulanması planlanan ıslahlı duruma göre ayrı ayrı belirlenmelidir.
- İnşaat sonunda (ıslahlı durumda) dere yatağının alması gerektiği durum göz önüne alınarak değerlendirme yapılmalı, işletme-bakım yetersizliği nedeniyle oluşacak durum (yataktaki rüsubat, iri blokların temizlenmemesi, yatakta veya taş tahkimat arasında çıkabilecek ağaçlar vb.) dikkate alınmamalıdır.

“ m ” (Akarsu kıvrım) parametresi belirlenirken;

- Pürüzlülük katsayısı belirlenecek güzergâh uzunluğu, güzergâhın başlangıç ile bitişi arasındaki kuş uçuşu uzunluğuna bölünür. Çıkan değerden gerekli m değeri hesaplanır. Şekil 3.7’de L_1 ve L_2 değerleri gösterilmiştir.



Şekil 3.7. “ m ” Katsayısının Belirlenmesinde Kullanılan (L_1/L_2) Parametreleri [25]

Yukarıda verilen katsayılar tek tek belirlendikten sonra Denklem (3.21)'de yerine konarak pürüzlülük katsayısı (n) elde edilir.

$$n = m(n_b + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) \quad (3.21)$$

3.2.2. Basitleştirilmiş Ünlversal Yöntem ve Şekil Katsayıları

Darcy – Weisbach denkleminde kuramsal olarak bakıldığında sadece dairesel kesitlerde geçerli olduğu görülmektedir. Dairesel kesitler simetrik bir hız dağılımı gösterdiklerinden açık kanal akımlarındaki farklı hız dağılımı nedeniyle kesit şeklinin etkisinin, *kesit şekil katsayısı* (ζK) ile dikkate alınması gerekir. Kesit şekil katsayısı ζK , cidar direncinin f ve v hızının hesaplanmasında, cidar direncinin kesitin dairesel kesitinden sapma etkisini gösteren bir ifadedir. Böylece türbülanslı akım durumu için denklem

$$\frac{1}{f} = -\log \left(\frac{\zeta K_{hydr.cilalı}}{Re\sqrt{f}} + \frac{k/4R}{\zeta K_{hydr.cilalı}} \right) \quad (3.22)$$

şekline dönüşür.

$$V = 4 \log \left(\frac{4\zeta K_{hydr.cilalı}}{k/R} \right) \sqrt{2gRI} \quad (3.23)$$

Denklem (3.22) düzenlenirse Denklem (3.23) şeklini alır. Bu denklem Basitleştirilmiş Ünlversal Denklemi olarak ifade edilmektedir. Denklem (3.23)'deki V yerine Denklem (3.24)'deki V konursa Denklem (3.25)'deki C_r katsayısı olarak ifade edilen değer elde edilir. Ayrıca farklı kesitler için C_r katsayıları ve kesit şekil katsayıları Tablo 3.4'de verilmiştir.

$$V = \left(C_r + 17.71 \log \left(\frac{R}{k} \right) \right) \sqrt{RI} \quad (3.24)$$

$$C_r = 4 \log (4\zeta K_{hydr.cilalı}) \sqrt{2g} \quad (3.25)$$

Darcy – Weisbach denklemindeki f direnç katsayısının boyut içermemesi nedeniyle, bu denklemin sağlıklı sonuç verdiği görülmüştür. Ayrıca kesit şekil katsayıları ile Basitleştirilmiş Ünlversal denkleminin, Manning – Strickler denklemine göre daha doğru sonuçlar verdiği bilinmektedir [20]. Tablo 3.4’de C_r katsayıları ve kesit şekil katsayıları verilmiştir.

Tablo 3.4. C_r Katsayıları ve Kesit Şekil Katsayıları [24]

Kesit Şekli	ŞKhidr.cilalı	ŞKhidr.pürüzlü	C_r
Dikdörtgen $b=h$	2.80	3.45	20.19
Dikdörtgen $b=2h$	2.90	3.30	19.85
Dikdörtgen h	3.05	3.05	19.24
Dikdörtgen (ort. değer)	2.90	3.20	19.51
Yarım daire $h=d/2$	2.60	3.60	20.52
Trapez (ort. değer)	2.90	3.16	19.52
Daire	2.51	3.71	20.75

3.2.3. Keulegan Denklemi

Açık kanal hidroliğinde özellikle sürüntü maddesi içeren akarsu tabanında taban şekli oluşmamış hidrolik kesitlerde logaritmik hız dağılımı kabulünün basit bir şekli olan Keulegan Denklemi (1938) eskiden beri kullanılmaktadır. Keulegan denklemindeki kumul pürüzlülüğü k değeri için literatürde farklı yaklaşımlar vardır. Eski çalışmalarda k değeri için D_{90} ve $3D_{65}$ değerleri tavsiye edilirken bu denklem ile ilgili daha yeni yayınlarda $k=2.5D_{50}$ ile çalışılması önerilmektedir [20]. Bu durum dikkate alınarak Keulegan denklemi trapez kesit için Denklem (3.26) ile tanımlanmıştır.

$$\frac{V}{\sqrt{gRI}} = 5.75 \log \left(12.27 \frac{R}{2.5D_{50}} \right) \quad (3.26)$$

Keulegan denkleminin dezavantajı içsel sürtünme kuvvetlerini içermemesidir. Bu nedenle özellikle kumlu akarsu yataklarında sağlıklı sonuçlar vermemektedir [20].

3.3. Yavaş Değişen Akımlar ve Su Yüzü Profili Hesabı

3.3.1. Akım Tipleri

Su yüksekliğinin yavaş olarak değiştiği kararlı akımlarda iki önemli husus vardır. Birincisi akım kararlıdır yani akım özellikleri belirli bir zaman aralığında sabit kalmaktadır. İkincisi akım çizgileri paraleldir yani kanal içerisindeki basınç dağılımı eşittir [21].

Yavaş değişen akımlarda hesap yöntemi geliştirilirken aşağıdaki kabuller yapılmaktadır:

1. Herhangi bir noktadaki hidrolik eğim, aynı hidrolik yarıçapa ve ortalama hıza ait kararlı bir akıma sahip kesit için hesap edilen hidrolik eğim ile aynıdır.
2. Kanal eğimi küçük olduğundan dolayı akım yüksekliği kanal tabanına dik ölçülen düşey yüksekliğe eşittir.
3. Hava karışımı yoktur. Eğer ciddi bir hava karışımı söz konusu ise problem hava karışimsız olduğu düşünülerek hesaplanmalı ve sonuç profiline hava karışımı hesapları dahil edilerek profil çizilmelidir.
4. Kanal içerisindeki hız dağılımı sabittir. Böylece kinematik enerji düzeltme faktörü olan α , sabittir.
5. Direnç katsayıları akış yüksekliğinden bağımsızdır ve sabittir [22].

Kanal tipleri ve akım türleri Şekil 3.7’de detaylı olarak gösterilmiştir. Kanal türleri 5’e ayrılmaktadır. Bunlar, yumuşak eğimli kanallar (*M tipi kanallar*), sert eğimli kanallar (*S tipi kanallar*), kritik eğimli kanallar (*C tipi kanallar*), yatay eğimli kanallar (*H tipi kanallar*) ve ters eğimli kanallar (*A tipi kanallar*)’dır.

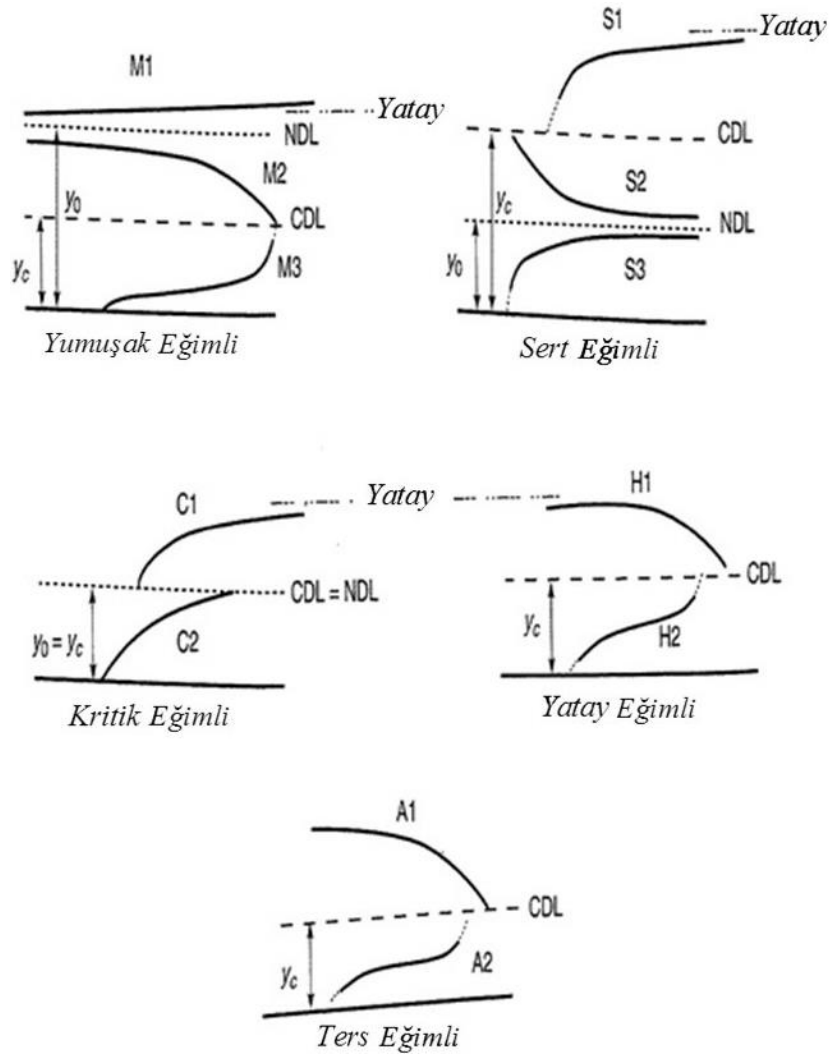
Kanalların sınıflandırılması kritik su yüksekliği kıyaslanarak ve kanal taban eğiminin durumu dikkate alınarak yapılmaktadır. M tipi kanallarda $h_0 > h_{kr}$ ’dir. S tipi kanallarda $h_0 < h_{kr}$ ’dir. S ve M tipi kanallar 3 bölgede incelenmektedir. H ve A tipi kanallarda üniform derinlik oluşmadığı için 2 bölgede incelenmektedir [20]. C tipi kanallarda $h_0 = h_{kr}$ ’dir. C tipi kanallarda da 2 bölge söz konusudur. Tablo 3.5’de kanal türleri ve akım tipleri verilmiştir.

Su yüzü profili hesabında aşağıdaki hesap yaklaşımı yöntemi izlenebilir:

- Şekil 3.8’de verilen su yüzü profilleri kullanılarak kanalın M , S , C , A veya H tiplerinden hangisine uyduğunun belirlenmesinin ardından niteliksel olarak kanalın su yüzeyi profili çizilir. Bu belirlemede akım kontrol yerleri belirlendikten sonra mansap kontrollü ve memba kontrollü olup olmadığı da dikkate alınmalıdır.
- Bilinen derinliklerden yola çıkılarak su yüzü hesabı, problemin cinsine göre yapılır. Örneğin su yüzü hesabı nehir rejimli akımlarda, bu akımlar mansap kontrollü olduklarından, akım yönüne ters yani mansaptan memba tarafına, sel rejimli akımlarda ise akım yönünde yani membadan mansaba doğru yapılır. Bilinen derinlikler kontrol kesitlerinden belirlenir. Bir başka örnek ise kontrol kesitidir. Birbirlerini takip eden iki M tipi kanalda mansaptaki kanalın üniform derinliği aynı zamanda, membada oluşan yavaş değişen akım için kontrol derinliği olmaktadır [20].

Tablo 3.5. Kanal Türleri ve Akım Tipleri

Kanal Eğimi ve Tipleri	Profil			Su Yükseklikleri	Akım Türleri
	1.Bölge	2.Bölge	3. Bölge		
M Tipi kanal $0 < S_0 < S_c$	M1			$h_{kr} < h < h_n$	Nehir
		M2		$h_{kr} < h < h_n$	Nehir
			M3	$h < h_{kr} < h_n$	Sel
C Tipi Kanal $0 < S_0 = S_c$	C1			$h_{kr} = h_n < h$	Nehir
		C2		$h < h_{kr} = h_n$	Sel
S Tipi kanal $0 < S_c < S_0$	S1			$h_n < h_{kr} < h$	Nehir
		S2		$h_n < h < h_{kr}$	Sel
			S3	$h < h_n < h_{kr}$	Sel
H Tipi Kanal	H1			$h_{kr} < h < h_n$	Nehir
		H2		$h < h_{kr} < h_n$	Sel
A Tipi Kanal	A1			$h_{kr} < h < h_n$	Nehir
		A2		$h < h_{kr} < h_n$	Sel



Şekil 3.8. Kanal Tipleri ve Akım Türleri [20]

3.3.2. Su Yüzeyi Profili Hesap Yöntemleri

Su yüzeyi profilinin hesap yöntemlerini iki farklı grupta toplamak mümkündür.

Birinci grupta kesit özelliklerine göre;

- Prizmatik kanallar için geliştirilmiş yöntemler,
- Doğal kanallar (akarsu yatakları) için geliştirilmiş yöntemler bulunmaktadır.

İkinci grupta ise çözüm yöntemleri ise aşağıdaki gibi listelenebilir:

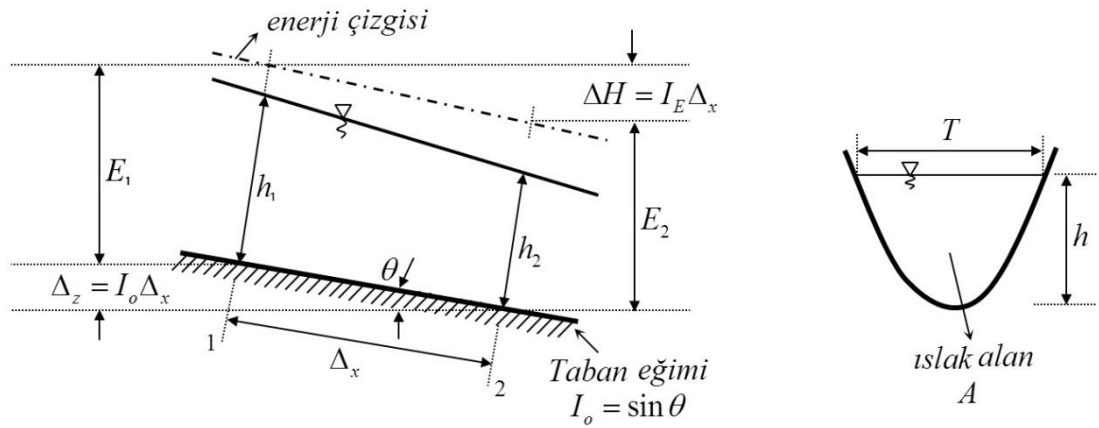
- Adım Yöntemleri

- Direkt Adım Yöntemi
- Standart Adım Yöntemi
- Direkt Entegrasyon Yöntemleri
- Bresse Yöntemi
- Bakhmeteff Yöntemi
- Chow Yöntemi
- Grafik Entegrasyon Yöntemleri
- Ezra Yöntemi
- Grimm Yöntemi
- Escoffier Yöntemi bulunur.

Bu çalışma kapsamında kullanılan yöntem olan Standart Adım Yönteminde Bernoulli denklemi kullanılmaktadır. Şekil 3.9'de verilen enerji dengesi yavaş değişen akımlarda sürtünme kaybı da dikkate alınarak,

$$I_o \Delta x + E_1 = E_2 + I_E \Delta x \quad (3.27)$$

yazılabilir.



Şekil 3.9. Adım Yöntemleri [20]

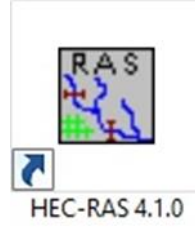
$$I_o \Delta x + h_1 + \frac{V_1^2}{2g} = h_2 + \frac{V_2^2}{2g} + I_E \Delta x \quad (3.28)$$

h_1 derinliğinin, V_1 hızının ve E_1 özgül enerji yüksekliğinin bilinmesi durumunda belli bir Δx mesafesinde oluşacak olan ve bilinmeyen h_2 su derinliğinin bulunması için Denklem (3.28)'den yararlanılır. h_2 derinliği iterasyon yöntemi ile belirlenir. Uygun bir su yüksekliği seçilerek iterasyona başlanır.

4. HEC-RAS PROGRAMI

4.1. HEC-RAS Hidroliği

HEC-RAS programı, US Army Corps of Engineers (ABD Ordusu Mühendislik Birliği) web sayfası olan “<http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>” adresinden serbest olarak alınabilir. Buradan programın kullanım kılavuzu da temin edilebilmektedir. Program bilgisayara indirilip “Setup” (kur) dosyası çalıştırıldığında program bilgisayara kurularak masa üstüne Şekil 4.1’de gösterilen kısa yol düğmesi aktif hale gelir [4].



Şekil 4.1. HEC-RAS Programının Kısayol Simgesi [4]

HEC-RAS paket programı, bir boyutlu olarak, 4 farklı nehir analizi yapabilmektedir. Bunlar;

- 1) Düzenli akım su yüzü profillerinin hesabı.
- 2) Değişken akım modellemesi.
- 3) Hareketli katı sınır sediment taşınım modellenmesi.
- 4) Su kalitesi analizi çalışmalarıdır.

Bu dört metot için de programda geometrik veriler tanımlanarak, geometrik ve hidrolik hesaplar yapılmaktadır.

Düzenli üniform akım, akım özelliklerinin yer ve zamana bağlı değişmediği akım durumunu temsil eder. Yavaş değişen akımın temel niteliği, bir kesitten diğerine olan su derinliği ve hızındaki ufak tefek değişikliklerdir. HEC-RAS programı kritik altı, kritik üstü ve her ikisinin de mevcut olduğu akım problemlerinde çözüm yapabilmektedir.

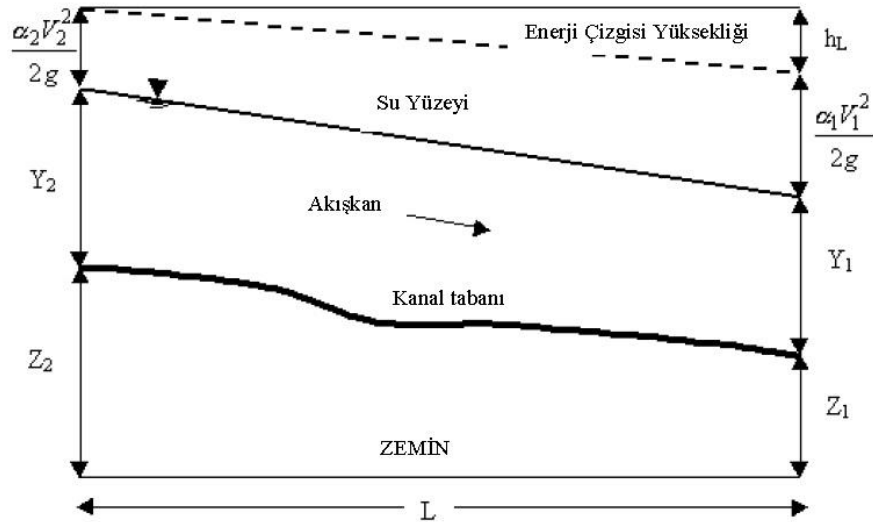
HEC-RAS tarafından su yüzü profillerini hesaplamak için bir boyutlu enerji denklemi kullanılmaktadır. Bu denklemle birlikte enerji kayıpları için Manning denklemindeki sürtünme katsayısı, daralma ve genişleme değişikliklerine bağlı hız yüksekliğindeki değişim için kinetik enerji düzeltme katsayısı ve su yüzünün ani değiştiği yerlerde momentum denklemi kullanılmaktadır. Nehir rejiminden sel rejimine geçişlerde (hidrolik sıçrama), köprülerin neden olduğu akım özelliklerinin değişiminde ve nehirlerin birleştiği kesitlerde oluşan akım özelliklerinin incelenmesinde de bu denklemler kullanılarak çözüm yapılmaktadır.

Akım planındaki birçok engel, örneğin köprüler, kapaklar ve kanal gibi yapılar hesaplamalarda dikkate alınır. Nehir akımlarının modellenmesinde, taşkın yataklarının yönetiminde ve taşkın sigortalama çalışmalarında program kullanılmaktadır.

Doğrudan Adım Metodu ile su yüzü profilleri hesaplanmakla birlikte temel hesaplama yöntemi, aşağıdaki enerji denkleminin çözümü üzerine bina edilir:

$$H = Z + Y + \alpha \frac{V^2}{2g} \quad (3.29)$$

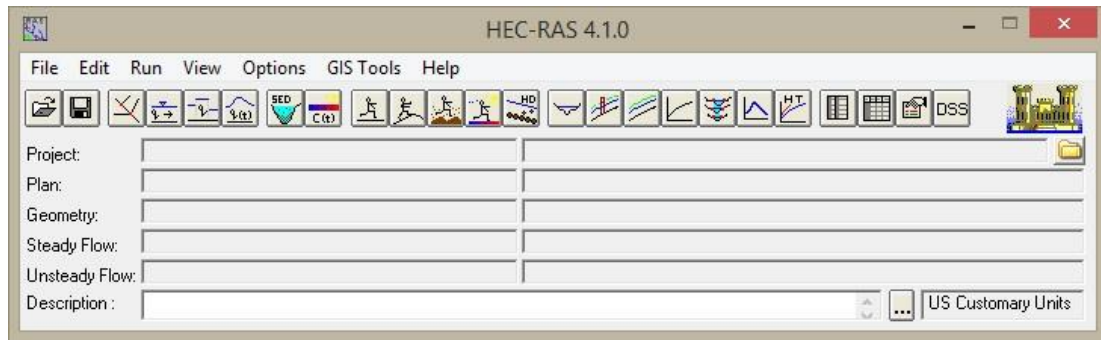
Bu denklemde, akım boyunca belirli bir kesitteki toplam enerji (H), potansiyel enerji ($Z+Y$) ile kinetik enerjinin ($\alpha V^2/2g$) toplamına eşittir. İki kesit arasındaki enerji değişimine yük kaybı (*head loss*, h_L) denir. Enerji denkleminde kullanılan ifadeler Şekil 4.2'de gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Enerji Denkleminde Kullanılan Terimler

4.2. HEC-RAS Proje Üretme

HEC-RAS programı bilgisayara yüklenerek çalıştırıldığında ekrana Şekil 4.2'deki ana menü gelmektedir. Projeye başlamak için öncelikle file menüsünden “New Project” seçeneğine tıklanarak bilgisayarda yeni bir proje oluşturulmalıdır.

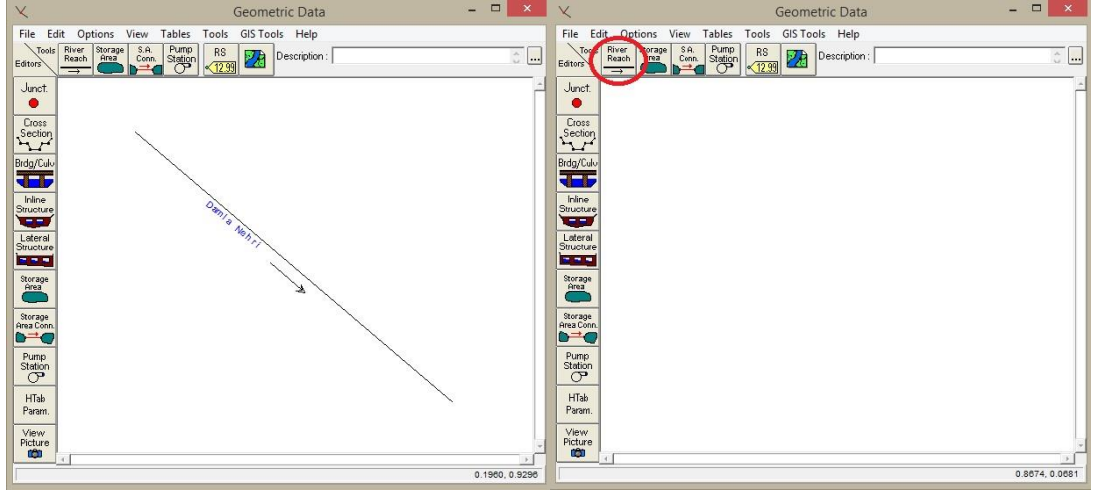


Şekil 4.3. HEC-RAS Programının Ana Menüsü [4]

HEC-RAS’da iki temel veri girişi vardır. Geometrik veriler (geometric data) ve Akış verileridir (steady or unsteady flow data). Geometrik veriler; enkesitler, köprü, menfez, pompa istasyonu verileri, akış verileri ise; debiler ve sınır şartlarıdır.

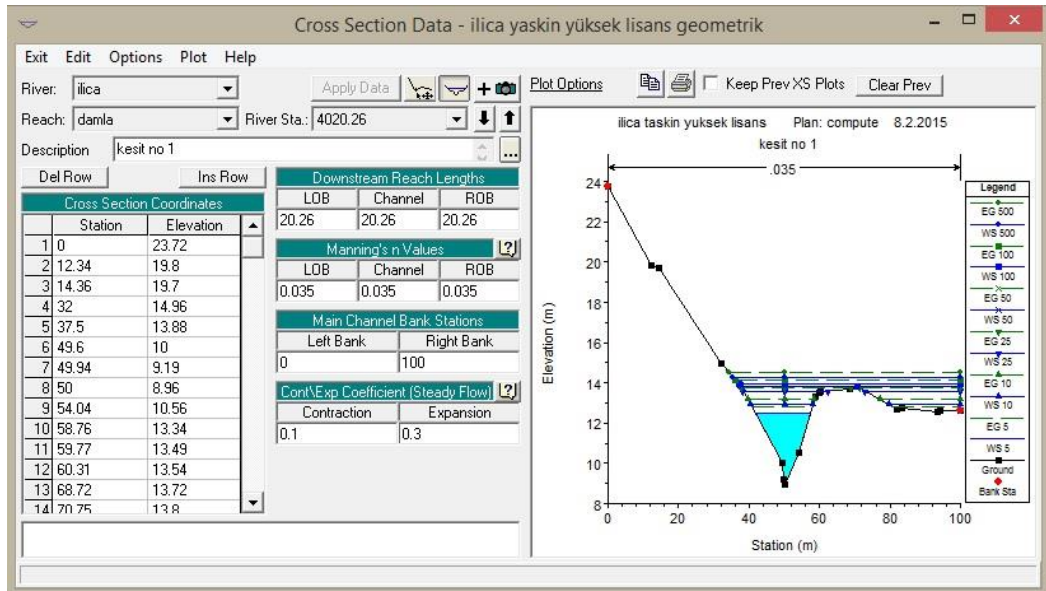
Geometrik veriler butonu tıklandığında, ekrana Şekil 4.4’deki veri giriş alanı gelmektedir. Nehri tanımlamak için “river reach” butonu tıklanarak nehrin akış yönü doğrultusunda şematik bir nehir planı tanımlanır. Daha sonra “cross section” butonu

ile enkesitler, eğer varsa “brdg/culv” butonu ile de köprü ve menfezler tanımlanabilir.



Şekil 4.4. HEC-RAS Programının Veri Giriş Alanı [4]

“Cross section” butonuna tıkladığında Şekil 4.5’deki arayüz açılmaktadır. Enkesit tanımlamak için önce “add a new cross section” seçeneği “options” menüsünden tıklanmalıdır. Daha sonra açılan küçük iletişim kutusuna o kesiti tanımlayacak bir numara verilmelidir.



Şekil 4.5. HEC-RAS Geometrik Veri En Kesit Giriş Alanı

En kesitteki “station” ve “elevation” değerleri tek tek her kesit için girildikten sonra aynı pencere üzerinde hemen sağ bölümde yer alan “downstream reach lenghts”; ardışık iki enkesit arasındaki uzaklıkların metre cinsinden değeridir. “LOB (left over bank)” yani sol taşkın bölgesinin bir sonraki sol taşkın bölgesine olan uzaklığıdır. “ROB (right over bank)” ise sağ taşkın bölgesinin bir sonraki sağ taşkın bölgesine olan uzaklığıdır. Channel ise bir sonraki kanal eksenine olan uzaklıktır.

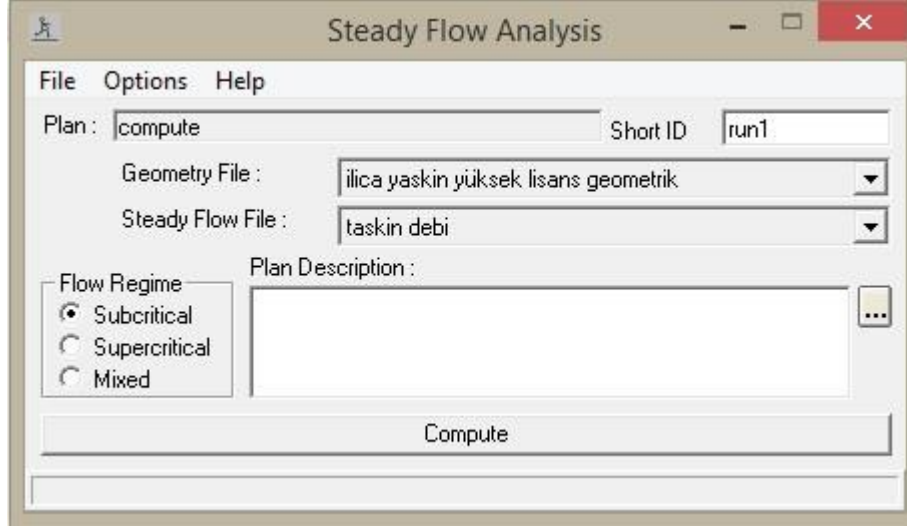
“Manning’s n values” kısmına kanaldaki Manning n değerleri girilmelidir. Burada yine lob, channel ve rob için ayrı ayrı değerler girilmektedir. Kanal kesiti boyunca bu değer aynı ise bu üç hücreye aynı değerler girilebilir.

“Cont/exp coefficient” genişleme ve daralma katsayıları’dır. Geçiş kayıpları dikkate alınmayacak ise her iki hücreye “0” değeri verilir. Aşamalı bir geçiş varsa 0.1 – 0.3; köprü kesitlerinde 0.3 – 0.5, ani daralma ve genişlemelerde ise 0.6 – 0.8 değerleri kullanılmalıdır.

Enkesit verilerinin girişı tamamlandıktan sonra Şekil 4.5’de sağ bölümde enkesitler şematik olarak gösterilmektedir. Enkesitlerden sonra köprü, menfez gibi sanat yapılarının verileri girilmesine başlanabilir. Geometrik verilerin girişı tamamlandıktan sonra “save” yapılarak çıkılır. Artık akış verilerinin girilmesi gerekmektedir.

Akış verileri ana pencere üzerindeki “Edit/Enter steady flow data” bölümünden girilir. Akış verilerinde öncelikle kaç farklı debi için hesap yapılacak ise “enter/edit number of profiles” kısmına girilir. Profil isimleri “options” menüsünden “edit profile names” seçeneği ile değiştirilebilir. “Add a flow change location” butonuna tıklayarak debilerin değişim noktaları seçilir ve tabloya eklenir. ıkan veri alanlarına debi değerleri girilir. Bu işlemlerden sonra son adım sınır şartının girilmesidir. Sınır şartları için “boundary conditions” butonu tıklanmalıdır. Dört adet sınır şartı vardır. Bunlardan herhangi birinin girilmesi yeterlidir. “Know w.s” bilinen su yüksekliği, “critical depth” kritik eğim, “normal depth” kanal eğimi ve “rating curve” anahtar eğrisi değerleridir. Bunlardan hangisine göre hesap yapılması isteniyorsa o sınır şartı değeri girilir. Dikkat edilecek husus akım rejimidir. Eğer akım nehir rejiminde

(subcritical) ise downstream'e, sel rejiminde (supercritical) ise upstream'e, karışık (mixed) olarak hesaplanacaksa her ikisine de sınır değeri girilmesi gerekir.



Şekil 4.6. HEC-RAS Geometrik Veri En Kesit Giriş Alanı [4]

Akış verileri de tamamlandıktan sonra artık hesaplamalara geçilebilir. “Run” seçeneğinden veya ilgili kısayol butonundan Şekil 4.6.’daki “steady flow analysis” arayüzü çağırılır. “Flow regime” (akış rejimi) seçildikten sonra “compute” tuşuna basılarak hesaplamalar yapılır. Veri girişinde hata yapılmadıysa başarıyla hesaplama tamamlanacaktır. Eğer hata varsa hesaplama durdurularak hatanın kaynağı program tarafından verilecektir. Bu hata düzeltilerek tekrar “compute” butonuna tıklanıldığında program hesaplamaları yapacaktır. Ana menüye dönülerek burada istenilen verilerin kısayolları tıklanarak sonuçlar görüntülenebilir.

5. TAŞKIN MODELLEME

Örnek proje çalışma alanı olarak Antalya İli Manavgat İlçesi sınırları içerisinde bulunan Ilıca Deresi seçilmiştir. “Manavgat Ilıca Deresi” nin ıslah edilmesi planlanan 4.39 km’lik kesimi Antalya ili Serik ve Manavgat İlçeleri sınırları içerisinde ve Ilıca ve Evrenseki Beldelerinin arasında sınır teşkil etmektedir. Tez çalışma konusu Manavgat Ilıca Deresi’nin yaklaşık 4.39 km’lik kısmı mimbada Evrenseki Belediyesi’nin kuşbakışı yaklaşık 700 m. güneybatısında Tahtacılar Mahallesi mevki ile mansapta D400 karayolunun 2 km güneyinde Kumköy Mahallesi mevkiinde denizle bağlandığı yer arasında kalmaktadır [26].

Çalışmanın amacı; Antalya İli Manavgat İlçesi sınırları içerisinde yer alan Ilıca Deresi’nin güzergâhındaki tarım alanları ve turistik tesislerin taşkın zararlarından korunması için taşkın çalışması yerinde problemlerin tespiti ve bunların çözümüne ve dolayısıyla Ilıca Deresi’nin ıslahına yönelik önerilerin sunulmasıdır.

5.1. Manavgat Ilıca Deresi Mevcut Durum Karakteristikleri

4+386 – 2+642 km’ler arası

Tipi : Doğal kesit olup tahrip olmuş ve düşük kapasitelidir.

Kesit yüzey genişliği : 19.00 m. – 29.00 m. arasındır.

Kesit yüksekliği : 3.90 m. – 4.90 m. arasındır.

Eğim : 0.0043 m/m

2+642 – 1+166 km’ler arası

Tipi : Doğal kesit olup tahrip olmuş ve düşük kapasitelidir.

Kesit yüzey genişliği : 21.00 m. – 30.00 m. arasındır.

Kesit yüksekliği : 3.10 m. – 4.50 m. arasındır,

Eğim : 0.0027 m/m

1+166 – 0+000 km'ler arası

Tipi: Doğal kesit ve süreksiz duvarlı kanal olup tahrip olmuş ve düşük kapasitelidir.

Kesit yüzey genişliği : 18.50 m. – 28.30 m. arasındır.

Kesit yüksekliği : 3.60 m. – 4.70 m. arasındır.

Eğim : 0.0016 m/m

Mevcut Sanat Yapıları;

Km 4+281.64

Tipi : Tek ayaklı iki açıklıklı ulaşım köprüsü. (B: 20.20 m. H: 4.70 m.)

Km 2+522.24 (D400 Memba tarafı)

Tipi : Tek ayaklı iki açıklıklı ulaşım köprüsü. (B: 40.70 m. H: 6.20 m.)

Km 2+504.88 (D400 Mansap tarafı)

Tipi : Tek ayaklı iki açıklıklı ulaşım köprüsü. (B: 43.60 m. H: 6.50 m.)

Km 2+442.27

Tipi : İki ayaklı üç açıklıklı ulaşım köprüsü. (B: 33.95 m. H: 4.65 m.)

Km 1+147.39

Tipi : Tek ayaklı iki açıklıklı ulaşım köprüsü. (B: 17.95 m. H: 3.60 m.)

Km 0+768.86

Tipi : İki ayaklı üç açıklıklı ulaşım köprüsü. (B: 18.50 m. H: 3.40 m.)

Manavgat Ilıca Deresi Taşkın Koruma proje alanı Akdeniz Bölgesi'nde Antalya İli Manavgat İlçesi Evrenseki ve Ilıca Beldesi mevkiinde bulunmaktadır. Proje'nin Türkiye'deki konumu Şekil 5.1'de sunulmuştur. Manavgat Ilıca Deresi'nin etüt başlangıç ve bitiş kesitlerinin koordinatları Tablo 5.1'de verilmiştir.

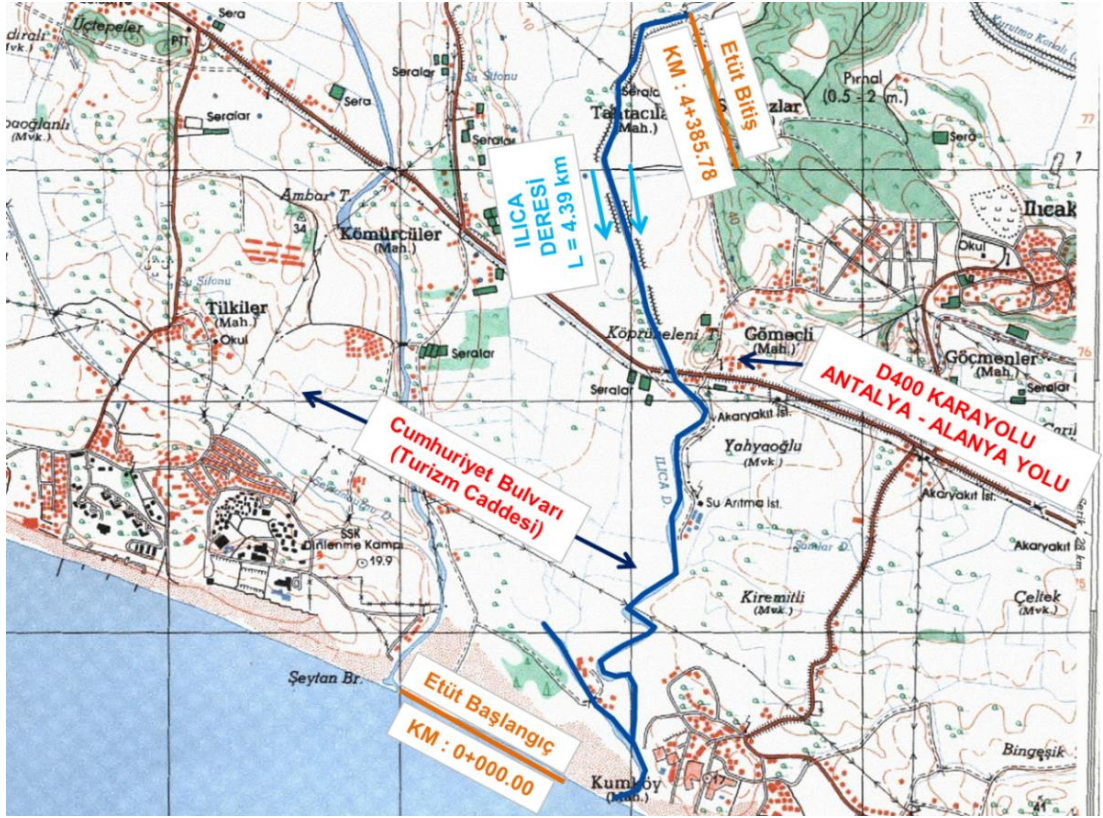
Tablo 5.1. Ilıca Deresi'nin Etüt Başlangıç ve Bitiş Kesitleri [26]

Manavgat Ilıca Deresi Memba ve Mansap Kesit Koordinatları	Enlem	Boylam
Etüt Bitiş	4 077 666	353 245
Etüt Başlangıç	4 074 281	352 931

Manavgat Ilıca Deresi'nin yukarıda memba ve mansap kesit koordinatları arasında yer alan proje güzergâhı 4.39 km uzunluktadır. Söz konusu Ilıca Deresi'nin güzergâhı; Tahtacılar Mahallesi mevkiinden başlayıp D400 karayolunu Gömeçli Mahallesi yakınlarında geçerek Kumköy Mahallesi mevkiinde denize dökülmektedir. Ilıca Deresinin güzergâhı Şekil 5.2 ve 5.3'de verilmiştir.



Şekil 5.1. Ilıca Deresinin Türkiye'deki Yeri



Şekil 5.2. Ilica Deresinin 1/ 25 000 Ölçekli Pafta Üzerindeki Görüntüsü [26]



Şekil 5.3. Ilica Deresinin Hava Fotoğrafi Üzerindeki Görüntüsü

Manavgat Ilıca Deresi'nin mevcut kapasitesini tespit etmek ve taşkınlar için mevcut durumu modellemek amacıyla HEC-RAS hidrolik modeli derenin menderes yaptığı kesimlerde, kritik olan yerlerde, sanat yapılarının memba ve mansaplarında 20 m ve 50 m'yi geçmeyecek şekilde, dere kesitinin değişmediği ve güzergâhın düz olduğu kısımlarda ise, 100 m'yi geçmeyecek şekilde kesitler alınarak hazırlanmıştır. Modellenen 4.39 km uzunluğundaki dere boyunca HEC-RAS modelinde 63 adet kesit kullanılmıştır. Oluşturulan üçgen modelden (TIN) CBS ortamında HEC-GeoRAS ara yüzü kullanılarak alınan kesitler ve arazide alınan kesitler HEC-RAS modeline girilerek mevcut durum HEC-RAS modeli hazırlanmıştır. Mevcut hidrolik modelin oluşturulması ile çeşitli frekanslardaki taşkın sularının nerelere ulaştığı ve hangi lokasyonlar için risk teşkil ettiği, bunun neticesinde de güzergâh üzerinde hangi kesimlerde proje yapılmasının gerekli olduğu tespit edilmiştir.

Akdeniz Bölgesi'ndeki diğer akarsularda da görüldüğü gibi, oluşan taşkınların asıl yıkıcı etkisi, yağışlı günlerde ortaya çıkan lodosun denizin kabarmasına neden olması ve taşkın sularının gerekli hız ve sürede drenajını engellemesidir. Bu olumsuzluğun giderilebilmesi amacıyla taşkın anındaki hâkim rüzgâra dik yönde 150 – 250 m. uzunluğunda mahmuzların yapılması önerilmektedir. Böylece kumsal malzemesinin dere içerisine doğru hareketi de engellenerek hidrolik akış şartlarının bozulması önlenebilecektir.

5.2. Ilıca Deresi Taşkın Hesapları

Ilıca Deresi üzerindeki yağış analizi çalışmaları iki ayrı kesitin yağış alanı için yapılmıştır. Ilıca Deresi'nin denize mansaplandığı nokta Kesit 1 olarak, ıslah proje güzergâhının başladığı memba noktası ise Kesit 2 olarak adlandırılmıştır. Proje yeri taşkın hesaplarında Ilıca Deresi kesitleri için “DSİ Sentetik Birim Hidrograf Yöntemi”, “Mockus Üçgen Birim Hidrograf Yöntemi” ve “Bölgesel Taşkın Frekans Analizi” yöntemleri kullanılmıştır. Kesitler için yapılan hidrolojik çalışmalar sırasıyla aşağıda anlatılmıştır.

5.2.1. DSİ Sentetik Birim Hidrograf Yöntemi

Plüviyograf katsayıları, Manavgat Meteoroloji İstasyonundan alınmış olup katsayılar aşağıda Tablo 5.2.'de verilmiştir.

Tablo 5.2. Plüviyograf Katsayıları [26]

Süre (saat)	2	4	6	8	12	18	24
Manavgat DMİ	0.46	0.56	0.64	0.70	0.81	0.92	1

Ilıca Deresi Kesit 1 olarak yağış alanı 59,37 km² için yağış alanı dağılım oranı katsayıları aşağıda Tablo 5.3'de verilmiştir.

Tablo 5.3. Kesit 1 İçin Yağış Alanı Dağılım Oranı Katsayıları [26]

Süre (saat)	2	3	4	5	6	8	12	18	24
Kesit 1 (A= 59.37 km ²)	0.918	0.943	0.947	0.952	0.956	0.958	0.961	0.966	0.970

Proje alanını temsil eden meteoroloji istasyonlarının çeşitli sürelerde saatlik yağışları; yağış alanı temsil oranı, 1.13 maksimize faktörü, plüviyograf katsayısı ve yağış alanı dağılım oranı katsayısı ile çarpılarak proje alanı yağışlarına dönüştürülmüştür. Kesit 2 içinde Plüviyograf katsayıları Kesit 1'deki olduğu gibi Manavgat Meteoroloji İstasyonu'ndan alınmış aynı değerler kullanılmıştır. Yağış alanı dağılım oranı katsayıları ise aşağıda Tablo 5.4'de verilmiştir.

Tablo 5.4. Kesit 2 için Yağış Alanı Dağılım Oranı Katsayıları [26]

Süre (saat)	2	3	4	5	6	8	12	18	24
Kesit 2 (A= 48.77 km ²)	0.931	0.951	0.955	0.959	0.963	0.964	0.967	0.972	0.975

Kesit 1'de olduğu gibi bu kesit içinde proje alanını temsil eden meteoroloji istasyonlarının çeşitli sürelerde saatlik yağışları; yağış alanı temsil oranı, 1.13 maksimize faktörü, plüviyograf katsayısı ve yağış alanı dağılım oranı katsayısı ile çarpılarak proje alanı yağışlarına dönüştürülmüştür. Sonuç olarak Ilıca Deresi ıslahı

kapsamında bulunan kesitlerin “DSİ Sentetik Birim Hidrograf Yöntemi”ne göre bulunan yinelenmeli taşkın debileri aşağıda Tablo 5.5’de verilmiştir.

Tablo 5.5. DSİ Sentetik Birim Hidrograf Yöntemiyle Bulunan Yinelenmeli Taşkın Debileri

Kesit No	2	5	10	25	50	100
Kesit 1	48.43	77.33	100.12	132.90	160.09	189.97
Kesit 2	38.18	63.75	83.80	113.27	137.85	164.47

5.2.2. Mockus Üçgen Birim Hidrograf Yöntemi

Mockus yöntemine göre Ilıca Deresi kesitleri için taşkın yinelenme debilerinin hesabı yapılırken; meteoroloji istasyonları yağış yinelenme değerleri, istasyon temsil oranları, baz akımları, yağış alanları, eğri numaraları, plüviyograf katsayıları ve yağış alanı dağılım oranı katsayıları için “DSİ Sentetik Birim Hidrograf” yöntemindeki değerler kullanılmıştır. Yağış alanı $A= 59.37 \text{ km}^2$ olan Kesit 1 için sağanak süresi 5 saat alınmış olup, yağış alanı $A= 48.77 \text{ km}^2$ olan Kesit 2 için sağanak süresi 4 saat alınarak taşkın hesapları yapılmıştır. Kesitler için seçilen sağanak sürelerine göre yağışların oluşturacağı pik debileri aşağıda Tablo 5.6’da verilmiştir.

Tablo 5.6. Mockus Üçgen Birim Hidrograf Yöntemiyle Bulunan Yinelenmeli Taşkın Debileri

Kesit No	2	5	10	25	50	100
Kesit 1	42.08	71.03	94.07	127.38	155.08	185.16
Kesit 2	36.54	64.11	86.31	118.63	145.61	174.98

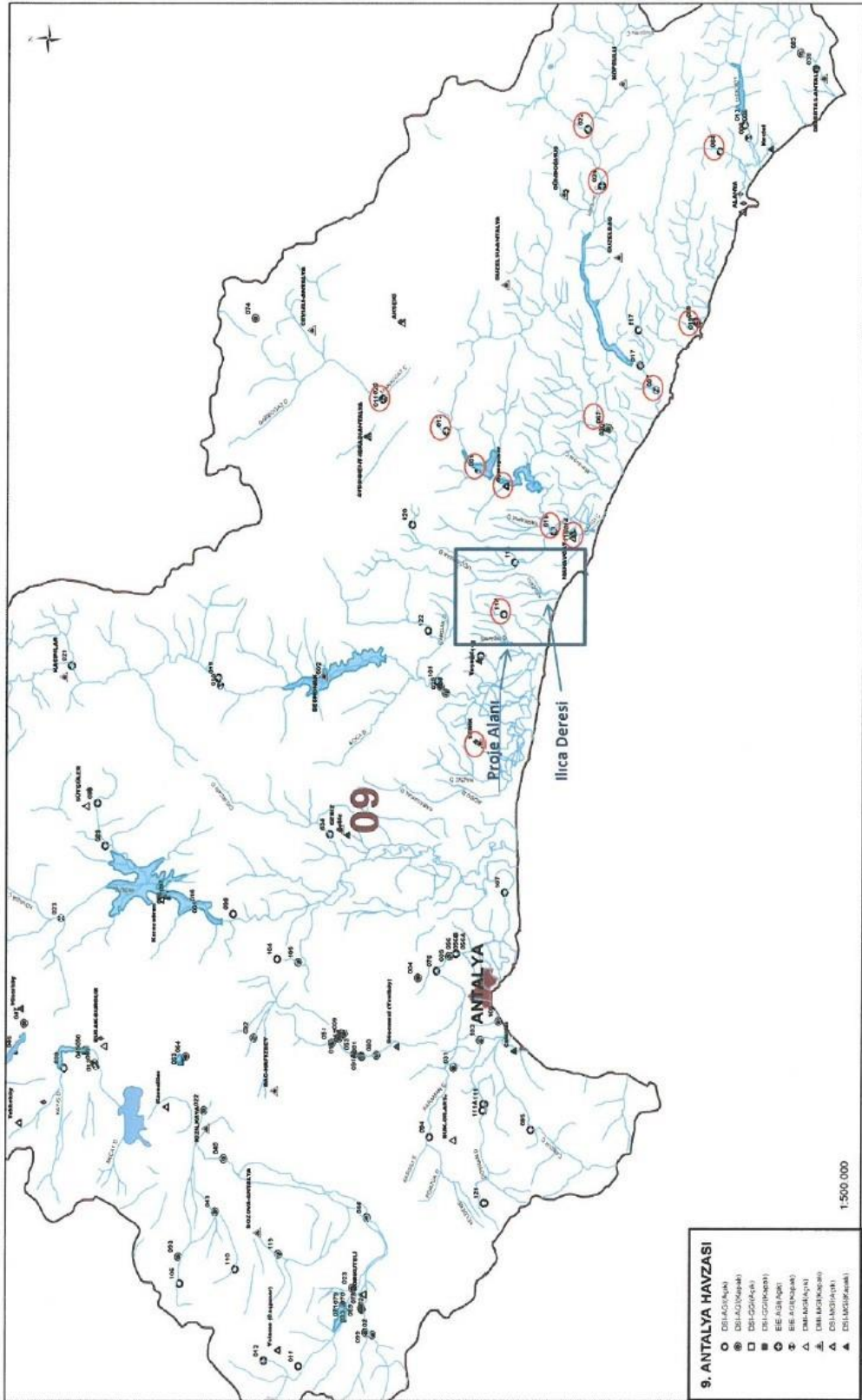
5.2.3. Bölgesel Taşkın Frekans Analizi Yöntemi

Bölgesel Taşkın Frekans Analizi çalışmasında; Şekil 5.4’deki Antalya Havzası hidrometeorolojik haritasında yerleri gösterilen ve proje alanı civarındaki AGİ’lerin (Akım Gözlem İstasyonları) yılda anlık maksimum debilerinden faydalanılmıştır. AGİ’ler için bulunan çeşitli yinelenmeli taşkın debi değerlerinden istifade ederek BTFA (Bölgesel Taşkın Frekans Analizi Yöntemi) çalışması yapılmıştır. Bu çalışmadaki AGİ’lerin Q_2 değerleri ile yağış alanları, logaritmik kağıda noktalanarak

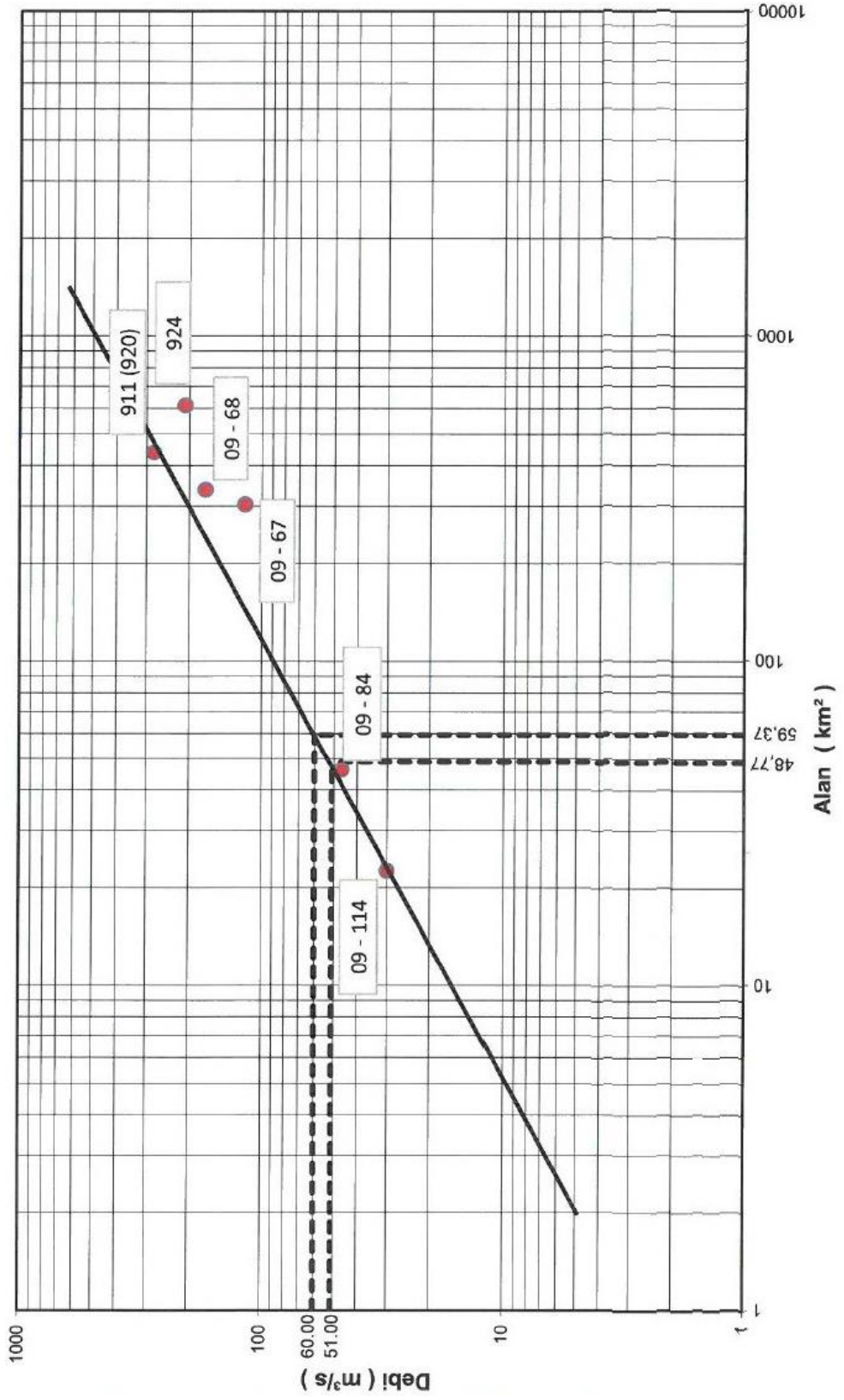
BTFA eğrisi çizilmiş ve zarf eğrisi Şekil 5.5’de sunulmuştur. Kesit 1 yağış alanı $A=59.37 \text{ km}^2$ için $Q_2=60.00 \text{ m}^3/\text{s}$ olup, Kesit 2 yağış alanı $A=48.77 \text{ km}^2$ için $Q_2=51.00 \text{ m}^3/\text{s}$ ’dir. Bulunan bu debiler ile boyutsuz katsayılar çarpılarak çeşitli yinelenmeli taşkın debileri hesaplanmış ve sonuçlar aşağıda Tablo 5.7’de verilmiştir.

Tablo 5.7. BTFA Yöntemiyle Bulunan Yinelenmeli Taşkın Debileri

Kesit No	2	5	10	25	50	100
Kesit 1	60.00	93.19	115.74	144.53	166.08	187.69
Kesit 2	51.00	79.21	98.38	122.85	141.17	159.54



Şekil 5.4. Antalya Havzası Hidrometeorolojik Haritası [26]



Şekil 5.5. Ilica Deresi Bölgesel Çalışma A-Q₂ Zarfı

5.2.4. Hesaplanan Proje Debilerinin Karşılaştırılması

Yukarıda yapılan çalışmalar sonucunda; Ilıca Deresi ıslahı projesi kapsamındaki kesitleri için “DSİ Sentetik Birim Hidrograf Yöntemi”, “Mockus Üçgen Birim Hidrograf Yöntemi” ve “Bölgesel Taşkın Frekans Analizi” ile bulunan çeşitli yinelenmeli taşkın debileri aşağıda Tablo 5.8’de sunulmuştur. Sonuç olarak Ilıca Deresi kesitleri için çeşitli yöntemlerle hesaplanan debiler karşılaştırılmış ve en uygun proje yeri debisinin seçimi yapılmıştır. Buna göre proje çalışmalarında “DSİ Sentetik Yöntemi” ile bulunan taşkın debilerinin kullanılması uygun bulunmuştur. Yapılan hesaplar neticesinde Kesit 1 ve Kesit 2 için yinelenmeli taşkın hidrograf değerleri Tablo 5.9 ve 5.10’da grafikleri ise Şekil 5.6 ve 5.7’de verilmiştir.

Tablo 5.8. Ilıca Deresi Çeşitli Yinelemeli Taşkın Debileri

DSİ Sentetik Birim Hidrograf Yöntemi Yinelemeli Taşkın Debileri (m³/s)									
Kesit Adı	Drenaj Alanı (km²)	L (km)	2	5	10	25	50	100	500
Kesit - 1	59.37	20.19	48.43	77.33	100.12	132.90	160.09	189.97	252.15
Kesit - 2	48.77	16.02	38.18	63.75	83.80	113.27	137.85	164.47	220.29
Mockus Üçgen Birim Hidrograf Yöntemi Yinelemeli Taşkın Debileri (m³/s)									
Kesit - 1	59.37	20.19	42.08	71.03	94.07	127.38	155.08	185.16	248.19
Kesit - 2	48.77	16.02	36.54	64.11	86.31	118.63	145.61	174.98	236.34
Bölgesel Taşkın Frekans Analizi Yöntemi Yinelemeli Taşkın Debileri (m³/s)									
Kesit - 1	59.37	20.19	60.00	93.19	115.74	144.53	166.08	187.69	237.48
Kesit - 2	48.77	16.02	51.00	79.21	98.38	122.85	141.17	159.54	201.86

Tablo 5.9. Kesit 1'in Tekerrürlü Taşkın Debileri Hidrograf Değerleri

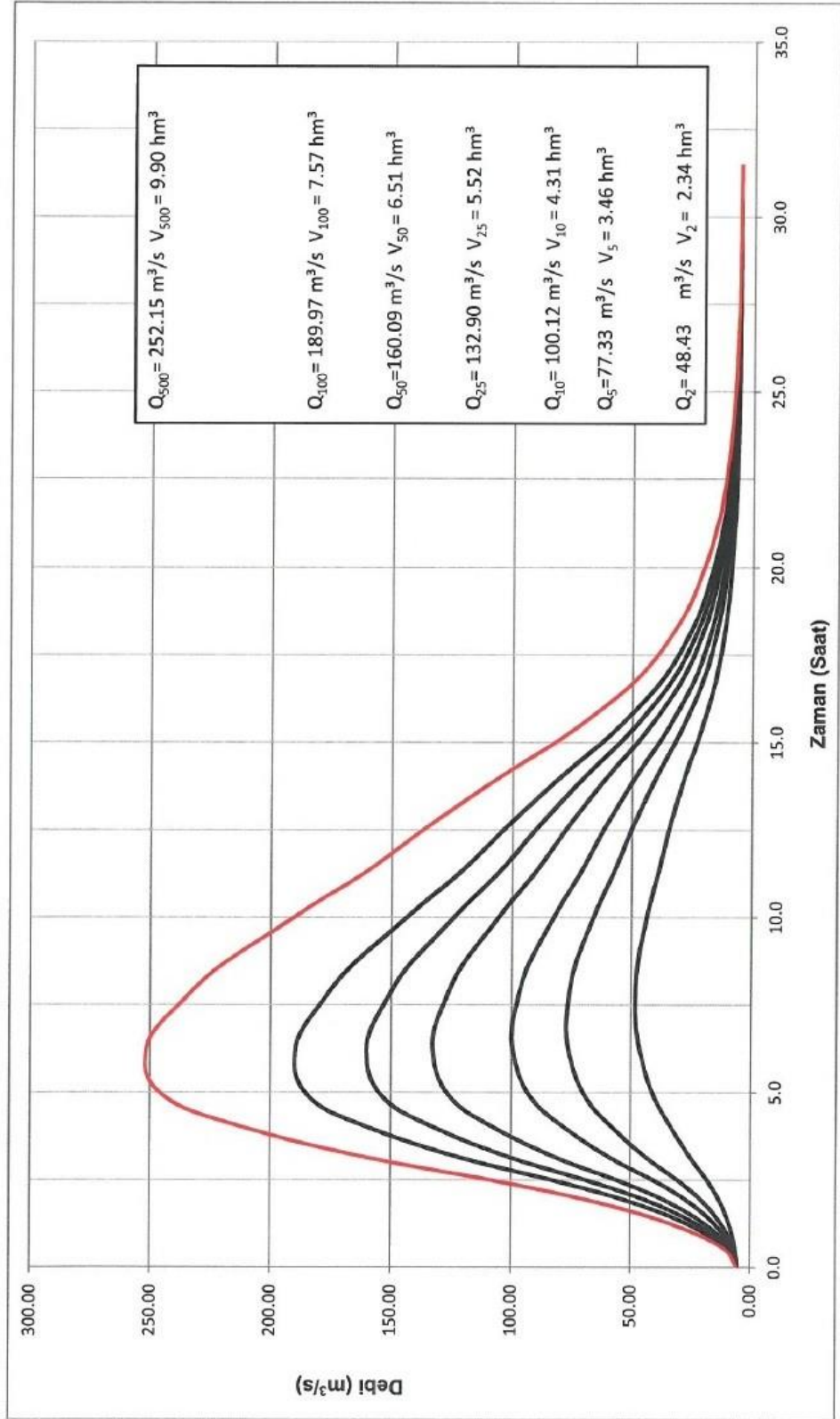
T (Saat)	TEKERRÜR (YIL)						
	2	5	10	25	50	100	500
0.0	5.57	5.57	5.57	5.57	5.57	5.57	5.57
0.5	6.10	6.64	7.09	7.76	8.32	8.95	10.09
1.0	7.74	9.93	11.75	14.46	16.77	19.31	23.94
1.5	10.20	14.85	18.73	24.50	29.41	34.82	44.69
2.0	13.56	21.59	28.27	38.23	46.69	56.03	73.05
2.5	18.08	30.43	40.69	55.95	68.91	83.19	109.37
3.0	23.58	40.85	55.12	76.27	94.18	113.89	150.42
3.5	28.53	49.84	67.35	93.20	115.04	139.02	184.01
4.0	33.10	57.74	77.85	107.40	132.28	159.54	211.46
4.5	37.61	65.08	87.31	119.80	147.04	176.79	234.53
5.0	41.20	70.17	93.36	127.01	155.07	185.61	246.31
5.5	43.81	73.47	96.99	130.88	159.00	189.49	251.51
6.0	45.75	75.55	98.94	132.44	160.09	189.97	252.15
6.5	47.41	77.07	100.12	132.90	159.81	188.79	250.58
7.0	48.26	77.33	99.71	131.37	157.23	184.99	245.99
7.5	48.43	76.64	98.20	128.54	153.23	179.65	238.35
8.0	48.30	75.65	96.44	125.56	149.18	174.40	231.33
8.5	47.87	74.21	94.12	121.90	144.36	168.29	223.15
9.0	46.78	71.86	90.71	116.93	138.07	160.56	212.82
9.5	45.30	68.98	86.71	111.29	131.06	152.06	201.45
10.0	43.74	66.06	82.71	105.73	124.21	143.80	190.41
10.5	42.06	63.02	78.58	100.05	117.26	135.47	179.27
11.0	40.08	59.57	73.99	93.83	109.70	126.47	167.24
11.5	38.17	56.33	69.74	88.14	102.84	118.36	156.39
12.0	36.43	53.39	65.88	83.00	96.65	111.06	146.63
12.5	34.64	50.43	62.03	77.90	90.54	103.86	137.01
13.0	32.57	47.10	57.76	72.32	83.91	96.12	126.66
13.5	30.40	43.66	53.38	66.64	77.19	88.29	116.19
14.0	28.13	40.10	48.85	60.79	70.27	80.26	105.44
14.5	25.67	36.26	43.99	54.53	62.90	71.70	94.01
15.0	23.02	32.19	38.89	48.01	55.25	62.86	82.18
15.5	20.65	28.57	34.36	42.24	48.49	55.07	71.76
16.0	18.48	25.25	30.20	36.93	42.28	47.90	62.18
16.5	16.42	22.11	26.26	31.92	36.40	41.12	53.11
17.0	14.69	19.47	22.96	27.71	31.49	35.45	45.53

Tablo 5.9. (Devam) Kesit 1'in Tekerrürlü Taşkın Debileri Hidrograf Değerleri

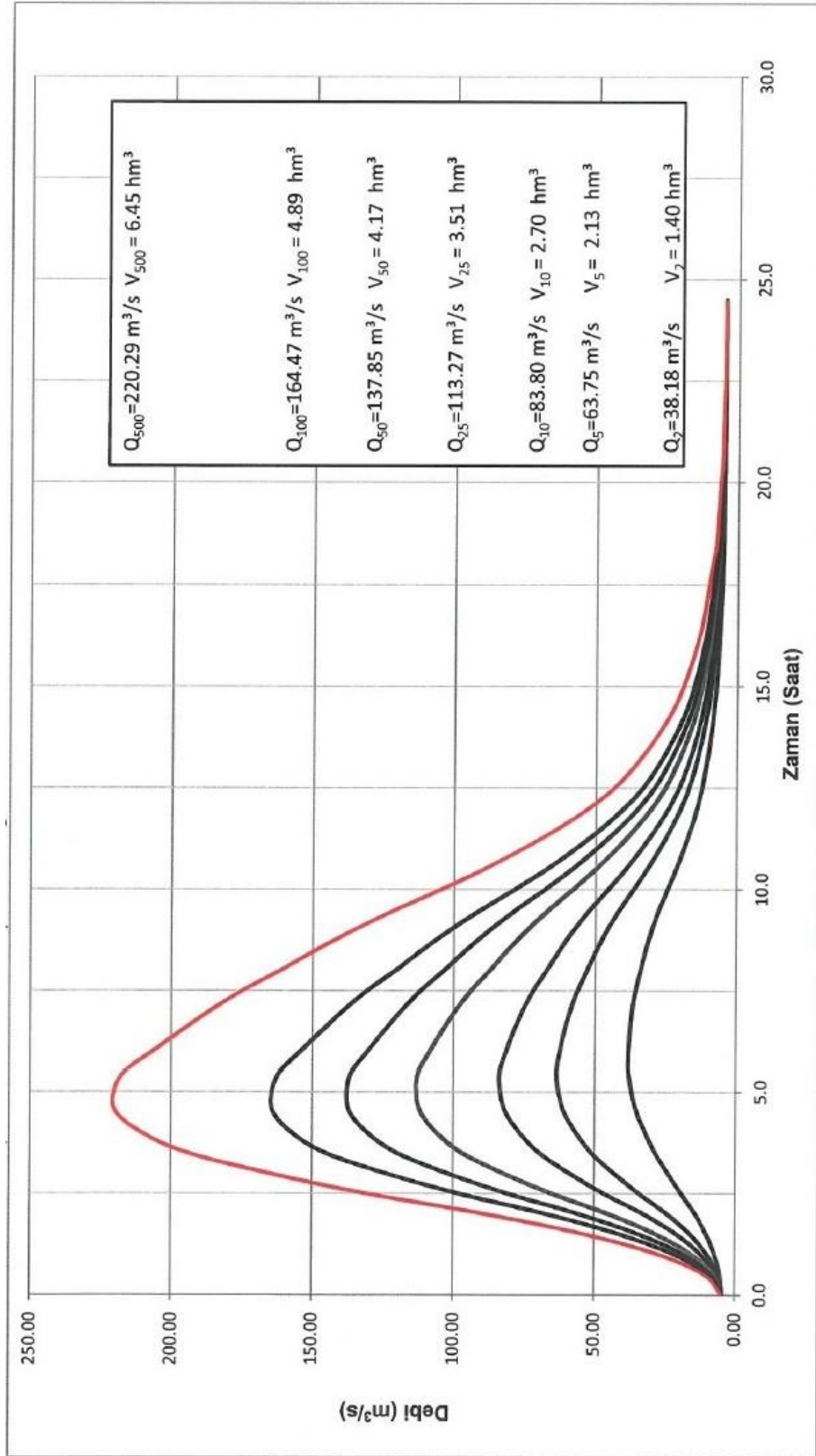
T (Saat)	TEKERRÜR (YIL)						
	2	5	10	25	50	100	500
17.5	13.30	17.36	20.33	24.37	27.58	30.95	39.51
18.0	12.13	15.57	18.09	21.52	24.24	27.10	34.36
18.5	11.06	13.94	16.05	18.91	21.19	23.59	29.66
19.0	10.19	12.61	14.38	16.79	18.70	20.71	25.82
19.5	9.52	11.59	13.10	15.16	16.80	18.52	22.89
20.0	8.90	10.65	11.93	13.67	15.05	16.51	20.20
20.5	8.34	9.80	10.86	12.30	13.45	14.66	17.72
21.0	7.88	9.09	9.97	11.17	12.13	13.13	15.68
21.5	7.49	8.46	9.16	10.11	10.86	11.64	13.69
22.0	7.20	8.02	8.62	9.42	10.05	10.72	12.45
22.5	6.92	7.61	8.10	8.77	9.30	9.85	11.29
23.0	6.71	7.28	7.70	8.26	8.70	9.16	10.38
23.5	6.49	6.95	7.28	7.73	8.08	8.44	9.41
24.0	6.35	6.74	7.02	7.40	7.69	8.00	8.83
24.5	6.21	6.53	6.76	7.07	7.31	7.56	8.24
25.0	6.10	6.36	6.55	6.80	7.00	7.21	7.77
25.5	5.97	6.17	6.31	6.50	6.5	6.80	7.22
26.0	5.91	6.08	6.20	6.36	6.49	6.62	6.98
26.5	5.85	5.99	6.09	6.22	6.33	6.44	6.73
27.0	5.80	5.91	5.99	6.10	6.19	6.28	6.51
27.5	5.72	5.80	5.86	5.93	5.99	6.05	6.21
28.0	5.70	5.77	5.81	5.88	5.93	5.98	6.12
28.5	5.68	5.73	5.77	5.82	5.86	5.91	6.02
29.0	5.66	5.70	5.73	5.77	5.80	5.84	5.93
29.5	5.62	5.64	5.66	5.68	5.70	5.72	5.77
30.0	5.61	5.63	5.64	5.66	5.68	5.69	5.74
30.5	5.60	5.62	5.63	5.64	5.66	5.67	5.70
31.0	5.59	5.60	5.61	5.63	5.64	5.65	5.67
31.5	5.57	5.57	5.57	5.57	5.57	5.57	5.57

Tablo 5.10. Kesit 2'in Tekerrürlü Taşkın Debileri Hidrograf Değerleri

T (Saat)	TEKERRÜR (YIL)						
	2	5	10	25	50	100	500
0.0	4.57	4.57	4.57	4.57	4.57	4.57	4.57
0.5	5.27	6.01	6.62	7.53	8.31	9.16	10.77
1.0	7.16	9.85	12.11	15.47	18.32	21.47	27.37
1.5	10.16	15.99	20.86	28.12	34.30	41.10	53.86
2.0	14.18	24.20	32.58	45.07	55.69	67.39	89.32
2.5	19.21	34.19	46.66	65.22	80.97	98.31	131.03
3.0	23.97	43.10	58.94	82.41	102.26	124.09	165.81
3.5	28.51	51.11	69.67	97.03	120.09	145.36	194.51
4.0	32.06	56.67	76.66	105.93	130.48	157.28	210.60
4.5	35.14	60.93	81.62	111.66	136.70	163.92	219.56
5.0	37.04	63.01	83.60	113.27	137.85	164.47	220.29
5.5	38.18	63.75	83.80	112.46	136.07	161.53	216.33
6.0	38.12	62.57	81.55	108.51	130.60	154.33	206.62
6.5	37.76	61.02	78.93	104.21	124.84	146.93	196.63
7.0	36.94	58.97	75.81	99.49	118.73	139.30	186.33
7.5	35.75	56.38	72.06	94.02	111.80	130.75	174.81
8.0	34.00	52.98	67.34	87.36	103.53	120.73	161.28
8.5	32.22	49.67	62.81	81.07	95.78	111.40	148.70
9.0	30.07	45.88	57.74	74.17	87.38	101.38	135.18
9.5	27.51	41.52	52.00	66.48	78.10	90.40	120.37
10.0	24.49	36.58	45.59	58.04	68.01	78.57	104.41
10.5	21.54	31.79	39.43	49.99	58.44	67.38	89.31
11.0	18.84	27.44	33.86	42.71	49.80	5.30	75.71
11.5	16.33	23.43	28.73	36.04	41.90	48.10	63.29
12.0	14.16	19.95	24.26	30.22	35.00	40.06	52.45
12.5	12.39	17.10	20.61	25.46	29.34	33.44	43.52
13.0	11.04	14.94	17.85	21.86	25.07	28.47	36.82
13.5	9.90	13.12	15.52	18.83	21.49	24.30	31.18
14.0	8.92	11.55	13.51	16.22	18.39	20.68	26.31
14.5	8.11	10.24	11.83	14.03	15.78	17.64	22.20
15.0	7.50	9.27	10.58	12.41	13.87	15.41	19.20
15.5	6.98	8.45	9.54	11.04	12.25	13.53	16.66
16.0	6.54	7.73	8.62	9.85	10.83	11.88	14.43
16.5	6.16	7.13	7.84	8.84	9.63	10.47	12.53
17.0	5.91	6.72	7.32	8.15	8.82	9.53	11.26
17.5	5.69	6.37	6.87	7.56	8.12	8.71	10.15
18.0	5.48	6.02	6.42	6.98	7.42	7.89	9.05
18.5	5.23	5.60	5.87	6.23	6.52	6.82	7.61
19.0	5.13	5.44	5.66	5.97	6.21	6.47	7.13
19.5	5.03	5.29	5.48	5.73	5.93	6.14	6.69
20.0	4.94	5.14	5.29	5.49	5.65	5.82	6.25
20.5	4.81	4.93	5.03	5.15	5.25	5.35	5.62
21.0	4.77	4.88	4.96	5.06	5.14	5.23	5.46
21.5	4.73	4.82	4.89	4.97	5.04	5.11	5.30
22.0	4.70	4.77	4.82	4.88	4.94	4.99	5.14
22.5	4.64	4.67	4.70	4.73	4.75	4.78	4.85
23.0	4.63	4.65	4.67	4.70	4.72	4.75	4.81
23.5	4.61	4.64	4.65	4.68	4.69	4.71	4.76
24.0	4.60	4.6	4.63	4.65	4.66	4.67	4.71
24.5	4.57	4.57	4.57	4.57	4.57	4.57	4.57



Şekil 5.6. Kesit 1'e Ait Yağış Alanı Tekerrürlü Taşkın Hidrografi [26]



Şekil 5.7. Kesit 2'ye Ait Yağış Alanı Tekerrürlü Taşkın Hidrografı [26]

5.3. Ilica Deresi Sosyal, Kültürel ve Ekonomik Durum

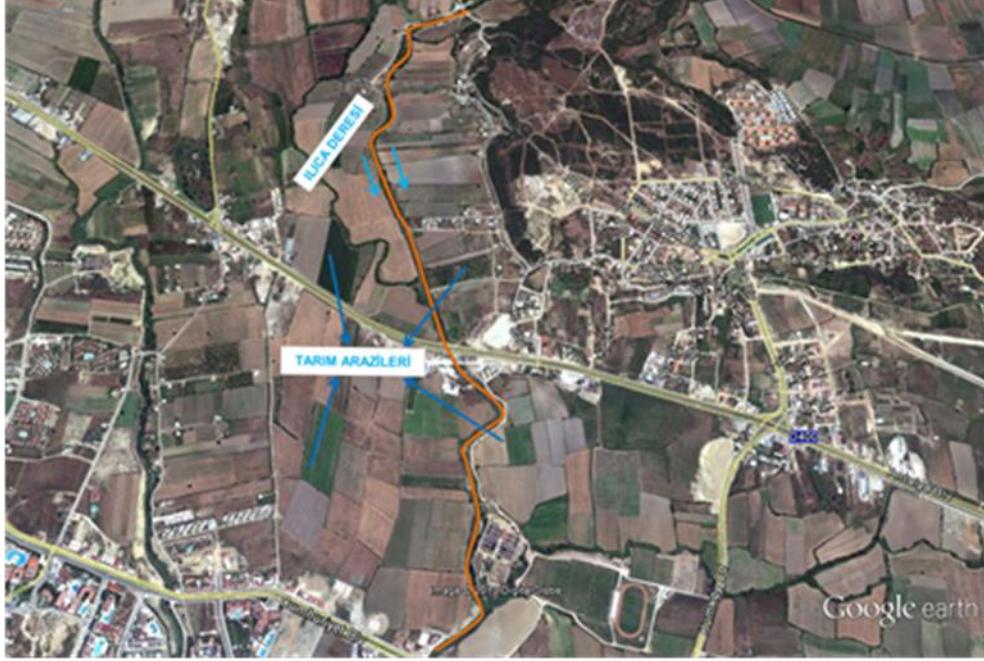
Ilica deresinin bağlı olduğu beldenin toprakları oldukça verimli olup susam, buğday, darı, yulaf ve pamuk üretimi en önemli tarımsal faaliyetlerdendir. Belde halkının kelpamuk (kelpamik) olarak isimlendirdiği pamuk üretimi beldeye özgü bir hal almıştır. 1940'lı yıllarda çevre köylerin geçim kaynağı olan pamuk toplama işi 1950'lerde başlayan gelişme süreciyle yerini Akale Pamuğu'na bırakır. Büyük Ilica Ovası'nda yetiştirilen pamuk susamın yerini alır. Tarımdaki bu hızlı gelişme 80'lerdeki yeni liberal politikaların uygulanmasıyla kendine yeni bir yön bulur ve Belde'nin gelecekteki yapısını şekillendirecek ilk adımlar atılarak turizm yatırımları başlar. İlk otel 1987'de Kumköy'de açılır. Ilica belde olduğunda 3.200 olan belde nüfusu bugün itibari ile 20.000'in üzerindedir. Sahil şeridinde şimdilerde 40'a yakın irili ufaklı turistik otel bulunan, 20.000 yatak kapasiteli Ilica Beldesi turizm açısından önemli açılımlar gerçekleştirmiştir.

5.4. Ilica Deresi Mevcut Durum

“Manavgat Ilica Deresi”nin üzerinde çalışılması planlanan 4.39 km'lik kesimi Antalya ili Serik ve Manavgat İlçeleri sınırları içerisinde ve Ilica ve Evrenseki Beldelerinin arasında sınır teşkil etmektedir. Membada Evrenseki Belediyesi'nin kuşbakışı yaklaşık 700 m güneybatısında Tahtacılar Mahallesi mevki ile mansapta D400 karayolunun 2 km. güneyinde Kumköy Mahallesi mevkiinde denizle bağlandığı yer arasında kalmaktadır. Ilica Deresi'nin proje güzergâhı üzerinde yapılan gözlemler neticesinde edinilen bilgiler membadan başlayarak mansaba doğru sırasıyla ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

Tahtacılar Mahallesi'nden Cumhuriyet Bulvarı'na kadar sağ ve sol sahilde tarım arazileri bulunmakta olup hava fotoğrafı üzerinde Şekil 5.8'de gösterilmiştir. Yapılan araştırmalar neticesinde Ilica Deresi'nin D400 Karayolu kesitinde sağ ve sol sahilde bulunan tarım arazilerinin bazı dönemlerdeki yağışlarda taşkın altında kaldığı belirlenmiştir. Antalya-Alanya Karayolu membasında yüksek olan Ilica Deresi eğimi mansap kesiminde düşmektedir. Buna bağlı olarak akışın mansapta hızının azalması ve mansap şartlarındaki olumsuzluklar nedeniyle memba kesiminde su yüksekliklerinin artarak yataktan çıktığı düşünülmektedir. Buna ek olarak memba kesimindeki yatak düzensizliği, bitkileşme ve ağaçlanma da taşkın problemlerini

doğurmaktadır. Aşağıda Şekil 5.9’da gösterildiği üzere Ilıca Deresi yatağında ve şevlerinde bitkileşme nedeniyle yatak kapasitesinin azaldığı gözlemlenmiştir.



Şekil 5.8. Ilıca Deresi Güzergahındaki Tarım Arazileri



Şekil 5.9. Ilıca Deresi D400 karayolu kesiti tarım arazileri

Ilıca Deresi'nin D400 Karayolu (Km 2+522.24) ile Turizm Caddesi (Km 1+147.39) arasındaki kesiminde de yatak düzensizliği ve hidrolik kesitin değişken olduğu gözlemlenmiştir. 2013 yılı Ocak ayı içerisinde oluşan taşkında sular yatağından çıkarak sağ sahil tarafına doğru yayılmış ve Turizm Caddesinin kuzey batısında yer alan Hitit Tatil sitesinde 1 m'ye kadar varan su yüksekliklerine sebep olmuştur. Aynı şekilde Turizm Caddesi'de sular altında kalmıştır. Ilıca Deresinin mansap hidrolik şartlarının

bu taşkına sebebiyet verdiği ancak kesit düzensizliklerinin de taşkın zararlarını artırdığı görüşüne varılmıştır. Ilıca Deresi güzergâhında Turizm Caddesi mansabında Km 0+000 ile Km 1+147 arasında turistik tesisler mevcuttur. Daha önce DSİ tarafından yapılmış değerlendirmeler, yöre halkından alınan bilgiler ve arazide yapılan gözlemler neticesinde Ilıca Deresi üzerinde en problemlı güzergâhın bu kesim olduğu tespit edilmiştir. Bu kesimde hemen her yıl taşkın problemlerinin olduğu bilgisi alınmıştır. Özellikle son yıllarda artan otel yapımı ile birlikte yatak güzergâhının değiştirilmesi, kamulaştırma problemleri, sanat yapıları ve hidrolik kesit yetersizliği ve hatalı yapılaşma en önemli taşkın nedenleridir. Bu kesimin mevcut hali hava fotoğrafı üzerinde Şekil 5.10'da verilmiştir.



Şekil 5.10. Ilıca Deresi Turizm Caddesi ve Mansabı

Ilıca Deresi'nin mansapta eğiminin çok düşük olması nedeniyle akış hızı neredeyse gözle görülemeyecek düzeydedir. Buna bağlı olarak dere zemini ile şevlerde oluşan bitkileşme çok hızlı olmaktadır. Şekil 5.11.'de görüleceği üzere sağ ve sol sahilde yoğun bir bitki örtüsü bulunmaktadır.



Şekil 5.11. Ilıca deresi mansabında oluşan bitki yoğunluğu

Turizm Caddesi'nin hemen mansabındaki köprünün ve dere yatağının güzergâhı (Km: 1+147) Şekil 5.10 ve 5.12'de gösterildiği üzere hatalıdır. Bu köprünün mansap kısmında akış sola doğru keskin bir karp yaparak (yaklaşık 90°) akışına devam etmektedir. Ilıca Deresi'nin bu kesimin mansabındaki arazinin kamulaştırma problemi nedeni ile o yönde akışının düzenlenemediği öğrenilmiştir. Ancak bu durum taşkın anında büyük problem doğurmaktadır. Mansaptaki bu olumsuzluk membasındaki köprü geçişini ve membadaki akım koşullarını bozmakta ve taşkına sebebiyet vermektedir. Buna ek olarak akış sağ sahilinde oyulmalar olmuş ve hidrolik kesit bozulmuştur.

Ocak 2013 tarihinde gelen feyzan debisi bu kurba çarparak yatağından çıkmıştır ve civardaki yerleşimlere zarar vermiştir. Bunun yanı sıra yine oteller bölgesinde bulunan, Turizm Caddesi'nin mansabında Km 0+768'de yeralan ve kesiti yetersiz olan köprü aynı tarihli feyzan debisini geçirememiş ve üzerinden aşan sular hem köprünün çökmesine neden olmuş, hem de dere yatağındaki otellerin bodrum katlarına dolarak tahribata neden olmuştur. Şekil 5.6'da Turizm Caddesi üzerinde yanlış konumlandırılmış köprü ile bu köprünün hemen mansabında tahribata uğramış köprü ve taşkın neticesinde zarara uğrayan turistik tesislerin konumları gösterilmiştir.



Şekil 5.12. Ilıca Deresi Km 1+147’de Yer Alan Köprü

Ilıca Deresi’nin Cumhuriyet Bulvarı’ndan denize döküldüğü sahil şeridi arasında akış yönüne göre sağ sahilde Km 0+250’de yan dere olduğu ancak bu derenin üzerinin yanlış yapılaşma sonucunda kapandığı yukarıda Şekil 5.10’da gösterilmiştir. Taşkın anında yüzey suları tesis içerisinden geçerek Ilıca Deresi’ne deşarj olacak veya turistik tesis alanında depolanacaktır. Buna ek olarak yapılaşma sebebiyle akış katsayıları yükselmiş ve pik debiler eskiye oranla büyük miktarda artmıştır. Arazi kullanımındaki bu değişim de taşkınlara sebebiyet vermektedir. Üzeri kapatılmış olan derenin Ilıca Deresine bağlandığı yerdeki menfez fotoğrafı Şekil 5.13’de gösterilmektedir.



Şekil 5.13. Km: 0+250’deki Üzeri Kapatılan Derenin Ilıca Deresine Mansaplandığı Yer

5.4.1. Ilıca Deresi Üzerindeki Mevcut Sanat Yapıları

Ilıca Deresi'nin ihale kapsamındaki 4.39 km'lik güzergâhı boyunca 6 adet köprü geçişi bulunmaktadır. Bu köprülerden en mabadakı km: 4+281.64'deki Evrenseki belde merkezinin güneyindedir ve Şekil 5.14'de gösterilmiştir. Mansaptaki köprülerden ilki km: 2+522.24'deki Antalya istikametindeki D400 karayolu üzerinde diğeri ise km: 2+504.88'deki Alanya istikametindeki D400 karayolun üzerindedir ve Şekil 5.15'de gösterilmiştir. Bu köprüler tek ayaklı ve iki açıklıklıdır. Bu köprülerin hemen mansabında ise km: 2+442.27'deki iki ayaklı üç açıklıklı eski bir köprü bulunmaktadır ve Şekil 5.16'da gösterilmiştir. Ilıca Deresi üzerindeki diğeri iki köprü ise turizm merkezlerine yakın konumdadır. Bu köprülerden ilki Turizm Caddesi (Cumhuriyet Bulvarı) üzerindeki km: 1+147.39'daki tek ayaklı iki açıklıklı köprüdür ve Şekil 5.17'de gösterilmiştir. Diğeri ise km: 0+768.86'daki mansaba yakın konumda bulunan ve tahribata uğramış durumda iki ayaklı üç açıklıklı köprü olup Şekil 5.18'de gösterilmiştir. Söz konusu sanat yapılarına ait karakteristik bilgiler aşağıda Tablo 5.11 ve 5.12'de verilmiş olup sanat yapılarının lokasyonları uydu görüntüsü üzerinde aşağıda Şekil 5.19'da gösterilmiştir.



Şekil 5.14. Ilıca Deresi Km: 4+281.64'deki Sanat Yapısı



Şekil 5.15. Ilıca Deresi Km: 2+522.24'deki Sanat Yapısı



Şekil 5.16. Ilıca Deresi Km: 2+442.27'deki Sanat Yapısı



Şekil 5.17. Ilıca Deresi Km: 1+147.39'daki Sanat Yapısı



Şekil 5.18. Ilıca Deresi Km: 0+768.86'daki Sanat Yapısı

Tablo 5.11. Ilıca Deresi Üzerindeki Sanat Yapılarına Ait Karakteristik Bilgiler

Sanat Yapısı Kesiti	Tipi	Toplam Genişlik (m)	Yükseklik (m)
4+281.64	Tek Ayaklı İki Açıklıklı Köprü	20.20	4.70
2+522.24 (Memba)	Tek Ayaklı İki Açıklıklı Köprü	40.70	6.20
2+504.88 (Mansap)	Tek Ayaklı İki Açıklıklı Köprü	43.60	6.50
2+442.27	İki Ayaklı Üç Açıklıklı Köprü	33.95	4.65
1+147.39 (Turizm Cad.)	Tek Ayaklı İki Açıklıklı Köprü	17.95	3.60
0+768.86	İki Ayaklı Üç Açıklıklı Köprü	18.50	3.40

Tablo 5.12. Ilıca Deresi Üzerindeki Sanat Yapılarına Ait Karakteristik Bilgiler

Sanat Yapısı Kesiti	Kiriş Kalınlığı (m)	Talvegden Yükseklik (m)	Ayak Kalınlığı (m)
4+281.64	0.65	4.70	0.40
2+522.24 (Memba)	1.35	6.20	1.00
2+504.88 (Mansap)	1.35	6.50	1.00
2+442.27	0.80	4.65	0.30
1+147.39 (Turizm Cad.)	1.00	3.60	0.55
0+768.86	0.80	3.40	0.50



Şekil 5.19. Ilıca Deresi Üzerindeki Sanat Yapılarının Uydu Görüntüsü

5.5. İlıca Deresi Mevcut Durumun HEC-RAS programında incelenmesi

İlıca Deresinin mevcut durum hidrolik analizleri durağan (steady) HEC-RAS modeli (Versiyon 4.1.0) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. HEC-RAS modeli kullanılarak Tablo 5.13'deki değişik frekanslardaki akımlar için su yzu kotları hesaplanmış ve su yzu profilleri oluşturulmuştur. Daha sonra, hesaplanan su yzu kotları ve Şekil 5.20'de gösterilen u boyutlu arazi yükseklik modeli kullanılarak Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında 10 yıl, 50 yıl, 100 yıl ve 500 yıllık debiler için taşkın risk haritası oluşturulmuştur.

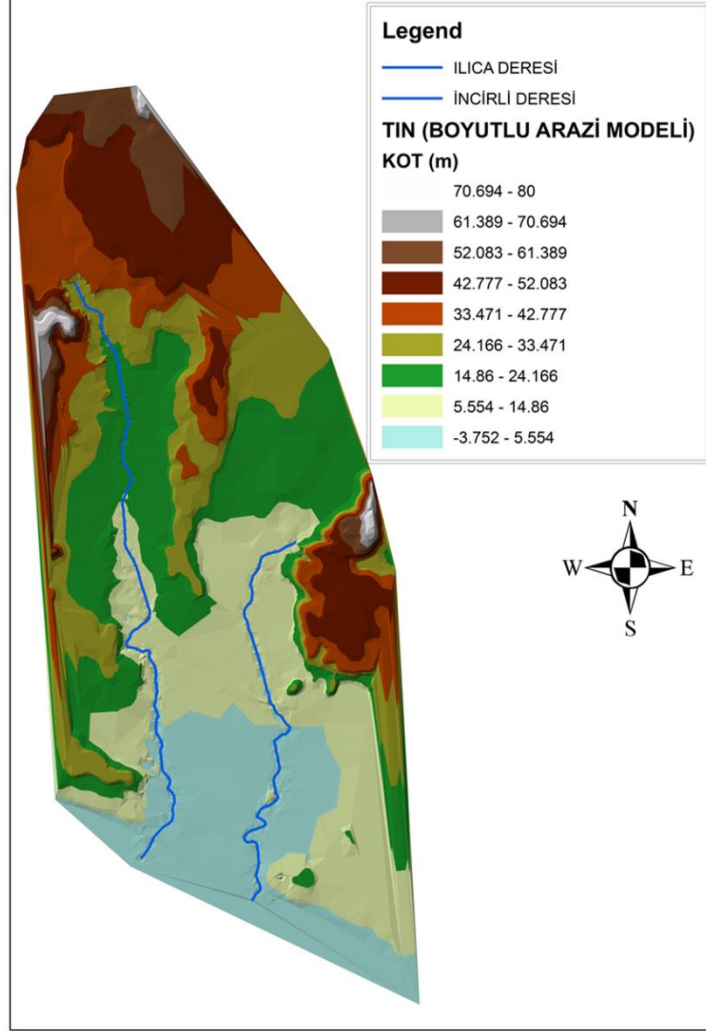
Tablo 5.13. İlıca Deresi HEC-RAS Programında Kullanılan Debiler [26]

Dere Gzergāhı	Kesit (km)	DEBİLER (m ³ /s)					
		Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
İlıca Deresi Gzergāhı (4.39 km)	4+385.78	64	84	113	138	164	221
	2+498.00	69	91	121	147	175	235
	1+166.96	77	100	133	160	190	254
	0+000.00	77	100	133	160	190	254

Bu alışma kapsamında kullanılan HEC-RAS model girdileri aşağıda özetlenmiştir;

- Araziye Dere kesitine dik alınan enkesitler,
- Araziye köprü yerlerinde alınan enkesitler ile köprü genişlikleri, köprü ayak genişlikleri, kiriş alt kotu, yol kotu vb. bilgiler,
- Araziye sanat yapıları yerlerinde alınan enkesitler ile yapı boyutları, malzeme cinsi, yol st kotu, yol kotu vb. gibi bilgiler,
- Harita alışmaları sırasında alınan XYZ noktaları kullanılarak CBS ortamında üretilen gen Modelden (Şekil 5.20) belirli mesafelerde çıkartılan enkesitler,
- Gazipaşa İlıca Deresi boyunca hesaplanan Q₅, Q₁₀, Q₂₅, Q₅₀, Q₁₀₀ ve Q₅₀₀ taşkın debileri,
- Nehir şev ilerinde, yatakta ve taşkın alanlarındaki Manning pürüzlülük katsayıları belirlenirken Bölüm 3.2.1'deki DSİ formatıyla yenilenen Cowan metodundaki kriterler göz önüne alınarak bulunmuş olup; dere gzergāhında yatak pürüzlülük değeri sol ve sağ şevler arasında 0.035; tarım arazilerinde 0.065, ağaçlık alanlarda 0.070 ve yerleşim yerlerinde 0.080 olarak alınmıştır.
- Mansap hidrolik sınır şartı yatak eğimi olan 0.0026 m/m olarak alınmıştır.

- Mevcut durum hidrolik modeli hazırlanırken, sanat yapılarının gözlerinin bitkileşmelerden temizlendiği, rusubattan arındırıldığı varsayılmıştır.



Şekil 5.20. Ilıca Deresi Güzergâhı Boyunca CBS Ortamında Oluşturulan Arazi Yükseklik Modeli Görünümü

5.5.1. Ilıca Deresi Mevcut Durumun Su Yüzü Profillerinin İncelenmesi

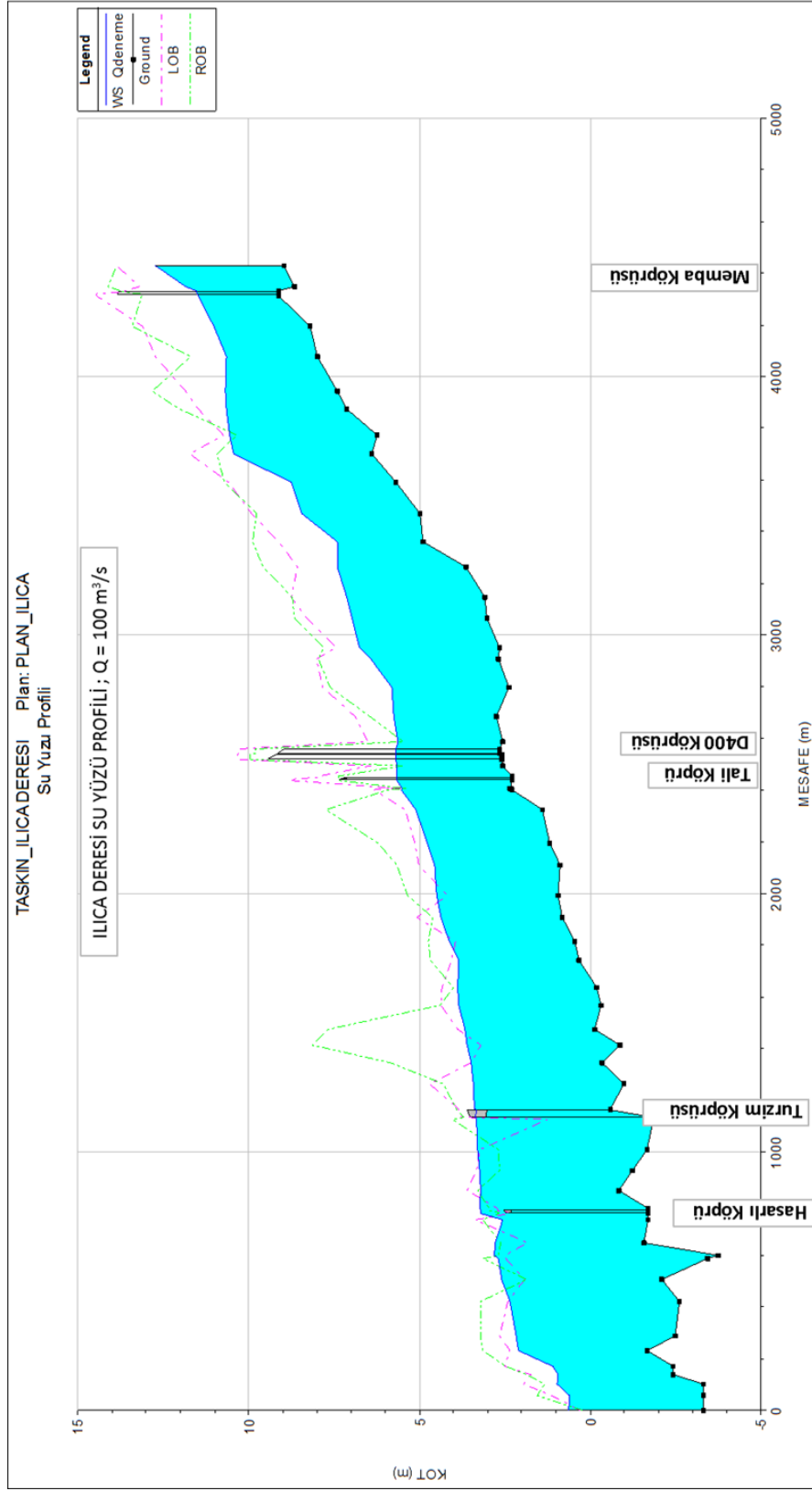
Ilıca Deresi'nin mevcut kapasitesini tespit etmek ve taşkınlar için mevcut durumu modellemek amacıyla HEC-RAS Geometric Data/Cross Section alanına; derenin menderes yaptığı kesimlerde, kritik olan yerlerde, sanat yapılarının memba ve mansaplarında 20 m ve 50 m'yi geçmeyecek şekilde, nehrin kesitinin değişmediği ve güzergâhın düz olduğu kısımlarda ise 100 m'yi geçmeyecek şekilde enine kesitler alınarak hazırlanmıştır. Modellenen 4.39 km uzunluğundaki dere boyunca HEC-RAS modelinde 63 adet kesit kullanılmıştır. Dere güzergâhı boyunca dere kesitini temsil

edebilecek belirli bir eğim takip eden kesimlerin karakteristikleri bulunmuş ve Manning formülüne göre de kapasiteleri hesaplanmıştır. Tablo 5.14’de ayrıntılı şekilde verilmiştir.

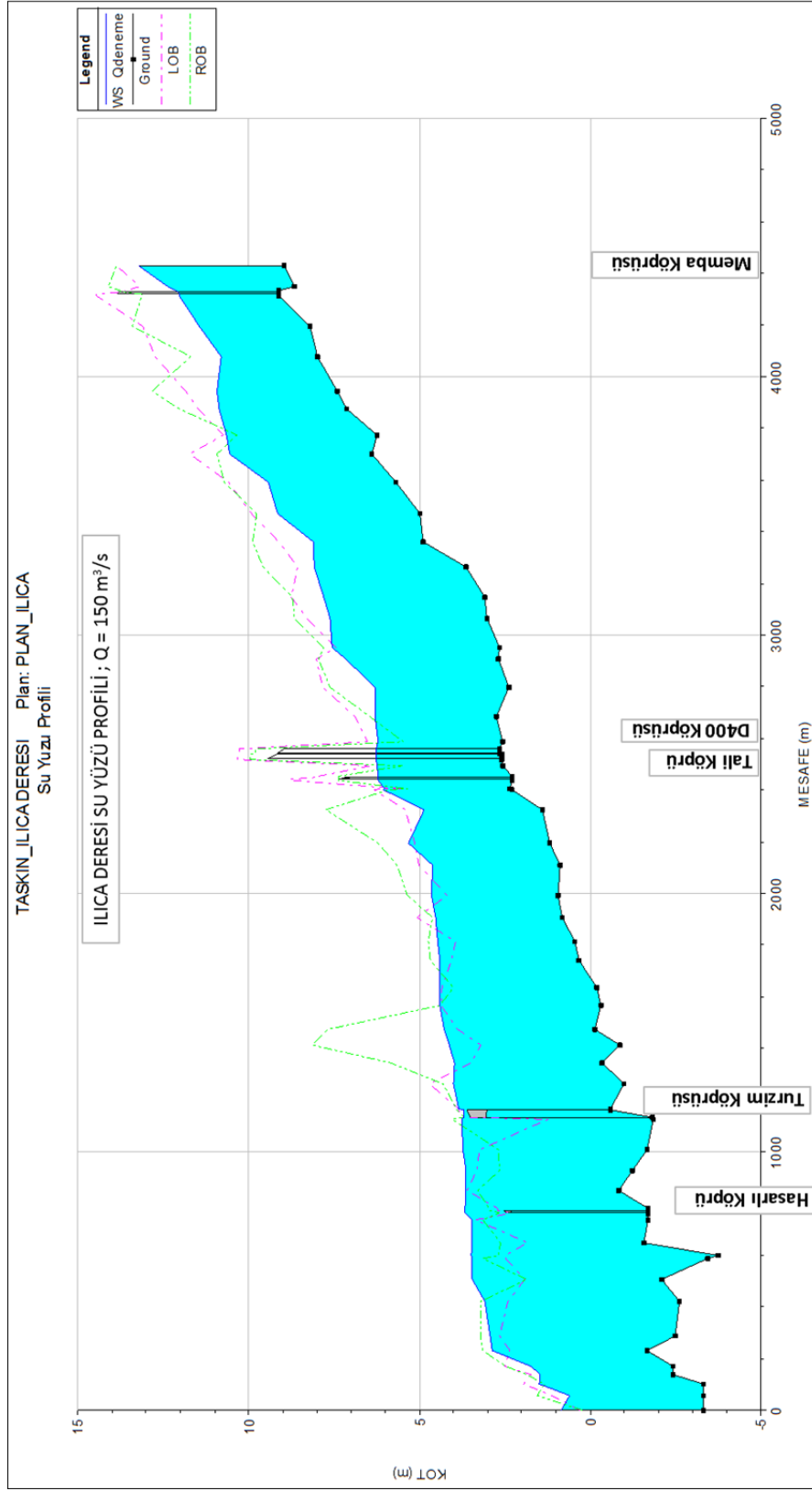
Tablo 5.14. Ilıca Deresi Manning Formülüne Göre Mevcut Kesit Karakteristikleri [26]

Mansap km	Membra km	Ortalama Kesit Üst Genişliği	Ortalama Kesit Yüksekliği	Eğim	Kapasite	Kesit Şekli
		(m)	(m)	(m/m)	(m ³ /s)	
4+385	2+544	19- 30	3.40–4.80	0.0041	180-200	Doğal Kesit
4+281.64		Köprü				
2+544	0+000	18-29	3.00–4.60	0.0023	75-120	Doğal Kesit
2+522.24		D400 Memba Köprü				
2+504.88		D400 Mansap Köprü				
2+442.27		Tali Köprü				
1+447.39		Turizm Caddesi Üzerindeki Köprü				
0+768.86		Hasarlı Köprü				

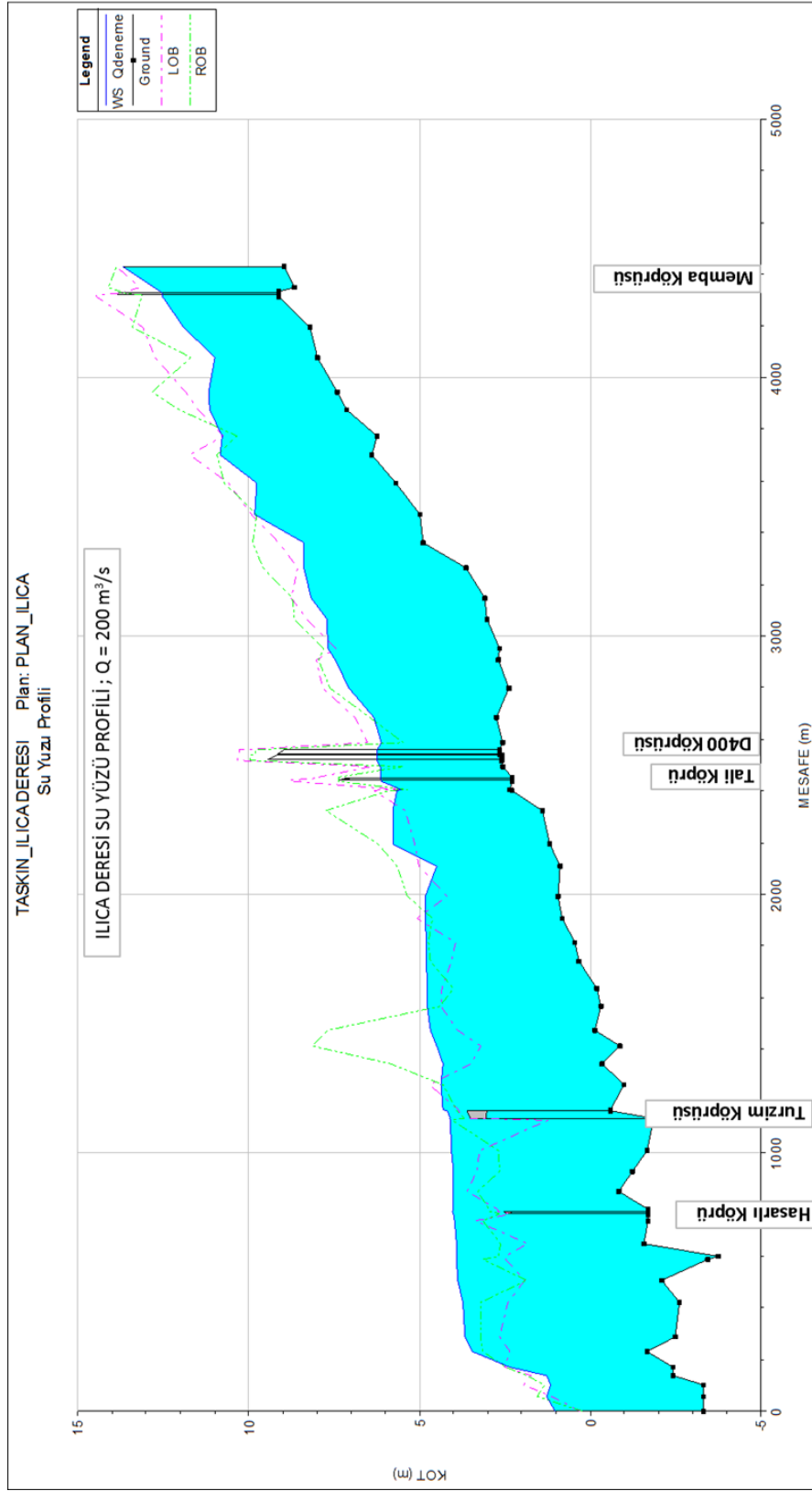
Ilıca Deresi’nde kesitler arasındaki kapasitenin hesaplanmasına ek olarak mevcut dere yatağı kapasiteleri HEC-RAS modeli kullanılarak mevcut sanat yapıları da modele eklenerek hesaplanmıştır. Bu hususta membadan farklı debi girdileri ile boy kesitte su yüzü profilleri çıkarılmış ve yatak kapasitesi hakkında yorumlar yapılmıştır. Ilıca Deresi güzergâhında mansapta 500 yıllık pik debinin 254 m³/s olduğu da göz önüne alınarak HEC-RAS modeli sırasıyla 225 m³/s, 200 m³/s, 150 m³/s ve 100 m³/s taşkın debileri için çalıştırılmış ve su yüzü profilleri Şekil 5.21 – 5.22 – 5.23 ve 5.24’de verilmiştir.



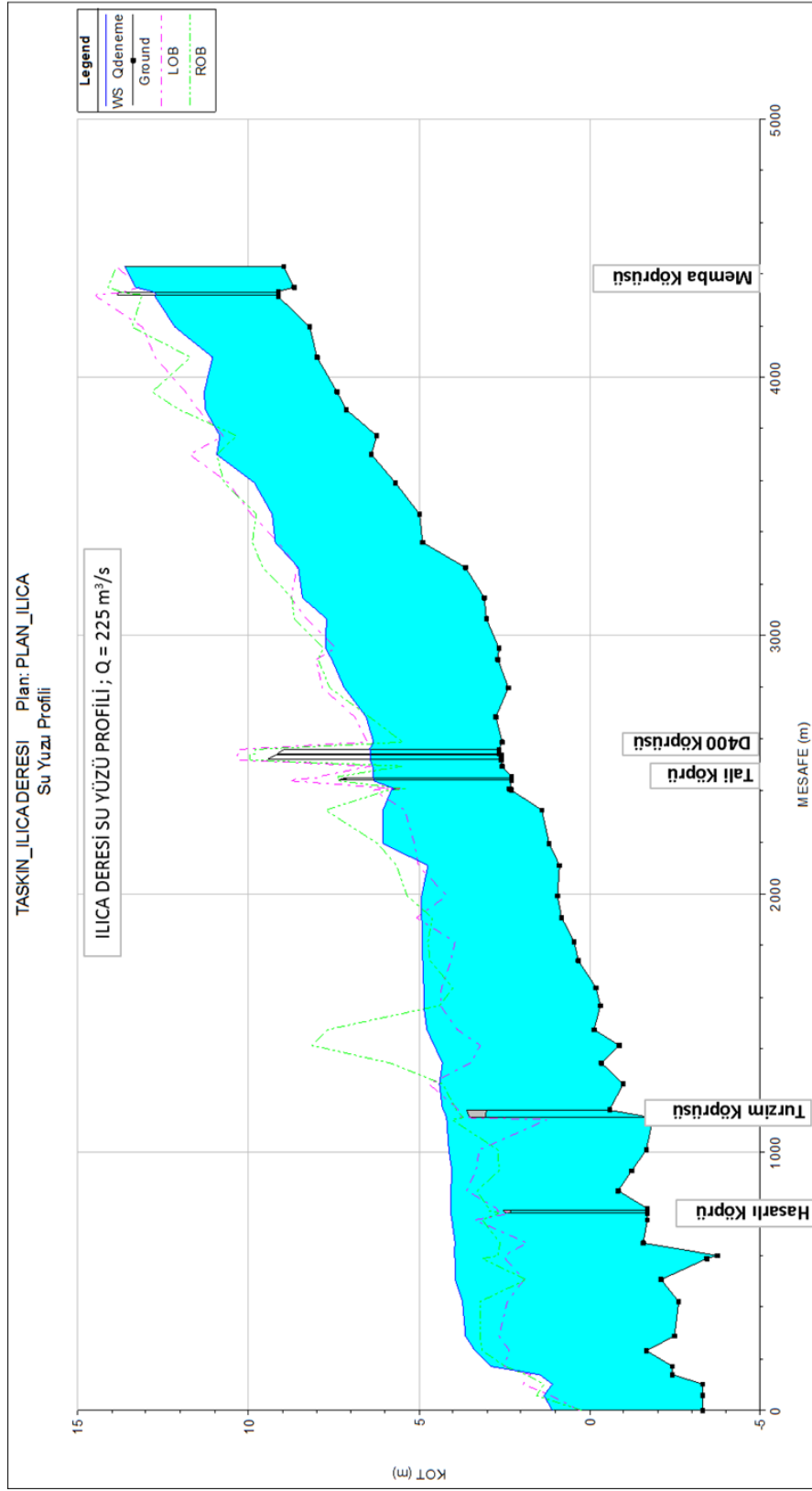
Şekil 5.21. Ilıca Deresi 100 m³/s Debi İçin Sanat Yapıları Dâhil Mevcut Durum Profili



Şekil 5.22. Ilıca Deresi 150 m³/s Debi İçin Sanat Yapıları Dâhil Mevcut Durum Profili



Şekil 5.23. Ilıca Deresi 200 m³/s Debi İçin Sanat Yapıları Dâhil Mevcut Durum Profili



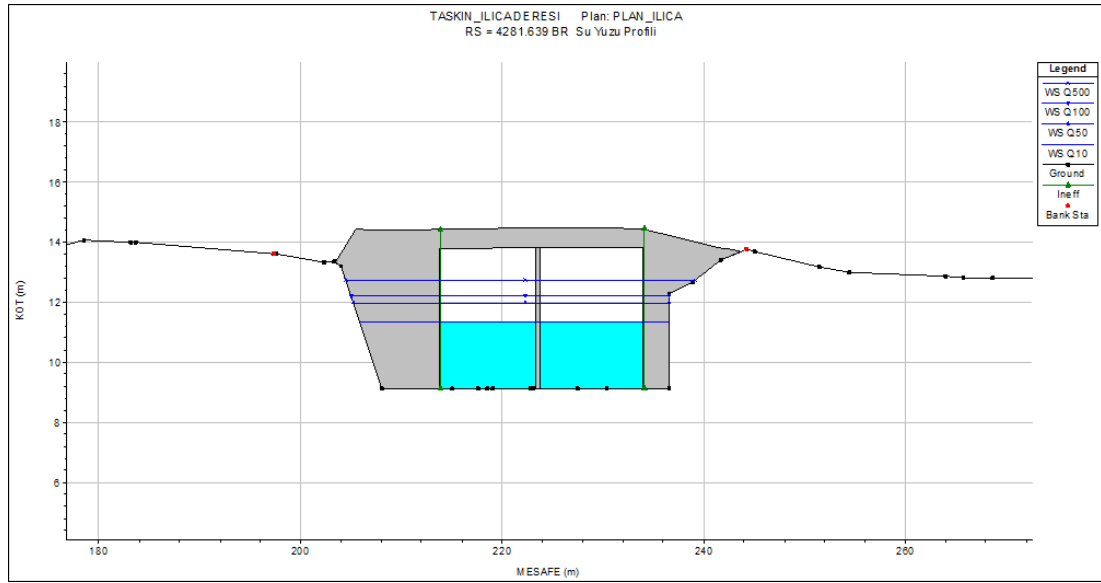
Şekil 5.24. Ilıca Deresi 225 m³/s Debi İçin Sanat Yapıları Dâhil Mevcut Durum Profili

5.5.2. İlica Deresi Mevcut Durumdaki Sanat Yapılarının Kapasite Hesabı

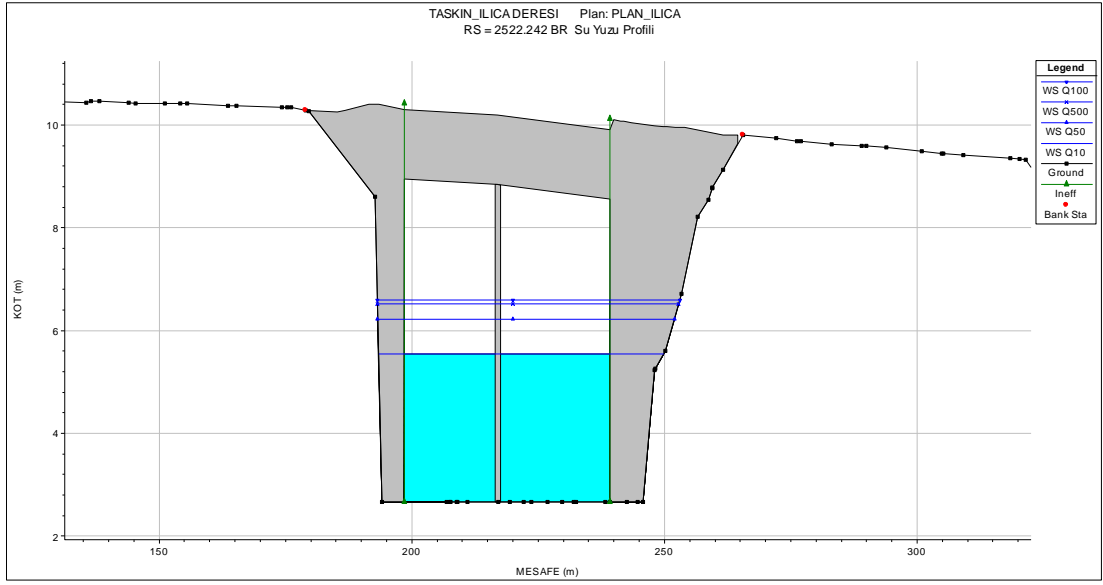
Manavgat İlica Deresi güzergâhında bulunan sanat yapıları için HEC-RAS modeli kullanılarak çözümlenmeler yapılmıştır. Her bir sanat yapısı için yapılan HEC-RAS çözümlerinin sonuç raporları aşağıda verilmiştir.

Sanat Yapısı 1 (Km: 4+281.64)

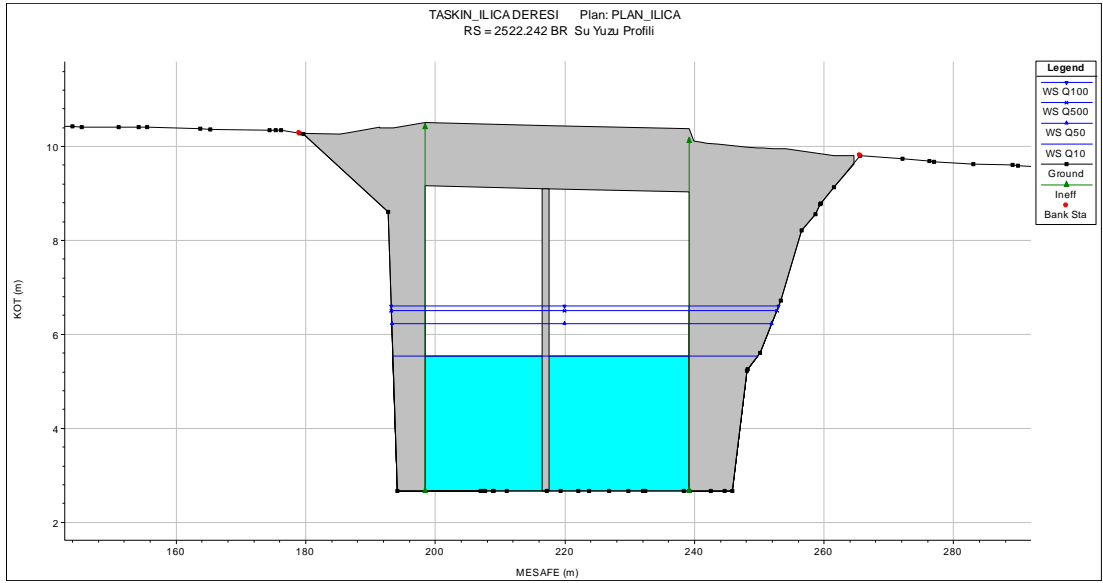
İlica Deresi üzerinde bulunan tek ayaklı, iki açıklıklı köprü km: 4+281.64'de konumlandırılmış olup görünümü Şekil 5.10'da verilmişti. Söz konusu sanat yapısı Q_{10} , Q_{50} , Q_{100} ve Q_{500} yenilemeli taşkın debilerinde HEC-RAS programında çalıştırıldığında oluşan su üst kotları Şekil 5.25 ve 5.26'de görülmektedir. Köprü kiriş kotları ve taşkın kotlarından da görülebileceği gibi su yüksekliği köprü'nün kiriş altı seviyesine erişmemekte olup köprü'nün kapasitesinin oldukça yeterli olduğu sonucuna varılabilmektedir.



Şekil 5.25. Km: 4+281.64 Kesitindeki Köprü'nün Mamba Görünümü



Şekil 5.27. Km: 2+522.24 (membra) Kesitindeki Köprünün Memba Görünümü

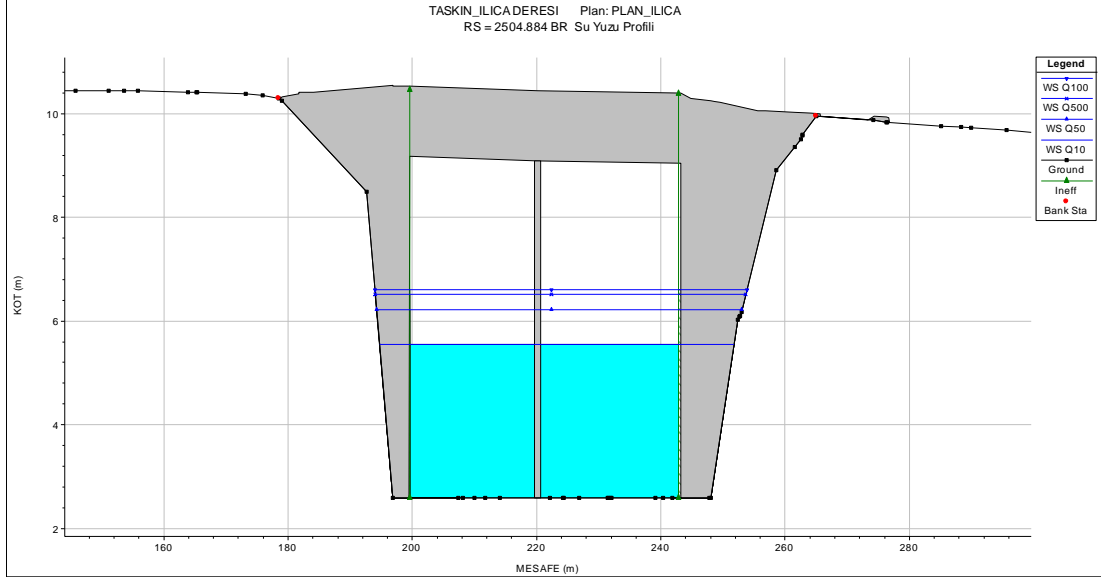


Şekil 5.28. Km: 2+522.24 (membra) Kesitindeki Köprünün Mansap Görünümü

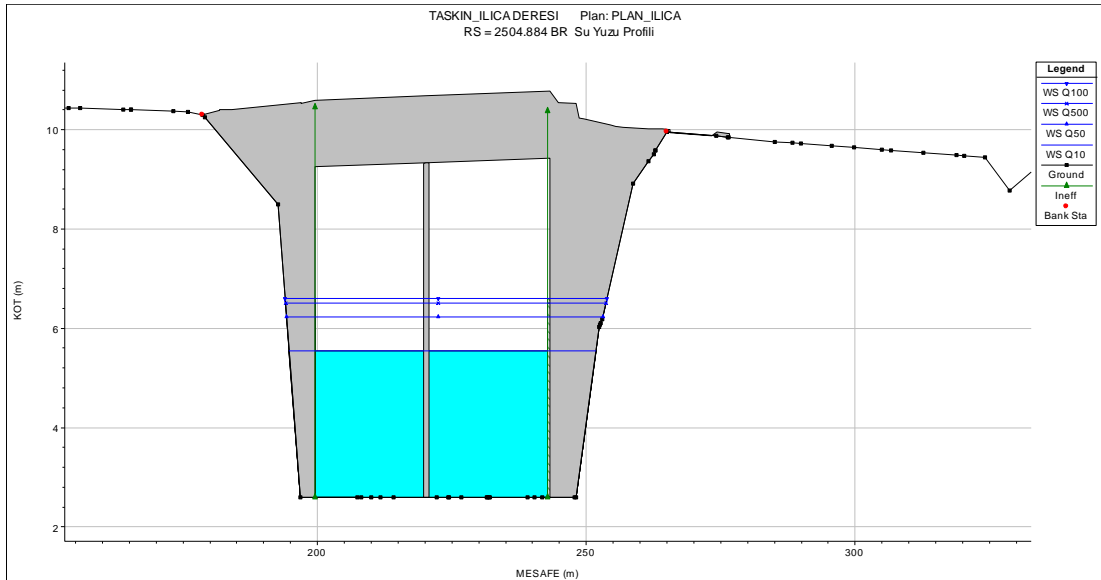
Sanat Yapısı 3 (Km: 2+504.88 Mansap)

Ilıca Deresi üzerinde bulunan tek ayaklı, iki açıklıklı köprü Km: 2+504.88'de mansap tarafında konumlandırılmış olup görünümü Şekil 5.11'de verilmişti. Söz konusu sanat yapısı Q₁₀, Q₅₀, Q₁₀₀ ve Q₅₀₀ yenilemeli taşkın debilerinde HEC-RAS programında çalıştırıldığında oluşan su üst kotları Şekil 5.29 ve 5.30'da görülmektedir. Köprü giriş kotları ve taşkın kotlarından da görülebileceği gibi su

yüksekliği köprünün giriş altı seviyesine erişmemekte olup köprünün kapasitesinin oldukça yeterli olduğu sonucuna varılabilmektedir.



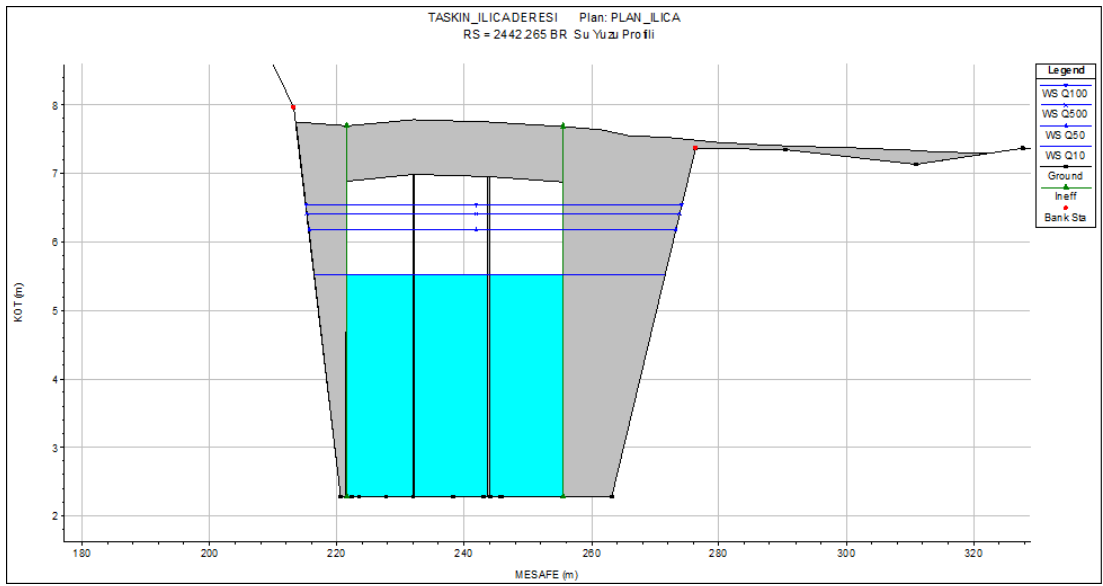
Şekil 5.29. Km: 2+504.88 (mansap) Kesitindeki Köprünün Memba Görünümü



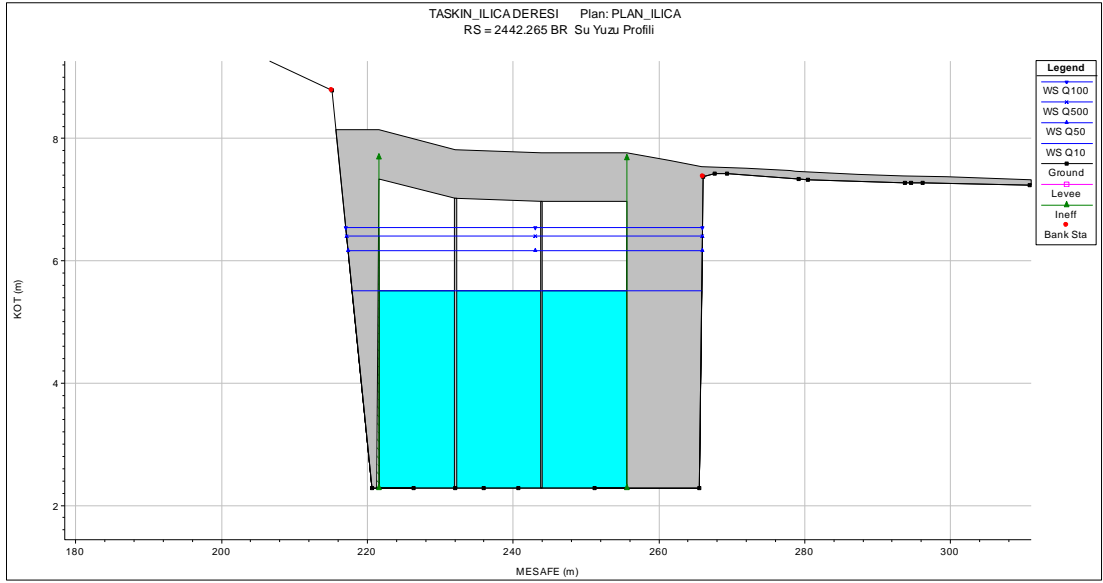
Şekil 5.30. Km: 2+504.88 (mansap) Kesitindeki Köprünün Mansap Görünümü

Sanat Yapısı 4 (Km: 2+442.27)

Ilıca Deresi üzerinde bulunan iki ayaklı, üç açıklıklı köprü Km:2+442.27'de konumlandırılmış olup görünümü Şekil 5.12'de verilmiştir. Söz konusu sanat yapısı Q_{10} , Q_{50} , Q_{100} ve Q_{500} yenilemeli taşkın debilerinde HEC-RAS programında çalıştırıldığında oluşan su üst kotları Şekil 5.31 ve 5.32'de görülmektedir. Köprü kiriş kotları ve taşkın kotlarından da görülebileceği gibi su yüksekliği köprünün kiriş altı seviyesine erişmemekte olup köprünün kapasitesinin oldukça yeterli olduğu sonucuna varılabilmektedir.

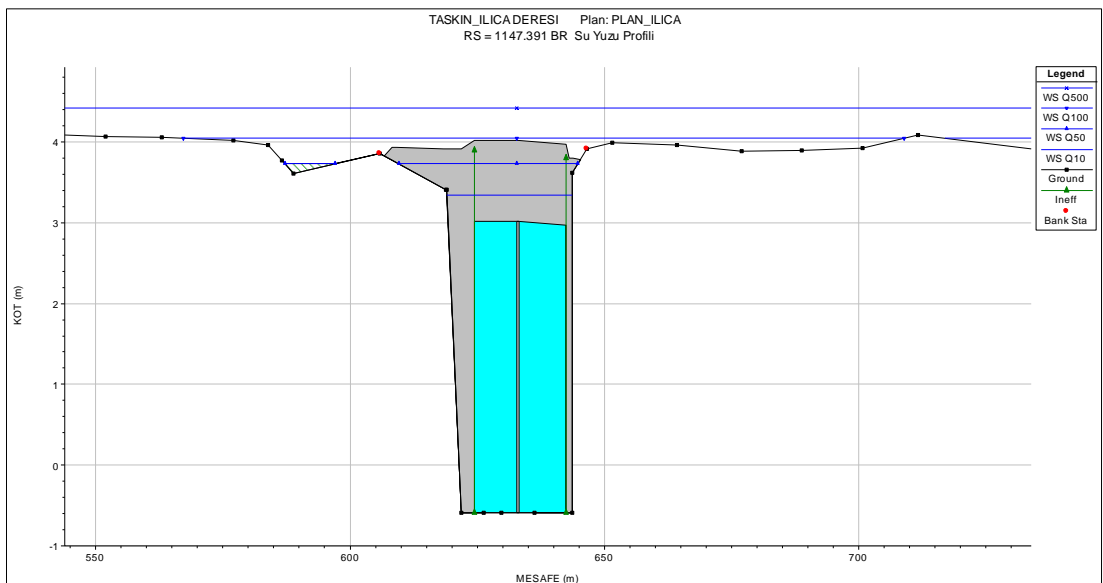


Şekil 5.31. Km: 2+442.27 Kesitindeki Köprünün Memba Görünümü

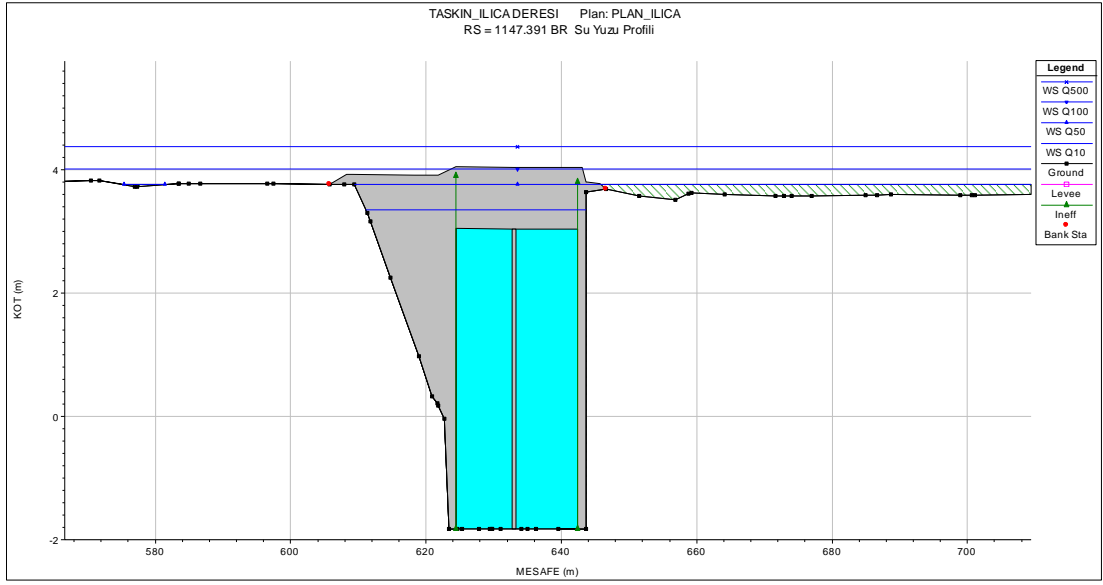


Şekil 5.32. 2+442.27 Kesitindeki Köprünün Mansap Görünümü

Sanat Yapısı 5 (Km: 1+147.39) Ilıca Deresi üzerinde bulunan tek ayaklı, iki açıklıklı köprü km: 1+147.39'da konumlandırılmış olup görünümü Şekil 5.13'de verilmiştir. Söz konusu sanat yapısı Q_{10} , Q_{50} , Q_{100} ve Q_{500} yenilemeli taşkın debilerinde HEC-RAS programında çalıştırıldığında oluşan su üst kotları Şekil 5.33 ve 5.34'da görülmektedir. Köprü giriş kotları ve taşkın kotlarından da görülebileceği gibi su yüksekliği, köprünün giriş altı seviyesine erişmekte olup köprü tabiyesini dahil aştığını, köprünün kapasitesinin yetersiz olduğu görülmektedir.



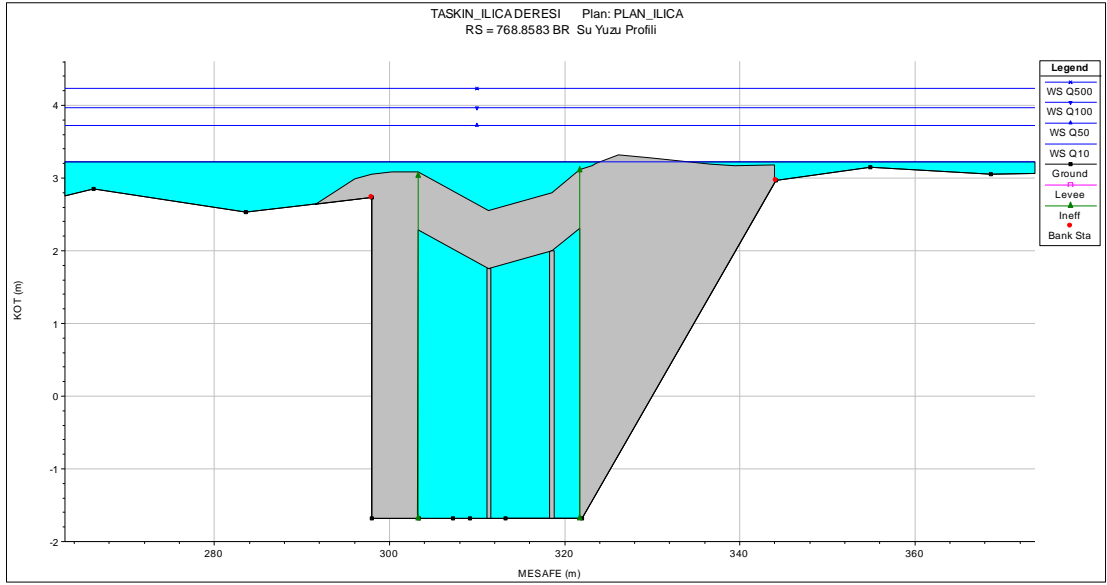
Şekil 5.33. Km: 1+147.39 Kesitindeki Köprünün Memba Görünümü



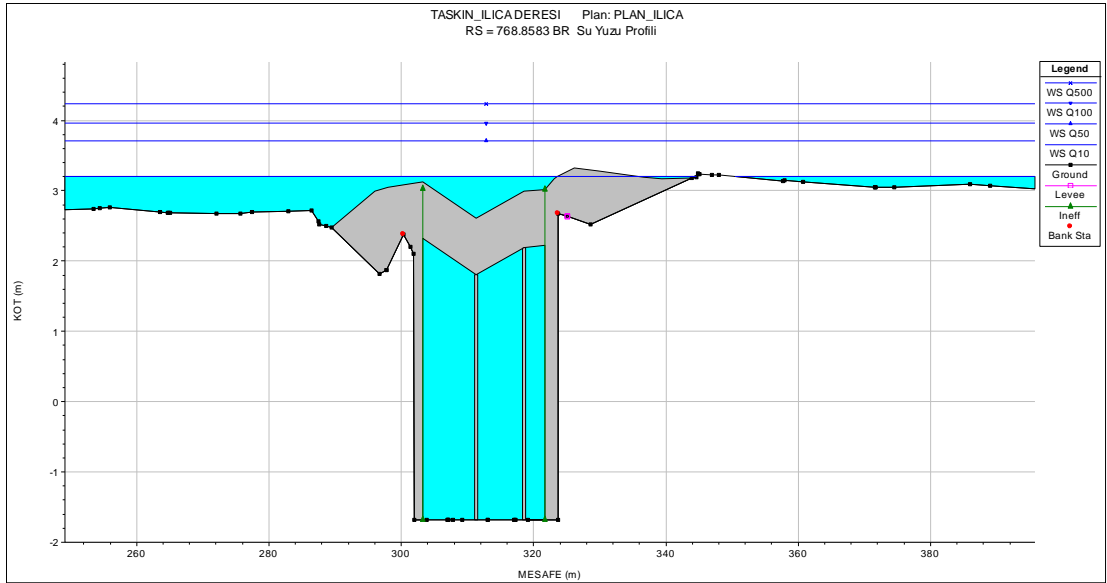
Şekil 5.34. Km: 1+147.39 Kesitindeki Köprü'nün Mansap Görünümü

Sanat Yapısı 6 (Km: 0+768.86)

Ilıca Deresi üzerinde bulunan iki ayaklı, üç açıklıklı köprü Km: 0+768.86'da konumlandırılmış olup görünümü Şekil 5.14'de verilmiştir. Söz konusu sanat yapısı Q_{10} , Q_{50} , Q_{100} ve Q_{500} yenilemeli taşkın debilerinde HEC-RAS programında çalıştırıldığında oluşan su üst kotları Şekil 5.35 ve 5.36'da görülmektedir. Köprü kiriş kotları ve taşkın kotlarından da görülebileceği gibi su yüksekliği, köprü'nün kiriş altı seviyesine erişmekte olup köprü tabliyesini dahil aştığını, köprü'nün kapasitesinin yetersiz olduğu görülmektedir.



Şekil 5.35. Km: 0+768.86 Kesitindeki Köprü'nün Memba Görünümü



Şekil 5.36. Km: 0+768.86 Kesitindeki Köprü'nün Mansap Görünümü

5.5.3. Ilıca Deresi Mevcut Durum Üzerinde Farklı Taşkın Debilerinde Oluşacak Su Yüzü Kotları ve Taşkın Alanlarının İncelenmesi

Farklı büyüklükteki debiler veya değişik frekanslardaki taşkınlar için taşkın risk haritalarının oluşturulması, mevcut durumdaki taşkın alanlarını görebilmek ve bunların afet yönetimi ve yerleşim yerlerindeki yapılaşma planlamasına entegre

edilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma kapsamında mevcut durumdaki taşkın üst kotları ve alanları bulunmuş aşağıda ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur.

Mevcut hidrolik model, Q_{10} , Q_{50} , Q_{100} , Q_{500} debileri için çalıştırılmış ve sonuçları bu çalışmada verilmiştir. Yukarıda belirtilen akım girdileri kullanılarak hesaplanan mevcut durum 10 yıl, 50 yıl, 100 yıl ve 500 yıl tekerrürlü taşkınlar için hidrolik sonuç tablosu Tablo 5.15'de, oluşturulan su yüzü profilleri Şekil 5.37 – 5.40'da ve mevcut durum hidrolik model sonuçlarının enkesitler üzerindeki gösterimi Şekil 5.41'den Şekil 5.53'e kadar olan çizimlerde gösterilmiştir. Ayrıca Ilıca Deresi güzergâhında mevcut hidrolik durum neticesinde oluşması muhtemel taşkınların etki sınırları ve çeşitli frekanslar için taşkın tehlike alanları EK-1'de verilmiştir.

Tablo 5.15. Ilıca Deresi Mevcut Durum Hidrolik Sonuç Tablosu

Başlangıça Mesafe (km)	Taşkın	Toplam Debi (m ³ /s)	Talveg Kotu (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Kritik Su Kotu (m)	Enerji Çizgisi Kotu (m)	Enerji Çizgisi Eğimi (m/m)	Hız (m/s)	Kesitteki Su Alanı (m ²)	Su Yüzü Genişliği (m)	Froude Sayısı	Su Derinliği (m)	Sol Şev Üst Kotu (m)	Sağ Şev Üst Kotu (m)
4+385.78	Q ₁₀	84	8.96	12.53		12.86	0.00380	2.54	33.06	164.16	0.58	3.57	13.88	13.86
	Q ₅₀	138	8.96	13.14	12.44	13.64	0.00482	3.13	44.02	201.19	0.67	4.18	13.88	13.86
	Q ₁₀₀	164	8.96	13.36	12.72	13.93	0.00518	3.35	51.96	238.16	0.70	4.40	13.88	13.86
	Q ₅₀₀	221	8.96	13.71	13.36	14.43	0.00611	3.82	74.30	339.88	0.77	4.75	13.88	13.86
4+306.84	Q ₁₀	84	8.66	11.66	11.66	12.33	0.01228	3.64	23.07	17.50	1.01	3	13.20	14.11
	Q ₅₀	138	8.66	12.25	12.25	13.05	0.01139	3.96	34.88	22.22	1.01	3.59	13.20	14.11
	Q ₁₀₀	164	8.66	12.48	12.48	13.33	0.01108	4.08	40.23	24.05	1.01	3.82	13.20	14.11
	Q ₅₀₀	221	8.66	13.07	13.07	13.86	0.00850	3.95	59.80	71.96	0.91	4.41	13.20	14.11
4+287.68	Q ₁₀	84	9.13	11.34	10.33	11.52	0.00148	1.87	44.98	30.69	0.40	2.21	13.61	13.75
	Q ₅₀	138	9.13	11.99	10.81	12.27	0.00171	2.38	58.04	31.33	0.45	2.86	13.61	13.75
	Q ₁₀₀	164	9.13	12.25	11.01	12.59	0.00179	2.58	63.46	31.60	0.47	3.12	13.61	13.75
	Q ₅₀₀	221	9.13	12.78	11.42	13.23	0.00194	2.98	74.14	37.26	0.50	3.65	13.61	13.75
4+269.56	Q ₁₀	84	9.13	11.29	10.33	11.48	0.00157	1.89	44.33	28.41	0.41	2.16	14.46	13.14
	Q ₅₀	138	9.13	11.92	10.80	12.22	0.00182	2.41	57.16	28.42	0.46	2.79	14.46	13.14
	Q ₁₀₀	164	9.13	12.18	11.00	12.53	0.00191	2.63	62.46	28.42	0.48	3.05	14.46	13.14
	Q ₅₀₀	221	9.13	12.69	11.41	13.16	0.00208	3.03	72.88	28.42	0.51	3.56	14.46	13.14
4+153.07	Q ₁₀	84	8.21	10.87	10.27	11.19	0.00392	2.49	33.72	19.48	0.60	2.66	13.11	13.42
	Q ₅₀	138	8.21	11.34	10.86	11.86	0.00529	3.18	43.42	21.74	0.72	3.13	13.11	13.42
	Q ₁₀₀	164	8.21	11.57	11.10	12.15	0.00555	3.39	48.44	22.82	0.74	3.36	13.11	13.42
	Q ₅₀₀	221	8.21	12.12	11.57	12.77	0.00519	3.57	61.84	25.49	0.73	3.91	13.11	13.42
4+032.90	Q ₁₀	84	7.98	10.59	9.73	10.80	0.00232	2.02	41.64	22.50	0.47	2.61	12.74	11.68
	Q ₅₀	138	7.98	10.78	10.26	11.24	0.00475	3.01	45.92	23.27	0.68	2.80	12.74	11.68
	Q ₁₀₀	164	7.98	10.87	10.48	11.46	0.00591	3.42	48.02	23.64	0.77	2.89	12.74	11.68
	Q ₅₀₀	221	7.98	11.03	10.92	11.95	0.00864	4.26	51.85	24.30	0.93	3.05	12.74	11.68
3+899.27	Q ₁₀	84	7.41	10.62	8.77	10.66	0.00033	0.84	100.23	179.86	0.18	3.21	11.86	12.82
	Q ₅₀	138	7.41	10.86	9.16	10.94	0.00064	1.23	112.03	193.33	0.26	3.45	11.86	12.82
	Q ₁₀₀	164	7.41	10.99	9.32	11.09	0.00078	1.38	118.50	197.20	0.29	3.58	11.86	12.82
	Q ₅₀₀	221	7.41	11.28	9.63	11.42	0.00102	1.66	133.34	205.74	0.33	3.87	11.86	12.82
3+830.59	Q ₁₀	84	7.14	10.59	8.52	10.63	0.00033	0.96	132.49	164.02	0.19	3.45	11.47	12.02
	Q ₅₀	138	7.14	10.82	8.92	10.90	0.00062	1.32	172.12	177.50	0.26	3.68	11.47	12.02
	Q ₁₀₀	164	7.14	10.95	9.16	11.04	0.00072	1.43	195.69	185.05	0.28	3.81	11.47	12.02
	Q ₅₀₀	221	7.14	11.26	9.54	11.34	0.00083	1.54	254.16	202.58	0.30	4.12	11.47	12.02
3+732.29	Q ₁₀	84	6.24	10.53	8.21	10.29	0.00047	1.17	72.50	171.09	0.22	4.29	10.73	10.34
	Q ₅₀	138	6.24	10.64	8.81	10.81	0.00112	1.84	76.48	186.75	0.35	4.40	10.73	10.34
	Q ₁₀₀	164	6.24	10.70	9.06	10.93	0.00149	2.14	78.60	194.41	0.40	4.46	10.73	10.74
	Q ₅₀₀	221	6.24	10.82	9.53	11.20	0.00238	2.76	83.29	212.94	0.51	4.58	10.73	10.34
3+658.09	Q ₁₀	84	6.38	10.45	10.45	10.51	0.00351	1.70	152.29	510.29	0.48	4.07	11.73	10.92
	Q ₅₀	138	6.38	10.47	10.47	10.60	0.00807	2.56	165.28	523.91	0.73	4.09	11.73	10.92
	Q ₁₀₀	164	6.38	10.64	10.52	10.68	0.00371	1.71	257.99	592.30	0.50	4.26	11.73	10.92
	Q ₅₀₀	221	6.38	10.90	10.58	10.92	0.00164	1.15	441.21	726.15	0.34	4.52	11.73	10.92

Tablo 5.15. (Devam) Ilıca Deresi Mevcut Durum Hidrolik Sonuç Tablosu

Başlangıça Mesafe (km)	Taşkın	Toplam Debi (m ³ /s)	Talveg Kotu (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Kritik Su Kotu (m)	Enerji Çizgisi Kotu (m)	Enerji Çizgisi Eğimi (m/m)	Hız (m/s)	Kesitteki Su Alanı (m ²)	Su Yüzü Genişliği (m)	Froude Sayısı	Su Derinliği (m)	Sol Şev Üst Kotu (m)	Sağ Şev Üst Kotu (m)
3+547.57	Q ₁₀	84	5.70	8.49		8.78	0.00404	2.41	34.86	21.38	0.60	2.79	10.58	10.72
	Q ₅₀	138	5.70	9.28		9.62	0.00328	2.59	53.32	24.96	0.57	3.58	10.58	10.72
	Q ₁₀₀	164	5.70	9.58	8.69	9.95	0.00315	2.69	61.07	26.16	0.56	3.88	10.58	10.72
	Q ₅₀₀	221	5.70	9.80	9.12	10.35	0.00435	3.28	76.31	241.15	0.67	4.10	10.58	10.72
3+429.08	Q ₁₀	84	4.99	8.18	7.18	8.41	0.00230	2.10	40.06	19.77	0.47	3.19	9.92	9.76
	Q ₅₀	138	4.99	8.98	7.80	9.28	0.00236	2.41	57.18	23.21	0.49	3.99	9.92	9.76
	Q ₁₀₀	164	4.99	9.33	8.05	9.62	0.00214	2.41	93.63	206.07	0.47	4.34	9.92	9.76
	Q ₅₀₀	221	4.99	9.30	8.54	9.85	0.00408	3.32	87.71	195.57	0.65	4.31	9.92	9.76
3+319.43	Q ₁₀	84	4.89	7.10	7.09	7.88	0.01117	3.90	21.56	13.50	0.98	2.21	9.12	9.88
	Q ₅₀	138	4.89	8.00	7.76	8.79	0.00794	3.95	34.91	16.33	0.86	3.11	9.12	9.88
	Q ₁₀₀	164	4.89	8.20	8.04	9.13	0.00876	4.29	38.21	16.96	0.91	3.31	9.12	9.88
	Q ₅₀₀	221	4.89	9.22	9.22	9.43	0.00222	2.51	236.99	421.05	0.47	4.33	9.12	9.88
3+222.31	Q ₁₀	84	3.63	7.12		7.34	0.00192	2.08	40.47	16.90	0.43	3.49	8.58	9.59
	Q ₅₀	138	3.63	7.98	6.51	8.29	0.00212	2.46	56.18	19.40	0.46	4.35	8.58	9.59
	Q ₁₀₀	164	3.63	8.17	6.79	8.55	0.00251	2.74	60.15	40.58	0.50	4.54	8.58	9.59
	Q ₅₀₀	221	3.63	8.51	7.34	8.94	0.00287	3.74	127.39	298.32	0.54	4.88	8.58	9.59
3+102.20	Q ₁₀	84	3.08	6.86		7.09	0.00217	2.14	39.29	17.39	0.45	3.78	8.74	8.72
	Q ₅₀	138	3.08	7.71	6.36	8.02	0.00233	2.49	56.71	74.52	0.48	4.63	8.74	8.72
	Q ₁₀₀	164	3.08	7.86	6.64	8.24	0.00272	2.74	73.93	135.43	0.52	4.78	8.74	8.72
	Q ₅₀₀	221	3.08	8.38	7.18	8.61	0.00188	2.42	204.33	350.68	0.44	5.30	8.74	8.72
3+020.99	Q ₁₀	84	3.02	6.69		6.91	0.00212	2.07	40.67	18.95	0.45	3.67	8.28	8.66
	Q ₅₀	138	3.02	7.54		7.83	0.00218	2.37	58.31	22.53	0.47	4.52	8.28	8.66
	Q ₁₀₀	164	3.02	7.64	6.47	8.01	0.00277	2.70	63.56	69.82	0.53	4.62	8.28	8.66
	Q ₅₀₀	221	3.02	7.72	6.98	8.35	0.00460	3.52	69.61	87.23	0.69	4.70	8.28	8.66
2+908.59	Q ₁₀	84	2.66	6.50		6.70	0.00162	1.98	42.33	16.19	0.39	3.84	7.45	7.80
	Q ₅₀	138	2.66	7.44	5.68	7.62	0.00134	2.03	128.09	258.07	0.36	4.78	7.45	7.80
	Q ₁₀₀	164	2.66	7.57		7.76	0.00141	2.12	167.52	315.54	0.38	4.91	7.45	7.80
	Q ₅₀₀	221	2.66	7.74		7.95	0.00175	2.42	222.97	363.71	0.42	5.08	7.45	7.80
2+864.57	Q ₁₀	84	2.70	6.19		6.57	0.00396	2.73	30.74	14.39	0.60	3.49	8.01	7.97
	Q ₅₀	138	2.70	6.95	6.15	7.49	0.00447	3.24	44.77	116.60	0.65	4.25	8.01	7.97
	Q ₁₀₀	164	2.70	7.37	6.45	7.67	0.00275	2.68	132.65	296.83	0.52	4.67	8.01	7.97
	Q ₅₀₀	221	2.70	7.54	7.54	7.85	0.00315	2.93	188.40	343.91	0.55	4.84	8.01	7.97
2+756.12	Q ₁₀	84	2.38	5.66		6.09	0.00494	2.91	28.91	21.28	0.67	3.28	7.83	7.62
	Q ₅₀	138	2.38	6.26	5.80	6.91	0.00610	3.57	39.16	60.81	0.76	3.88	7.83	7.62
	Q ₁₀₀	164	2.38	6.54	6.08	7.22	0.00602	3.69	51.47	106.59	0.76	4.16	7.83	7.62
	Q ₅₀₀	221	2.38	7.17	7.17	7.53	0.00346	3.05	156.50	362.67	0.59	4.79	7.83	7.62
2+642.48	Q ₁₀	84	2.75	5.61		5.74	0.00130	1.63	51.44	24.58	0.36	2.86	6.89	6.46
	Q ₅₀	138	2.75	6.27		6.47	0.00154	2.00	76.22	107.78	0.40	3.52	6.89	6.46
	Q ₁₀₀	164	2.75	6.63		6.80	0.00123	1.90	137.31	241.37	0.37	3.88	6.89	6.46
	Q ₅₀₀	221	2.75	6.59	5.52	6.92	0.00240	2.64	128.02	217.08	0.51	3.84	6.89	6.46

Tablo 5.15. (Devam) Ilıca Deresi Mevcut Durum Hidrolik Sonuç Tablosu

Başlangıç Mesafe (km)	Taşkın	Toplam Debi (m ³ /s)	Talveg Kotu (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Kritik Su Kotu (m)	Enerji Çizgisi Kotu (m)	Enerji Çizgisi Eğimi (m/m)	Hız (m/s)	Kesitteki Su Alanı (m ²)	Su Yüzü Genişliği (m)	Froude Sayısı	Su Derinliği (m)	Sol Şev Üst Kotu (m)	Sağ Şev Üst Kotu (m)
2+544.57	Q ₁₀	84	2.58	5.50		5.61	0.00133	1.47	57.13	33.75	0.36	2.92	6.52	5.49
	Q ₅₀	138	2.58	6.18		6.31	0.00125	1.66	95.57	117.54	0.36	3.60	6.52	5.49
	Q ₁₀₀	164	2.58	6.59		6.68	0.00090	1.45	182.58	237.17	0.31	4.01	6.52	5.49
	Q ₅₀₀	221	2.58	6.46		6.68	0.00194	2.17	153.51	223.07	0.46	3.88	6.52	5.49
2+531.83	Q ₁₀	84	2.66	5.55	3.42	5.57	0.00015	0.72	117.45	56.38	0.13	2.89	10.28	9.80
	Q ₅₀	138	2.66	6.23	3.71	6.27	0.00020	0.95	145.16	58.69	0.16	3.57	10.28	9.80
	Q ₁₀₀	164	2.66	6.60	3.84	6.66	0.00021	1.02	160.48	59.88	0.16	3.94	10.28	9.80
	Q ₅₀₀	221	2.66	6.53	4.10	6.63	0.00040	1.41	157.24	59.63	0.23	3.87	10.28	9.80
2+515.83	Q ₁₀	84	2.66	5.54	3.42	5.57	0.00015	0.72	117.30	56.36	0.13	2.88	10.28	9.80
	Q ₅₀	138	2.66	6.22	3.71	6.27	0.00020	0.95	144.94	58.68	0.16	3.56	10.28	9.80
	Q ₁₀₀	164	2.66	6.60	3.84	6.65	0.00021	1.02	160.25	59.87	0.16	3.94	10.28	9.80
	Q ₅₀₀	221	2.66	6.51	4.10	6.62	0.00040	1.41	156.78	59.60	0.23	3.85	10.28	9.80
2+512.40	Q ₁₀	84	2.59	5.55	3.32	5.57	0.00013	0.66	127.91	57.03	0.12	2.96	10.30	9.95
	Q ₅₀	138	2.59	6.23	3.60	6.27	0.00017	0.88	157.39	58.81	0.15	3.64	10.30	9.95
	Q ₁₀₀	164	2.59	6.60	3.72	6.65	0.00017	0.94	173.70	59.86	0.15	4.01	10.30	9.95
	Q ₅₀₀	221	2.59	6.52	3.98	6.61	0.00033	1.30	170.21	59.63	0.21	3.93	10.30	9.95
2+498.00	Q ₁₀	91	2.59	5.54	3.36	5.57	0.00015	0.71	127.74	57.03	0.13	2.95	10.30	9.95
	Q ₅₀	147	2.59	6.22	3.65	6.27	0.00019	0.94	157.14	58.79	0.16	3.63	10.30	9.95
	Q ₁₀₀	175	2.59	6.60	3.78	6.65	0.00020	1.01	173.44	59.84	0.16	4.01	10.30	9.95
	Q ₅₀₀	235	2.59	6.51	4.03	6.61	0.00038	1.38	169.70	59.60	0.22	3.92	10.30	9.95
2+490.04	Q ₁₀	91	2.58	5.51		5.56	0.00047	0.98	92.45	45.39	0.22	2.93	6.42	5.52
	Q ₅₀	147	2.58	6.19		6.26	0.00049	1.19	125.69	51.43	0.23	3.61	6.42	5.52
	Q ₁₀₀	175	2.58	6.56		6.64	0.00046	1.23	145.78	55.92	0.23	3.98	6.42	5.52
	Q ₅₀₀	235	2.58	6.44		6.59	0.00093	1.72	138.98	53.19	0.33	3.86	6.42	5.52
2+450.55	Q ₁₀	91	2.28	5.51	3.18	5.55	0.00018	0.83	109.70	55.03	0.15	3.23	7.96	7.36
	Q ₅₀	147	2.28	6.18	3.52	6.24	0.0025	1.11	132.39	57.63	0.18	3.90	7.96	7.36
	Q ₁₀₀	175	2.28	6.55	3.67	6.63	0.00026	1.21	145.12	59.09	0.1	4.27	7.96	7.36
	Q ₅₀₀	235	2.28	6.42	3.97	6.56	0.00052	1.67	140.60	58.57	0.26	4.14	7.96	7.36
2+433.98	Q ₁₀	91	2.28	5.51	3.18	5.54	0.00018	0.83	109.53	47.94	0.15	3.23	8.79	7.37
	Q ₅₀	147	2.28	6.17	3.52	6.23	0.00025	1.11	132.14	48.57	0.18	3.89	8.79	7.37
	Q ₁₀₀	175	2.28	6.55	3.67	6.62	0.00026	1.21	144.85	48.92	0.19	4.27	8.79	7.37
	Q ₅₀₀	235	2.28	6.40	3.98	6.55	0.00052	1.68	140.03	48.79	0.26	4.12	8.79	7.37
2+406.78	Q ₁₀	91	2.34	5.36	4.32	5.51	0.00182	1.76	52.52	34.73	0.42	3.02	5.53	5.35
	Q ₅₀	147	2.34	5.99	4.72	6.19	0.00165	2.01	79.36	47.65	0.42	3.66	6.11	5.46
	Q ₁₀₀	175	2.34	6.38	5.06	6.58	0.00138	2.05	99.95	57.45	0.39	4.04	5.53	5.35
	Q ₅₀₀	235	2.34	5.81	5.50	6.45	0.00562	3.56	70.92	45.55	0.77	3.47	5.53	5.35

Tablo 5.15. (Devam) Ilıca Deresi Mevcut Durum Hidrolik Sonuç Tablosu

Başlangıça Mesafe (km)	Taşkın	Toplam Debi (m ³ /s)	Talveg Kotu (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Kritik Su Kotu (m)	Enerji Çizgisi Kotu (m)	Enerji Çizgisi Eğimi (m/m)	Hız (m/s)	Kesitteki Su Alanı (m ²)	Su Yüzü Genişliği (m)	Froude Sayısı	Su Derinliği (m)	Sol Şev Üst Kotu (m)	Sağ Şev Üst Kotu (m)
2+406.05	Q ₁₀	91	2.33	5.36	4.21	5.51	0.00157	1.70	53.85	32.37	0.39	3.03	6.11	5.46
	Q ₅₀	147	2.33	5.99	4.72	6.19	0.00165	2.01	79.36	47.65	0.42	3.66	6.11	5.46
	Q ₁₀₀	175	2.33	6.37	4.94	6.57	0.00138	2.01	99.46	56.85	0.39	4.04	6.11	5.46
	Q ₅₀₀	235	2.33	5.81	5.41	6.43	0.00539	3.49	71.34	44.47	0.75	3.48	6.11	5.46
2+402.69	Q ₁₀	91	2.28	5.39	3.88	5.49	0.00092	1.44	63.18	28.31	0.31	3.11	6.34	5.89
	Q ₅₀	147	2.28	6.00	4.38	6.17	0.00117	1.80	84.80	62.20	0.35	3.72	6.34	5.89
	Q ₁₀₀	175	2.28	6.38	4.60	6.54	0.00101	1.80	123.44	1001.93	0.34	4.10	6.34	5.89
	Q ₅₀₀	235	2.28	5.90	5.02	6.36	0.00338	3.00	79.14	47.94	0.60	3.62	6.34	5.89
2+325.12	Q ₁₀	91	1.40	5.01	4.10	5.35	0.00326	2.58	35.27	15.89	0.55	3.61	5.42	7.73
	Q ₅₀	147	1.40	4.82	4.82	5.87	0.01082	4.55	32.29	15.28	1.00	3.42	5.42	7.73
	Q ₁₀₀	175	1.40	5.12	5.12	6.26	0.01060	4.73	37.02	16.24	1.00	3.72	5.42	7.73
	Q ₅₀₀	235	1.40	6.17	5.64	6.18	0.00027	0.91	921.24	1150.93	0.17	4.77	5.42	7.73
2+192.56	Q ₁₀	91	1.19	4.68	3.76	4.93	0.00263	2.22	41.06	22.73	0.49	3.49	5.13	6.22
	Q ₅₀	147	1.19	5.29	4.35	5.34	0.00083	1.39	412.70	1201.15	0.28	4.10	5.13	6.22
	Q ₁₀₀	175	1.19	5.51	4.60	5.52	0.00036	0.96	685.32	1267.12	0.19	4.32	5.13	6.22
	Q ₅₀₀	235	1.19	6.17	5.17	6.17	0.00006	0.44	1664.20	1548.53	0.08	4.98	5.13	6.22
2+110.95	Q ₁₀	91	0.87	4.50	3.33	4.74	0.00217	2.16	42.05	18.44	0.46	3.63	5.02	5.65
	Q ₅₀	147	0.87	4.62	3.99	5.18	0.00492	3.32	44.28	18.88	0.69	3.75	5.02	5.65
	Q ₁₀₀	175	0.87	4.47	4.28	5.37	0.00829	4.21	41.54	18.34	0.89	3.60	5.02	5.65
	Q ₅₀₀	235	0.87	4.81	4.81	6.03	0.01014	4.90	47.94	19.56	1.00	3.94	5.02	5.65
1+993.26	Q ₁₀	91	0.95	4.41	3.09	4.53	0.00114	1.57	93.30	251.72	0.34	3.46	4.18	5.34
	Q ₅₀	147	0.95	4.64	3.65	4.79	0.00152	1.92	204.46	970.32	0.40	3.69	4.18	5.34
	Q ₁₀₀	175	0.95	4.76	3.94	4.87	0.00126	1.79	334.80	1193.20	0.36	3.81	4.18	5.34
	Q ₅₀₀	235	0.95	4.98	4.78	5.03	0.00079	1.48	633.25	1449.39	0.29	4.03	4.18	5.34
1+905.66	Q ₁₀	91	0.81	4.29	3.38	4.41	0.00178	1.49	68.22	224.35	0.40	3.48	5.08	4.63
	Q ₅₀	147	0.81	4.54	3.82	4.65	0.00211	1.64	211.07	997.04	0.43	3.73	5.08	4.63
	Q ₁₀₀	175	0.81	4.75	4.00	4.78	0.00102	1.15	447.05	1304.30	0.30	3.94	5.08	4.63
	Q ₅₀₀	235	0.81	4.98	4.64	4.99	0.00056	0.84	771.53	1430.53	0.22	4.17	5.08	4.63
1+812.06	Q ₁₀	91	0.44	4.06	3.06	4.24	0.00195	1.97	69.77	190.14	0.43	3.62	3.94	4.75
	Q ₅₀	147	0.44	4.49	3.90	4.55	0.00089	1.45	402.51	1150.21	0.30	4.05	3.94	4.75
	Q ₁₀₀	175	0.44	4.73	4.18	4.75	0.00039	1.00	704.80	1378.45	0.20	4.29	3.94	4.75
	Q ₅₀₀	235	0.44	4.97	4.48	4.98	0.00024	0.84	1036.84	1402.45	0.16	4.53	3.94	4.75
1+741.06	Q ₁₀	91	0.34	3.82	3.02	4.06	0.00291	2.21	49.55	53.74	0.52	3.48	4.06	4.68
	Q ₅₀	147	0.34	4.45	3.79	4.49	0.00070	1.24	433.68	1052.16	0.27	4.11	4.06	4.68
	Q ₁₀₀	175	0.34	4.71	4.22	4.73	0.00028	0.84	712.42	1061.08	0.17	4.37	4.06	4.68
	Q ₅₀₀	235	0.34	4.96	4.32	4.96	0.00018	0.72	1107.43	1399.98	0.14	4.62	4.06	4.68
1+636.95	Q ₁₀	91	-0.19	3.83	2.35	3.88	0.00059	1.13	245.21	770.89	0.24	4.02	4.33	3.99
	Q ₅₀	147	-0.19	4.44	2.94	4.44	0.00012	0.59	819.17	1186.38	0.11	4.63	4.33	3.99
	Q ₁₀₀	175	-0.19	4.70	3.20	4.70	0.00008	0.49	1094.16	1214.25	0.09	4.89	4.33	3.99
	Q ₅₀₀	235	-0.19	4.94	3.93	4.95	0.00007	0.51	1348.23	1240.01	0.09	5.13	4.33	3.99

Tablo 5.15. (Devam) Ilıca Deresi Mevcut Durum Hidrolik Sonuç Tablosu

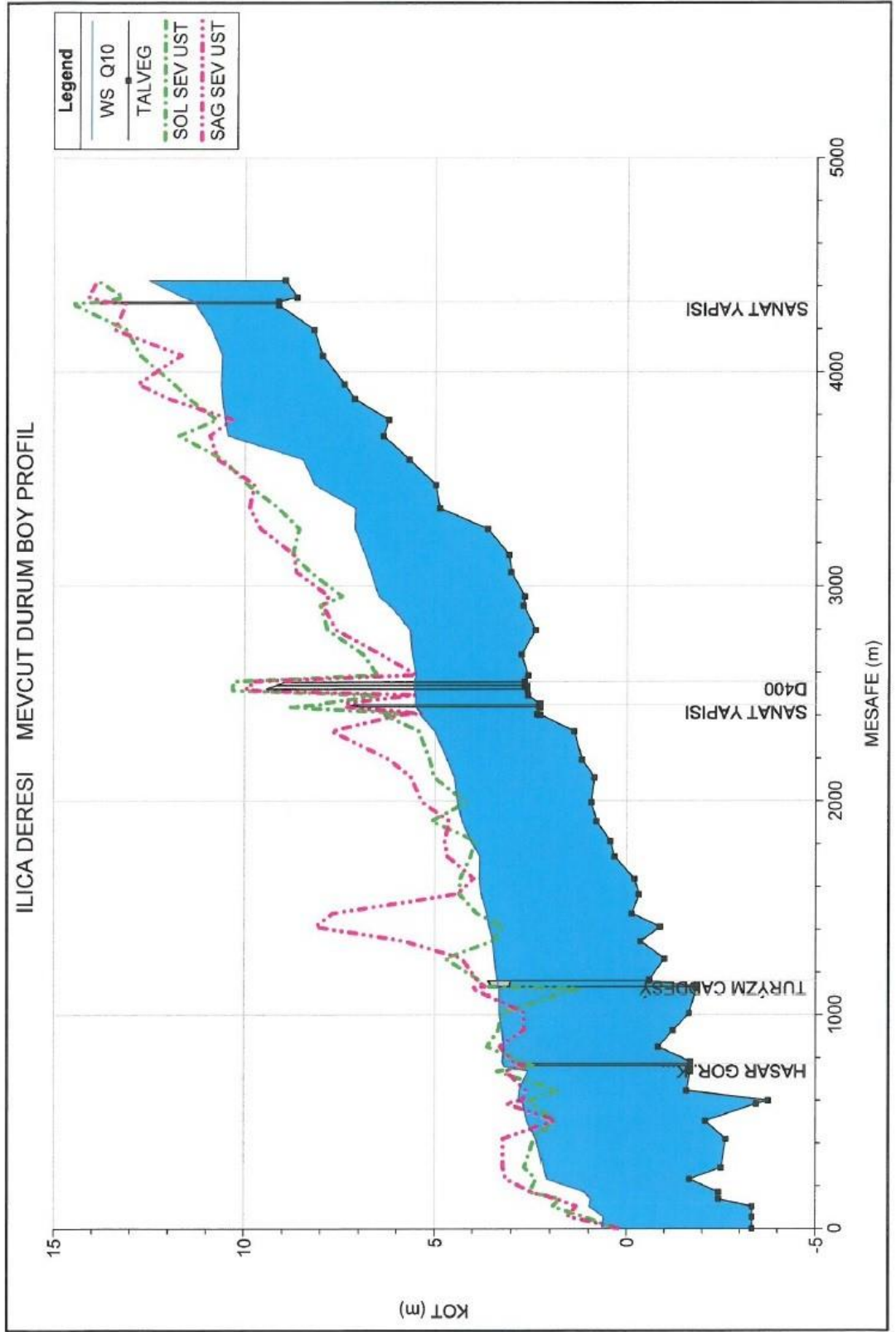
Başlangıç Mesele (km)	Taşkın	Toplam Debi (m ³ /s)	Talveg Kotu (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Kritik Su Kotu (m)	Enerji Çizgisi Kotu (m)	Enerji Çizgisi Eğimi (m/m)	Hız (m/s)	Kesitteki Su Alanı (m ²)	Su Yüzü Genişliği (m)	Froude Sayısı	Su Derinliği (m)	Sol Şev Üst Kotu (m)	Sağ Şev Üst Kotu (m)
1+564.81	Q ₁₀	91	-0.31	3.79	2.21	3.83	0.00055	1.14	265.00	950.76	0.24	4.10	4.36	4.41
	Q ₅₀	147	-0.31	4.43	2.83	4.43	0.00009	0.52	893.43	1077.44	0.10	4.74	4.36	4.41
	Q ₁₀₀	175	-0.31	4.69	3.09	4.70	0.00006	0.44	1156.28	1099.07	0.08	5.00	4.36	4.41
	Q ₅₀₀	235	-0.31	4.94	3.89	4.94	0.00006	0.47	1396.76	1140.49	0.08	5.25	4.36	4.41
1+474.05	Q ₁₀	91	-0.13	3.64	2.49	3.75	0.00134	1.67	98.43	457.11	0.36	3.77	3.89	7.69
	Q ₅₀	147	-0.13	4.34	3.30	4.41	0.00083	1.51	199.25	996.62	0.29	4.47	3.89	7.69
	Q ₁₀₀	175	-0.13	4.62	3.62	4.68	0.00072	1.48	246.93	1012.92	0.27	4.75	3.89	7.69
	Q ₅₀₀	235	-0.13	4.84	3.86	4.92	0.00090	1.72	288.19	1025.98	0.31	4.97	3.89	7.69
1+411.87	Q ₁₀	91	-0.88	3.57		3.68	0.00092	1.45	64.38	313.47	0.31	4.45	3.21	8.14
	Q ₅₀	147	-0.88	4.20		4.34	0.00098	1.71	120.79	948.30	0.33	5.08	3.21	8.14
	Q ₁₀₀	175	-0.88	4.48		4.61	0.00089	1.73	163.63	981.50	0.32	5.36	3.21	8.14
	Q ₅₀₀	235	-0.88	4.64		4.83	0.00126	2.11	191.77	1000.27	0.38	5.52	3.21	8.14
1+345.42	Q ₁₀	91	-0.35	3.48		3.61	0.00097	1.61	59.44	291.55	0.31	3.83	3.49	5.83
	Q ₅₀	147	-0.35	4.08		4.25	0.00117	1.94	107.44	598.09	0.35	4.43	3.49	5.83
	Q ₁₀₀	175	-0.35	4.34		4.52	0.00115	1.99	132.89	914.62	0.35	4.69	3.49	5.83
	Q ₅₀₀	235	-0.35	4.37		4.67	0.00203	2.64	134.87	915.19	0.47	4.72	3.49	5.83
1+263.32	Q ₁₀	91	-0.99	3.44		3.53	0.00095	1.48	109.27	158.46	0.31	4.43	4.72	4.30
	Q ₅₀	147	-0.99	4.09		4.16	0.00071	1.40	282.13	501.10	0.27	5.08	4.72	4.30
	Q ₁₀₀	175	-0.99	4.41		4.44	0.00041	1.10	522.53	904.03	0.21	5.40	4.72	4.30
	Q ₅₀₀	235	-0.99	4.50		4.53	0.00054	1.29	601.15	943.82	0.24	5.49	4.72	4.30
1+166.96	Q ₁₀	100	-0.59	3.38	0.88	3.48	0.00038	1.40	71.29	24.67	0.22	3.97	3.86	3.91
	Q ₅₀	160	-0.59	4.00	1.42	4.09	0.00075	1.0	133.89	321.14	0.27	4.59	3.86	3.91
	Q ₁₀₀	190	-0.59	4.35	1.66	4.41	0.00047	1.20	385.82	968.18	0.22	4.94	3.86	3.91
	Q ₅₀₀	254	-0.59	4.41	2.14	4.49	0.00069	1.47	447.48	973.10	0.26	5.00	3.86	3.91
1+132.91	Q ₁₀	100	-1.82	3.36	-0.35	3.42	0.00016	1.07	93.06	32.58	0.15	5.18	3.76	3.69
	Q ₅₀	160	-1.82	3.81	0.19	3.92	0.00042	1.45	136.21	242.73	0.21	5.63	3.76	3.69
	Q ₁₀₀	190	-1.82	4.07	0.43	4.13	0.00034	1.14	282.50	605.11	0.19	5.89	3.76	3.69
	Q ₅₀₀	254	-1.82	4.35	0.91	4.41	0.00034	1.20	531.30	982.74	0.19	6.17	3.76	3.69
1+124.67	Q ₁₀	100	-1.84	3.32	1.14	3.41	0.00058	1.41	98.13	329.51	0.25	5.16	1.26	4.04
	Q ₅₀	160	-1.84	3.82	1.74	3.88	0.00047	1.36	335.55	584.98	0.23	5.66	1.26	4.04
	Q ₁₀₀	190	-1.84	4.06	2.00	4.10	0.00036	1.22	484.96	667.58	0.20	5.90	1.26	4.04
	Q ₅₀₀	254	-1.84	4.34	2.50	4.37	0.00032	1.22	688.34	780.52	0.19	6.18	1.26	4.04
1+009.50	Q ₁₀	100	-1.65	3.31	1.35	3.35	0.00034	0.93	162.78	442.46	0.19	4.96	3.25	2.68
	Q ₅₀	160	-1.65	3.79	1.88	3.84	0.00038	1.10	250.81	582.96	0.21	5.44	3.25	2.68
	Q ₁₀₀	190	-1.65	4.02	2.09	4.07	0.00036	1.14	298.36	661.75	0.20	5.67	3.25	2.68
	Q ₅₀₀	254	-1.65	4.29	2.71	4.34	0.00043	1.30	360.35	769.74	0.23	5.94	3.25	2.68
0+928.60	Q ₁₀	100	-1.22	3.24	1.24	3.31	0.00056	1.27	104.03	355.61	0.25	4.46	3.33	2.67
	Q ₅₀	160	-1.22	3.70	1.83	3.80	0.00069	1.55	184.72	619.38	0.28	4.92	3.33	2.67
	Q ₁₀₀	190	-1.22	3.94	2.07	4.04	0.00062	1.55	248.09	722.47	0.27	5.16	3.33	2.67
	Q ₅₀₀	254	-1.22	4.20	2.54	4.31	0.00068	1.71	323.64	806.32	0.29	5.42	3.33	2.67

Tablo 5.15. (Devam) Ilıca Deresi Mevcut Durum Hidrolik Sonuç Tablosu

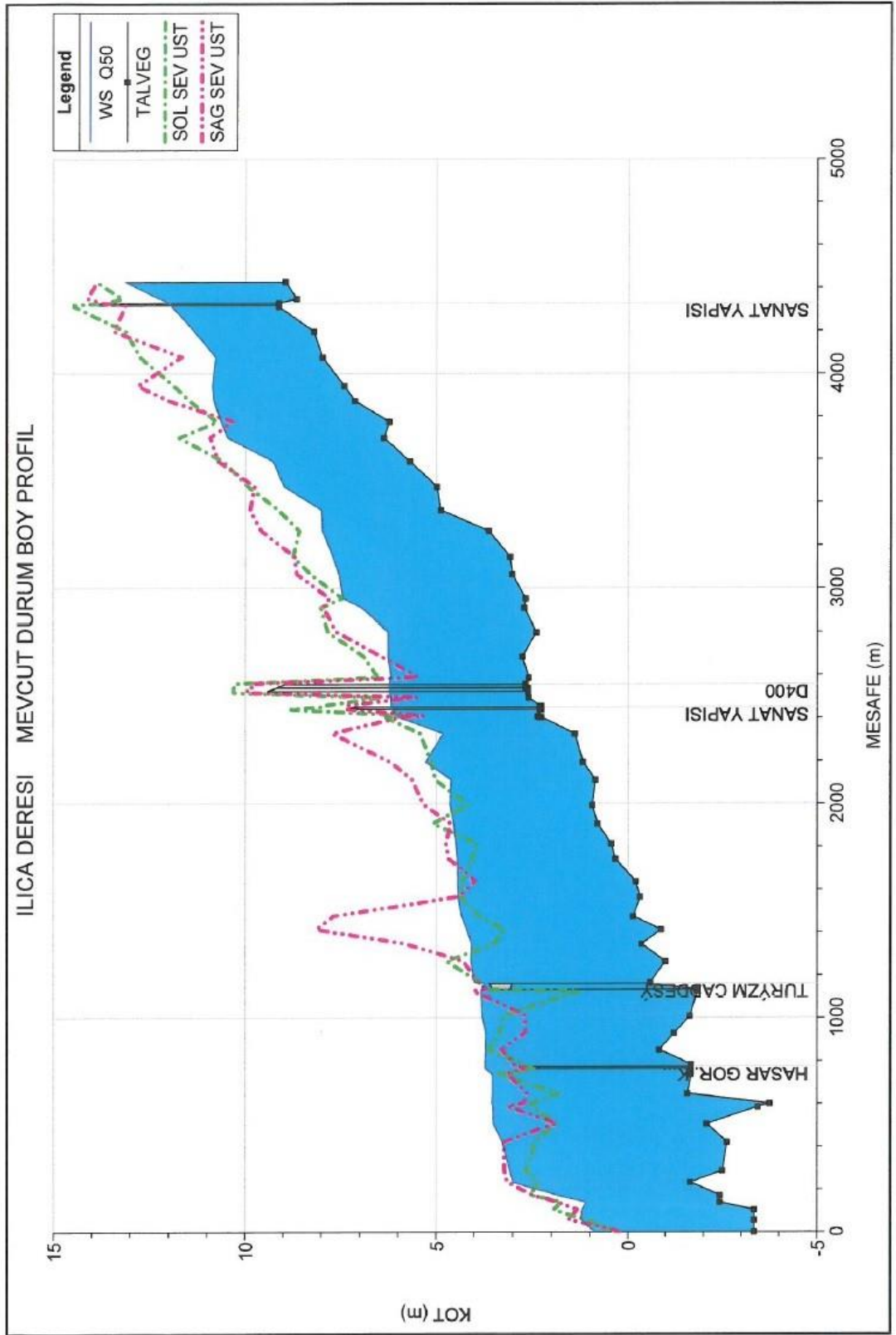
Başlangıça Mesafe (km)	Taşkın	Toplam Debi (m ³ /s)	Talveg Kotu (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Kritik Su Kotu (m)	Enerji Çizgisi Kotu (m)	Enerji Çizgisi Eğimi (m/m)	Hız (m/s)	Kesitteki Su Alanı (m ²)	Su Yüzü Genişliği (m)	Froude Sayısı	Su Derinliği (m)	Sol Şev Üst Kotu (m)	Sağ Şev Üst Kotu (m)
0+850.92	Q ₁₀	100	-0.83	3.20	1.35	3.27	0.00060	1.22	126.27	364.86	0.25	4.03	3.62	3.30
	Q ₅₀	160	-0.83	3.70	1.89	3.74	0.00040	1.11	392.20	661.10	0.21	4.53	3.62	3.30
	Q ₁₀₀	190	-0.83	3.96	2.11	3.99	0.00027	0.96	573.85	744.72	0.18	4.79	3.62	3.30
	Q ₅₀₀	254	-0.83	4.23	2.54	4.25	0.00024	0.96	785.76	818.89	0.17	5.06	3.62	3.30
0+782.16	Q ₁₀	100	-1.68	3.23	-0.24	3.24	0.00006	0.51	350.21	584.24	0.08	4.91	2.73	2.97
	Q ₅₀	160	-1.68	3.72	0.29	3.73	0.00007	0.57	668.42	720.77	0.09	5.40	2.73	2.97
	Q ₁₀₀	190	-1.68	3.97	0.53	3.98	0.00006	0.57	855.15	768.87	0.09	5.65	2.73	2.97
	Q ₅₀₀	254	-1.68	4.23	1.00	4.25	0.00007	0.63	1067.70	820.19	0.09	5.91	2.73	2.97
0+760.62	Q ₁₀	100	-1.68	3.20	-0.24	3.23	0.00015	0.80	291.24	576.54	0.12	4.88	2.38	2.68
	Q ₅₀	160	-1.68	3.70	0.29	3.72	0.00015	0.84	615.83	731.94	0.12	5.38	2.38	2.68
	Q ₁₀₀	190	-1.68	3.95	0.53	3.97	0.00012	0.80	809.86	782.77	0.11	5.63	2.38	2.68
	Q ₅₀₀	254	-1.68	4.22	1.00	4.24	0.00014	0.87	1027.01	834.49	0.12	5.90	2.38	2.68
0+736.44	Q ₁₀	100	-1.68	2.57	2.17	3.16	0.01087	3.41	29.43	26.03	0.91	4.25	3.36	3.15
	Q ₅₀	160	-1.68	3.52	3.25	3.69	0.00273	2.16	146.75	268.71	0.49	5.20	3.36	3.15
	Q ₁₀₀	190	-1.68	3.82	3.36	3.95	0.00186	1.95	197.19	293.57	0.41	5.50	3.36	3.15
	Q ₅₀₀	254	-1.68	4.20	3.53	4.23	0.00056	1.19	526.68	869.51	0.23	5.88	3.36	3.15
0+646.52	Q ₁₀	100	-1.58	2.79	0.86	2.87	0.00056	1.28	87.67	65.99	0.25	4.37	1.82	2.63
	Q ₅₀	160	-1.58	3.52	1.41	3.60	0.00045	1.34	248.98	902.86	0.23	5.10	1.82	2.63
	Q ₁₀₀	190	-1.58	3.82	1.64	3.88	0.00038	1.30	329.77	976.55	0.22	5.40	1.82	2.63
	Q ₅₀₀	254	-1.58	4.11	2.06	4.18	0.00043	1.46	410.43	1045.48	0.23	5.69	1.82	2.63
0+600.10	Q ₁₀	100	-3.75	2.80	-0.36	2.84	0.00036	0.96	149.54	350.98	0.19	6.55	2.51	2.70
	Q ₅₀	160	-3.75	3.53	0.40	3.5	0.00028	0.99	337.35	951.77	0.18	7.28	2.51	2.70
	Q ₁₀₀	190	-3.75	3.83	0.71	3.86	0.00023	0.96	455.00	1023.89	0.16	7.58	2.51	2.70
	Q ₅₀₀	254	-3.75	4.12	1.26	4.16	0.00025	1.06	580.74	1086.42	0.17	7.87	2.51	2.70
0+585.31	Q ₁₀	100	-3.44	2.69	0.53	2.82	0.00100	1.63	61.86	27.51	0.31	6.13	2.47	3.14
	Q ₅₀	160	-3.44	3.51	1.32	3.56	0.00043	1.25	310.89	960.54	0.21	6.95	2.47	3.14
	Q ₁₀₀	190	-3.44	3.81	1.64	3.85	0.00036	1.21	387.63	1085.23	0.20	7.25	2.47	3.14
	Q ₅₀₀	254	-3.44	4.10	2.21	4.15	0.00041	1.36	463.21	1103.31	0.21	7.54	2.47	3.14
0+504.40	Q ₁₀	100	-2.08	2.60	1.23	2.73	0.00113	1.74	92.07	78.05	0.34	4.68	1.91	1.87
	Q ₅₀	160	-2.08	3.50	2.03	3.53	0.00032	1.12	407.09	1036.29	0.19	5.58	1.91	1.87
	Q ₁₀₀	190	-2.08	3.80	2.26	3.83	0.00027	1.09	500.20	1093.98	0.18	5.88	1.91	1.87
	Q ₅₀₀	254	-2.08	4.09	2.66	4.12	0.00031	1.23	596.51	1116.06	0.19	6.17	1.91	1.87
0+420.23	Q ₁₀	100	-2.62	2.35	1.03	2.58	0.00211	2.13	47.06	18.40	0.42	4.97	2.40	3.22
	Q ₅₀	160	-2.62	3.27	1.68	3.46	0.00152	2.11	145.07	957.73	0.37	5.89	2.40	3.22
	Q ₁₀₀	190	-2.62	3.63	1.96	3.77	0.00114	1.94	213.28	976.40	0.32	6.25	2.40	3.22
	Q ₅₀₀	254	-2.62	3.89	2.51	4.05	0.00130	2.18	267.20	986.92	0.35	6.51	2.40	3.22
0+286.96	Q ₁₀	100	-2.50	2.17	0.76	2.33	0.00143	1.78	56.05	24.22	0.37	4.67	2.65	3.22
	Q ₅₀	160	-2.50	3.08	1.37	3.28	0.0028	2.00	87.67	48.71	0.37	5.58	2.65	3.22
	Q ₁₀₀	190	-2.50	3.56	1.62	3.65	0.00062	1.53	244.29	1015.35	0.26	6.06	2.65	3.22
	Q ₅₀₀	254	-2.50	3.81	2.09	3.92	0.00078	1.79	286.78	1021.48	0.29	6.31	2.65	3.22

Tablo 5.15. (Devam) Ilıca Deresi Mevcut Durum Hidrolik Sonuç Tablosu

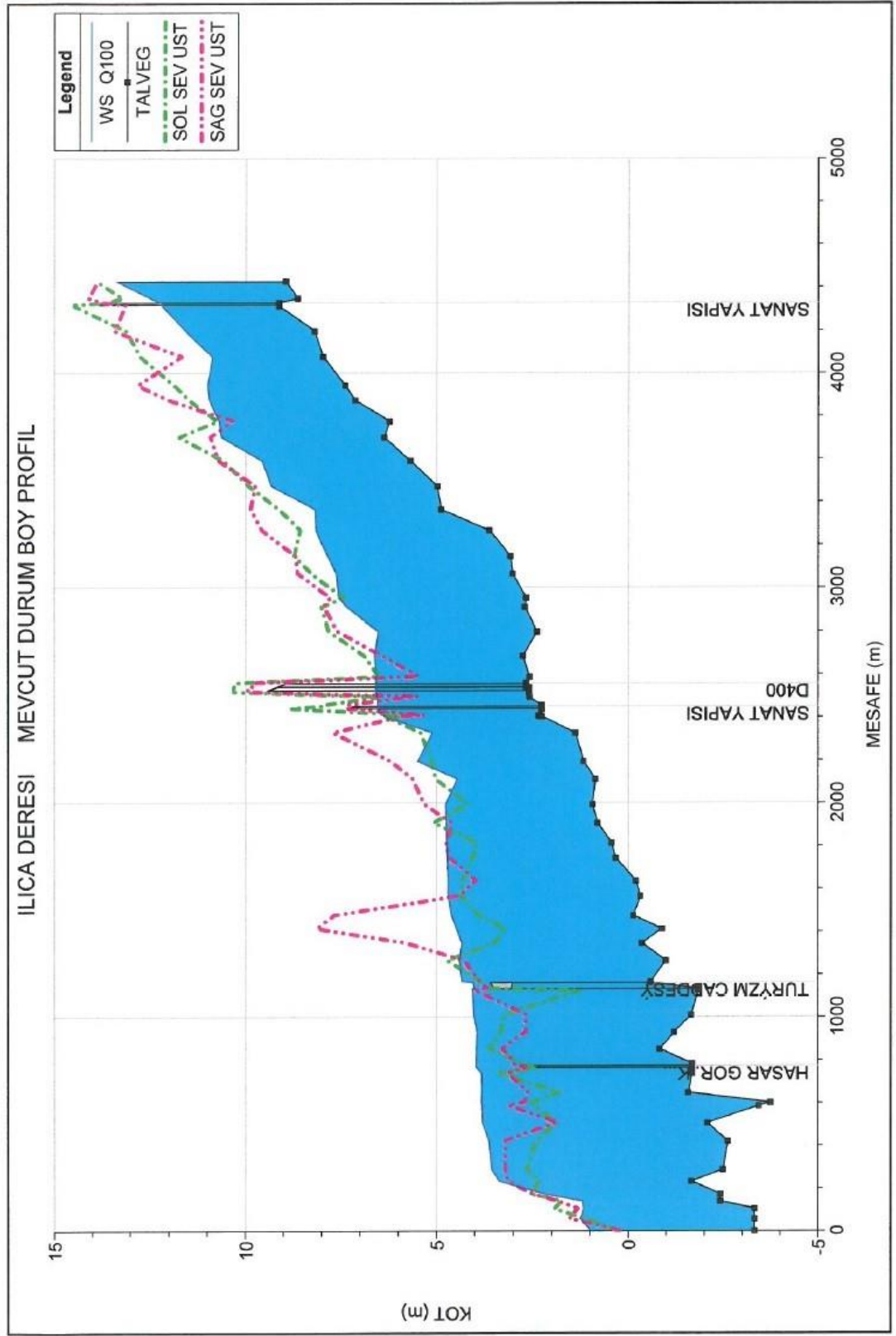
Başlangıç Mesafe (km)	Taşkın	Toplam Debi (m ³ /s)	Talveg Kotu (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Kritik Su Kotu (m)	Enerji Çizgisi Kotu (m)	Enerji Çizgisi Eğimi (m/m)	Hız (m/s)	Kesitteki Su Alanı (m ²)	Su Yüzü Genişliği (m)	Froude Sayısı	Su Derinliği (m)	Sol Şev Üst Kotu (m)	Sağ Şev Üst Kotu (m)
0+231.58	Q ₁₀	100	-1.66	2.10	0.62	2.26	0.00127	1.78	56.04	22.37	0.36	3.76	2.34	3.15
	Q ₅₀	160	-1.66	2.99	1.19	3.21	0.00123	2.06	84.15	43.72	0.37	4.65	2.34	3.15
	Q ₁₀₀	190	-1.66	3.37	1.45	3.60	0.00118	2.16	102.60	54.67	0.36	5.03	2.34	3.15
	Q ₅₀₀	254	-1.66	3.45	1.93	3.84	0.00193	2.80	107.19	56.99	0.47	5.11	2.34	3.15
0+170.45	Q ₁₀	100	-2.43	1.10	1.10	2.01	0.01202	4.22	3.72	13.09	1.00	3.53	2.50	2.48
	Q ₅₀	160	-2.43	1.85	1.85	2.95	0.01130	4.64	34.47	15.68	1.00	4.28	2.50	2.48
	Q ₁₀₀	190	-2.43	2.16	2.16	3.34	0.01105	4.81	39.51	16.75	1.00	4.59	2.50	2.48
	Q ₅₀₀	254	-2.43	3.04	3.04	3.64	0.00542	3.73	116.45	1088.72	0.73	5.47	2.50	2.48
0+138.76	Q ₁₀	100	-2.43	0.95	0.42	1.30	0.00434	2.60	38.47	22.50	0.63	3.38	1.74	1.87
	Q ₅₀	160	-2.43	1.11	0.97	1.85	0.00863	3.80	42.09	23.26	0.90	3.54	1.74	1.87
	Q ₁₀₀	190	-2.43	1.21	1.21	2.14	0.01049	4.28	44.37	23.74	1.00	3.64	1.74	1.87
	Q ₅₀₀	254	-2.43	1.65	1.65	2.72	0.01008	4.58	55.42	25.90	1.00	4.08	1.74	1.87
0+102.81	Q ₁₀	100	-3.33	0.99	-0.32	1.15	0.00162	1.80	55.57	26.84	0.40	4.32	1.94	1.33
	Q ₅₀	160	-3.33	1.21	0.31	1.55	0.00313	2.59	61.69	28.25	0.56	4.54	1.94	1.33
	Q ₁₀₀	190	-3.33	1.19	0.55	1.68	0.00455	3.11	61.03	28.10	0.67	4.52	1.94	1.33
	Q ₅₀₀	254	-3.33	1.01	1.01	2.05	0.01014	4.52	56.18	26.98	1.00	4.34	1.94	1.33
0+055.74	Q ₁₀	100	-3.33	0.62	0.01	1.01	0.00474	2.77	36.14	20.07	0.66	3.95	1.12	1.54
	Q ₅₀	160	-3.33	1.23	1.23	1.38	0.00230	2.11	278.26	1318.97	0.47	4.56	1.12	1.54
	Q ₁₀₀	190	-3.33	1.27	1.27	1.43	0.00266	2.30	317.52	1381.32	0.51	4.60	1.12	1.54
	Q ₅₀₀	254	-3.33	1.36	1.36	1.53	0.00304	2.49	414.62	1511.68	0.54	4.69	1.12	1.54
0+000.00	Q ₁₀	100	-3.33	0.65	0.32	0.72	0.00260	1.19	89.20	1016.22	0.44	3.98	0.30	0.23
	Q ₅₀	160	-3.33	0.89	0.50	0.99	0.00260	1.43	120.68	1520.94	0.46	4.22	0.30	0.23
	Q ₁₀₀	190	-3.33	0.99	0.56	1.11	0.00260	1.53	134.55	1561.94	0.47	4.32	0.30	0.23
	Q ₅₀₀	254	-3.33	1.19	0.70	1.34	0.00260	1.72	161.49	1561.94	0.48	4.52	0.30	0.23



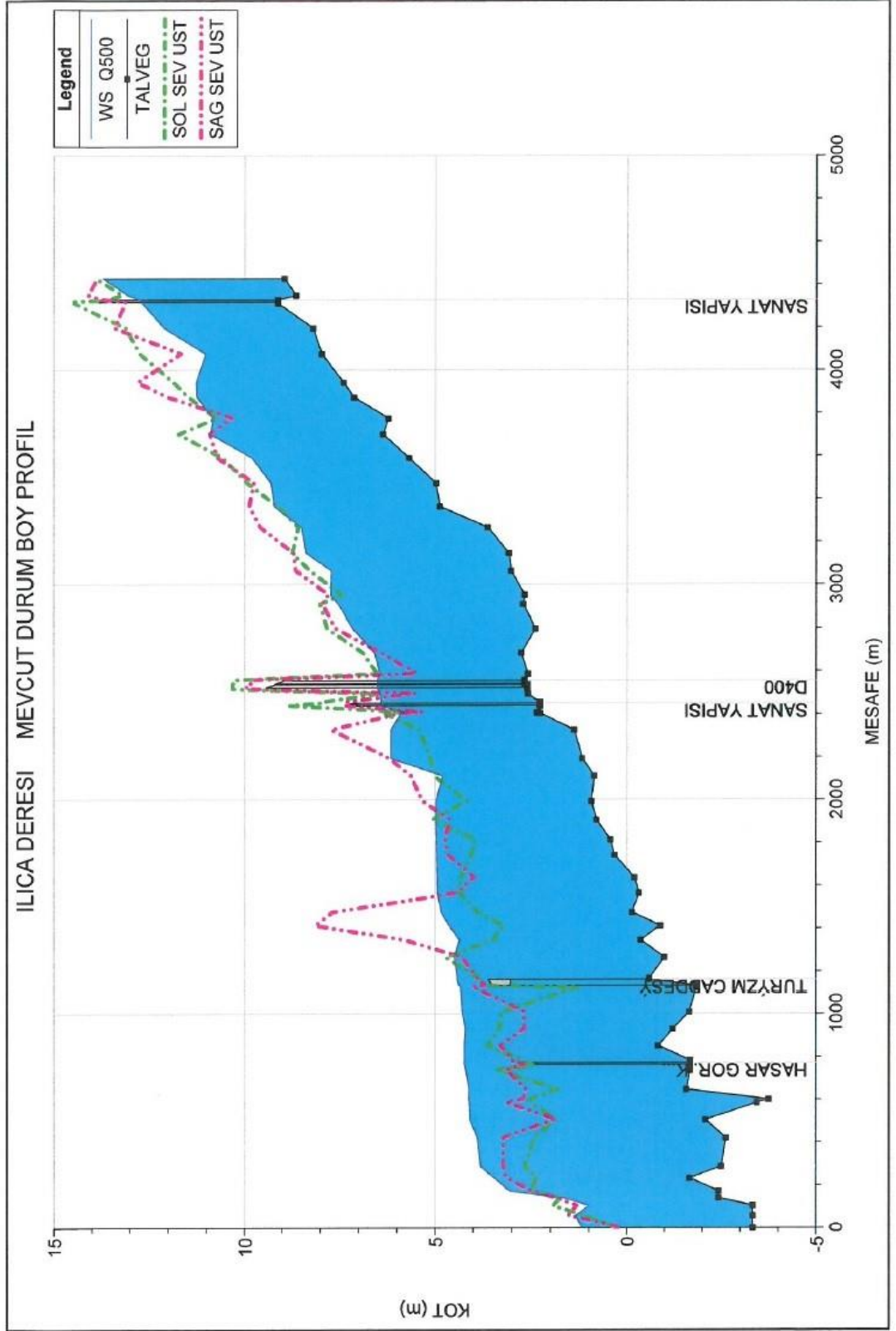
Şekil 5.37. Ilıca Deresi Q₁₀ Mevcut Durum Boy Profili



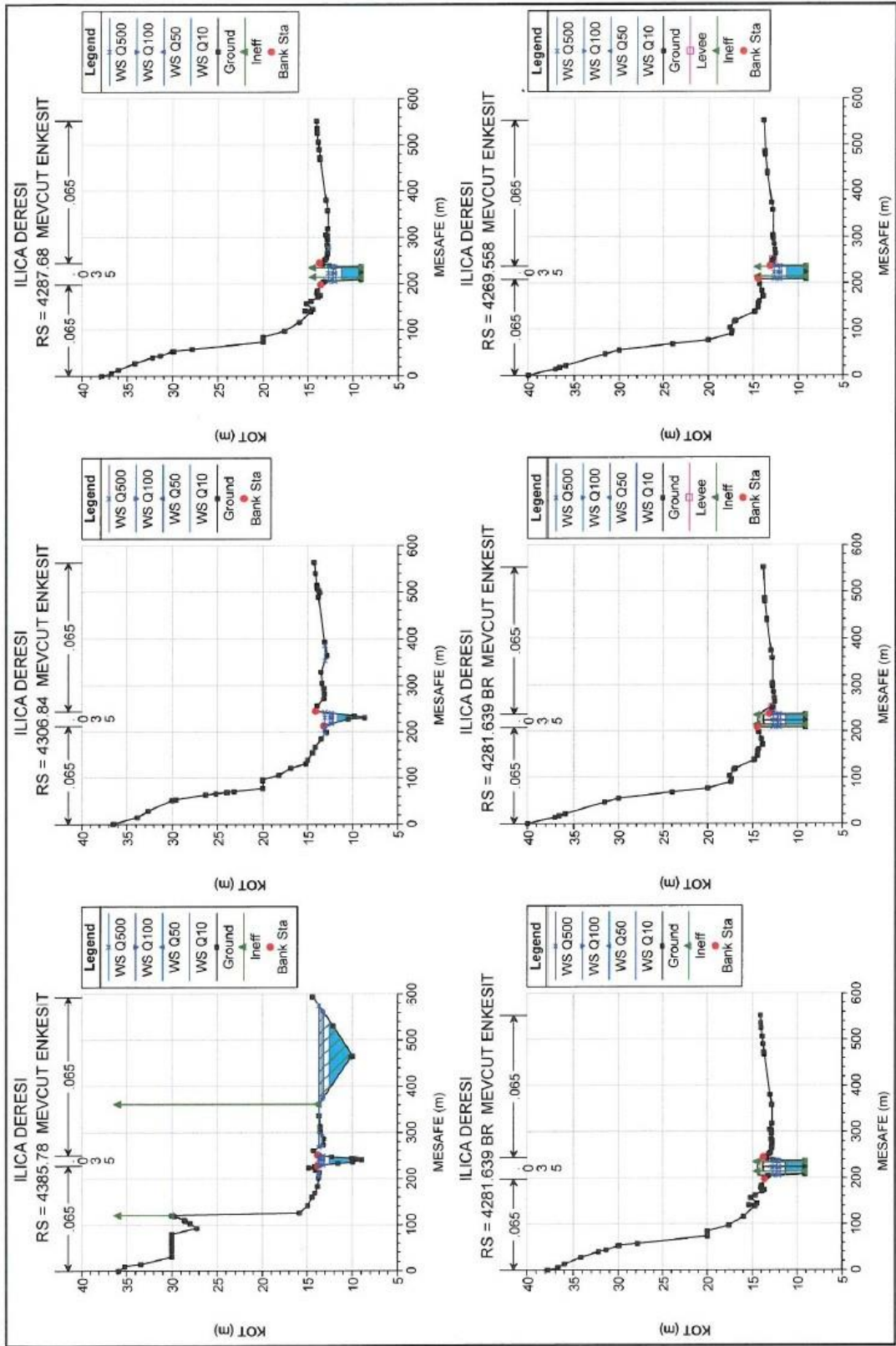
Şekil 5.38. Ilıca Deresi Q₅₀ Mevcut Durum Boy Profili



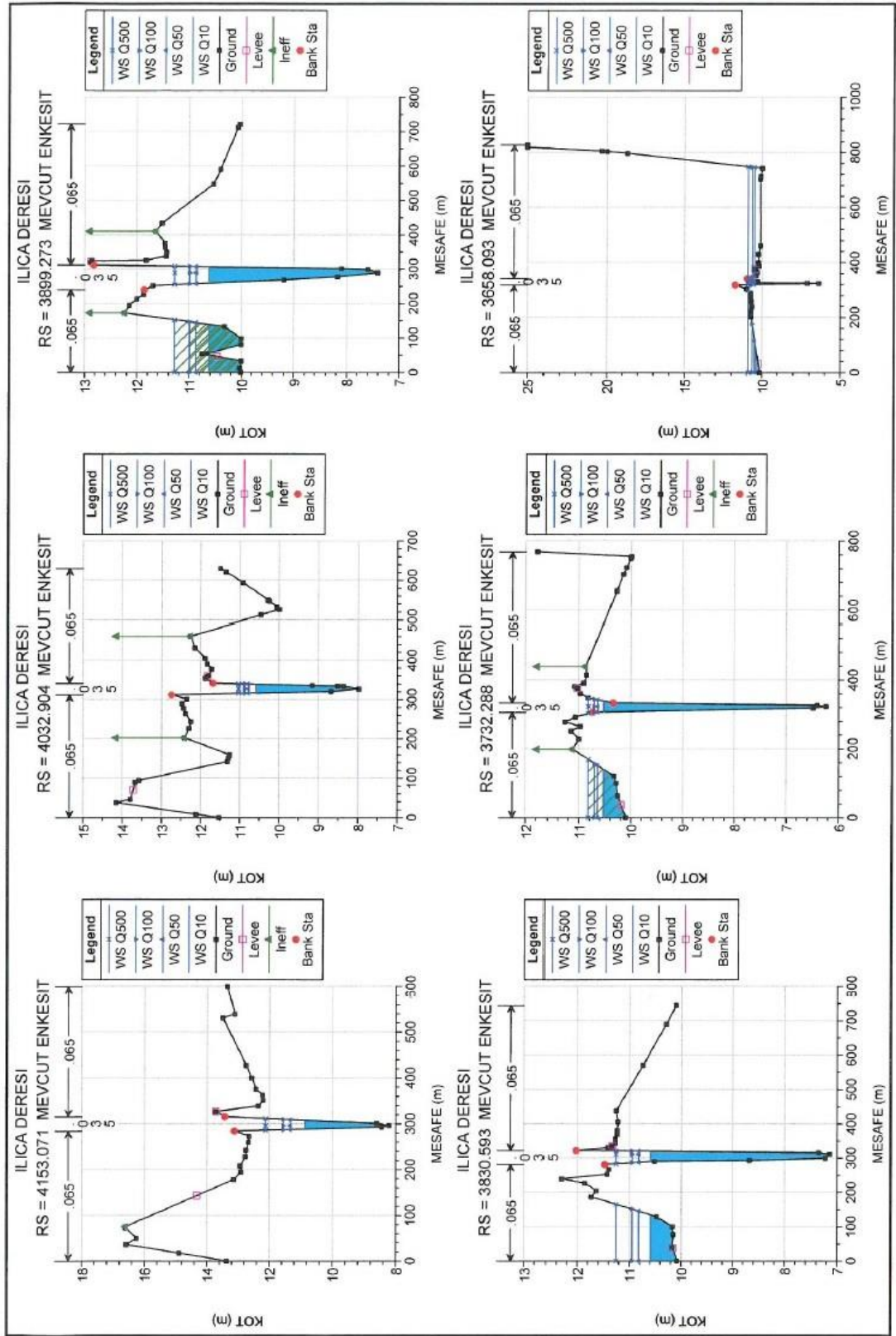
Şekil 5.39. Ilica Deresi Q_{100} Mevcut Durum Boy Profili



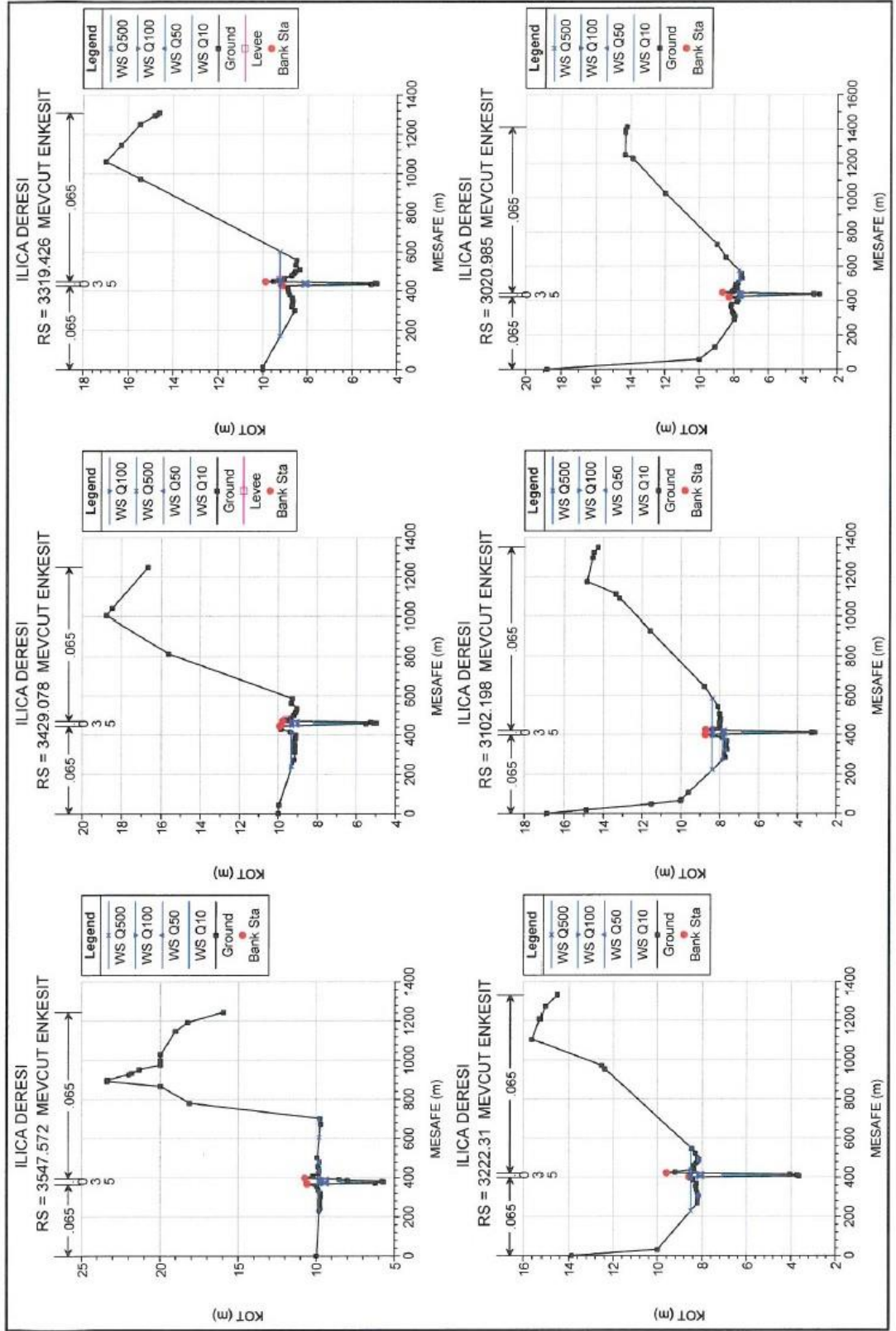
Şekil 5.40. Ilıca Deresi Q₅₀₀ Mevcut Durum Boy Profili



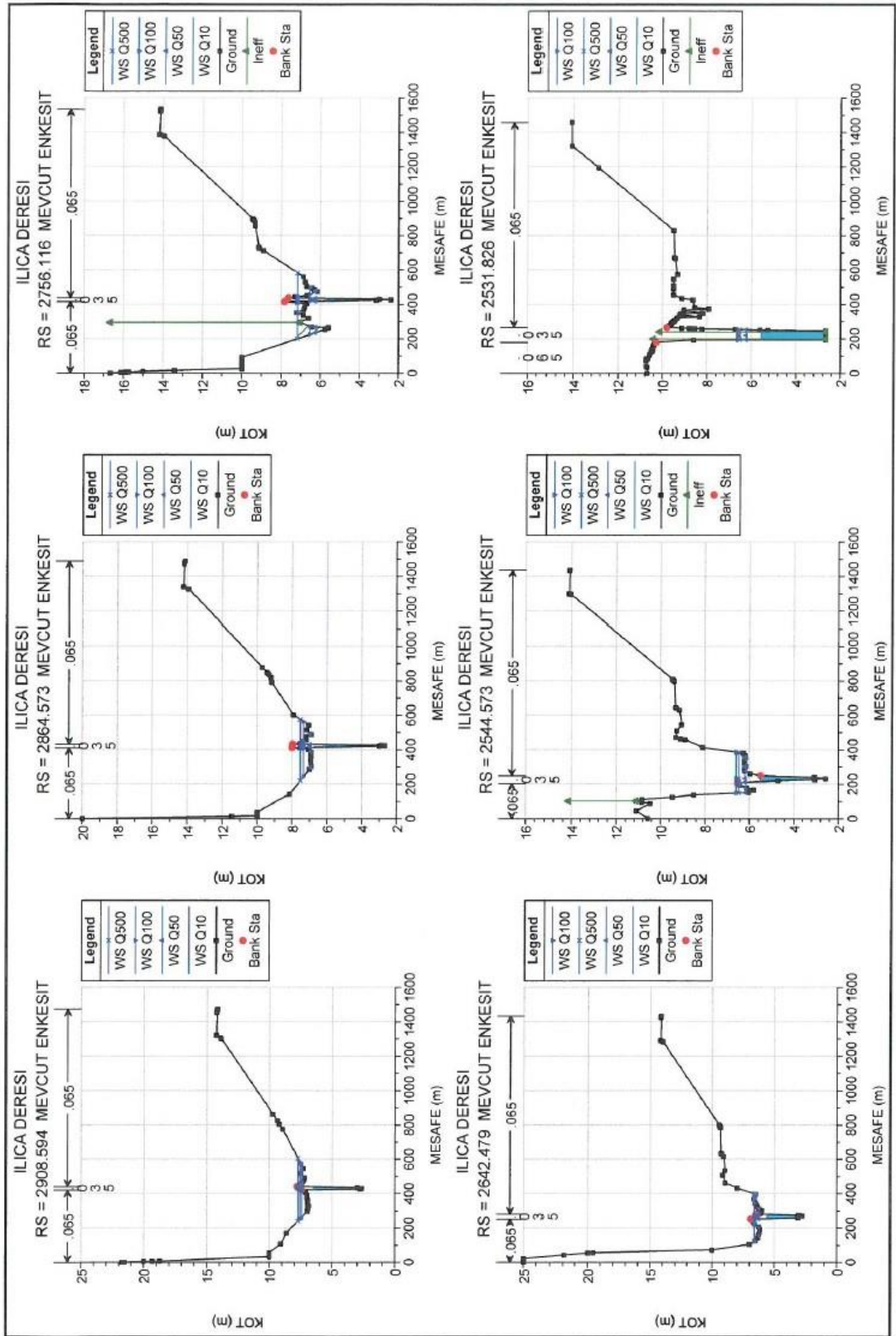
Şekil 5.41. Ilıca Deresi Mevcut Durum Km: 4385.78 - 4269.56 Arası En Kesitleri



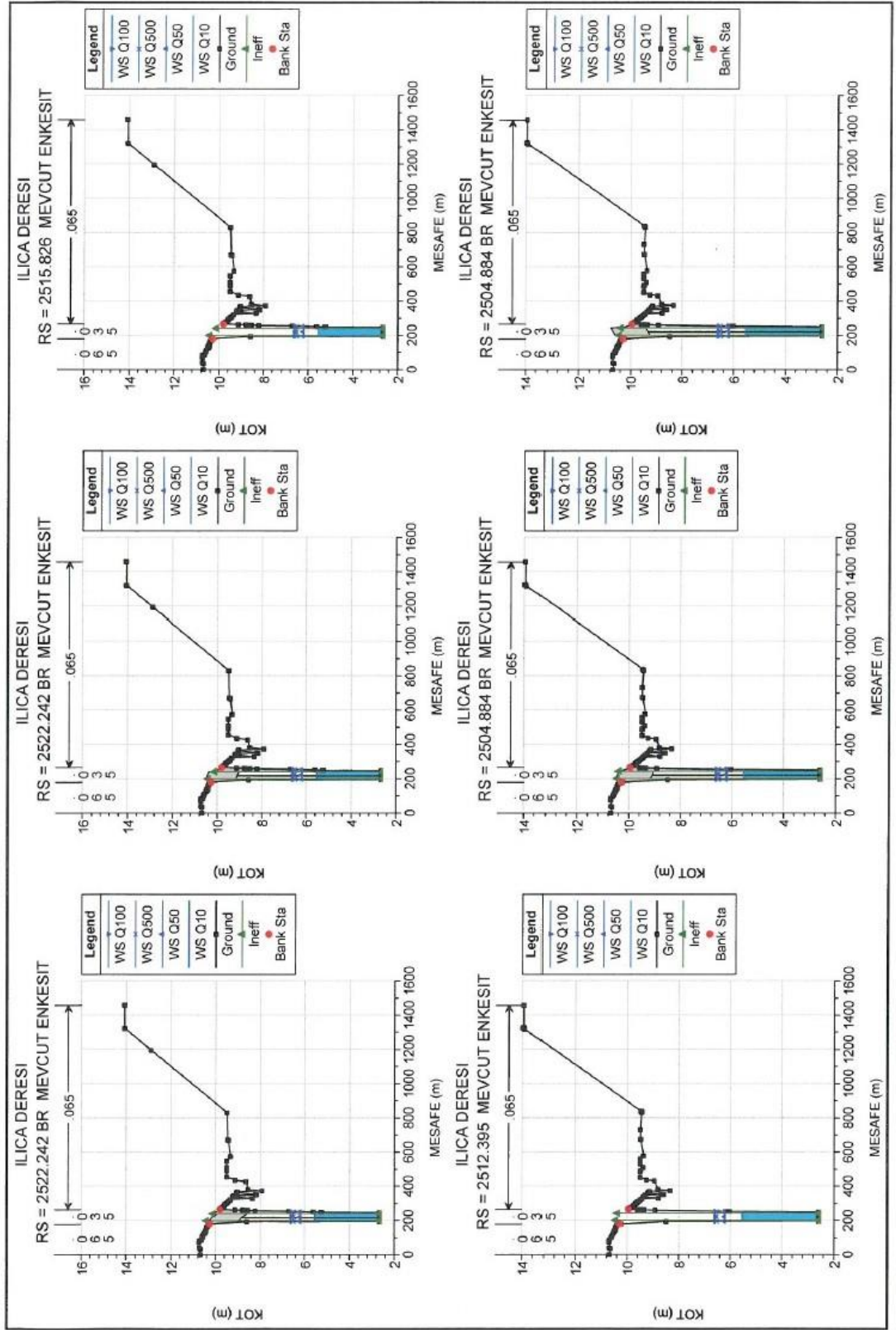
Şekil 5.42. Ilıca Deresi Mevcut Durum Km: 4153.07 - 3658.09 Arası En Kesitleri



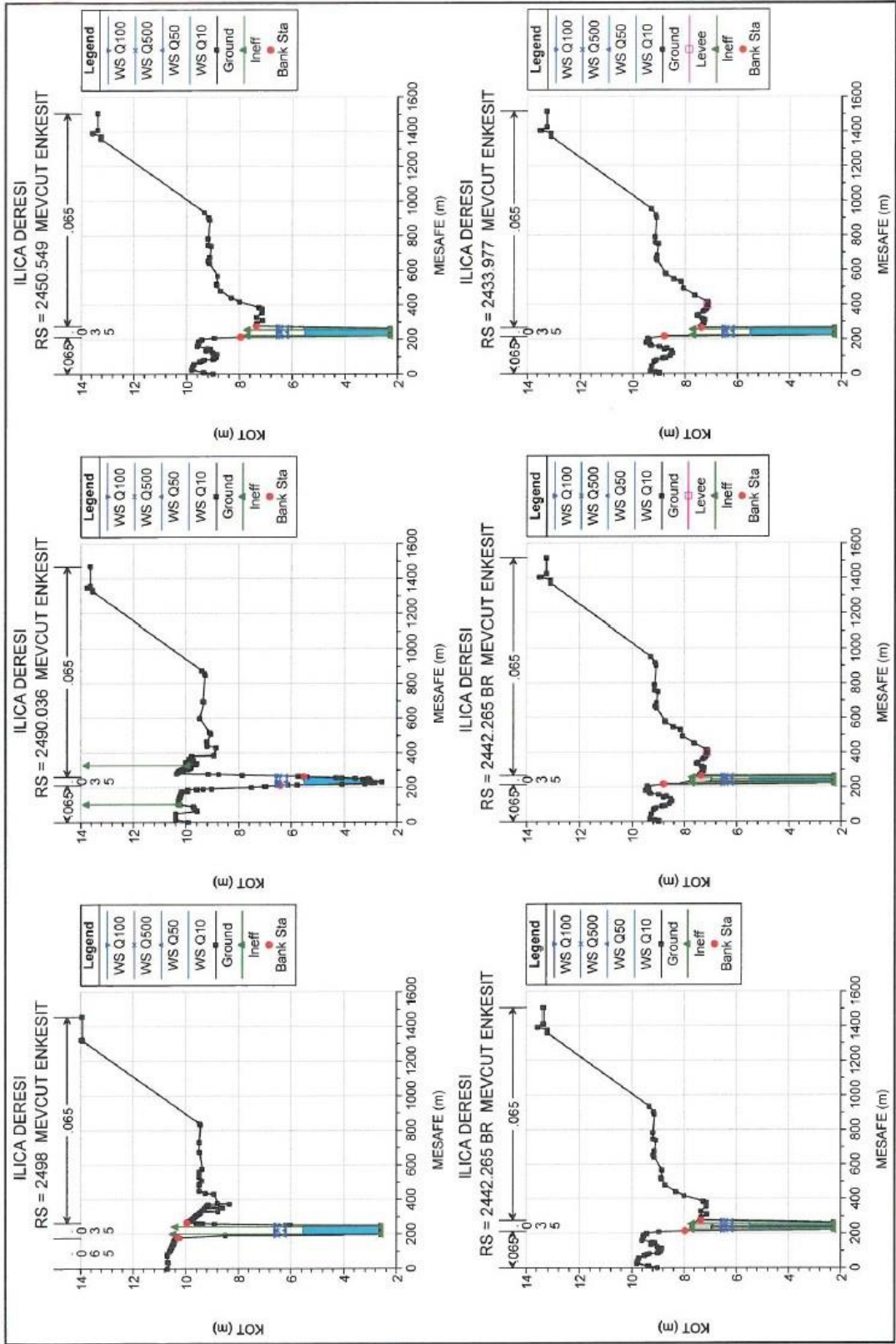
Şekil 5.43. Ilıca Deresi Mevcut Durum Km: 3547.57 - 3020.99 Arası En Kesitleri



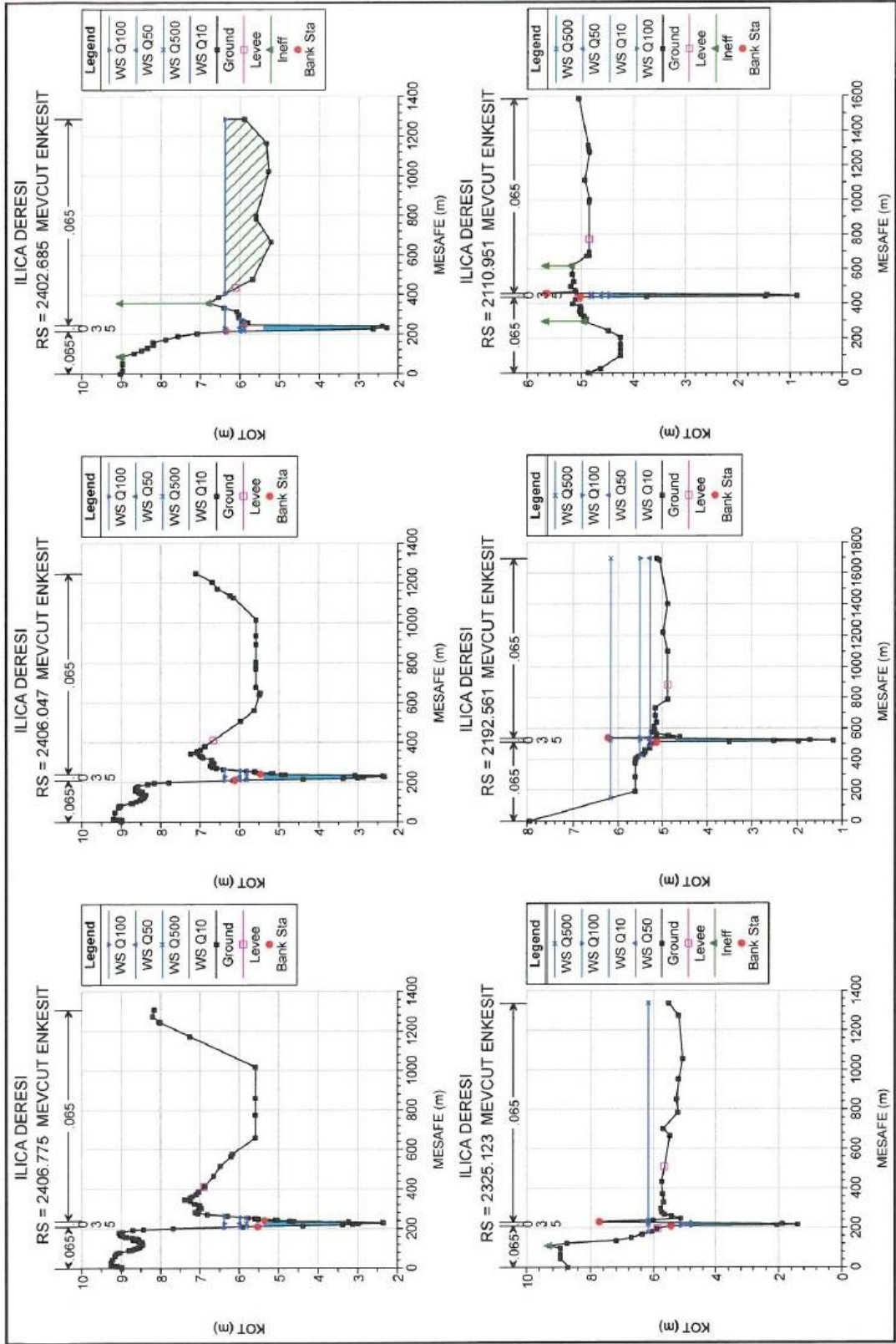
Şekil 5.44. Ilıca Deresi Mevcut Durum Km: 2908.59 - 2531.83 Arası En Kesitleri



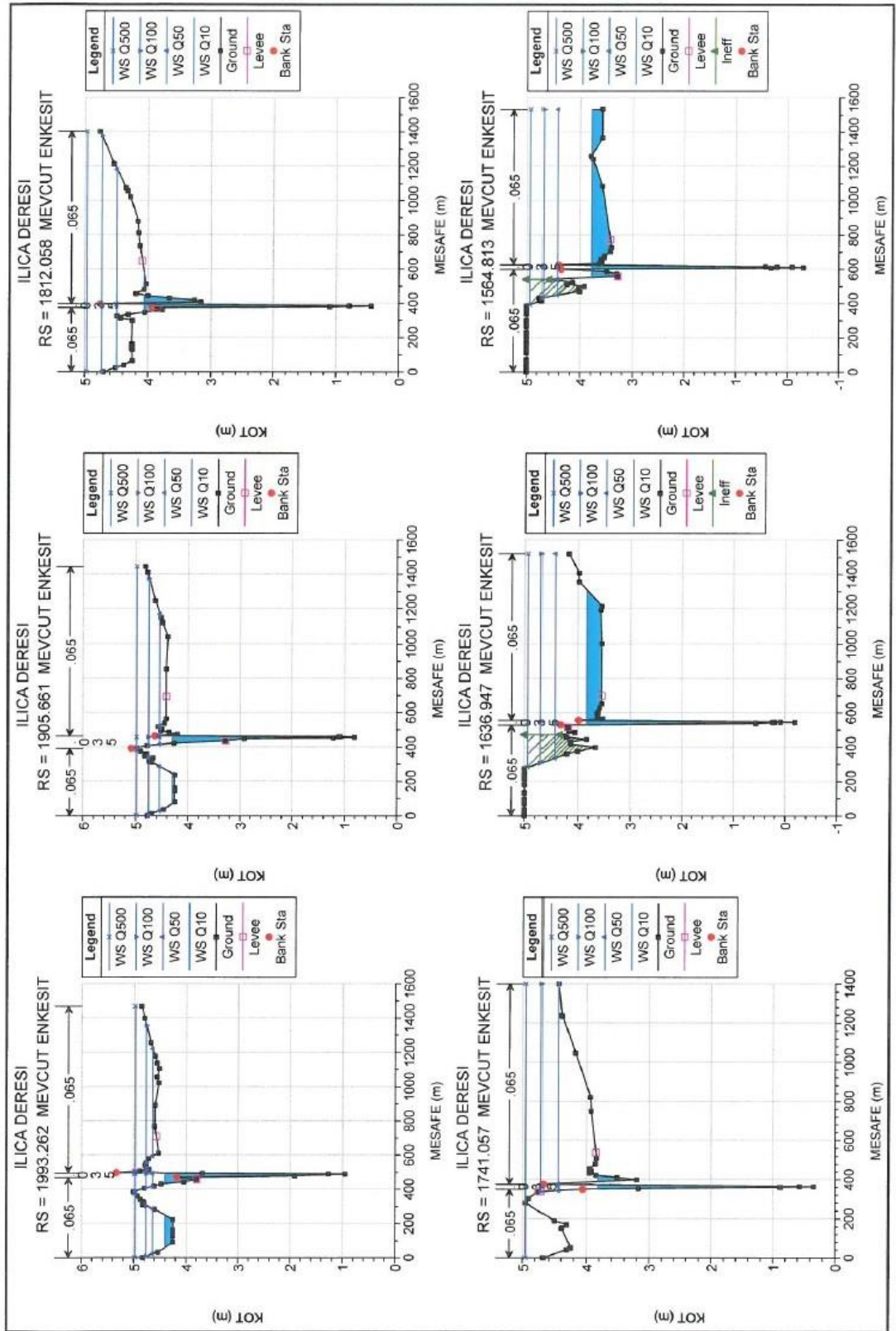
Şekil 5.45. Ilıca Deresi Mevcut Durum Km: 2522.24 - 2504.88 Arası En Kesitleri



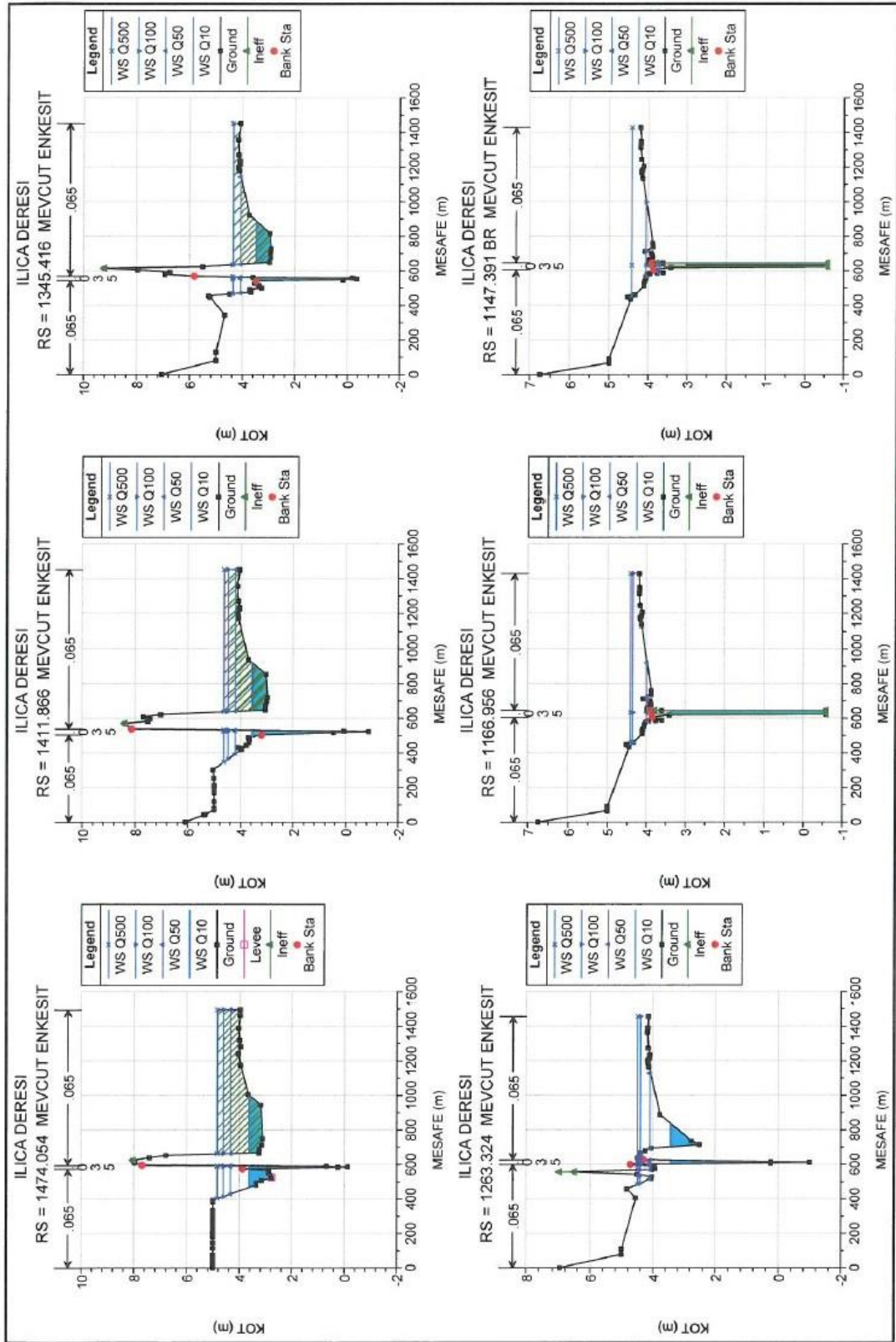
Şekil 5.46. Ilıca Deresi Mevcut Durum Km: 2498 - 2433.98 Arası En Kesitleri



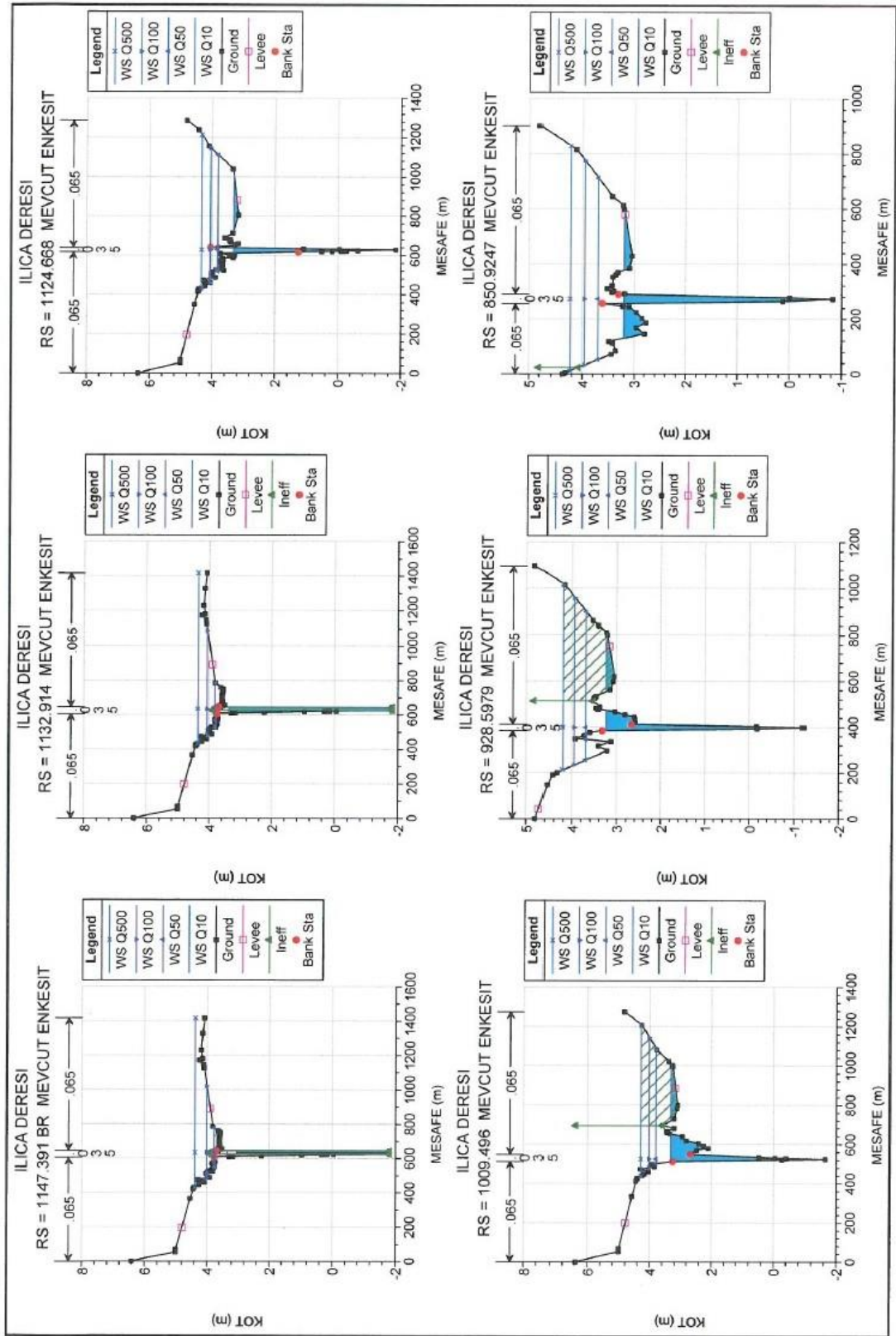
Şekil 5.47. Ilıca Deresi Mevcut Durum Km: 2406.78 - 2110.95 Arası En Kesitleri



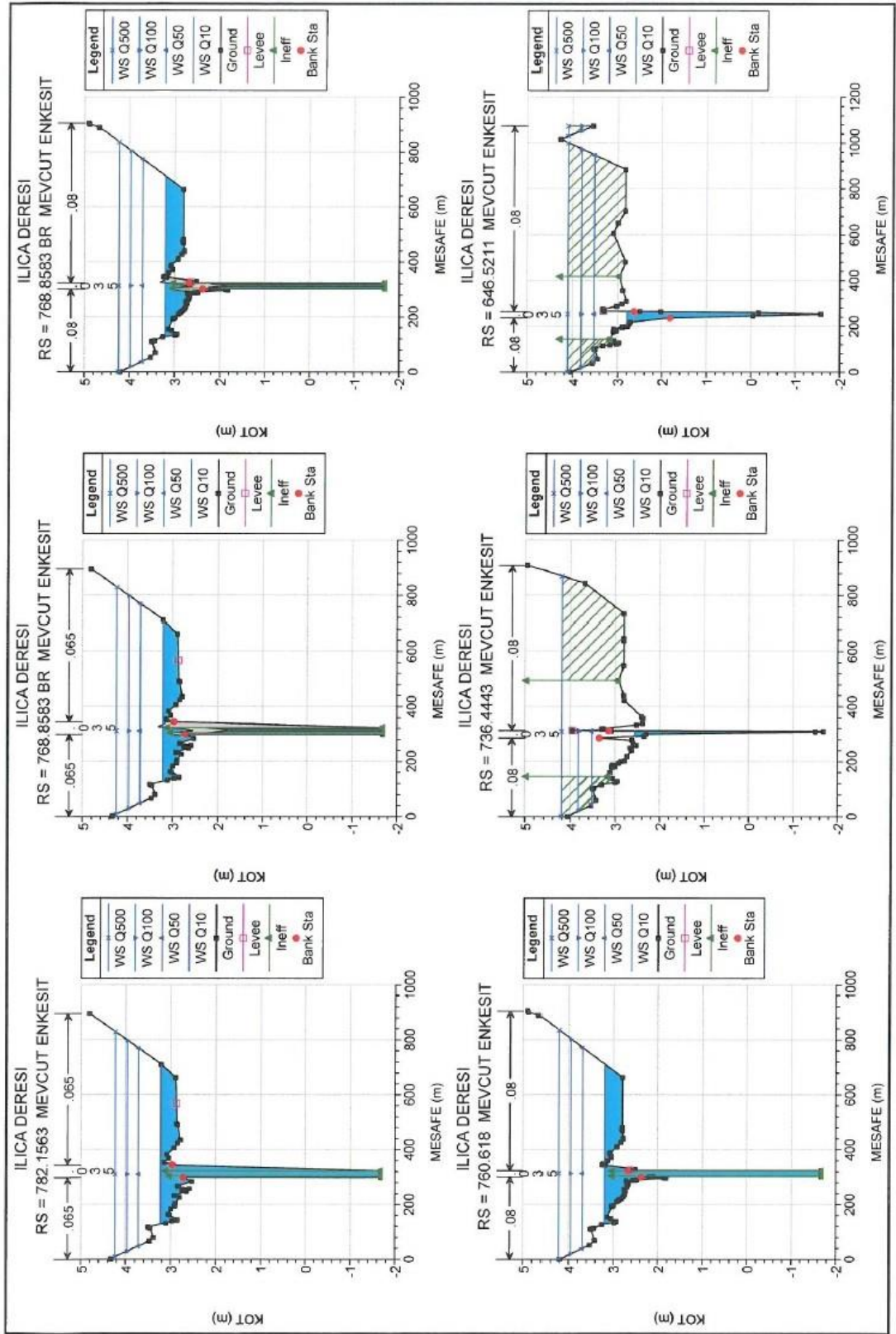
Şekil 5.48. Ilıca Deresi Mevcut Durum Km: 1993.26 – 1564.81 Arası En Kesitleri



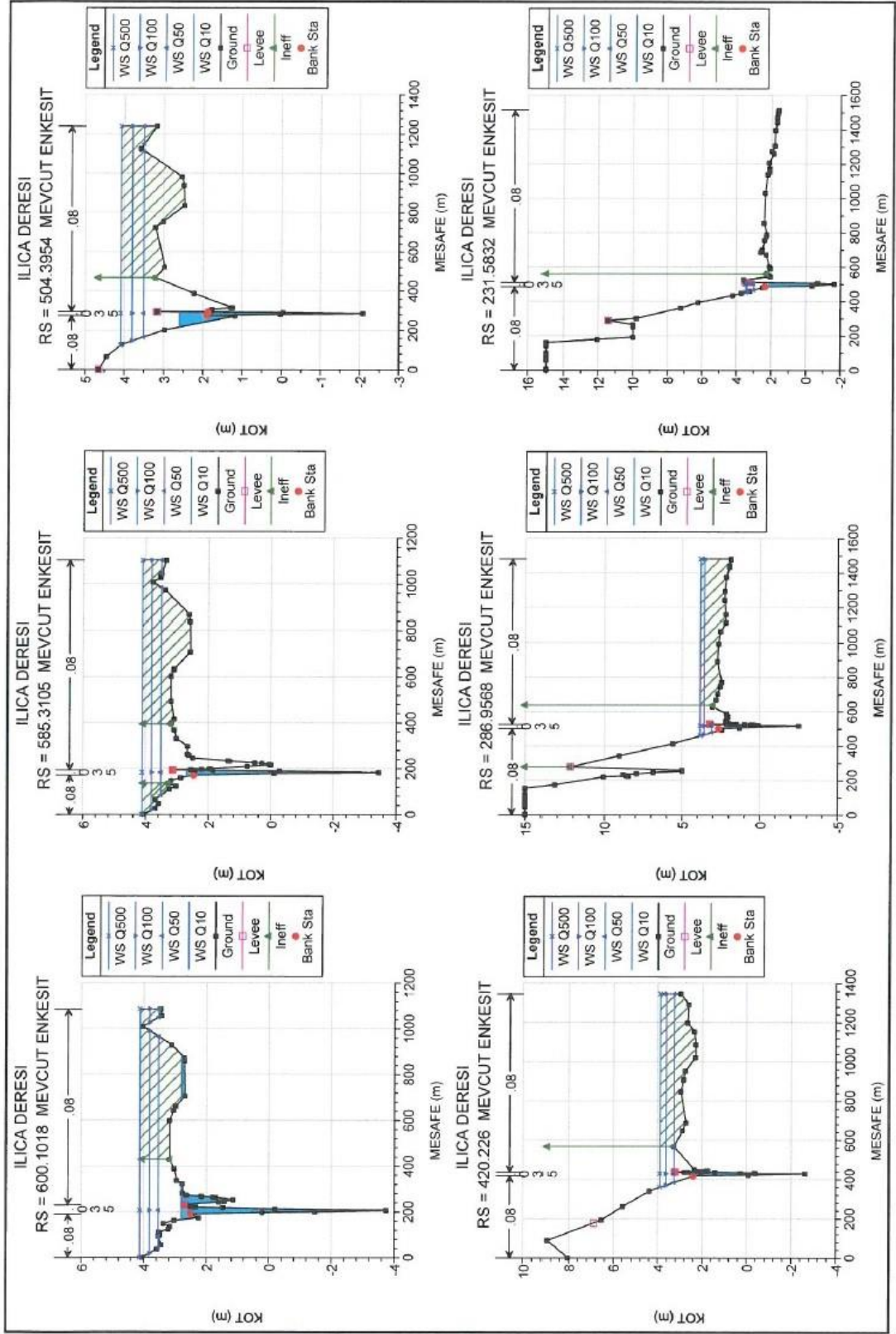
Şekil 5.49. Ilıca Deresi Mevcut Durum Km: 1474.05 – 1147.39 Arası En Kesitleri



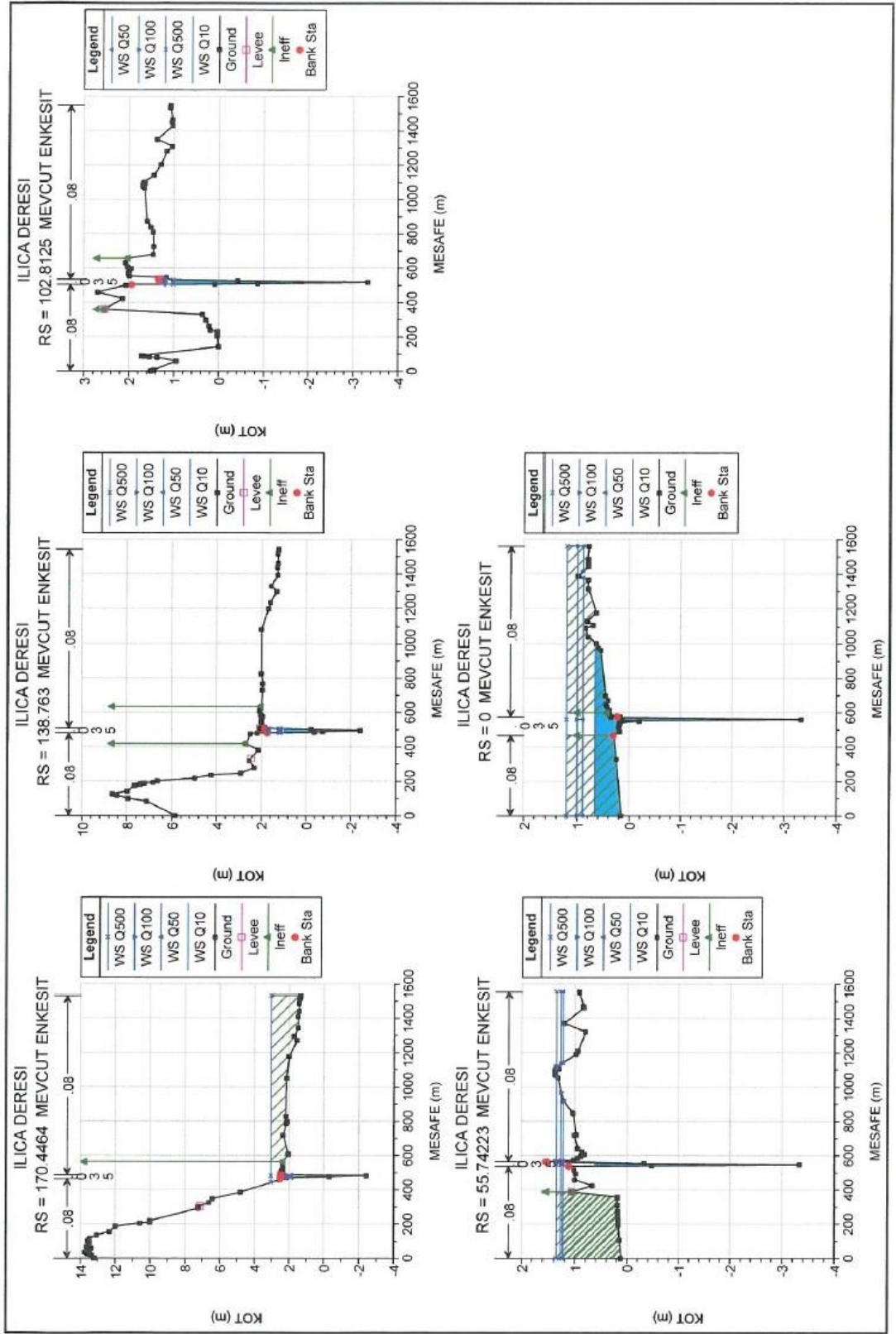
Şekil 5.50. Ilıca Deresi Mevcut Durum Km: 1147.39 – 850.93 Arası En Kesitleri



Şekil 5.51. Ilıca Deresi Mevcut Durum Km: 782.16 – 646.12 Arası En Kesitleri



Şekil 5.52. Ilıca Deresi Mevcut Durum Km: 600.10 – 231.58 Arası En Kesitleri



Şekil 5.53. Ilıca Deresi Mevcut Durum Km: 170.45 – 000.00 Arası En Kesitleri

Yukarıda verilen boykesit profilleri ve enkesitler incelendiğinde Ilıca Deresi güzergâhı üzerinde Q_{100} ve Q_{500} frekanslı taşkınlarda sular şev üstüne çıkmakta ve zarara sebebiyet vermektedir. Güzergah üzerinde D400 Karayolu'nun bulunduğu km: 2+522.24 kesitinin mansabında büyük bir taşkın riski bulunmaktadır. Söz konusu durumun gelecek yıllardaki turizm potansiyeli göz önüne alındığında bu mevkide rehabilitasyon büyük önem arz etmektedir. Km 2+522.24 – 1+147.39 arasında Ilıca Deresi güzergahında meydana gelmesi muhtemel Q_{500} frekanslı taşkın suları arazi kotundan da kaynaklı olarak batı tarafında bulunan İncirli Deresi güzergahına doğru akışa geçmektedir. Bu hususta İncirli Deresi güzergâhında Turizm Caddesi membasında akış yönünde sol sahilde bulunan Hitit Tatil Sitesi risk altındadır. Ilıca Deresi km: 1+147.39 kesitinden itibaren hidrolik kapasitenin oldukça yetersiz kalması nedeniyle mansaptaki turistik tesislerin taşkın altında kalma olasılığı oldukça yüksektir. Ayrıca güzergâh üzerinde Q_{10} , Q_{25} ve Q_{50} yıl frekanslı taşkın alanlarının da yayılımı incelendiğinde D400 yolunun mansabındaki riskin devam ettiği de görülmektedir.

Ilıca Deresi için oluşturulmuş çeşitli frekanslardaki taşkın alanlarının yayılım alanları EK-1'de verilmiş olan taşkın yayılım haritasının üzerinden hesaplanıp aşağıda Tablo 5.16'da verilmiştir.

Tablo 5.16. Ilıca Deresi Taşkın Yayılım Alan Büyüklükleri

Ilıca Deresi (4.39 km)	Taşkın Alanları (ha)			
	Q_{10}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{500}
	50	138	168	235

2013 yılının ocak ayında meydana gelen taşkın neticesinde Turizm Caddesi mansabında bulunan turistik tesisler büyük zarar görmüş, taşkın suları dere yatağından çıkarak şev üstüne yayılmıştır. Ilıca Deresi mansap güzergâhında yapılmış olan süreksiz duvarlı kanal kapasiteyi bir miktar artırsa da yetersiz kalmaktadır. Ayrıca Manavgat Ilıca Deresi'nin mevcut güzergâhı boyunca hidrolik kapasitesi tespit edilmiş ve dere üzerindeki sanat yapılarının yeterlilikleri Bölüm 5.5.2'de detaylı olarak gösterilmiştir. Ayrıca aşağıda Tablo 5.17'de özetlenmiştir.

Tablo 5.17. Ilıca Deresi Güzergâhındaki Sanat Yapılarının Hidrolik Özeti

Kesit (Km)	Q _{kapasite} (m ³ /s)	Q _{Taşkın} (m ³ /s)	Islak Alan (m ²)	Kiriş Altı Kotu (m)	Q ₅₀₀ 'e göre su yüzü kotu (m)
4+281.64	237.35	221.00	94.94	13.81	12.73
2+522.24	630.85	235.00	252.34	8.84	6.52
2+504.88	708.50	235.00	283.40	9.09	6.52
2+442.27	394.62	254.00	157.85	6.95	6.41
1+147.39	161.50	254.00	64.80	3.02	4.42
0+768.86	157.25	254.00	62.90	1.75	4.25

Tablo 5.17'den de görülebileceği gibi, Km 1+147.39 ve 0+768.86 kesitlerinde bulunan sanat yapılarının hidrolik kapasitesi yetersiz bulunmuş olup mevcut yapıların yerine yeni bir sanat yapısı önerilmektedir. Söz konusu kesitlerde bulunan sanat yapılarının haricinde diğer kesitlerdeki yapılarda hidrolik kapasite ile ilgili herhangi bir taşkın riski bulunmamaktadır.

Yapılan tespitler doğrultusunda D400 Karayolunun (Km: 2+522.24) mansabındaki mevcut turistik tesisler ve gelecek yıllarda bu sektördeki olası artışlar da göz önüne alındığında Ilıca Deresi'nin Q₁₀₀ ve Q₅₀₀ frekanslı taşkınlar doğrultusunda rehabilite edilmesinin gerekliliği tespit edilmiştir.

5.6. Ilıca Deresi Taşkın Önleme Çözüm Çalışmaları

Taşkın önleme çözüm çalışmaları kapsamında Ilıca Deresi güzergâhı boyunca yerleşim yerleri ve turistik tesisler bulunması nedeniyle hava paylı olacak şekilde Q₁₀₀ ve hava paysız olacak şekilde Q₅₀₀ taşkın debilerini taşıyacak şekilde projelendirilmesine karar verilmiştir. Bu çalışmalar yapılırken kamulaştırma maliyetlerini, hafriyat miktarını ve proje esnasında hesabı yapılacak olan taş tahkimat miktarını, özet olarak teknik gerekleri ekonomik maliyetlerle sağlayacak şekilde ve olabildiğince minimumda tutacak güzergâh ve kesitler belirlenmelidir. Mevcut eğimlere ve mevcut şev içi kesit derinliklerine olabildiğince bağlı kalınarak kesit taban genişlikleri büyütülerek özellikle sedde ihtiyacı azaltılmaya ve drenaj problemleri yaratılmamaya çalışılmalıdır.

Yukarıda belirtilen kriterler doğrultusunda, ıslahı yapılacak olan dereler için projeli güzergâhın belirlenmesi aşamasında sıralı olarak aşağıdaki adımlar izlenmelidir.

- Mümkün olduğunca mevcut yatak güzergâhına bağlı kalınarak yatak tanzimi yapılmalıdır.
- Mevcut yatak dışına hidrolik mecburiyetler sebebiyle çıkılan hallerde mümkün olduğunca projeli güzergâhın hazine arazilerinden geçmesine, yalnızca kurp yarıçaplarının veya kurplar arası mesafenin nehir hidroliğini olumsuz etkileyeceği düşünülen yerlerde şahıs arazilerinden geçirilmesine izin verilmelidir.
- Hidrolik şartların sağlanamadığı durumlarda mevcut güzergâhta kamulaştırma miktarlarını minimumda tutacak şekilde küpürler kesilerek projeli durum güzergâhı oluşturulmalıdır. Nehir köprü geçişlerinde güzergâh mevcut köprü ayaklarına paralel ve köprüye dik girecek şekilde planlanmalıdır.
- Güzergâh boyunca yan dere bağlantılarının bulunduğu güzergâhlarda yan derenin mansaplandığı kesitteki ana kol sedde üst kotları arazide yan dere projeli güzergâhı boyunca şev kotlarını yakalayacağı noktaya kadar devam ettirilerek kuşaklama yapılmalıdır. Bu sayede ana koldaki olağan su yükselmelerinden dolayı yan dere çevresinde taşkınların önüne geçilecektir.

Projenin inşaatının en mansaptan yani Km: 0+000'dan başlayarak membaya doğru yapılması ve bu sayede yukarıda yapılacak iyileştirme sonucunda artan kesit kapasitesinin mansapta taşkınlara sebebiyet vermesi önlenecektir.

5.6.1. Ilıca Deresi Güzergâhı Boyunca Yapılacak Değişiklikler

Ilıca Deresi'nin projeli güzergâhında hidrolik gerekler ve ekonomik kısıtlar dikkate alınarak en uygun çözüm geliştirilmiştir. Ilıca Deresi mansap kesiminde taşkın zararlarından korunulması amacıyla önceki yıllarda akış yönünde sağ sahilde duvar inşa edilmiştir. Söz konusu duvarlı kesim EK-2'deki paftada görüleceği üzere projeli güzergâhta Km: 0+575.00 – 0+200.00 arasında bulunmaktadır. Çözüm çalışması kapsamında mevcut duvar sabit tutularak aks buna göre belirlenmiştir. Bu hususta belirlenen en kesit genişliğinin yarısı kadar sabit duvar şev üst çizgisine paralel bir hat çizilerek güzergâh belirlenmiştir. Güzergâh Km: 3+985.00 – 0+000.00 arasında

olup toplam uzunluğu 3.985 km'dir. Km: 3+985.00 – 1+100.00 arasında bitişik alanlarda tarım arazileri ve seralar bulunması nedeniyle nehir kesiti trapez kanal, Km: 1+100.00 – 0+575.00 arasında istimlak sorunları ve arazi yapısı nedeniyle beton duvarlı kanal yapılması öngörölmüştür. Km: 0+575.00 – 0+200.00 kesitleri arasında mevcut duvar korunarak uygun hidrolik şartlar sağlanmış aynı zamanda inşaat işleri azaltılarak ekonomik fayda elde edilmesi düşünölmüştür. Km: 0+200.00 – 0+130.00 arasında yine sağ ve sol sahilde beton duvar yapılması gerekmektedir. Sonuç olarak Ilıca Deresi taşkın koruma çalışması kapsamında güzergah boyunca Km: 1+100.00 – 0+130.00 arasında arazi şartları değerlendirildiğinde beton duvar yapılmasına karar kılınmıştır. Güzergahın mansap kesiminde Km: 0+130.00 – 0+000.00 arasında plaj kısmındaki turizm aktiviteleri de dikkate alınarak taş tahkimatlı trapez kesit olması düşünölmüştür. Km: 0+000.00 ile 0+420.00 arasındaki projeli güzergah planı görünümü Şekil 5.54'de verilmiştir.

Ilıca Deresi için yapılan çözüm çalışmasında talveg hattının mevcut talveg kotları ile uyumlu olmasına dikkat edilmiş olup dört farklı eğim kullanılmıştır. Ilıca Deresi projeli güzergâhında kullanılan bu eğimler aşağıda verilmiştir.

Km 3+985.00 – 2+722.80 arasında $J_1: 0.0046$ m/m

Km 2+722.80– 1+770.55 arasında $J_2: 0.0024$ m/m

Km 1+770.55 – 0+780.00 arasında $J_3: 0.0029$ m/m

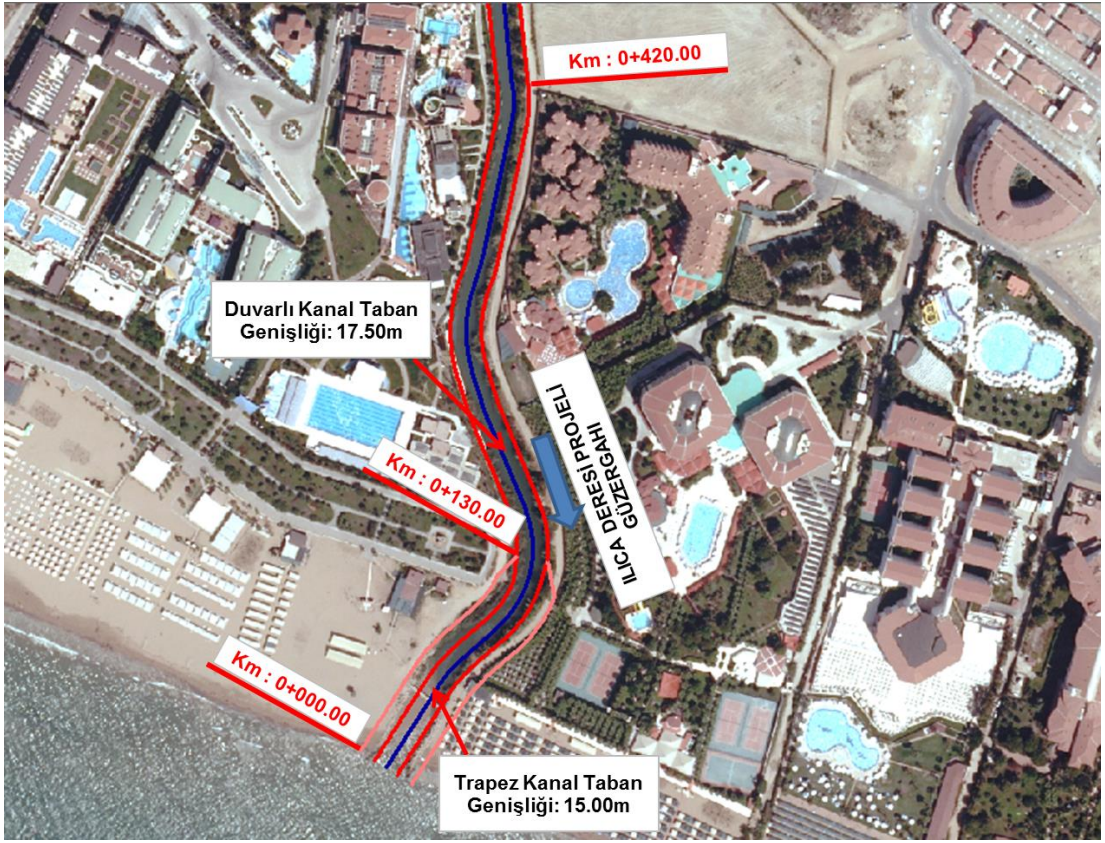
Km 0+780.00 – 0+000.00 arasında $J_4: 0.0016$ m/m olarak belirlenmiştir.

Ilıca Deresi güzergâhı üzerinde yapılan tüm değişiklikler Tablo 5.18'de ayrıntılı olarak verilmiştir. Taşkın koruma ıslah çalışmasının işleyebilmesi için denizin kabarması sonucunda taşkın sularının gerekli hız ve sürede drenajının sağlanması ve karaya doğru derenin oyulmasının önüne geçmek amacıyla dere çıkış ağzında mahmuz yapısının yapılması gerekmektedir. EK-2'deki paftada dere çıkışı mahmuz yapısı ve mevcut dere güzergâhında yapılan tüm değişiklikler görölmektedir. Bu doğrultuda hazırlanan Ilıca Deresi'nin projeli boy profili Şekil 5.55'de verilmiştir.

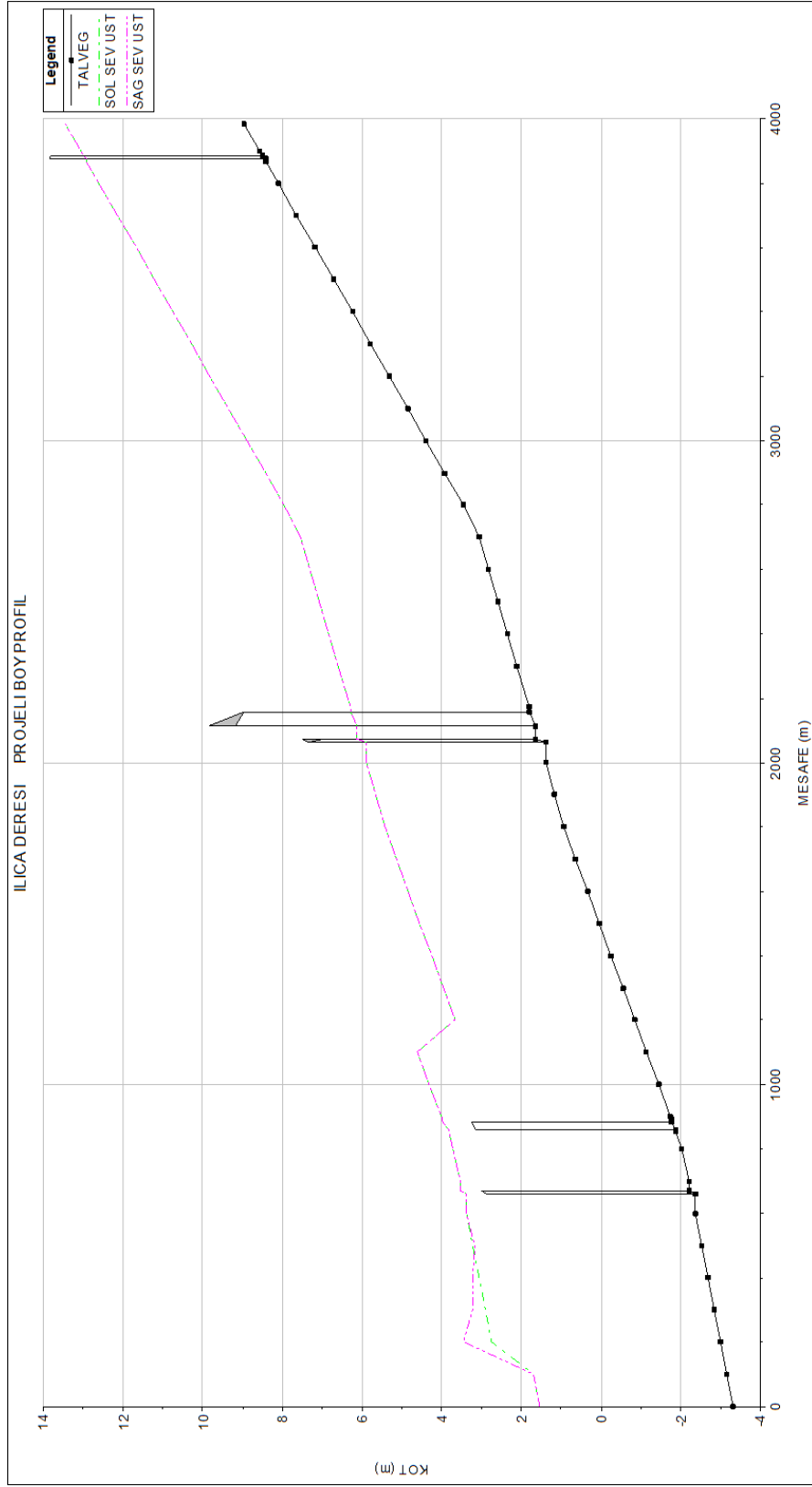
Tablo 5.18. Ilıca Deresi Projeli Durum Güzergâhındaki Nihai Durum

Kesitler	Tipi	Taban Genişliği (m)	Kesit Derinliği (m)	şev Eğimi	Eğim (m/m)
3+985.00 - 2+722.80	Trapez Kanal	12.00	4.50	2Y:1D	0.0046
2+722.80 - 2+200.00	Trapez Kanal	12.00	4.50	2Y:1D	0.0024
2+200.00 - 1+770.55	Trapez Kanal	12.00	4.50	2Y:1D	0.0024
1+770.55 - 1+100.00	Trapez Kanal	12.00	4.50	2Y:1D	0.0029
1+100.00 - 0+780.00	Duvarlı Kanal	17.50	5.75	-	0.0029
0+780.00 - 0+575.00	Duvarlı Rigol Tipi Kanal	17.50	5.00+0.75	-	0.0016
0+575.00 - 0+200.00	Duvarlı Rigol Tipi Kanal	17.50	5.00+0.75	-	0.0016
0+200.00 - 0+130.00	Duvarlı Rigol Tipi Kanal	17.50	5.00+0.75	-	0.0016
0+130.00 - 0+000.00	Trapez Kanal	15.00	4.85	2Y:1D	0.0016

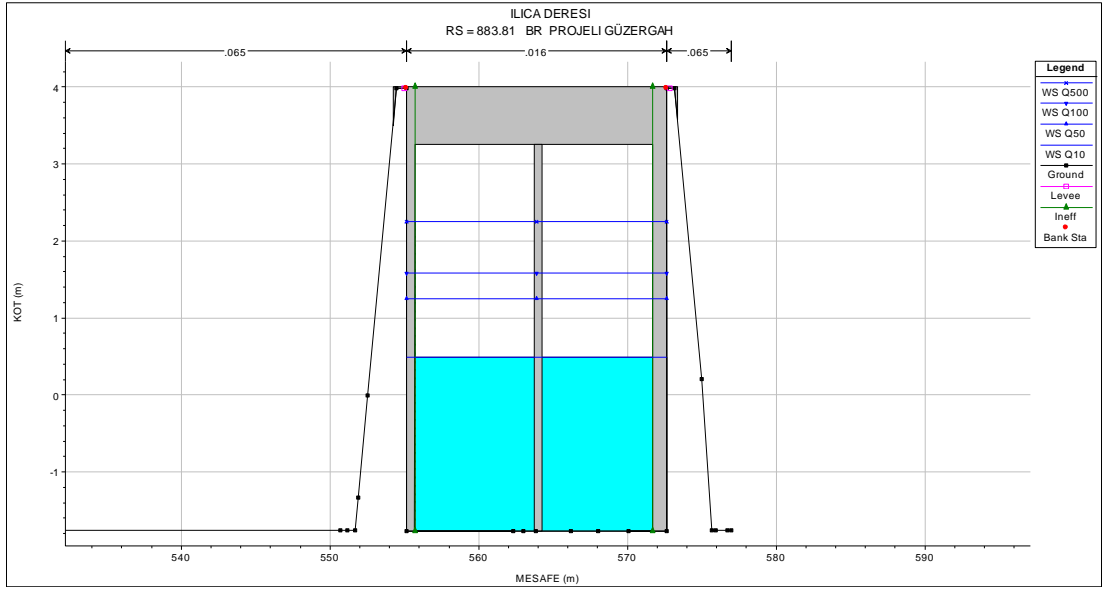
Ilıca Deresi projeli güzergâhında bulunan sanat yapılarının mevcut durumdaki hidrolik yeterlilikleri incelenmiştir. Bu doğrultuda Ilıca Deresi mevcut güzergahta Km 1+147.39 ve 0+768.86 kesitlerinde, projeli güzergahında ise Km:0+883.81 ve Km 0+669.25 kesitlerindeki sanat yapılarının kapasitesinin yetersiz olmasından dolayı yerlerine yeni sanat yapıları yapılması gerekmektedir. Hidrolik açıdan yetersiz kalan köprülerin geçtiği kesitlerde güzergâh duvarlı kanal olarak yapıldığından, köprüler mevcut kanalın kesit alanını azaltmayacak şekilde tasarlanıp tek açıklıklı olarak düşünölmüştür. Söz konusu sanat yapılarının yeterliliğini gösterir en kesitler Şekil 5.56 - 5.57 – 5.58 – 5.59’da verilmiştir. Projeli güzergah üzerindeki Km: 3+884.08 – 2+156.87 ve 2+078.66 kesitlerindeki sanat yapılarının mevcut güzergah üzerindeki hidrolik kapasitelerinin yeterli olduğu belirlenmiştir.



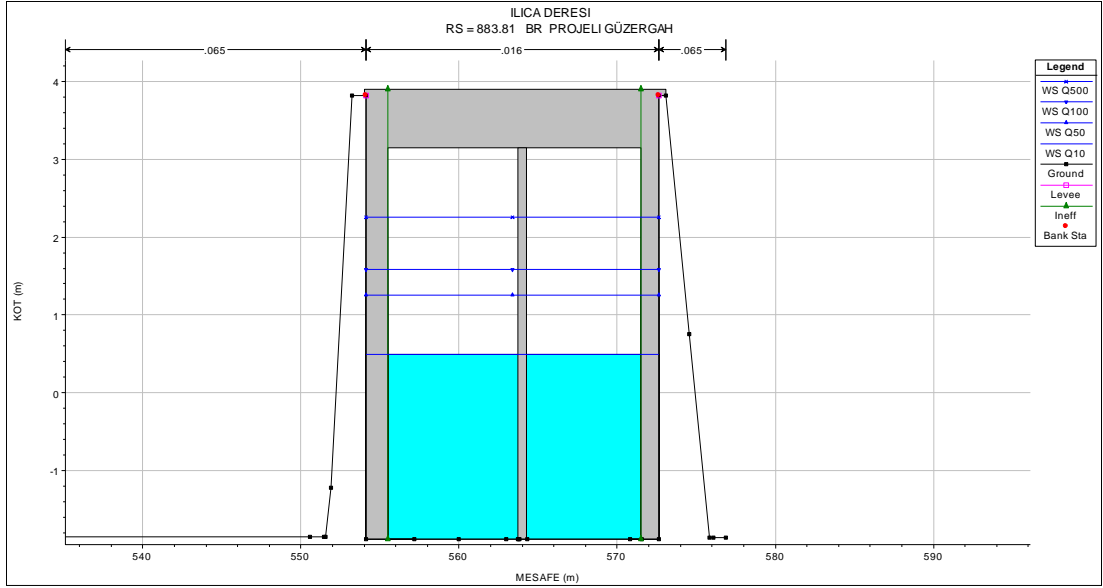
Şekil 5.54. Km: 0+000.00 ile 0+420.00 Arasındaki Projeli Güzergah Planı Görünümü



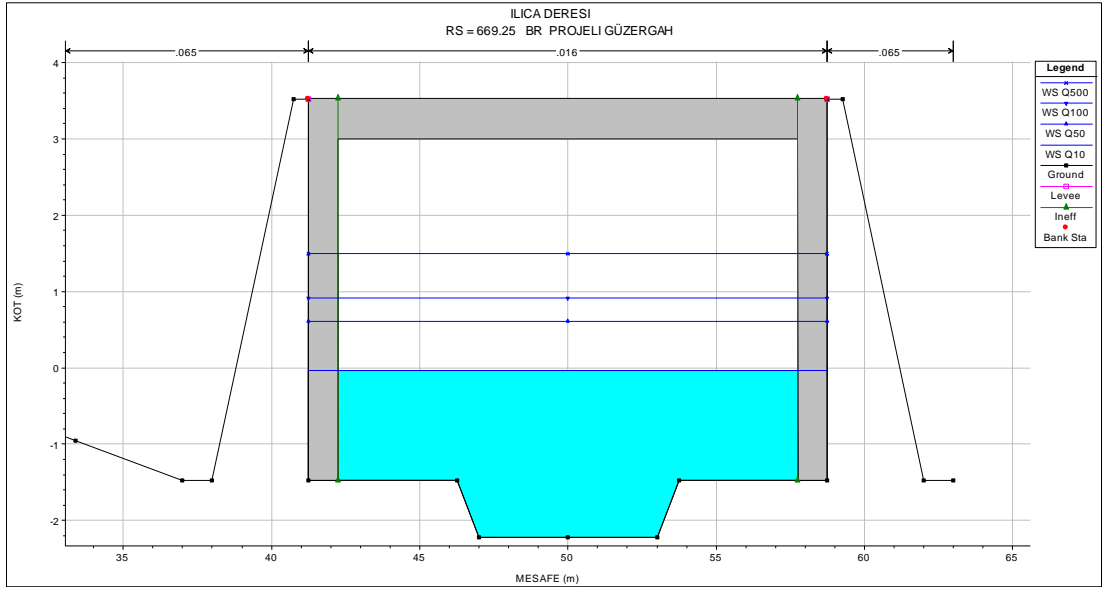
Şekil 5.55. Ilica Deresi Projeli Güzergâh Boy Profili



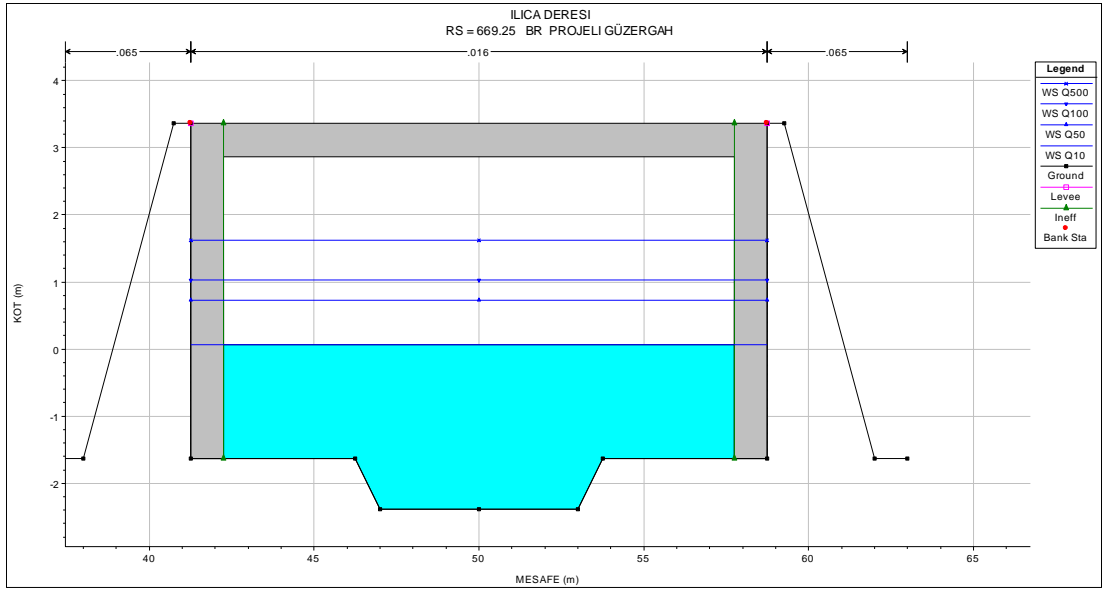
Şekil 5.56. Km 0+883.81 Kesitindeki Köprü'nün Mema Görünümü



Şekil 5.57. Km 0+883.81 Kesitindeki Köprü'nün Mansap Görünümü



Şekil 5.58. Km 0+669.25 Kesitindeki Köprü'nün Memba Görünümü



Şekil 5.59. Km 0+669.25 Kesitindeki Köprü'nün Mansap Görünümü

5.6.2. Ilıca Deresi Projeli Durumun HEC-RAS Programında İncelenmesi

Ilıca Deresinin projeli durum hidrolik analizleri durağan (steady) HEC-RAS modeli (Versiyon 4.1.0) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. HEC-RAS modeli kullanılarak Tablo 5.19'daki değişik frekanslardaki akımlar için su yüzü kotları hesaplanmış ve su yüzü profilleri oluşturulmuştur.

Projelendirme çalışmalarında Manning pürüzlülük (n) katsayısı Bölüm 3.2.1'deki DSİ formatıyla yenilenen Cowan metodundaki kriterler göz önüne alınarak, Km: 3+985.00 – 1+100.00 ile 0+130.00 – 0+000.00 arasındaki trapez kanal kesimler için 0.032, Km:1+100.00 – 0+130.00 arasındaki beton duvarlı kanal kesimler için 0.016 kabul edilmiştir.

Tablo 5.19. Ilıca Deresi Projeli Durumda Kullanılan Debiler

Dere Güzergâhı	Kesit (km)	DEBİLER (m ³ /s)			
		Q ₁₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
Ilıca Deresi Güzergâhı (3.985 km)	3+985.00	91	147	175	235
	2+200.00	100	160	190	254
	0+000.00	100	160	190	254

Projeli hidrolik model, Q₁₀, Q₅₀, Q₁₀₀, Q₅₀₀ debileri için çalıştırılmış ve sonuçları bu çalışmada verilmiştir. Yukarıda belirtilen akım girdileri, yeni düzenlenen eğimler, Manning katsayısı ve yeni eklenen sanat yapıları kullanılarak hesaplanan projeli durum 10 yıl, 50 yıl, 100 yıl ve 500 yıl tekerrürlü taşkınlar için hidrolik sonuç tablosu Tablo 5.19'da, oluşturulan su yüzü profilleri Şekil 5.60, Şekil 5.61, Şekil 5.62, Şekil 5.63'de ve projeli durum hidrolik model sonuçlarının enkesitler üzerindeki gösterimi Şekil 5.64'dan Şekil 5.73'e kadar olan çizimlerde gösterilmiştir.

Tablo 5.20. Ilıca Deresi Projeli Durum Hidrolik Sonuç Tablosu

Başlangıca Mesafe (km)	Taşkın	Toplam Debi (m ³ /s)	Talveg Kotu (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Su Yüksekliği (m)	Kritik Su Kotu (m)	Enerji Çizgisi Kotu (m)	Enerji Çizgisi Eğimi (m/m)	Hız (m/s)	Kesitteki Su Alanı (m ²)	Su Yüzü Genişliği (m)	Froude Sayısı	Sol Şev Üst Kotu (m)	Sağ Şev Üst Kotu (m)
3+985.00	Q ₁₀	91	8.96	10.99	2.03		11.39	0.0044	2.79	32.65	20.13	0.70	13.46	13.46
	Q ₅₀	147	8.96	11.57	2.61		12.12	0.0047	3.27	44.9	22.43	0.74	13.46	13.46
	Q ₁₀₀	175	8.96	11.82	2.86		12.43	0.0047	3.45	50.65	23.43	0.75	13.46	13.46
	Q ₅₀₀	235	8.96	12.3	3.34		13.02	0.0047	3.77	62.36	25.35	0.77	13.46	13.46
3+900.00	Q ₁₀	91	8.57	10.33	1.76	10.2	10.89	0.0074	3.33	27.34	19.04	0.89	13.07	13.07
	Q ₅₀	147	8.57	10.98	2.41		11.65	0.0062	3.62	40.59	21.65	0.84	13.07	13.07
	Q ₁₀₀	175	8.57	11.26	2.69		11.97	0.0059	3.75	46.71	22.75	0.83	13.07	13.07
	Q ₅₀₀	235	8.57	11.77	3.20		12.58	0.0055	3.98	58.97	24.81	0.83	13.07	13.07
3+886.64	Q ₁₀	91	8.5	10.54	2.04	9.69	10.75	0.0016	2.01	45.39	27.28	0.45	13	13
	Q ₅₀	147	8.5	11.19	2.69	10.14	11.5	0.0016	2.45	59.92	28.28	0.48	13	13
	Q ₁₀₀	175	8.5	11.47	2.97	10.35	11.83	0.0017	2.65	65.96	28.7	0.49	13	13
	Q ₅₀₀	235	8.5	11.97	3.47	10.75	12.44	0.0018	3.05	77.07	29.47	0.52	13	13
3+868.62	Q ₁₀	91	8.41	10.51	2.10	9.61	10.7	0.0015	1.95	46.57	27.47	0.43	12.91	12.91
	Q ₅₀	147	8.41	11.56	2.75	10.06	11.45	0.0015	2.41	60.98	28.44	0.46	12.91	12.91
	Q ₁₀₀	175	8.41	11.43	3.02	10.26	11.78	0.0016	2.61	66.94	28.84	0.48	12.91	12.91
	Q ₅₀₀	235	8.41	11.92	3.51	10.66	12.38	0.0018	3.02	77.86	29.58	0.51	12.91	12.91
3+800.00	Q ₁₀	91	8.1	10.11	2.01		10.52	0.0046	2.83	32.15	20.03	0.71	12.6	12.6
	Q ₅₀	147	8.1	10.72	2.62		11.26	0.0046	3.27	45	22.45	0.74	12.6	12.6
	Q ₁₀₀	175	8.1	10.97	2.87		11.58	0.0046	3.44	50.92	23.48	0.74	12.6	12.6
	Q ₅₀₀	235	8.1	11.46	3.36		12.17	0.0046	3.74	62.86	25.43	0.76	12.6	12.6
3+700.00	Q ₁₀	91	7.64	9.65	2.01		10.05	0.0046	2.83	32.14	20.03	0.71	12.14	12.14
	Q ₅₀	147	7.64	10.25	2.61		10.79	0.0046	3.27	44.99	22.45	0.74	12.14	12.14
	Q ₁₀₀	175	7.64	10.51	2.87		11.11	0.0046	3.44	50.91	23.48	0.75	12.14	12.14
	Q ₅₀₀	235	7.64	11	3.36		11.71	0.0046	3.74	62.85	25.43	0.76	12.14	12.14
3+600.00	Q ₁₀	91	7.17	9.18	2.01		9.59	0.0046	2.83	32.15	20.03	0.71	11.67	11.67
	Q ₅₀	147	7.17	9.79	2.62		10.33	0.0046	3.27	45	22.45	0.74	11.67	11.67
	Q ₁₀₀	175	7.17	10.04	2.87		10.65	0.0046	3.44	50.92	23.48	0.74	11.67	11.67
	Q ₅₀₀	235	7.17	10.53	3.36		11.24	0.0046	3.74	62.87	25.44	0.76	11.67	11.67
3+500.00	Q ₁₀	91	6.71	8.72	2.01		9.13	0.0046	2.83	32.14	20.03	0.71	11.21	11.21
	Q ₅₀	147	6.71	9.32	2.61		9.87	0.0046	3.27	45	22.45	0.74	11.21	11.21
	Q ₁₀₀	175	6.71	9.58	2.87		10.18	0.0046	3.44	50.93	23.48	0.74	11.21	11.21
	Q ₅₀₀	235	6.71	10.07	3.36		10.78	0.0046	3.74	62.89	25.44	0.76	11.21	11.21
3+400.00	Q ₁₀	91	6.25	8.25	2.00		8.66	0.0046	2.83	32.16	20.03	0.71	10.75	10.75
	Q ₅₀	147	6.25	8.86	2.61		9.4	0.0046	3.27	45.02	22.45	0.74	10.75	10.75
	Q ₁₀₀	175	6.25	9.12	2.87		9.72	0.0046	3.43	50.96	23.49	0.74	10.75	10.75
	Q ₅₀₀	235	6.25	9.61	3.36		10.32	0.0046	3.73	62.94	25.45	0.76	10.75	10.75
3+300.00	Q ₁₀	91	5.78	7.79	2.01		8.2	0.0046	2.83	2.14	20.03	0.71	10.28	10.28
	Q ₅₀	147	5.78	8.39	2.61		8.94	0.0046	3.26	45.03	22.45	0.74	10.28	10.28
	Q ₁₀₀	175	5.78	8.65	2.87		9.25	0.0046	3.43	50.98	23.49	0.74	10.28	10.28
	Q ₅₀₀	235	5.78	9.15	3.37		9.85	0.0046	3.73	63.03	25.46	0.76	10.28	10.28

Tablo 5.20. (Devam) Ilıca Deresi Projeli Durum Hidrolik Sonuç Tablosu

Başlangıca Mesafe (km)	Taşkın	Toplam Debi (m ³ /s)	Talveg Kotu (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Su Yüksekliği (m)	Kritik Su Kotu (m)	Enerji Çizgisi Kotu (m)	Enerji Çizgisi Eğimi (m/m)	Hız (m/s)	Kesitteki Su Alanı (m ²)	Su Yüzü Genişliği (m)	Froude Sayısı	Sol Şev Üst Kotu (m)	Sağ Şev Üst Kotu (m)
3+200.00	Q ₁₀	91	5.32	7.32	2.00		7.73	0.0046	2.83	32.17	20.03	0.71	9.82	9.82
	Q ₅₀	147	5.32	7.93	2.61		8.47	0.0046	3.26	45.13	22.47	0.73	9.82	9.82
	Q ₁₀₀	175	5.32	8.2	2.88		8.79	0.0046	3.42	51.14	23.52	0.74	9.82	9.82
	Q ₅₀₀	235	5.32	8.69	3.37		9.39	0.0045	3.71	63.34	25.51	0.75	9.82	9.82
3+100.00	Q ₁₀	91	4.85	6.86	2.01	6.49	7.27	0.0046	2.82	32.23	20.05	0.71	9.35	9.35
	Q ₅₀	147	4.85	7.48	2.63	7.04	8.02	0.0045	3.24	45.4	22.52	0.73	9.35	9.35
	Q ₁₀₀	175	4.85	7.75	2.90	7.27	8.34	0.0045	3.4	51.53	23.58	0.73	9.35	9.35
	Q ₅₀₀	235	4.85	8.26	3.41	7.72	8.94	0.0044	3.67	64.02	25.62	0.74	9.35	9.35
3+000.00	Q ₁₀	91	4.39	6.42	2.03	6.03	6.81	0.0045	2.79	32.57	20.11	0.70	8.89	8.89
	Q ₅₀	147	4.39	7.05	2.66	6.57	7.57	0.0043	3.18	46.24	22.67	0.71	8.89	8.89
	Q ₁₀₀	175	4.39	7.33	2.94	6.81	7.89	0.0042	3.33	52.62	23.77	0.71	8.89	8.89
	Q ₅₀₀	235	4.39	7.85	3.46	7.26	8.51	0.0041	3.58	62.62	25.86	0.72	8.89	8.89
2+900.00	Q ₁₀	91	3.92	6.01	2.09		6.38	0.0040	2.70	33.75	20.35	0.67	8.42	8.42
	Q ₅₀	147	3.92	6.68	2.76		7.15	0.0038	3.04	48.3	23.03	0.67	8.42	8.42
	Q ₁₀₀	175	3.92	6.97	3.05		7.48	0.0037	3.18	55.01	24.17	0.67	8.42	8.42
	Q ₅₀₀	235	3.92	7.51	3.59		8.1	0.0036	3.42	68.7	26.34	0.68	8.42	8.42
2+800.00	Q ₁₀	91	3.46	5.7	2.24	5.1	6.01	0.0031	2.47	36.9	20.96	0.59	7.96	7.96
	Q ₅₀	147	3.46	6.39	2.93	5.64	6.79	0.0030	2.8	52.42	23.74	0.60	7.96	7.96
	Q ₁₀₀	175	3.46	6.68	3.22	5.88	7.12	0.0030	2.94	59.49	24.90	0.61	7.96	7.96
	Q ₅₀₀	235	3.46	7.24	3.78	6.33	7.75	0.0030	3.18	73.86	27.11	0.62	7.96	7.96
2+700.00	Q ₁₀	91	3.05	5.47	2.42	4.68	5.72	0.0024	2.23	40.79	21.69	0.52	7.55	7.55
	Q ₅₀	147	3.05	6.17	3.12	5.23	6.51	0.0024	2.58	56.95	24.49	0.54	7.55	7.55
	Q ₁₀₀	175	3.05	6.46	3.41	5.47	6.84	0.0024	2.72	64.23	25.65	0.55	7.55	7.55
	Q ₅₀₀	235	3.05	7.01	3.96	5.92	7.46	0.0025	2.97	79.07	27.87	0.56	7.55	7.55
2+600.00	Q ₁₀	91	2.81	5.23	2.42	4.45	5.49	0.0023	2.23	40.81	21.69	0.52	7.31	7.31
	Q ₅₀	147	2.81	5.93	3.12	4.99	6.27	0.0024	2.59	56.79	24.46	0.54	7.31	7.31
	Q ₁₀₀	175	2.81	6.21	3.40	5.23	6.59	0.0025	2.74	63.91	25.6	0.55	7.31	7.31
	Q ₅₀₀	235	2.81	6.76	3.95	5.68	7.21	0.0025	2.99	78.57	27.79	0.57	7.31	7.31
2+500.00	Q ₁₀	91	2.57	5.00	2.43	4.21	5.25	0.0023	2.23	40.85	21.7	0.52	7.07	7.07
	Q ₅₀	147	2.57	5.68	3.11	4.76	6.02	0.0024	2.6	56.55	24.42	0.55	7.07	7.07
	Q ₁₀₀	175	2.57	5.95	3.38	4.99	6.34	0.0025	2.76	63.43	25.52	0.56	7.07	7.07
	Q ₅₀₀	235	2.57	6.5	3.93	5.44	6.96	0.0026	3.02	77.83	27.69	0.57	7.07	7.07
2+400.00	Q ₁₀	91	2.34	4.77	2.43		5.02	0.0023	2.22	40.95	21.72	0.52	6.84	6.84
	Q ₅₀	147	2.34	5.43	3.09		5.78	0.0025	2.62	56.2	24.36	0.55	6.84	6.84
	Q ₁₀₀	175	2.34	5.69	3.35		6.09	0.0026	2.79	62.72	25.41	0.57	6.84	6.84
	Q ₅₀₀	235	2.34	6.22	3.88		6.7	0.0027	3.06	76.75	27.53	0.59	6.84	6.84
2+300.00	Q ₁₀	100	2.1	3.84	1.74	3.84	4.54	0.0095	3.73	26.84	18.94	1.00	6.6	6.6
	Q ₅₀	160	2.1	4.43	2.33	4.40	5.30	0.0084	4.13	38.72	21.3	0.98	6.6	6.6
	Q ₁₀₀	190	2.1	4.78	2.68	4.64	5.63	0.0071	4.09	46.43	22.7	0.91	6.6	6.6
	Q ₅₀₀	254	2.1	5.42	3.32	5.1	6.28	0.0057	4.11	61.77	25.26	0.84	6.6	6.6

Tablo 5.20. (Devam) Ilıca Deresi Projeli Durum Hidrolik Sonuç Tablosu

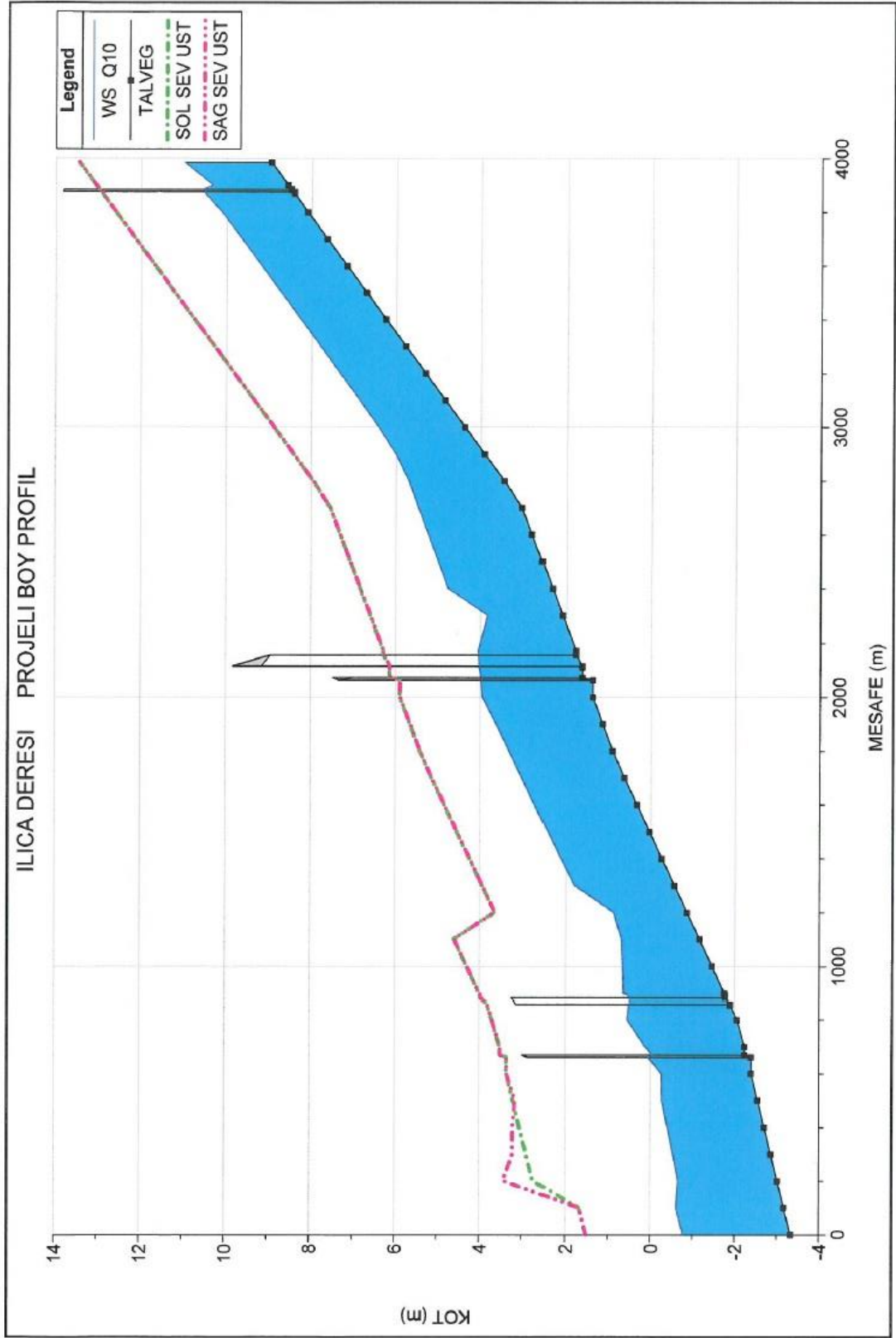
Başlangıça Mesafe (km)	Taşkın	Toplam Debi (m ³ /s)	Talveg Kotu (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Su Yüksekliği (m)	Kritik Su Kotu (m)	Enerji Çizgisi Kotu (m)	Enerji Çizgisi Eğimi (m/m)	Hız (m/s)	Kesitteki Su Alanı (m ²)	Su Yüzü Genişliği (m)	Froude Sayısı	Sol Şev Üst Kotu (m)	Sağ Şev Üst Kotu (m)
2+173.31	Q ₁₀	100	1.79	4.06	2.27	2.64	4.12	0.0004	1.08	92.34	45.68	0.23	6.29	6.29
	Q ₅₀	160	1.79	4.84	3.05	2.95	4.93	0.0004	1.29	124.4	46.96	0.23	6.29	6.29
	Q ₁₀₀	190	1.79	5.18	3.39	3.09	5.28	0.0004	1.38	138.03	47.50	0.24	6.29	6.29
	Q ₅₀₀	254	1.79	5.81	4.02	3.37	5.93	0.0004	1.55	163.72	48.53	0.25	6.29	6.29
2+110.63	Q ₁₀	100	1.64	4.03	2.39	2.49	4.08	0.0004	1	100.11	43	0.21	6.14	6.14
	Q ₅₀	160	1.64	4.82	3.18	2.8	4.89	0.0004	1.19	134.34	43.75	0.22	6.14	6.14
	Q ₁₀₀	190	1.64	5.16	3.52	2.94	5.24	0.0004	1.27	149.06	44.06	0.22	6.14	6.14
	Q ₅₀₀	254	1.64	5.79	4.15	3.21	5.89	0.0004	1.43	177.1	44.66	0.23	6.14	6.14
2+000.00	Q ₁₀	100	1.39	3.95	2.56	2.35	4.02	0.0004	1.15	86.99	38.49	0.23	5.89	5.89
	Q ₅₀	160	1.39	4.72	3.33	2.7	4.82	0.0004	1.41	113.1	39.09	0.25	5.89	5.89
	Q ₁₀₀	190	1.39	5.05	3.66	2.86	5.17	0.0004	1.53	124.11	39.34	0.26	5.89	5.89
	Q ₅₀₀	254	1.39	5.65	4.26	3.18	5.81	0.0005	1.75	144.76	39.82	0.27	5.89	5.89
1+900.00	Q ₁₀	100	1.16	3.63	2.47	2.89	3.92	0.0026	2.39	41.86	21.88	0.55	5.66	5.66
	Q ₅₀	160	1.16	4.32	3.16	3.45	4.71	0.0027	2.75	58.1	24.67	0.57	5.66	5.66
	Q ₁₀₀	190	1.16	4.62	3.46	3.7	5.05	0.0027	2.9	65.57	25.86	0.58	5.66	5.66
	Q ₅₀₀	254	1.16	5.18	4.02	4.16	5.68	0.0027	3.15	80.67	28.1	0.59	5.66	5.66
1+800.00	Q ₁₀	100	0.92	3.33	2.41	2.65	3.64	0.0029	2.47	40.54	21.64	0.58	5.42	5.42
	Q ₅₀	160	0.92	4.02	3.10	3.22	4.43	0.0029	2.84	56.39	24.4	0.60	5.42	5.42
	Q ₁₀₀	190	0.92	4.31	3.39	3.46	4.76	0.0029	2.98	63.7	25.57	0.60	5.42	5.42
	Q ₅₀₀	254	0.92	4.87	3.95	3.92	5.40	0.0029	3.23	78.56	27.79	0.61	5.42	5.42
1+700.00	Q ₁₀	100	0.64	3.03	2.39	2.37	3.35	0.0030	2.5	40.07	21.55	0.58	5.14	5.14
	Q ₅₀	160	0.64	3.71	3.07	2.94	4.13	0.0030	2.87	55.74	24.29	0.60	5.14	5.14
	Q ₁₀₀	190	0.64	4.0	3.36	3.18	4.47	0.0030	3.02	62.97	25.45	0.61	5.14	5.14
	Q ₅₀₀	254	0.64	4.56	3.92	3.64	5.1	0.0030	3.26	77.81	27.69	0.62	5.14	5.14
1+600.00	Q ₁₀	100	0.34	2.73	2.39	2.08	3.05	0.0030	2.5	40.05	21.55	0.58	4.84	4.84
	Q ₅₀	160	0.34	3.41	3.07	2.64	3.83	0.0030	2.88	55.55	24.26	0.61	4.84	4.84
	Q ₁₀₀	190	0.34	3.7	3.36	2.88	4.16	0.0031	3.03	62.72	25.41	0.62	4.84	4.84
	Q ₅₀₀	254	0.34	4.26	3.92	3.34	4.8	0.0030	3.27	77.7	27.67	0.62	4.84	4.84
1+500.00	Q ₁₀	100	0.04	2.43	2.39	1.78	2.75	0.0030	2.5	39.98	21.54	0.59	4.54	4.54
	Q ₅₀	160	0.04	3.09	3.05	2.34	3.52	0.0031	2.9	55.17	24.2	0.61	4.54	4.54
	Q ₁₀₀	190	0.04	3.38	3.34	2.58	3.85	0.0031	3.05	62.25	25.34	0.62	4.54	4.54
	Q ₅₀₀	254	0.04	3.95	3.91	3.04	4.50	0.0030	3.28	77.5	27.64	0.62	4.54	4.54
1+400.00	Q ₁₀	100	-0.25	2.12	2.37	1.48	2.44	0.0030	2.51	39.81	21.5	0.59	4.25	4.25
	Q ₅₀	160	-0.25	2.76	3.01	2.04	3.2	0.0032	2.94	54.38	24.06	0.62	4.25	4.25
	Q ₁₀₀	190	-0.25	3.04	3.29	2.28	3.53	0.0033	3.1	61.3	25.19	0.63	4.25	4.25
	Q ₅₀₀	254	-0.25	3.64	3.89	2.75	4.20	0.0031	3.29	77.15	27.59	0.63	4.25	4.25
1+300.00	Q ₁₀	100	-0.55	1.81	2.36	1.18	2.13	0.0031	2.54	39.44	21.44	0.60	3.95	3.95
	Q ₅₀	160	-0.55	2.39	2.94	1.74	2.86	0.0035	3.04	52.67	23.78	0.65	3.95	3.95
	Q ₁₀₀	190	-0.55	2.67	3.22	1.99	3.19	0.0036	3.2	59.31	24.87	0.66	3.95	3.95
	Q ₅₀₀	254	-0.55	3.32	3.87	2.45	3.88	0.0031	3.32	76.53	27.5	0.64	3.95	3.95

Tablo 5.20. (Devam) Ilıca Deresi Projeli Durum Hidrolik Sonuç Tablosu

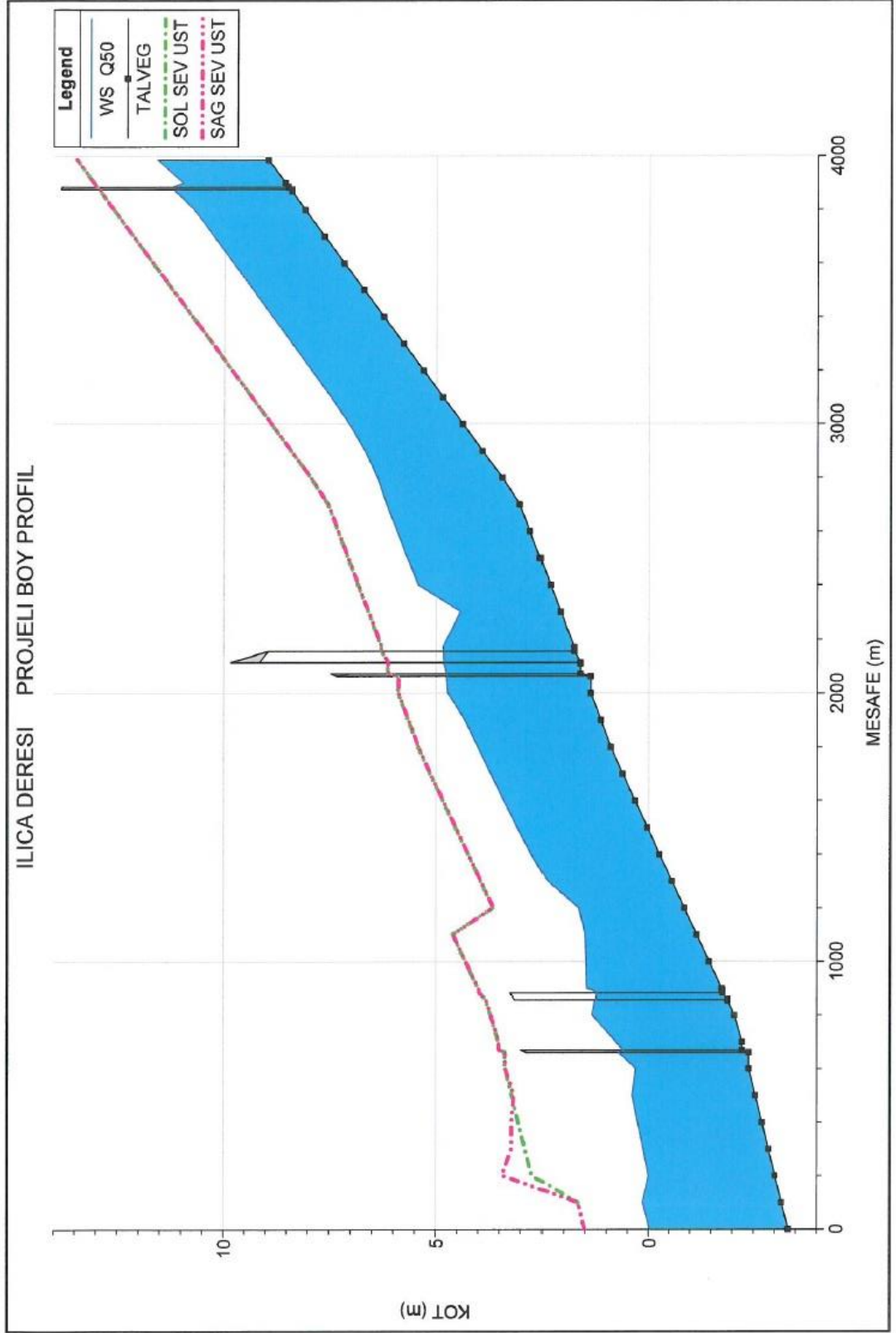
Başlangıca Mesafe (km)	Taşkın	Toplam Debi (m ³ /s)	Talveg Kotu (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Su Yüksekliği (m)	Kritik Su Kotu (m)	Enerji Çizgisi Kotu (m)	Enerji Çizgisi Eğimi (m/m)	Hız (m/s)	Kesitteki Su Alanı (m ²)	Su Yüzü Genişliği (m)	Froude Sayısı	Sol Şev Üst Kotu (m)	Sağ Şev Üst Kotu (m)
1+200.00	Q ₁₀	100	-0.85	0.88	1.73	0.88	1.59	0.0095	3.73	26.81	18.93	1	3.65	3.65
	Q ₅₀	160	-0.85	1.66	2.51	1.45	2.38	0.0063	3.74	42.81	22.06	0.86	3.65	3.65
	Q ₁₀₀	190	-0.85	2.08	2.93	1.69	2.75	0.0051	3.64	52.23	23.7	0.78	3.65	3.65
	Q ₅₀₀	254	-0.85	2.98	3.83	2.15	3.56	0.0033	3.37	75.42	27.34	0.65	3.65	3.65
1+100.00	Q ₁₀	100	-1.15	0.69	1.84	0.35	1.18	0.0014	3.11	32.2	17.5	0.73	4.6	4.6
	Q ₅₀	160	-1.15	1.51	2.66	0.89	2.11	0.0012	3.44	46.51	17.5	0.67	4.6	4.6
	Q ₁₀₀	190	-1.15	1.88	3.03	1.14	2.54	0.0011	3.58	53	17.5	0.66	4.6	4.6
	Q ₅₀₀	254	-1.15	2.61	3.76	1.63	3.37	0.0011	3.86	65.82	17.5	0.64	4.6	4.6
1+000.00	Q ₁₀	100	-1.45	0.66	2.11	0.05	1.04	0.0009	2.71	36.85	17.5	0.60	4.31	4.31
	Q ₅₀	160	-1.45	1.48	2.93	0.60	1.98	0.0009	3.12	51.27	17.5	0.58	4.31	4.31
	Q ₁₀₀	190	-1.45	1.86	3.31	0.84	2.41	0.0009	3.29	57.78	17.5	0.58	4.31	4.31
	Q ₅₀₀	254	-1.45	2.59	4.04	1.34	3.25	0.0009	3.60	70.58	17.50	0.57	4.31	4.31
0+900.00	Q ₁₀	100	-1.74	0.64	2.38	-0.25	0.93	0.0006	2.4	41.74	17.50	0.50	4.01	4.01
	Q ₅₀	160	-1.74	1.47	3.21	0.30	1.88	0.0007	2.85	56.15	17.50	0.51	4.01	4.01
	Q ₁₀₀	190	-1.74	1.84	3.58	0.55	2.31	0.0007	3.03	62.65	17.50	0.51	4.01	4.01
	Q ₅₀₀	254	-1.74	2.57	4.31	1.04	3.15	0.0007	3.37	75.42	17.5	0.52	4.01	4.01
0+893.61	Q ₁₀	100	-1.77	0.55	2.32	-0.18	0.92	0.0006	2.7	37.08	17.50	0.57	3.98	3.98
	Q ₅₀	160	-1.77	1.33	3.10	0.40	1.86	0.0006	3.23	49.57	17.50	0.59	3.98	3.98
	Q ₁₀₀	190	-1.77	1.68	3.45	0.67	2.29	0.0006	3.44	55.19	17.50	0.59	3.98	3.98
	Q ₅₀₀	254	-1.77	2.37	4.14	1.19	3.12	0.0006	3.84	66.23	17.50	0.60	3.98	3.98
0+855.02	Q ₁₀	100	-1.88	0.52	2.40	-0.29	0.86	0.0005	2.61	38.32	18.5	0.54	3.82	3.82
	Q ₅₀	160	-1.88	1.28	3.16	0.29	1.79	0.0006	3.16	50.59	18.5	0.57	3.82	3.82
	Q ₁₀₀	190	-1.88	1.63	3.51	0.55	2.21	0.0006	3.39	56.11	18.5	0.58	3.82	3.82
	Q ₅₀₀	254	-1.88	2.3	4.18	1.07	3.04	0.0005	3.8	66.92	18.5	0.59	3.82	3.82
0+800.00	Q ₁₀	100	-2.04	0.56	2.60	-0.55	0.80	0.0005	2.2	45.46	17.5	0.44	3.71	3.71
	Q ₅₀	160	-2.04	1.35	3.39	0	1.72	0.0006	2.7	59.3	17.5	0.47	3.71	3.71
	Q ₁₀₀	190	-2.04	1.7	3.74	0.25	2.13	0.0006	2.9	65.54	17.5	0.48	3.71	3.71
	Q ₅₀₀	254	-2.04	2.4	4.44	0.74	2.95	0.0006	3.27	77.77	17.5	0.49	3.71	3.71
0+700.00	Q ₁₀	100	-2.23	0.13	2.36	-0.18	0.7	0.0013	3.34	29.95	17.5	0.77	3.53	3.53
	Q ₅₀	160	-2.23	0.78	3.01	0.41	1.6	0.0012	3.99	40.1	17.5	0.79	3.53	3.53
	Q ₁₀₀	190	-2.23	1.08	3.31	0.68	2	0.0012	4.25	44.73	17.5	0.8	3.53	3.53
	Q ₅₀₀	254	-2.23	1.67	3.90	1.21	2.8	0.0011	4.72	53.79	17.5	0.81	3.53	3.53
0+600.00	Q ₁₀	100	-2.38	-0.26	2.12	-0.34	0.47	0.0019	3.79	26.41	17.5	0.93	3.37	3.37
	Q ₅₀	160	-2.38	0.31	2.69	0.26	1.36	0.0019	4.55	35.17	17.5	0.96	3.37	3.37
	Q ₁₀₀	190	-2.38	0.55	2.93	0.52	1.77	0.0019	4.89	38.89	17.5	0.98	3.37	3.37
	Q ₅₀₀	254	-2.38	1.05	3.43	1.05	2.56	0.0018	5.44	46.7	17.5	1	3.37	3.37
0+500.00	Q ₁₀	100	-2.54	-0.27	2.27	-0.59	0.24	0.0015	3.15	31.73	17.5	0.75	3.21	3.17
	Q ₅₀	160	-2.54	0.4	2.94	-0.04	1.09	0.0015	3.69	43.31	17.5	0.75	3.21	3.17
	Q ₁₀₀	190	-2.54	0.68	3.22	0.21	1.47	0.0015	3.93	48.32	17.5	0.76	3.21	3.17
	Q ₅₀₀	254	-2.54	1.21	3.75	0.7	2.2	0.0016	4.41	57.62	17.5	0.78	3.21	3.17

Tablo 5.20. (Devam) Ilıca Deresi Projeli Durum Hidrolik Sonuç Tablosu

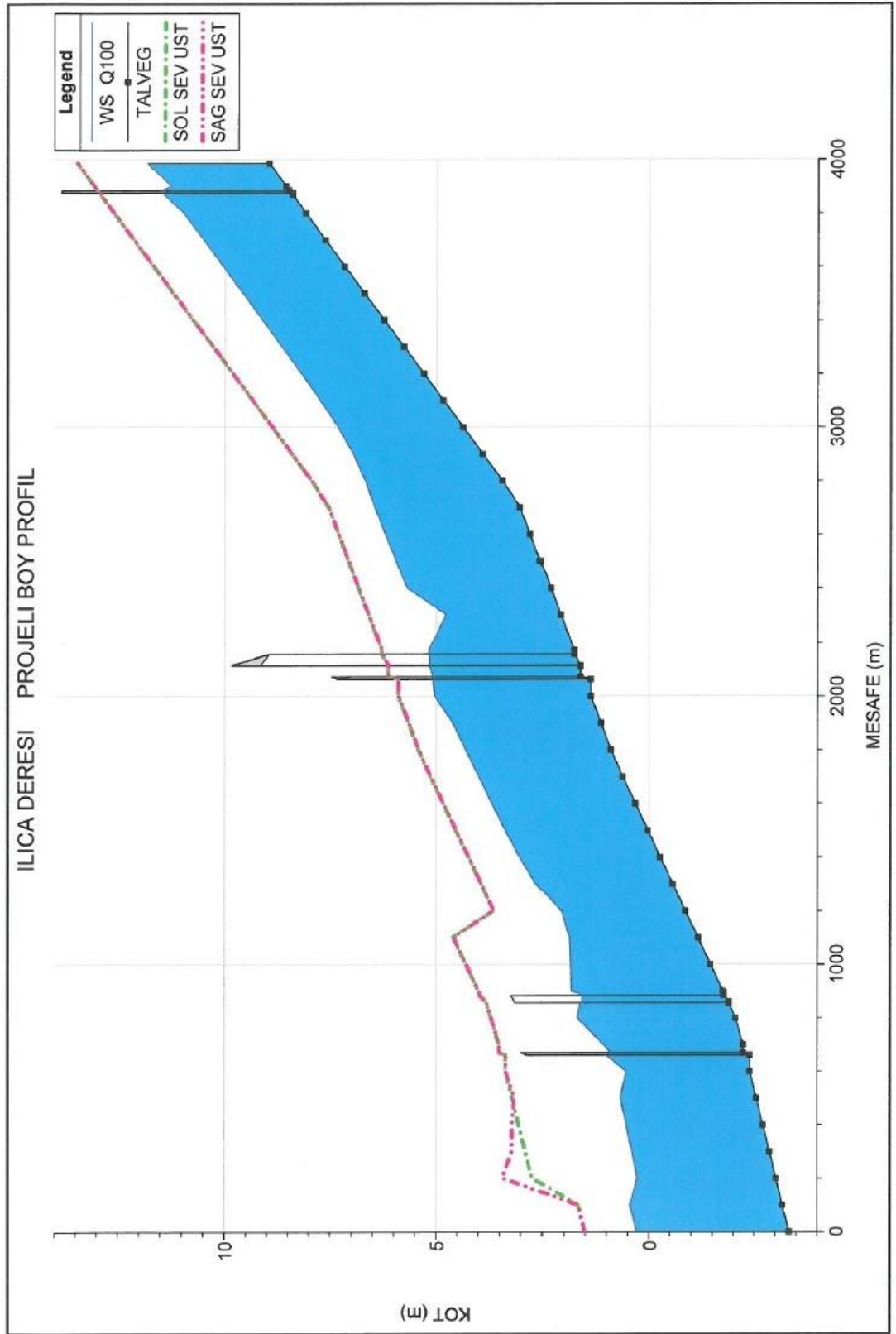
Başlangıca Mesafe (km)	Taşkın	Toplam Debi (m ³ /s)	Talveg Kotu (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Su Yüksekliği (m)	Kritik Su Kotu (m)	Enerji Çizgisi Kotu (m)	Enerji Çizgisi Eğimi (m/m)	Hız (m/s)	Kesitteki Su Alanı (m ²)	Su Yüzü Genişliği (m)	Froude Sayısı	Sol Şev Üst Kotu (m)	Sağ Şev Üst Kotu (m)
0+400.00	Q ₁₀	100	-2.7	-0.41	2.29	-0.74	0.09	0.0014	3.12	32.04	17.5	0.74	3.05	3.22
	Q ₅₀	160	-2.7	0.26	2.96	-0.19	0.94	0.0014	3.66	43.68	17.5	0.74	3.05	3.22
	Q ₁₀₀	190	-2.7	0.54	3.24	0.05	1.32	0.0014	3.91	48.63	17.5	0.75	3.05	3.22
	Q ₅₀₀	254	-2.7	1.06	3.76	0.54	2.05	0.0016	4.41	57.63	17.5	0.78	3.05	3.22
0+300.00	Q ₁₀	100	-2.85	-0.54	2.31	-0.9	-0.05	0.0014	3.08	32.5	17.5	0.72	2.9	3.22
	Q ₅₀	160	-2.85	0.13	2.98	-0.35	0.8	0.0014	3.62	44.17	17.5	0.73	2.9	3.22
	Q ₁₀₀	190	-2.85	0.41	3.26	-0.1	1.17	0.0014	3.88	49.03	17.5	0.74	2.9	3.22
	Q ₅₀₀	254	-2.85	0.9	3.75	0.38	1.89	0.0016	4.41	57.66	17.5	0.77	2.9	3.22
0+200.00	Q ₁₀	100	-3.01	-0.66	2.35	-1.06	-0.19	0.0013	3.02	33.13	17.5	0.7	2.74	3.44
	Q ₅₀	160	-3.01	0.01	3.02	-0.51	0.66	0.0013	3.57	44.78	17.5	0.71	2.74	3.44
	Q ₁₀₀	190	-3.01	0.28	3.29	-0.26	1.03	0.0014	3.84	49.53	17.5	0.73	2.74	3.44
	Q ₅₀₀	254	-3.01	0.74	3.75	0.23	1.73	0.0016	4.41	57.66	17.5	0.77	2.74	3.44
0+100.00	Q ₁₀	100	-3.17	-0.61	2.56		-0.42	0.0016	1.94	51.44	25.23	0.43	1.68	1.68
	Q ₅₀	160	-3.17	0.14	3.31		0.4	0.0016	2.24	71.53	28.24	0.45	1.68	1.68
	Q ₁₀₀	190	-3.17	0.46	3.63		0.74	0.0016	2.35	80.74	29.51	0.45	1.68	1.68
	Q ₅₀₀	254	-3.17	1.04	4.21		1.38	0.0016	2.58	98.54	31.83	0.47	1.68	1.68
0+000.00	Q ₁₀	100	-3.33	-0.77	2.56	-1.79	-0.58	0.0016	1.95	51.36	25.22	0.44	1.52	1.52
	Q ₅₀	160	-3.33	-0.02	3.31	-1.27	0.24	0.0016	2.24	71.43	28.22	0.45	1.52	1.52
	Q ₁₀₀	190	-3.33	0.3	3.63	-1.05	0.58	0.0016	2.35	81.61	35.94	0.45	1.52	1.52
	Q ₅₀₀	254	-3.33	0.89	4.22	-0.62	1.21	0.0016	2.55	107.03	50.88	0.46	1.52	1.52



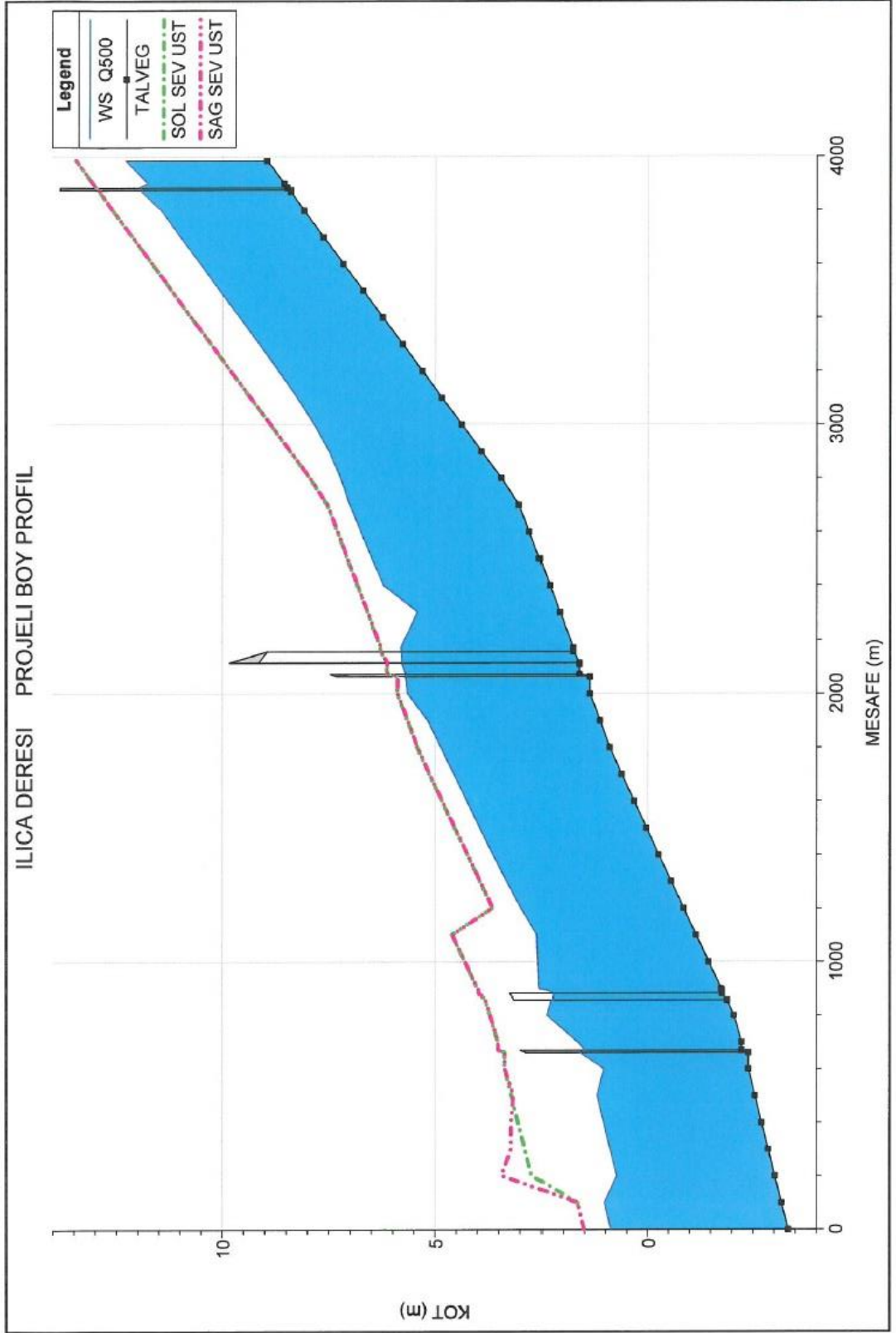
Şekil 5.60. Ilıca Deresi Q₁₀ Projeli Durum Boy Profili



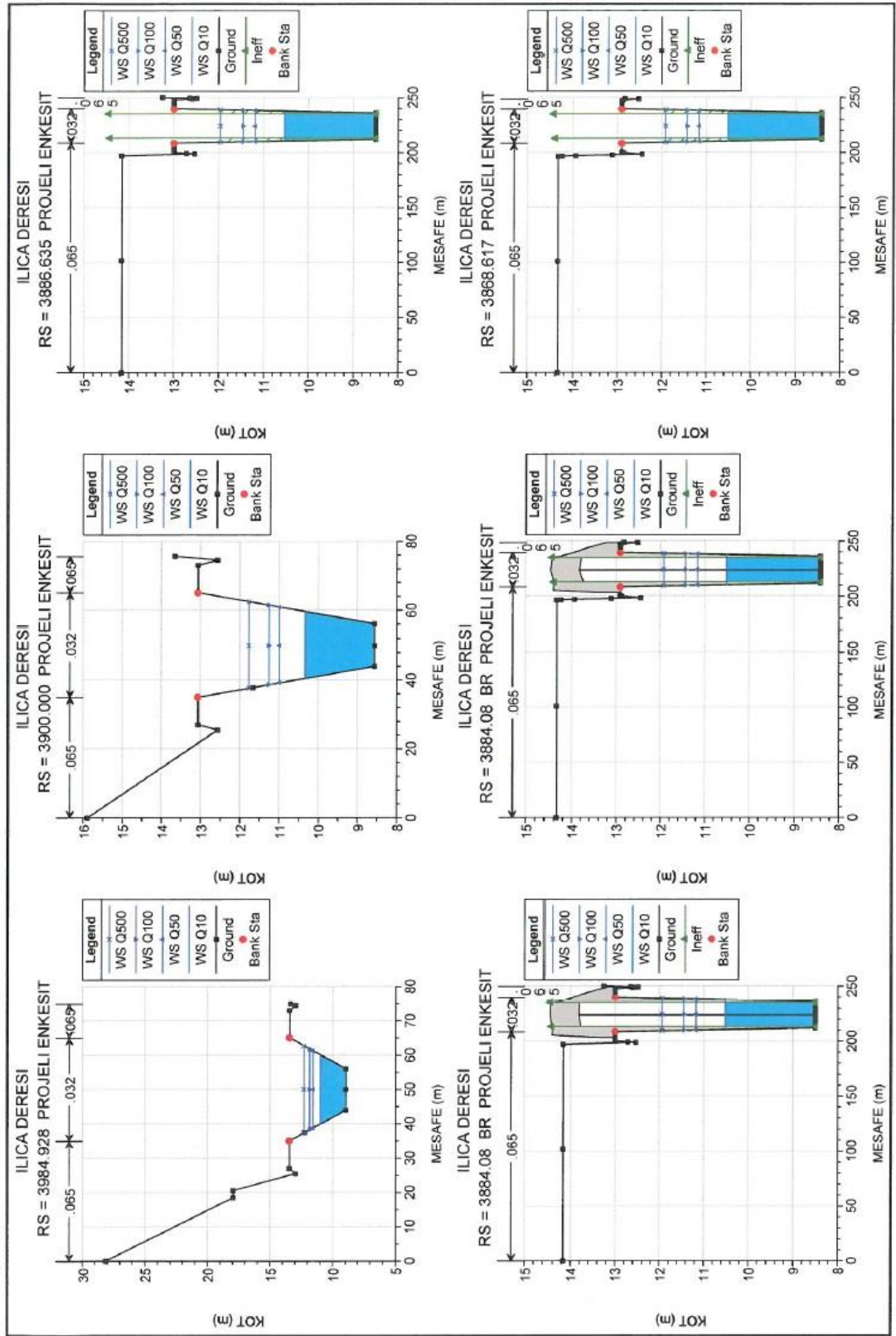
Şekil 5.61. Ilıca Deresi Q₅₀ Projeli Durum Boy Profili



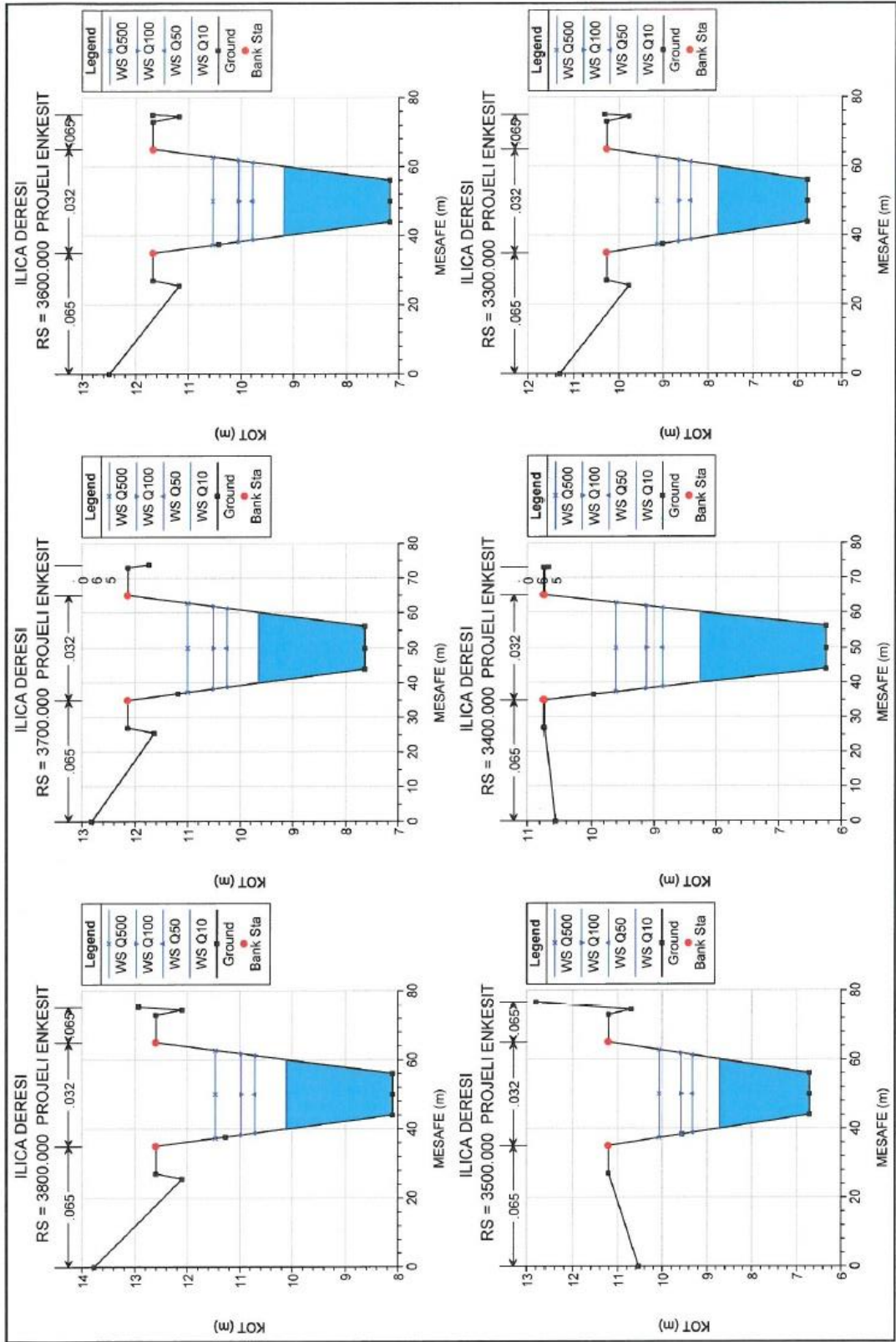
Şekil 5.62. Ilıca Deresi Q₁₀₀ Projeli Durum Boy Profili



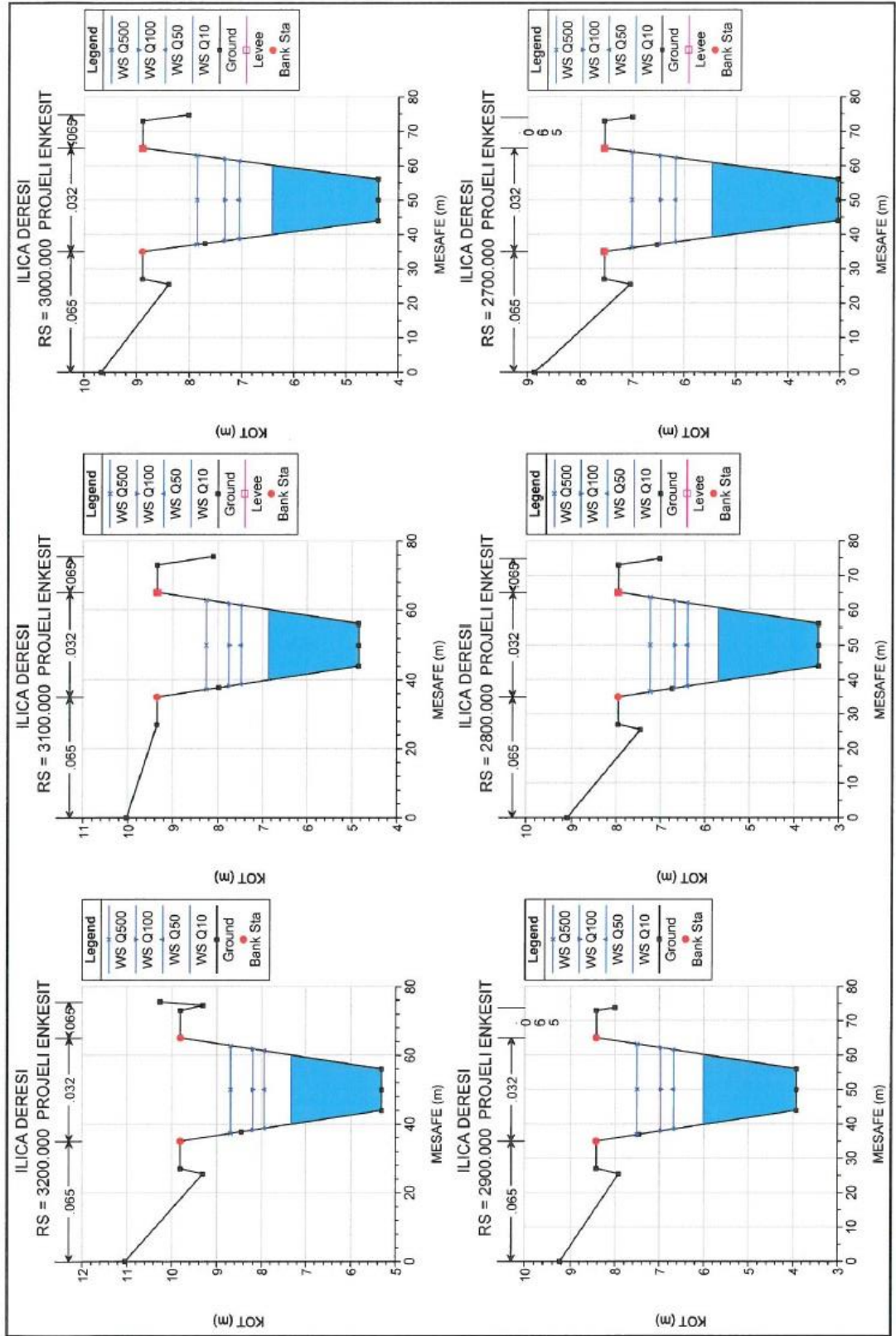
Şekil 5.63. Ilica Deresi Q₅₀₀ Projeli Durum Boy Profili



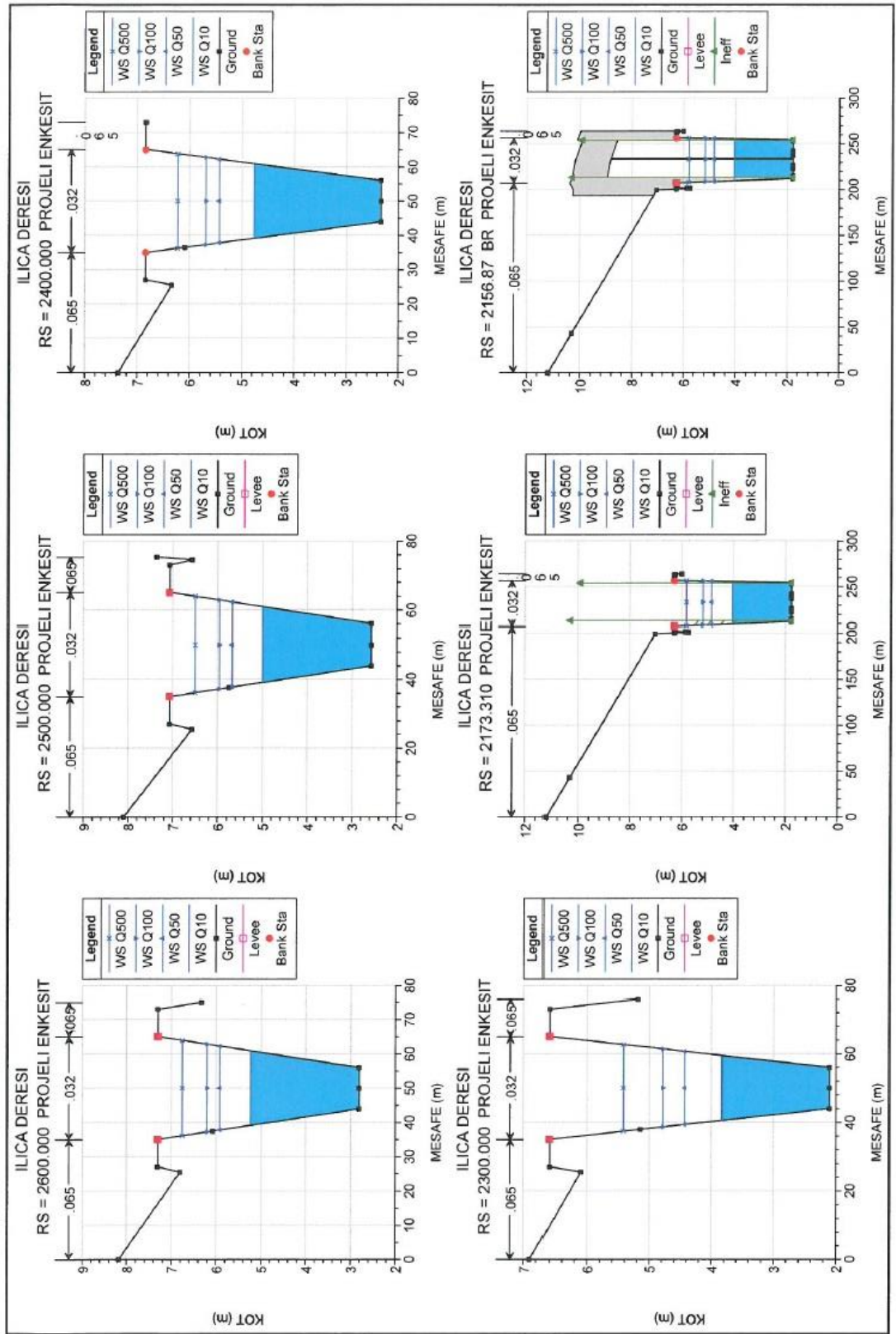
Şekil 5.64. Ilıca Deresi Projesi Durum Km: 3984.93 - 3868.62 Arası En Kesitleri



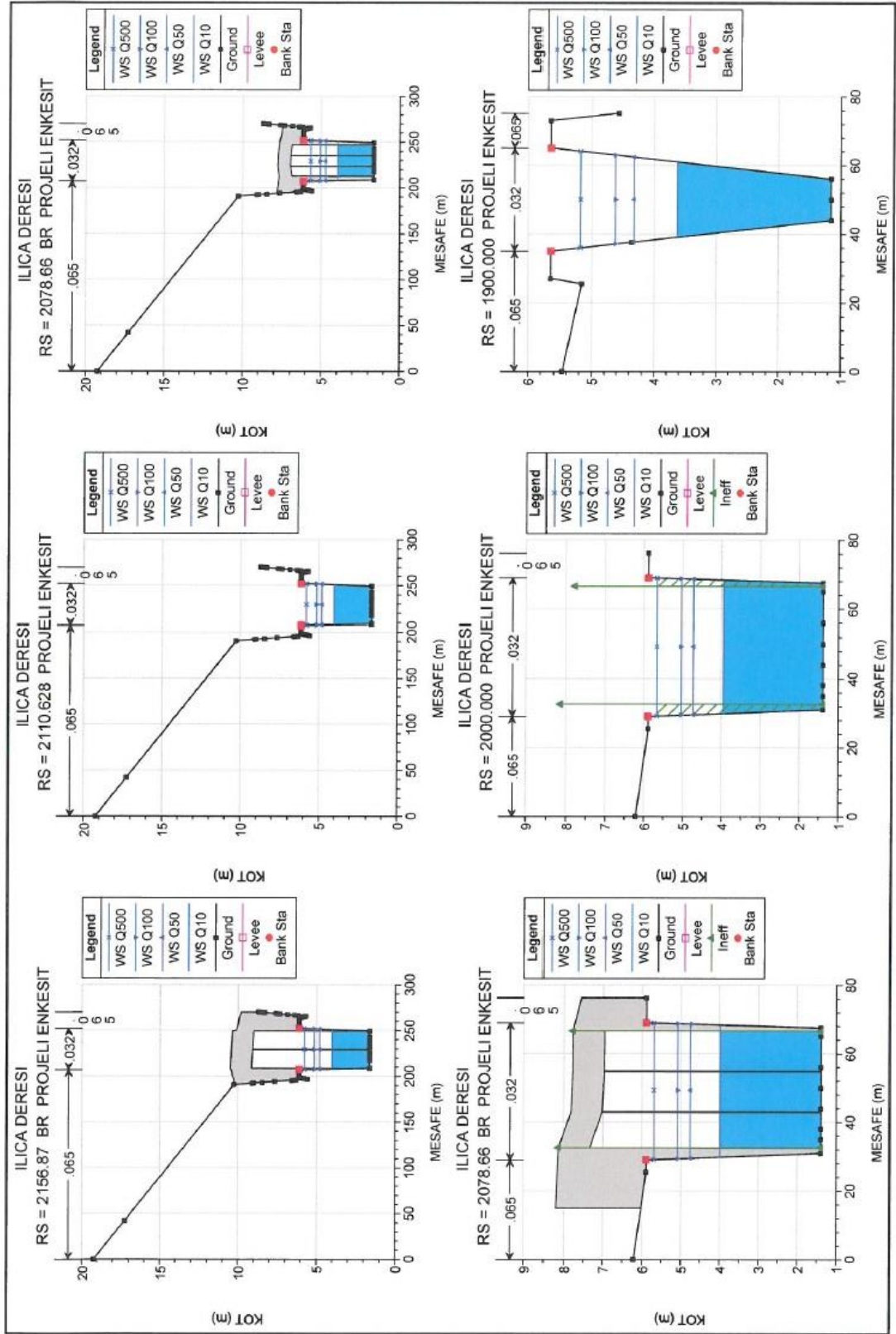
Şekil 5.65. Ilıca Deresi Projesi Durum Km: 3800.00 - 3300.00 Arası En Kesitleri



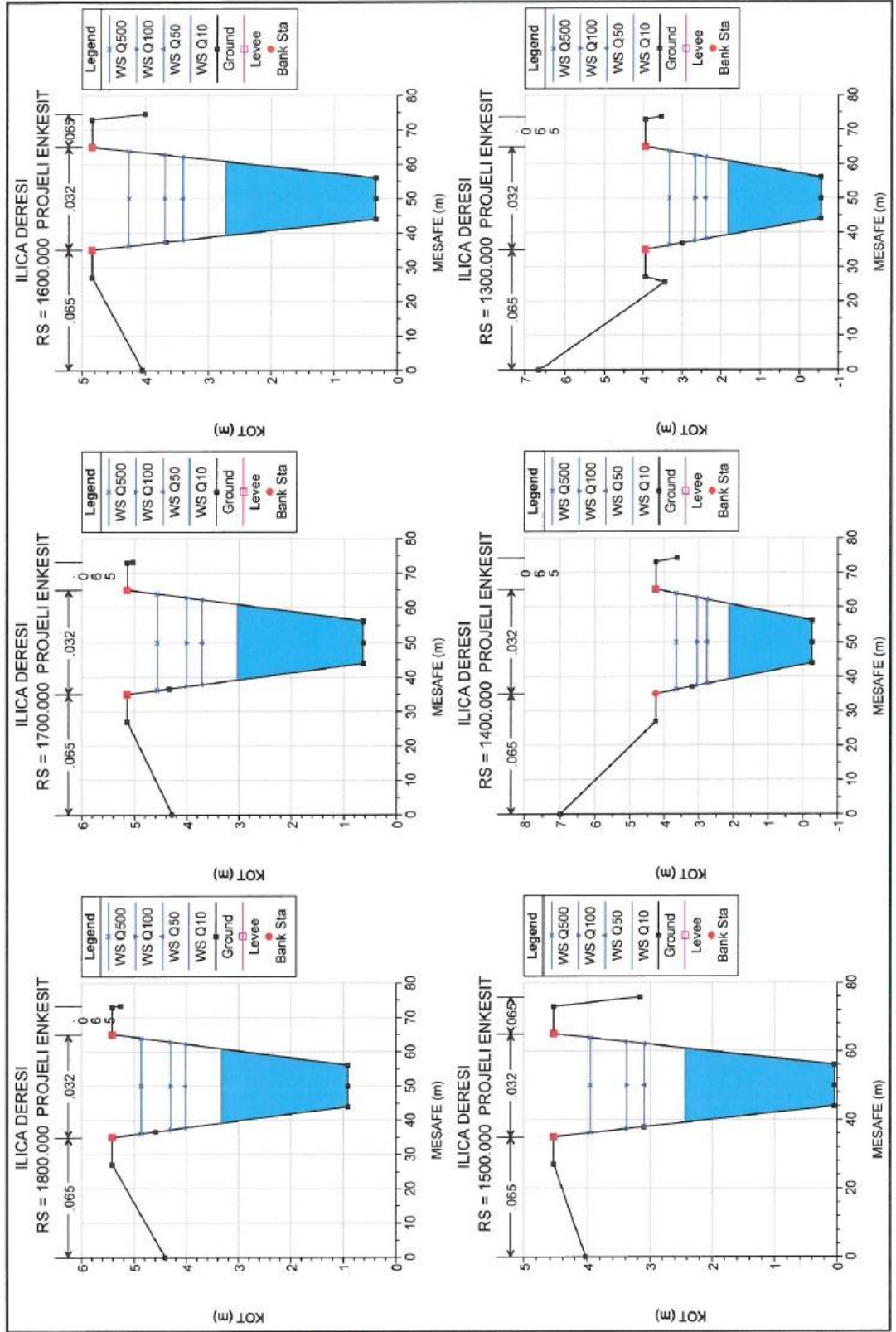
Şekil 5.66. Ilıca Deresi Projesi Durum Km: 3200.00 - 2700.00 Arası En Kesitleri



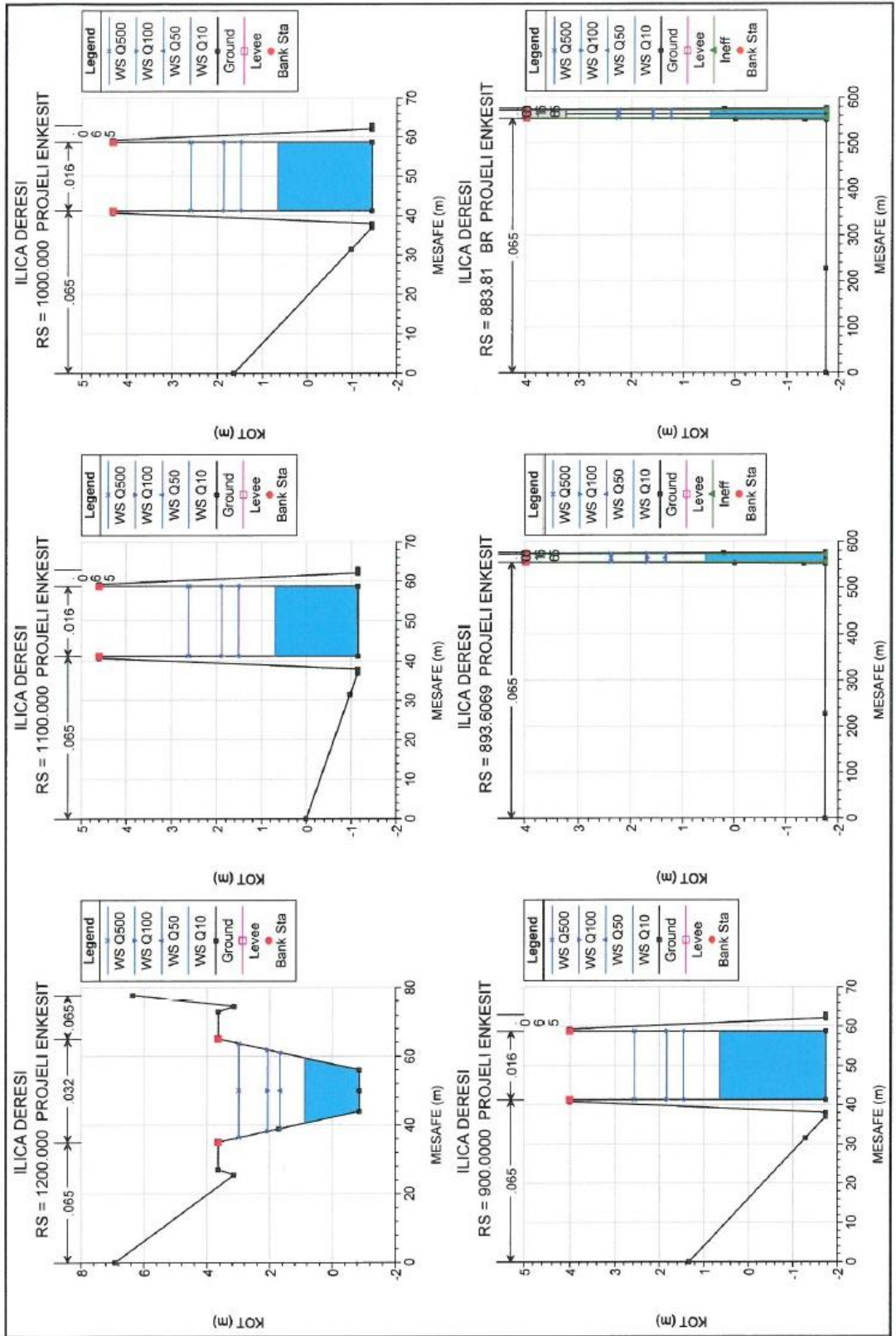
Şekil 5.67. Ilıca Deresi Projesi Durum Km: 2600.00 - 2156.87 Arası En Kesitleri



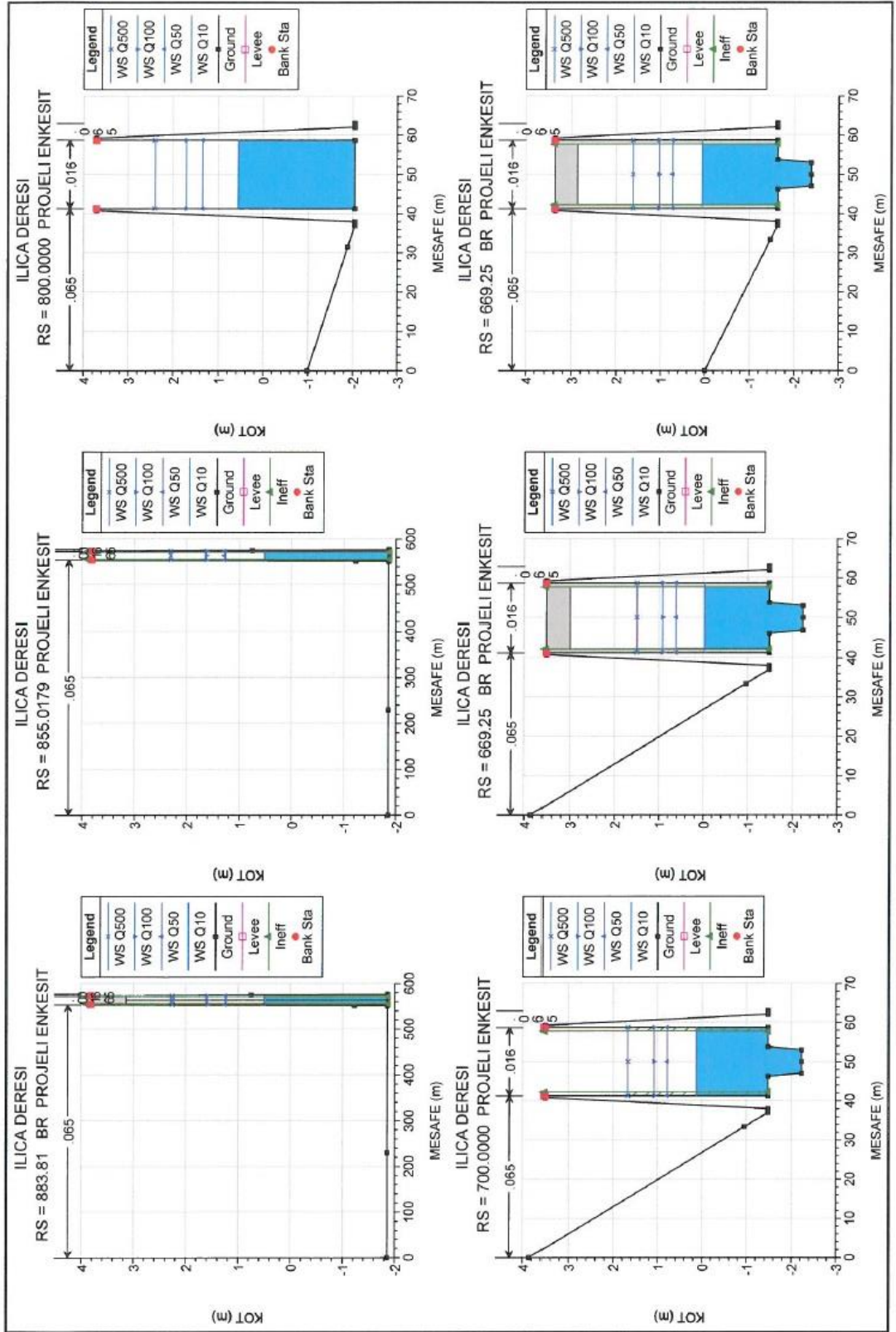
Şekil 5.68. Ilıca Deresi projesi Durum Km: 2156.87 - 1900.00 Arası En Kesitleri



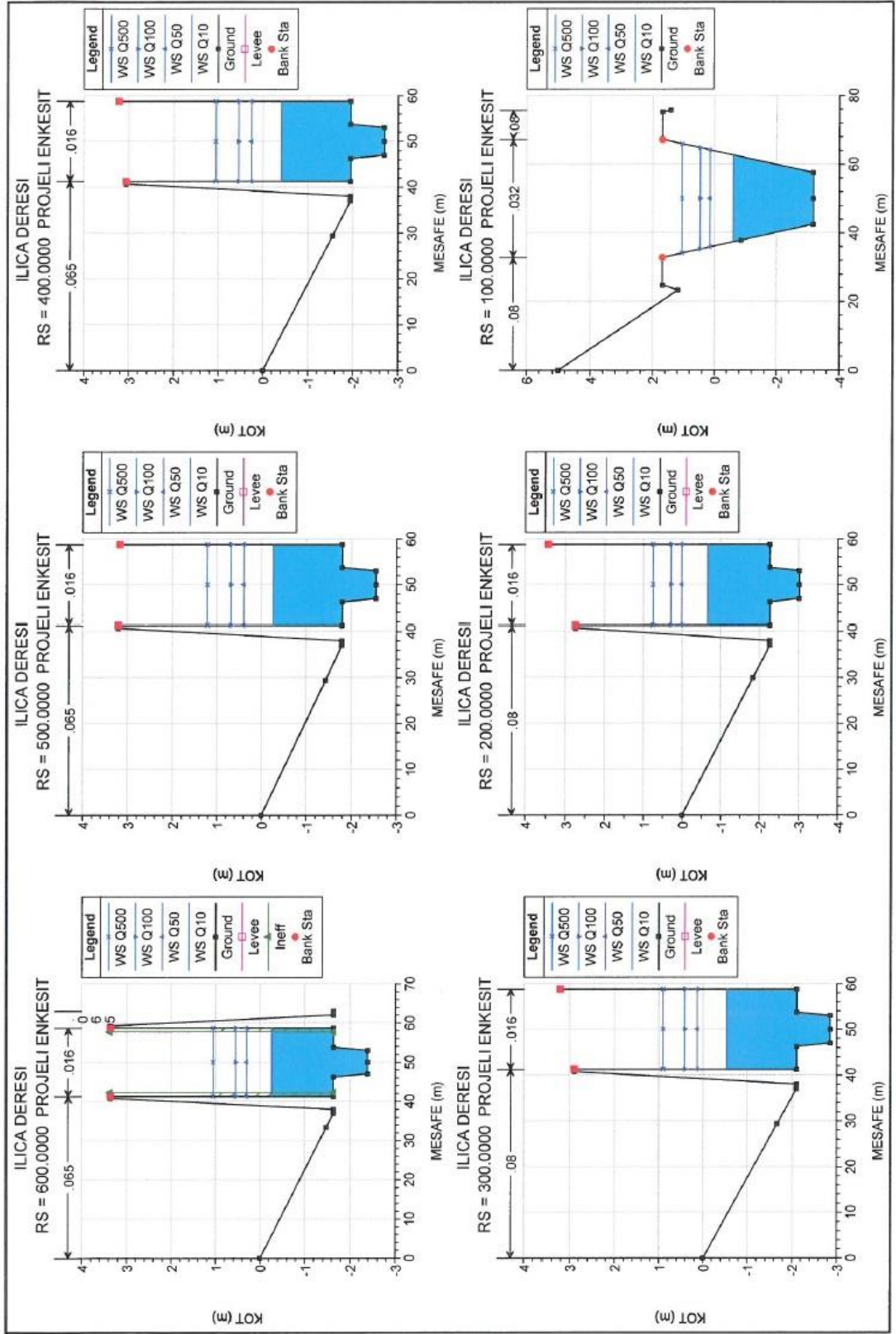
Şekil 5.69. Ilıca Deresi Projesi Durum Km: 1800.00 - 1300.00 Arası En Kesitleri



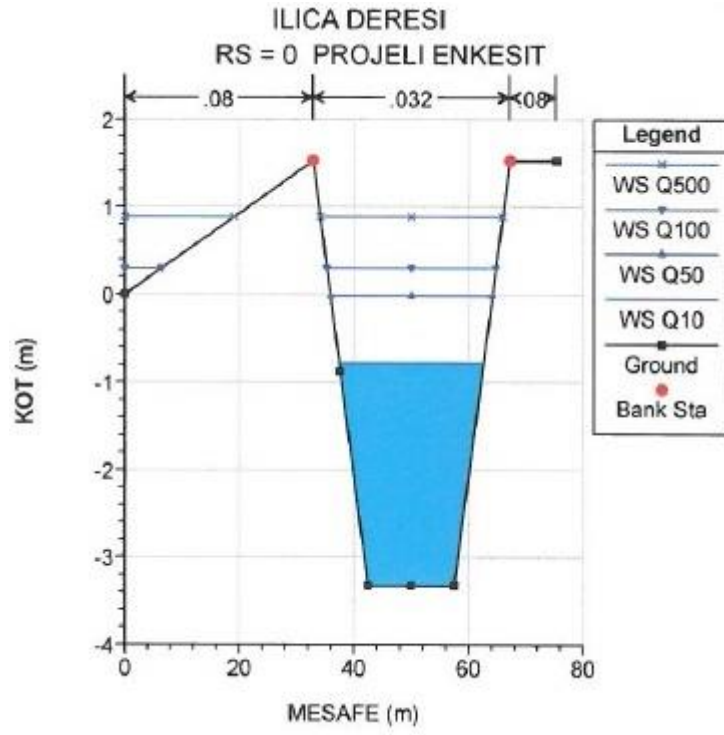
Şekil 5.70. Ilıca Deresi Projesi Durum Km: 1200.00 – 883.81 Arası En Kesitleri



Şekil 5.71. Ilıca Deresi Projesi Durum Km: 883.81 – 669.25 Arası En Kesitleri



Şekil 5.72. Ilıca Deresi Projesi Durum Km: 600.00 – 100.00 Arası En Kesitleri



Şekil 5.73. Ilıca Deresi Projeli Durum Km: 000.00 En Kesiti

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışma alanı olarak Antalya İli Manavgat İlçesi sınırları içerisinde bulunan Ilıca Deresi seçilmiştir. “Manavgat Ilıca Deresi”nin ıslah edilmesi planlanan 4.39 km’lik kesimi Antalya ili Serik ve Manavgat İlçeleri sınırları içerisinde ve Ilıca ve Evrenseki Beldelerinin arasında sınır teşkil etmektedir. Çalışmanın amacı; Antalya İli Manavgat İlçesi sınırları içerisinde yer alan Ilıca Deresi’nin güzergâhındaki tarım alanları ve turistik tesislerin taşkın zararlarından korunması için taşkın çalışması yerinde problemlerin tespiti ve bunların çözümüne ve dolayısıyla Ilıca Deresi’nin ıslahına yönelik önerilerin sunulmasıdır.

Manavgat Ilıca Deresi’nin mevcut kapasitesini tespit etmek ve taşkınlar için mevcut durumu modellemek amacıyla HEC-RAS hidrolik modeli derenin menderes yaptığı kesimlerde, kritik olan yerlerde, sanat yapılarının memba ve mansaplarında 20.00 m ve 50 m’yi geçmeyecek şekilde, dere kesitinin değişmediği ve güzergahın düz olduğu kısımlarda ise, 100.00 m’yi geçmeyecek şekilde kesitler alınarak hazırlanmıştır. Modellenen 4.39 km uzunluğundaki dere boyunca HEC-RAS modelinde 63 adet kesit kullanılmıştır.

Ilıca Deresi üzerindeki yağış analizi çalışmaları iki ayrı kesitin yağış alanı için yapılmıştır. Ilıca Deresi’nin denize mansaplandığı nokta Kesit 1 olarak, ıslah proje güzergâhının başladığı memba noktası ise Kesit 2 olarak adlandırılmıştır. Proje yeri taşkın hesaplarında Ilıca Deresi kesitleri için “DSİ Sentetik Birim Hidrograf Yöntemi”, “Mockus Üçgen Birim Hidrograf Yöntemi” ve “Bölgesel Taşkın Frekans Analizi” yöntemleri kullanılmıştır. Sonuç olarak çeşitli yöntemlerle hesaplanan debiler karşılaştırılmış ve en uygun proje yeri debisinin seçimi yapılmıştır. Buna göre proje çalışmalarında “DSİ Sentetik Yöntemi” ile bulunan taşkın debilerinin kullanılması uygun bulunmuştur.

Ilıca Deresi’nin D400 Karayolu (Km 2+522.24) ile Turizm Caddesi (Km 1+147.39) arasındaki kesiminde de yatak düzensizliği ve hidrolik kesitin değişken olduğu gözlenmiştir. 2013 yılı Ocak ayı içerisinde oluşan taşkında sular yatağından çıkarak sağ sahil tarafına doğru yayılmış ve Turizm Caddesinin kuzey batısında yer alan Hitit Tatil sitesinde 1 m’ye kadar varan su yüksekliklerine sebep olmuştur. Aynı şekilde

Turizm Caddesi’de sular altında kalmıştır. Ilıca Deresinin mansap hidrolik şartlarının bu taşkına sebebiyet verdiği ancak kesit düzensizliklerinin de taşkın zararlarını artırdığı görüşüne varılmıştır. Ilıca Deresi güzergâhında Turizm Caddesi mansabında Km 0+000 ile Km 1+147 arasında turistik tesisler mevcuttur. Daha önce DSİ tarafından yapılmış değerlendirmeler, yöre halkından alınan bilgiler ve arazide yapılan gözlemler neticesinde Ilıca Deresi üzerinde en problemlı güzergâhın bu kesim olduğu tespit edilmiştir. Bu kesimde hemen her yıl taşkın problemlerinin olduğu bilgisi alınmıştır. Bu kesimin mevcut hali hava fotoğrafı üzerinde Şekil 5.10’da verilmiştir.

Ilıca Deresi’nin ihale kapsamındaki 4.39 km’lik güzergâhı boyunca 6 adet köprü geçişi bulunmaktadır. Bu köprülerden en mabadaki Km: 4+281.64’deki Evrenseki belde merkezinin güneyindedir ve Şekil 5.14’de gösterilmiştir. Mansaptaki köprülerden ilki Km: 2+522.24’deki Antalya istikametindeki D400 karayolu üzerinde diğeri ise Km: 2+504.88’deki Alanya istikametindeki D400 karayolun üzerindedir ve Şekil 5.15’de gösterilmiştir. Bu köprüler tek ayaklı ve iki açıklıklıdır. Bu köprülerin hemen mansabında ise Km: 2+442.27’deki iki ayaklı üç açıklıklı eski bir köprü bulunmaktadır ve Şekil 5.16’da gösterilmiştir. Ilıca Deresi üzerindeki diğeri iki köprü ise turizm merkezlerine yakın konumdadır. Bu köprülerden ilki Turizm Caddesi (Cumhuriyet Bulvarı) üzerindeki Km: 1+147.39’daki tek ayaklı iki açıklıklı köprüdür ve Şekil 5.17’de gösterilmiştir. Diğeri ise Km: 0+768.86’daki mansaba yakın konumda bulunan ve tahribata uğramış durumda iki ayaklı üç açıklıklı köprü olup Şekil 5.18’de gösterilmiştir.

HEC-RAS modeli kullanılarak Tablo 5.13’deki değişik frekanslardaki akımlar için su yüzü kotları hesaplanmış ve su yüzü profilleri oluşturulmuştur. Daha sonra, hesaplanan su yüzü kotları ve Şekil 5.20’de gösterilen üç boyutlu arazi yükseklik modeli kullanılarak Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında 10 yıl, 50 yıl, 100 yıl ve 500 yıllık debiler için taşkın risk haritası oluşturulmuştur.

Ilıca Deresi güzergâhında mansapta 500 yıllık pik debinin $254 \text{ m}^3/\text{s}$ olduğu da göz önüne alınarak HEC-RAS modeli sırasıyla $225 \text{ m}^3/\text{s}$, $200 \text{ m}^3/\text{s}$, $150 \text{ m}^3/\text{s}$ ve $100 \text{ m}^3/\text{s}$ taşkın debileri için çalıştırılmış ve su yüzü profilleri Şekil 5.21 – Şekil 5.24’de verilmiştir.

Manavgat Ilıca Deresi güzergâhında bulunan sanat yapıları için HEC-RAS modeli kullanılarak çözümlenmeler yapılmış olup tek tek her köprü için en kesit su yüzü profilleri gösterilmiştir. Tablo 5.17’de görülebileceği gibi, Km 1+147.39 ve 0+768.86 kesitlerinde bulunan sanat yapılarının hidrolik kapasitesi yetersiz bulunmuş olup mevcut yapıların yerine yeni bir sanat yapısı önerilmektedir. Söz konusu kesitlerde bulunan sanat yapılarının haricinde diğer kesitlerdeki yapılarda hidrolik kapasite ile ilgili herhangi bir taşkın riski bulunmamaktadır.

Mevcut hidrolik model, Q_{10} , Q_{50} , Q_{100} , Q_{500} debileri için çalıştırılmış ve sonuçları bu çalışmada verilmiştir. Yukarıda belirtilen akım girdileri kullanılarak hesaplanan mevcut durum 10 yıl, 50 yıl, 100 yıl ve 500 yıl tekerrürlü taşkınlar için hidrolik sonuç tablosu Tablo 5.15’de, oluşturulan su yüzü profilleri Şekil 5.37 – 5.38 – 5.39 – 5.40’da ve mevcut durum hidrolik model sonuçlarının enkesitler üzerindeki gösterimi Şekil 5.41’den Şekil 5.53’e kadar olan çizimlerde gösterilmiştir. Ayrıca Ilıca Deresi güzergâhında mevcut hidrolik durum neticesinde oluşması muhtemel taşkınların etki sınırları ve çeşitli frekanslar için taşkın tehlike alanları EK-1’de verilmiştir.

Mevcut güzergâh üzerinde yapılan çalışma neticesinde elde edilen boykesit profilleri ve enkesitler incelendiğinde Ilıca Deresi güzergâhı üzerinde Q_{100} ve Q_{500} frekanslı taşkınlarla sular şev üstüne çıkmakta ve zarara sebebiyet vermektedir. Güzergah üzerinde D400 Karayolu’nun bulunduğu km: 2+522.24 kesitinin mansabında büyük bir taşkın riski bulunmaktadır.

Yapılan tespitler doğrultusunda D400 Karayolunun (Km: 2+522.24) mansabındaki mevcut turistik tesisler ve gelecek yıllarda bu sektördeki olası artışlar da göz önüne alındığında Ilıca Deresi’nin Q_{100} ve Q_{500} frekanslı taşkınlar doğrultusunda rehabilite edilmesinin gerekliliği tespit edilmiştir.

Taşkın önleme çözüm çalışmaları kapsamında Ilıca Deresi güzergâhı boyunca yerleşim yerleri ve turistik tesisler bulunması nedeniyle hava paylı olacak şekilde Q_{100} ve hava paysız olacak şekilde Q_{500} taşkın debilerini taşıyacak şekilde projelendirilmesine karar verilmiştir.

Ilıca Deresi'nin projeli güzergâhında hidrolik gerekler ve ekonomik kısıtlar dikkate alınarak en uygun çözüm geliştirilmiştir. Güzergah Km: 3+985.00 – 0+000.00 arasında olup toplam uzunluğu 3.985 km'dir. Km: 3+985.00 – 1+100.00 arasında bitişik alanlarda tarım arazileri ve seralar bulunması nedeniyle nehir kesiti trapez kanal, Km: 1+100.00 – 0+575.00 arasında istimlak sorunları ve arazi yapısı nedeniyle beton duvarlı kanal yapılması öngörülmüştür. Ilıca Deresi güzergâhı üzerinde yapılan tüm değişiklikler Tablo 5.18'de ayrıntılı olarak verilmiştir. Bu doğrultuda hazırlanan Ilıca Deresi'nin projeli boy profili Şekil 5.55'de verilmiştir.

Ilıca Deresi projeli güzergâhında bulunan sanat yapılarının mevcut durumdaki hidrolik yeterlilikleri incelenmiştir. Bu doğrultuda Ilıca Deresi mevcut güzergahta Km 1+147.39 ve 0+768.86 kesitlerinde, projeli güzergahında ise Km:0+883.81 ve Km 0+669.25 kesitlerindeki sanat yapılarının kapasitesinin yetersiz olmasından dolayı yerlerine yeni sanat yapıları yapılması gerekmektedir. Hidrolik açıdan yetersiz kalan köprülerin geçtiği kesitlerde güzergâh duvarlı kanal olarak yapıldığından, köprüler mevcut kanalın kesit alanını azaltmayacak şekilde dizayn edilip tek açıklıklı olarak düşünülmüştür. Söz konusu sanat yapılarının yeterliliğini gösteren en kesitler Şekil 5.56 - 5.57 – 5.58 – 5.59'da verilmiştir. Projeli güzergah üzerindeki Km: 3+884.08 – 2+156.87 ve 2+078.66 kesitlerindeki sanat yapılarının mevcut güzergah üzerindeki hidrolik kapasitelerinin yeterli olduğu belirlenmiştir.

Projeli hidrolik model, Q_{10} , Q_{50} , Q_{100} , Q_{500} debileri için çalıştırılmış ve sonuçları bu çalışmada verilmiştir. Yukarıda belirtilen akım girdileri, yeni düzenlenen eğimler, Manning katsayısı ve yeni eklenen sanat yapıları kullanılarak hesaplanan projeli durum 10 yıl, 50 yıl, 100 yıl ve 500 yıl tekerrürlü taşkınlar için hidrolik sonuç tablosu Tablo 5.19'da, oluşturulan su yüzü profilleri Şekil 5.60 – Şekil 5.63'de ve projeli durum hidrolik model sonuçlarının enkesitler üzerindeki gösterimi Şekil 5.64–Şekil 5.73'deki çizimlerde gösterilmiştir. Su yüzü profilleri ve enkesitler incelendiğinde projeli durum denilen nihai durumda su yüzü üst kotlarının dere yatağının içinde kaldığı ve taşkın önleme çalışmasının başarılı olduğu görülmektedir.

Akdeniz Bölgesi'ndeki diğer akarsularda da görüldüğü gibi, oluşan taşkınların asıl yıkıcı etkisi, yağışlı günlerde ortaya çıkan lodosun denizin kabarmasına neden olması ve taşkın sularının gerekli hız ve sürede drenajını engellemesidir. Bu olumsuzluğun

giderilebilmesi amacıyla taşkın anındaki hâkim rüzgâra dik yönde 150 – 250 m. uzunluğunda mahmuzların yapılması önerilmektedir. Böylece kumsal malzemesinin dere içerisine doğru hareketi de engellenerek hidrolik akış şartlarının bozulması önlenilecektir.

Projeli durumda inşa edilecek seddelerin büyük taşkınlarda stabil kalabilmesi amacıyla, seddeler inşa edilirken sedde üstleri ve arazi tarafındaki dış dolgu şevlerine çim kaplanması veya ağaçlandırma yapılması gerekmektedir. Bu sayede seddelerde oyulmaların önüne geçilerek zarar görmeleri engellenecektir. Ancak, yapılacak olan bu ağaçlandırmanın nehir kesitine kaymamasına büyük özen gösterilmelidir ve zaman zaman bakımları yapılmalıdır. Aksi halde kesit şev iç yüzeylerinde oluşabilecek bitkileşme akım pürüzlülüğünü artıracak ve projeli durum kapasitesini azaltacaktır.

Sonuç olarak yapılacak tüm bu değişiklikler neticesinde Ilıca Deresi güzergâhında taşkın güvenliğinin sağlanmasıyla ekonomik ve sosyal kalkınma daha hızlı olacaktır. Ancak tam anlamı ile taşkın güvenliğinin sağlanması, bölgedeki diğer dere ve çayların da ıslahının yapılması ile mümkün olacağı unutulmamalıdır.

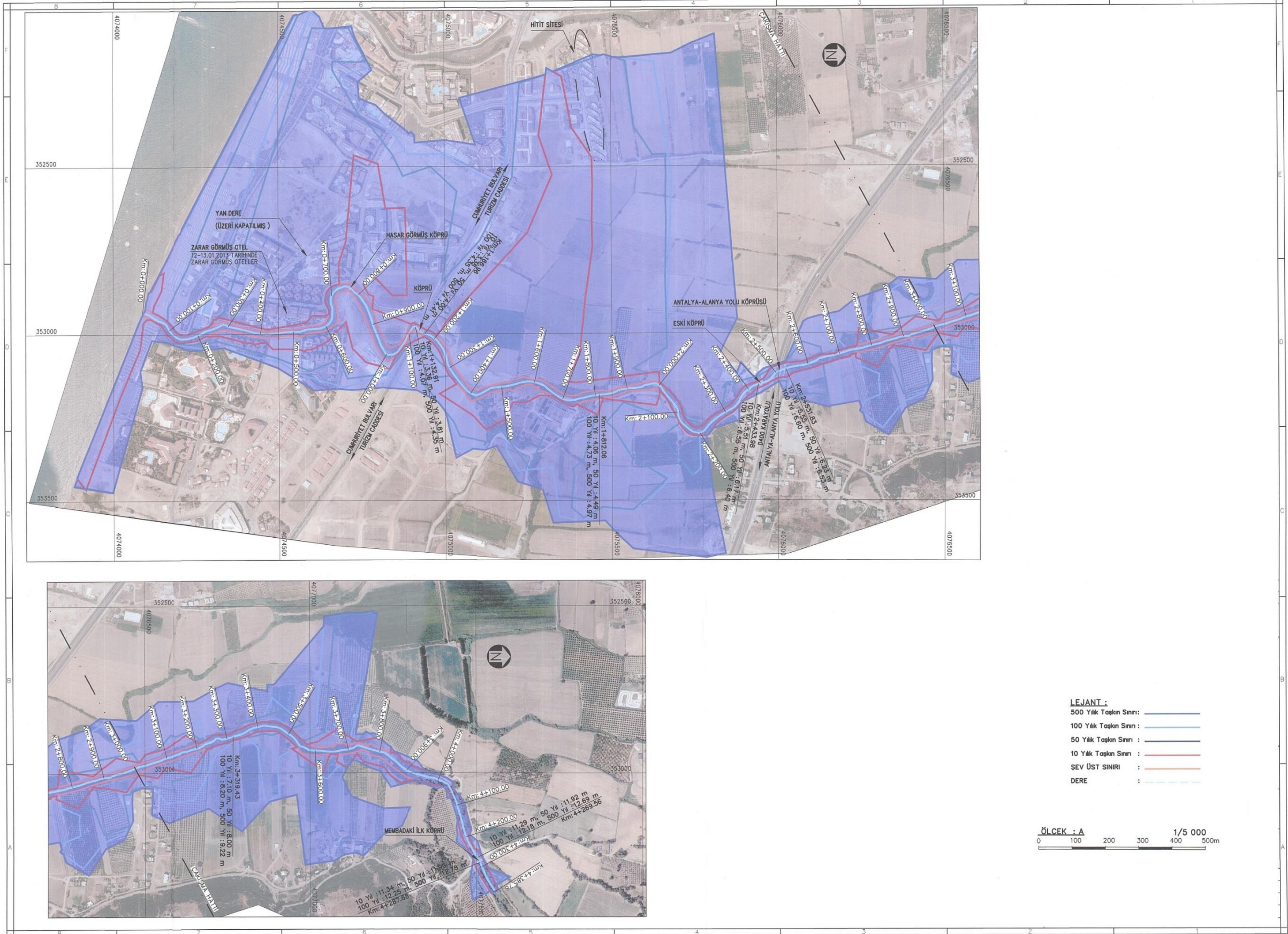
KAYNAKLAR

1. Knight, D.W., and Shameseldin, River Basin Modelling for Flood Risk Mitigation, Taylor & Francis, The Nederland, 2006.
2. Berz, Flood Disasters: Lessons From The Past–Worries for The Future, Proceedings of The Institution of Civil Engineers Water Maritime and Energy, 142, 3–8, 2000.
3. Kara, Ö., “Su yüzü profillerinin HEC-RAS paket programıyla incelenmesi” Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, 2009.
4. HEC User Guide, HEC-RAS River Analysis System, U.S. Army Corps of Engineers, Institute for Water Resources, Hydraulic Reference Manual Version 4.1., 2010.
5. Bousmar, D., and Zech, Y., Discussion of "Two Dimensional Solution for Straight and Meandering Overbank Flows" by D. Alan Ervine. K. Babaeyan Koopaei and Robert H.J. Sellin. Journal of Hydraulic Engineering ASCE, 128, 550–551, 2002.
6. Bhattachaiyya, N.N., and Bora, A.K., “Floods of the Brahmaputra River in India”. Water International, IWRA, 22 (4), 222–229, 1997.
7. Onuşluel, G., Harmancıoğlu, N., “Su Kaynaklı Doğal Afet: Taşkın”, TMH Türkiye Mühendislik Haberleri, İnşaat Mühendisleri Odası Yayınları Sayı: 420-421-422/2002/4-5-6, Ankara, 131-132, 2002.
8. Tuncer, İ., “Açık kanallarda su yüzü profilinin belirlenmesi, Nakkaş Dere örneğinde bir HEC-RAS uygulaması” Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 2011
9. Onusluel, G., Harmancıoğlu, N., Gul, A., “A Combined Hydrologic And Hydraulic Modeling Approach For Testing Efficiency of Structural Flood Control Measures”, Natural Hazards, 54 (2): 245-260, 2010.
10. Özdemir, H., Akbulak, C., Özcan, H., Çokal Barajı (Çanakkale) Çökme Modeli ve Taskın Risk Analizi, Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi, 8(2):659-698, 2011.
11. Smemoe, C., Nelson, J., Zundel A., Developing a Probabilistic Flood Plain Boundary using Hec-1 and Hec-ras, World Water Congress: 2003, ASCE, 1-8, 2003.
12. Vatankhah, A. R., Direct Integration of Manning-based GVF Equation in Trapezoidal Channels, Journal of Hydrologic Engineering, accepted June 10, 2011; posted ahead of print June 14, 2011. DOI:10.1061/(ASCE) HE.1943-5584.0000460, 2011.

13. Vasconcelos, J.G., Tritico, H.M., Hatcher, T.M., “A Post-Processing Tool For Hec-ras for The Assessment of Fish Passage Conditions in Highway Culverts”, World Environmental and Water Resources Congress: Bearing Knowledge for Sustainability, ASCE, 2518-2527, 2011.
14. Adams, T., Chen, S., Heim, J., “NWS/OHRFC operational experience with the Ohio River Community HEC-RAS Model”, World Environmental and Water Resources Congress 2011: Bearing Knowledge for Sustainability, ASCE, 2244-2252, 2011.
15. Stefanovic, D.L., Grindeland, T. R., Jenkins, C., “Hydraulic Modeling Beyond Hec-ras”, EWRI, ASCE, 1-9, 2005.
16. Zufelt, J.E., “Flooding Analysis using HEC-RAS”, EWRI 2005, ASCE, 1-9, 2005.
17. Brunner, G.W., Jensen, M.R., Piper, S.S., “Unsteady Flow Routing with the Hydrologic Engineering Center River Analysis System (HEC-RAS)”, Water Resources Congress: ASCE, 1-7, 2000.
18. Jensen, M.R., Piper, S.S., Brunner, G.W., “Lateral Weir and Split Flow Optimization with the Hydrologic Engineering Centers River Analysis System (HEC-Ras)”, Water Resources Congress: 2000, 1-7, ASCE, 1-7, 2000.
19. Rodriguez, J.F., Garcia, M.H., Bombardelli, F.A., Guzman, J.M., Rhoads, B.L., Herricks E., “Naturalization of urban streams using in-channel structures”, Water Resources Congress ASCE, 1-10, 2000.
20. Özbek, T., “Açık Kanal Akımlarının Hidroliği ve Hidrolik Yapılar”, Teknik Yayınevi, Ankara.1-160, 2009.
21. Chow, V.T., “Open-Channel Hydraulics”, McGraw-Hill, New York, 19-148, 1959.
22. French, R. H., “Open-Channel Hydraulics”, McGraw-Hill, New York, 1985.
23. Özbek, T., Özcan, Ç., “Akarsularda Katı Madde”, İnşaat Mühendisleri Odası, Ankara, 2001.
24. Bollrich, G., Preisser, G., “Technische Hydromechanik. Band 1”, Velag für Bauwesen, Berlin 5-100, 1992.
25. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Dere Yatakları İçin Pürüzlülük Katsayısı Belirleme Kılavuzu, Ankara, 2015.
26. Turan, B., Mert, E., Taşkın ve Rusubat Kontrolüne Yönelik İstikşaf Raporu, 2014.
27. Ünal, B.. Bileşik kesitli akarsu yataklarında taşıma kapasitesinin tayini, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 2011.

EKLER

EK 1 Ilıca Deresi Mevcut Güzergâhında Oluşması Muhtemel Taşkınların Etki Sınırları Ve Çeşitli Frekanslar İçin Taşkın Tehlike Alanları



EK 2 Ilıca Deresi Mevcut Güzergâhında Yapılan Tüm Değişikliklerden Sonraki Nihai Durum



PLAN

	KURB BİLGİLERİ				KOORDİNATLAR		KM	
	R(m)	L(m)	T (m)	α	DOĞU	KUZEY	TD	TF
S-1	80.000	22.801	11.478	16.330	352965.521	4074147.153	0+053.611	0+076.412
S-2	80.000	73.186	41.925	69.888	353024.025	4074198.181	0+100.640	0+173.827
S-3	80.000	7.411	3.708	5.308	352985.164	4074294.916	0+232.452	0+239.863
S-4	76.000	50.050	25.970	37.732	352971.134	4074340.277	0+257.665	0+307.715
S-5	74.000	11.030	5.525	8.540	352983.779	4074374.017	0+312.251	0+323.281
S-6	64.000	20.050	10.108	17.949	353002.875	4074463.815	0+399.454	0+419.504
S-7	78.000	3.025	1.513	2.194	352993.702	4074551.912	0+496.457	0+499.481
S-8	80.000	24.918	12.561	17.846	352982.236	4074632.092	0+566.405	0+591.323
S-9	100.000	64.658	33.504	37.046	352948.983	4074700.320	0+621.157	0+685.815
S-10	100.000	41.691	21.153	23.887	352965.620	4074779.217	0+711.565	0+753.255
S-11	120.000	111.373	60.061	53.177	353182.404	4075082.186	1+044.580	1+155.953
S-12	100.000	51.122	26.133	29.291	353139.026	4075218.997	1+213.283	1+264.405
S-13	100.000	22.177	11.134	12.707	353155.374	4075297.943	1+307.759	1+329.936
S-14	100.000	63.204	32.698	36.213	353197.971	4075391.823	1+389.196	1+452.400
S-15	100.000	125.577	72.588	71.950	353145.494	4075642.852	1+603.569	1+729.146
S-16	80.000	130.875	85.389	93.732	353309.981	4075737.273	1+760.831	1+891.706
S-17	80.000	23.879	12.029	17.102	353225.953	4075863.796	1+946.173	1+970.051
S-18	120.000	46.728	23.664	22.311	353168.671	4075910.695	2+008.391	2+055.119
S-19	120.000	30.458	15.311	14.543	353099.179	4076039.325	2+162.345	2+192.803
S-20	100.000	2.799	1.400	1.604	353047.944	4076247.330	2+390.315	2+393.114
S-21	100.000	3.494	1.747	2.002	353002.318	4076412.508	2+561.330	2+564.825
S-22	100.000	0.788	0.394	0.452	352952.210	4076571.984	2+729.846	2+730.634
S-23	100.000	21.998	11.044	12.604	352891.985	4076769.075	2+925.283	2+947.281
S-24	100.000	124.360	71.663	71.253	352832.188	4076874.357	2+985.654	3+110.014
S-25	120.000	60.984	31.165	29.118	352911.692	4076963.723	3+126.797	3+187.781
S-26	120.000	58.475	29.830	27.920	352936.503	4077075.270	3+241.059	3+299.534
S-27	120.000	72.313	37.292	34.527	352917.171	4077145.551	3+305.303	3+377.615
S-28	120.000	38.184	19.255	18.231	352947.403	4077232.625	3+413.243	3+451.426
S-29	160.000	61.298	31.029	21.951	352994.498	4077294.270	3+478.718	3+540.016
S-30	120.000	123.239	67.675	58.842	353030.700	4077425.456	3+577.401	3+700.640
S-31	120.000	20.049	10.048	9.573	353160.259	4077451.946	3+757.517	3+777.566
S-32	160.000	5.124	2.562	1.835	353299.143	4077527.604	3+918.578	3+923.701

KESİTLER ve ARALIKLARI

KESİT-1 : KM:0+000.00~KM:0+130.00
 KESİT-2 : KM:0+130.00~KM:0+200.00
 KESİT-3 : KM:0+200.00~KM:0+575.00
 KESİT-2 : KM:0+575.00~KM:0+780.00
 KESİT-4 : KM:0+780.00~KM:1+100.00
 KESİT-5 : KM:1+100.00~KM:3+985.00

PROJELİ GÜZERGAH YATAK EĞ

J1 : 0.0016 m/m : KM:0+000.00~KM:0+7
 J2 : 0.0029 m/m : KM:0+780.00~KM:1+7
 J3 : 0.0024 m/m : KM:1+770.55~KM:2+7
 J4 : 0.0046 m/m : KM:2+722.80~KM:3+9

LEJANT :

— DERE
 — ŞEV ÜST SINIRI
 — ŞEV ALT SINIRI

DİZAYN DEBİLERİ	
KESİTLER (KM)	TASKIN DEBİSİ (m³/sn)
0+000.00~2+200.00	Q _{top} 190.00
	Q _{ort} 254.00
	Q _{alt} 175.00
2+200.00~3+985.00	Q _{top} 235.00

ÖLÇEK : A 1/5 000
 0 100 200 300 400 500m

ÖZGEÇMİŞ

1976 yılında Eskişehir’de doğan Murat ÜYÜKLÜOĞLU, orta ve lise öğrenimini sırasıyla İsmail Erez İlkokulu, Nurettin Ersin Ortaokulu ve Mustafa Kemal Lisesinde tamamlamıştır. 1995 yılında kazandığı Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği bölümünü 2000 yılında bitirmiştir.

2001-2002 tarihleri arasında askerlik hizmetini yapmış olup 2002-2005 yılları arasında özel sektörde çalışmıştır. 2005 yılında DSİ Genel Müdürlüğünde mühendis kadrosunda göreve başlamış olup halen devam etmektedir.

Murat ÜYÜKLÜOĞLU evli olup bir çocuk babasıdır.

İletişim Bilgileri

Adres :Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Proje ve İnşaat Dairesi Başkanlığı
Devlet Mah. İnönü Bulvarı No: 16 Çankaya/ANKARA

Telefon : (545) 729 93 60

E-posta : muratuyuk@hotmail.com