T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DİCLE NEHRİ'NİN TAŞKIN ANALİZİNİN HEC-RAS PROGRAMIYLA YAPILMASI

Selman OĞRAŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DİYARBAKIR
2018

T.C

DİCLE UNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

DİYARBAKIR

Selman OĞRAŞ tarafından yapılan "Dicle Nehri'nin Taşkın Analizinin HEC-RAS Programıyla Yapılması" konulu bu çalışma, jürimiz tarafından İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir

Jüri Üyesinin

Ünvanı Adı Soyadı

Başkan : Doç.Dr.Fevzi ÖNEN (DANIŞMAN)

Üye : Prof.Dr.Tamer BAĞATUR

Üye : Dr.Öğr.Üyesi Veysel Süleyman YAVUZ

Tez Savunma Sınavı Tarihi: 18/06/2018

Yukarıdaki bilgilerin doğruluğunu onaylarım.

.../.../2018

Doç.Dr.Sevtap SÜMER EKER

ENSTİTÜ MÜDÜR V.

(MÜHÜR)

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın her basamağında sabırlı desteğini, görüş ve önerilerini esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Fevzi ÖNEN'e, teşekkürü bir borç bilirim.

Bu tez Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (DÜBAP) tarafından 17.016 nolu proje ile desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEŞEKKÜR…….....I

İÇİNDEKİLER…….....II

ÖZET……...IV

ABSTRACT…….....VI

ÇİZELGE LİSTESİ…….....VIII

ŞEKİL LİSTESİ…….....IX

KISALTMA VE SİMGELER…….....XIII

1. GİRİŞ……...…1

1.1. Konunun Tanıtılması ve Önemi…….....1

1.2. Ülkemizde Taşkın Olayları…….....2

1.3. Dicle Havzasındaki Taşkın Olayları……..…….....5

1.4. Taşkınları Oluşturan Etmenler …….…….....6

1.5. Açık Kanal Akımları ……..……10

1.5.1 Açık Kanal Akımlarında Temel Kavramlar …….…….....12

1.6. Açık Kanallarda Su Yüzü Profilleri ……..13

1.7. Kararlı ve Tek Boyutlu Akımların Teorisi ...…….....15

1.7.1. Temel Profil Hesap Denklemleri ……..……..….16

1.7.2. En Kesitlerde İletim Hesaplamaları ……..……..17

1.7.3. Ortalama Kinetik Enerjinin Belirlenmesi …….……17

1.7.4. Sürtünme Kaybı Hesabı ……..……..……..…..19

1.7.5. Daralma ve Genişleme Kaybı Hesabı……...……..……19

1.7.6. Momentum Yaklaşımı…….....…19

1.7.7. Köprülerde Akım……..…..22

1.7.7.1. Köprülerdeki Daralma Ve Genişleme Katsayıları……..…..22

1.7.7.2. Köprü Açıklığında Hidrolik Hesaplamalar ……...23

- Düşük Akım Hesaplamaları……..23

- Yüksek Akım Hesaplamaları ……..…….....26

1.7.7.3. Köprü Açıklığındaki Su Yüzü Profilleri …….....28

1.8. Çalışmanın Amacı ve İzlenen Yol…….....30

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR……..31

3. MATERYAL VE METOT…….....35
3.1. Materyal ……35
3.1.1. Çalışma Alanı …….....35
3.1.2. Çalışma Alanına Ait Veriler ……..……35
3.1.2.1. Jeoloji ……36
3.1.2.2. Hidroloji ……....36
3.1.2.3. Pürüzlülük ……..……..37
3.1.2.4. Daralma ve Genişleme Katsayıları ……..……...47
3.2. Metot…….……47
3.2.1 HEC-RAS...…….49
3.2.2. HECRAS 4.1 Sürümünün Hidrolik Kullanımı…….……51
3.2.3. HEC-RAS Uygulaması……52
3.2.3.1. Geometrik Veriler ……...52
-En Kesit Verileri …….....52
-Erişim Uzunlukları (Reach Lenghts) …….....56
-Enerji Kayıp Katsayıları ……..57
-Köprülerin Modellenmesi ……..59
3.2.3.2. Akış Verileri ……..……..62
-Akış Verileri ve Akış Koşulları …….....62
-Akış Rejimi ve Akış Hesabı ……..65
-Kararlı Akış Modeli İçin Kabuller(sınırlamalar)……69
4. BULGULAR VE TARTIŞMA…….…….…71
4.1. Dicle Nehri Üzerindeki Sanat Yapıları ……71
4.2. Dicle Nehrinin Su Yüzü Profilleri İncelenmesi ……....75
4.3. Sanat Yapılarının Kapasite Hesabı ……77
4.4. Taşkın Kesitlerinin Değerlendirilmesi ……82
5. SONUÇ VE ÖNERİLER…….....109
6. KAYNAKLAR…….....111
ÖZGEÇMİŞ……..……113

ÖZET

DİCLE NEHRİ'NİN TAŞKIN ANALİZİNİN
HEC-RAS PROGRAMIYLA YAPILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Selman OĞRAŞ

DİCLE UNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTUSU
İNŞAAT MUHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

2018

Dünyada doğal afet sonucu meydana gelen hasarların başlıca nedenleri arasında taşkınlar gelmektedir. Ülkemiz coğrafik olarak farklı yapı ve yağış rejimine sahip bölgeleri barındırdığından taşkın felaketine karşı duyarlıdır. Doğanın kendine özgü durumu göz önüne alındığında, depremden sonra en büyük felaket olan taşkınların meydana gelme ihtimali oldukça düşüktür. Ancak; nüfus artışı, yanlış imar ve plansız mühendislik uygulamaları sonucunda taşkınlar insanoğlu için her geçen gün daha riskli hale gelmektedir. Taşkınlardan oluşan zararları azaltmak için alınacak önlemlerin başında ıslah çalışmaları gelmektedir. Bu çalışmaların yapılabilmesi için akarsular üzerindeki köprü ve regülatör gibi hidrolik yapıların akarsu en kesitlerinde meydana getirdiği değişiklikler ile arazinin doğal durumundan dolayı kesitlerde meydana gelen değişimlerin su yüzü profiline etkisinin belirlenmesi gerekmektedir.

Su yüzü profilinin belirlenebilmesi için hesap ve analiz kolaylığı sağlayan paket programlar geliştirilmiştir. HEC-RAS (Hydrologic Engineering Centers - River Analysis System) bunlardan bir tanesidir. Bu çalışmada Dicle Nehri'nin Diyarbakır-Silvan karayolu ile tarihi On Gözlü Köprü arasındaki kesimde HEC-RAS ile taşkın analizi yapılmıştır. Dicle Nehri üzerindeki köprüler gibi hidrolik yapıların neden olduğu kesit değişimleri, ayrıca mevcut doğal kesit değişimlerinin de akıma etkisini tespit etmekle beraber oluşabilecek taşkın yayılım alanlarının güzergah üzerinde bulunan özel işletmelere ait tesisler, Dicle Üniversitesi yerleşkesinde bulunan üniversiteye ait tesisler ve hastaneler, kısmi de olsa yerleşim alanları, turizm açısından önemli konuma sahip Tarihi On Gözlü Köprü (Dicle köprüsü) ile UNESCO Dünya Kültür Mirası Listesinde olan Hevsel Bahçeleri, bunların yanı sıra sonraki yıllarda yapılması düşünülen Dicle

Vadisi projesine olası etkisi tespit edilmeye çalışılmıştır. Çalışma yapılan bölgeye ait 1/1000'lik haritalar AutoCAD Civil 3D programı kullanılarak sayısallaştırılmış ve bölgenin sayısal yükseklik modelleri elde edilerek en kesitler elde edilmiştir. Elde edilen en kesitler HEC-RAS programına tanımlanarak taşkın yatağının hidrolik karakteristikleri ve Q_{25}, Q_{50}, Q_{100}, Q_{500} taşkın tekerrür debilerinin su yüzü profilleri belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dicle Nehri, Taşkın Analizi, HEC-RAS

ABSTRACT

FLOODPLAIN ANALYSIS OF TİGRİS RİVER
USING HEC-RAS SOFTWARE

M.SC. THESIS

Selman OĞRAŞ

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF DICLE

2018

Floods are one of the reasons of the damages which occur as a result of natural disasters in the world. Because our country has regions which geographically have different structure and rainfall regime. It is sensitive to flood disasters when the state of nature is considered it is a weak probability to occur floods which is the biggest disasters after earthquake. But floods are becoming more risky for human beings day by day because of the population growth, need of water and settlements, wrong zoning plan and unplanned engineering practices. Rehabilitation comes at the begining of measures to be taken to minimize the damages that occur from the floods . To do these studies it must be specified the changes which bridges on the rivers and hydraulics structures like regulator cause in cross sections and the effects of the changes to water surface profile due to the natural state of the land.

In order to determine water surface profiles, on the side todays methods there are many package software have been developed for facilitate in analyzing and calculation. HEC-RAS is one of them. In this study the floodplain analysis was handled between Diyarbakır-Silvan Highway and historical Ten Eye (On Gözlü) Bridge. Bridges over the Dicle River and the cross section changes caused by these hydraulic structures as well

as the facilities of the private establishments located on the route of the floodplain areas, which may occur together with determining the flow effect of the existing natural section changes. The facilities and hospitals connected to the university in the settlement of Dicle University, ten eye bridge(Dicle Bridge), Hevsel Gardens on the UNESCO World Cultural Heritage List, as well as the possible effects on the Dicle Valley project, which is considered to be done in the future years, have been tried to be determined. The 1/1000 maps of the study area were digitized using the AutoCAD Civil 3D program and cross sectional purchases were made by obtaining the digital elevation models of the region. The obtained cross sections were defined in the HEC-RAS software and the hydraulic characteristics of the flood bed and the water surface profiles of the Q_{25}, Q_{50}, Q_{100}, Q_{500} flood recurring and one dimensional floodplain analysis of Tigris(Dicle) River were determined. According to the floodplain risk analysis results water surface profiles of flow rates Q_{25}, Q_{50}, Q_{100}, Q_{500} were obtained.

Keywords: Tigris River, HEC-RAS, Floodplain Analysis

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge No		Sayfa
Çizelge 1.1.	Türkiye Coğrafi Bölgelere Göre Yağış Miktarındaki Değişim (Pehlivan, 2016)	3
Çizelge 1.2.	Türkiye 1975-2015 Yılları Arasında Meydana Gelen Taşkınlar (Selek, 2016)	4
Çizelge 1.3.	Taban Eğimine Göre Akım Türleri (Efe, 2014)	15
Çizelge 1.4.	Ayak Şekillerine Bağlı Katsayılar	24
Çizelge 1.5.	Yarnell Ayak Şekil Katsayı Tablosu	25
Çizelge 3.1.	Manning 'n' Değerleri-Doğal Nehirler (Chow,1959)	38
Çizelge 3.2.	DSİ Tarafından Önerilen Pürüzlülük Katsayıları (DSİ,2014)	40
Çizelge 3.3.	Dicle Nehri Doğal Durum Pürüzlülük Katsayısı Hesap Tablosu	47
Çizelge 3.4.	Açık Kanallarda Daralma/Genişleme Kayıp Katsayıları (Brunner,2010)	47
Çizelge 3.5.	Taban Eğim Açısı Değerleri (Brunner,2010)	70
Çizelge 4.1.	Dicle Nehri Üzerindeki Sanat Yapılarına Ait Karakteristik Bilgiler	74
Çizelge 4.2.	Dicle Nehri Üzerindeki Sanat Yapılarına Ait Karakteristik Bilgiler	74
Çizelge 4.3.	Dicle Nehri Üzerindeki Sanat Yapılarına Ait Karakteristik Bilgiler	74
Çizelge 4.4.	Dicle Nehri Taşkın Analiz Verileri Hec-Ras	100

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil No		Sayfa
Şekil 1.1.	Aşırı Dalgalanma Sonucu Oluşan Kıyı Taşkın Örneği	1
Şekil 1.2.	Batman-Merkez Taşkın (DSİ, 2006)	5
Şekil 1.3.	Diyarbakır, Çınar Taşkın (DSİ, 2006)	6
Şekil 1.4.	Şırnak-Uludere Taşkın (DSİ, 2006)	7
Şekil 1.5.	Örnek Kesit Daraltılması, Yetersiz Geçiş Yapısı	8
Şekil 1.6.	Dereye Hafriyat Atılması	9
Şekil 1.7.	Başbakanlık 09.09.2006/27 Sayılı Genelgesi:Derelerin Üstü Kapatılamaz	9
Şekil 1.8.	Uygunsuz Kum-Çakıl Alınması	10
Şekil 1.9.	Doğal ve Yapay Açık Kanallar	11
Şekil 1.10.	Akım Sınıflandırmaları (Özbek, 2009)	11
Şekil 1.11.	Bir Açık Kanalda Boyuna Profil ve En Kesit. (Kara, 2009)	13
Şekil 1.12.	Su Yüzü Profillerinin Tanımlanması	14
Şekil 1.13.	Açık Kanal Akımlarında Ardışık Kesitlerde Enerji Denklemi	16
Şekil 1.14.	Kanaldaki Toplam İletim	17
Şekil 1.15.	Momentum Denkleminde Kullanılan Terimler	19
Şekil 1.16.	Açık Kanallarda Taban Eğimi	20
Şekil 1.17.	Köprü En Kesiti	23
Şekil 1.18.	Membada Birikme	26
Şekil 1.19.	Memba ve Mansapta Birikme	27
Şekil 1.20.	Savaklı Akış	27
Şekil 1.21.	Köprüdeki Su Yüzü Profilleri	28
Şekil 3.1.	Dicle Nehri Çalışma Güzergahı	48
Şekil 3.2.	Akış Diyagramı	49
Şekil 3.3.	HEC-RAS Programının Ara Yüzü	50
Şekil 3.4.	Örnek Plan	53
Şekil 3.5.	Dicle Nehri Vaziyet Planı	54

Şekil 3.6. Sedde Tanımlanmamış 55

Şekil 3.7. Sedde Tanımlanmış 55

Şekil 3.8. Sahil ve Ana Kanal Uzunlukları 56

Şekil 3.9. Manning Değerleri 57

Şekil 3.10. Daralama/Genişleme Katsayıları 59

Şekil 3.11. Örnek Köprü Görünümü 60

Şekil 3.12. Köprü Yaklaşım Model Yöntemleri 61

Şekil 3.13. Köprü Savaklanma Katsayısı 62

Şekil 3.14. Kararlı Akış Verileri ve Koşulları 63

Şekil 3.15. Kritik Derinlik 64

Şekil 3.16. Kararlı Akış Hesap Analizi 65

Şekil 3.17. Kritik Derinlik 66

Şekil 3.18. Açık Kanal Akımlarında Taban Eğim Açısı 70

Şekil 4.1. Sadi Köprüsü Alttan Görünüm 71

Şekil 4.2. Sadi Köprüsü Üstten Görünüm 72

Şekil 4.3. Sadi Köprüsü HEC-RAS Görünümü 72

Şekil 4.4. Üniversite Köprüsü 73

Şekil 4.5. Tarihi On Gözlü Köprüsü 73

Şekil 4.6. Q_{25} Yıllık Tekerrür Debisi İçin Sanat Yapıları Dâhil Mevcut Durum 75

Şekil 4.7. Q_{50} Yıllık Tekerrür Debisi İçin Sanat Yapıları Dâhil Mevcut Durum 76

Şekil 4.8. Q_{100} Yıllık Tekerrür Debisi İçin Sanat Yapıları Dâhil Mevcut Durum 76

Şekil 4.9. Q_{500} Yıllık Tekerrür Debisi İçin Sanat Yapıları Dâhil Mevcut Durum 77

Şekil 4.10. Km: 9+720 Kesitindeki Köprü'nün(Sadi) Görünümü 78

Şekil 4.11. Km: 9+705 Kesitindeki Köprü'nün(Sadi) Görünümü 79

Şekil 4.12. Km: 9+690 Kesitindeki Köprü'nün(Sadi) Görünümü 80

Şekil 4.13. Km: 6+065 Kesitindeki Köprü'nün(Üniveriste) Görünümü 81

Şekil 4.14. Km: 0+135 Kesitindeki Köprü'nün(On Gözlü) Görünümü 82

Şekil 4.15. Hevsel Bahçeleri Görünüm 83

Şekil 4.16. Balıkçılık ve Meyvecilik Geliştirme Tesisleri 83

Şekil 4.17. Tarihi On Gözlü Köprü ve Dicle Vadisi Projesi Rekreasyon Alanı 84
Şekil 4.18. Km:9+864 Kesit Görüntüsü ve Su Yüzü profilleri 85
Şekil 4.19. Km:10+261 Kesit Görüntüsü ve Su Yüzü profilleri 85
Şekil 4.20. Km:9+200 Kesit Görüntüsü ve Su Yüzü profilleri 86
Şekil 4.21. Km:8+200 Kesit Görüntüsü ve Su Yüzü profilleri 86
Şekil 4.22. Q_{25} Yıllık Taşkın Sınırları(Sadi Köprüsü Civarı) 87
Şekil 4.23. Q_{50} Yıllık Taşkın Sınırları (Sadi Köprüsü Civarı) 87
Şekil 4.24. Q_{100} Yıllık Taşkın Sınırları (Sadi Köprüsü Civarı) 88
Şekil 4.25. Q_{500} Yıllık Taşkın Sınırları (Sadi Köprüsü Civarı) 88
Şekil 4.26. Km:6+400 Kesit Görüntüsü ve Su Yüzü profilleri 89
Şekil 4.27. Km:6+200 Kesit Görüntüsü ve Su Yüzü profilleri 89
Şekil 4.28. Km:6+037 Kesit Görüntüsü ve Su Yüzü profilleri 90
Şekil 4.29. Km:5+000 Kesit Görüntüsü ve Su Yüzü profilleri 90
Şekil 4.30. Q_{25} Yıllık Taşkın Sınırları (Üniversite Köprüsü Civarı) 91
Şekil 4.31. Q_{50} Yıllık Taşkın Sınırları (Üniversite Köprüsü Civarı) 91
Şekil 4.32. Q_{100} Yıllık Taşkın Sınırları (Üniversite Köprüsü Civarı) 92
Şekil 4.33. Q_{500} Yıllık Taşkın Sınırları (Üniversite Köprüsü Civarı 92
Şekil 4.34. Km:4+600 Kesit Görüntüsü ve Su Yüzü profilleri 93
Şekil 4.35. Km:1+000 Kesit Görüntüsü ve Su Yüzü profilleri 93
Şekil 4.36. Km:0+400 Kesit Görüntüsü ve Su Yüzü profilleri 94
Şekil 4.37. Km:0+100 Kesit Görüntüsü ve Su Yüzü profilleri 95
Şekil 4.38. Km:0+000 Kesit Görüntüsü ve Su Yüzü profilleri 95
Şekil 4.39. Q_{25} Yıllık Taşkın Sınırları (On Gözlü Köprüsü Civarı) 96
Şekil 4.40. Q_{50} Yıllık Taşkın Sınırları (On Gözlü Köprüsü Civarı) 96
Şekil 4.41. Q_{100} Yıllık Taşkın Sınırları (On Gözlü Köprüsü Civarı) 97
Şekil 4.42. Q_{500} Yıllık Taşkın Sınırları (On Gözlü Köprüsü Civarı) 97
Şekil 4.43. Dicle Nehri Q_{25} Yıllık Taşkın Sınırları 98
Şekil 4.44. Dicle Nehri Q_{50} Yıllık Taşkın Sınırları 98
Şekil 4.45. Dicle Nehri Q_{100} Yıllık Taşkın Sınırları 99

Şekil 4.46. Dicle Nehri Q500 Yıllık Taşkın Sınırları 99

Şekil 4.47. Dicle Nehri HEC-RAS Perspektif 107

Şekil 4.48. Dicle Nehri HEC-RAS Hız Grafiği 108

KISALTMA VE SİMGELER

a : Akım Kesit Alanı

A : Toplam Alan

BD : Bridge Downstream (Köprü Mansabı)

BU : Bridge Upstream (Köprü Membası)

C_d : Debi Boşaltım Katsayısı

C : Chezy Sürtünme Faktörü

C,M,S : Su Yüzü Profilleri

d : Kanal Tabanına Dik Olan Su Derinliği

DSİ : Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü

DMİ : Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

DPT : Devlet Planlama Teşkilatı

E : Özgül Enerji

EÇ : Enerji Çizgisi

Fr : Froude Sayısı

g : Yerçekimi ivmesi

h_k : İki Kesit Arası Sürtünme Kaybı

h_t : Kesit Değişikliği Nedeniyle Oluşan Toplam Yük Kaybı

H : Belirli Bir Kesitteki Toplam Enerji

h_{kr} : Kritik Su Derinliği

h_f : Sürtünme Kaybı

KDÇ : Kritik Derinlik Çizgisi

m : Kıvrım Faktörü

P_1,P_2 : Bir ve İki Numaralı Kesitlerdeki Basınç Kuvvetleri

Q : Debi

Re : Reynold Sayısı

R' : Kesitteki Ortalama Islak Çevre

So : Kanal Taban Eğimi

S_f : Enerji Çizgisi Eğimi (Sürtünme Eğimi)

ÜAÇ : Üniform Akım Derinlik Çizgisi

V : Debi Ölçer ile Hesaplanan Ortalama Hız

W : Kontrol Hacmin Ağırlığı

Z : Kesitteki Taban Kotu

θ : Kanal Tabanının Yatayla Yaptığı Açı

ρ :Suyun Yoğunluğu

γ : Suyun Özgül Ağırlığı

Δx : Genişleme Bölgesi Uzunluğu

Δh : Su Seviye Farkı

ΔV : Hız Farkı

α : Kinetik Enerji Düzeltme Katsayısı

β : Momentum Düzeltme Katsayısı

τ_0 : Cidarlarda Oluşan Ortalama Kayma Gerilmesi

1.GİRİŞ

1.1.Konunun Tanıtılması ve Önemi

Taşkın; bir akarsuda normalin üstünde akım ve seviye yükselmesi sonucunda normalde su altında kalmayan alanların sular altında kalmasına sebep olarak tanımlanabilir. Dünyada birçok bölgede doğal afet sonucu meydana gelen hasarların başlıca nedenleri arasında taşkınlar gelmektedir. Taşkınlar, sebepler ve etkilenen çevreye göre tespit edilebilirler. Bu nedenle sele maruz kalan çevre ile oluşan taşkın özellikleri arasındaki ilişki derinlemesine araştırılmalıdır. Akarsu taşkınları, yukarı havzaya düşen ani ve yoğun yağışların veya ani eriyen kar kütlelerinin yüzeyde akışa geçmesiyle oluşurken bunun dışında dalgalanmalara bağlı olarak kıyı akıntılarının taşıdığı katı maddelerin şekillendirdiği kumsallar ve buna benzer şekillerde oluşan kıyı taşkınları (Şekil 1.1), Baraj, Regülatör gibi hidrolik yapılarda meydana gelen arızalar ve yıkılmalardan sonra oluşan taşkınlar, drenaj sistemlerinin yeterli oranda çalışmaması sebebiyle ani yağış ve fırtına durumlarında uzun süreli yeraltı suyu birikmelerinden kaynaklanan taşkınlar olmak üzere farklı taşkın türlerinden söz edilebilir (Onuşluel, 2005).

Akarsu ve kıyı taşkınları zaman zaman ulaşımı engeller ve şehir yaşamını altüst eder. Gelişen ülkelerde taşkınları önceden tespit etme hizmetlerinin gelişmiş olmasından dolayı can kayıpları azalırken az gelişmiş ülkelerde bu problem daha büyük boyuttadır (Ağıralioğlu ve Erkek, 2013).



Şekil 1.1. Aşırı Dalgalanma Sonucu Oluşan Kıyı Taşkın Örneği

1.2.Ülkemizde Taşkın Olayları

Ülkemiz coğrafik olarak farklı yapı ve yağış rejimine sahip bölgeleri barındırdığından taşkın felaketine karşı duyarlıdır. Ülkemizdeki araziler yüksek eğimli ve engebeli, ayrıca iklim açısından yarı kurak iklim kuşağında yer almaktadır. Doğu Karadeniz Bölgemiz taşkının en fazla yaşandığı can ve mal kaybının en fazla olduğu bölgemizdir. Literatürde yer alan kayıtlara göre Doğu Karadeniz Bölgesinde yaşanan taşkınlar sonucunda 1929 yılından bugüne kadar 616 kişi hayatını kaybetmiştir (Doğu Karadeniz Havzası Master Plan Ara Raporu, DSİ 2016). Ülkemizde yağışın mevsimselliği ve yoğunluğunun düzensizliği nedeniyle de taşkın riski oldukça yüksektir. Özelikle doğu bölgelerimizde kış mevsiminde yağan karların bahar ayı sıcaklığı ile beraber ani erimeleri ve bahar aylarındaki yağışların da eklenmesiyle yüksek debiler oluşmakta ve taşkına sebebiyet vermektedir. Ülkemizde yaşanan taşkınları sadece coğrafi yapı farklılıkları ve yağışların düzensizliğine bağlamak doğru olmayacaktır. Bunun yanında dere yatakları ve taşkın tesislerine yapılan olumsuz müdahaleler, yanlış arazi kullanımları, ormanların tahrip edilmesi, çarpık kentleşme, alt yapı yetersizliği ve tabi ki havzada kullanımı uygun olmayan faaliyetler felaketin oluşumuna ciddi katkılar sağlamaktadır (Berber ve ark. 2016).

Ülkemizde yağış rejiminin düzensiz oluşu yağışların zaman ve mekân olarak dağılımını olumsuz istikamette etkilemekte, bazen bir yıl içerisinde olması beklenen toplam yağış miktarı birkaç gün içerisinde yağabilmektedir. Toplam yağışın yaklaşık %40'ı kış, %26'sı ilkbahar, %10'u yaz ve %24'ü sonbahar mevsiminde görülmektedir. 2013 yılında 564 mm olarak ölçülen Türkiye yağış ortalaması, 1981-2010 normallerine göre %13 azalma göstermiştir. 2014 yılında bölgelere ait ortalama alansal yağışlar, yağış normalleri ve normale göre artış veya azalış yüzdeleri Çizelge 1.1'de verilmiştir. 2014 yılında normallerine göre en yüksek yağış %28 artışla Marmara Bölgesi'nde görülmüştür. Normallerine göre en az yağış alan bölgemiz %12 azalma ile Doğu Anadolu Bölgesidir (Pehlivan ve ark. 2016).

Çizelge 1.1. Türkiye Coğrafi Bölgelere Göre Yağış Miktarındaki Değişim (Pehlivan, 2016)

Bölge	2014 Yılı Yağış (mm)	Ortalama Yağış (mm)	Normale göre Artma/Azalma oranı
Marmara	841,4	658,2	27,8
Ege	682,8	594,5	14,8
Akdeniz	653,2	667,1	- 2,1
İç Anadolu	461,8	404,7	14,1
Karadeniz	694,6	697,2	-0,4
Doğu Anadolu	489,0	554,4	-11,8
Güneydoğu Anadolu	491,0	529,4	-7,3
Türkiye Geneli	591,8	574,0	3,1

Ülkemizde özellikle son yıllarda sık sık tekrar eden taşkınların yol açtığı can kayıplarının yanında ekonomik olarak da ciddi zararların oluştuğu gözlenmektedir. Taşkınların Türkiye'ye zararı yılda ortalama 100 milyon dolardır. Yıllık ortalama ekonomik kayıp 150 milyon dolar, bununla beraber proje faaliyetleri için yatırım miktarı 30 milyon dolardır (Özoral,2007). Meteoroloji Genel Müdürlük verilerine göre 1967-1987 yılları arasında taşkınların oranı %33 iken 1998-2008 yılları arasında yapılan ıslah çalışmaları, inşa edilen baraj, regülatör gibi hidrolik yapılar nedeniyle bu oran %14'e kadar gerilemiş olsa da hızlı değişen iklim koşulları, düzensiz yapılaşma gibi nedenlerle bu çalışmalar yetersiz kalmaktadır. Türkiye genelinde DSİ verilerine göre 1975-2015 yılları arasında meydana gelen 1209 adet taşkın olayında 720 can kaybı ve 893 933 hektar tarım arazisi taşkına maruz kalmıştır (Çizelge 1.2.).

.

Çizelge 1.2. Türkiye 1975-2015 yılları arasında meydana gelen taşkınlar (Selek, 2016)

Yıllar	Taşkın Sayısı	Can Kaybı	Su Altında Kalan Alan (ha)
1975	62	8	36 714
1976	29	5	22 536
1977	27	11	3 317
1978	21	0	13 850
1979	21	61	40 966
1980	44	6	83 016
1981	16	2	58 413
1982	10	0	784
1983	14	33	2 113
1984	12	0	29 140
1985	7	0	2 318
1986	8	4	679
1987	7	0	564
1988	24	17	3 910
1989	10	1	9 500
1990	26	57	7 450
1991	23	23	15 770
1992	14	1	690
1993	2	0	60
1994	9	4	1 680
1995	20	164	201 100
1996	4	1	11 000
1997	1	0	1 390
1998	2	57	7 000
1999	1	3	
2000	4	0	8 066
2001	42	8	43 297
2002	27	27	510
2003	21	7	64 200
2004	23	3	25 750
2005	25	14	13 855
2006	24	45	85 810
2007	22	11	1 050
2008	10	2	10
2009	84	59	3 250
2010	110	25	44 279
2011	56	13	202
2012	69	23	19 685
2013	38	7	17 569
2014	118	9	4 455
2015	122	9	7 985
GENEL TOPLAM	1209	720	893 933

1.3.Dicle Havzasındaki Taşkın Olayları

Dicle Havzasında Diyarbakır, Batman, Siirt, Mardin ve Şırnak illeri yer almaktadır. Bu havzada Dicle Nehri, Botan Çayı, Batman Çayı yer almakla beraber Bitlis Deresi ve Habur Irmağı da önemli kollar olarak havzanın can damarlarıdır. Diyarbakır, Batman ve Cizre'ye kadar uzanan Dicle Nehri yatağı taşkın bölgesidir. Özellikle 2006 yılı sonbaharında başta Diyarbakır ve Batman olmak üzere Cizre Mardin, Şırnak İllerinde meydana gelen taşkınlarda 41 vatandaş hayatını kaybederken tarım arazileri ve işyerleri de sular altında kalmış yüzlerce ev kullanılamaz hale gelmiştir. Batman şehir merkezinde 16 mm yüksekliğinde ve 15 dakika süren yağış süresinde oluşan taşkında 10 vatandaş hayatını kaybederken 13 vatandaş da yaralanmıştır. Ayrıca telef olan küçük ve büyükbaş hayvanlar ile bina, ahır ve işyerlerinde zararlar meydana gelmiştir (Şekil 1.2.).



Şekil 1.2. Batman,Merkez-Taşkın (DSİ, 2006)

Diyarbakır İli Bismil İlçesinde aynı zamanda meydana gelen taşkında 14 vatandaş, Çınar İlçesinde de 3 vatandaş hayatını kaybederken binlerce hektarlık ekili tarım arazisi sular altında kalmış yüzlerce ev kullanılamaz hale gelmiştir (İMO, 2006),(Şekil 1.3.).



Şekil 1.3. Diyarbakır, Çınar -Taşkın (DSİ, 2006)

1.4.Taşkınları Oluşturan Etmenler

Taşkınlar, meydana geldiği bölgenin iklim koşulları, jeolojik ve topografik özellikleri ile olumsuz insan müdahalelerine göre gelişmektedir. Taşkınların ortaya çıkmasında birçok etken rol oynasa da genel olarak doğal ve beşeri etmenler olmak üzere iki başlıkta değerlendirilebilir.

a. Doğal Etmenler

Taşkınlara etki eden doğal faktörler başlıca; klimatolojik-meteorolojik faktör, jeolojik-jeomorfolojik faktör olarak tanımlanabilir (Efe, 2014).

Klimatolojik-Meteorolojik Faktör:

Taşkınların oluşumuna etki eden doğal faktörlerden biri de klimatolojik-meteorolojik faktördür. Yağışların şekli, şiddeti ve süresi taşkınlarda etkendir. Uzun süreli yağışlarda meydana gelen yüksek debiler, akarsu yatak kapasitesi aşıldığından taşkına neden olmaktadır. Bunun yanı sıra sıcaklık da önemli etkendir. Düşük sıcaklıklarda kar erimeleri meydan gelirken eriyen karların eğimli ve geçirimsiz tabakalardan oluşan yüzeylerde akışa geçmesiyle yine taşkınların meydana gelmesi kaçınılmazdır.

Jeolojik-Jeomorfolojik Faktör:

Havzanın jeolojik yapısı akarsuyun morfolojisini belirlemede etkendir. Havzanın sahip olduğu bitki örtüsü, yüksekliği, eğimi, suya olan doygunluk derecesi, deniz seviyesinden yüksekliği ve drenaj alanı gibi etkenler taşkın çeşidi ve etkisinin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Sonuç itibariyle akarsu yatakları yüzey jeolojisine göre şekil alırlar (Özbek, 2009).

Türkiye'de coğrafi yapı çok karmaşık ve kısa mesafelerde dahi değişiklik gösterdiğinden oluşan taşkınların şekil ve etkileri de bölgeden bölgeye farklılık göstermektedir. Örneğin, Doğu Karadeniz Bölgemizin sahip olduğu yağış miktarı, yüksek arazi eğimi, geçirimsiz tabakalardan oluşan jeolojik yapısı ile yine taşkın risk bölgesi olan Edirne'de ki yağış miktarı, düşük arazi eğimi ve jeolojik yapısı göz önüne alındığında meydana gelen taşkının şekil ve etkisi birbirinden farklıdır. Bu nedenle ıslah çalışmaları yapılırken havzanın jeolojik, coğrafik yapısı ile mevcut akarsuyun karakteristik özellikleri hesaba katılarak geniş çerçevede değerlendirilmelidir. Şırnak Uludere bölgemiz yüksek eğim ve geçirimsiz tabakalardan oluştuğundan 2006 yılında meydana gelen taşkının etkisi büyük olmuştur (Şekil 1.4.).



Şekil 1.4. Şırnak-Uludere-Taşkın (DSİ, 2006)

b. Yapay Etmenler

Doğanın kendine has durumu göz önüne alındığında, depremden sonra en büyük felaket olan taşkınların meydana gelmesi ihtimali oldukça düşüktür. Ancak; nüfus artışı ve artan nüfusun suya olan ihtiyacının artması, ekonomi tabanlı ihtiyaçların artışı, değişen yerleşim yerleri ve o yerlerdeki düzensiz yapılaşmalardan kaynaklanan yetersiz alt yapı koşulları, yanlış imar uygulamaları ve arazi kullanımları sonucunda dere yataklarının daraltılması, plansız mühendislik uygulamaları sonucunda kapasitesi yetersiz menfez ve köprüler, taşkınları önlemede havza bazında çalışma yapılmadığından sürüklenen rüsubat, bitki kök ve benzeri materyallerin geçiş yapılarını tıkaması, dere yataklarından uygun olmayan şekilde izinsiz kum çakıl alınması vb. tüm bu etkenler taşkınların etkisini ve sayısını artırmaktadır (Karakuyu, 2004), (Şekil 1.5-1.8).



Şekil 1.5. Örnek Kesit Daraltılması, Yetersiz Geçiş Yapısı



Şekil 1.6. Dereye Hafriyat Atılması



Şekil 1.7. Başbakanlık 09.09.2006/27 Sayılı Genelgesi: Derelerin Üstü Kapatılamaz



Şekil 1.8. Uygunsuz Kum-Çakıl Alınması

Dere yataklarına yapılan söz konusu müdahalelerle dere pürüzlülük katsayısında, dere kesitindeki daralmalar sonucu suyun hızında ve dolayısıyla geçebilecek debi miktarında değişimlere neden olacaktır. Daralma sonucu suyun hızı düşmek suretiyle kesitten geçecek debi azalacak ve sonuç olarak taşkın riski oluşacaktır.

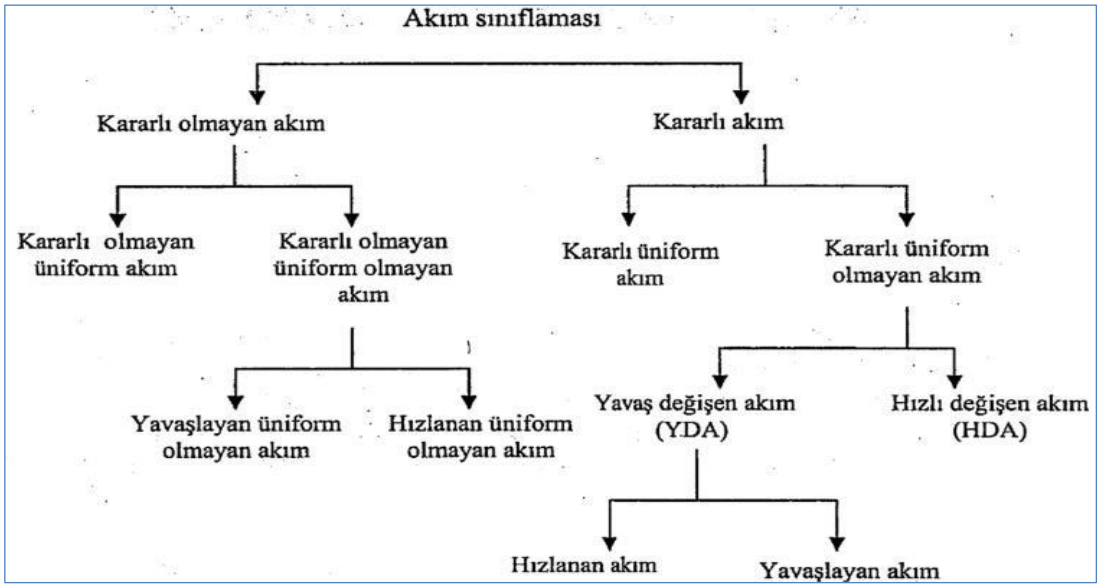
1.5 Açık Kanal Akımları

Atmosferle ortak yüzeyi bulunan sıvı akımlarına serbest yüzeyli akımlar veya açık kanal akımları denir (Şekil 1.9.). Yalnızca üst yüzeyi atmosfere açık olan kanal ve akarsular değil, aynı zamanda akışın tam dolduramadığı bir borudaki akış da açık kanal akışı olarak tanımlanır. Bunun dışında tünel, galeri ve kanalizasyon şebekelerindeki serbest yüzeyli akımlarda açık kanal akımlarıdır. Bir akımda herhangi bir noktadaki hızın yönü değişmez ise bu tip akımlar kararlı akımlardır. Akımın derinliği mesafeye göre değişiyorsa üniform olmayan akım, değişmiyorsa üniform akım denir. Üniform

olmayan akımda derinlik yavaş veya hızlı değişiyorsa yavaş değişken ve ani değişken akım olarak adlandırılır. Zamanla değişen üniform akım (kararsız üniform akım) kavram olarak var olmasına rağmen akım yüksekliğinin zamanla alçalıp yükselmesi ve aynı zamanda mesafeye göre sabit kalması pratikte mümkün değildir Bu nedenle üniform ve üniform olmayan akımlar kararlı akımı nitelemektedir (Özbek, 2009). Akım sınıflandırması aşağıdaki şekilde olmaktadır (Şekil 1.10.).



Şekil 1.9. Doğal ve Yapay Açık Kanallar



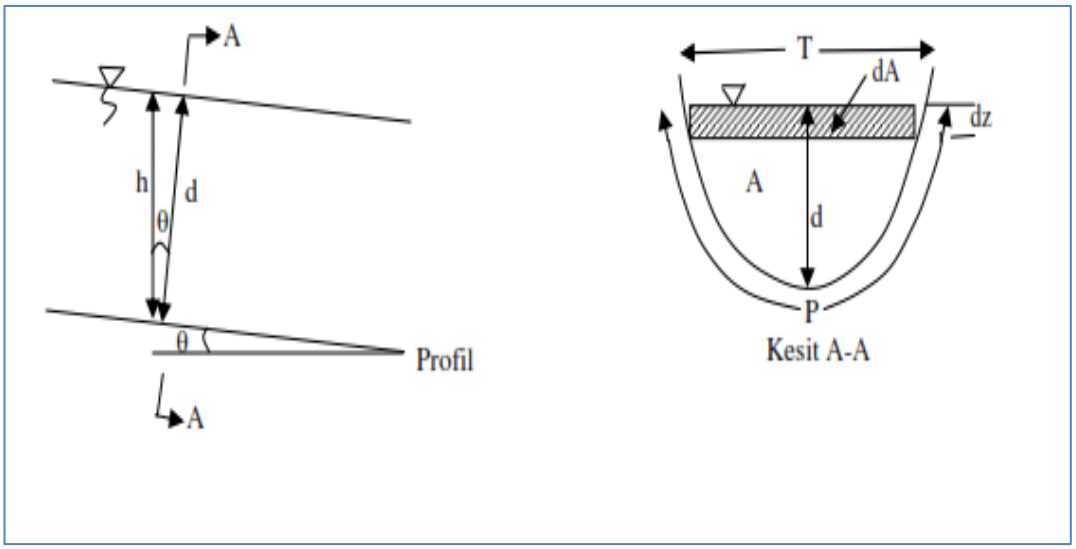
Şekil 1.10. Akım Sınıflandırmaları (Özbek, 2009)

Açık kanal problemlerinin çözümlenmesinde Enerji, kütle ve momentum korunumu prensipleri kullanılmasına rağmen teorik kullanımlar sınırlı kaldığı için kanal

akımlarında bazı amprik ifadelerden faydalanılmaktadır. Bunlardan bazıları; Chezy, Manning-Strickler, Darcy-Weisbach Ganguillet, Kutter, Bazin Pavlovski, ve Forscheimer denklemleridir. Kararlı üniform akımlarda her kesitte hız, debi, derinlik ve kesit aynıdır. Dolayısıyla enerji çizgisi kanal tabanı ve su yüzeyi ile paraleldir. Akış esnasında oluşan sürtünme kayıplarını hesaplayarak enerji çizgisi eğimine ulaşılabilir (Ardıçlıoğlu ve Ark. 2005).

1.5.1 Açık Kanal Akımlarında Temel Kavramlar

Taban ve şevleri stabil olan açık kanalların hidrolik özellikleri için Şekil 1.11.'de bir açık kanalın boyuna profili ve en kesiti verilmiştir. En kesit (A), akımın, akım yönüne dik olarak alınan düzlemsel kesiti, Islak kesit (akım kesiti), en kesitin sıvı ile dolu olan kısmı, Islak çevre (P), ıslak kesiti çevreleyen kanalın katı cidar uzunluğu, Hidrolik derinlik (h), akım kesit alanının su yüzü genişliğine oranı, Kesit ortalama akım hızı (V), kanaldan geçen debinin akım kesitine oranı, Hidrolik yarıçap (R), akım kesitinin ıslak çevreye olan oranı,(*Geniş bir açık kanalda, örneğin su yüzü genişliğinin su derinliğinden 40 kat veya daha fazla olduğu durumlarda, hidrolik yarıçap yerine su derinliği alınabilir.)* Etkili (efektif) akım kesiti, akımın Q debisini büyük ölçüde belirleyen kesittir. (*Kanalların genişleme bölgelerinde enerji daha çok sürtünme gerilmelerine harcanmakta ve buna bağlı olarak hareketi sağlayan kinetik enerji azalmaktadır. Dolayısıyla farklı hız tabakalarının, buna bağlı olarak ters akımların ve akışkanın akıma dahil olmadığı döngülerin meydana geldiği ölü bölgeler oluşmaktadır. Bu bölgeler fiilen akıma katılmaz. Yapay açık kanal akımlarında ise ani genişleme ve daralma bölgeleri dışında tüm kesitte efektif akım söz konusudur. Dolayısıyla etkili akım kesiti ile akım kesiti birbirine eşittir*)



Şekil 1.11. Bir Açık Kanalda Boyuna Profil Ve Enkesit. (Kara,2009)

1.6. Su Yüzü Profilleri

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 aşağıdaki gibi listelenebilir.

1-Adım Yöntemleri,

a. Direkt Adım Yöntemi

b. Standart Adım Yöntemi

2- Direkt Entegrasyon Yöntemleri,

3- Bresse Yöntemi,

4- Bakhmeteff Yöntemi,

5- Chow Yöntemi,

6- Ezra Yöntemi,

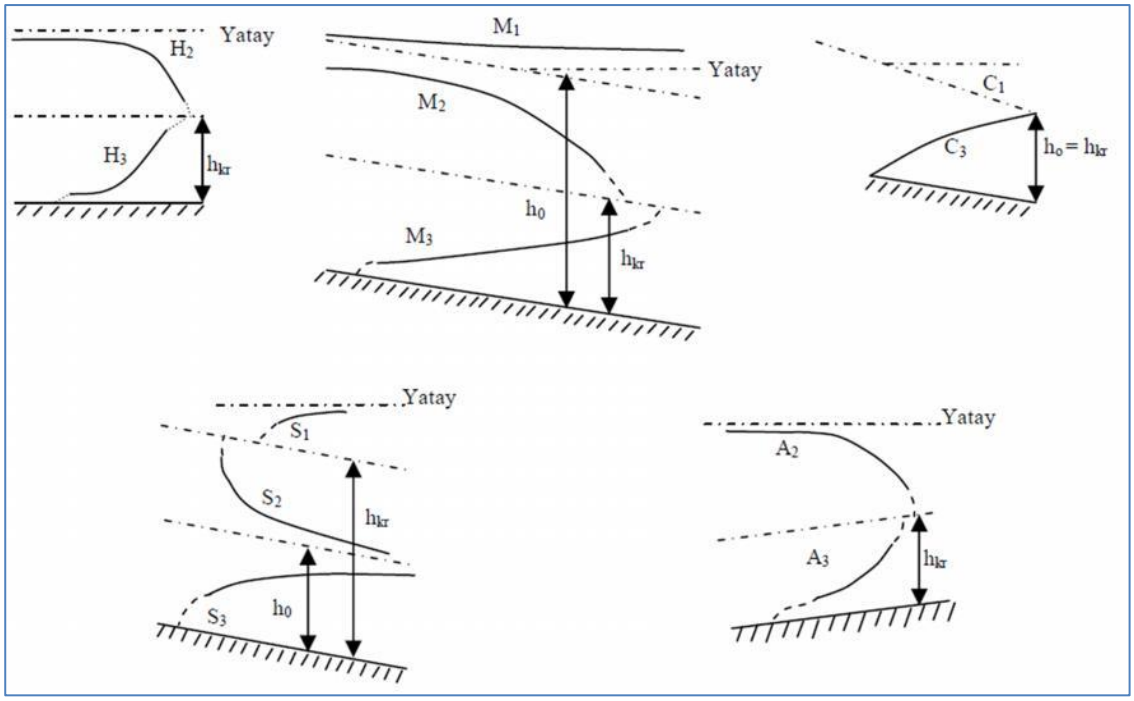
7- Grafik Entegrasyon Yöntemleri,

8- Escoffier Yöntemi,

9- Grimm Yöntemi,

Bu çalışma için kullanılan HEC-RAS programı, enerji eşitliğini temel alan Standart Adım Yöntemini kullanmaktadır. Standart adım yöntemine üçüncü bölümde detaylı bir şekilde değinilecektir.

Kanalın taban eğimi (So); verilen bir debideki kritik eğimden (Sc) büyük ise "büyük eğim" olarak adlandırılır ve taban üzerindeki olası su profilleri S eğrileriyle gösterilir. Verilen debi için taban eğiminin kritik eğime eşit olması halinde taban "kritik eğim", debi için taban eğiminin kritik eğimden küçük olması durumunda ise "küçük eğim" olarak adlandırılır. Bu durumdaki olası su profilleri sırası ile C ve M eğrileriyle gösterilir. Taban seviyesinin akım doğrultusunda artması durumu "ters eğim" olarak bilinir ve su yüzü profilleri A eğrileriyle tanımlanır. Taban seviyesinin değişmemesi "yatay eğim" olarak adlandırılır ve bu durumdaki su profilleri H eğrileriyle gösterilir. Sekil 1.12. tanımlanan bu eğimler üzerindeki su yüzü profilleri gösterilmiştir (Efe, 2014).



Şekil 1.12. Su Yüzü Profillerinin Tanımlanması

Bir akarsuda derinlik boyunca başlıca 3 bölge tanımlanmaktadır. Nehir rejiminde kanal tabanıyla kritik derinlik çizgisi, KDÇ, arasındaki bölge, sel rejiminde ise kanal tabanıyla üniform akım derinlik çizgisi, ÜAÇ; arasındaki bölge üçüncü bölge olarak adlandırılır. Dolayısıyla, bu bölgedeki su profili nehir rejiminde M_3, sel rejiminde ise S_3 sembolleriyle ifade edilir. Benzer bir biçimde, kritik akım çizgisiyle üniform akım çizgisi arasındaki bölge nehir ve sel rejimlerinde sırasıyla M_2 ve S_2olarak adlandırılır. Nehir rejiminde üniform akım çizgisi üzerindeki kabarma profili M_1, sel rejiminde ise kritik akım çizgisi üzerindeki kabarma profili S_1olarak adlandırılır. Kritik

akım derinliği taban eğiminden bağımsız olduğundan, yatay ve ters eğimlerde birinci bölge yoktur. Ayrıca, kritik eğimde üniform akım derinliğiyle kritik akım derinliği çakıştığından ikinci bölge tanımlı değildir (Efe, 2014). Çizelge 1.3. kanal taban eğimlerine bağlı olarak ortaya çıkan karakteristikler ve akım sınıflandırmaları verilmiştir.

Çizelge 1.3. Taban eğimine göre akım türleri (Efe, 2014)

Taban Eğimi	Derinlik	Fr	Eğri Cinsi	Akım Rejimi	Sembol
Yatay, So=0					
	hc<h	<1	Çekilme	Nehir	H2
	h<hc	>1	Kabarma	Sel	H3
Küçük, So<Sc	hc<ho<h	<1	Kabarma	Nehir	M1
	hc<h<ho	<1	Çekilme	Nehir	M2
	h<hc<ho	>1	Kabarma	Sel	M3
Kritik,So=Sc	hc<h	<1	Kabarma	Nehir	C1
	h<hc	>1	Kabarma	Sel	C3
Büyük, So=Sc	ho<hc<h	<1	Kabarma	Nehir	S1
	ho<h<hc	>1	Çekilme	Sel	S2
	h<ho<hc	>1	Kabarma	Sel	S3
Ters, So<0					
	hc<h	<1	Çekilme	Nehir	A2
	h<hc	>1	Kabarma	Sel	A3

1.7.Kararlı ve Tek Boyutlu Akımların Teorisi

Doğal ve yapay kanallarda kademeli olarak değişen kararlı akımlarda tek boyutlu kritik altı, kritik ve kritik üstü ve karma akış rejimlerinde su yüzü profili hesabı yapılabilir. Bu hesaplamalar yapılırken aşağıda değinilen başlıca konular sıralanmıştır.

1-Temel profil hesaplamaları için denklemler,

2-En kesitlerin sağ, sol sahilleri ile ana kanaldaki iletim hesaplamaları,

3-Ortalama kinetik enerjisi ve hız ağırlık katsayısı alfa,

4-Sürtünme kaybı hesabı,

5-Daralma ve genişleme kayıpları,

6-Momentum denklemi,

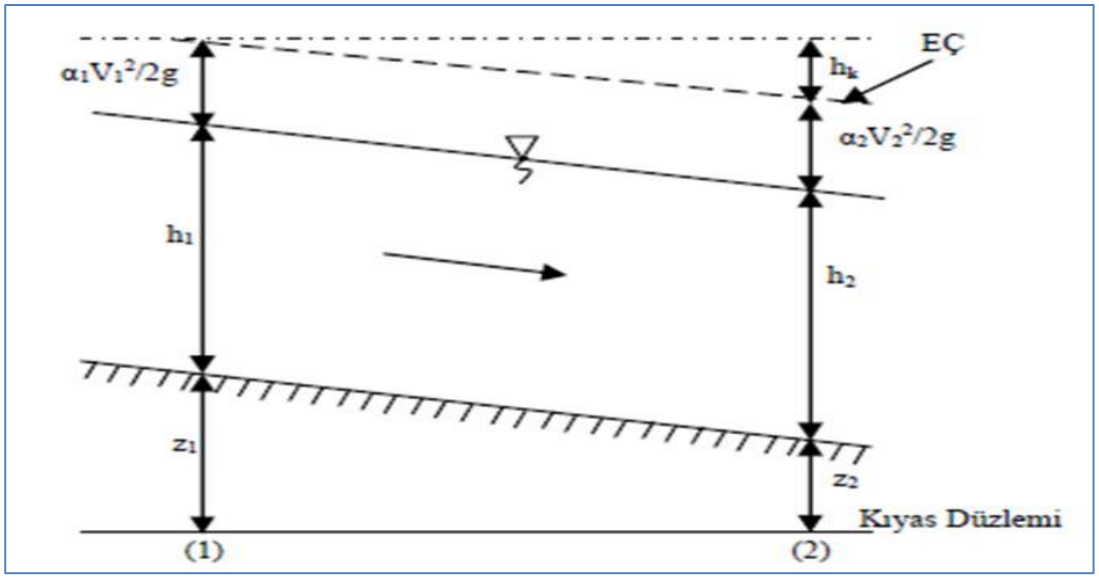
7-Köprülerde Akımlar

1.7.1. Temel Profil Hesap Denklemleri

Su yüzeyi profilleri, bir enerji kesitini diğerlerinden Standart Adım Yöntemi ile yinelemeli bir şekilde çözerek bir kesitten bir diğerine hesaplanır. Bu hesap yapılırken Bernoulli Enerji eşitliği olarak bilinen bir boyutlu enerji denklemi kullanılır. Enerji Denklemi:

$$z_1+h_1+\frac{\sigma_1 V_1^2}{2g}=z_2+h_2+\frac{\sigma_2 V_2^2}{2g}+h_k \qquad (1.1.)$$

Burada, z_1,z_2=Ana kanal Taban Yükseklikleri, h_1,h_2=Kesitlerdeki su derinliği, V_1,V_2= Ortalama hızlar, σ_1, σ_2=Hız ağırlık katsayıları, g=Yerçekimi ivmesi, h_k=Enerji kaybı, Enerji denkleminin terimlerini gösteren diyagram aşağıdaki gibidir (Şekil 1.13.).



Şekil 1.13 Açık Kanal Akımlarında Ardışık Kesitlerde Enerji Denklemi

İki kesit arasındaki enerji kaybı (h_k); Sürtünme kaybı, daralma ve genişleme kayıplarından oluşmaktadır. Enerji kaybı için denklem aşağıdaki gibidir:

$$h_k = h_f + h_t \qquad (1.2.)$$

Burada h_f sürtünme kaybı, h_t kesitler arası değişiklik nedeniyle oluşan yersel yük kaybıdır.

$$h_f = S_f \Delta x \qquad (1.3.)$$

$$h_t = C\left[\frac{\sigma_2 V_2^2}{2g}-\frac{\sigma_1 V_1^2}{2g}\right] \qquad (1.4.)$$

Burada Δx İki kesit arasındaki yatay uzaklık mesafesi (m), S_f İki kesit arasındaki sürtünme enerji eğimi, C genişleme veya daralma kayıp katsayısıdır.

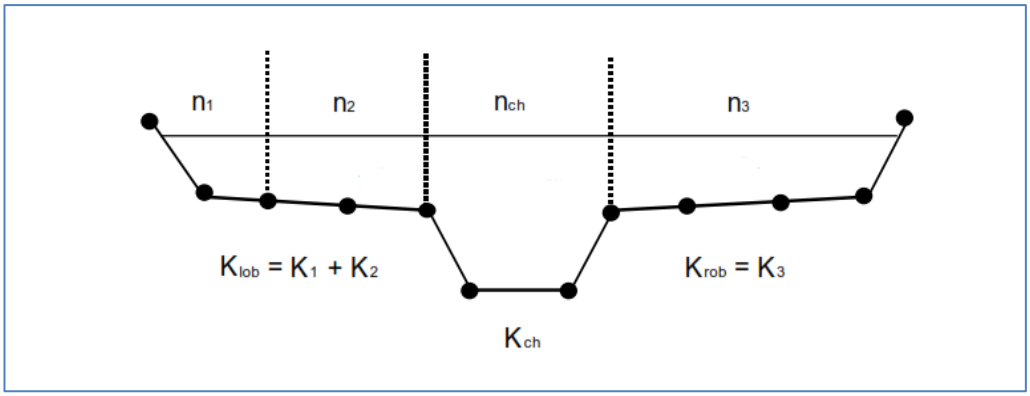
1.7.2. En Kesitlerde İletim Hesaplamaları

Toplam iletim kapasitesini elde etmek, hız katsayısını saptamak ve eşit hız dağılımını elde etmek için en kesitleri birimlere bölmek gerekir. Ana kanaldaki akış alt bölümlere ayrılmaz. Ancak pürüzlülük katsayısı olan "n" değerlerinin değiştiği bölümler varsa söz konusu akış sağ-sol ve ana kanal olmak üzere alt bölümlere ayrılabilir(Şekil 1.14.). Akışın iletimi, her alt bölümde Manning denkleminin aşağıdaki formundan hesaplanır.

$$Q = KS_f^{1/2} \qquad (1.5.)$$

$$K = \frac{1}{n} AR^{2/3} \qquad (1.6.)$$

Burada K alt kesitlerdeki iletim, n manning'in alt kesitler için pürüzlülük katsayısı, A alt kesit akış alanı, R Alt kesit için hidrolik yarıçapıdır. (alan / ıslak çevre)



Şekil 1.14 Kanaldaki Toplam İletim

Ana kanaldaki iletim normalde tek bir iletim elemanı olarak hesaplanır. Enine kesit için toplam iletim, üç bölmedeki iletim (sol sahil, ana kanal ve sağ sahil) toplanarak elde edilir.

1.7.3. Ortalama Kinetik Enerjinin Belirlenmesi

Ana kanallardaki deşarj ölçümü için rutin bir şekilde akımölçer kullanılır. Ancak taşkın anındaki tahliye için dolaylı metotlarla hesap yapılmalıdır. Örneğin; menfez, köprü ve barajlardaki taşkınlar. Akışın kinetik enerjisini elde etmek için hidrolik formüllere ihtiyaç vardır. Ortalama hız kullanılarak hesaplanan ortalama kinetik enerjinin değeri her zaman çok düşük olacaktır. Daha gerçekçi bir kinetik enerji elde etmek için katsayı mutlaka hesaba katılmalıdır. Dere pürüzlülüğü, kanal düzensizliği, menderes oluşumu, membadaki engeller gibi diğer birçok faktör kesitlerdeki hızın değişimine sebep olacağından gerçek değerler hesaplanan değerden fazla olacaktır. Bu

nedenle “alfa” katsayısı veya diğer adıyla Coriolis katsayısı (G.Coriolis 1836 yılında bu katsayıdan ilk bahseden) kullanır(Hulsing ve ark. 1869).

Herhangi bir A esas en kesitin temel alanı dA olmak üzere, birim zamanda bu alandan geçen akışın hızı v, aynı alandan birim zamanda geçen akışın kinetik enerjisi $v^3 \frac{dA}{2g}$ olur. Dolayısıyla tüm alan için toplam kinetik enerji ;

$$\sum v^3 \frac{dA}{2g} \qquad (1.7.)$$

Eğer toplam alanı A, ortalama hızı V, toplam alan için gerçek hız değeri $\alpha\frac{V^2}{2g}$, dolayısıyla toplam kinetik enerji;

$$\alpha A \frac{V^3}{2g} \qquad (1.8.)$$

Denklem (1.6.) ve (1.7.) eşitliğinden yani esas en kesitteki toplam kinetik enerji ile toplam alandaki kinetik enerji eşitliğinden;

$\alpha = \frac{\sum v^3 dA}{V^3 A}$ değeri elde edilir. (1.09.)

Bu çalışmada kullanılan HEC-RAS(4.1) yazılım programı tek boyutlu su yüzü profillerini elde etmede kullanılan program olduğundan her bir kesitte yalnızca tek su yüzü ve dolayısıyla da bir adet ortalama enerji hesaplanmaktadır. En kesitin sağ, sol ve ana kanaldaki akış enerjisi hesaplanarak ortalama enerji bulunabilir.

$$\alpha\frac{V^2}{2g} = \frac{Q_1 \frac{v_1^2}{2g} + Q_2 \frac{v_2^2}{2g}}{Q_1+Q_2} \rightarrow \alpha = \frac{Q_1 v_1^2 + Q_2 v_2^2}{(Q_1+Q_2)V^2} \qquad (1.10.)$$

1.7.4. Sürtünme Kaybı Hesabı

Sürtünme kaybı temsili sürtünme eğimi olan S_f ile kesitler arası mesafe olan Δx çarpımından hesaplanır. Her kesitteki sürtünme eğimi(enerji çizgisinin eğimi) Manning denkleminden aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$S_f = \left(\frac{Q}{K}\right)^2 \qquad (1.11.)$$

1.7.5. Daralma ve Genişleme Kaybı Hesabı

Akış yönündeki hız akışının membadaki akış hızından daha büyük olması durumunda bir daralma, aynı şekilde yukarı akış yönü hızı mansaptaki akış hızından daha büyük olduğunda bir akış genişlemesi oluşmaktadır. Daralma ve genişleme kaybı aşağıdaki verilen denklem ile bulunur.

h_t=C[$\frac{\sigma_2 V_2^2}{2g}$-$\frac{\sigma_1 V_1^2}{2g}$] (1.12.)

burada C daralma veya genişleme katsayısı

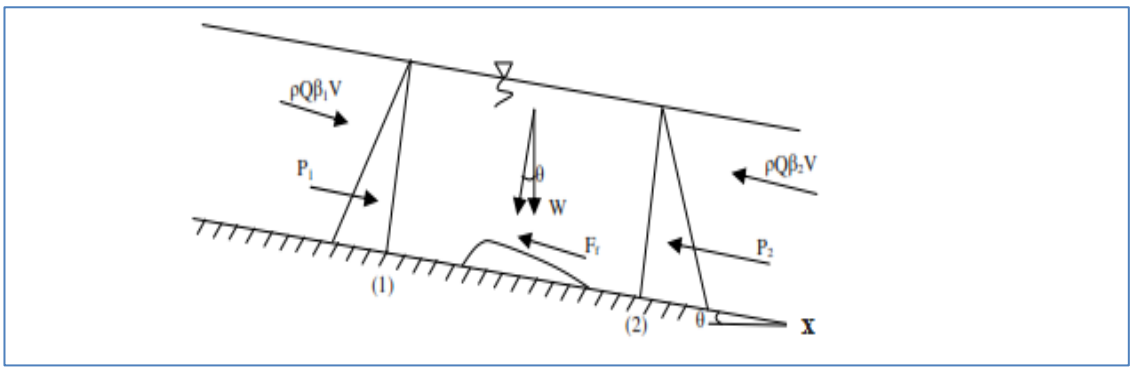
1.7.6. Momentum Yaklaşımı

Su yüzü kritik derinlikte olduğunda enerji denklemi uygulanabilir olarak kabul edilmez. Enerji denklemi yalnızca kademeli olarak değişen akışlarda, ayrıca kritik altı ve kritik üstü gibi hızlı değişen akımlarda kullanılır. Bu akış geçişleri meydana geldiğinde kanal eğimleri, düşü yapıları ve kesişim yerlerinde kanallarda önemli olaylar meydana gelebilir. Momentum denklemi hidrolik sıçramalarda köprülerde ve nehir birleşim noktalarında kullanılır. Newton'un ikinci hareket kanunundan türetilen denklem aşağıdaki gibidir.

Kuvvet=Kütle*İvme

$F = ma$ (1.13.)

Bu denklem içi su dolu aşağıdaki en kesite uygulanırsa momentum değişimi için aşağıdaki ifade yazılabilir;

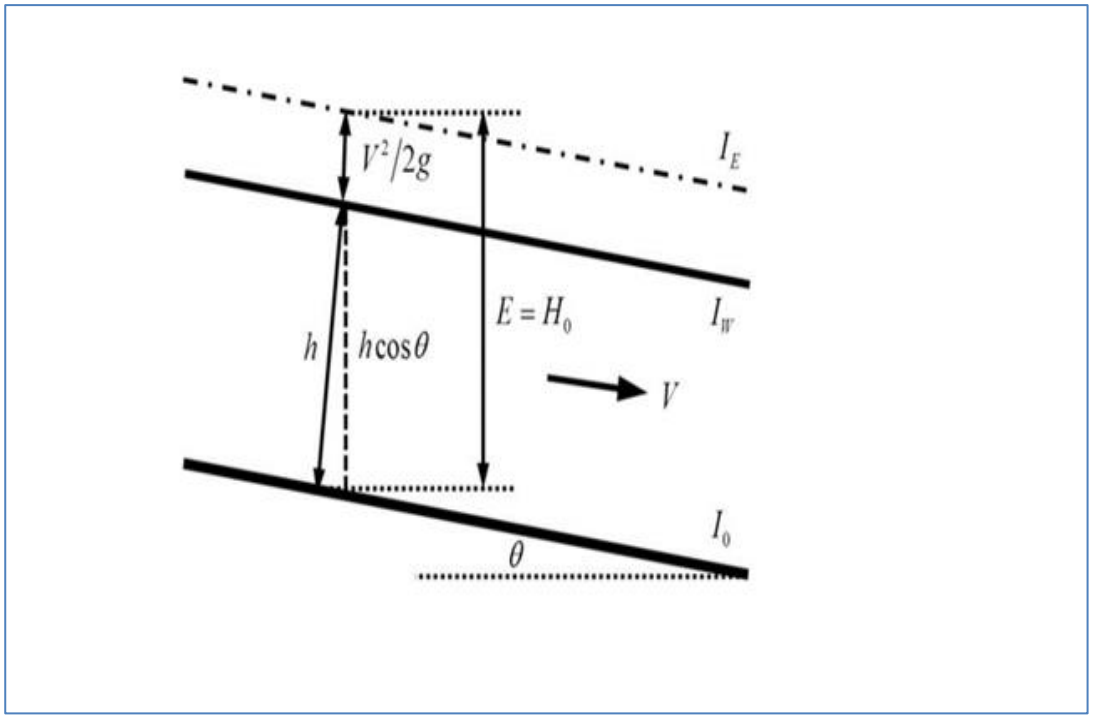


Şekil 1.15. Momentum Denkleminde Kullanılan Terimler

$P_2 - P_1 + W_x - F_f = Q\rho\Delta V_x \rightarrow P_2 - P_1 + WSin\theta - F_f = Q\rho(\beta_2 V_2 - \beta_1 V_1)$ (1.14.)

Burada P hidrolik basınç kuvveti, W suyun ağırlığı,F_f sürtünme kaybı, Q debi, ρ suyun yoğunluğu, ΔV hız değişimidir.

Bir hidrostatik basınç dağılımı varsayımı yalnızca 1:10'dan daha düşük eğimler için geçerlidir. Bu eğim(1: 10) yaklaşık 6° için cos θ 0.995'e eşittir. Doğal kanalların eğimi 1:10'dan çok daha küçük olduğundan derinlik için cosθ düzeltmesi 1,0'e eşit olarak ayarlanabilir (Chow, 1959). Bu nedenle yukarıdaki en kesitte hidrostatik basınç kuvveti denklemlerini hesaplarken kanal eğimi dikkate alınmayabilir (Şekil 1.16.).



Şekil 1.16. Açık Kanallarda Taban Eğimi

$h_{1,2}$=$h_{1,2}cos\theta$

$P_1 = \gamma A_1 h_1$ (1.15.)

$P_2 = \gamma A_2 h_2$ (1.16.)

Burada γ suyun birim ağırlığı, A en kesit ıslak alanı, h derinlik(su yüzü ile kesit alanının merkezi)

Etkiyen Su kuvveti

Suyun ağırlığı=birim su ağırlığı* su hacmi

$W = \gamma(\frac{A_1+A_2}{2})L$ (1.17.)

$W_x = W * Sin\theta$ (1.18.)

$Sin\theta = \frac{Z_2-Z_1}{L} = S_0$ (1.19.)

$W_x = \gamma(\frac{A_1+A_2}{2})LS_0$ (1.20.)

Burada L en kesit uzunluğu, S_0 ortalama yatak yüksekliğine göre kanal eğim, Z ortalama yatak yükseklikleri

Sürtünme Kuvveti Etkisi

$F_f = \tau R' l$ (1.21.)

Burada τ kayma gerilmesi, R' kesitteki ortalama ıslak çevre,

$\tau = \gamma R' S_f$

Burada R ortalama hidrolik yarıçap (R=A/P), S_f enerji çizgisi eğimi (sürtünme eğimi)

$F_f = \gamma R S_f R' L$ (1.22.)

$F_f = \gamma(\frac{A_1+A_2}{2})LS_f$ (1.23.)

Kütlenin İvmelenmesi

$ma = Q\ \rho \Delta V_x$ (1.24.)

$\rho = \frac{\gamma}{g}$, $\Delta V_x = \beta_1 V_1 - \beta_2 V_2$

$ma = \frac{Q\gamma}{g}(\beta_1 V_1 - \beta_2 V_2)$ (1.25)

β ; Doğal kanallarda değişken hız dağılımını açıklayan momentum katsayısı,

Elde edilen denklemleri ve iki farklı debi tahmini için momentum eşitliğinde (denklem 1.14.) yerine koyarsak;

$\gamma A_2 h_2 - \gamma A_1 h_1 + \gamma\left(\frac{A_1+A_2}{2}\right)LS_0 - \gamma\left(\frac{A_1+A_2}{2}\right)LS_f = \frac{Q_1\gamma}{g}\beta_1 V_1 - \frac{Q_2\gamma}{g}\beta_2 V_2$ (1.26.)

$V = \frac{Q}{A}$,

$\frac{Q_2^2\beta_2}{gA_2} + A_2 h_2 + \left(\frac{A_1+A_2}{2}\right)LS_0 - \left(\frac{A_1+A_2}{2}\right)LS_f = \frac{Q_1^2\beta_1}{gA_1} + A_1 h_1$ (1.27.)

HEC-RAS içindeki momentum denkleminin tüm uygulamaları denklem (1.27.) den türetilir.

1.7.7. Köprülerde Akım

Köprü veya diğer hidrolik yapıların modellenmesinde memba, mansap ve açıklıklardaki olası akım şartları ve su yüzü profil değişimleri incelenmelidir.

1.7.7.1. Köprülerdeki Daralma ve Genişleme Katsayıları

Kesitler arasında akışın daralma ve genişlemesinden kaynaklanan kayıplar standart adım profili hesaplamaları sırasında belirlenen manning denklemi sürtünme kayıpları kullanılır. Diğer tüm kayıplar ise bitişik kesitlerde meydana gelen hız değişimi cinsinden tanımlanan bir katsayı ile (C) tanımlanır. (Bakınız denklem (1.2. 1.3. 1.4.)

Denklem (1.2.) $h_k = h_f + h_t$

Burada h_f sürtünme kaybı, h_t kesitler arası değişiklik nedeniyle açığa çıkan yük kaybıdır.

Denklem (1.3.) $h_f = S_f \Delta x$

Denklem (1.4.) $h_t = C\left[\frac{\sigma_2 V_2^2}{2g} - \frac{\sigma_1 V_1^2}{2g}\right]$

Burada Δx iki kesit arasındaki yatay uzaklık mesafesi (m), S_f iki kesit arasındaki sürtünme enerji eğimi, C genişleme veya daralma kayıp katsayısıdır.

1.7.7.2. Köprü Açıklığında Hidrolik Hesaplamalar

Hidrolik yapıların geometrisine bağlı kalmaksızın düşük akışlar (A, B, C tipi), savaklı akışlar (orifis ve bent), yüksek akış ve savaklı akışlar, çok yüksek akışlarda birden fazla metot kullanılarak analiz yapılabilir.

Düşük Akım Hesaplamaları

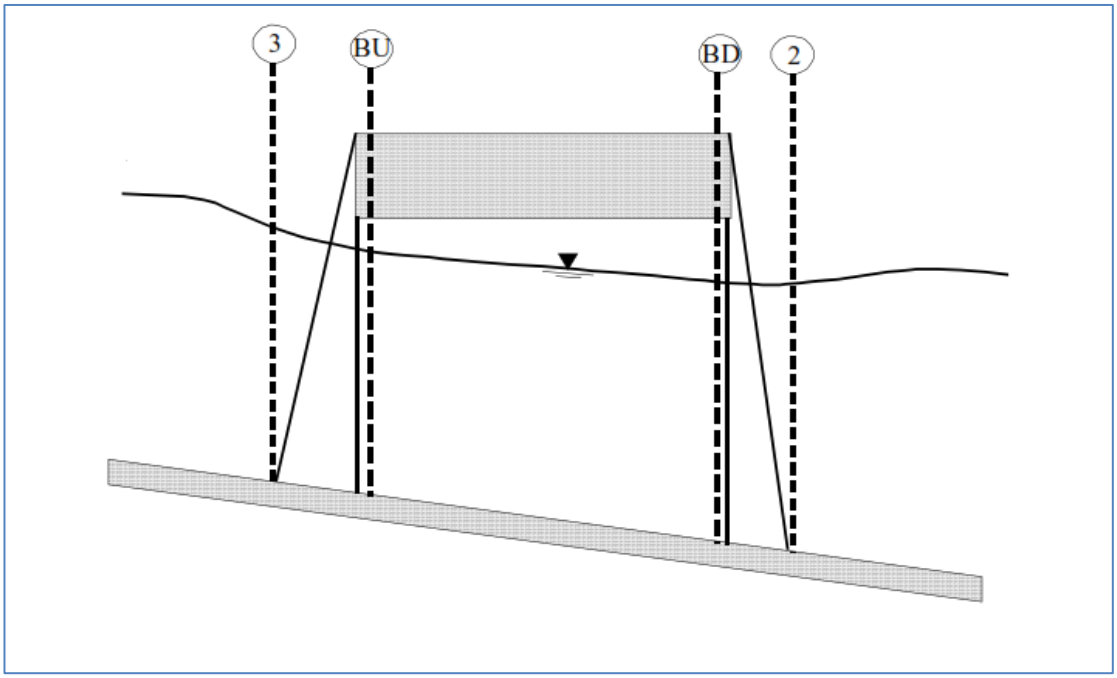
Düşük akımlar köprü açıklığından geçen veya köprü kirişinin alt noktasının altındaki su yüzeyine sahip akımlardır. Bu akımlarda akım tipinin belirlenmesi için ilk önce momentum denklemi kullanılır. Bu durum köprünün memba ve mansabında kritik derinliğin tespiti için gereklidir. Kritik altı akışta köprü açıklığında kritik derinlikteki momentum ile mansaptaki momentum kıyaslandığında mansap momentumu fazla ise akış tipi sel yani A tipi, mansaptaki momentum kritik derinlikteki momentumdan daha az ise bu durumda daralma kritik derinlikte oluşacak ve bu bölgede hidrolik sıçramalar meydana gelecektir ve B tipi akış gerçekleşecektir. Köprü açıklığında akış kritik üstü ise bu durum C tipi akım olarak adlandırılır. Bu akım tipleri meydana gelirken erişim

uzunluğu ve eğime bağlı olarak sürtünme kaybı, kesitin yapısına bağlı olarak daralma veya genişleme kaybı gibi enerji kayıpları söz konusu olacaktır. Bu kayıplar hesaplanırken üç farklı metot kullanılabilir.

- Enerji Eşitliği (Standart Adım Metodu)
- Momentum Eşitliği
- Yarnell Eşitliği

Standart Adım Yöntemi (Enerji Eşitliği): Bu yöntemde doğal bir nehir kesitinde hesap yapılıyormuş gibi köprüdeki kesitlerde hesap yapılır. Ancak su yüzeyinin altındaki köprü alanı çıkartılarak suyun temas ettiği yerde ıslak çevre dikkate alınır. Daha önce de bahsedildiği gibi hesap mansaptan başlanarak yapılır. Bu aşamalarda daralma genişleme kaybı ve sürtünme kaybının hesabı için n manning katsayısına ihtiyaç vardır. Bu metot geniş alanlı akışlar için uygun olmakla beraber sürtünme kayıpları ve yapı geometrisindeki değişiklikler de önemlidir. Ancak köprü ayaklarından kaynaklanan kayıplar dikkate alınmaz.

***Momentum Eşitliği*:** Momentum eşitliği herhangi bir köprüde üç adımda yapılır (Şekil 1.17.). ilk adım 2 nolu en kesit ile köprü çıkışında (BD), ikinci adım köprü giriş (BU) çıkışında (BD) ve son adım olarak köprü girişi (BU) ile 3 nolu en kesit (memba) arasında momentum eşitliği yapılır. Bu metotta mevcut kayıplara ek olarak köprü ayak şekillerinden kaynaklanan kayıplar da göz önüne alınmaktadır.



Şekil 1.17. Köprü En Kesiti

İlk Adım:

$$A_{BD}h_{BD} + \frac{\beta_{BD}Q_{BD}^2}{gA_{BD}} = A_2h_2 + \frac{\beta_2Q_2^2}{gA_2} - A_{pBD}h_{pBD} + F_f - W_x \qquad (1.28.)$$

Burada A_2, A_{BD} köprü çıkış (BD) ve 2 nolu en kesitteki aktif alan, h_{BD}, h_2 derinlik (su yüzü ile BD ve 2 nolu kesit alanı merkezi), h_{pBD} $d$erinlik (su yüzü ile mansaptaki ıslak alan merkezi), β_2, β_{BD} değişken hız dağılımını açıklayan momentum katsayısı, Q_1, Q_{BD} debi, g yer çekim ivmesi, F_f sürtünmeye bağlı dış kuvvet (su birim sürtünme kuvveti), W_x akış yönünde suyun ağırlığı (su birim ağırlık kuvveti),

İkinci Adım:

$$A_{BU}h_{BU} + \frac{\beta_{BU}Q_{BU}^2}{gA_{BU}} = A_{BD}h_{BD} + \frac{\beta_{BD}Q_{BD}^2}{gA_{BD}} + F_f - W_x \qquad (1.29.)$$

Son Adım:

$$A_3h_3 + \frac{\beta_3Q_3^2}{gA_3} = A_{BU}h_{BU} + \frac{\beta_{BU}Q_{BU}^2}{gA_{BU}} + A_{pBU}h_{pBU} + \frac{1}{2}C_D\frac{A_{pBU}Q_3^2}{gA_3{}^2} + F_f - W_x \qquad (1.30.)$$

C_D, köprü ayaklarındaki sürükleme katsayısı,

Bu metotta köprü ayaklarındaki sürtünme kuvveti ve sürükleme katsayısı, ayrıca sürükleme gücünün tahmini için n pürüzlülük katsayısına ihtiyaç vardır. Sürükleme katsayıları ayaklar etrafında hareket eden suyun akışında oluşan ayrılmalar ve mansapta oluşan dalgaların kuvvetini tahmin etmek için kullanılır. Deneysel verilerden türetilen çeşitli silindirik şekiller için sürükleme katsayıları Çizelge 1.4.'de verilmiştir.(Lindsey, 1938).

Çizelge 1.4. Ayak şekillerine bağlı katsayılar

Ayak Şekli	C_D
Dairesel ayak	1.20
Eliptik ayak, genişlik 2:1	0.60
Eliptik ayak, genişlik 4:1	0.32
Eliptik ayak, genişlik 8:1	0.29
Kare burun ayaklar,	2.00
30 derece açılı üçgen burun	1.00
60 derece açılı üçgen burun	1.39
90 derece açılı üçgen burun	1.60
120 derece açılı üçgen burun	1.72

Yarnell Eşitliği **:**Bu eşitlik Köprü mansap ile membasındaki yani 2 ve 3 nolu kesitler arasında (Şekil 1.17.) su yüzünde meydana gelen değişimleri tahmin etmek için kullanılan amprik denklemdir. Bu denklem köprü ayaklarının şekil, genişlik, uzunluk, açı ve akış oranına bağlı olarak yapılan 2600 adet laboratuvar deneyine dayanmaktadır (Yarnell, 1934). Söz konusu deneyler sağ ve sol sahilleri olmayan dikdörtgen ve trapez kanallarda yapıldığından doğal kanallarda pek tercih edilmemektedir. Yarnell denklemi aşağıdaki gibidir.

$$H_{3-2}=2K(K+10\omega-0.6)(\alpha+15\alpha^4)\frac{V^2}{2g} \qquad (1.31.)$$

K=Yarnell ayak şekil katsayısı,

ω =mansaptaki kesit derinliğine göre hız oranı,

α =mansaptaki ayak tarafından engellenen alanın toplam engellenmemiş alana oranı,

V =mansaptaki hız ,

Hesaplamalarda bu metot kullanıldığında sadece 2 ve 3 nolu en kesit arasında hesaplamalar yapılırken köprü girişi ve çıkışı arasındaki kısımda yapılmaz. Bu denklem ayak şekil katsayısına, ayak alanına, suyun hızına duyarlı iken köprü açıklık şekline, mahmuzların şekline veya köprü genişliğine duyarlı değildir. Dolayısıyla Yarnell yöntemi daha çok enerji kayıplarının köprü ayak şekillerine bağlı olduğu köprülerde kullanılmalıdır.

Çizelge 1.5. Yarnell Ayak Şekil Katsayı Çizelgesi

Ayak Şekli	**K(Yarnell Coef.)**
Yarı dairesel burun	0.90
Bağlantı diyaframlı çift silindirli iskele	0.95
Diyaframsız çift silindirli iskele	1.05
90 derecelik üçgen burun	1.05
Dairesel burun	1.25

Yüksek Akım Hesaplamaları

Akışın köprü kirişinin en üst kotu ile temas eden akışlar yüksek akış hesaplamaları olarak tanımlanabilir. Bu hesaplamalar enerji eşitliği yöntemi veya basınçlı/savaklı akışlar için ayrı ayrı hidrolik denklemler kullanılarak yapılabilir.

Enerji Eşitliği Yöntemi: Düşük akım hesaplama yöntemiyle ile aynıdır. Enerji kayıpları sürtünme, daralma ve genişleme kayıpları olarak göz önüne alınır. Enerji tabanlı yapılan hesaplamaların hepsi açık kanallar içindir.

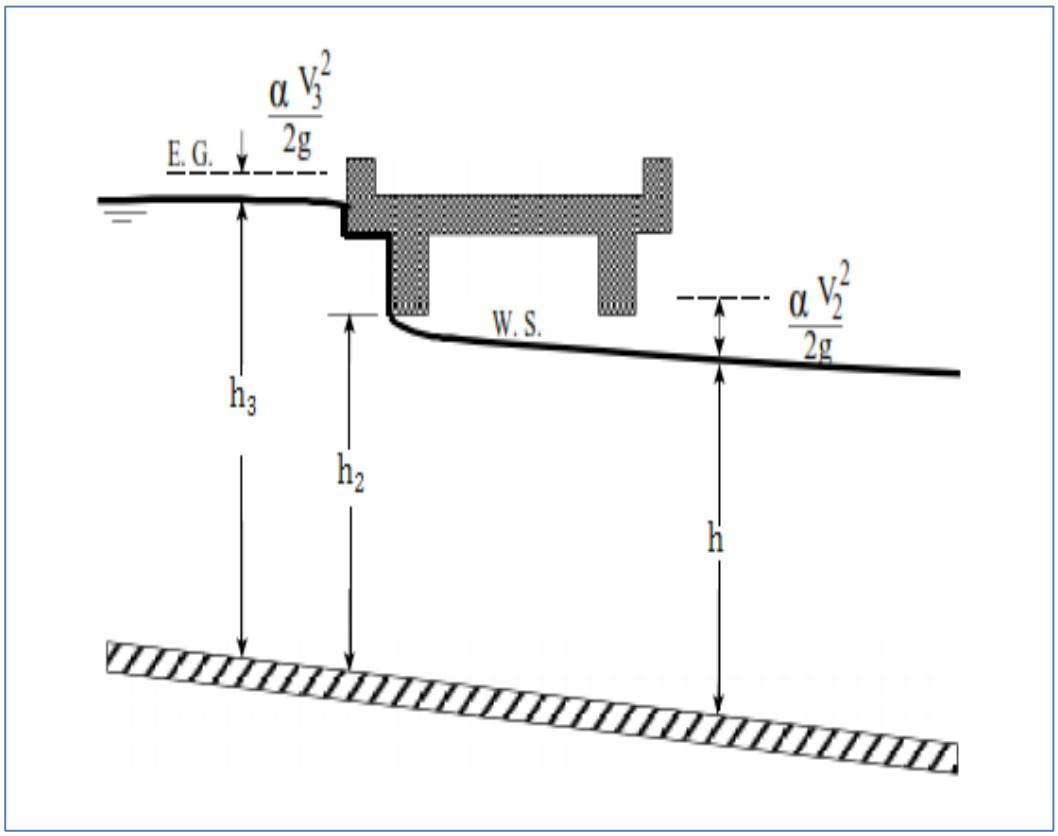
Basınçlı Akış Hesaplamaları: Akışın köprü kirişinin en üst kotu ile temas eden akışlardır. Bu temas sadece memba tarafında oluyorsa suyun geri tepmesi ve ağız akışı oluşur. Ağız akışı oluşurken su sadece membada(Şekil 1.18.) birikmiş olabileceği gibi çıkış ağzı da tamamen su ile dolu(Şekil 1.19.) durumda olabileceği göz önüne alınarak hesap yapılır. Basınçlı akış durumu için denklem şu şekildedir;

$$Q = C_d A_{BU} \sqrt{2g}\ [h_3 - \frac{h}{2} + \frac{\alpha_3 V_3^2}{2g}]^{0.5} \qquad (1.32.)$$

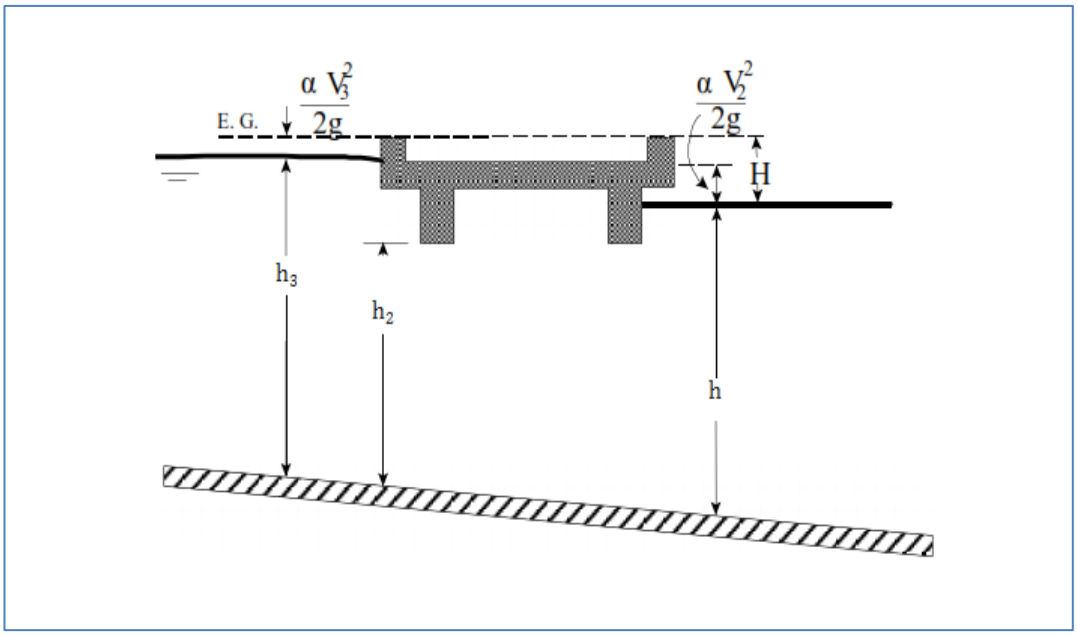
Burada C_d debi katsayısı(genellikle 0.5 seçilir),A_{BU} memba en kesitindeki toplam alan, h_3 3 nolu en kesitteki hidrolik derinlik, H membadaki köprü derinliği,

İkinci durum, yani su hem memba hem de mansap tarafında birikmiş ise bu durumda denklem şu şekilde olur;

$$Q = CA\sqrt{2gh} \qquad (1.33.)$$



Şekil 1.18. Membada Birikme



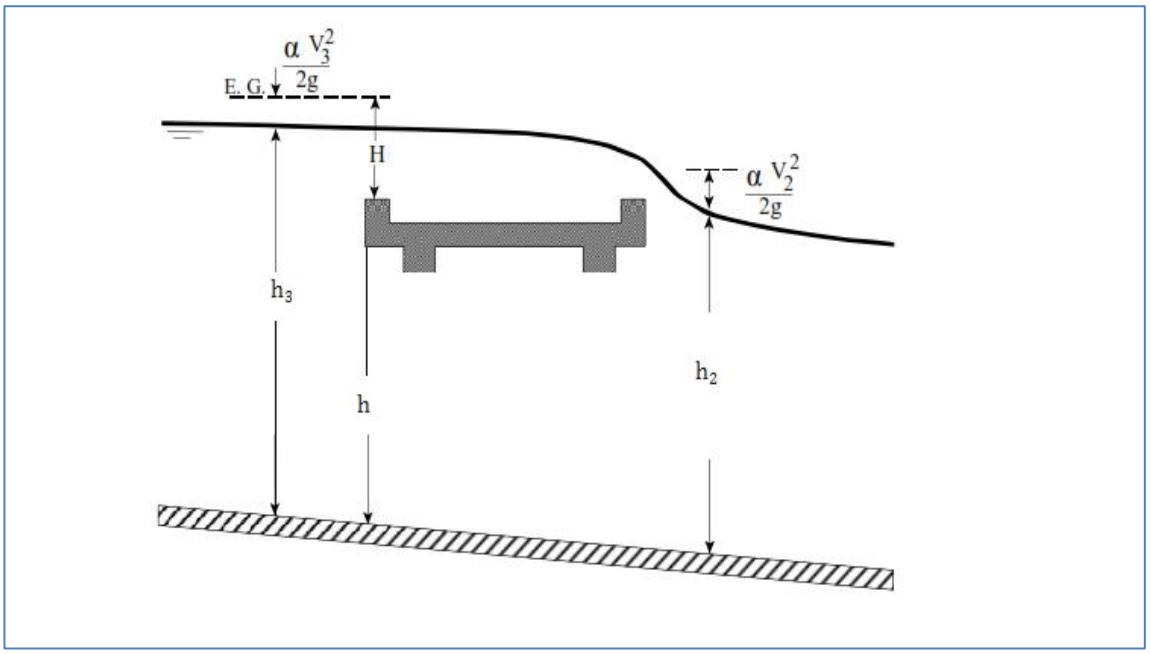
Şekil 1.19. Memba ve Mansapta Birikme

Savaklı Akış Hesaplamaları:

Akışın savaklanması durumunda standart savak denklemi kullanılarak hesap yapılır (Şekil 1.20.).

$$Q = CLH^{3/2} \qquad (1.34.)$$

Burada Q savaklanan toplam debi, C savaklanan debi katsayısı, L etkili uzunluk, H köprü kreti ile membadaki enerji farkıdır.



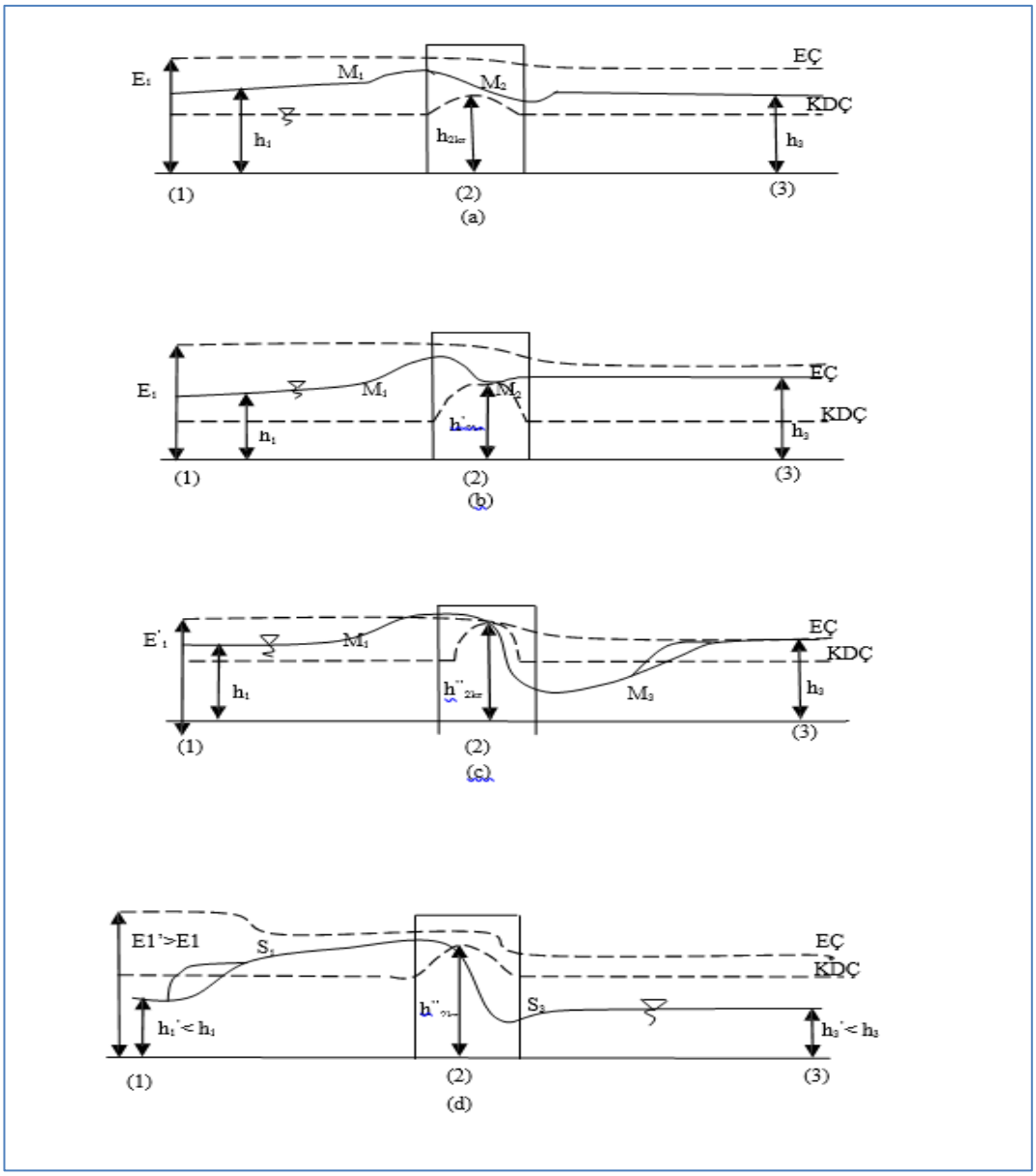
Şekil 1.20. Savaklı Akış

1.7.7.3. Köprü Açıklığındaki Su Yüzü Profilleri

Köprü civarında oluşacak su yüzü profilleri eğimin büyük ve küçük olması durumuna göre farklılık gösterir. Küçük eğimde memba kısmında 1 nolu kesitten köprü girişine kadar kabarma oluştuğu da göz önüne alınarak M_1 profili oluşurken köprü açıklığından köprü çıkışına kadar azalan su seviyesinden dolayı M_2 profili oluşacaktır. Açıklıktan uzaklaştıkça üniform akım derinliğine ulaşılır. Bu durumda daralan kesitteki kritik derinlik çizgisinin KDÇ, daralmamış kesitlerdeki kritik derinlikten daha yüksek olduğuna dikkat edilmelidir (Şekil 1.21.a.).

Köprü açıklığında kabarmaya sebep vermeyecek şekilde daralma olması durumunda; daralan kısımda kritik derinlik elbette artacaktır. Böylece akım kritik derinlikten geçecektir (Şekil 1.21.b.). Köprü memba yüzünde artan su seviyesi ve açıklıkta akım hızının artması durumunda köprü açıklığında su yüzü profili dikleşir. Akım kritik derinliğin altına iner. Mansapta akım nehir rejiminde olacağından köprünün hemen mansabında hidrolik sıçrama oluşacaktır (Şekil 1.21. c.).

Büyük eğim olması durumunda ise köprüdeki açıklığın daralmasıyla akım derinliği ve kritik derinlik artar. Membada kabarma oluşmuş ise $E'_1 > E_1$ ve $h'_1 < h_1$ olacaktır. Böylece membada sel rejimi oluşacaktır. Açıklıkta akım derinliği arttığı için de nehir rejimi söz konusu olacak ve membada hidrolik sıçrama oluşacaktır(Şekil 1.21.d.), (Kara, 2009).



Şekil 1.21. Köprüdeki Su Yüzü Profilleri

1.8. Çalışmanın Amacı ve İzlenen Yol

Dünya nüfusunun çoğunluğu akarsu ve deniz sularının etkisi altında olan düz alanlarda yaşamaktadır. Bu gibi yerlerin işlenebilirliği kolay, verimliliği yüksek, yapı maliyetleri daha düşük ve ulaşımı kolay olduklarından tercih edilmektedir.

Bu çalışmadaki temel gereklilik, taşkının etki alanı ve etki alanındaki unsurların belirlenmesi olduğundan arazi topoğrafyasının ve arazi üzerindeki doğal ve suni varlıkların tamamının bilindiği, akım ve meteorolojik verilere dayalı olarak taşkının etki alanı, etkilenme oranı ve risk altındaki unsurların detaylı olarak belirlenmesidir. Çalışma güzergahında, Diyarbakır yerleşim merkezi etrafında Dicle Nehri boyunca yer

alan ve Diyarbakır'ın sebze, meyve ihtiyacının büyük bir bölümünün karşılandığı, aynı zamanda 2015 yılında UNESCO tarafından Dünya Kültür Mirası Listesine alınan Hevsel Bahçeleri, Dicle Nehri üzerinde yer alan kent tarihinde önemli yere ve simgesel değere sahip 2007-2009 yılları arasında Karayolları Genel Müdürlüğünce restorasyonu yapılıp araç trafiğine kapatılan Tarihi Dicle Köprüsü (On Gözlü Köprü), Diyarbakır Silvan karayolu üzerinde bulunan Sadi Köprüsü ile Kent Merkezi ve Dicle Üniversitesini birbirine bağlayan Üniversite Köprüsü bulunmaktadır. Ayrıca yine güzergahımızda Diyarbakır'ı bölgesel bir spor merkezi haline dönüştürmek ve bu doğrultuda kentin kültürel ve sosyal kalkınmasında sporu ve rekreasyonu ön plana çıkarmak üzerine Dicle Vadisi projesi yapılması düşünülmektedir. Söz konusu projenin başlangıç ayağı olarak tanımlanabilecek ve inşası tamamlanıp vatandaşların hizmetine açılan rekreasyon alanı Tarihi On Gözlü Köprünün hemen yanı başında bulunmaktadır.

Belirlenen güzergahta HEC-RAS paket programıyla taşkın analizi yapılarak güzergah boyunca farklı tekerrür debilerine göre hız ve su yüzü profilleri belirlenmiş, Bunun yanı sıra güzergah üzerindeki geçiş yapıları (köprü) da analiz edilmiş olup taşkın riski tespit edilen yerler ve etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

Bu tez çalışması beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde taşkınlar ve oluşma nedenleri ile insan ve doğanın bu felaketteki etkisi, ayrıca Ülkemizde meydana gelen taşkınlar ve etkileri üzerinde durulmuş, ayrıca tez konusuyla ilgili olan açık kanal akımlarının temel kavramlarına yer verilmiştir. İkinci bölümde bu tezin hazırlanması aşamasında kullanılan HEC-RAS paket programıyla taşkın analizi üzerine daha önceden yapılan çalışmalar aktarılmıştır. Üçüncü bölümde çalışma alanına ait veriler bir araya getirilerek bu verilerin HEC-RAS programına tanımlanması, ayrıca HEC-RAS paket programının tanıtılması ve programın uygulamalarına değinilmiştir. Dördüncü bölümde yapılan işlemlerin akabinde elde edilen bulgularla ele alınan güzergah üzerindeki kritik noktaların etkilenme durumu üzerinde durulmuştur. Beşinci ve son bölümde tez çalışmasına genel bir temas edilerek sonuçların değerlendirilmesi yapılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Küresel iklim değişikliğinden kaynaklanan koşullar, artan nüfus artışına bağlı olarak değişen yerleşim yerleri ve suya olan ihtiyacın artışı, yine artan ihtiyaç nedeniyle endüstriyel tesislerdeki artış ve bunların ortaya çıkardığı olumsuz etkiler, taşkınları gün geçtikçe daha riskli hale getirmektedir. Bu açıdan bakıldığında gerek yerleşim yerlerinde gerekse de ihtiyaç doğrultusunda artış gösteren tarım alanlarında oluşabilecek taşkınların kontrol altına alınması gerekliliği son derece belirginleşmiştir.

Taşkın kontrolü ve analizi için kullanılan yöntemlerin çoğu on yıl öncesine kadar teknolojiden uzak emek gerektiren yöntemler iken son yıllarda hazır paket programlar kullanılmaya başlanmıştır (onuşluel, 2005). Amerika Birleşik Devletler Askeri Mühendislik Birimince geliştirilen HEC-RAS, Danimarka Hidrolojik Enstitüsü (DHI) tarafından geliştirilen MIKE 11-DHI gibi programlar, akarsular üzerinde bulunan hidrolik yapıların veya güzergahtaki değişimlerin meydana getireceği su yüzü profil değişimlerini belirlemek, taşkın seviyelerinin belirlenmesi gibi etkenleri göz önüne alarak hidrolik yapıların tasarımında kullanılmaktadır.

Shen ve Ark. (1962), Geniş açıklıklı daralma yapılarındaki akımların kabarma durumunu incelemişlerdir. Buna göre; tek açıklıklı yapılardaki akım durumu için geliştirilen formüllerin geniş açıklıklı yapılardaki her bir açıklık için de kullanılabileceğini tespit etmişlerdir.

Yarnell (1934), önceki çalışmalarda kullanılan su yüzü yükselmesi formüllerinin deneysel analizini yaparak bu çalışmasıyla formüllerdeki farklı katsayılarının köprü ayak şekline bağlı olduğunu belirlemiştir.

Seçkin (2000), Su yüzü profil ve debi ilişkisinin hesabı için COH yöntemini deneysel verilere uygulamış ve sonuçların yaklaşık olduğunu belirlemiştir. Köprü yapısının da olduğu bir boyutlu akım için Enerji Eşitliği, Momentum Eşitliği, Yarnell Yöntemi, WSPRO Yöntemlerini kullanmış ve bunların güvenirliğini test etmeye çalışmıştır. Enerji Eşitliğinin çıktılarının deneysel çıktılara yakın olduğunu tespit etmiş fakat diğerlerinde ise farklılıklar gösterdiğini belirlemiştir.

Yurtal, ve Ark. (2003), Seyhan Regülatörü ile bu nehir üzerinde bulunan farklı tip ve kesitlerdeki köprülerin meydana getirdiği kabarmalar ile bunların su yüzü profil hesaplarını HEC-RAS ile modelleyerek elde edilen sonuçları DSİ tarafından 1980 yılında aynı nehir üzerindeki Taş Köprü ve Girne Köprüsü membasında hesaplanan

kabarma değerleri ile karşılaştırarak sonuçların birbirine yakın olduğunu belirlemişlerdir.

Kara (2009), Su yüzü Profilinin belirlenmesi amacıyla laboratuvarda inşa edilen açık kanal sistemi ile bu sistem üzerinde farklı açıklık ve kesitlere sahip dikdörtgen kesitli köprü modelleri oluşturmuştur. Oluşturulan bu sistem HEC-RAS programında da tanımlanarak su yüz profilleri elde edilmiştir. Aynı zamanda deneysel çalışmalarda elde edilen edinilen sonuçları HEC-RAS sonuçları ile karşılaştırıldığında birbiriyle uyumlu olduğunu belirtmiştir.

Tuncer (2011), 2009 yılında can kayıplarına neden olan İstanbul Küçükçekmece İlçesindeki Nakkaş Deresi taşkın analizini HEC-RAS programını kullanarak incelemiştir. HEC-RAS programı ile standart adım yöntemini ve Manning formülünü de kullanarak çalışmanın sonuçları ile program sonuçlarını karşılaştırarak analiz yapmıştır.

Çitgez (2011), Taşkın, sel ve heyelan yönünden Türkiye'nin en hassas bölgelerinden biri olan Batı Karadeniz bölgesindeki Düzce İli Kaynaşlı İlçesinde olası taşkın zararlarını bertaraf etmek için havzanın yukarı bölümünde yerleşim yerleri ve tarım arazilerini de kapsayan ve de ıslah ile ilgili alanlarda çalışmalar yapmıştır. Söz konusu alanlarda mevcut Kaynaşlı Deresi ve Kuru derelerin kesit ve tekerrür debileri HEC-RAS programında tanımlanmış ve mevcut kesitlerin geçirebileceği maksimum debi miktarlarının hesabı yapılmıştır.

Efe (2014), HEC-RAS paket programı yardımıyla büyük debilere sahip ve zaman zaman can ve mal kayıplarına da neden olan Batman İli sınırından geçen Batman Çayının taşkın analizini yapmış ve DSİ tarafından yürütülmüş olan Batman Çayı Islahı yapım işi kapsamında belirlenen kesitin yeterli olacağı sonucuna varmıştır.

Üyüklüoğlu (2015), Artan nüfus artışına bağlı olarak suya olan ihtiyacın arttığı, taşkın alanlarında yerleşim yerlerinin oluştuğu Ilıca Deresindeki taşkın analizi için HEC-RAS paket programını kullanmış ve elde edilen verilerden sonra mevcut güzergahın ve kesitin yeterli olmadığını tespit etmiştir. Bu nedenle yeni kesit ve güzergah belirlemek suretiyle yeniden analiz yaparak elde edilen su yüzü profillerine göre taşkına riskinin ortadan kaldırıldığını belirtilmiştir.

Yaylak (2016), HEC-RAS programını kullanarak zaman zaman büyük debilere ulaşabilen ve bu nedenle can mal kayıplarına neden olan Bitlis Çayının düzensiz kentleşmeye sahip Bitlis İline olan taşkın etkisini Coğrafi Bilgi Sistemini (CBS) de

kullanarak tespit etmeye çalışmıştır. Bu çalışma esnasında 1/5000 ölçekli halihazır haritaların ARGIS yardımıyla sayısallaştırması yapılmış ve elde edilen yükseklik modelleri HEC-RAS yazılımı yardımıyla taşkın yatağının su yüzü profilleri belirlenmiştir. Elde edilen su yüzü profilleri HEC-GEORAS yazılımına aktarılarak taşkın yayılım haritaları elde edilmiştir.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma Alanı

Dicle Nehri, Türkiye'nin Fırat Nehri'nden sonra ikinci büyük nehridir. Diyarbakır, Batman, Bitlis, Siirt, Şırnak ve Hakkari illerini sınırları içine alan Dicle Nehri, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Fırat Havzası ile Dicle Havzasının yağışlı alanlarını ayıran Karacadağ'ın doğusunda yer almaktadır. Mestan ve Murtazan dağlarından başlayan önemli su kaynağı olan Dicle Nehri çeşitli kollar alarak Cizre ilçesi civarında Türkiye'ye sınırlarını terk eder. Fırat Nehri ile birleşerek Basra Körfezinde denize dökülür. Dicle Nehri'nin toplam uzunluğu tüm yatak 1900 km ve Hazar Gölü-Irak sınırı ülkemiz sınırlarındaki uzunluğu 573 km.dir. Hazar Gölü'nün yakınlarında yükseltisi 1248 m ve sınırlarımızı terk ettiği yerdeki yükseltisi yaklaşık olarak 320 m.dir (Dicle Havzası İstikşaf Raporu-DSİ,1971). Dicle Havzası'nı Murat Havzası'ndan ayıran Hazar Gölü yakınlarından başlayarak güneye doğru akan Dicle Nehri, Diyarbakır'ın hemen güneyinde doğuya yönelir, doğudan Botan kolunu aldıktan sonra Botan'la birleştiği noktanın hemen aşağısında, Razuk'ta güneydoğu yönünde akarak Cizre'ye varır. Cizre'nin aşağısında Suriye sınırı boyunca akarak Irak topraklarına girer (GAP-DSİ,1980). Dicle Nehir sisteminde nehrin havza alanı 38295 km^2, ana kol üzerinde en aşağıda bulunan Cizre ilçesinde uzun yıllar ortalaması olarak yıllık su potansiyeli 16,8x 10^9 m^3 olduğu tahmin edilmektedir. Bu miktar Türkiye su potansiyelinin yaklaşık % 10'u kadardır (Dicle Havzası İstikşaf Raporu-DSİ, 1971). Dicle Havzası üzerinde altı geliştirme projesi planlanmıştır. Dicle Nehri ana kolu üzerinde planlanmış dört barajdan Kralkızı ve Dicle barajları tamamlanmış, Ilısu barajı bitme aşamasında ve Cizre barajı planlama aşamasındadır. Ana kolun yanısıra, Batman çayı üzerindeki Batman barajı tamamlanmış, Silvan barajı %50 seviyesinde inşaatı devam etmekte, Garzan çayı üzerinde de Garzan barajı tamamlanmıştır (DSİ, 2016).

3.1.2. Çalışma Alanına Ait Veriler

Çalışma alanı olarak Diyarbakır Silvan İlçesi yolu üzerinde bulunan Sadi Köprüsü ile Tarihi On Gözlü Köprüsü (Dicle Köprüsü) arasında kalan 10 km'lik kısım ele alınmıştır. Düşük bir eğimle geniş bir vadide akan Dicle nehri ova akarsular niteliği taşıdığı için nehir boyunca yerleşim yerleri ve verimli tarım arazileri mevcuttur.

3.1.2.1. Jeoloji

Dicle Havzası değişen jeolojik ve topografik yapıya sahiptir. Dicle Nehri'nde çok ciddi erozyon ve sediment problemi söz konusudur. Sediment birikmesi neticesinde arazide meydana gelen kayıplar, tabii ve suni mecraların sedimentle dolması sonucu oluşan taşkınlar ve rezervuarlardaki siltasyon problemleri küçümsenmeyecek bir seviyededir. Havzanın çeşitli kısımlarında bütün jeolojik zamanlardaki oluşumlara rastlanır. Havza az yüksek bir plato görünümünde olup, birçok çanaklaşmış havzalar ve alçak tepelerden oluşmuştur. Büyük bir püskürük kütle olan Karacadağ, Fırat ve Dicle Havzalarının hemen hemen ortasında yer alan ve üçüncü zamanın sonlarında ağızdan lavlar yayarak oluştuğu için yatık ve az eğimlidir. Karacadağ'ın doğusunda yer alan Diyarbakır, kuzeyden ve doğudan meta-morfik Bitlis kütlesi ile Mardin-Midyat Eşiği ile sınırlanmıştır (DSİ, 1971). Dicle nehri ve kollarının teşkil ettiği geniş bir sahada görülen üst miosen yumuşak yapılı, gre, silt ve killerden ibaret olup en az 800 m kalın tabakalar halindedir. Karışık bir tektonik yapıları olup bol miktarda kıvrım ihtiva ederler. Genel olarak temeli teşkil eden Eosen kalkerleri ile beraber bulunurlar. Bismil ve civarındaki gre ve konglomera serileri ile Dicle nehrinin kolları arasında kalan kısımlar Plio-Kuarterner yaşlıdırlar. Bunlar Diyarbakır ovasında kil katkılı ve konglomeralar kalker çakıllıdır. Bu seri dağlardan sürüklenen çukur sahaları doldurulması ile oluşmaktadır (DSİ, 1980).

3.1.2.2. Hidroloji

Dicle havzası genel olarak az dağlık olmakla beraber kuzeyindeki yüksek dağlar yöre iklimi üzerinde ayrı bir etki yaparlar. Kış mevsiminde buralarda oluşan yüksek basınç alanı, yörede kış aylarının soğuk geçmesine neden olur. Güneydeki çöl ikliminin etkisinde olması, kuzeydeki serin hava kitlelerinin güneye girmesine engel olması sonucu yaz ayları çok sıcaktır. En sıcak ay Temmuz ve en soğuk ay Ocak'tır. Havzada meteoroloji istasyonlarının vermiş olduğu en yüksek Sıcaklık 46,2 C° ile Diyarbakır'da Temmuz 1937 tarihinde belirmiştir. En düşük sıcaklık yine Diyarbakır'da -24,2 C° de ile Ocak 1933 tarihinde tespit edilmiştir. Günlük en yüksek sıcaklık farkı 19,4 C° ile 32 C° arasında değişir. Bu miktar Mayıs ve Ekim aylarında oluşur (DMİ, 1984). Bölgeye düşen ortalama yağışın % 44 ü kış, % 38 i ilkbahar , % 3 ü yaz, ve % 15 'i sonbahar mevsiminde düşmektedir. Yıllık yağış ortalamasının en düşük olduğu yer Gercüş 356 mm ve Diyarbakır civarı olup 495,1 mm'dir (DMİ, 1984; DMİ, 1991).

Dicle Havzası'nı buharlaşma açısından incelediğimizde, Diyarbakır'da yıllık ortalama buharlaşma miktarı 2037,2 mm, Batman da 2404,3 mm olduğu görülür. Aylık ortalama buharlaşma nisan ve eylül ayları arasında 200 mm' yi aşar. Havza içerisinde nisbi nem ortalaması %55 civarında olup Diyarbakır'da % 53 tür (DSİ, 1980; DPT, 1990; DİE,1991).

Dicle Nehri'nin havzasından getireceği debi miktarları DSİ 10. Bölge Müdürlüğü tarafından Dicle Nehri üzerinde bulunan 34 yıllık AGİ İstasyonu günlük maksimum akım dağılımlarının SMİRNOV- KOLMOGOROV testine göre tekerrür debi sonuçları 500 yıllık yineleme dönemine taşkın debisi 5450.71 m^3/s, 100 yıllık yineleme dönem 3871.25 m^3/s, 50 yıllık yineleme dönem 3209.47 m^3/s, 25 yıllık yineleme dönemi de 2598.18 m^3/s olarak hesaplanmıştır.

3.1.2.3. Pürüzlülük

İrlandalı mühendis Robert Manning tarafından 1889 yılında bulunan Manning Formülü, serbest yüzeyli kararlı akımlarda hızın tespiti için günümüzde en çok kullanılan formüldür.

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S_0{}^{1/2} \qquad (3.1.)$$

Burada V akış yatağındaki su hızını (m/s), R kesitin hidrolik yarıçapını (m), S_0 akarsuyun eğimini (m/m), n pürüzlülük katsayısı ($m^{-1/3}$.s) dır.

Tam ve doğru su yüzü profili elde etmede "n" pürüzlülük katsayısı önemli rol oynamaktadır. Bu değer birçok faktöre bağlı olarak değişir. Bu faktörler; yüzey pürüzlülüğü, bitkilenme, kanal düzensizliği, kanal boyu, oyulma ve birikme, mevcut engeller, kanal eğimi ve şev durumu, sıcaklık durumu, yatak durumu ve mevsimsel değişimler olmak üzere çok çeşitlidir. Genel olarak su yüzü profili bilgileri belli ise "n" değerinin daha hassas ayarlanması gerekir. Eğer bu konuda belirli bir durum yoksa o durumlarda deneyler sonucu elde edilen yakın "n" değerleri kullanılabilir. Birçok farklı tip kanal için kullanıcının yararlanacağı birçok referans "n" değerleri vardır. Ancak hazırlanmış çizelgelerden (Chow,1959) alınan veriler kullanıldığında öngörülen hızlar ile gerçek akım hızları arasında önemli farklar olduğu da görülmüştür. Bu nedenle çizelgedeki verilerin yanında çalışma yapılacak alanda çekilmiş fotoğraflar karşılaştırılarak ayrıca amprik/fiziksel bağıntılar kullanılarak ve 1956 yılında W.L Cowan tarafından geliştirilmiş yöntem kullanılarak daha etkili bir sonuca ulaşılabilir.

Çizelge 3.1. Manning 'n' Değerleri-Doğal Nehirler (Chow,1959)

1.	**Ana Kanallar**	**minimum**	**maksimum**	**normal**
a.	Temiz, düz derin havuzlar	0.025	0.030	0.033
b.	Yukarıdakilerle aynı(a), ancak daha çok taş ve yabani otlar	0.030	0.035	0.040
c.	Temiz, sarmal, bazı havuzlar ve topraklar	0.033	0.040	0.045
d.	Yukarıdaki ile aynı(c,) ancak bazı yabani otlar ve taşlar	0.035	0.045	0.050
e.	Yukarıdaki ile aynı(d), az aşamalı, daha etkisiz yamaçlar ve bölümler	0.040	0.048	0.055
f.	Yukarıdaki ile aynı(e), az aşamalı, daha etkisiz yamaçlar ve bölümler	0.045	0.050	0.060
g.	(d) ile aynı fakat daha fazla taş	0.050	0.070	0.080
h.	Çok otlu derin havuzlar veya büyük kaya ve ağaçla kaplı taşkın yolu	0.070	0.100	0.150

2.	**Taşkın Yatağı**	**minimum**	**maksimum**	**normal**
a.sadece otlu				
1.	Kısa Ot	0.025	0.030	0.035
2.	Uzun Ot	0.030	0.035	0.050
b.Ekili				
1.	Ekin yok	0.020	0.30	0.040
2.	Olgun kaba bitkiler	0.025	0.035	0.045
3.	Olgun tarla bitkileri	0.030	0.04	0.050
c. Çalı				
1.	Dağınık çalı, yoğun yabani otlar	0.035	0.050	0.070
2.	Seyrek çalı ve ağaçlar kış mevsimi için	0.035	0.050	0.060
3.	Seyrek çalı ve ağaçlar yaz mevsimi için	0.040	0.060	0.080
4.	Orta yoğunluklu çalı kış mevsimi için	0.045	0.070	0.110
5.	Orta yoğunluklu çalı yaz mevsim için	0.070	0.100	0.016
d. Ağaç				
1.	Ağır kalaslar, az gelişmiş seyrek ağaç, su akışı dalların altında	0.080	0.100	0.120
2.	Yukarıdaki ile aynı ancak su akışı dalların üstünde	0.100	0.120	0.160
3.	Yoğun Söğüt, yaz mevsiminde	0.110	0.150	0.200

Yukarıda da belirtildiği gibi "n" değerlerinin seçiminde birçok faktör rol oynamaktadır. Cowan (1956) tüm bu faktörlerin "n" pürüzlülük değerine etkisini gösteren bir denklem geliştirmiştir. Bu Denklem;

$$n = (n_b + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)m \quad (3.2.)$$

Burada, n_b= düzgün kanalların içerdiği doğal malzeme değeri, n_1=yüzey düzensizlikleri göz önüne alınarak kullanılan değer, n_2=kanalın şekli ve kesit değişimleri için kullanılan değer, n_3=kanallardaki engeller için kullanılan değer, n_4=kanallardaki bitki örtüsü için kullanılan değer, m = kanalın menderesini hesaba katacak düzeltme faktörüdür.

Dere yataklarında doğal veya ıslahlı durumlar için pürüzlülük katsayısı hesaplanırken kullanılan " Cowan" metodunun ülkemiz dere yatakları için en uygun yöntem olduğu DSİ tarafından değerlendirilmektedir. Bu nedenle Söz konusu çizelge kullanılarak pürüzlülük katsayısı hesaplama metodu geliştirilmiştir. DSİ tarafından taşkın tasarımlarında önerilen pürüzlülük katsayıları için belirlenmiş katsayılar aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 3.2. DSİ Tarafından Önerilen Pürüzlülük Katsayıları (DSİ, 2014)

Yataktaki Malzeme Cinsi	Beton	Ort. 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				0.010
		Ağaçsız yamaç			0.015
	Şiddetli	Ağaçlı yamaç			0.020
Kanal kesit değişimi	Aşamalı			n_2	0.000
	Ara Sıra Değişen				0.005
	Sık Değişen				0.010-0.015
Kanaldaki engeller (Birikinti, Tümsek, Düşü, Kaya, Köprü Ayağı)	İhmal Edilebilir	Engel/ Kesit alanı x100	<%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

Bu çalışmada Dicle Nehri doğal durum tahkiklerinde güzergahta çekilen fotoğraflar ve yapılan gözlemler sonucunda göre aşağıda belirtilen kilometreler arasında 2 farklı pürüzlülük katsayısı hesaplanmıştır.

1-Km=0+000-6+000 arası

2-Km=6+000-10+000 arası

1.KISIM Km(0+000~6+000) pürüzlülük katsayı hesabı;

Kanaldaki Malzeme Cinsine Bağlı Katsayı Tablosu (n_0)

KANALIN İÇERDİĞİ MALZEME	Toprak	n_0	0.020
	Kaya		0.025
	Kum		0.024
	Çakıl		0.028
Yataktaki ortalama malzemenin cinsi çakıl seçilmiştir.			
Seçilen n_0 =	**0.028**		



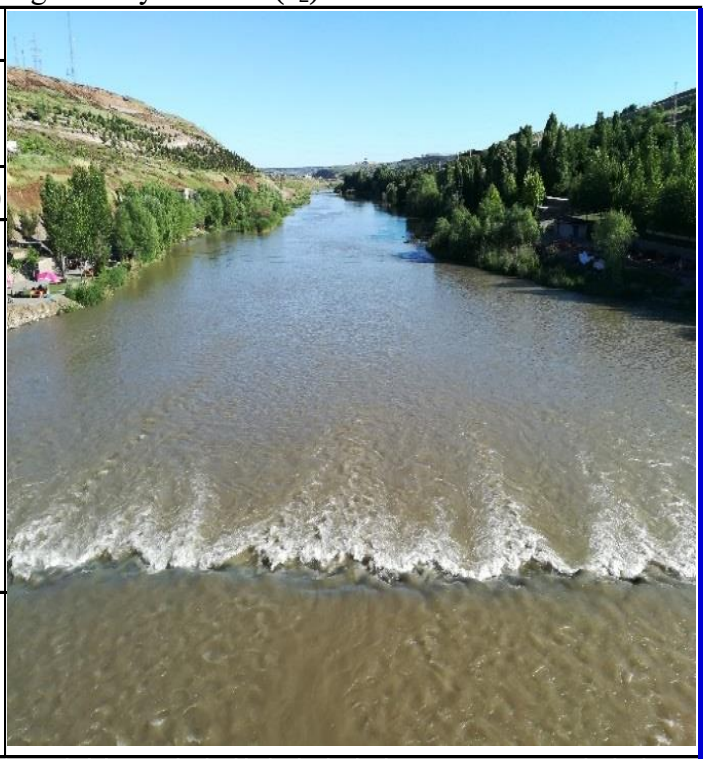
Kanalın Şev Durumuna Bağlı Katsayı Tablosu (n_1)

DÜZENSİZLİK DERECESİ	Pürüzsüz	n_1	0.000
	Önemsiz		0.005
	Orta		0.010
	Şiddetli		0.020
Sol Sahil n_1 =	0.005		
Sağ Sahil n_1 =	0.005		
$\frac{\text{Sol Sahil } n_1 + \text{Sağ Sahil } n_1}{2}$ =	0.005		
Kanal şev durumu; önemsiz seçilmiştir.			
Seçilen n_1 =	**0.005**		



Kanalın Yarıçapındaki Değişimine Bağlı Katsayı Tablosu (n_2)

KANAL Y.ÇAPINDAKİ DEĞİŞİMLER	Aşamalı	n_2	0.000
	Ara Sıra Değişen		0.005
	Sık Değişen		0.010-0.015
Kanal yarıçapındaki değişimi aşamalı seçilmiştir.			
Seçilen n_2 =	**0.000**		



Kanaldaki Mevcut Engellere Bağlı Katsayı Tablosu (n_3)

ENGELLERİN BENZER ETKİLERİ	İhmal Edilebilir	n_3	0.000
	Önemsiz		0.010 - 0.015
	Kayda Değer		0.020 - 0.030
	Şiddetli		0.040 - 0.060
6 km'lik güzergah dikkate alındığında 1 adet köprünün kanaldaki engel düzeyi ihmal edilebilir seçilmiştir.			
Seçilen n_3 =	**0.000**		



Kanaldaki Bitki Örtüsüne Bağlı Katsayı Tablosu (n_4)

BİTKİ ÖRTÜSÜ	Düşük	n_4	0.005 - 0.010
	Orta		0.010 - 0.025
	Yüksek		0.025 - 0.050
	Çok Yüksek		0.050 - 0.100

Kanaldaki bitki örtüsü düzeyi yüksek seçilmiştir.

Seçilen n_4 = 0.040



Kanalın Kıvrım Durumuna Bağlı Katsayı Tablosu (m)

KIVRIM DERECESİ	Önemsiz	Dere uzunluğu/ Kuş uçuşu uzunluğu	1-1.2	m	1.00
	Kayda Değer		1.2-1.5		1.15
	Şiddetli		>1.5		1.30

Dere Uzunluğu = 6000.00 m

Kuş Uçuşu Uzunluğu = 4100.00 m

$$\frac{\text{Dere Uzunluğu}}{\text{Kuş Uçuşu Uzunluğu}} = \frac{6000.00}{4100.00} = 1.46341$$

Kanalın kıvrımlılık düzeyi; kanal boyunca kıvrımlı uzunluğun düz uzunluğa oranına bağlıdır. Dicle Nehri'nin0+000~6+000 km'ler arası için 1.46 hesaplanmıştır. Bu değere göre kanalın kıvrımlılık düzeyi kayda değer seçilmiştir.

Seçilen m= 1.150



2.KISIM Km(6+000~10+000) pürüzlülük katsayı hesabı;

Kanaldaki Malzeme Cinsine Bağlı Katsayı Tablosu (n_0)

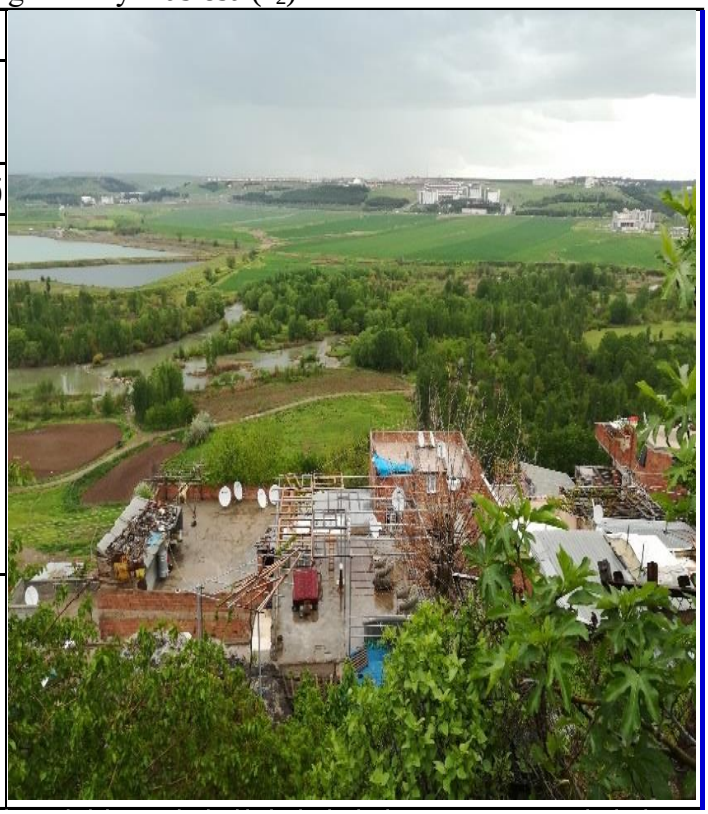
KANALIN İÇERDİĞİ MALZEME	Toprak	n_0	0.020	
	Kaya		0.025	
	Kum		0.024	
	Çakıl		0.028	
Yataktaki ortalama malzemenin cinsi çakıl seçilmiştir.				
Seçilen n_0 =	**0.028**			

Kanalın Şev Durumuna Bağlı Katsayı Tablosu (n_1)

DÜZENSİZLİK DERECESİ	Pürüzsüz	n_1	0.000	
	Önemsiz		0.005	
	Orta		0.010	
	detli(Ağaçlı yam		0.020	
Kanal şev durumu şiddetli ağaçlı yamaç seçilmiştir.				
Seçilen n_1 =	**0.020**			

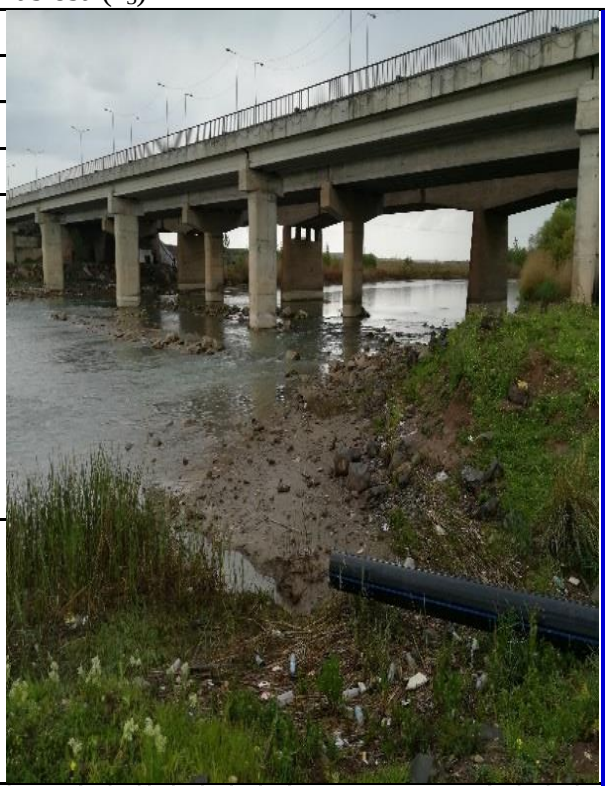
Kanalın Yarıçapındaki Değişime Bağlı Katsayı Tablosu (n_2)

KANAL Y.ÇAPINDAKİ DEĞİŞİMLER	Aşamalı	n_2	0.000
	Ara Sıra Değişen		0.005
	Sık Değişen		0.010-0.015
Kanal yarıçapındaki değişimi ara sıradeğişen seçilmiştir.			
Seçilen n_2 =	**0.005**		



Kanaldaki Mevcut Engellere Bağlı Katsayı Tablosu (n_3)

ENGELLERİN BENZER ETKİLERİ	İhmal Edilebilir	n_3	0.000
	Önemsiz		0.010 - 0.015
	Kayda Değer		0.020 - 0.030
	Şiddetli		0.040 - 0.060
Kanaldaki engellerin düzeyi ihmal edilebilir seçilmiştir.			
Seçilen n_3 =	**0.000**		



Kanaldaki Bitki Örtüsüne Bağlı Katsayı Tablosu (n_4)

BİTKİ ÖRTÜSÜ	Düşük	n_4	0.005 - 0.010
	Orta		0.010 - 0.025
	Yüksek		0.025 - 0.050
	Çok Yüksek		0.050 - 0.100

Kanaldaki bitki örtüsü düzeyi yüksek seçilmiştir.

Seçilen n_4 = 0.045



Kanalın Kıvrım Durumuna Bağlı Katsayı Tablosu (m)

KIVRIM DERECESİ	Önemsiz	Dere uzunluğu/ Kuş uçuşu uzunluğu	1-1.2	m	1.00
	Kayda Değer		1.2-1.5		1.15
	Şiddetli		>1.5		1.30

Dere Uzunluğu = 4000.00 m

Kuş Uçuşu Uzunluğu = 3270.00 m

$$\frac{\text{Dere Uzunluğu}}{\text{Kuş Uçuşu Uzunluğu}} = \frac{4000.00}{3270.00} = 1.22324$$

Kanalın kıvrımlılık düzeyi; kanal boyunca kıvrımlı uzunluğun düz uzunluğa oranına bağlıdır. Dicle Nehri'nin 6+000.00~10+000 km'ler arası için 1.22 hesaplanmıştır. Bu değere göre kanalın kıvrımlılık düzeyi kayda değer seçilmiştir.

Seçilen m = 1.150



Çizelge 3.3. Dicle Nehri Doğal Durum Pürüzlülük Katsayısı Hesap Tablosu

KATSAYI	0+000.00~6+000.00 km'ler arası	6+000.00~10+200.00 km'ler arası
n_0	0.028	0.028
n_1	0.005	0.020
n_2	0.000	0.005
n_3	0.000	0.000
n_4	0.040	0.045
m	1.150	1.150
$n=m(n_0+n_1+n_2+n_3+n_4)$	**0.08395**	**0.1127**

3.1.2.4. Daralma ve Genişleme Katsayıları

Kesitlerdeki değişikliklerden kaynaklanan akış daralması ve genişlemesi kesitler arasında enerji kaybına neden olmaktadır. Daralan veya genişleyen bu tür kesitlerde, kesit alanı farklı olur. Bu katsayılar membadan mansaba doğru kesit arasındaki hızların farkı ile çarpılır. Böylece iki kesit arasındaki enerji kaybı bulunur. Hız artarken daralma katsayısı, hız azalırken genişleme katsayısı kullanılır. Daralma ve genişleme katsayıları sadece köprü veya benzer hidrolik yapılarda değil aynı zamanda doğal nehir kesitlerinde meydana gelen değişikliklerde de kullanılır. Daralma ve genişleme katsayılarının tipik değerleri aşağıdaki çizelgede gösterilmiştir. Genel olarak bu katsayılar, kritik üstü akışlar ile kritik altı akışlar karşılaştırıldığında kritik üstü akış katsayıları daha düşüktür. Kritik üstü akışa sahip köprülerde bu katsayılar sırasıyla 0.03 ve 0.05 alınır.

Çizelge 3.4. Açık Kanallarda Daralma/Genişleme Kayıp Katsayıları

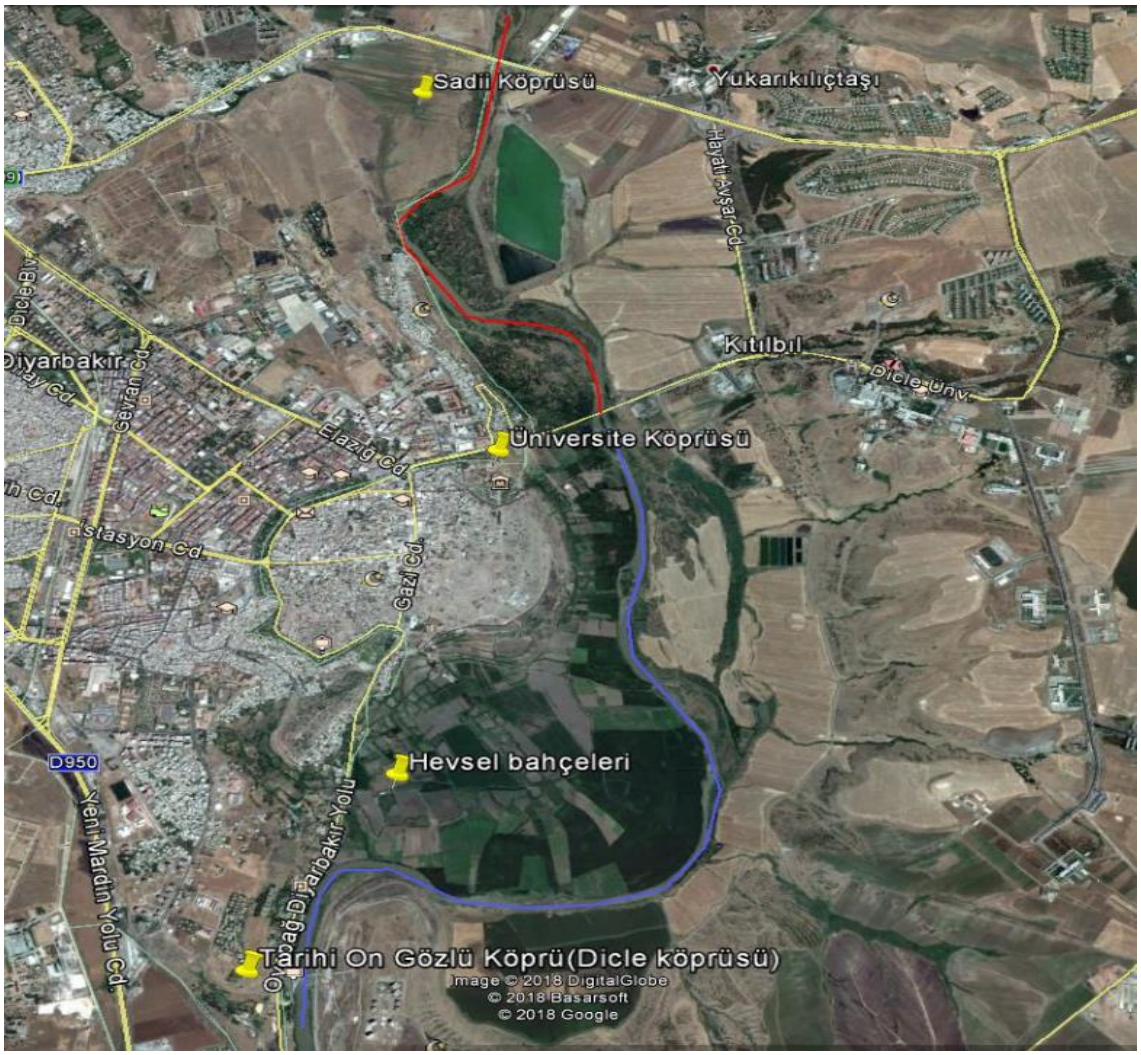
Güzergah Durumu	Daralma	Genişleme
Güzergahta geçiş yok	*0.0*	*0.0*
Güzergahta aşamalı geçiş	*0.1*	*0.3*
Tipik köprü geçiş	*0.3*	*0.5*
Ani dik geçiş	*0.6*	*0.8*

3.2. Metot

Bu çalışmada; Dicle Nehri üzerindeki köprüler ve bu hidrolik yapıların neden olduğu kesit değişimleri, ayrıca mevcut doğal kesit değişimlerinin de akıma etkisini tespit etmekle beraber oluşabilecek taşkın yayılım alanlarının güzergah üzerinde bulunan özel işletmelere ait tesisler, Dicle Üniversitesi yerleşkesinde bulunan Üniversiteye bağlı tesisler ve hastaneler, kısmi de olsa yerleşim alanları, turizm

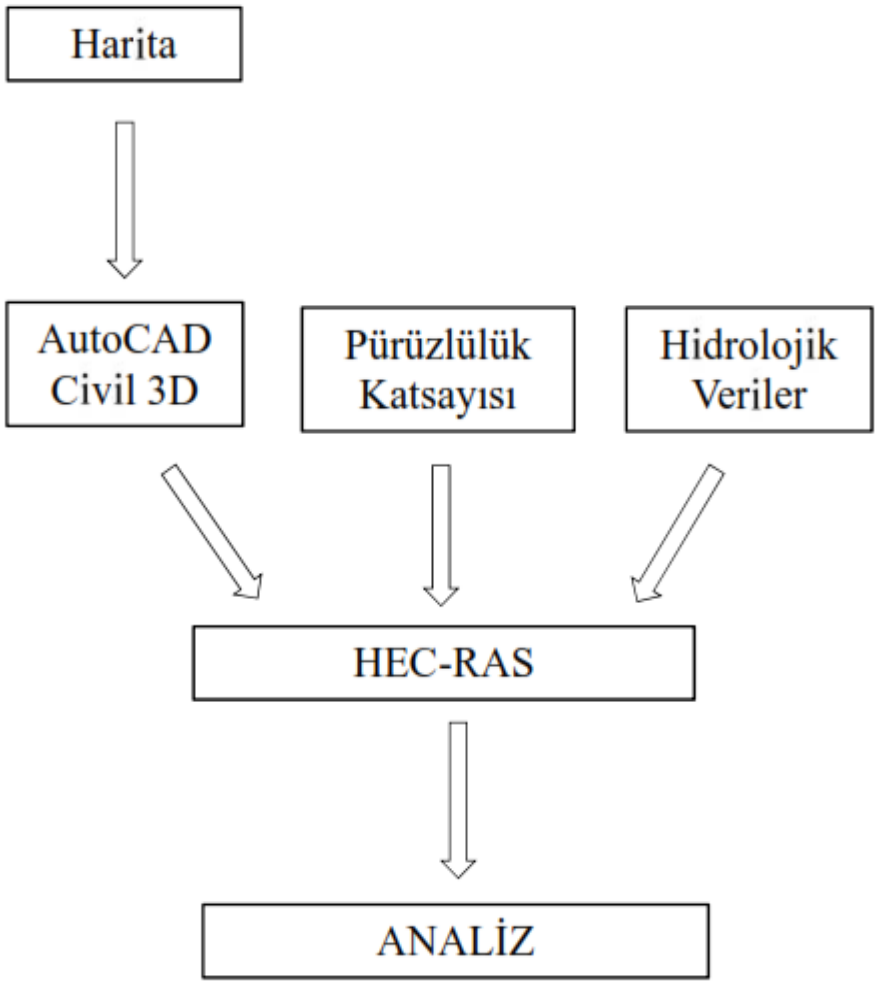
açısından önemli konuma sahip Tarihi On Gözlü Köprü (Dicle köprüsü) ile UNESCO Dünya Kültür Mirası Listesinde olan Hevsel Bahçeleri, bunların yanı sıra sonraki yıllarda yapılması düşünülen Dicle Vadisi projesine olası etkisi tespit edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada izlenen yöntem şu şekildedir:

- Çalışma alanına ait 1/1000'lik haritalarının temini,
- Geçmiş yıllara ait akım debilerinin ve hidrolojik verilerin temini,
- Çalışma güzergahında bulunan hidrolik yapılar ve diğer yapıların tespit edilmesi
- Güzergah boyunca AutoCAD Civil 3D paket programı yardımıyla 200 m aralıklarla ve sağ, sol sahillerde yer yer genişliği 2000 m'yi bulan enine kesitlerin oluşturulması,
- Elde edilen topoğrafik verilerin HEC-RAS programına aktarılması,
- HEC-RAS programına tanımlanan hidrolik yapılar ve hidrolojik parametrelerden sonra su yüzü profillerinin elde edilerek taşkın sınırlarının belirlenmesidir.



Şekil 3.1. Dicle Nehri Çalışma Güzergahı

Taşkın analizi için çalışma bölgesine ait sayısal model oluşturulmuştur. Topoğrafik veriler HEC-RAS programına aktarılmış ve hidrolik ve hidrolojik parametrelerle beraber elde edilen su yüzü profilleri arazi kullanım haritası üzerine uygulanıp hangi bölgelerin su altında kalacağı tespit edilmeye çalışılmıştır. Çalışmanın metodolojisi algoritma olarak aşağıda verilmiştir.



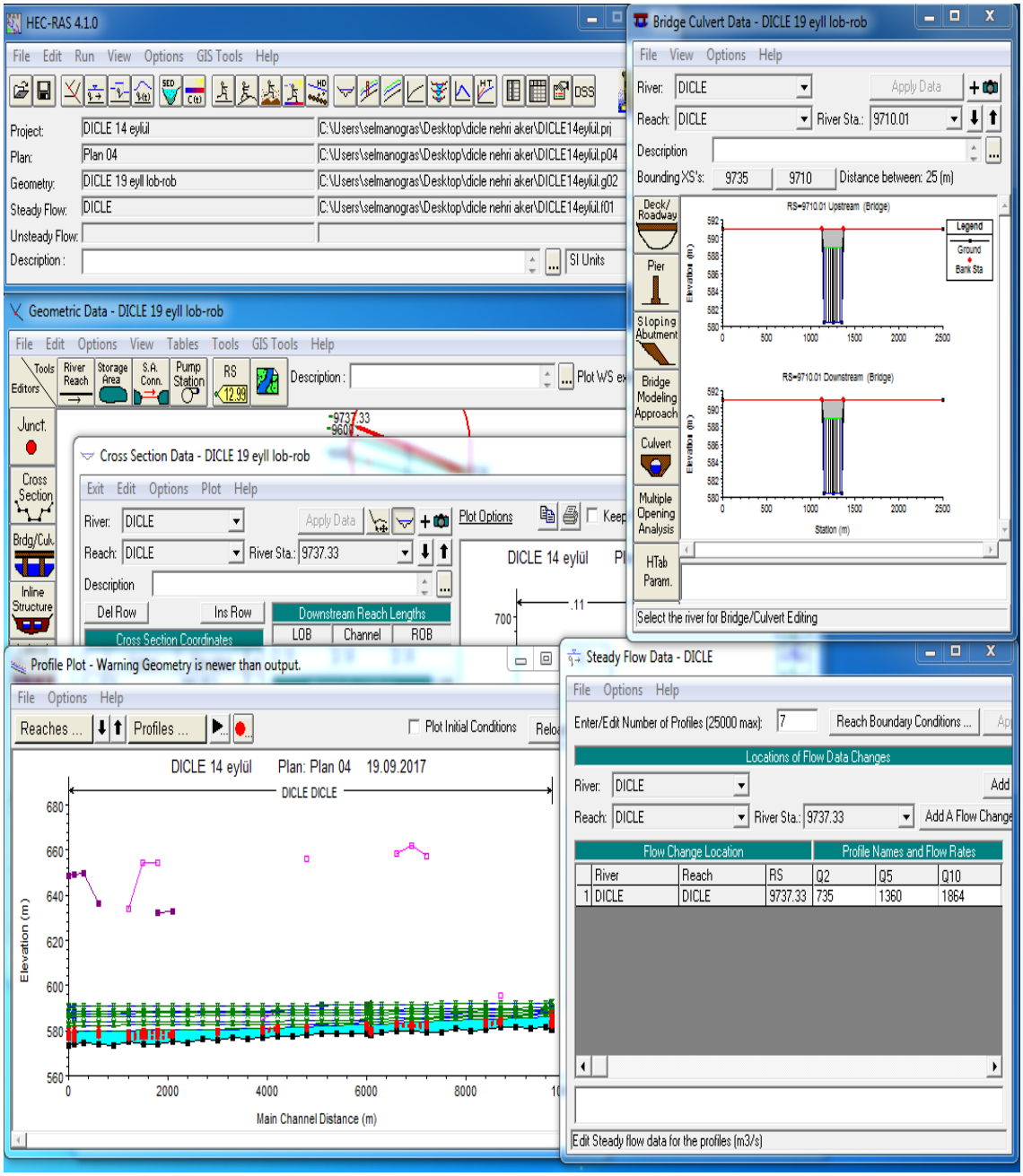
Şekil 3.2. Akış Diyagramı

3.2.1 HEC-RAS

ABD Kara Kuvvetleri Mühendislik Grubu tarafından geliştirilen nehir analizini yapan bu program bir boyutlu kararlı hidrolik akış ile bir ve iki boyutlu kararsız nehir akış hesaplamaları, yarı kararsız ve tam karasız akışlarda hidrolik hesaplamaları yapar. Bu Yazılım, doğal ve yapılandırılmış kanalların tek boyutlu sabit

akışlı su yüzeyi profillerinin hesaplamalarını yapan HEC-2 nehir hidroliği paketinin yerini almıştır. HEC-RAS yazılımı hidrolik mühendislik ve bilgisayar bilimi açısından HEC-2 den daha gelişmiş bir programdır.

HEC-RAS ilk sürümü Temmuz 1995'te piyasaya sürülmüştür. O zamandan beri bu yazılım paketinin sürümleri de dahil: 1.1, 1.2, 2.0, 2.1, 2.2, 3.0, 3.1, 4.0,4.1 sürümleri ve en son 5.03 olan son sürüm bulunmaktadır. Bu çalışmada 4.1 sürümü kullanılmıştır.



Şekil 3.3. HEC-RAS programının ara yüzü

3.2.2. HECRAS 4.1 SÜRÜMÜNÜN HİDROLİK KULLANIMI

HEC-RAS paket programının yukarıda da belirtildiği üzere birçok versiyonu bulunmaktadır. Bu çalışmada kullanılan 4.1 sürümünün hidrolik açıdan kullanılma alanlarını irdeleyeceğiz.

Kararlı Akış Gösterimi: Bu Modelleme bileşeni, sürekli değişen kararlı akışlarda sabit su yüzeyi profilleri hesabı için tasarlanmıştır. Sistem, tek bir nehir alanı olabileceği gibi yayılmış bir sistemi de işleyebilir. Ayrıca, kararlı akış bileşenleri, kritik altı, kritik üstü ve karışık akış rejiminde su yüzeyi profillerini modelleyebilir. Bu işlemleri yaparken temel hesap prosedürü, tek boyutlu enerji denkleminin çözümüdür. Enerji kayıpları, sürtünme (Manning'in denklemi) ve daralma / genişleme katsayısı ile belirlenir. Karma akış rejimlerinin olduğu köprüler ve nehir birleşimlerinde (kavşaklarda), yani yüzey profilinin hızla değiştiği durumlarda Momentum denklemi kullanılır. Taşkın alanındaki köprüler, menfezler, savaklar ve diğer yapılar gibi çeşitli engellerin etkileri hesaplamalarda dikkate alınır. Kararlı akış sistemi, taşkın zararlarının değerlendirilmesi için taşkın kontrolü ve taşkın sigortası çalışmalarında da kullanılmak üzere tasarlanmıştır.

Kararsız Akış Gösterimi: HEC-RAS modelleme sisteminin bu bileşeni, öncelikle kritik olmayan akış rejimi hesaplamaları için geliştirilmiştir. Ayrıca açık kanal şebekelerinde bir boyutlu kararsız akışın simülasyonunu yapabilen bu bileşene, kararlı akış bileşenleri için geliştirilen kesit, köprü, menfez ve diğer hidrolik yapıların hidrolik hesaplamaları dahil edilmiştir. Bunlara ek olarak depolama alanları ile akış alanları arasındaki hidrolik bağlantıları modelleme yeteneği bu bileşene dahil edilmiştir.

Sediment Taşınımı/Hareketli Sınır Hesaplamaları: Modelleme sisteminin bu bileşeni, makul zaman periyotlarında (Tek sel olaylarına yönelik uygulamalar mümkün olsa da, genellikle yıllar göz önüne alınır) oyulma ve biriktirme sonucu ortaya çıkan tek boyutlu sediment taşınması / hareketli sınır hesaplamaları için tasarlanmıştır. Bu model, akarsu kanallarında suyun boşaltımı ve depolanması, süre ve sıklığını veya kanal geometrisini değiştirerek uzun dönemdeki oyulma ve birikme gösterimi için tasarlanmıştır. Bu sistem, rezervuarlarda depolama hesabı, akarsu derinliğini korumak için kanal daralma hesabı, büyük sel olaylarında maksimum olası oyulmayı tahmin etmek ve sabit kanallarda çökelmeyi değerlendirmek için de kullanılabilir.

Su Kalite Analizi : Modelleme sisteminin bu bileşeni, kullanıcıya nehir su kalitesi analizleri gerçekleştirme imkanı sağlamaktadır. HEC-RAS'ın güncel versiyonu, ayrıntılı sıcaklık analizi yapabilir ve sınırlı sayıdaki su kalitesi unsurlarının (Algler, Çözünmüş Oksijen, Karbonlu Biyolojik Oksijen ihtiyacı, Çözünmüş Fosfat, Çözünmüş Organik Fosfor, Çözünmüş Amonyum Nitrat, Çözünmüş Nitrit Azotu) taşınmasını sağlayabilir. Yazılımın gelecekteki sürümleri, çeşitli ek su kalitesi bileşeni taşıma kabiliyetini içerecektir.

3.2.3. HEC-RAS UYGULAMASI

Bu kısımda AutoCAD Civil 3D yardımıyla çalışma yaptığımız alana ait haritalardan elde edilen en kesitler ile nehir yatağı boyunca yerinde yapılan gözlem ve incelemeler neticesinde elde edilen verilerin HEC-RAS programındaki uygulaması irdelenecek. Bu veriler geometrik ve akış verileri olmak üzere iki kısma ayrılır.

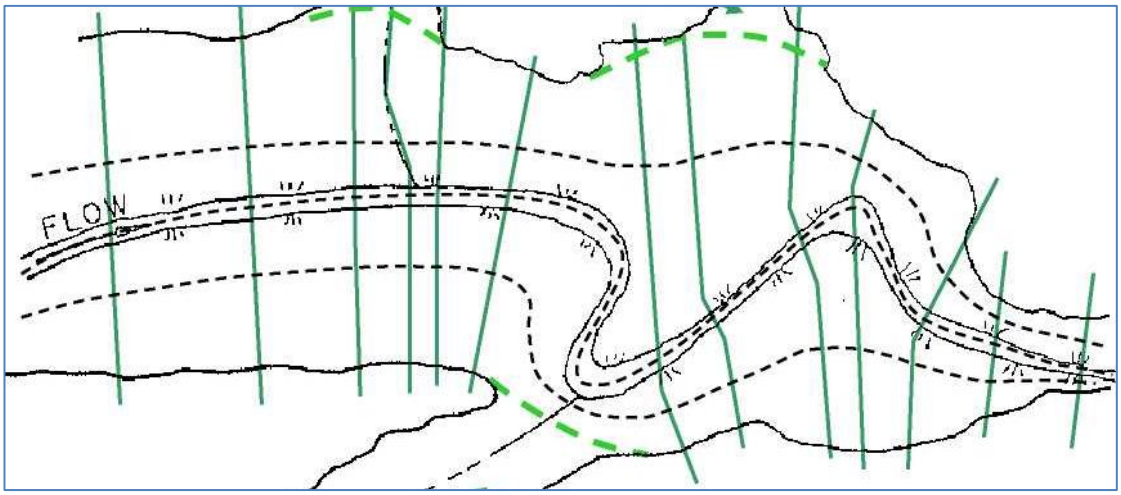
3.2.3.1. Geometrik Veriler

Çalışmamızdaki temel geometrik veriler başlıca şunlardır;

* En kesit Verileri
* Erişim Uzunlukları (Reach Lenghts)
* Enerji Kayıp Katsayıları
* Köprülerin Modellenmesi

En Kesit Verileri

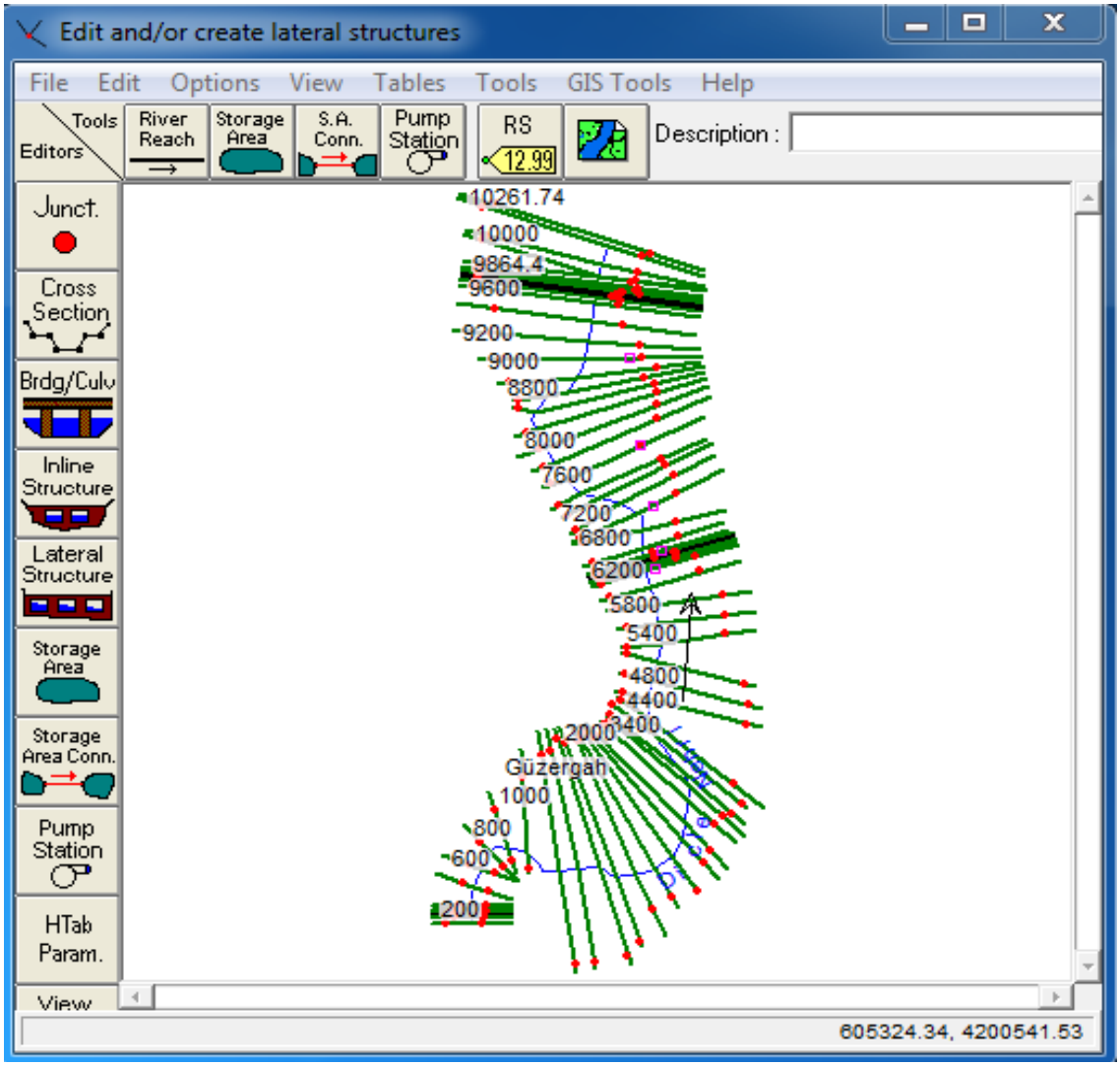
Doğal kanalların akış analizlerinde sınır geometrileri için yüzey profilleri ve sağ, sol sahil uzunlukları belirlenir. Nehir taşıma kapasitesini ve taşkın yatak sınırlarını belirlemek için en kesitler alınır. Bu en kesitler tüm taşkın yatağı boyunca alınmalı ve akış çizgisine dik olmalıdır. Bazen de akış çizgisi doğal durumdan dolayı buna müsaade etmediğinden kavisli ve keskin açılı en kesitler de alınabilir. Sonuç itibariyle akışı ve taşkın alanını doğru olarak tespiti için bu en kesit alım işleminde her türlü çaba gösterilmelidir. Aşağıdaki planda da görüleceği üzere (şekil 3.4.) genel yaklaşım kesitlerin akış çizgisine dik olmasıdır. Bunun amacı ana kanaldan uzak olan kısımlarda akışın nasıl olacağını güçlü şekilde tahmin etmektir.



Şekil 3.4. Örnek Plan

En kesitler; bir akarsu ulaşımı boyunca eğim, şekil ve pürüzlülüğün belirlenmesinde ayrıca köprülerin başlangıç ve bitiş yerlerinde, kontrol yapılarında ve dalga gibi ani değişimlere neden olan olaylarda, engellerin başlayıp bittiği yerlerde mesafeye bakılmaksızın durumu net olarak ortaya koymada yardımcı olurlar. En kesit aralığı, kanal büyüklüğünü, eğimi, şekli ve üniformluğunu belirtir. Genel olarak düz eğimli düzensiz büyük nehirlerde kesit sayısı daha az olur. Ancak, çalışmanın amacı kesit aralığını etkiler. Örneğin yerleşim yerlerinde taşkın etkisini veya diğer hidrolik etkilerin daha iyi tespiti için en kesit sayısında artış aralığında ise azalmaya yani daha sık en kesit alınmalıdır. En kesitleri tanımlamak için 500 adet veri (nokta) kullanılabilir. Bunun dışında başlıca veri olarak; sağ-sol sahil uzunlukları, pürüzlülük katsayısı, daralma ve genleşme katsayısı, enerji kayıp katsayıları, varsa hidrolik yapılar kullanılır. Geometrik veri sekmesinde nehir sistem diyagramı tanımlanması gerekir. Bu diyagram akarsu güzergahını tanımlarken aynı zamanda varsa birden fazla akarsu birleşim noktalarını da tanımlar. Bu birleşim noktaları model hesaplamalarının nasıl ilerleyeceğinin belirlenmesi açısından da önemlidir.

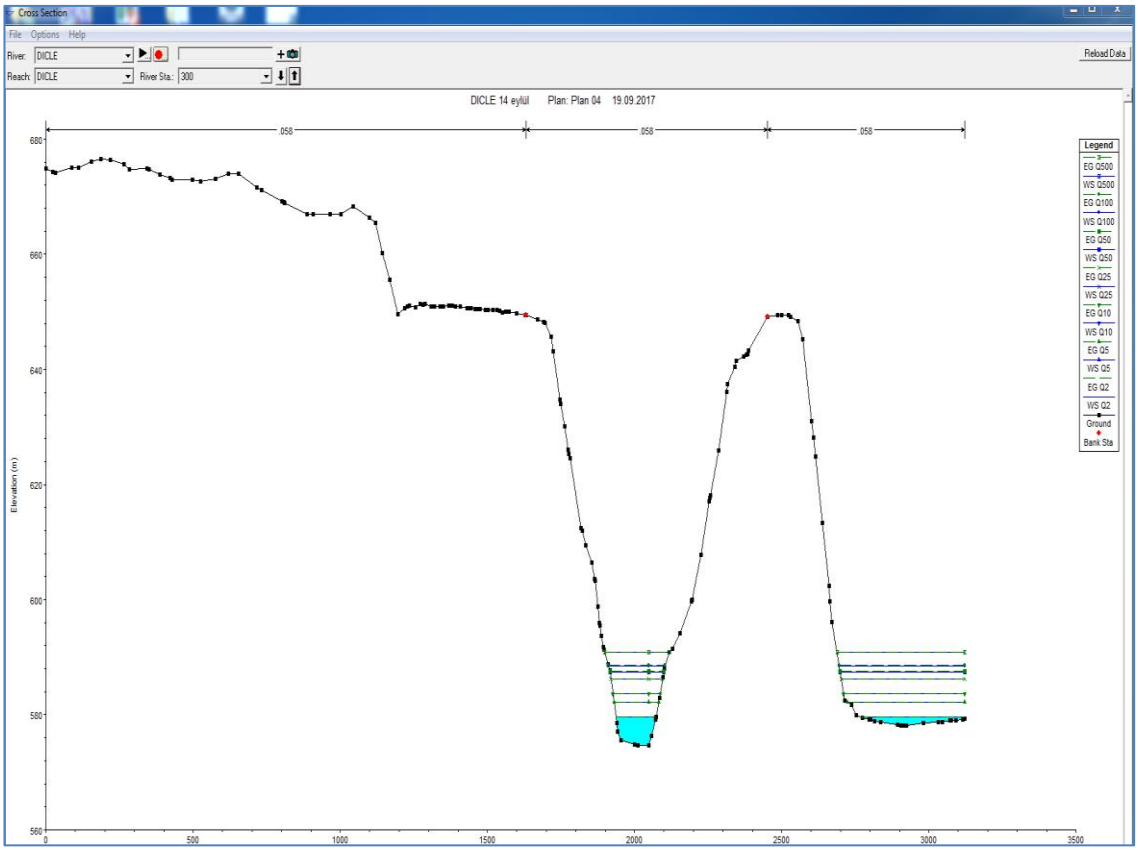
Bu çalışmada sağlıklı yüzey profilleri elde etmek için taşkının ulaşabileceği en uç noktalara kadar en kesit alımı yapılmış ve bu alım yapılırken mümkün mertebe akış çizgisine dik olarak alınmıştır. Ancak aşağıdaki şekilde de(Şekil 3.5.) görüleceği üzere akış yatağının menderes yapması sonucu kısmi yerlerde dik açı elde edilememiş ve farklı açılarla en kesit alımı yapılmıştır. Yerleşim yerlerinin içinden geçmemesi ve yerleşim yeri sayısının az olması sebebiyle en kesit aralığı 200 m olarak alınmıştır.



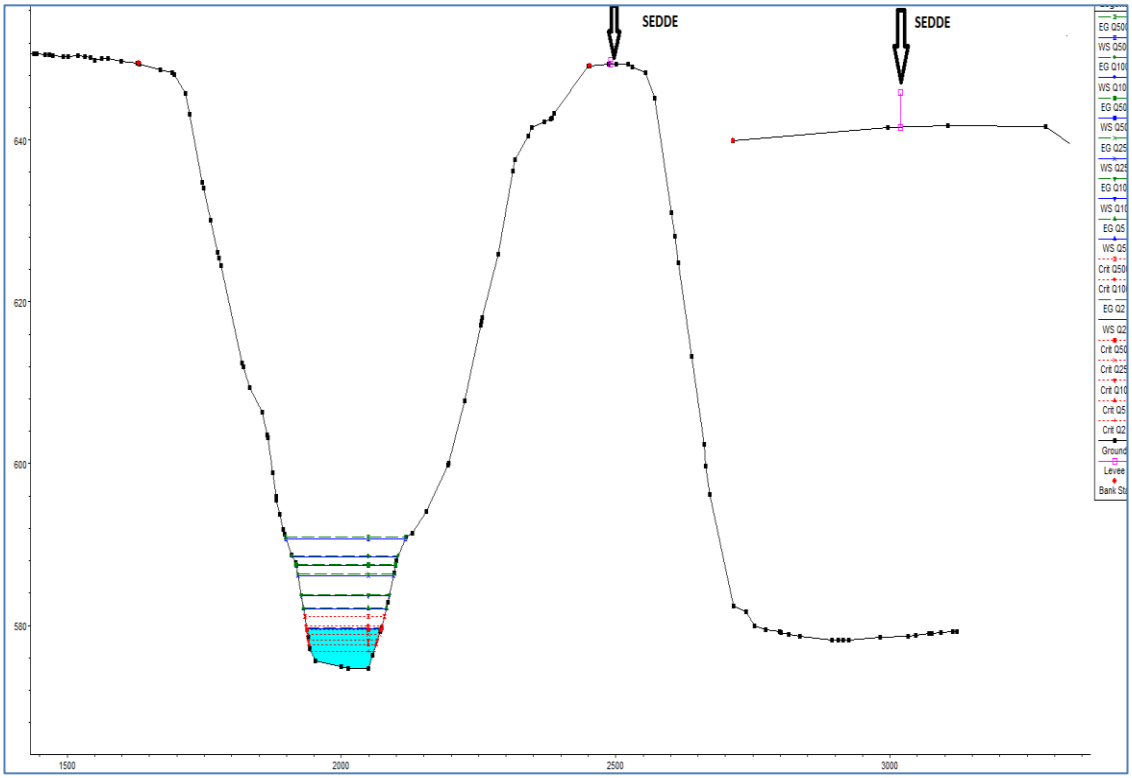
Şekil 3.5. Dicle Nehri Vaziyet Planı

Doğal nehirlerin Güzergahında bulunan arazilerde zamanla akışın etkisiyle oyulma ve birikmelerin olduğu görülür. Böylece hesap yapılırken arazinin engebeli olması nedeniyle suyun daha düşük kotlara taşması kaçınılmaz olacaktır. Daha sağlıklı bir hesap için seddeler yapılmak suretiyle suyun farklı bölgelere taşması engellenmelidir. Aksi halde program, suyun söz konusu en kesitin tümüne ulaştığını varsayarak hesap yapacaktır.

Bu çalışmada da arazide yapılan veri alımları sonucu güzergah belirlenmiş daha sonra en kesitler alınmıştır. Söz konusu yüzeyin doğal yüzey olmasından dolayı alınan en kesitlerde (Şekil 3.6.) görüleceği üzere hesap yapıldıktan sonra taşkın suyunun ana akış yatağının sağ veya sol sahillerinin düşük kotlarına taştığı görülmüş, bu nedenle sedde(levee) tanımlanarak bu durum engellenmiştir.(Şekil 3.7.).



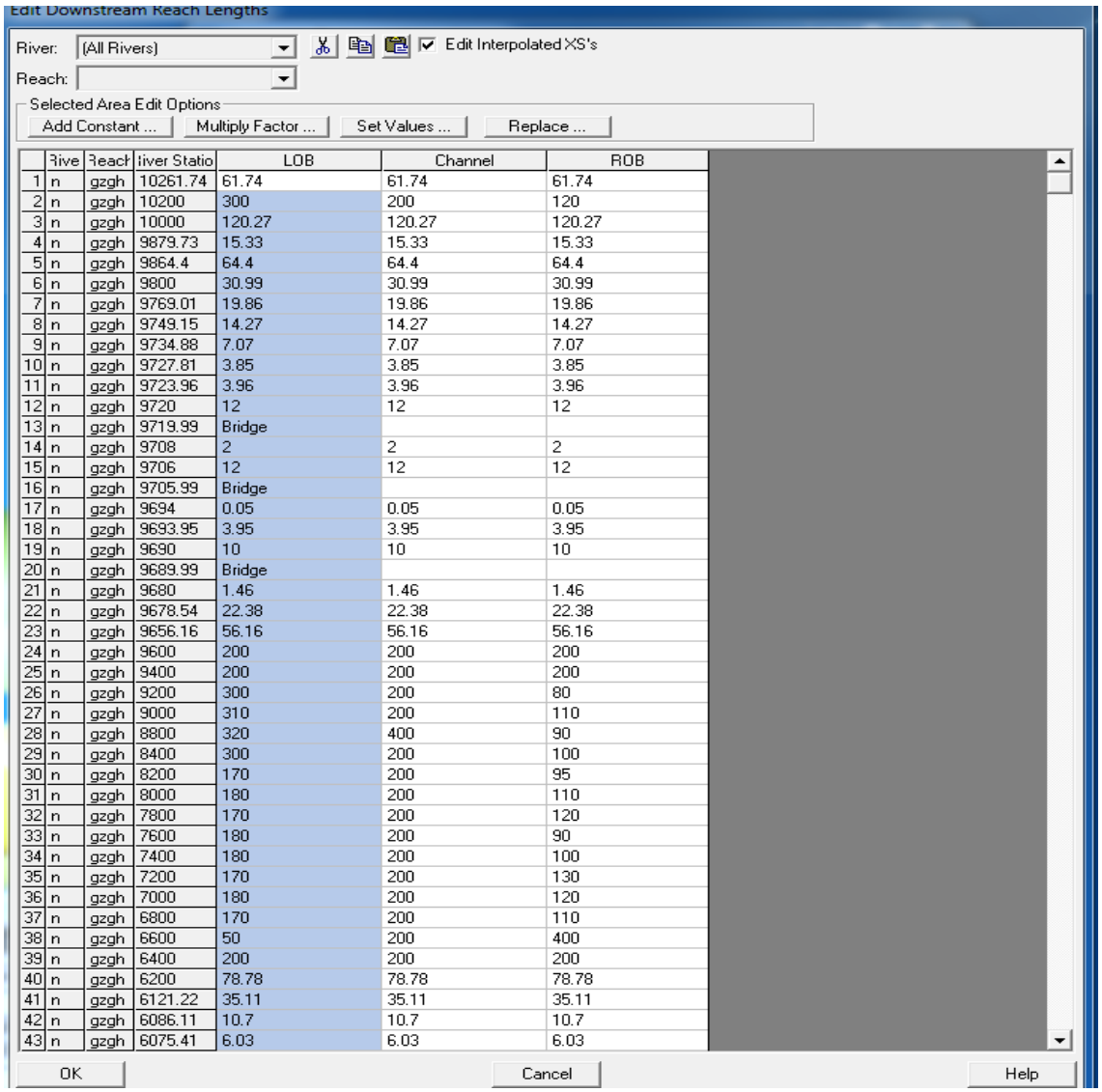
Şekil 3.6. Sedde Tanımlanmamış



Şekil 3.7. Sedde Tanımlanmış

Erişim Uzunlukları (Reach Lenghts)

En kesitlerde sağ, sol ve ana kanal olmak üzere üç adet uzunluk değerleri mevcuttur. Kanal uzunluğu genellikle talvegden ölçülen uzunluk olup sağ-sol sahil uzunlukları da akışın izlediği yol boyunca ölçülen uzunluklardır. 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. Düzensiz kanallarda bu ölçüler birbirinden çok farklı iken yapay kanallarda birbirine eşittir. Bu çalışmamızda Dicle Nehri doğal yataklı olduğundan sahil uzunlukları şekilde de görüleceği üzere birbirinden farklıdır(Şekil 3.8.).

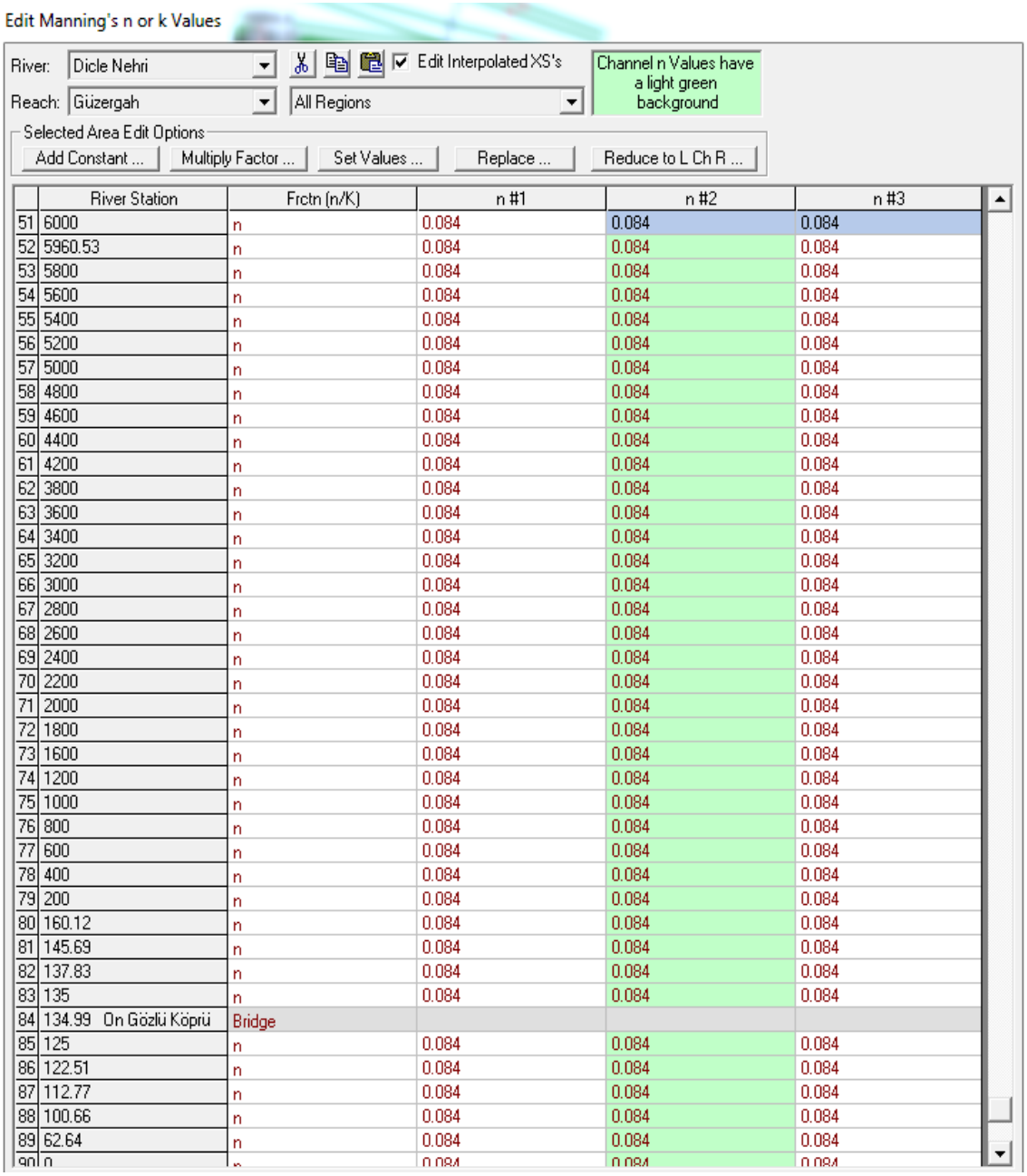


	River	Reach	River Station	LOB	Channel	ROB
1	n	gzgh	10261.74	61.74	61.74	61.74
2	n	gzgh	10200	300	200	120
3	n	gzgh	10000	120.27	120.27	120.27
4	n	gzgh	9879.73	15.33	15.33	15.33
5	n	gzgh	9864.4	64.4	64.4	64.4
6	n	gzgh	9800	30.99	30.99	30.99
7	n	gzgh	9769.01	19.86	19.86	19.86
8	n	gzgh	9749.15	14.27	14.27	14.27
9	n	gzgh	9734.88	7.07	7.07	7.07
10	n	gzgh	9727.81	3.85	3.85	3.85
11	n	gzgh	9723.96	3.96	3.96	3.96
12	n	gzgh	9720	12	12	12
13	n	gzgh	9719.99	Bridge		
14	n	gzgh	9708	2	2	2
15	n	gzgh	9706	12	12	12
16	n	gzgh	9705.99	Bridge		
17	n	gzgh	9694	0.05	0.05	0.05
18	n	gzgh	9693.95	3.95	3.95	3.95
19	n	gzgh	9690	10	10	10
20	n	gzgh	9689.99	Bridge		
21	n	gzgh	9680	1.46	1.46	1.46
22	n	gzgh	9678.54	22.38	22.38	22.38
23	n	gzgh	9656.16	56.16	56.16	56.16
24	n	gzgh	9600	200	200	200
25	n	gzgh	9400	200	200	200
26	n	gzgh	9200	300	200	80
27	n	gzgh	9000	310	200	110
28	n	gzgh	8800	320	400	90
29	n	gzgh	8400	300	200	100
30	n	gzgh	8200	170	200	95
31	n	gzgh	8000	180	200	110
32	n	gzgh	7800	170	200	120
33	n	gzgh	7600	180	200	90
34	n	gzgh	7400	180	200	100
35	n	gzgh	7200	170	200	130
36	n	gzgh	7000	180	200	120
37	n	gzgh	6800	170	200	110
38	n	gzgh	6600	50	200	400
39	n	gzgh	6400	200	200	200
40	n	gzgh	6200	78.78	78.78	78.78
41	n	gzgh	6121.22	35.11	35.11	35.11
42	n	gzgh	6086.11	10.7	10.7	10.7
43	n	gzgh	6075.41	6.03	6.03	6.03

Şekil 3.8. Sahil ve Ana Kanal Uzunlukları

Enerji Kayıp Katsayıları

Hesaplama anında HEC-RAS programı birçok farklı kayıp katsayılarını kullanmaktadır. Bunlar; Manning pürüzlülük katsayısı "n" ile Köprü, menfez ve diğer yapıların giriş çıkışlarında oluşan daralma/genişleme kayıp katsayılarıdır. Bu çalışmada güzergahta yapılan gözlemler ve değerlendirme sonucunda belirlenen Manning katsayı değerleri ile daralma/genişleme katsayıları da Şekil 3.9. ve Şekil 3.10.'da gösterilmektedir.



	River Station	Frctn (n/K)	n #1	n #2	n #3
51	6000	n	0.084	0.084	0.084
52	5960.53	n	0.084	0.084	0.084
53	5800	n	0.084	0.084	0.084
54	5600	n	0.084	0.084	0.084
55	5400	n	0.084	0.084	0.084
56	5200	n	0.084	0.084	0.084
57	5000	n	0.084	0.084	0.084
58	4800	n	0.084	0.084	0.084
59	4600	n	0.084	0.084	0.084
60	4400	n	0.084	0.084	0.084
61	4200	n	0.084	0.084	0.084
62	3800	n	0.084	0.084	0.084
63	3600	n	0.084	0.084	0.084
64	3400	n	0.084	0.084	0.084
65	3200	n	0.084	0.084	0.084
66	3000	n	0.084	0.084	0.084
67	2800	n	0.084	0.084	0.084
68	2600	n	0.084	0.084	0.084
69	2400	n	0.084	0.084	0.084
70	2200	n	0.084	0.084	0.084
71	2000	n	0.084	0.084	0.084
72	1800	n	0.084	0.084	0.084
73	1600	n	0.084	0.084	0.084
74	1200	n	0.084	0.084	0.084
75	1000	n	0.084	0.084	0.084
76	800	n	0.084	0.084	0.084
77	600	n	0.084	0.084	0.084
78	400	n	0.084	0.084	0.084
79	200	n	0.084	0.084	0.084
80	160.12	n	0.084	0.084	0.084
81	145.69	n	0.084	0.084	0.084
82	137.83	n	0.084	0.084	0.084
83	135	n	0.084	0.084	0.084
84	134.99 On Gözlü Köprü	Bridge			
85	125	n	0.084	0.084	0.084
86	122.51	n	0.084	0.084	0.084
87	112.77	n	0.084	0.084	0.084
88	100.66	n	0.084	0.084	0.084
89	62.64	n	0.084	0.084	0.084
90	0	n	0.084	0.084	0.084

Şekil 3.9. Manning Değerleri

Edit Manning's n or k Values

River: Dicle Nehri | Edit Interpolated XS's | Channel n Values have a light green background

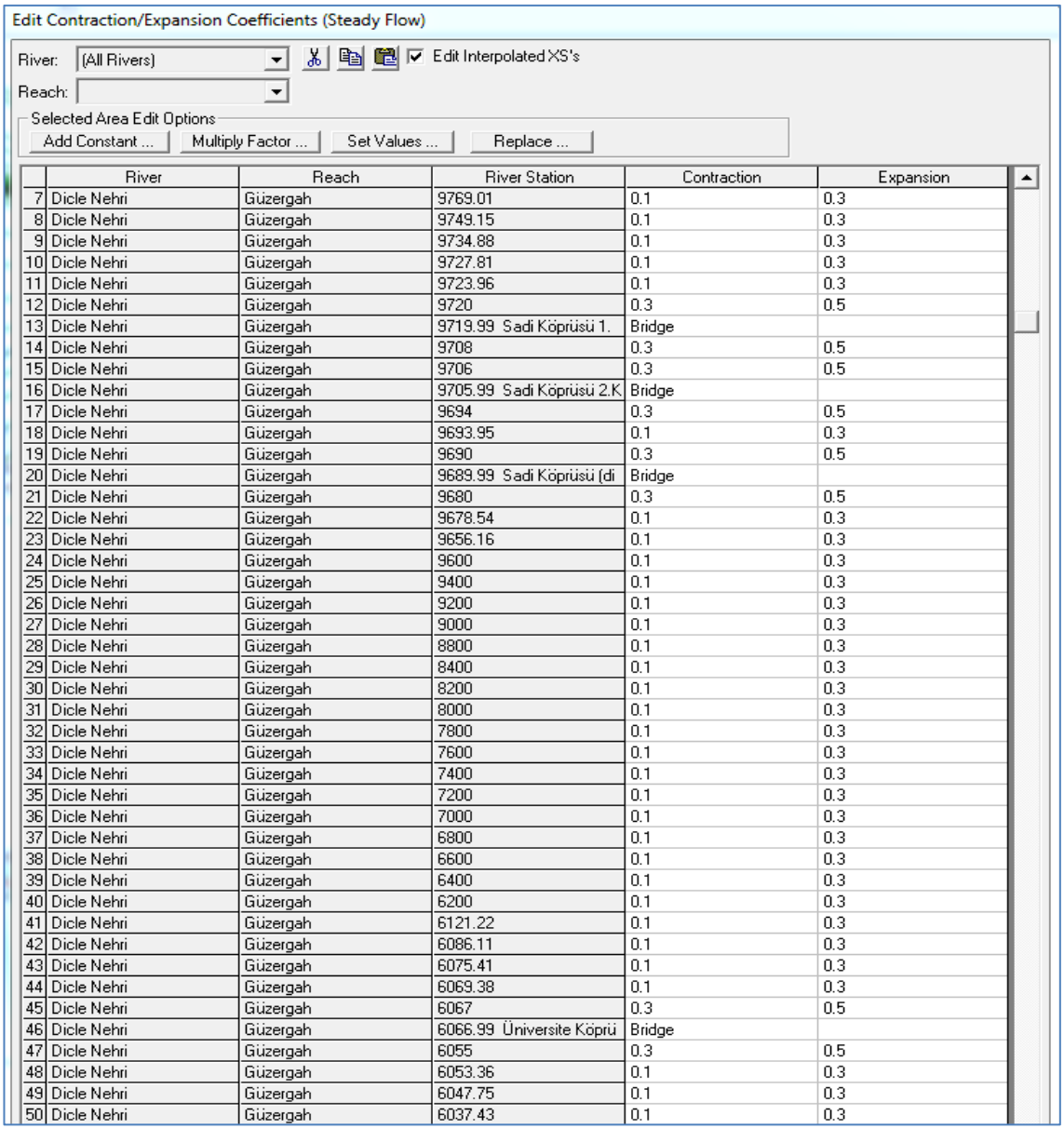
Reach: Güzergah | All Regions

Selected Area Edit Options

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

	River Station	Frctn (n/K)	n #1	n #2	n #3
8	9749.15	n	0.11	0.11	0.11
9	9734.88	n	0.11	0.11	0.11
10	9727.81	n	0.11	0.11	0.11
11	9723.96	n	0.11	0.11	0.11
12	9720	n	0.11	0.11	0.11
13	9719.99 Sadi Köprüsü 1.	Bridge			
14	9708	n	0.11	0.11	0.11
15	9706	n	0.11	0.11	0.11
16	9705.99 Sadi Köprüsü 2.K	Bridge			
17	9694	n	0.11	0.11	0.11
18	9693.95	n	0.11	0.11	0.11
19	9690	n	0.11	0.11	0.11
20	9689.99 Sadi Köprüsü (di	Bridge			
21	9680	n	0.11	0.11	0.11
22	9678.54	n	0.11	0.11	0.11
23	9656.16	n	0.11	0.11	0.11
24	9600	n	0.11	0.11	0.11
25	9400	n	0.11	0.11	0.11
26	9200	n	0.11	0.11	0.11
27	9000	n	0.11	0.11	0.11
28	8800	n	0.11	0.11	0.11
29	8400	n	0.11	0.11	0.11
30	8200	n	0.11	0.11	0.11
31	8000	n	0.11	0.11	0.11
32	7800	n	0.11	0.11	0.11
33	7600	n	0.11	0.11	0.11
34	7400	n	0.11	0.11	0.11
35	7200	n	0.11	0.11	0.11
36	7000	n	0.11	0.11	0.11
37	6800	n	0.11	0.11	0.11
38	6600	n	0.11	0.11	0.11
39	6400	n	0.11	0.11	0.11
40	6200	n	0.11	0.11	0.11
41	6121.22	n	0.11	0.11	0.11
42	6086.11	n	0.11	0.11	0.11
43	6075.41	n	0.11	0.11	0.11
44	6069.38	n	0.11	0.11	0.11
45	6067	n	0.11	0.11	0.11
46	6066.99 Üniversite Köprü	Bridge			
47	6055	n	0.11	0.11	0.11

Şekil 3.9. Manning Değerleri "Devamı"

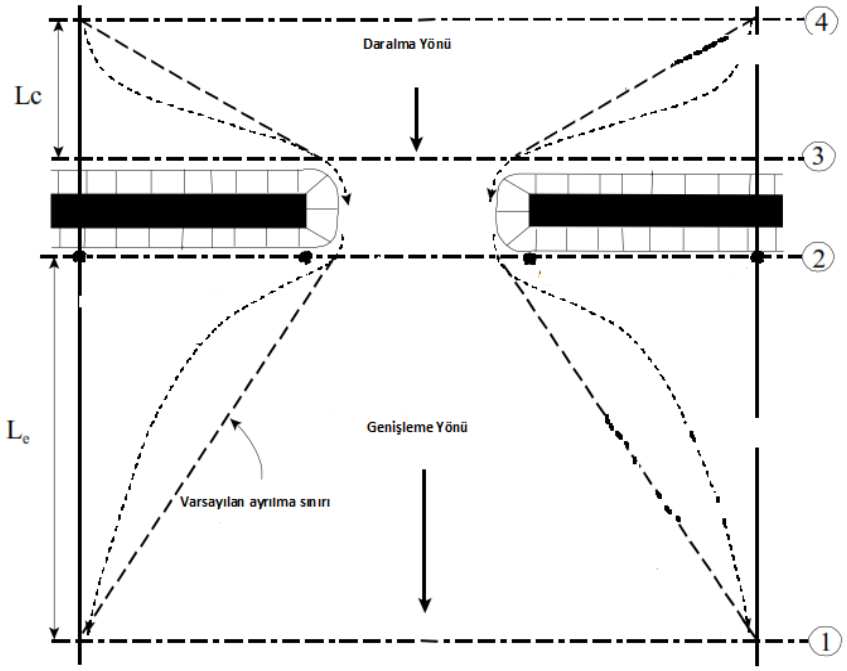


	River	Reach	River Station	Contraction	Expansion
7	Dicle Nehri	Güzergah	9769.01	0.1	0.3
8	Dicle Nehri	Güzergah	9749.15	0.1	0.3
9	Dicle Nehri	Güzergah	9734.88	0.1	0.3
10	Dicle Nehri	Güzergah	9727.81	0.1	0.3
11	Dicle Nehri	Güzergah	9723.96	0.1	0.3
12	Dicle Nehri	Güzergah	9720	0.3	0.5
13	Dicle Nehri	Güzergah	9719.99 Sadi Köprüsü 1.	Bridge	
14	Dicle Nehri	Güzergah	9708	0.3	0.5
15	Dicle Nehri	Güzergah	9706	0.3	0.5
16	Dicle Nehri	Güzergah	9705.99 Sadi Köprüsü 2.K	Bridge	
17	Dicle Nehri	Güzergah	9694	0.3	0.5
18	Dicle Nehri	Güzergah	9693.95	0.1	0.3
19	Dicle Nehri	Güzergah	9690	0.3	0.5
20	Dicle Nehri	Güzergah	9689.99 Sadi Köprüsü (di	Bridge	
21	Dicle Nehri	Güzergah	9680	0.3	0.5
22	Dicle Nehri	Güzergah	9678.54	0.1	0.3
23	Dicle Nehri	Güzergah	9656.16	0.1	0.3
24	Dicle Nehri	Güzergah	9600	0.1	0.3
25	Dicle Nehri	Güzergah	9400	0.1	0.3
26	Dicle Nehri	Güzergah	9200	0.1	0.3
27	Dicle Nehri	Güzergah	9000	0.1	0.3
28	Dicle Nehri	Güzergah	8800	0.1	0.3
29	Dicle Nehri	Güzergah	8400	0.1	0.3
30	Dicle Nehri	Güzergah	8200	0.1	0.3
31	Dicle Nehri	Güzergah	8000	0.1	0.3
32	Dicle Nehri	Güzergah	7800	0.1	0.3
33	Dicle Nehri	Güzergah	7600	0.1	0.3
34	Dicle Nehri	Güzergah	7400	0.1	0.3
35	Dicle Nehri	Güzergah	7200	0.1	0.3
36	Dicle Nehri	Güzergah	7000	0.1	0.3
37	Dicle Nehri	Güzergah	6800	0.1	0.3
38	Dicle Nehri	Güzergah	6600	0.1	0.3
39	Dicle Nehri	Güzergah	6400	0.1	0.3
40	Dicle Nehri	Güzergah	6200	0.1	0.3
41	Dicle Nehri	Güzergah	6121.22	0.1	0.3
42	Dicle Nehri	Güzergah	6086.11	0.1	0.3
43	Dicle Nehri	Güzergah	6075.41	0.1	0.3
44	Dicle Nehri	Güzergah	6069.38	0.1	0.3
45	Dicle Nehri	Güzergah	6067	0.3	0.5
46	Dicle Nehri	Güzergah	6066.99 Üniversite Köprü	Bridge	
47	Dicle Nehri	Güzergah	6055	0.3	0.5
48	Dicle Nehri	Güzergah	6053.36	0.1	0.3
49	Dicle Nehri	Güzergah	6047.75	0.1	0.3
50	Dicle Nehri	Güzergah	6037.43	0.1	0.3

Şekil 3.10. Daralama/Genişleme Katsayıları

Köprülerin Modellenmesi

Köprü veya diğer hidrolik yapıların su yüzü profil hesaplamalarında memba ve mansapta ilave en kesitler tanımlamak suretiyle köprü yapısı içinde oluşan hidrolik sonuçlar daha detaylı görülebilir. Ayrıca ilave en kesitlerin tanımlanmasıyla köprü içinde oluşacak hidrolik sonuçlar kullanıcının tanımladığı sınır koşullarından etkilenmeden daha sağlıklı elde edilecektir. Örnek köprü plan görünümü Şekil 3.11.'de görülmektedir.

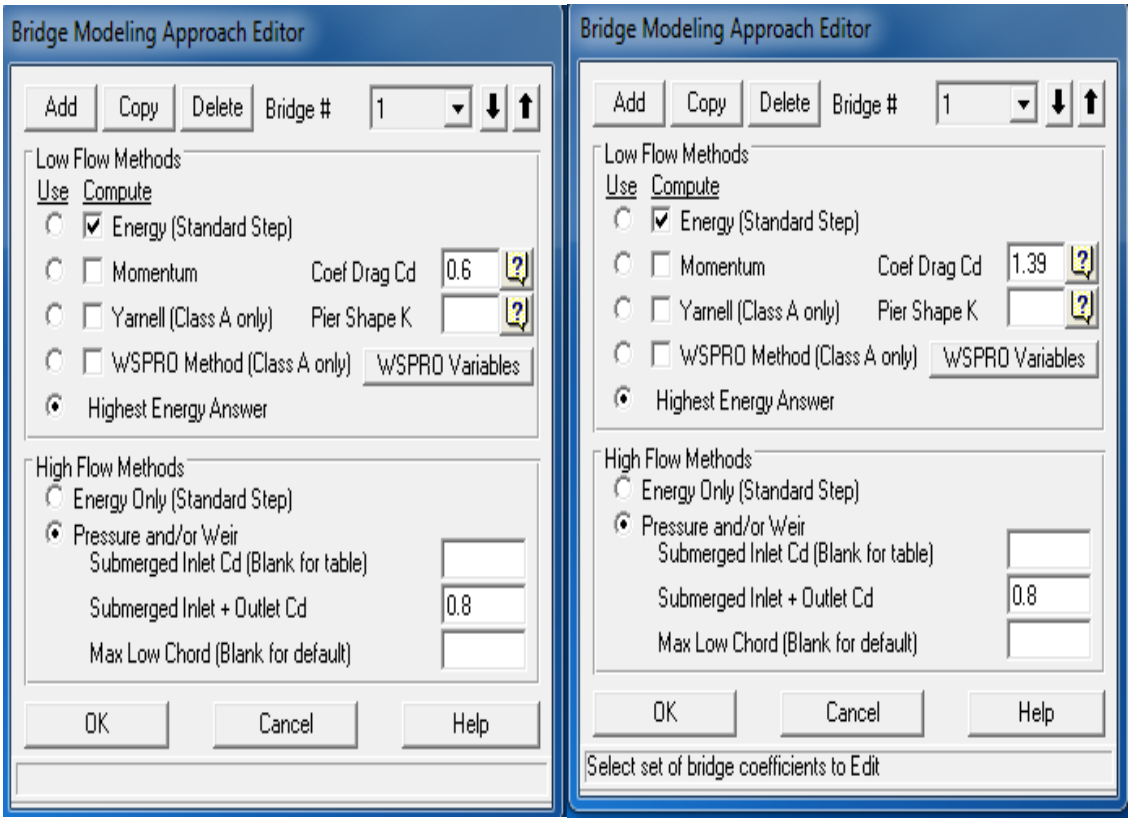


Şekil 3.11. Örnek Köprü Görünümü

Şekilde 3.11.'de görüleceği üzere 1 nolu en kesit, akışın yapı tarafından etkilenmeyecek mesafede akış aşağısında yer almalıdır. Bu genişleme mesafesi (L_e) yapının daralma derecesine daralma şekline akış büyüklüğüne ve akış hızına bağlı olarak değişmekle birlikte bu mesafe sürtünme kayıplarının yeterince modellenebileceği bir mesafe olmalıdır. Çok uzun olması durumunda ortaya ilave kesit atılmak suretiyle daha sağlıklı modelleme yapılabilir. Aynı durum daralmanın meydana geldiği yaklaşım mesafesi(L_c) için de geçerlidir. HEC-RAS da köprü akım modellenmesinde düşük akışlar için dört farklı metot kullanılabilir.

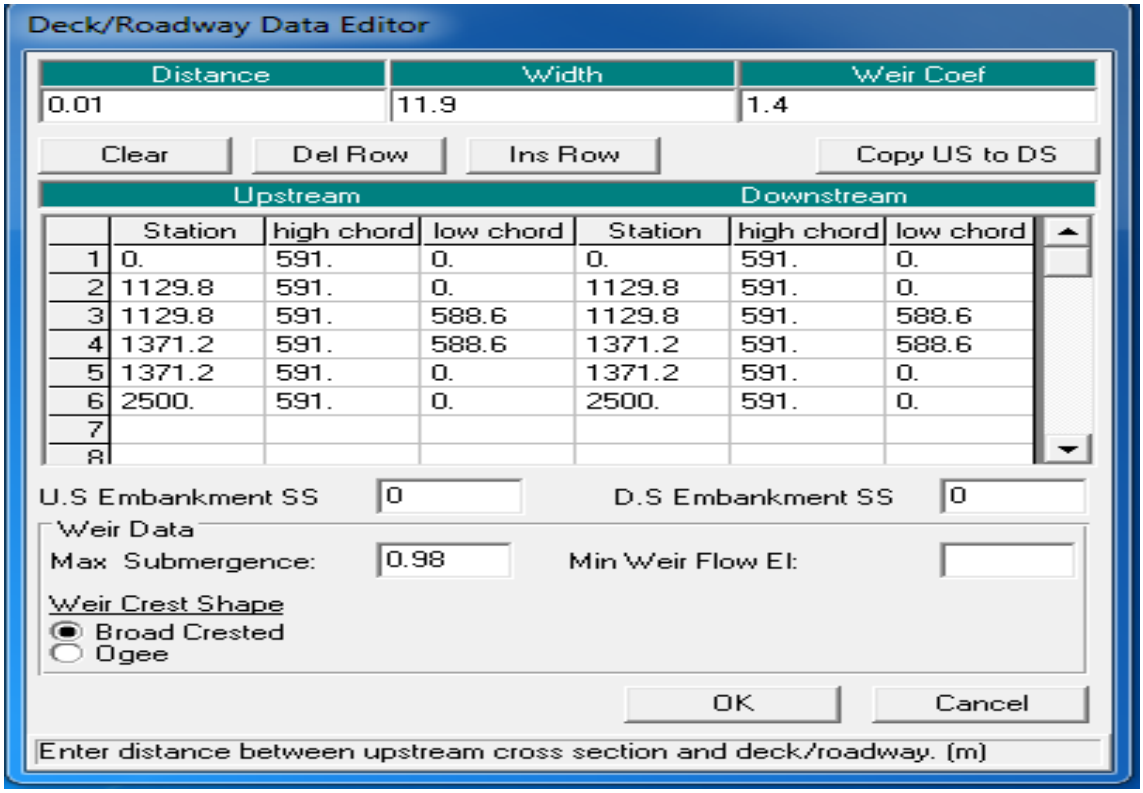
- Enerji Eşitliği (Standart Adım Metodu)
- Momentum Eşitliği
- Yarnell Eşitliği
- FHWA WSPRO Metodu

Bu metotların herhangi biri seçilebileceği gibi tümü de seçilebilir. Ancak birden fazla seçenek seçilmesi durumunda analiz sonuçları detaylı olmayacağından tek bir metot seçilerek daha detaylı analiz sonuçları elde edilebilir. Aynı şekilde HEC-RAS'ta yüksek akışlar için Enerji metodu ve Basınçlı/Savaklı akış metotları kullanılmaktadır.



Şekil 3.12. Köprü Yaklaşım Model Yöntemleri

Düşük akış hesaplamalarında köprülerde ayaklara bağlı olarak oluşan sürtünme katsayısı olan "Coeffient Drag Cd" standart adım yönteminde dikkate alınmazken momentum eşitliği yönteminde dikkate alınmaktadır. Ayak şekillerine bağlı oluşan sürtünme katsayıları Çizelge 1.5.'te verilmiştir. Bir başka katsayı olan ayak şekil katsayısı K, Yarnell'in laboratuvar deneyleri sonucu elde ettiği katsayı olup bu yöntemin seçilmesi durumunda Çizelge 1.6.'da belirlenen veriler kullanılacaktır. Yüksek akış hesaplamalarında suyun sadece membada veya sadece mansapta birikmesi ayrıca savaklanma durumlarına göre debi boşaltım katsayısı olan Cd değişmektedir. Sadece membada birikme durumu (Submerged İnlet Cd) katsayı 0.3 ile 0.5 arasında değişirken suyun mansapta birikmesi durumu (Submerged Outlet Cd) 0.7 ile 0.9 arası bir değer alınır. Savaklanma katsayısı olan weir coefficient dikdörtgen kenarlı savaklar için 1.45 iken trapez savaklar için bu değer 1.45 ile 1.70 arasında artan bir değer olacaktır.



Şekil 3.13. Köprü Savaklanma Katsayısı

Bu çalışmamızda; Sadi Köprüsü ve Tarihi On Gözlü Köprülerimizde düşük akışlı yaklaşım metotlarından Enerji Eşitliği seçilmiş ayrıca farklı tekerrür debileri de göz önüne alınarak muhtemel yüksek akışlar için de hesaplamalar yapılmıştır. Güzergahımızdaki bir diğer köprü olan Üniversite Köprümüzde ise herhangi bir savaklama durumu olmadığından düşük akışlı yaklaşım metotlarından enerji metodu seçilerek hesaplamalar yapılmıştır.

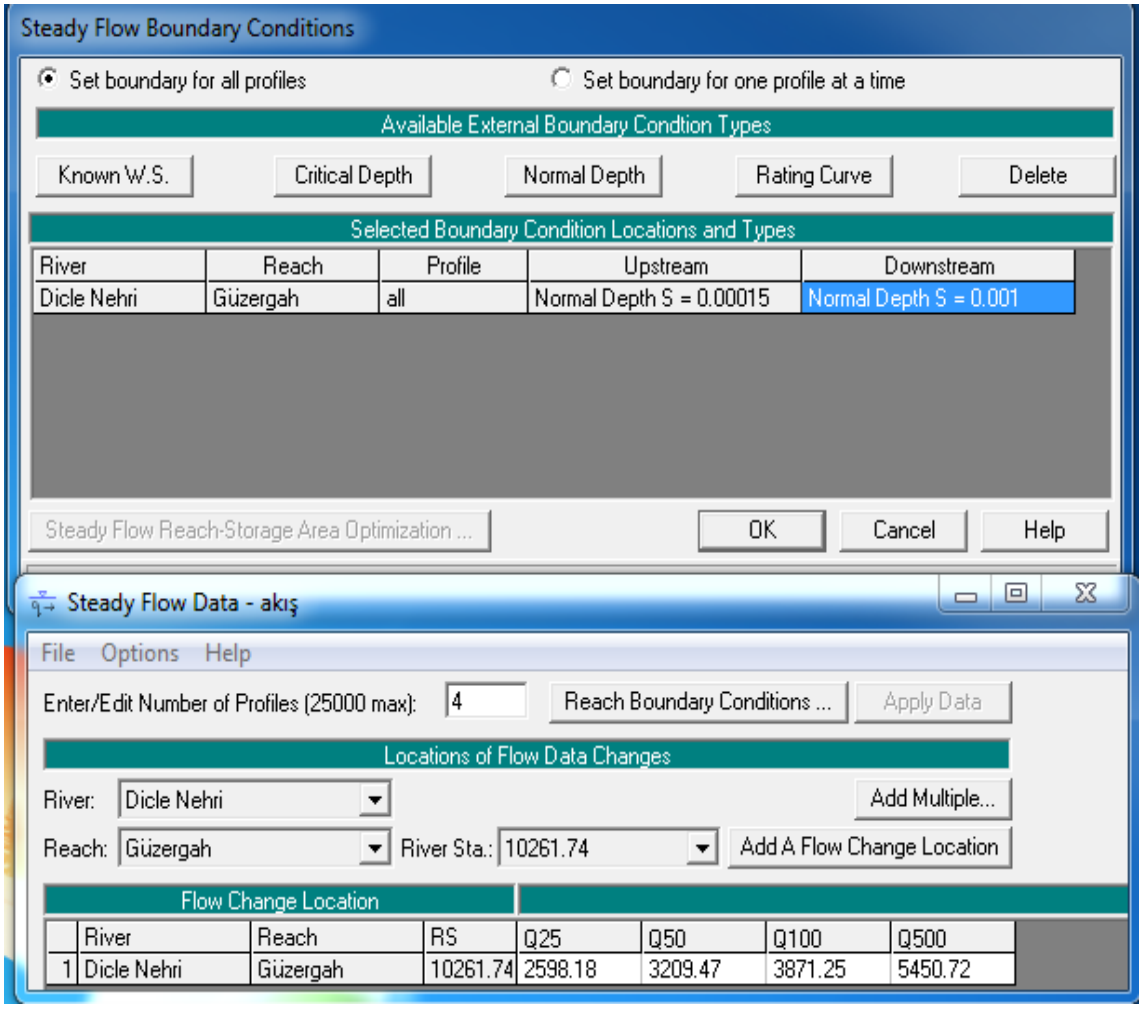
3.2.3.2. Akış Verileri

Çalışmamızdaki temel akış verileri başlıca şunlardır;

* Akış Verileri ve Akış Koşulları
* Akış Rejimi ve Akış Hesabı
* Akış Modeli İçin Sınırlamalar (Kabuller)

Akış Verileri ve Akış Koşulları

Bu çalışmada akış profili hesabı için, DSİ' den temin edilen Q_{25}, Q_{50}, Q_{100}, Q_{500} olan 4 farklı tekerrür debisi kullanılmıştır.



Şekil 3.14. Kararlı Akış Verileri ve Koşulları

Akış koşulları akışın başlangıcı ile bitiş noktası arasındaki akış durumunu belirlemek açısından önemlidir. Programın hesap yapabilmesi için ihtiyacı olan su yüzü, akışın rejimine göre değişmektedir. Akış kritik altı olması durumunda membadan bir su yüzü tanımlanırken kritik üstü olması durumunda mansaptan su yüzü tanımlanır. Karma rejim durumunda tüm güzergah dikkate alınarak hesap yapılır. Sınır koşulları dört farklı şekilde tanımlanmaktadır (Şekil 3.14.).

1-Bilinen Su Yüzü Tanımlanması (Known W.S) : Su yüzü yüksekliği biliniyorsa tüm güzergahtaki su yüzü profilleri bilinen söz konusu yükseklik dikkate alınarak belirlenir.
2-Kritik Derinlik (Critical Depth): Kritik derinlik biliniyorsa başka herhangi bir veriye gerek duyulmadan tüm güzergah boyunca her profilin kritik derinliği hesaplanarak profiller belirlenir.

Kritik Derinliğin Belirlenmesi: Herhangi bir kesit için kritik derinlik aşağıdaki sıralanan koşullar yerine getirildiğinde belirlenir.

- Nehir rejiminde çalışmalar yapılıyorsa,
- Kullanıcı tarafından ayrıca hesaplanması istenirse,
- Çok geniş kesitlerde sınır şartlarının ve akış rejiminin doğru belirlenmesi için,
- Kritik altı Profillerde Froude sayısının kontrolü ile beraber elde edilen dengeli su yüzünün akış rejimi ile olan ilişkisini doğrulama adına,
- Programın maksimum yineleme yapmasına rağmen elde edilen minimum hatalı su yüzünün belirtilen toleransa aralığında olmaması durumunda kritik derinlik belirlenir.

Bir kesit için toplam enerji;

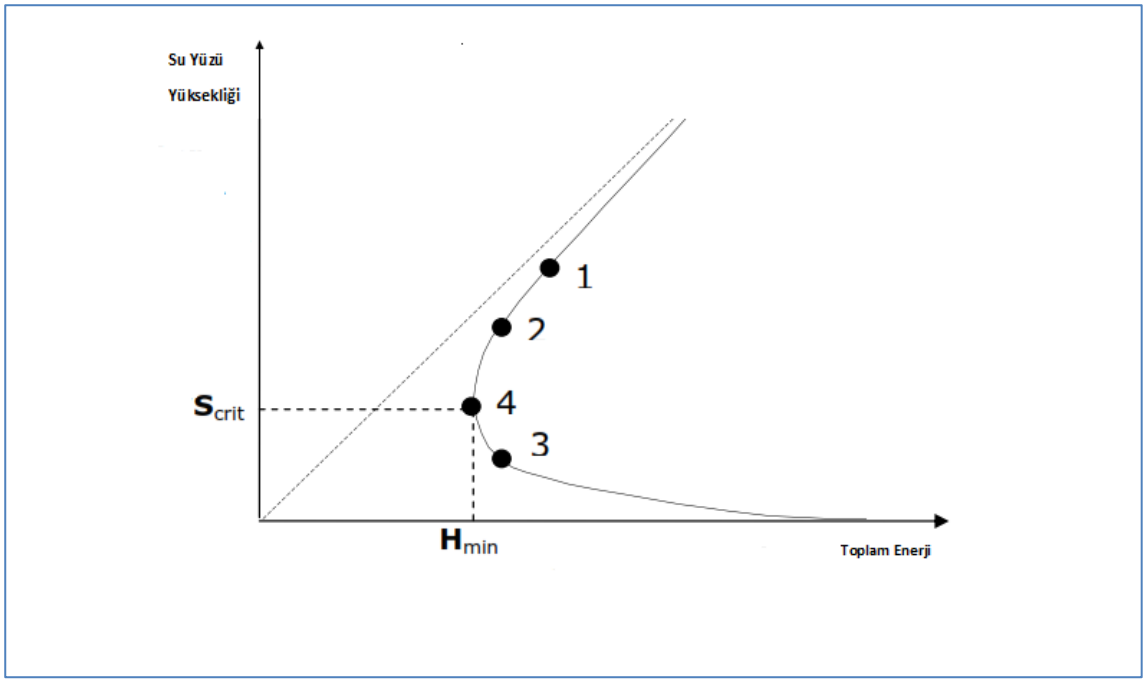
$$H = SY + \frac{\alpha V^2}{2g} \qquad (3.3.)$$

H = Toplam enerji

SY = Su yüzü yüksekliği

$\frac{\alpha V^2}{2g}$ = Hız yüksekliği

Kritik su yüzü yüksekliği toplam enerji yüksekliğinin minimum olduğu yüksekliktir. Kritik yükseklik, yineleme prosedürü ile belirlenen su yüzü yüksekliklerinin denklem (3.3.)'te yerine bırakılarak minimum değer elde edilene kadar denklemin tekrarlanması sonucu belirlenir.



Şekil 3.15. Kritik Derinlik

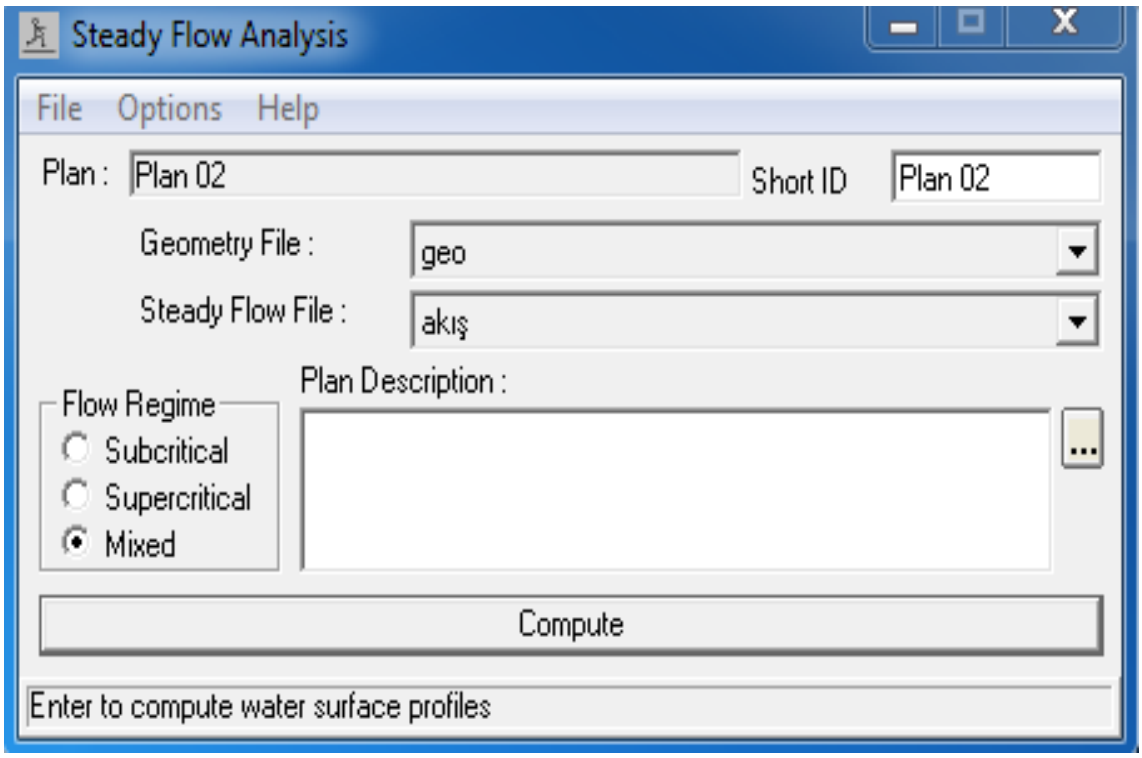
3-Normal Derinlik (Normal Depth): Bu sınır koşulunda ihtiyaç duyulan veri olan normal derinlik; kanalın memba ve mansabındaki enerji çizgisi eğiminin Manning denkleminde kullanılmasıyla elde edilir. Genellikle enerji çizgisinin eğimi yaklaşık olarak kanalın eğimi olarak dikkate alınır ve böylece hesap yapılır.

4- Anahtar Eğri (Rating Curve): Akışa karşı yükseklik değeri girilerek oluşturulan anahtar eğriden lineer enterpolasyon ile profil yüksekliklerinin hesabı yapılır.

Bu çalışmada da kararlı akım sınır koşulları olarak normal derinlik seçilmiştir. Nehrin membaa ve mansabındaki yaklaşık kanal eğimi değerleri girilerek hesap yapılmıştır.

Akış Rejimi ve Akış Hesabı

Akış rejimleri; kritik altı, kritik üstü ve karma rejim olmak üzere 3 adet akış rejimi vardır. HEC-RAS programına tanımlanmış bu akış rejimleri çalışılan güzergahtaki akış koşullarına göre kullanıcının tercihine sunulmuştur.(Şekil 3.16.) Kullanıcının tercihine göre kritik altı (Subcritical) rejimde hesap yapılacaksa program membadaki kesitten başlayarak hesap yaparken kritik üstü (Supercritical) rejimde ise mansaptan başlayarak hesap yapar. Eğer akış güzergahında köprü, menfez gibi akışı değiştirebilecek yapılar varsa bu durumda karma rejim (Mixed) seçilerek hesap yapılır.



Şekil 3.16. Kararlı Akış Hesap Analizi

Bu çalışmada güzergah üzerinde köprü gibi engel oluşturacak hidrolik yapılar bulunduğundan akış rejimi olarak karma rejim(mixed) seçilmiş ve böylece hesap yapılmıştır.

Karma Akış Rejim Hesaplamaları: Kritik altı, kritik üstü ve karma rejimlerde akış hesaplamalarını yapabilen HEC-RAS yazılımı bu hesaplamaları yaparken Özel Kuvvet denklemini kullanır. Momentum denkleminden türetilen bu denklem şöyledir;

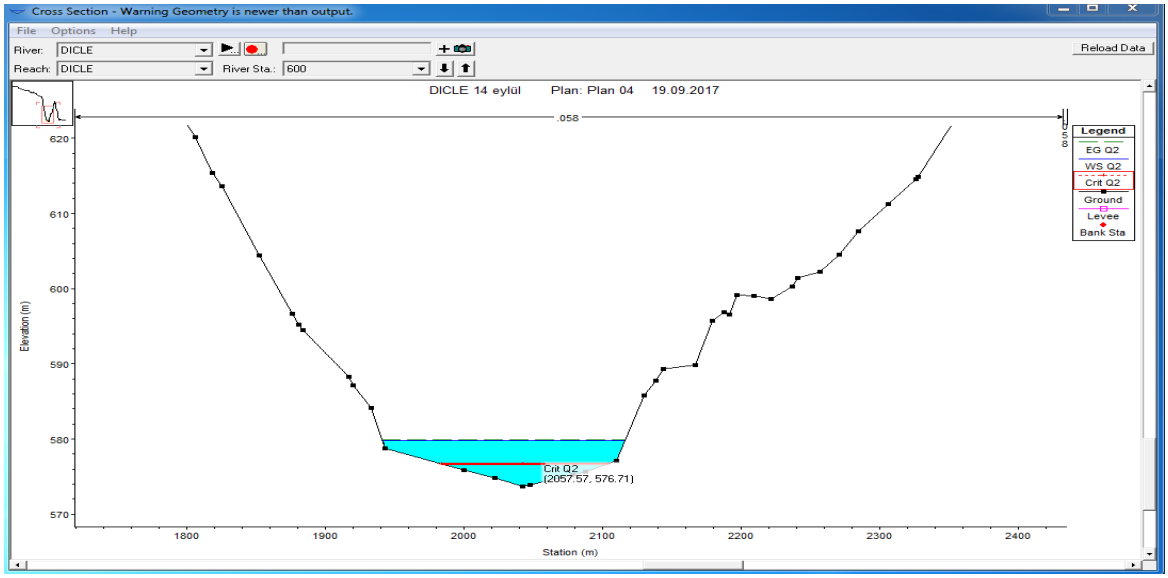
$$M = \frac{Q^2\beta}{gA} + Ah \qquad (3.4.)$$

Momentum ifadesi iki terimden oluşmaktadır. Birinci terim, birim kesit boyunca kanal kesitinden geçen akışın momentumudur. Denklemin bu kısmı dinamik bileşen olarak kabul edilir. İkinci terim, suyun hidrostatik basıncı tarafından uygulanan kuvvet olan statik bileşenin momentumunu temsil eder. Her iki terim de temelde birim su ağırlığı başına bir kuvvettir. İki terimin toplamına Özgül Kuvvet denir (Chow, 1959). Bu denklem doğal kanallarda uygulanırsa;

$$M = \frac{Q^2\beta}{gA_m} + A_t h \qquad (3.5.)$$

Burada A_m= hareketin olduğu akış alanı, A_t =toplam akış alanıdır.

Kararlı akışlarda karma rejim için hesaplama adımları şöyledir; İlk olarak mansapta kullanıcı tarafından belirlenen sınır koşulları göz önüne alınarak kritik altı su yüzü profil hesaplamaları yapılır. Bu aşamada yani kritik altı rejim hesaplamaları sırasında program, kritik derinliği belirlediği yerleri daha ayrıntılı analiz için işaretler(Şekil 3.17.).



Şekil 3.17. Kritik Derinlik

Kritik yerler belirlendikten sonra program kritik üstü rejim için membada Şekil 3.14. ‘te tanımlanan sınır koşuluna göre profil hesaplamaları yapar. Hesaplamalar sonucunda sınır koşulu kritik üstü durumu da göz önüne alınarak elde edilen özel kuvvet, daha önce kritik altı rejim için yapılan hesaplamaya kıyasla daha fazla ise o durumda program kritik üstü profil hesaplamaları yapacaktır. Eğer elde edilen özel kuvvet değeri kritik altı rejim hesaplamaları sonucunda elde edilen özel kuvvetten küçük ise bu durumda program mansaptan itibaren daha önce işaretlenen kritik derinliğin olduğu kesitleri bulmaya çalışarak kritik altı profil hesaplamalarını yapacaktır. Son olarak program mansaba doğru kritik üstü profil hesaplamalarını yaparken her iki akış rejiminin meydana geldiği herhangi bir kesitle karşılaştığında bu hesaplamalar son bulur. Böyle bir kesitte program her iki durum için su yüzü hesabı yapar. Özel kuvvetin büyük olduğu rejim doğru rejim olarak değerlendirilip bu şekilde hesap yapılmaya devam edilir. Eğer kritik üstü rejimdeki özel kuvvet daha büyük ise program mansaba doğru hesap yapar. Ayrıca, program kritik üstü rejim de hesap yaparken kritik altı rejimle karşılaşılırsa bu durumda o kesitte hidrolik sıçramanın meydana geldiği söylenebilir.

Akış Hesabı Prosedürü (Standart Adım Yöntemi): Kesitteki bilinmeyen su yüzeyi yüksekliği Denklemler (1.1.) ve (1.2.)'nin yinelemeli bir çözümü ile belirlenir. Hesaplama Prosedürü şöyledir;

1.Membaadaki en kesitte su yüzü yüksekliği tahmin edilir.(veya nehir rejimi için mansaptaki en kesitte tahmin yapılır).

2.Tahmin edilen su yüzü yüksekliğine yaklaşık toplam iletim ve hız belirlenir.

3.Belirlenen yaklaşık toplam iletim ve hız değerleri dikkate alınarak ayrıca denklem (1.2.) kullanılarak sürtünme kaybı ve kesitler arası yük kaybı olan h_k hesaplanır.

4. Adım 2 ve 3’te elde edilen değerler denklem (1.1.) (Bernoulli enerji denklemi) kullanılarak bir sonraki kesitte su yüzü yüksekliği bulunur.

5. Elde edilen su yüzü yüksekliği ile tahmin edilen su yüzü yüksekliği karşılaştırılır. Aradaki fark kullanıcının belirleyeceği herhangi bir değer ya da 0.003 m ve daha az bir değer elde edilinceye kadar bu adımlar tekrarlanır.

Bu prosedürde su yüzü yüksekliği için kullanılan kriter, denemelerden denemeye değişir. İlk denemedeki su yüzeyi bir önceki kesitin su derinliğini mevcut kesit üzerine yansıtmaya dayanır. İkinci denemedeki su yüzeyi tahmin edilen su yüksekliğine ek

olarak ilk denemedeki hatanın(hesaplanan- tahmin edilen) %70'i alınarak elde edilir. Başka bir deyişle;

$$SY_{yeni}=SY_{tahmin}+0.70*[SY_{hesap}-SY_{tahmin}] \quad (3.6.)$$

Üçüncü deneme ve sonraki denemeler, önceki iki deneme için hesaplanan ve tahmin edilen su yükseklikleri arasındaki farkın oranını yansıtan "sekant" yöntemine dayanır.

$$SY_{yeni}= SY_{I-2} -Hata_{I-2}*[\frac{Hata_{tahmin}}{Hata_{fark}}] \quad (3.7.)$$

Burada SY_{yeni} =yeni su yüzeyi, SY_{I-1}=bir önceki yinelemede tahmin edilen su yüzeyi, SY_{I-2} = iki önceki yinelemede tahmin edilen su yüzeyi, $Hata_{I-2}$ = iki önceki denemeye ait hata, $Hata_{tahmin}$= ilk iki denemeye ait tahmin edilen su yüzeyi farkı, $Hata_{fark}$= bir önceki denemede tahmin edilen su yüzü ve hesaplanan su yüzü farkı ile iki deneme önceki yinelemede bulunan hata miktarı,

$Hata_{fark}=SY_{I-1}-SY_{hesap}+Hata_{I-2}$

$Hata_{tahmin}=SY_{I-1}-SY_{I-2}$

Program dengeli su yüzeyi elde etmek için en fazla 20 yineleme yapabilir. Yineleme esnasında tahmin edilen ile hesaplanan değerlerin yani en küçük hata miktarını hafızada tutarak küçük hatalı su yüzü Profili elde eder. Eğer tüm yinelemelere rağmen dengeli su yüzü elde edilmez ise bu defa program kritik derinliği hesaplar (tabi şu an bu durumu yok sayıyoruz). Elde edilen dengeli su yüzeyinden sonra bulunan hatanın daha evvel tanımlanan tolerans aralığında (0.003 m) olup olmadığı kontrol edilir. Eğer bu değer tolerans aralığından daha az ise bulunan değer su yüzü olarak kullanılacak. Söz konusu değer belirtilen değer aralığından büyük ise program bu durumda kritik derinliği kullanır. Ancak istenen durum, yinelemeler sonrası dengeli su yüzü elde etmektir. Dengeli su yüzeyi elde edilememesinin nedeni, yeterli sayıda ve aralıkta kesit alınmaması ve bu kesitlerdeki Dataların sağlıklı olmamasındandır. Nadiren de olsa akış nehir rejiminde iken programın sel rejiminde hesap yapmasından da kaynaklanabilir.

Dengeli su yüzeyi elde edildiğinde bunun kritik üstü veya kritik altı olduğu kontrol edilir. Eğer nehir rejimi olan akışta elde edilen su yüzü kritik altı ise bu kesit için kritik derinlik tahmini yapılarak program tarafından uyarı mesajı verilir.

İstenmeyen bu durum için program kullanıcısı kritik derinlik tahmininde uyanık olmalı ve bu durumun sebeplerini belirlemelidir. Çünkü bu durumun ortaya çıkmasının nedeni çoğu kez kesit erişim uzunluklarının (sağ, sol sahil) çok uzun ve etkin akış alanlarının doğru belirlenmemiş olmasıdır.

Kritik altı Profillerde uygun bir akış rejimi için Froud sayısı ile bir ön kontrol yapılır. Program hem ana kanal hem de tüm kesit için dengeli su yüzeyinin Froude sayısını hesaplar ve hesaplanan iki Froud sayısından biri 0.94'ten büyük ise program minimum özgül enerji metodunu kullanarak daha doğru tahminlerle kritik derinliği kontrol edecektir. Düzensiz kanallarda Froude sayısının hesaplanması doğru olmadığından 1,0 yerine 0,94'luk bir Froude değeri kullanılarak güvenli alanda kalınır. Çünkü program kritik derinliği daha sık hesaplayacaktır.

Kritik üstü Profillerde kritik derinlik her kesit için otomatik hesaplandığından dengeli su yüzeyi ve kritik su derinliği arasında kolaylıkla karşılaştırma yapılabilir.

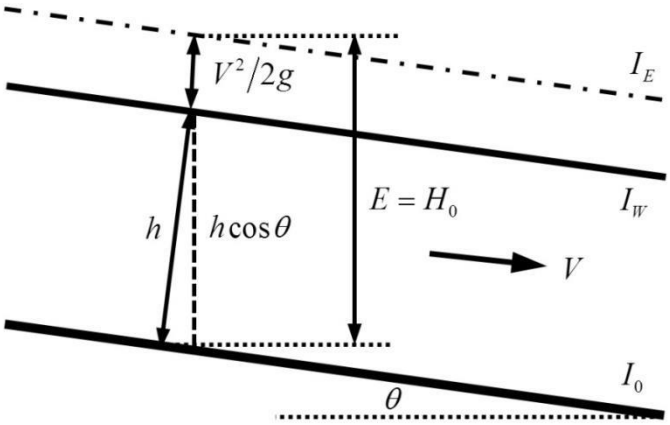
Kararlı Akış Modeli İçin Kabuller (sınırlamalar)

Bu çalışmada aşağıdaki varsayımlar kullanılmış ve bu varsayımlar kullanılan programdaki analitik denklemlerle de örtüşmektedir.

1- Akış kararlıdır.
2- Akış aşamalı olarak değişmektedir (Hidrolik yapılar hariç: köprüler, menfezler ve savaklar gibi). Akışın hızla değişebildiği bu yerlerde momentum denklemi veya diğer Amprik denklemler kullanılır.
3- Akış bir boyutludur (akış yönü haricindeki yönlerde hız bileşenleri hesaba katılmaz).
4- Kanalların eğimi 1/10'dan küçüktür.

Akış kararlı olarak dikkate alınmıştır. Çünkü enerji denklemleri kararlı akışlarda zamana bağlı olarak düzenlenmezken kararsız akımlarda zaman kavramı dikkate alınır. Akış yavaş değişen olarak dikkate alınmıştır. Çünkü her en kesitte hidrostatik basınç dağlımı vardır. Akışın hızlı değiştiği yerlerde program momentum denklemi ve bazı Ampirik denklemleri kullanır. Akış tek boyutlu olarak kabul edilmiştir. Çünkü toplam enerji yüksekliği($H = SY + \frac{\alpha V^2}{2g}$) en kesitte tüm noktalar için aynıdır. Kanal eğiminin

1/10'dan küçük olması enerji denklemindeki gerçek dikey basıncı bulmaya dayanmaktadır. Şöyle ki;



$H = dcos\theta$

H= Kanal tabanına dik basınç yüksekliği

d = Suyun derinliği

θ = kanal eğimi (derece olarak)

Şekil 3.18. Açık Kanal Akımlarında Taban Eğim Açısı

Kanal eğiminin 1/10 (5.71°) veya daha düşük olması cos (θ) nın yaklaşık 0.995 'a eşit olması demektir. Bu yüzden $dcos\theta$ kullanmak yerine dik basınç yüksekliği olarak derinlik olan d kullanılır. Böylece eğimin 1/10 veya daha düşük olması durumunda basınç yüksekliğinin su derinliği d olarak alınması çok küçük bir hata olacaktır. Eğimin söz konusu değerden büyük olması durumunda elbette $cos\theta$'nın hesaplanması gerekir. Çizelge 3.5.'te eğim ve karşılık olarak $cos\theta$ değerleri verilmiştir.

Çizelge 3.5. Taban Eğim Açısı Değerleri (Brunner, 2010)

Eğim	Derece(°)	Cos (θ)
1:10	5.71	0.995
2:10	11.31	0.981
3:10	16.70	0.958
4:10	21.80	0.929
5:10	26.57	0.894

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

HEC-RAS programıyla üzerinde çalışılan Dicle Nehri'nin Diyarbakır yerleşim yerinin etrafındaki 10 km'lik kısımda gerek güzergah üzerinde yapılan incelemeler neticesinde elde edilen mevcut sanat yapılarının ölçüleri, gözleme dayalı veriler ve gerekse de o alanda daha önce hazırlanmış haritalardan faydalanılarak elde edilen veriler bir araya getirilmiş, modele eklenerek hesaplama yapılmıştır. Böylece membadan mansaba kadar oluşan su yüzü profilleri, hız grafikleri, kot-debi ilişkisini gösteren grafikler, güzergaha ait perspektif görünüşler elde edilmiş ve analiz tablolarında nehre ait hidrolik veriler irdelenerek sonuçlar yorumlanmaya, tartışılmaya çalışılmıştır.

4.1. Dicle Nehri Üzerindeki Sanat Yapıları

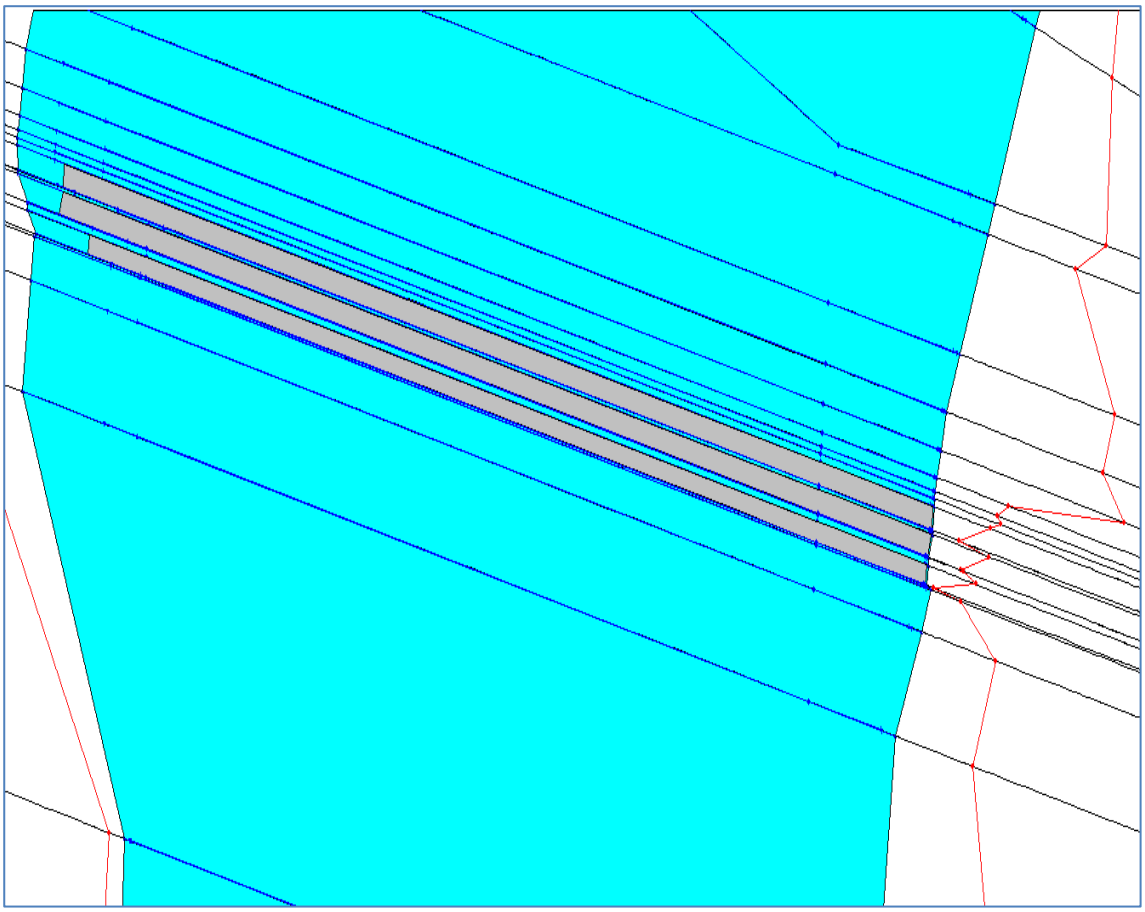
Güzergahımızda membadan itibaren Sadi Köprüsü (Şekil 4.1. ve 4.2.), Üniversite Köprüsü (Şekil 4.4.) ve Tarihi On Gözlü Köprü(Şekil 4.5.) olmak üzere 3 adet sanat yapısı(köprü) bulunmaktadır. Bu köprülerden Sadi Köprüsü yapılış tarihinden yıllar sonra şerit genişletme çalışmaları için inşa edilen yeni köprü ve DİSKİ (Diyarbakır Su ve Kanalizasyon) içme suyu borusu geçişi için yapılan köprü olmak üzere yan yana üç köprüden oluşmaktadır. Eski köprü ile yeni köprünün ayak sayıları, açıklıkları ve kiriş kalınlıkları birbirinden farklı iken yeni köprünün hemen mansabında içme suyu borusu için inşa edilen köprünün ayak sayıları ve açıklıkları aynı ancak kiriş kalınlıkları birbirinden farklıdır (Şekil 4.1.). Bu nedenle her üç köprü ayrı ayrı tanımlanarak bu farklılıkların değişen su yüzü profillerine etkisi detaylı olarak incelenmiştir. Söz konusu sanat yapılarına ait karakteristik bilgiler de Çizelge 4.1.,4.2.,4.3.'te verilmiştir.



Şekil 4.1. Sadi Köprüsü Üstten Görünüm



Şekil 4.2. Sadi Köprüsü Alttan Görünüm



Şekil 4.3. Sadi Köprüsü HEC-RAS Görünümü



Şekil 4.4. Üniversite Köprüsü



Şekil 4.5. Tarihi On Gözlü Köprüsü

Çizelge 4.1. Dicle Nehri Üzerindeki Sanat Yapılarına Ait Karakteristik Bilgiler

Sanat Yapısı	**Tipi**	**Toplam Genişlik (m)**	**Yükseklik (m)**
9+720 (Sadi Köprüsü eski)	Altı Ayak,Yedi Açıklık	200	8.6
9+705 (Sadi Köprüsü yeni)	Yedi Ayak,Sekiz Açıklık	200	9
9+690 (Sadi Köprüsü boru geçişi)	Yedi Ayak,Sekiz Açıklık	200	9.2
6+067 (Üniversite köprüsü)	On Ayak,OnbirAçıklık	420	15
0+135 (Tarihi On Gözlü Köprü)	On Gözlü Kemer	172	10

Çizelge 4.2. Dicle Nehri Üzerindeki Sanat Yapılarına Ait Karakteristik Bilgiler

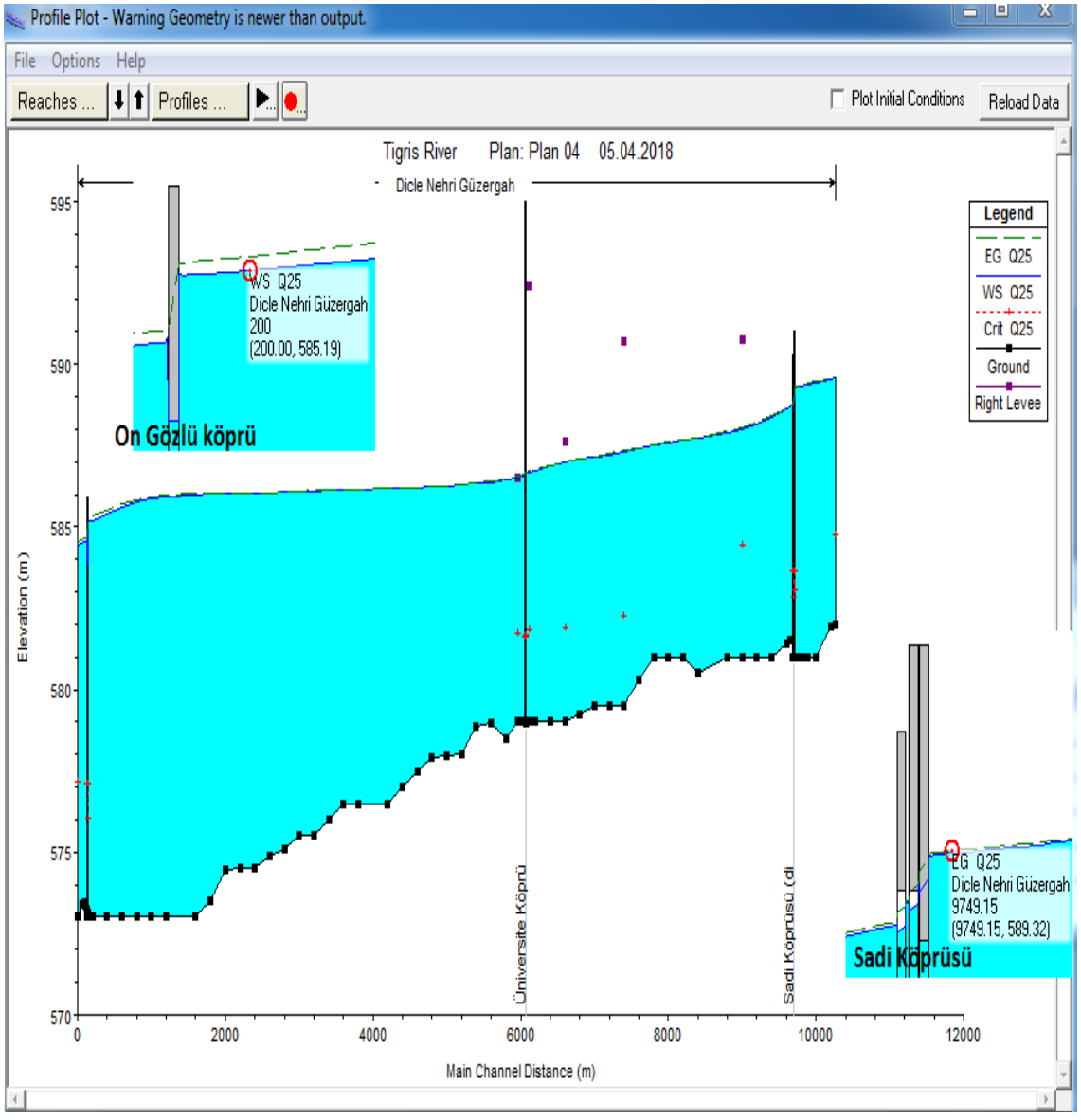
Sanat Yapısı	**Kiriş Kalınlığı (m)**	**Ayak Kalınlığı (m)**	**Yükseklik (m)**
9+720(Sadi Köprüsü eski)	2.4	1.2	8.6
9+705(Sadi Köprüsü yeni)	2	1.2	9
9+690 (Sadi Köprüsü boru geçişi)	1.3	1.2	9.2
6+067 (Üniversite köprüsü)	2.1	1.2	15
0+135 (Tarihi On Gözlü Köprü)	2.2	4~7	10

Çizelge 4.3. Dicle Nehri Üzerindeki Sanat Yapılarına Ait Karakteristik Bilgiler

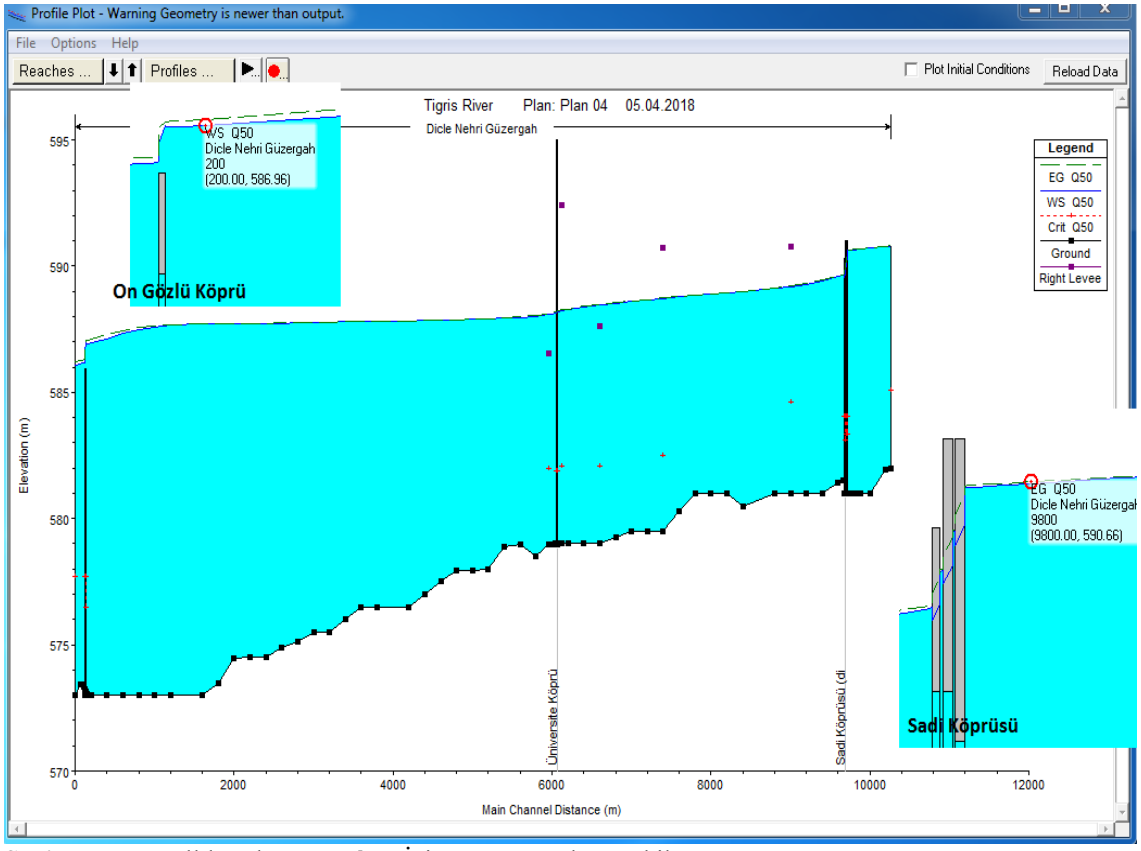
KEMER BOYUTLARI(On Gözlü Köprü)					
Kemer adları	***K1***	***K2***	***K3***	***K4***	***K5***
k.açıklık (metre)	8.50	8.00	13.80	12.00	14.00
k.yükseklik (metre)	5.00	5.00	5.50	5.50	5.50
Kemer adları	***K6***	***K7***	***K8***	***K9***	***K10***
k.açıklık (metre)	8.40	8.70	8.40	8.60	8.20
k.yükseklik (metre)	4.80	4.75	4.80	4.90	4.90

4.2. Dicle Nehri Su Yüzü Profillerinin İncelenmesi

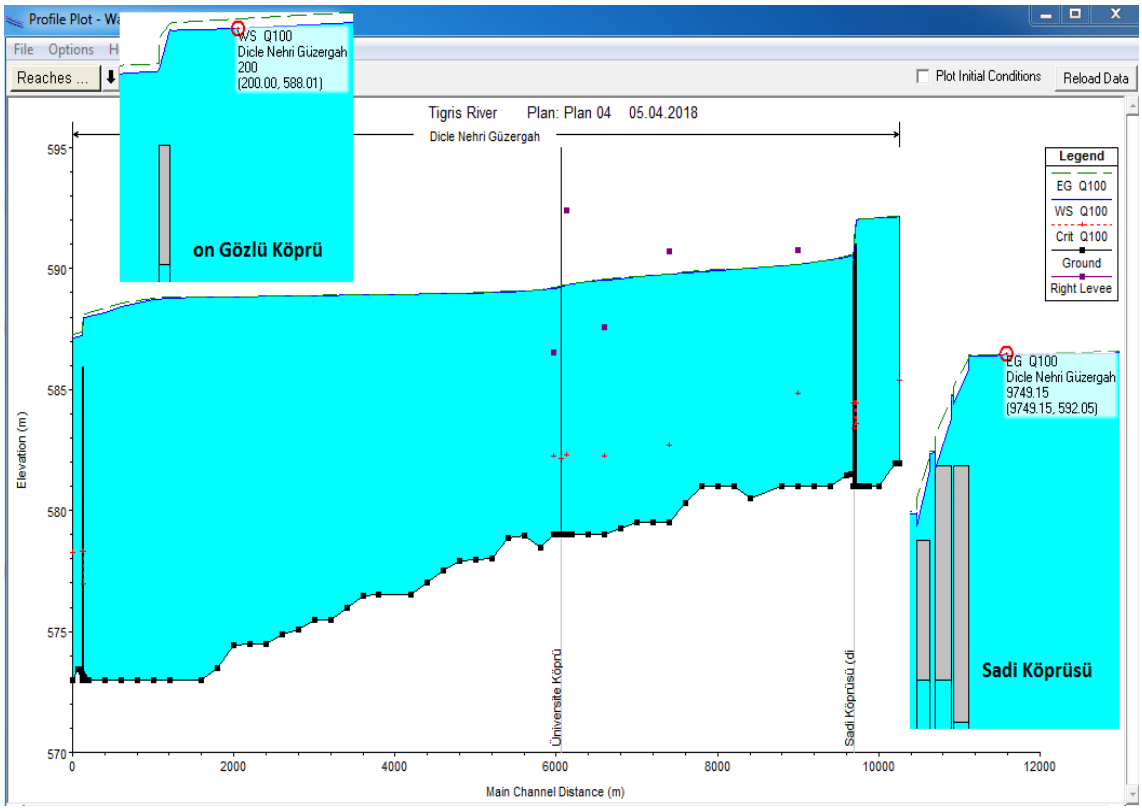
Dicle Nehrinin hidrolik analizleri paket programın 4.1 versiyonu kullanılarak yapılmıştır. Mevcut sanat yapılarının ölçüleri ve gözlemler neticesinde elde edilen veriler de modele eklenerek hesaplama yapılmış ve farklı tekerrür debilerine göre elde edilen su yüzü profilleri Şekil 4.6.-Şekil 4.9'da verilmiştir. Güzergaha ait farklı tekerrür debilerindeki elde edilen boy profiller incelendiğinde sanat yapılarından sadece Üniversite Köprüsünde taşkın konusunda sıkıntı yaşanmazken diğer sanat yapılarında taşkın suları köprülerimizin üzerinden savaklanmaktadır. Bu başlıkta sadece boy profiller verilmiş olup sanat yapılarının su yüzü profilleri konusuna ayrıca değinilecektir.



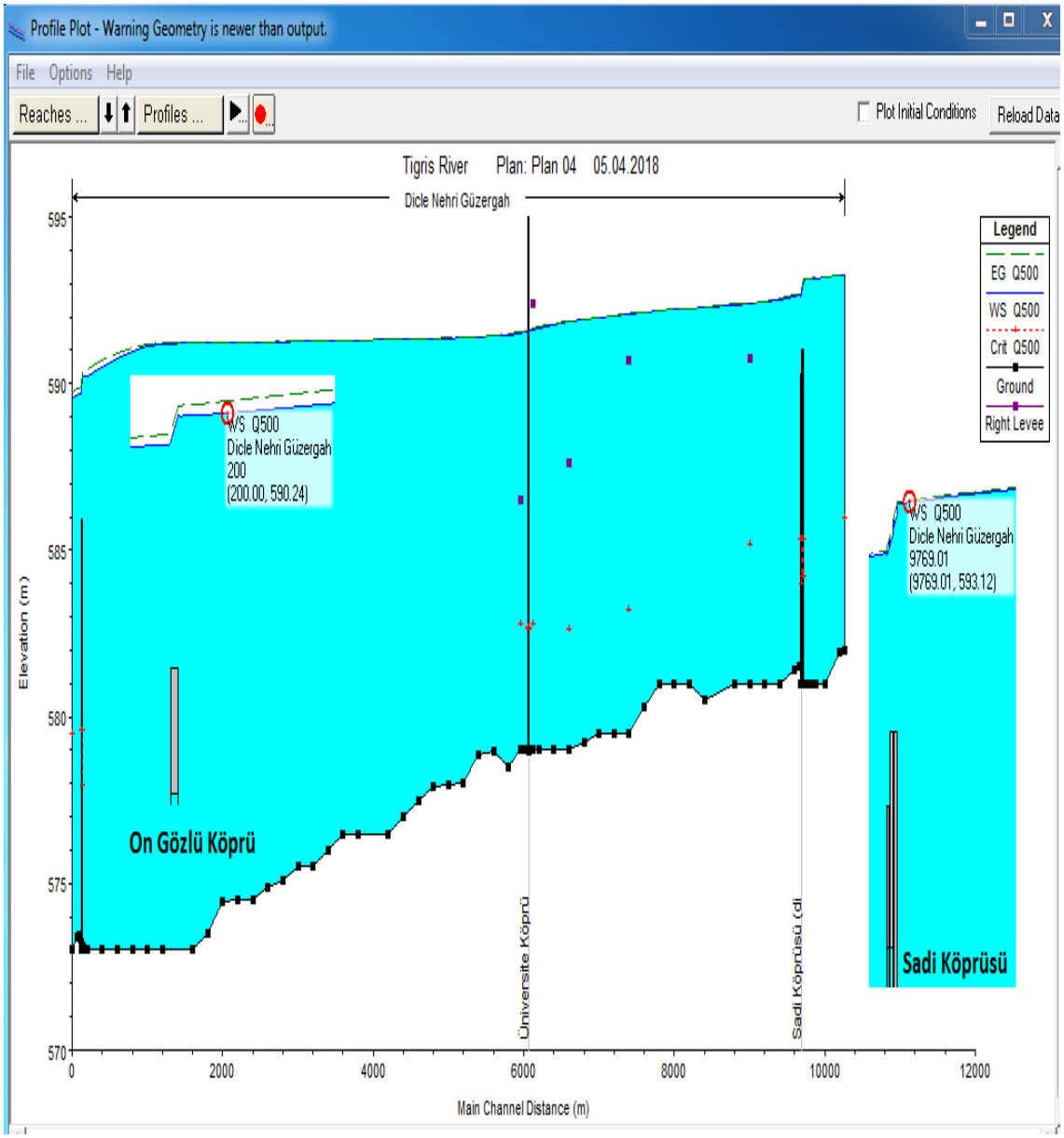
Şekil 4.6. Q_{25} Yıllık Tekerrür Debisi İçin Sanat Yapıları Dâhil Mevcut Durum



Şekil 4.7. Q_{50} Yıllık Tekerrür Debisi İçin Sanat Yapıları Dâhil Mevcut Durum



Şekil 4.8 Q_{100} Yıllık Tekerrür Debisi İçin Sanat Yapıları Dâhil Mevcut Durum

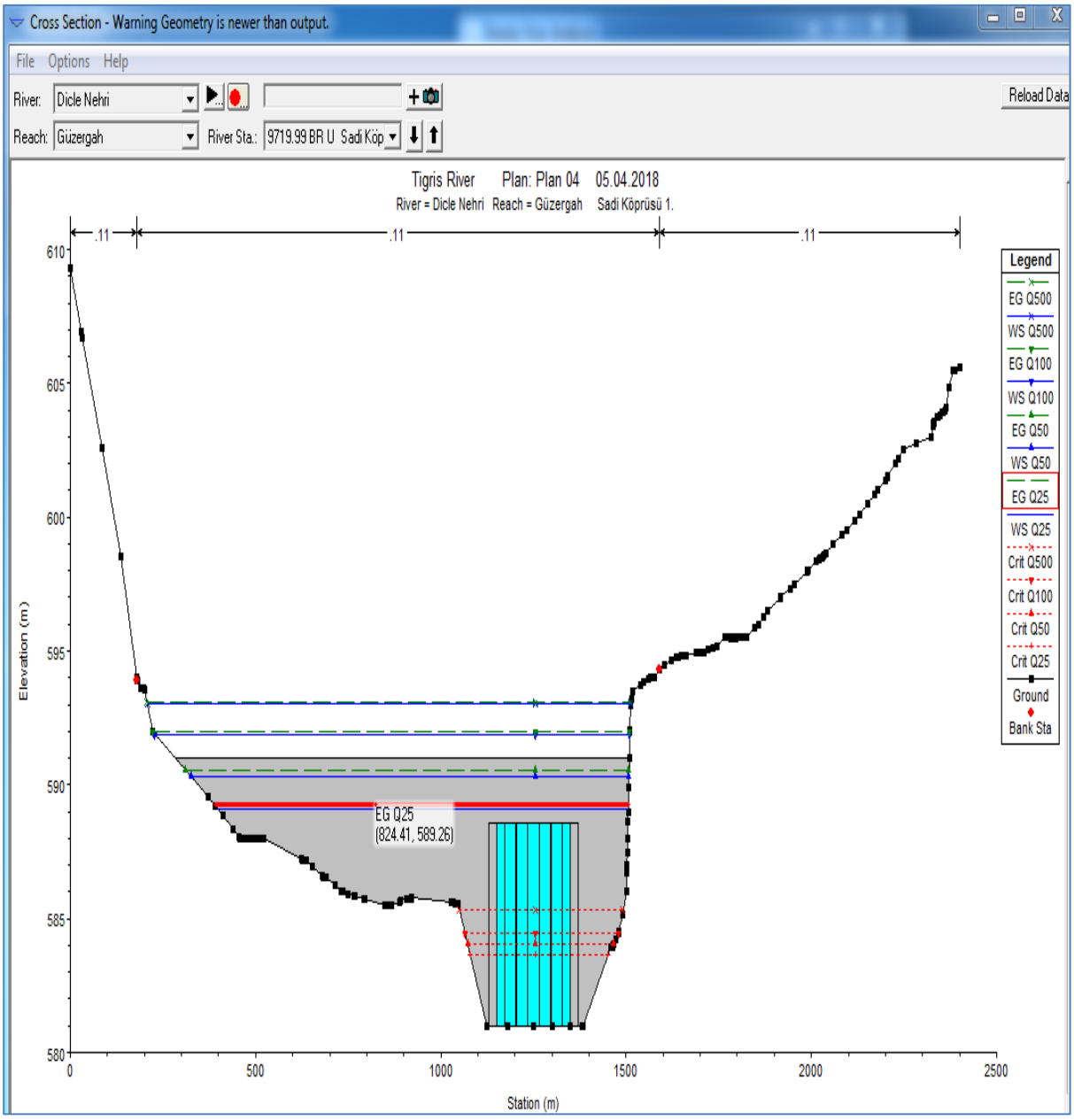


Şekil 4.9. Q_{500} Yıllık Tekerrür Debisi İçin Sanat Yapıları Dâhil Mevcut Durum

4.3. Sanat Yapılarının Kapasite Hesabı

Sanat Yapısı 1 (Sadi Köprüsü-eski Km: 9+720)

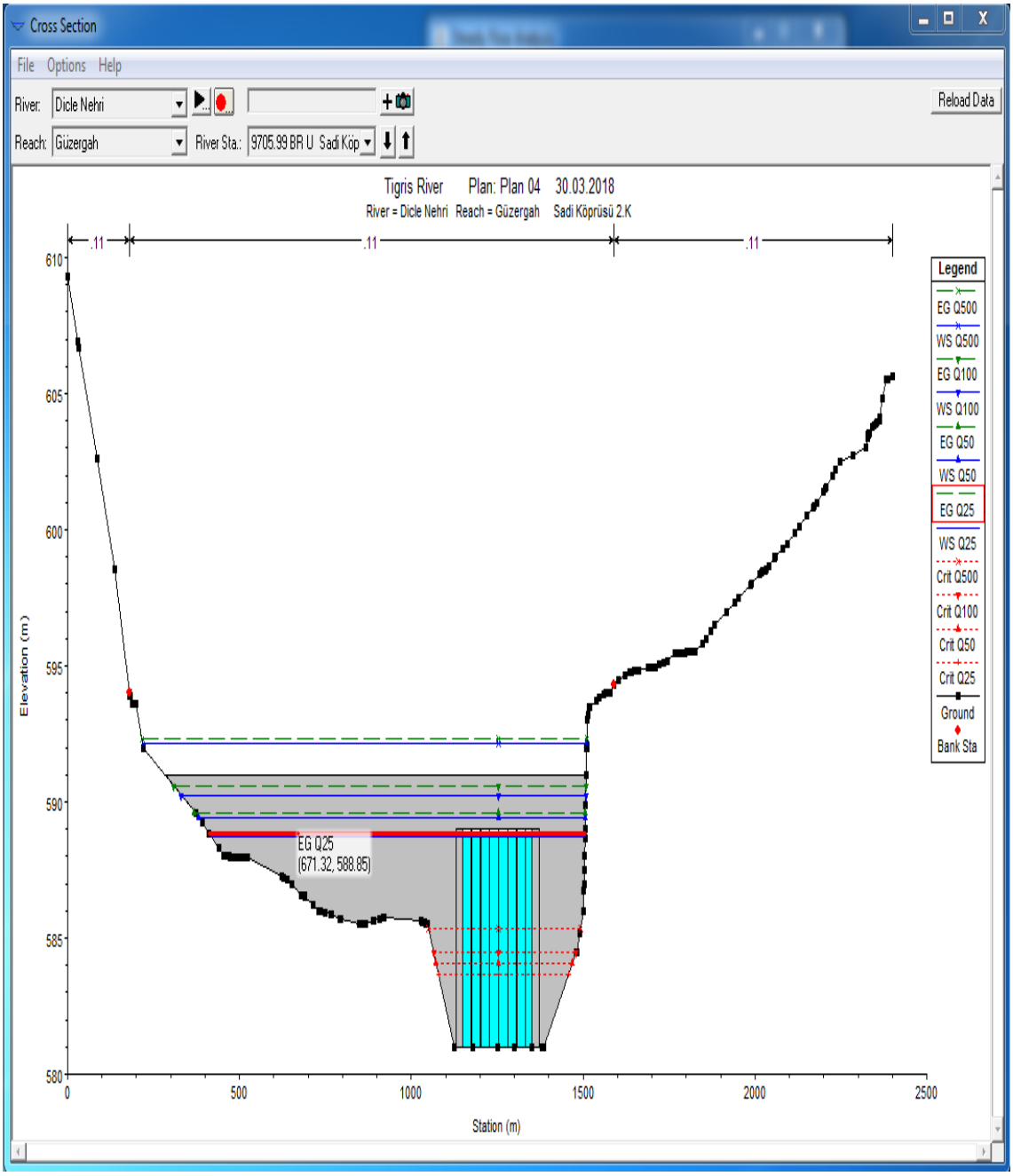
Dicle Nehri üzerinde bulunan yan yana inşa edilmiş altı ayaklı, yedi açıklıklı köprümüzün görünümü Şekil 4.1.'de verilmişti. Söz konusu sanat yapısının tüm tekerrür debilerine göre oluşan su üst kotları Şekil 4.10.'da görülmektedir. Köprü kiriş kotları ve taşkın kotlarından da görülebileceği gibi su yüksekliği, köprünün kiriş altı seviyesine erişmekte olup köprü tabliyesi dahil aştığını, köprünün kapasitesinin yetersiz olduğu görülmektedir.



Şekil 4.10. Km: 9+720 Kesitindeki Köprü'nün(Sadi) Görünümü

Sanat Yapısı 2 (Sadi Köprüsü-yeni Km: 9+705)

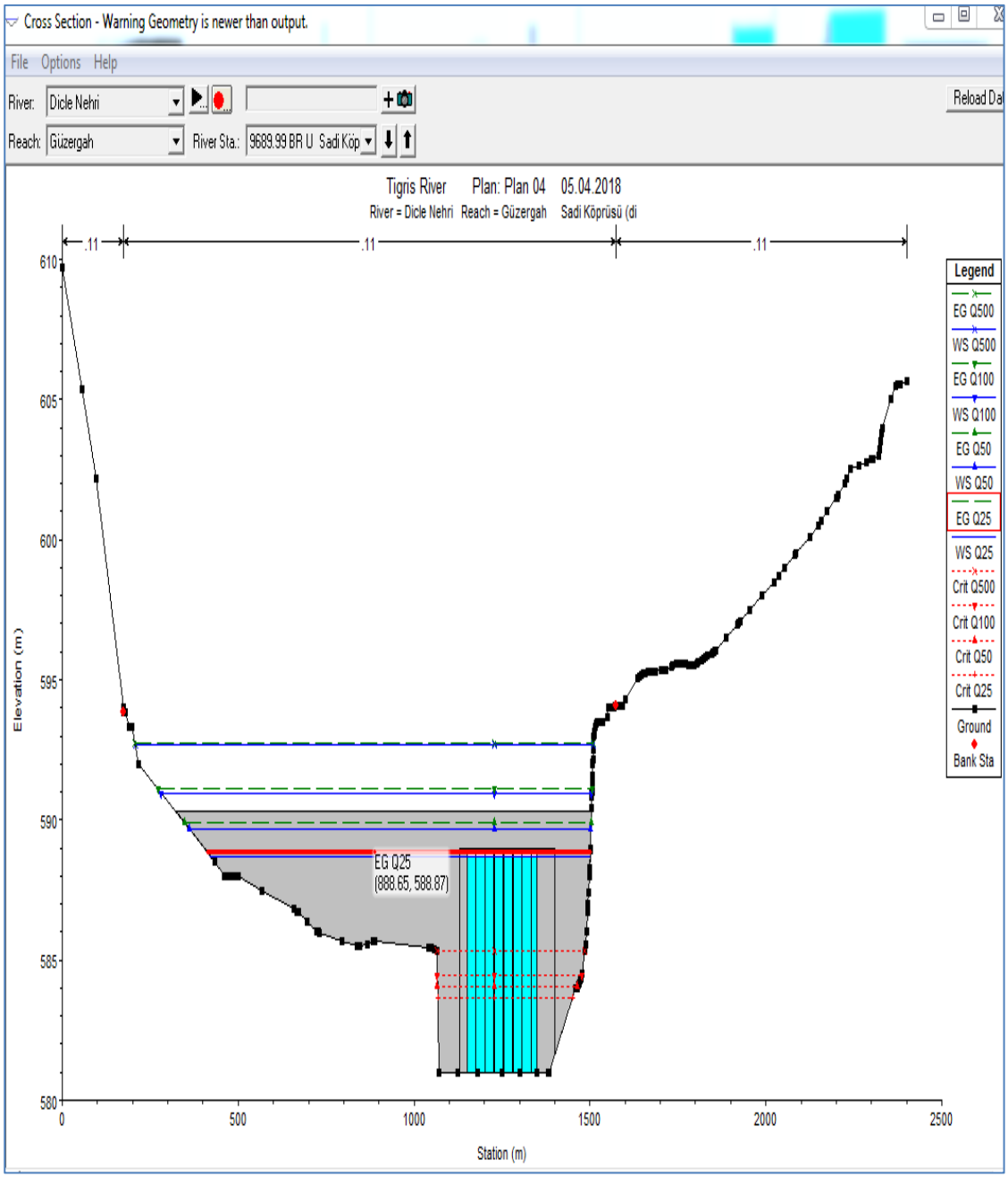
Söz konusu sanat yapısının tüm tekerrür debilerine göre oluşan su üst kotları Şekil 4.11.'de görülmektedir. Köprü kiriş kotları ve taşkın kotlarından da görülebileceği gibi su yüksekliği köprünün kiriş altı seviyesine sadece Q_{25} yıllık debiye göre erişmemektedir. Bunun nedeni olarak ilk köprünün tabliye kalınlığının daha fazla olması gösterilebilir. Bunun yanı sıra diğer debiler için köprünün kapasitesinin yetersiz olduğu görülmektedir.



Şekil 4.11. Km: 9+705 Kesitindeki Köprü'nün(Sadi) Görünümü

Sanat Yapısı 3 (Sadi Köprüsü-Boru geçişi Km: 9+690)

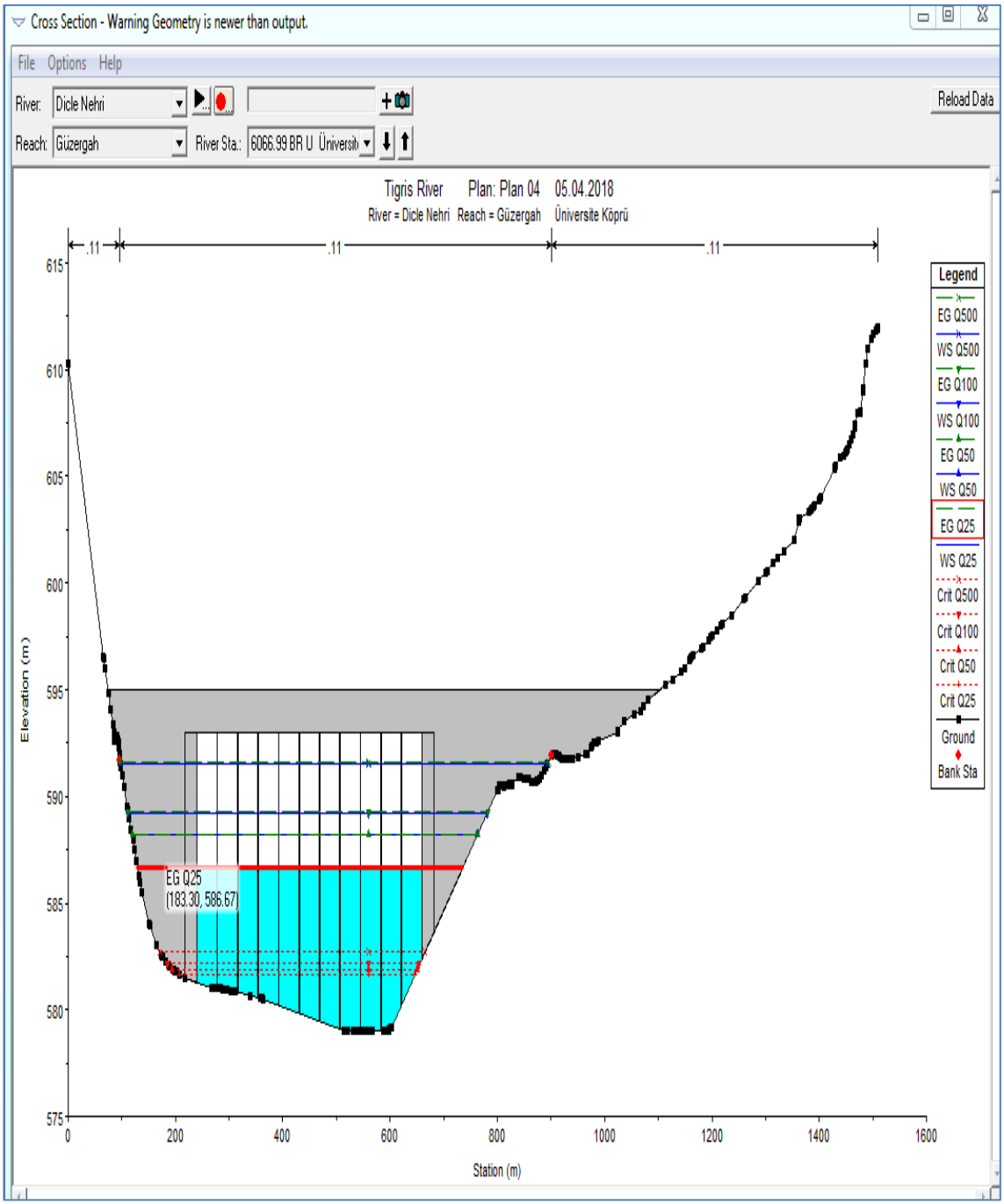
Söz konusu sanat yapısının tüm tekerrür debilerine göre oluşan su üst kotları Şekil 4.12.'de görülmektedir. Köprü kiriş kotları ve taşkın kotlarından da görülebileceği gibi su yüksekliği köprünün kiriş altı seviyesine sadece Q_{25} yıllık debiye göre erişmemektedir Bunun neden olarak ilk köprünün tabliye kalınlığının daha fazla olması gösterilebilir. Diğer tekerrür debiler için köprünün kapasitesinin yetersiz olduğu görülmektedir.



Şekil 4.12. Km: 9+690 Kesitindeki Köprü'nün (Sadi) Görünümü

Sanat Yapısı 4 (Üniversite Köprüsü Km: 6+065)

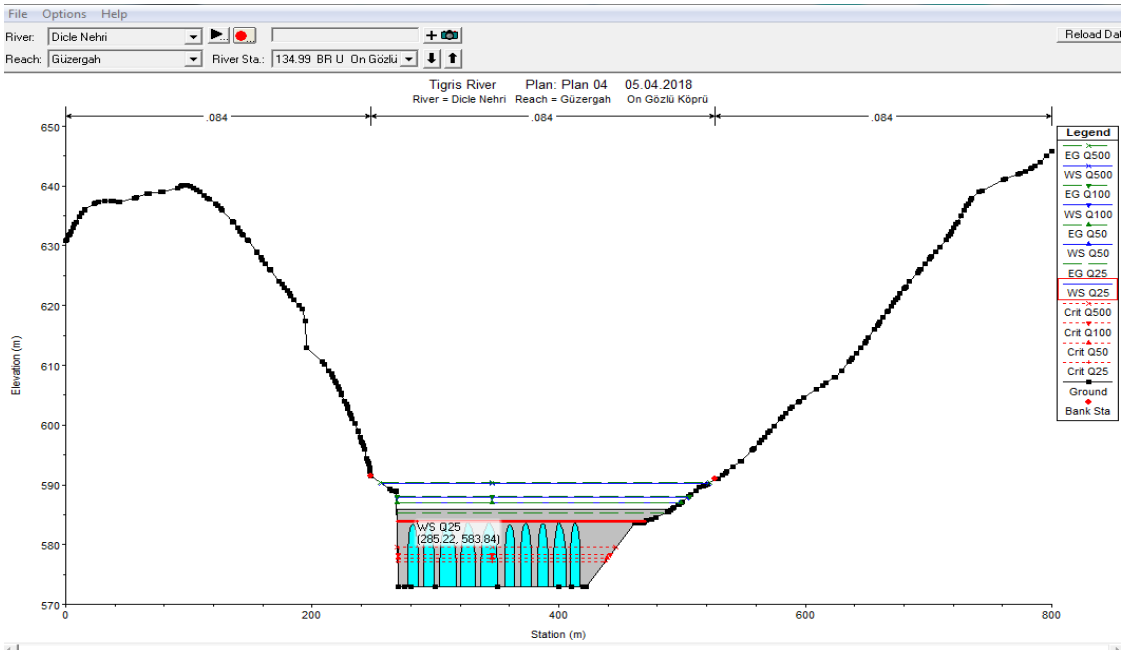
Dicle Nehri üzerinde bulunan yan yana inşa edilmiş on ayaklı, on bir açıklıklı köprümüzün görünümü Şekil 4.4.'te verilmişti. Söz konusu sanat yapısının tüm tekerrür debilerine göre oluşan su üst kotları Şekil 4.13.'te görülmektedir. Köprü kiriş kotları ve taşkın kotlarından da görülebileceği gibi su yüksekliği köprünün kiriş altı seviyesine erişmemekte olup köprünün kapasitesinin oldukça yeterli olduğu sonucuna varılabilmektedir.



Şekil 4.13. Km: 6+065 Kesitindeki Köprü'nün(Üniversite) Görünümü

Sanat Yapısı 5 (Tarihi On Gözlü Köprü Km: 0+135)

Dicle Nehri üzerinde bulunan yan yana inşa edilmiş on gözlü köprümüzün görünümü Şekil 4.5.'te verilmişti Söz konusu sanat yapısının tüm tekerrür debilerine göre oluşan su üst kotları Şekil 4.15.'te görülmektedir. Köprü kiriş kotları ve taşkın kotlarından da görülebileceği gibi köprünün kapasitesinin yetersiz olduğu görülmektedir.



Şekil 4.14. Km: 0+135 Kesitindeki Köprü'nün(On Gözlü) Görünümü

4.4. Taşkın Kesitlerinin Değerlendirilmesi

Kesitlerin taşkın analizi yapıldıktan sonra kesitlerde yükselecek su seviyelerine göre taşkın olup olmayacağı hususu değerlendirilebilecektir. Analizi yapılan kesitlerden sanat yapıları dışında kalan ve kritik diyebileceğimiz belirli bölgelerden alınan kesitler aşağıdaki şekillerle (Şekil 4.15-Şekil 4.17) beraber açıklanmaya çalışılmıştır. Dicle Nehrinin çalışma yaptığımız kısmı her ne kadar yerleşim yerlerinden geçmiyor olsa da taşkınların oluşturacağı zararlar sadece can kayıplarıyla sınırlı değil, aynı zamanda verimli tarım arazilerine, alt yapı tesislerine ve canlılara zarar vermek suretiyle tabii yaşamı olumsuz yönde sosyal ve ekonomik kesintiye uğratacak potansiyele sahiptir. Güzergahımızda yerleşim merkezi etrafında Dicle Nehri boyunca yer alan ve Diyarbakır'ın sebze, meyve ihtiyacının büyük bir bölümünün karşılandığı, aynı zamanda 2015 yılında UNESCO tarafından Dünya Kültür Mirası Listesine alınan Hevsel Bahçeleri, turizm açısından önemli konuma sahip Tarihi Dicle Köprüsü (On Gözlü Köprü), balıkçılık ve meyvecilik geliştirme projesi kapsamında işletme halindeki tesisler, Dicle Üniversitesine bağlı tesisler ve hastaneler dahil bazı yerleşim birimleri, ayrıca Diyarbakır'ı bölgesel bir spor merkezi haline dönüştürmek ve bu doğrultuda kentin kültürel ve sosyal kalkınmasında sporu ve rekreasyonu ön plana çıkarmak üzerine yapılması düşünülen Dicle Vadisi projesinin ilk etabı olan Tarihi On Gözlü Köprü rekreasyon alanı bulunmaktadır.



Şekil 4.15. Hevsel Bahçeleri Görünüm



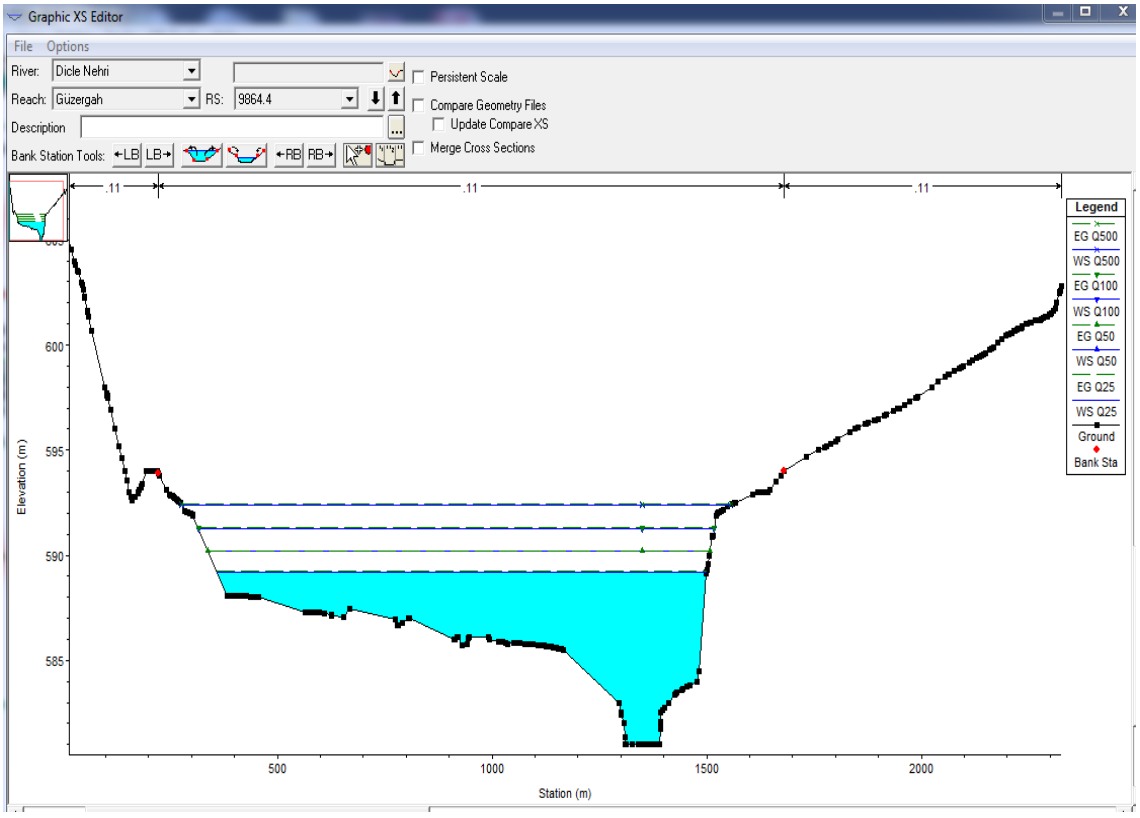
Şekil 4.16. Balıkçılık Ve Meyvecilik Geliştirme Tesisleri



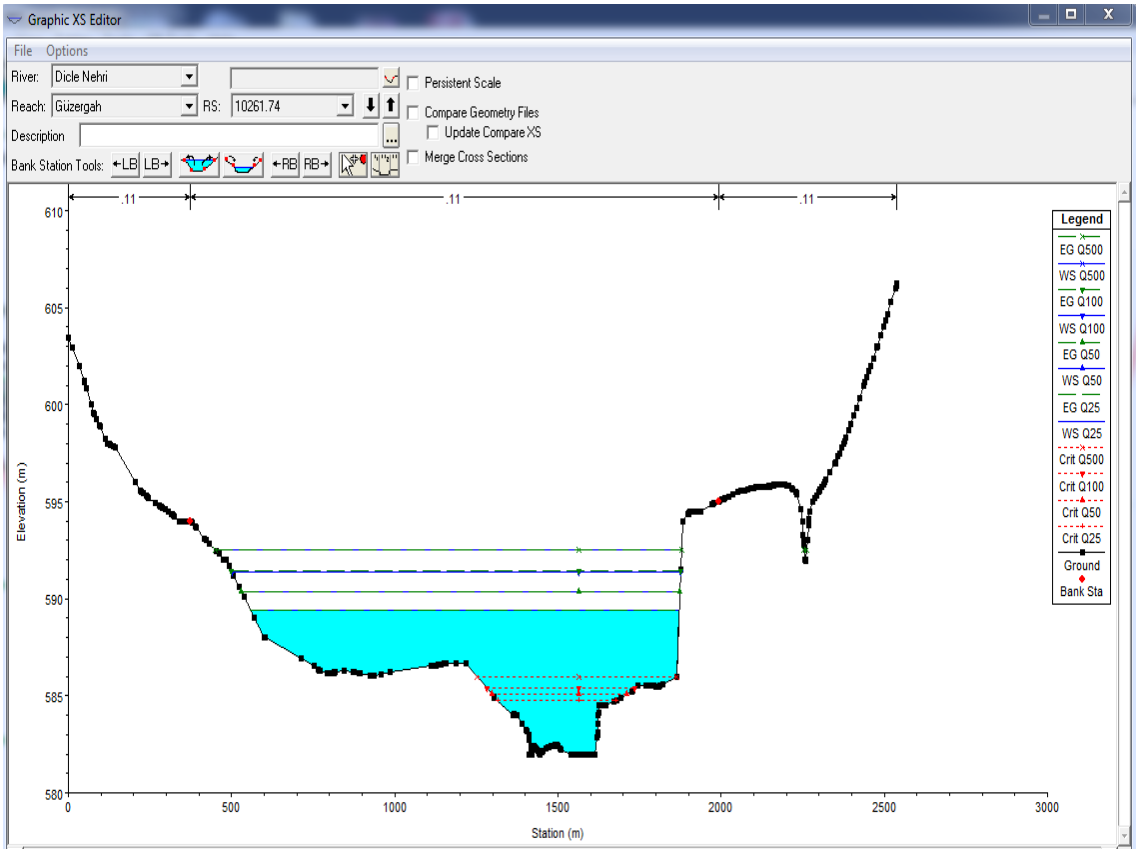
Şekil 4.17. Tarihi On Gözlü Köprü ve Dicle Vadisi Projesi Rekreasyon Alanı

Söz konusu kritik bölgelerden kesitler alınarak değerlendirmeler yapılmıştır. Kesitlerde hidrolik ve hidrolojik koşullara göre akım seviyeleri verilmektedir. Dikkat çekilen bu kesitlerde tekerrür debilerine göre enerji çizgisi (EG), su yüzeyi (WS), ve kritik derinlik (CRİT) gibi tanımlamalar ilgili seviyeleri göstermektedir.

Sadi Köprüsü membasında kalan kesitler (9+864-10+261) incelendiğinde membaya doğru sol tarafta bulunan Diyarbakır Orman İşletmeleri Fidanlık Bölge Müdürlük sahasının hesaplanan debilere göre maksimum debi olan Q_{500} debisi şartlarında taşkın sınırlarında olduğu gözlemlenmiştir.

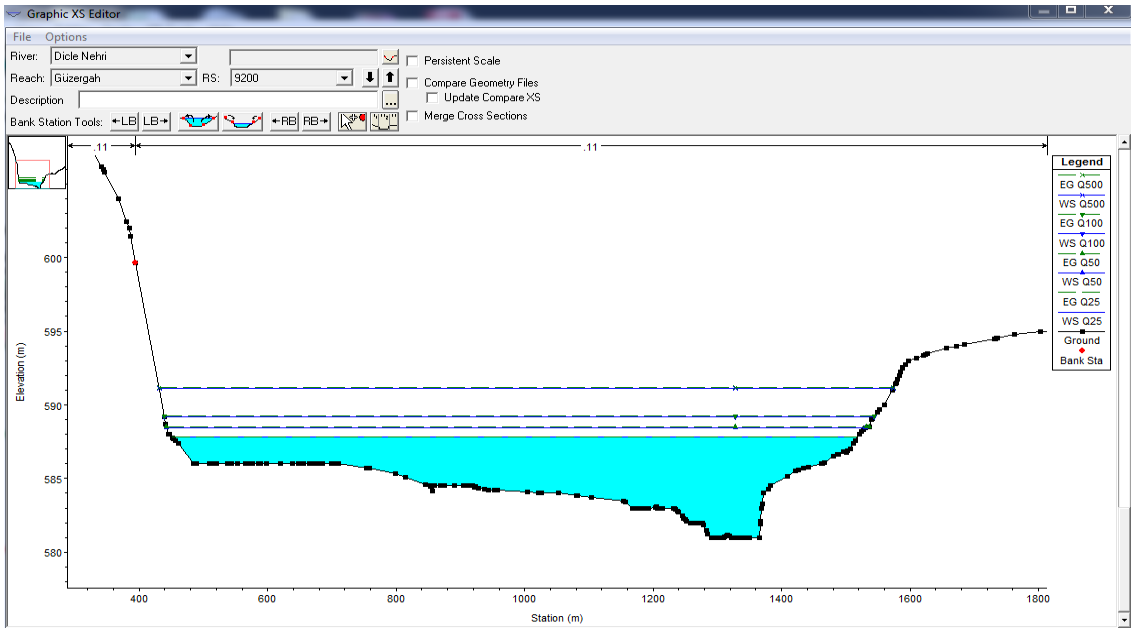


Şekil 4.18. Km:9+864 Kesit Görüntüsü ve Su Yüzü Profilleri

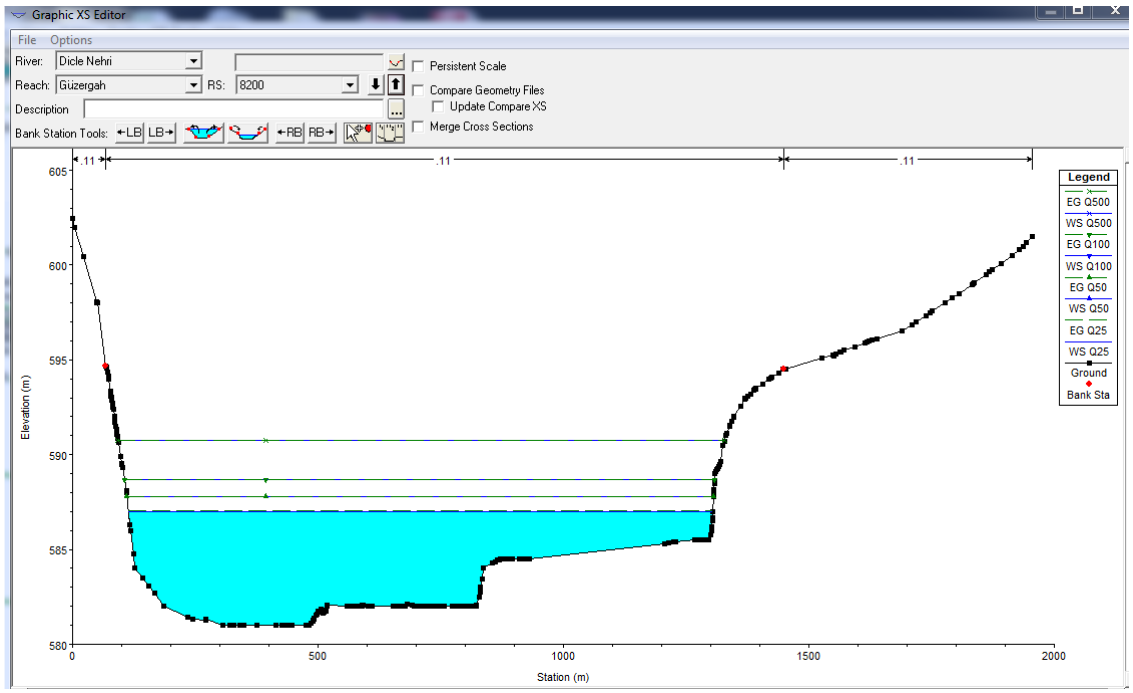


Şekil 4.19. Km:10+261 Kesit Görüntüsü ve Su Yüzü Profilleri

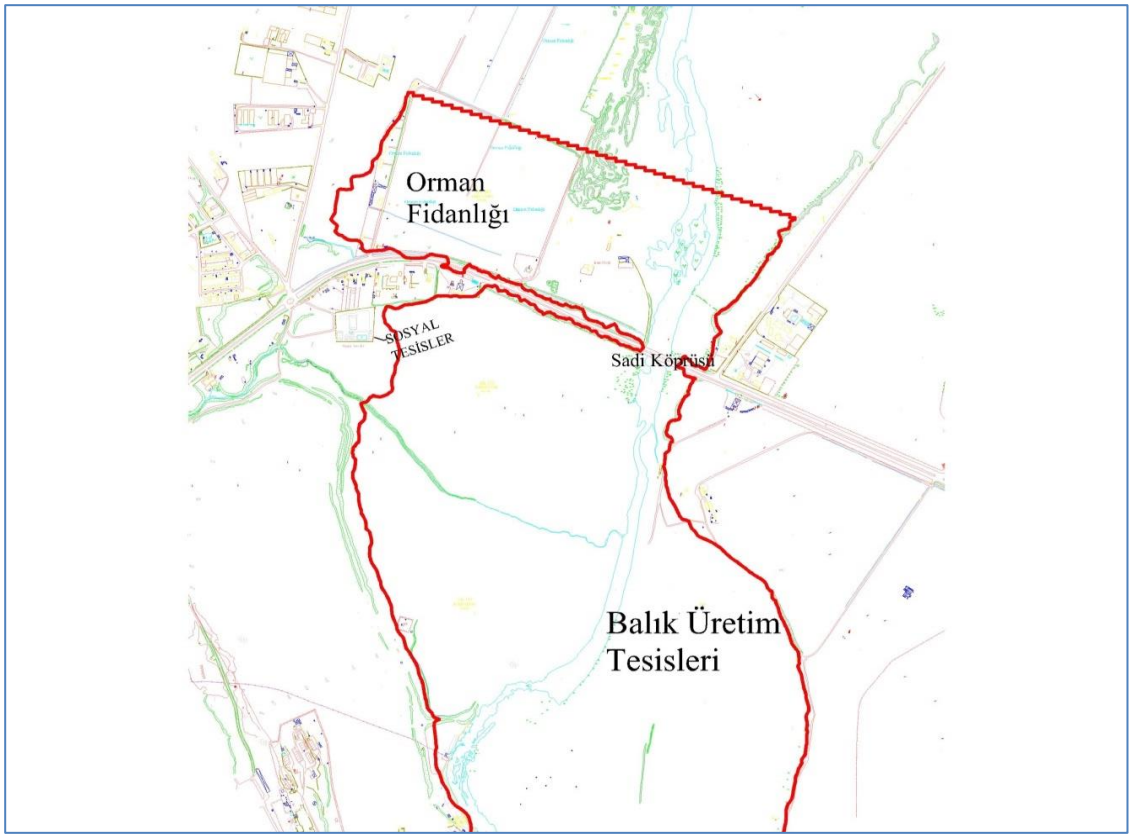
Sadi Köprüsü mansap tarafında yer alan (Şekil 4.22-Şekil 4.25.) kesitler (9+200-8+200) incelendiğinde mansaba doğru sağ tarafta özel işletmelere bağlı sosyal tesislerin sadece 25 yıllık tekerrür debilerinde taşkın sınırlarında olmadığı ancak diğer tüm tekerrür debilerine göre sol tarafta işletme halindeki canlı balık yetiştirme tesisleri de dahil taşkın sınırları içerisinde olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca 25 yıllık yineleme debilerinde Sadi Köprüsünde savaklanma olmazken diğer tekerrür debilerinde savaklanma olmaktadır (Şekil 4.22.).



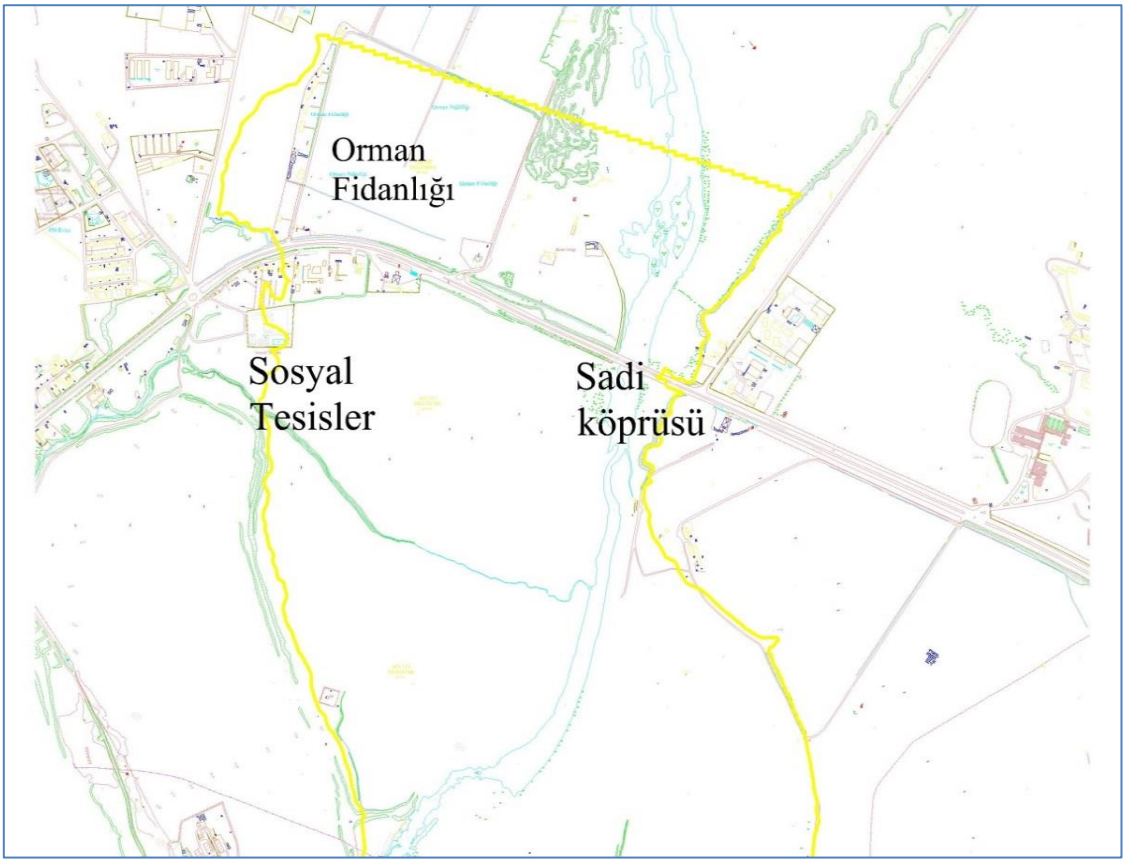
Şekil 4.20. Km:9+200 Kesit Görüntüsü ve Su Yüzü Profilleri



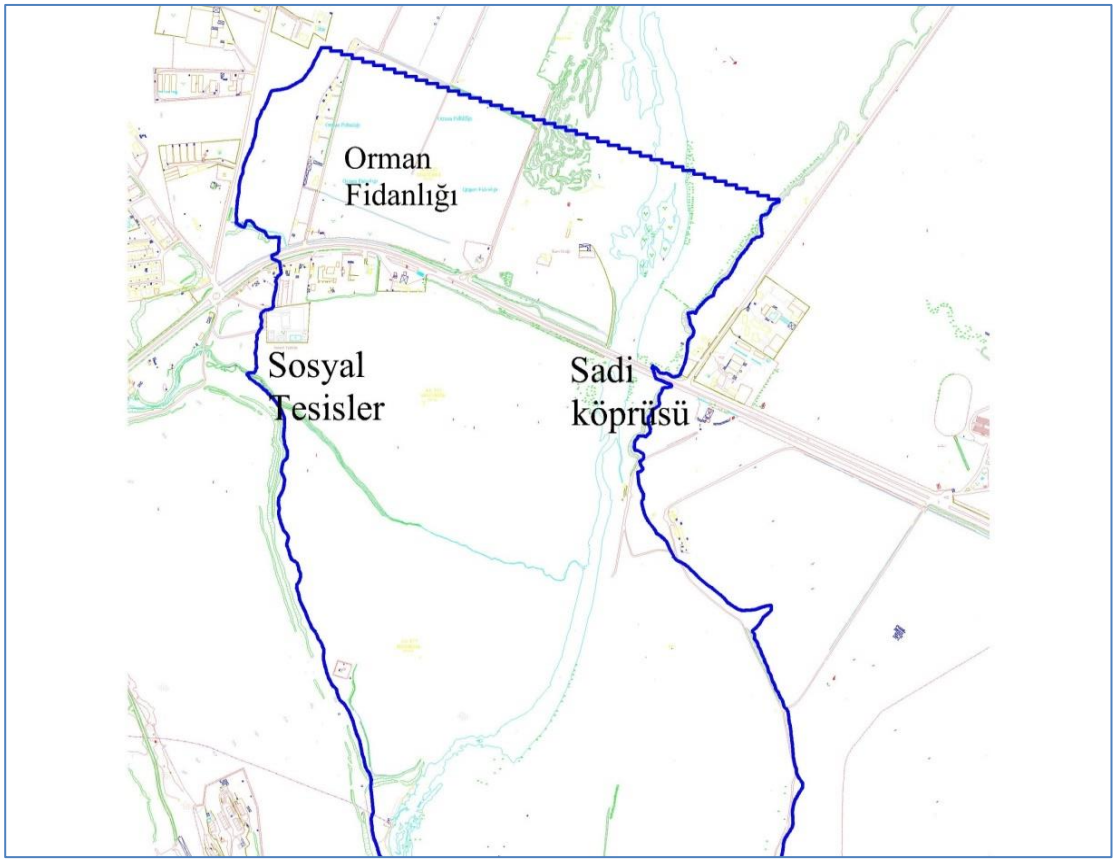
Şekil 4.21. Km:8+200 Kesit Görüntüsü ve Su Yüzü Profilleri



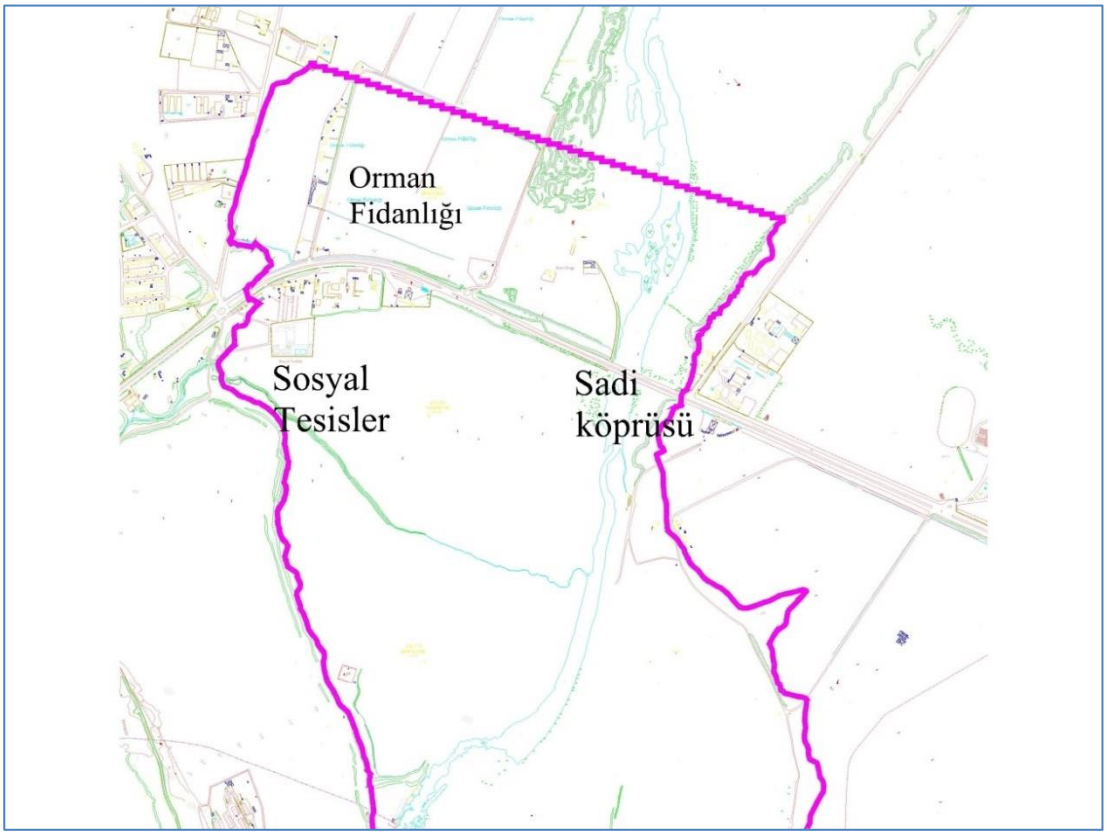
Şekil 4.22. Q_{25} Yıllık Taşkın Sınırları(Sadi Köprüsü Civarı)



Şekil 4.23. Q_{50} Yıllık Taşkın Sınırları (Sadi Köprüsü Civarı)

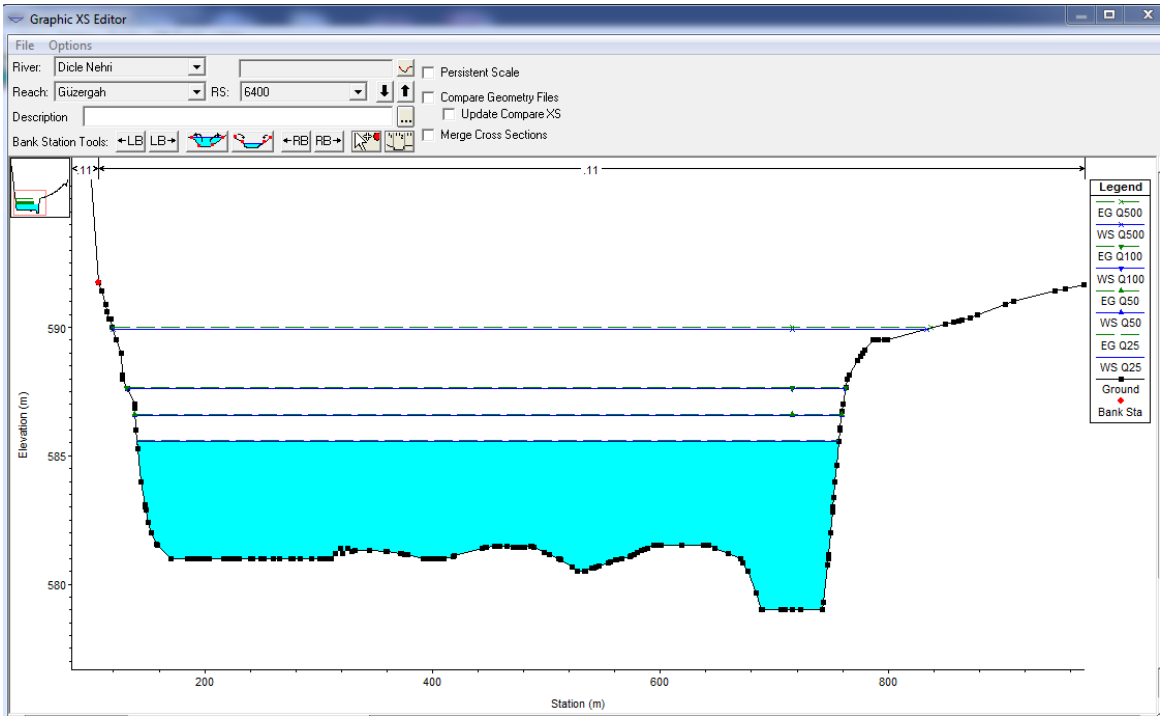


Şekil 4.24. Q_{100} Yıllık Taşkın Sınırları (Sadi Köprüsü Civarı)

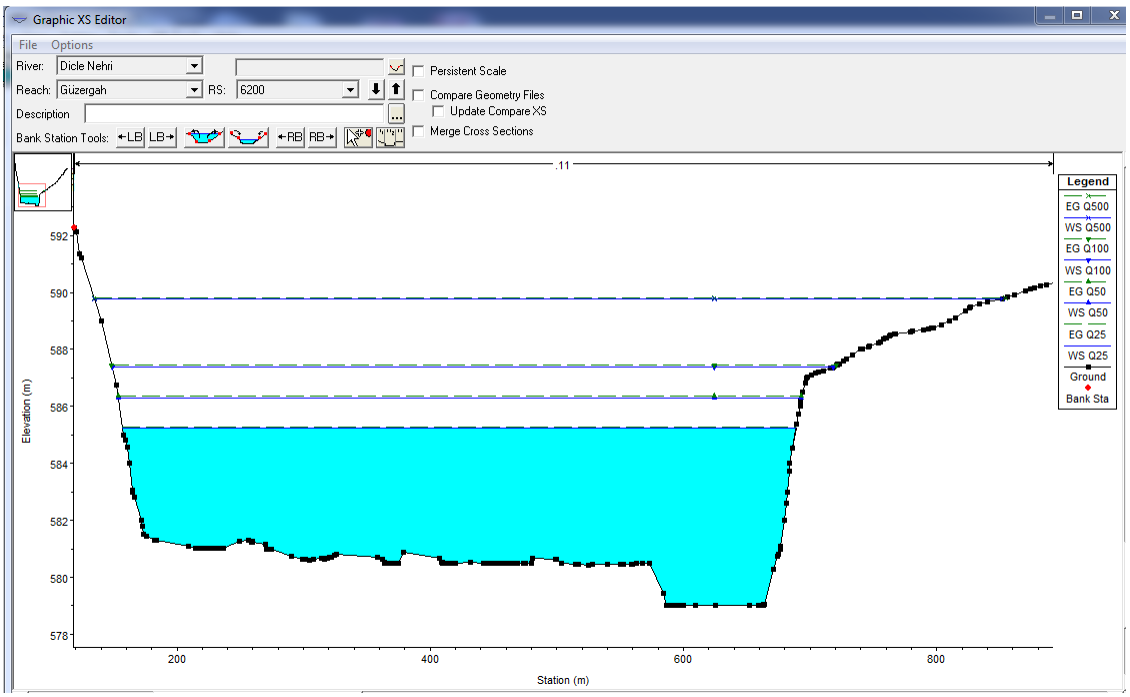


Şekil 4.25. Q_{500} Yıllık Taşkın Sınırları (Sadi Köprüsü Civarı)

Üniversite Köprüsünün membasına doğru sağ tarafta kalan Dicle Üniversitesine bağlı hastane ve sol tarafta bulunan az da olsa yerleşim alanları ile ilgili olarak aşağıdaki kesitler (6+400-6+200) incelendiğinde söz konusu hastanesinin taşkın sınırları dışında kaldığı ve herhangi bir taşkın riskinin olmadığı, sağ tarafta kalan yerleşim alanlarının taşkın sınırları içerisinde olduğu gözlemlenmiştir.

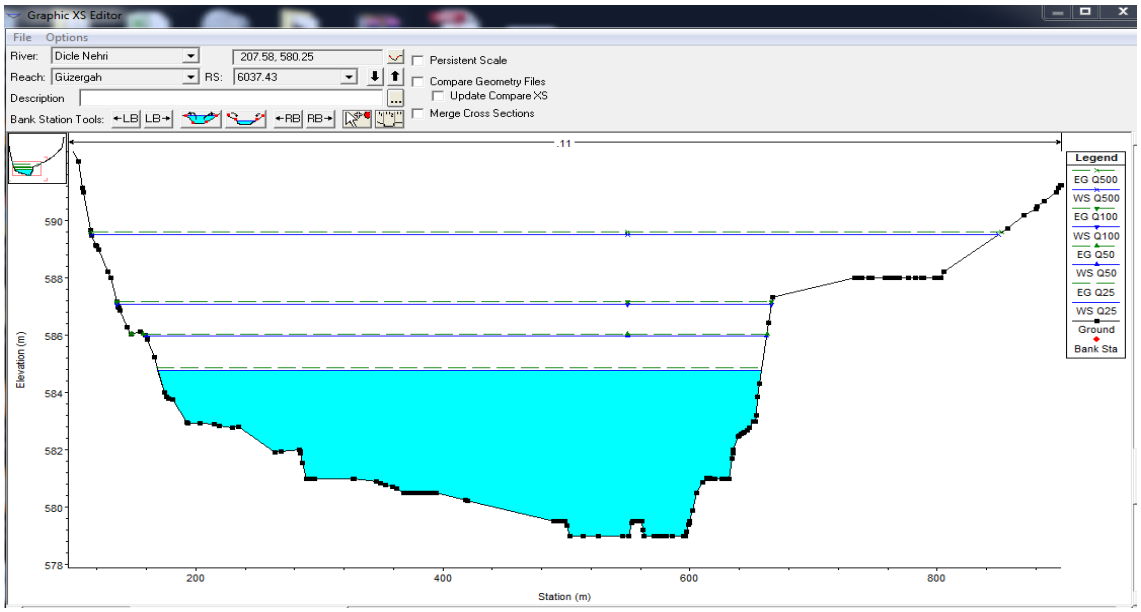


Şekil 4.26. Km:6+400 Kesit Görüntüsü ve Su Yüzü Profilleri

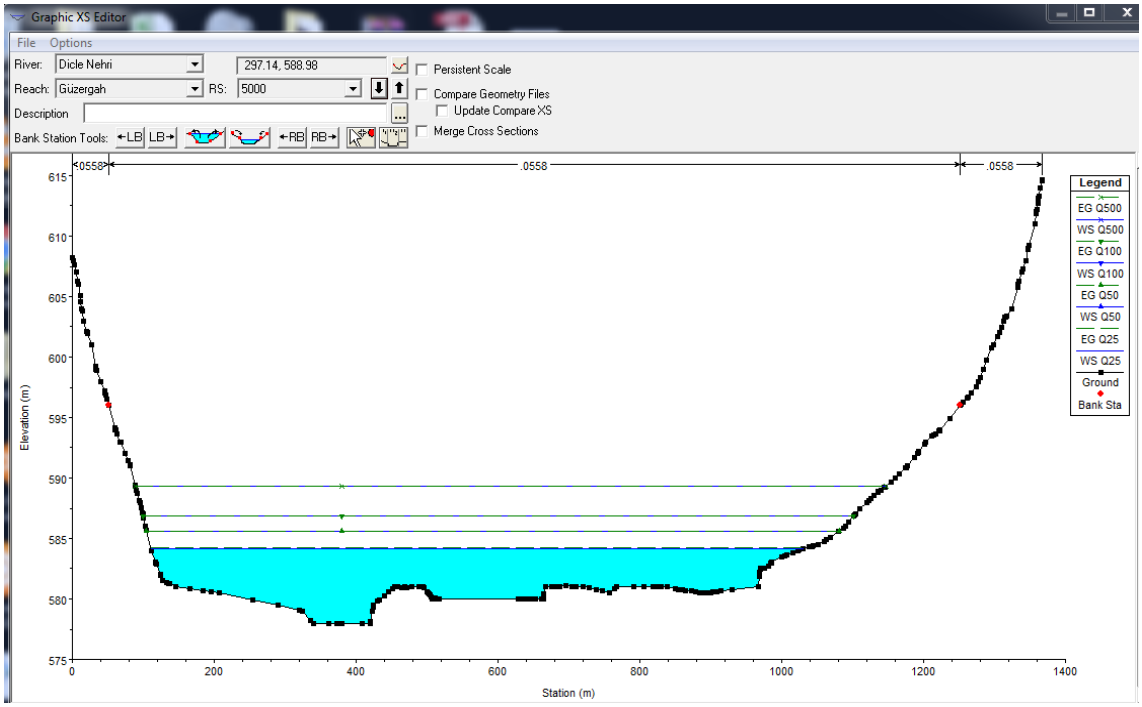


Şekil 4.27. Km:6+200 Kesit Görüntüsü ve Su Yüzü Profilleri

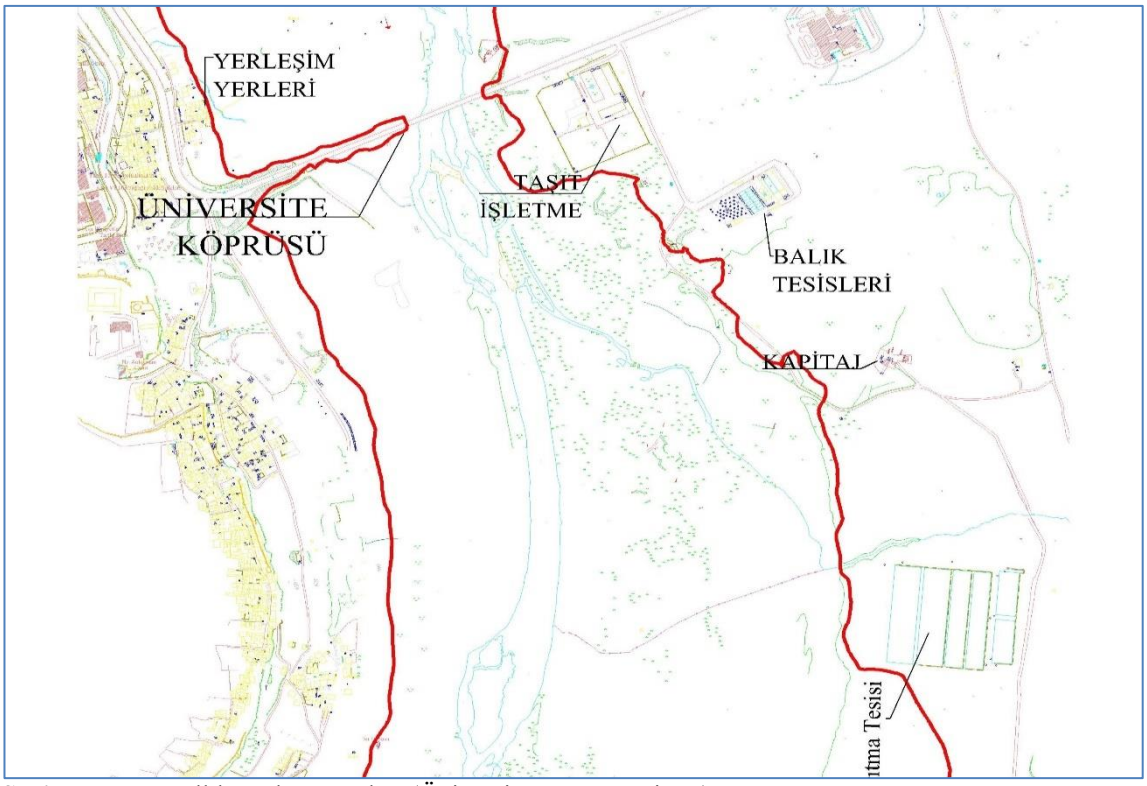
Üniversite Köprüsü mansabında sol tarafta yer alan Dicle Üniversitesi taşıt işletme şubesi, balık tesisi, su toplama havuzu (kapitaj) ve atık su tesisleri ile ilgili olarak (Şekil 4.30.-Şekil 4.33.) aşağıdaki kesitler (6+037-5+000) incelendiğinde söz konusu taşıt işletme şube müdürlüğü tesisleri, balık işletme tesisleri, su toplama havuzu (kaptaj)'nun 25 yıllık tekerrür debilerinde taşkın sınırlarında olmadığı, ancak diğer tüm yineleme debilerinde taşkın sınırları içerisinde olduğu, bunun yanı sıra atık su tesisinin de kısmi olarak taşkın sınırlarında olduğu gözlemlenmiştir.



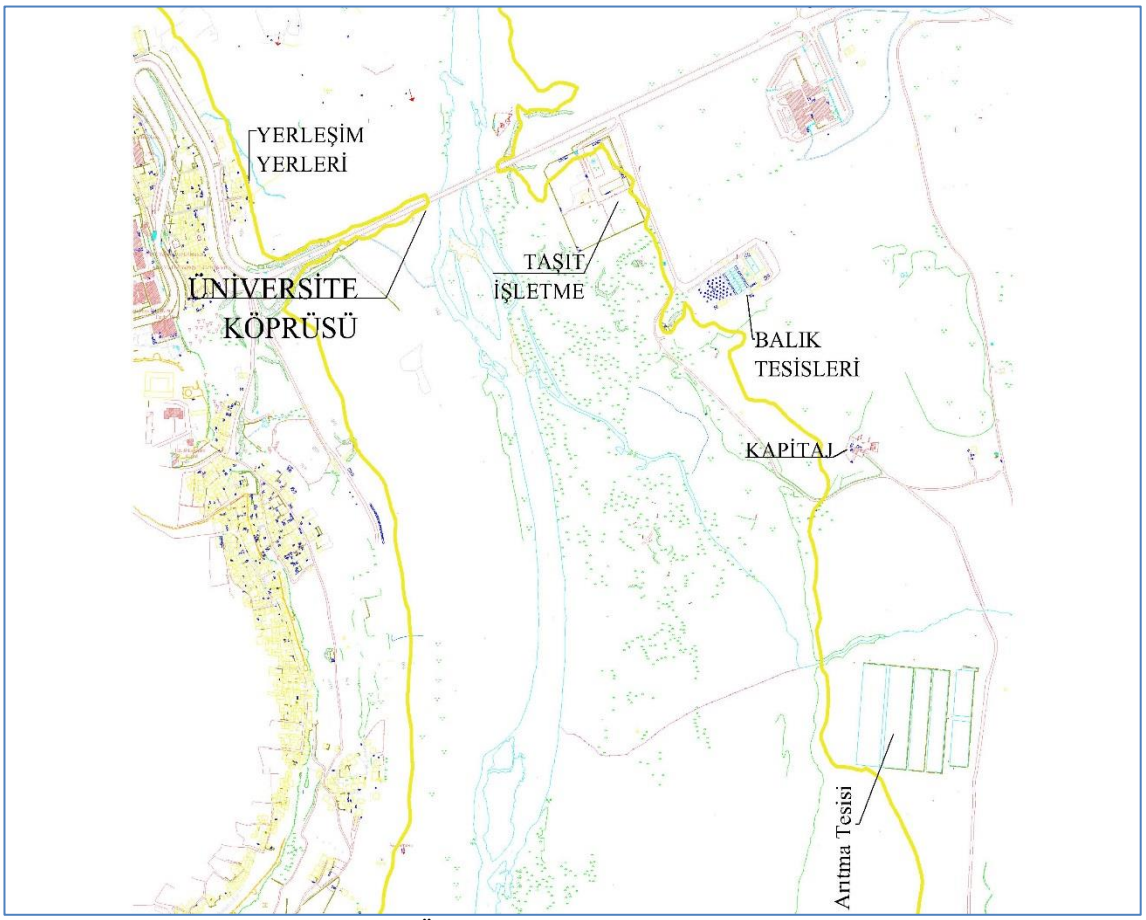
Şekil 4.28. Km:6+037 Kesit Görüntüsü ve Su Yüzü Profilleri



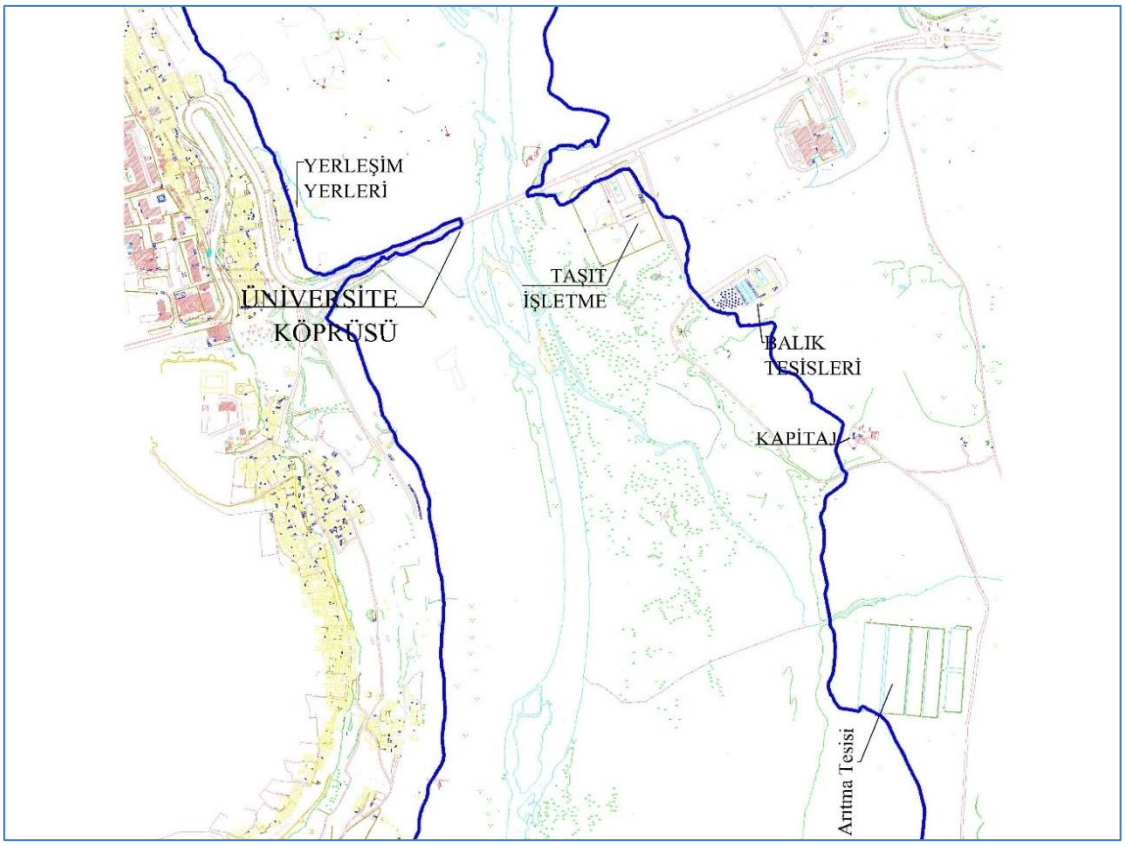
Şekil 4.29. Km:5+000 Kesit Görüntüsü ve Su Yüzü Profilleri



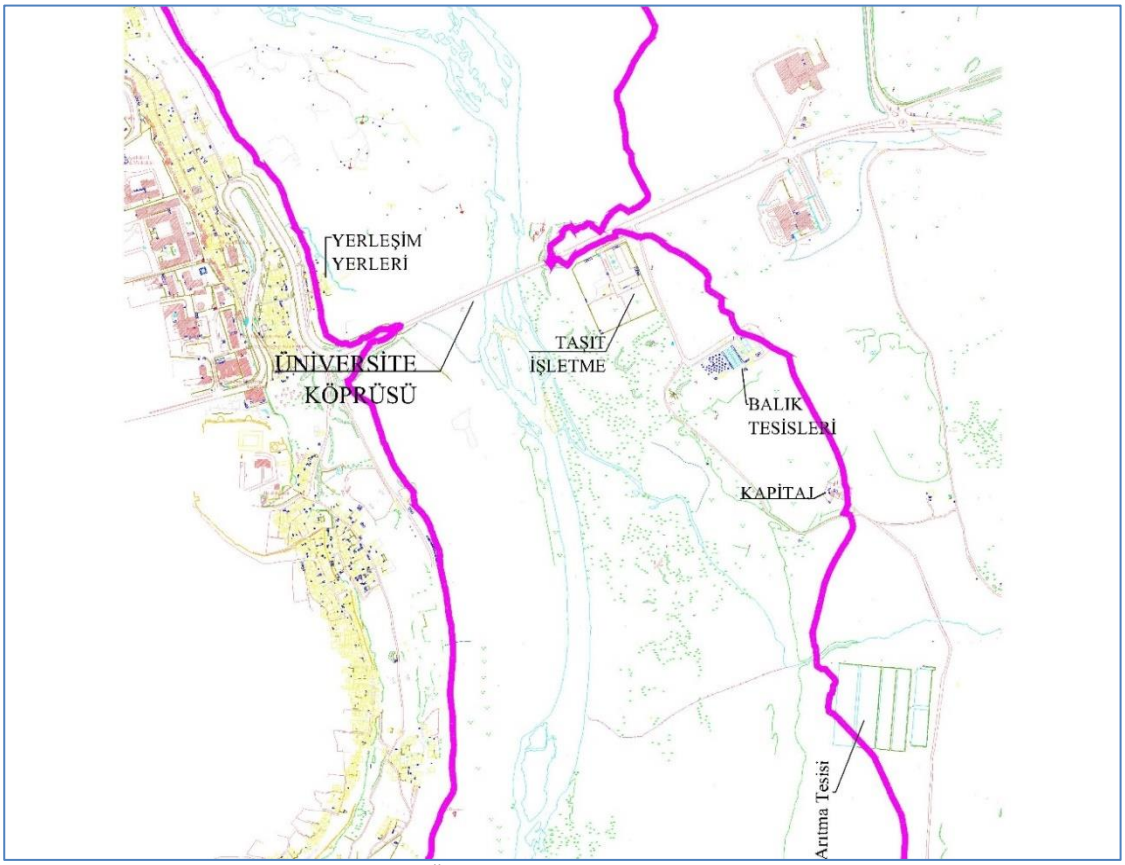
Şekil 4.30. Q_{25} Yıllık Taşkın Sınırları (Üniversite Köprüsü Civarı)



Şekil 4.31. Q_{50} Yıllık Taşkın Sınırları (Üniversite Köprüsü Civarı)

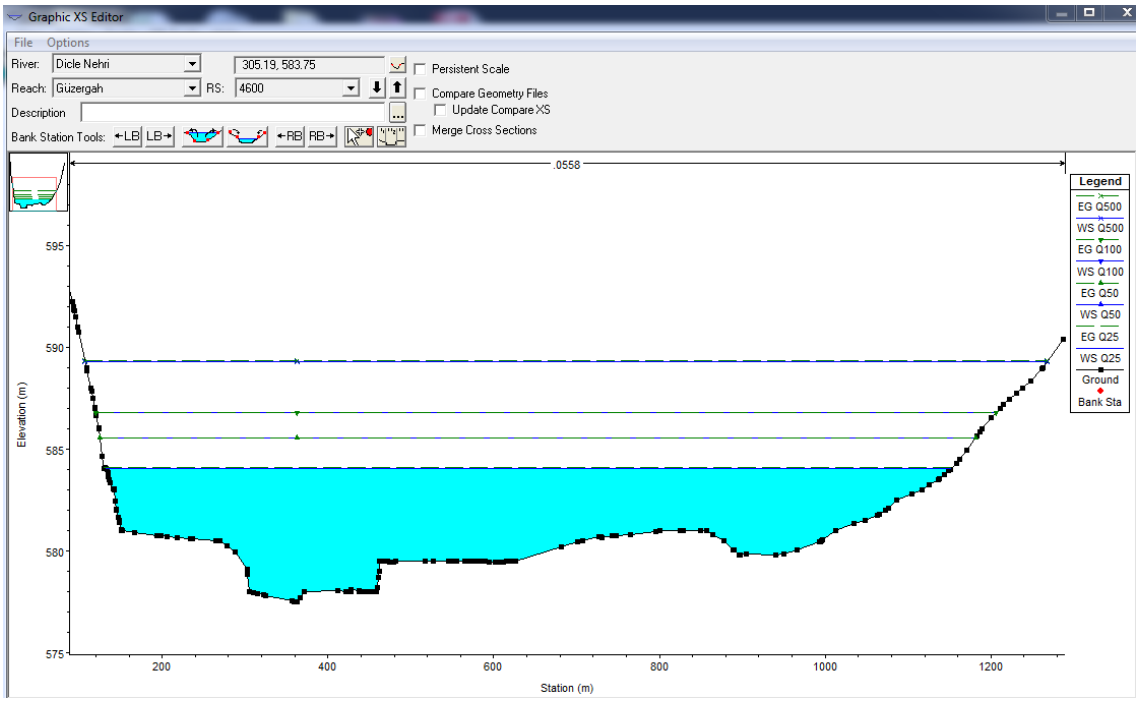


Şekil 4.32. Q_{100} Yıllık Taşkın Sınırları (Üniversite Köprüsü Civarı)

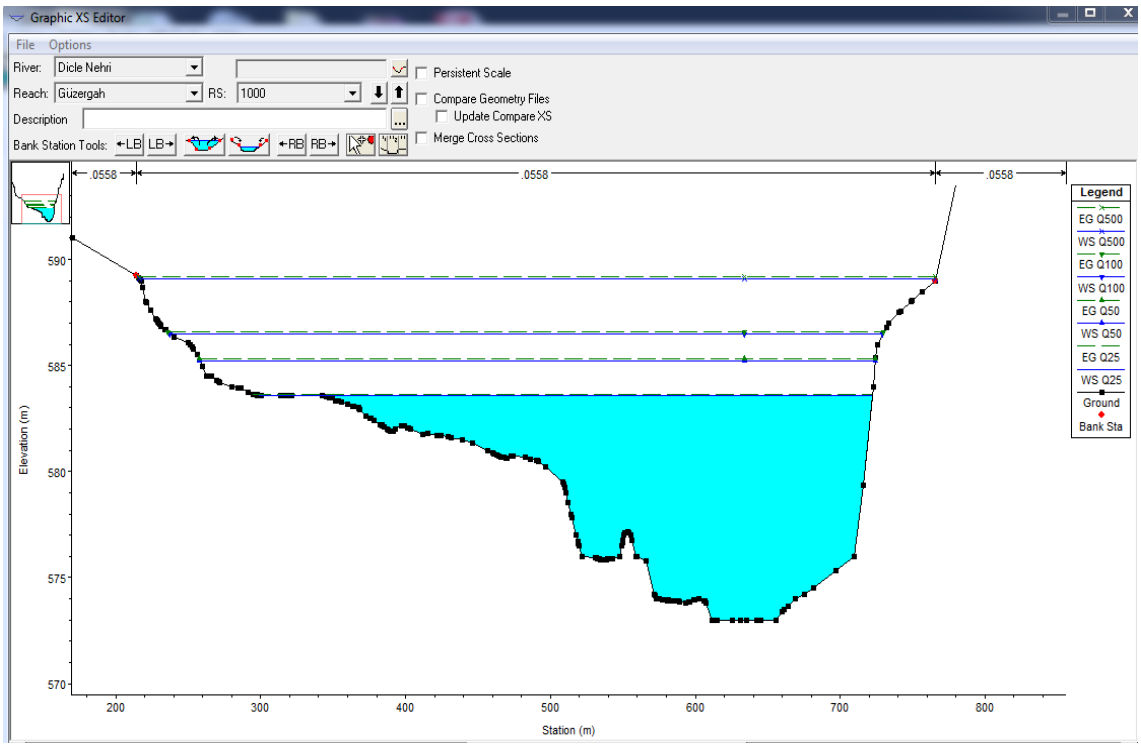


Şekil 4.33. Q_{500} Yıllık Taşkın Sınırları (Üniversite Köprüsü Civarı)

Üniversite Köprüsü ile Tarihi On Gözlü Köprüsü arasında yer alan ve 2015 yılında UNESCO tarafından Dünya Kültür Mirası Listesine alınan Hevsel Bahçeleri ile ilgili olarak (Şekil 4.34 ve Şekil 4.35.) aşağıdaki kesitler (4+600-1+000) incelendiğinde söz konusu Bahçelerin tamamının taşkın sınırları içerisinde olduğu gözlemlenmiştir.

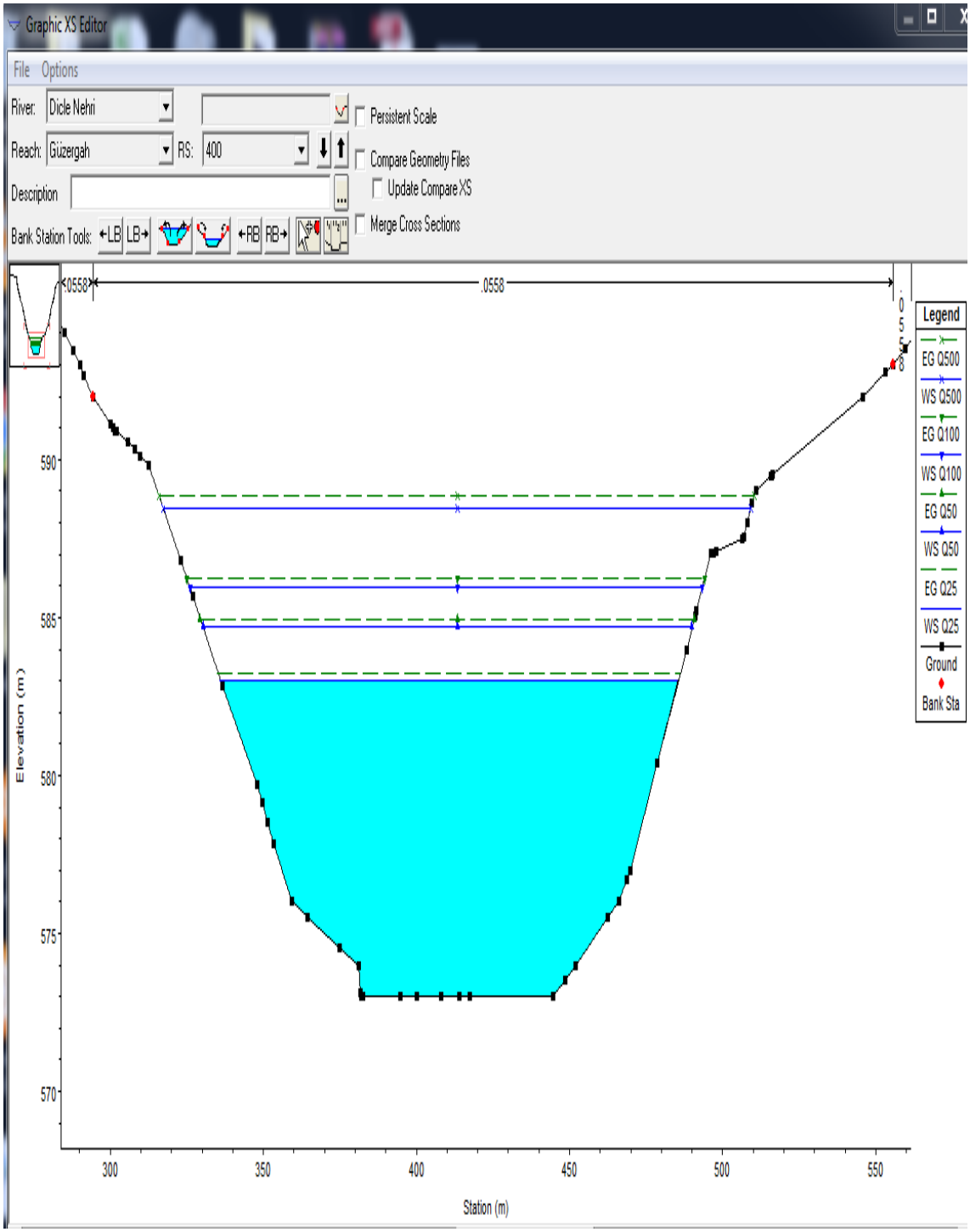


Şekil 4.34. Km:4+600 Kesit Görüntüsü ve Su Yüzü Profilleri

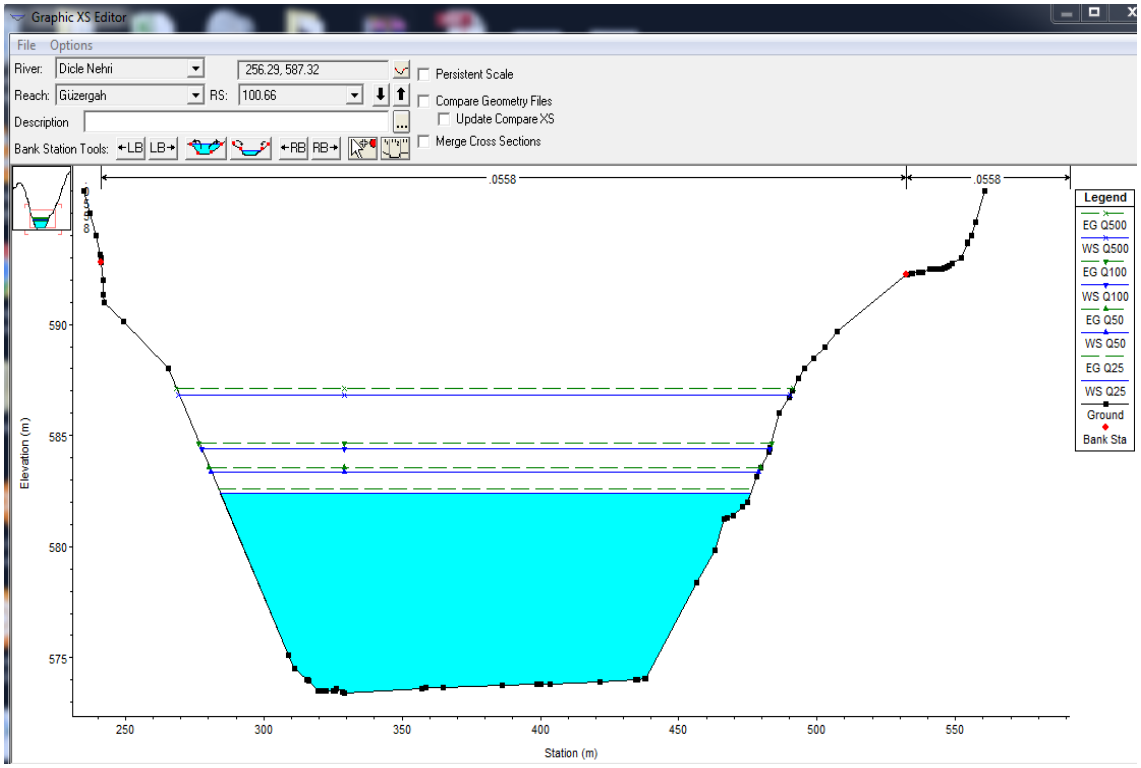


Şekil 4.35. Km:1+000 Kesit Görüntüsü ve Su Yüzü Profilleri

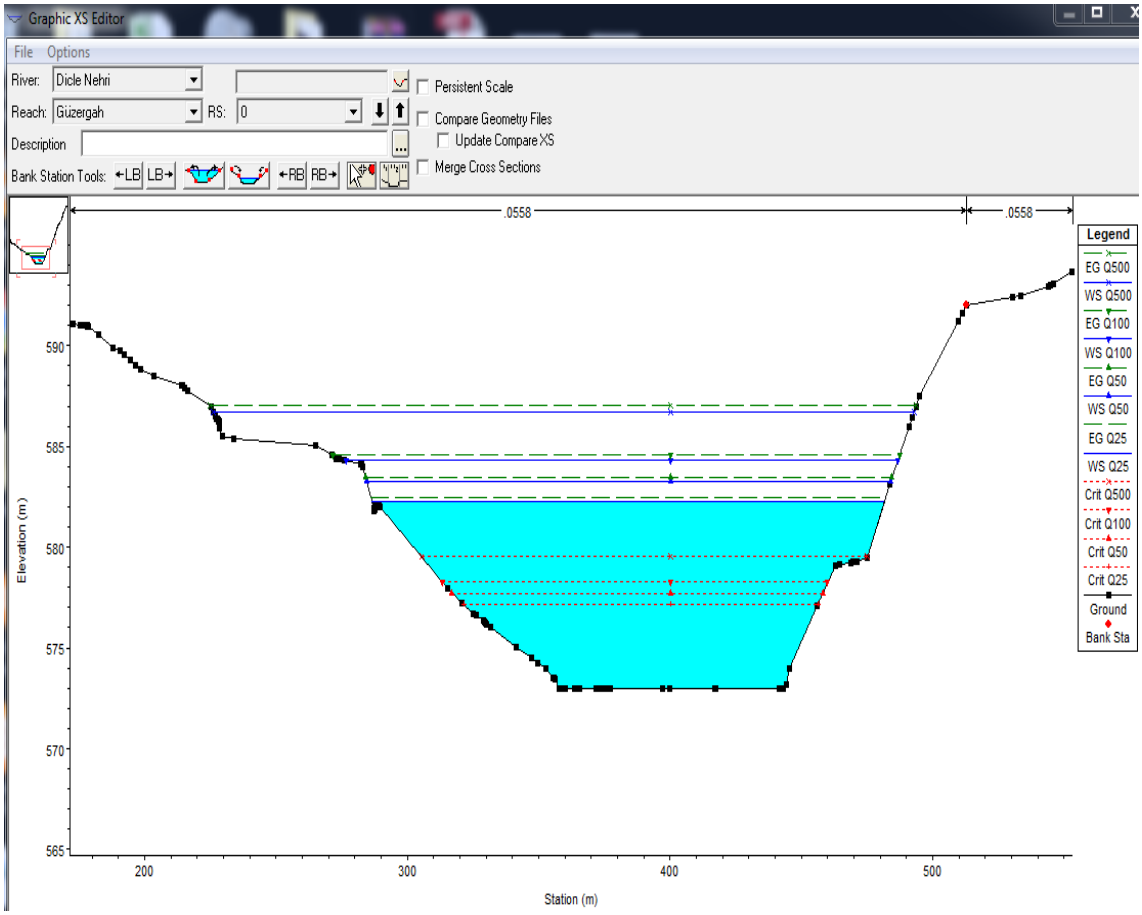
Tarihi On Gözlü Köprüsü memba ve mansabında kesitler (0+400-0+000) incelendiğinde (Şekil 4.39. ve Şekil 4.40.) mansaba doğru sol tarafta yer alan Dicle Vadisi projesi kapsamında inşa edilen rekreasyon alanı ile sağ tarafta yer alan eğlence mekanları ve eski Diyarbakır Mardin yolu da dahil olmak üzere tamamının taşkın sınırlar içerisinde kaldığı gözlemlenmiştir.



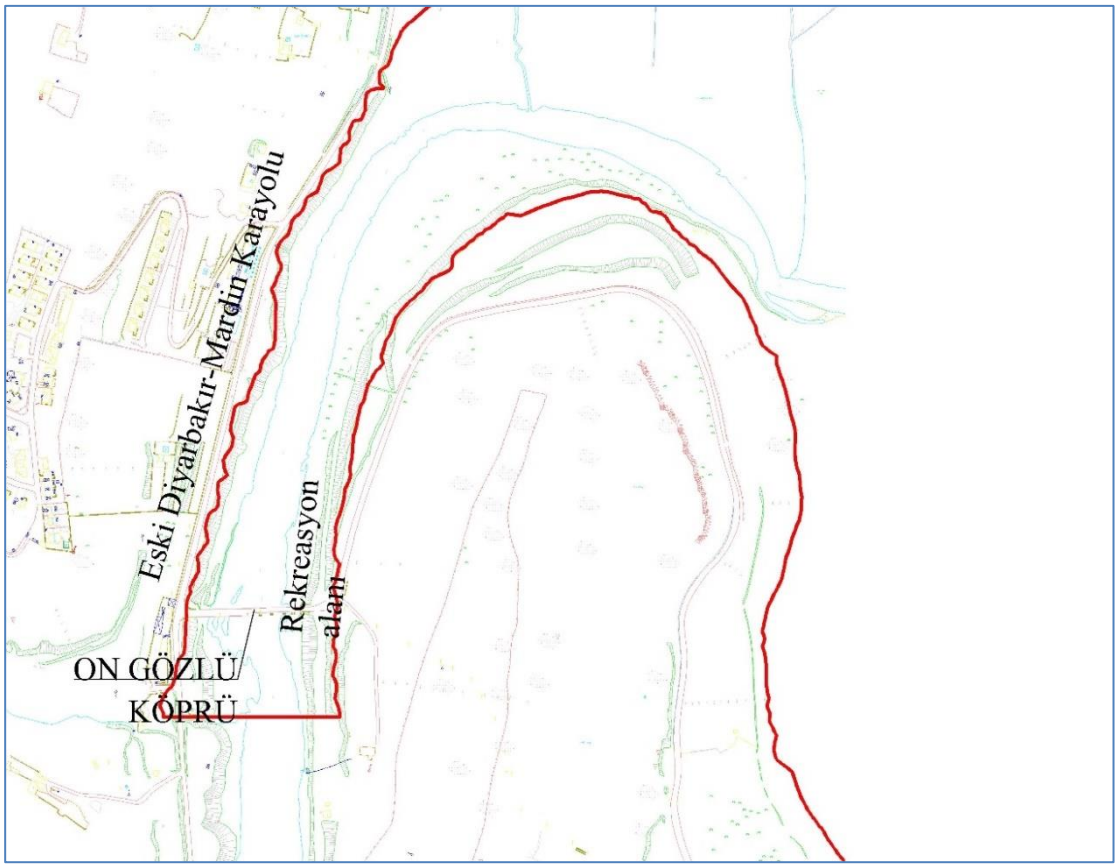
Şekil 4.36. Km:0+400 Kesit Görüntüsü ve Su Yüzü Profilleri



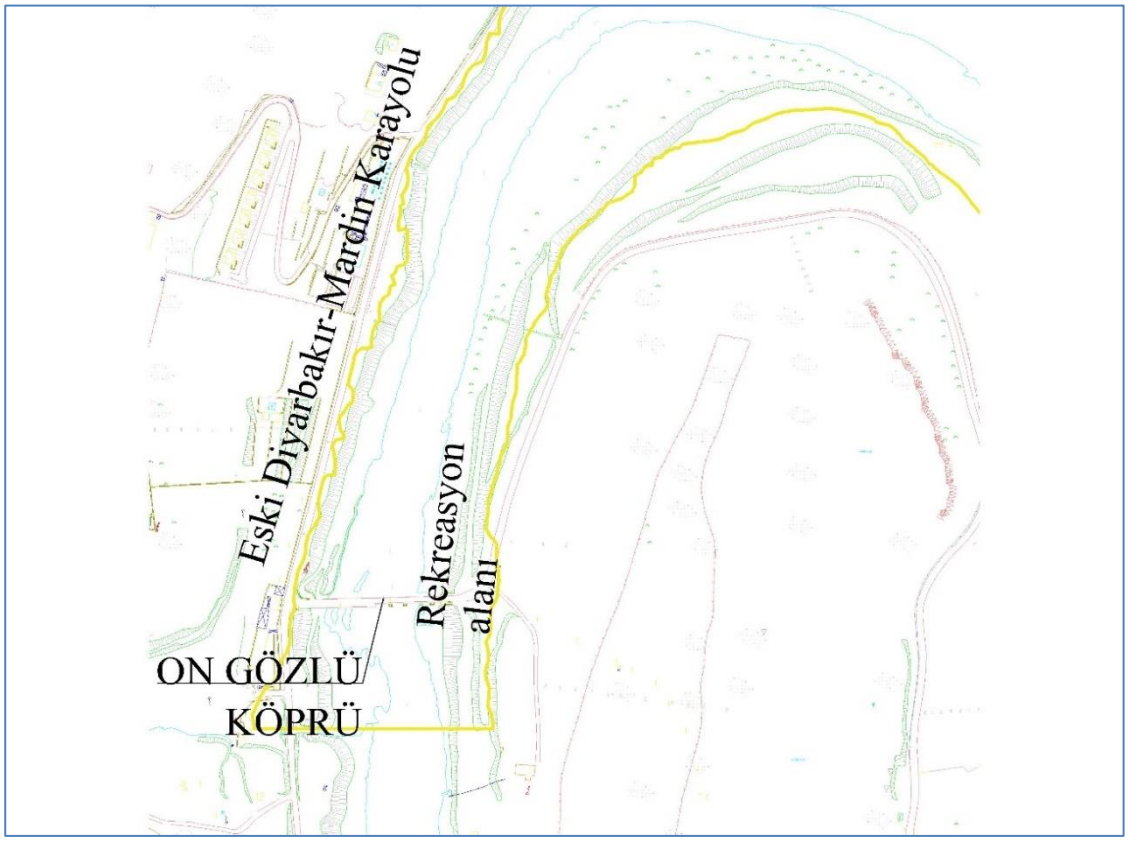
Şekil 4.37. Km:0+100 Kesit Görüntüsü ve Su Yüzü Profilleri



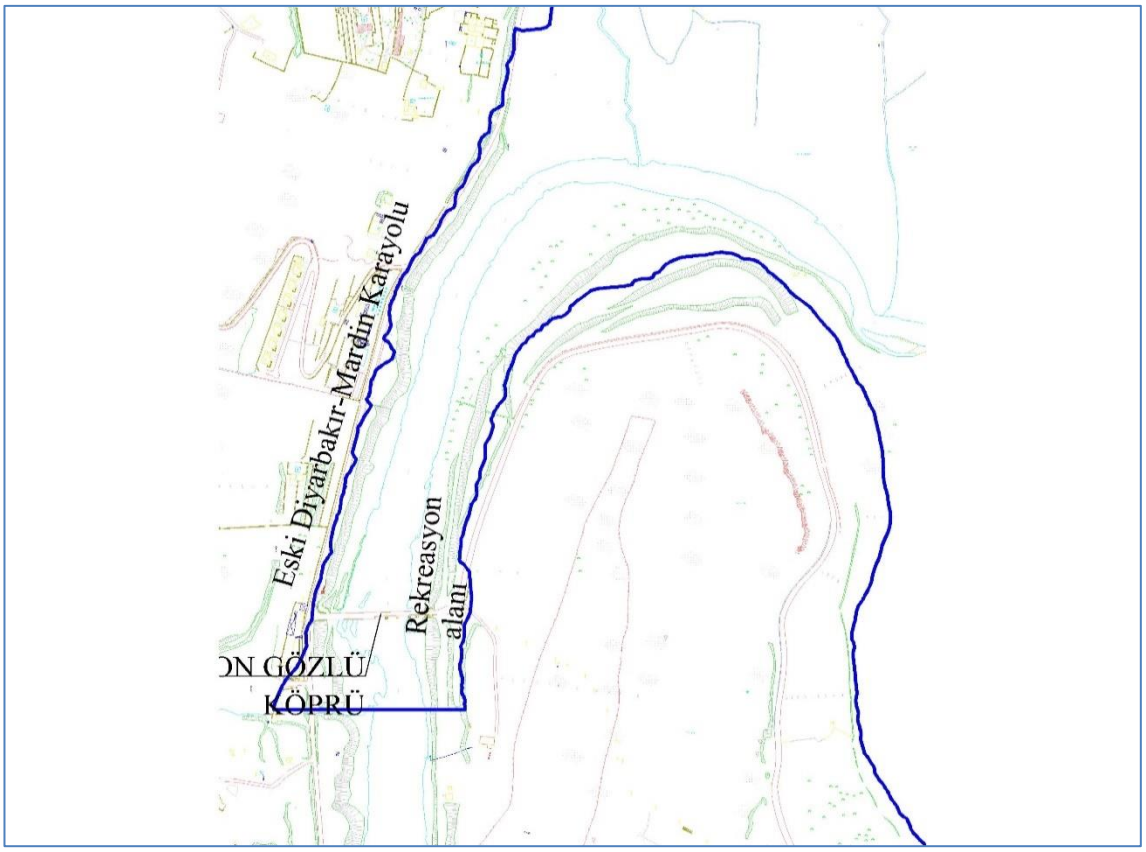
Şekil 4.38. Km:0+000 Kesit Görüntüsü ve Su Yüzü Profilleri



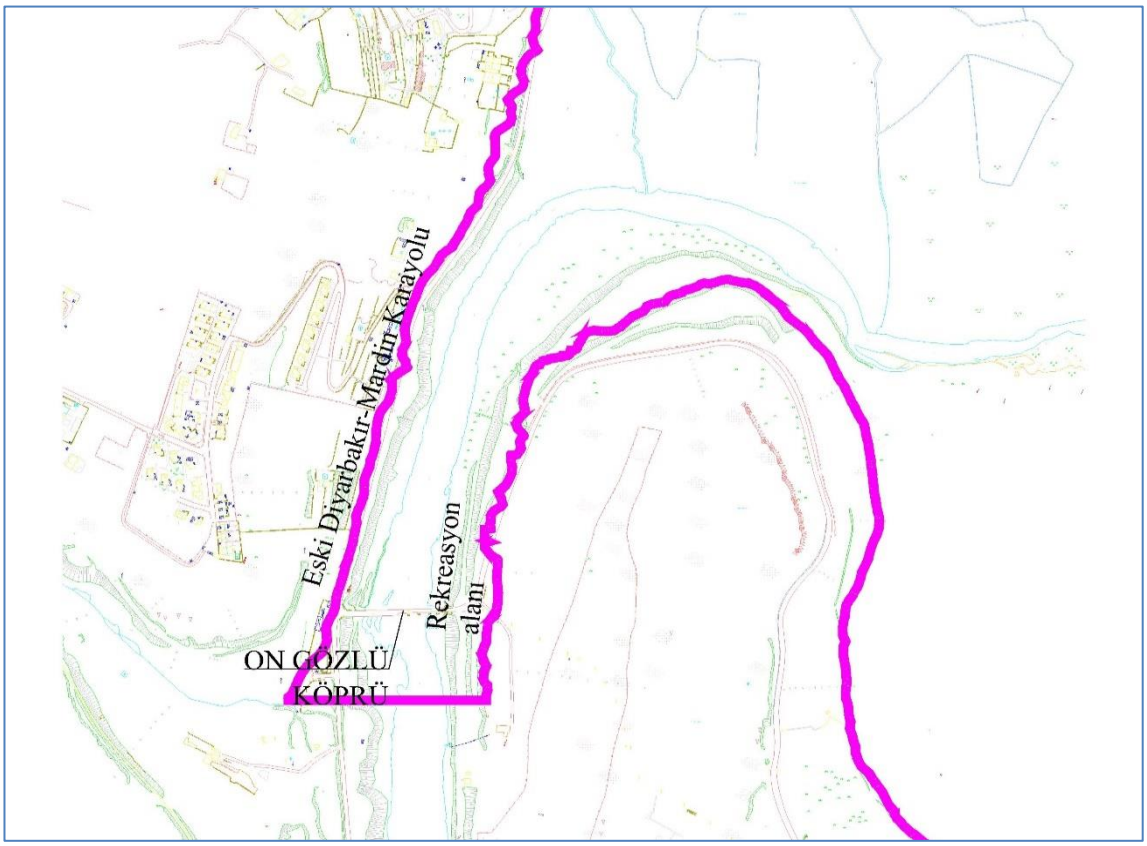
Şekil 4.39. Q_{25} Yıllık Taşkın Sınırları (On Gözlü Köprüsü Civarı)



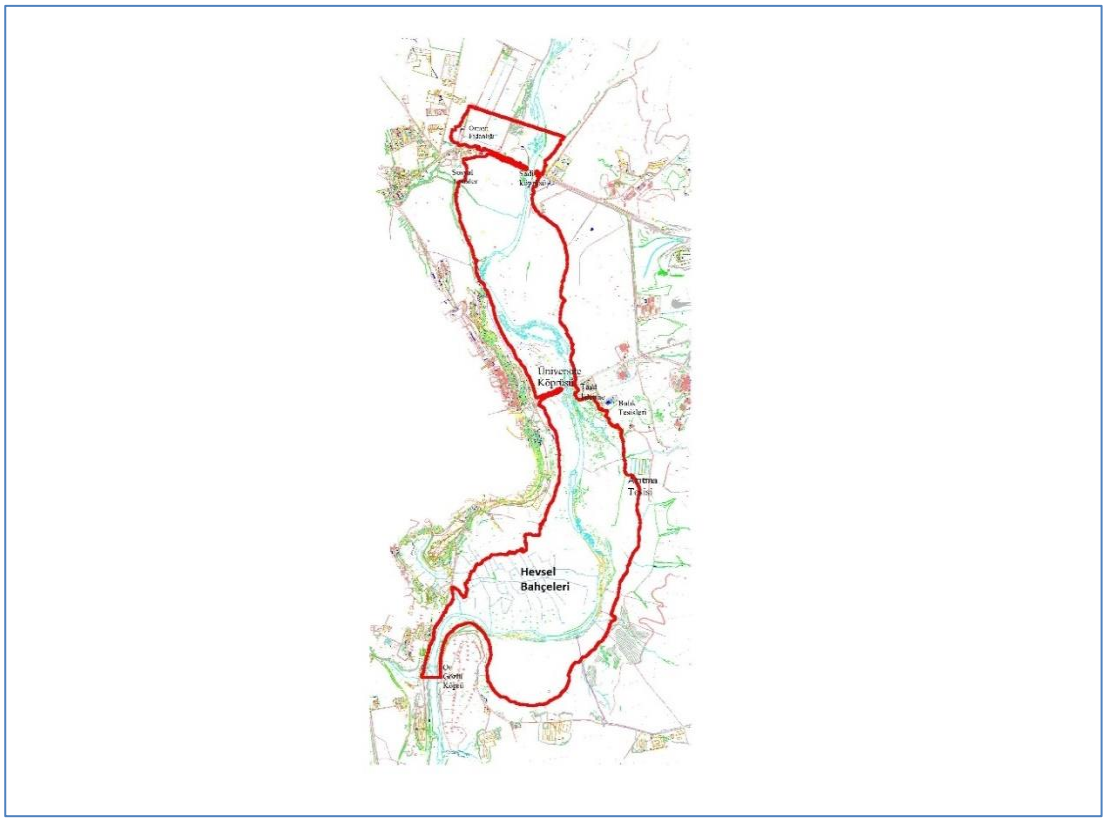
Şekil 4.40. Q_{50} Yıllık Taşkın Sınırları (On Gözlü Köprüsü Civarı)



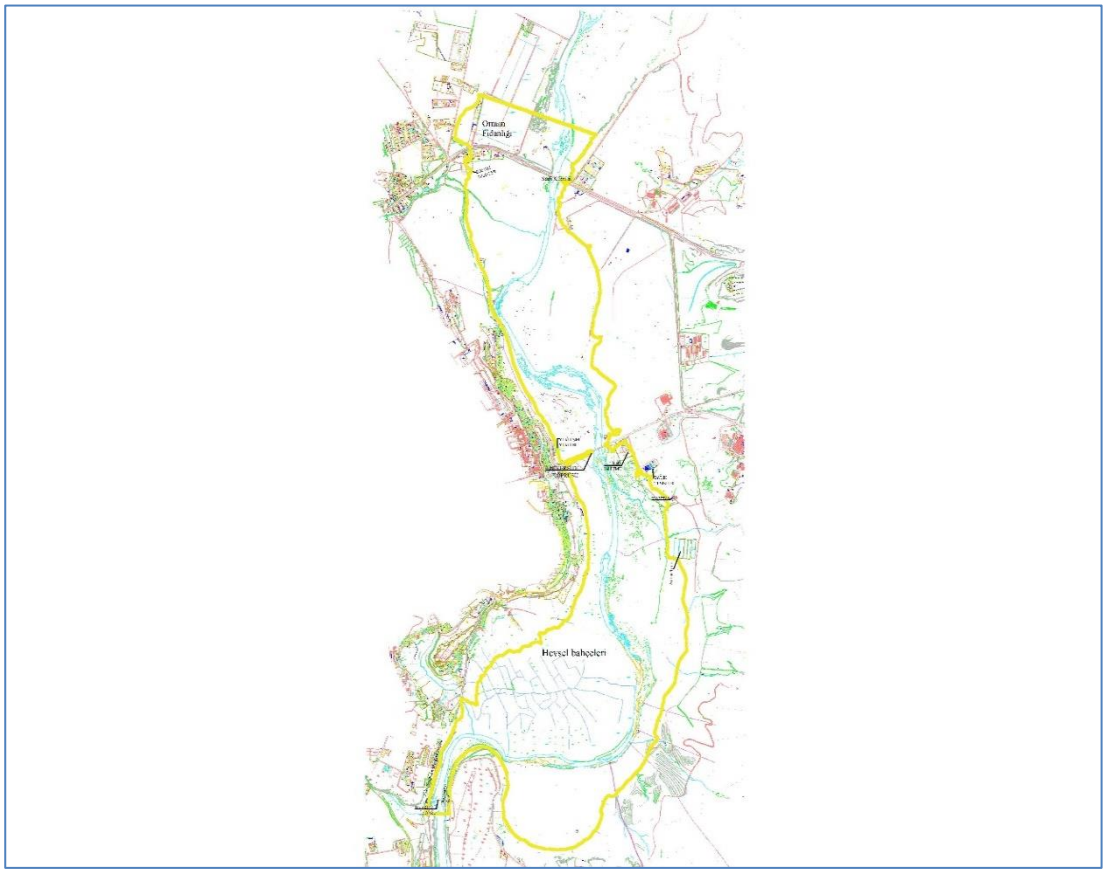
Şekil 4.41. Q_{100} Yıllık Taşkın Sınırları (On Gözlü Köprüsü Civarı)



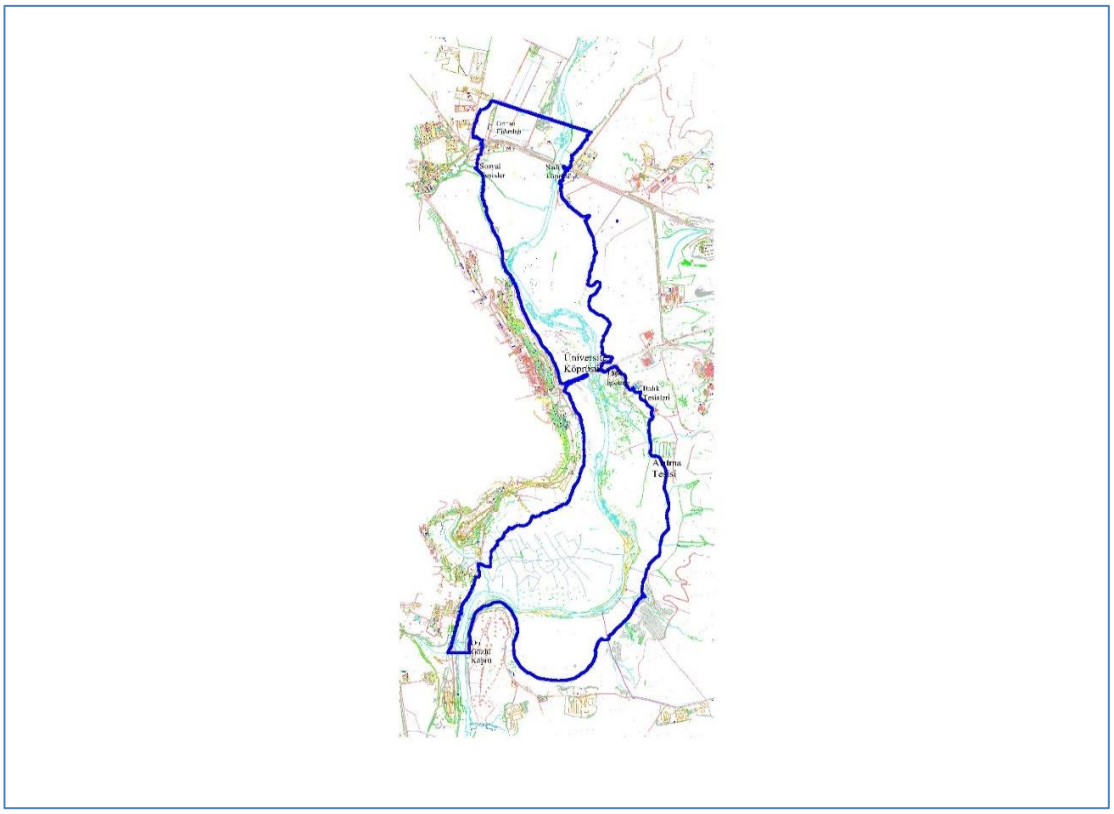
Şekil 4.42. Q_{500} Yıllık Taşkın Sınırları (On Gözlü Köprüsü Civarı)



Şekil 4.43. Dicle Nehri Q_{25} Yıllık Taşkın Sınırları



Şekil 4.44. Dicle Nehri Q_{50} Yıllık Taşkın Sınırları



Şekil 4.45. Dicle Nehri Q_{100} Yıllık Taşkın Sınırları



Şekil 4.46. Dicle Nehri Q_{500} Yıllık Taşkın Sınırları

Güzergâh boyunca her bir en kesittin kilometresi, debi değeri, minimum kanal kot değerleri, su yüzü ve enerji seviye kotları, hız değerleri, akım alanı ve Froud sayıları aşağıda Çizelge 4.4.'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Dicle Nehri Taşkın Analiz Verileri HEC-RAS

Reach	River	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	Vel Chnl	Flow Area	Froude
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	
Güzergah	10261.74	Q25	2598.18	581.98	589.56	589.57	0.48	5417.11	0.08
Güzergah	10261.74	Q50	3209.47	581.98	590.79	590.80	0.45	7058.99	0.06
Güzergah	10261.74	Q100	3871.25	581.98	592.14	592.15	0.43	8927.50	0.05
Güzergah	10261.74	Q500	5450.72	581.98	593.26	593.27	0.52	10536.84	0.06
Güzergah	10200	Q25	2598.18	581.94	589.54	589.55	0.48	5451.14	0.07
Güzergah	10200	Q50	3209.47	581.94	590.77	590.78	0.45	7100.35	0.06
Güzergah	10200	Q100	3871.25	581.94	592.13	592.14	0.43	8986.14	0.05
Güzergah	10200	Q500	5450.72	581.94	593.24	593.25	0.51	10597.73	0.06
Güzergah	10000	Q25	2598.18	581.00	589.45	589.46	0.48	5411.66	0.08
Güzergah	10000	Q50	3209.47	581.00	590.72	590.73	0.45	7148.56	0.06
Güzergah	10000	Q100	3871.25	581.00	592.10	592.10	0.43	9062.79	0.05
Güzergah	10000	Q500	5450.72	581.00	593.20	593.21	0.51	10632.45	0.06
Güzergah	9879.73	Q25	2598.18	581.00	589.39	589.40	0.52	4963.85	0.09
Güzergah	9879.73	Q50	3209.47	581.00	590.68	590.69	0.48	6691.39	0.07
Güzergah	9879.73	Q100	3871.25	581.00	592.07	592.08	0.45	8578.06	0.06
Güzergah	9879.73	Q500	5450.72	581.00	593.16	593.18	0.54	10141.94	0.07
Güzergah	9864.4	Q25	2598.18	581.00	589.37	589.39	0.64	4061.54	0.11
Güzergah	9864.4	Q50	3209.47	581.00	590.67	590.69	0.58	5574.28	0.08
Güzergah	9864.4	Q100	3871.25	581.00	592.06	592.08	0.53	7250.78	0.07
Güzergah	9864.4	Q500	5450.72	581.00	593.15	593.17	0.63	8695.38	0.08
Güzergah	9800	Q25	2598.18	581.00	589.33	589.35	0.52	4979.58	0.08
Güzergah	9800	Q50	3209.47	581.00	590.65	590.66	0.49	6490.65	0.07
Güzergah	9800	Q100	3871.25	581.00	592.05	592.06	0.47	8239.22	0.06
Güzergah	9800	Q500	5450.72	581.00	593.13	593.15	0.56	9656.82	0.07
Güzergah	9769.01	Q25	2598.18	581.00	589.31	589.33	0.56	4616.54	0.09
Güzergah	9769.01	Q50	3209.47	581.00	590.63	590.65	0.52	6151.67	0.07
Güzergah	9769.01	Q100	3871.25	581.00	592.04	592.05	0.49	7905.13	0.06
Güzergah	9769.01	Q500	5450.72	581.00	593.12	593.14	0.58	9321.38	0.07
Güzergah	9749.15	Q25	2598.18	581.00	589.30	589.32	0.57	4571.40	0.09
Güzergah	9749.15	Q50	3209.47	581.00	590.63	590.64	0.53	6112.92	0.07
Güzergah	9749.15	Q100	3871.25	581.00	592.03	592.05	0.49	7867.50	0.06
Güzergah	9749.15	Q500	5450.72	581.00	593.12	593.14	0.59	9278.09	0.07
Güzergah	9734.88	Q25	2598.18	581.00	589.29	589.31	0.58	4516.20	0.09
Güzergah	9734.88	Q50	3209.47	581.00	590.62	590.64	0.53	6056.75	0.08
Güzergah	9734.88	Q100	3871.25	581.00	592.03	592.04	0.50	7811.62	0.06
Güzergah	9734.88	Q500	5450.72	581.00	593.11	593.13	0.59	9219.19	0.07
Güzergah	9727.81	Q25	2598.18	581.00	589.29	589.31	0.58	4495.68	0.09
Güzergah	9727.81	Q50	3209.47	581.00	590.62	590.63	0.53	6036.81	0.08
Güzergah	9727.81	Q100	3871.25	581.00	592.03	592.04	0.50	7792.43	0.06
Güzergah	9727.81	Q500	5450.72	581.00	593.11	593.13	0.59	9199.47	0.07
Güzergah	9723.96	Q25	2598.18	581.00	589.29	589.30	0.58	4485.72	0.09
Güzergah	9723.96	Q50	3209.47	581.00	590.62	590.63	0.53	6027.50	0.08
Güzergah	9723.96	Q100	3871.25	581.00	592.03	592.04	0.50	7783.25	0.06
Güzergah	9723.96	Q500	5450.72	581.00	593.11	593.13	0.59	9190.01	0.07
Güzergah	9720	Q25	2598.18	581.00	589.29	589.30	0.51	5049.12	0.08
Güzergah	9720	Q50	3209.47	581.00	590.62	590.63	0.49	6590.76	0.07
Güzergah	9720	Q100	3871.25	581.00	592.03	592.04	0.46	8346.40	0.06
Güzergah	9720	Q500	5450.72	581.00	593.11	593.13	0.56	9753.25	0.07
Güzergah	9719.99 Sadi		Bridge						

Güzergah	9708	Q25	2598.18	581.00	589.06	589.08	0.54	4807.17	0.08
Güzergah	9708	Q50	3209.47	581.00	590.27	590.28	0.52	6183.16	0.07
Güzergah	9708	Q100	3871.25	581.00	591.65	591.67	0.49	7877.11	0.06
Güzergah	9708	Q500	5450.72	581.00	592.95	592.96	0.57	9548.96	0.07
Güzergah	9706	Q25	2598.18	581.00	589.06	589.08	0.54	4808.13	0.08
Güzergah	9706	Q50	3209.47	581.00	590.27	590.28	0.52	6184.39	0.07
Güzergah	9706	Q100	3871.25	581.00	591.65	591.67	0.49	7878.52	0.06
Güzergah	9706	Q500	5450.72	581.00	592.95	592.96	0.57	9550.30	0.07

Reach	River	Profil	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	Vel Chnl	Flow Area	Frou
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	
Güzergah	9705.99 Sadi Köprüsü 2.K		Bridge						
Güzergah	9694	Q25	2598.18	581.00	588.90	588.91	0.57	4586.13	0.09
Güzergah	9694	Q50	3209.47	581.00	589.95	589.97	0.56	5774.89	0.08
Güzergah	9694	Q100	3871.25	581.00	591.12	591.13	0.54	7168.48	0.07
Güzergah	9694	Q500	5450.72	581.00	592.76	592.78	0.59	9268.95	0.07
Güzergah	9693.95	Q25	2598.18	581.00	588.90	588.91	0.57	4592.97	0.09
Güzergah	9693.95	Q50	3209.47	581.00	589.95	589.97	0.56	5781.73	0.08
Güzergah	9693.95	Q100	3871.25	581.00	591.12	591.13	0.54	7175.28	0.07
Güzergah	9693.95	Q500	5450.72	581.00	592.76	592.78	0.59	9275.79	0.07
Güzergah	9690	Q25	2598.18	581.00	588.90	588.91	0.55	4715.72	0.08
Güzergah	9690	Q50	3209.47	581.00	589.95	589.97	0.54	5904.80	0.08
Güzergah	9690	Q100	3871.25	581.00	591.12	591.13	0.53	7298.57	0.07
Güzergah	9690	Q500	5450.72	581.00	592.76	592.78	0.58	9399.21	0.07
Güzergah	9689.99 Sadi Köprüsü (di		Bridge						
Güzergah	9680	Q25	2598.18	581.00	588.73	588.75	0.60	4366.48	0.09
Güzergah	9680	Q50	3209.47	581.00	589.66	589.68	0.59	5400.88	0.09
Güzergah	9680	Q100	3871.25	581.00	590.56	590.57	0.60	6444.70	0.08
Güzergah	9680	Q500	5450.72	581.00	592.66	592.68	0.60	9096.17	0.07
Güzergah	9678.54	Q25	2598.18	581.50	588.72	588.75	0.74	3507.89	0.13
Güzergah	9678.54	Q50	3209.47	581.50	589.65	589.68	0.71	4548.64	0.11
Güzergah	9678.54	Q100	3871.25	581.50	590.55	590.57	0.69	5598.82	0.10
Güzergah	9678.54	Q500	5450.72	581.50	592.65	592.68	0.66	8278.94	0.08
Güzergah	9656.16	Q25	2598.18	581.50	588.69	588.71	0.75	3459.40	0.13
Güzergah	9656.16	Q50	3209.47	581.50	589.63	589.66	0.71	4495.26	0.11
Güzergah	9656.16	Q100	3871.25	581.50	590.53	590.56	0.70	5538.18	0.10
Güzergah	9656.16	Q500	5450.72	581.50	592.64	592.67	0.66	8222.15	0.09
Güzergah	9600	Q25	2598.18	581.44	588.61	588.64	0.75	3484.58	0.13
Güzergah	9600	Q50	3209.47	581.44	589.58	589.60	0.71	4508.21	0.11
Güzergah	9600	Q100	3871.25	581.44	590.49	590.51	0.70	5532.85	0.10
Güzergah	9600	Q500	5450.72	581.44	592.62	592.64	0.67	8185.43	0.09
Güzergah	9400	Q25	2598.18	581.00	588.38	588.40	0.71	3661.91	0.12
Güzergah	9400	Q50	3209.47	581.00	589.42	589.44	0.68	4702.10	0.10
Güzergah	9400	Q100	3871.25	581.00	590.36	590.38	0.68	5659.48	0.09
Güzergah	9400	Q500	5450.72	581.00	592.53	592.55	0.68	7964.09	0.08
Güzergah	9200	Q25	2598.18	581.00	588.17	588.19	0.68	3827.57	0.12
Güzergah	9200	Q50	3209.47	581.00	589.28	589.30	0.64	5047.31	0.10
Güzergah	9200	Q100	3871.25	581.00	590.25	590.27	0.63	6133.60	0.09
Güzergah	9200	Q500	5450.72	581.00	592.46	592.48	0.63	8657.69	0.07

Güzergah	9000	Q25	2598.18	581.00	588.01	588.03	0.56	4622.12	0.09
Güzergah	9000	Q50	3209.47	581.00	589.18	589.20	0.53	6014.19	0.08
Güzergah	9000	Q100	3871.25	581.00	590.18	590.19	0.54	7211.02	0.07
Güzergah	9000	Q500	5450.72	581.00	592.40	592.42	0.53	10216.28	0.06
Güzergah	8800	Q25	2598.18	581.00	587.90	587.92	0.54	4843.64	0.08
Güzergah	8800	Q50	3209.47	581.00	589.11	589.12	0.51	6280.96	0.07
Güzergah	8800	Q100	3871.25	581.00	590.12	590.13	0.52	7487.27	0.07
Güzergah	8800	Q500	5450.72	581.00	592.36	592.37	0.53	10221.33	0.06
Güzergah	8400	Q25	2598.18	580.50	587.73	587.74	0.48	5394.23	0.07
Güzergah	8400	Q50	3209.47	580.50	589.00	589.01	0.47	6865.62	0.06
Güzergah	8400	Q100	3871.25	580.50	590.02	590.03	0.48	8066.99	0.06
Güzergah	8400	Q500	5450.72	580.50	592.29	592.30	0.51	10766.15	0.05
Güzergah	8200	Q25	2598.18	581.00	587.66	587.67	0.47	5505.06	0.07
Güzergah	8200	Q50	3209.47	581.00	588.95	588.96	0.46	7050.57	0.06
Güzergah	8200	Q100	3871.25	581.00	589.98	589.99	0.47	8303.43	0.06
Güzergah	8200	Q500	5450.72	581.00	592.25	592.27	0.49	11135.25	0.05
Güzergah	8000	Q25	2598.18	581.00	587.59	587.60	0.48	5442.10	0.07
Güzergah	8000	Q50	3209.47	581.00	588.90	588.91	0.46	6983.75	0.06
Güzergah	8000	Q100	3871.25	581.00	589.94	589.95	0.47	8215.87	0.06
Güzergah	8000	Q500	5450.72	581.00	592.22	592.23	0.50	10976.54	0.05
Güzergah	7800	Q25	2598.18	581.00	587.51	587.52	0.52	4962.26	0.08
Güzergah	7800	Q50	3209.47	581.00	588.84	588.86	0.50	6401.84	0.07
Güzergah	7800	Q100	3871.25	581.00	589.89	589.90	0.51	7538.92	0.06
Güzergah	7800	Q500	5450.72	581.00	592.18	592.20	0.54	10114.67	0.06
Güzergah	7600	Q25	2598.18	580.29	587.41	587.43	0.56	4603.21	0.08
Güzergah	7600	Q50	3209.47	580.29	588.78	588.80	0.54	5960.88	0.07
Güzergah	7600	Q100	3871.25	580.29	589.84	589.85	0.55	7022.29	0.07
Güzergah	7600	Q500	5450.72	580.29	592.14	592.16	0.58	9410.97	0.06
Güzergah	7400	Q25	2598.18	579.50	587.31	587.33	0.59	4417.34	0.08
Güzergah	7400	Q50	3209.47	579.50	588.71	588.73	0.57	5649.33	0.07
Güzergah	7400	Q100	3871.25	579.50	589.78	589.79	0.59	6592.81	0.07
Güzergah	7400	Q500	5450.72	579.50	592.09	592.11	0.61	9250.27	0.06
Güzergah	7200	Q25	2598.18	579.50	587.22	587.24	0.59	4403.84	0.08
Güzergah	7200	Q50	3209.47	579.50	588.65	588.67	0.58	5501.87	0.07
Güzergah	7200	Q100	3871.25	579.50	589.71	589.73	0.61	6345.20	0.07
Güzergah	7200	Q500	5450.72	579.50	592.03	592.05	0.63	8601.78	0.07
Güzergah	7000	Q25	2598.18	579.50	587.15	587.16	0.59	4402.93	0.08
Güzergah	7000	Q50	3209.47	579.50	588.59	588.61	0.59	5457.96	0.07
Güzergah	7000	Q100	3871.25	579.50	589.66	589.67	0.62	6282.41	0.07
Güzergah	7000	Q500	5450.72	579.50	591.97	591.99	0.65	8370.45	0.07
Güzergah	6800	Q25	2598.18	579.25	587.07	587.09	0.59	4430.98	0.08
Güzergah	6800	Q50	3209.47	579.25	588.53	588.55	0.58	5557.61	0.07
Güzergah	6800	Q100	3871.25	579.25	589.60	589.61	0.60	6442.28	0.07
Güzergah	6800	Q500	5450.72	579.25	591.91	591.93	0.63	8626.26	0.07
Güzergah	6600	Q25	2598.18	579.00	586.99	587.01	0.61	4278.96	0.08
Güzergah	6600	Q50	3209.47	579.00	588.46	588.48	0.59	5478.92	0.07
Güzergah	6600	Q100	3871.25	579.00	589.53	589.55	0.60	6437.74	0.07
Güzergah	6600	Q500	5450.72	579.00	591.85	591.87	0.63	8690.63	0.07
Güzergah	6400	Q25	2598.18	579.00	586.88	586.91	0.72	3623.22	0.09
Güzergah	6400	Q50	3209.47	579.00	588.38	588.40	0.70	4567.62	0.08
Güzergah	6400	Q100	3871.25	579.00	589.45	589.48	0.74	5266.85	0.08
Güzergah	6400	Q500	5450.72	579.00	591.77	591.80	0.77	7056.90	0.09

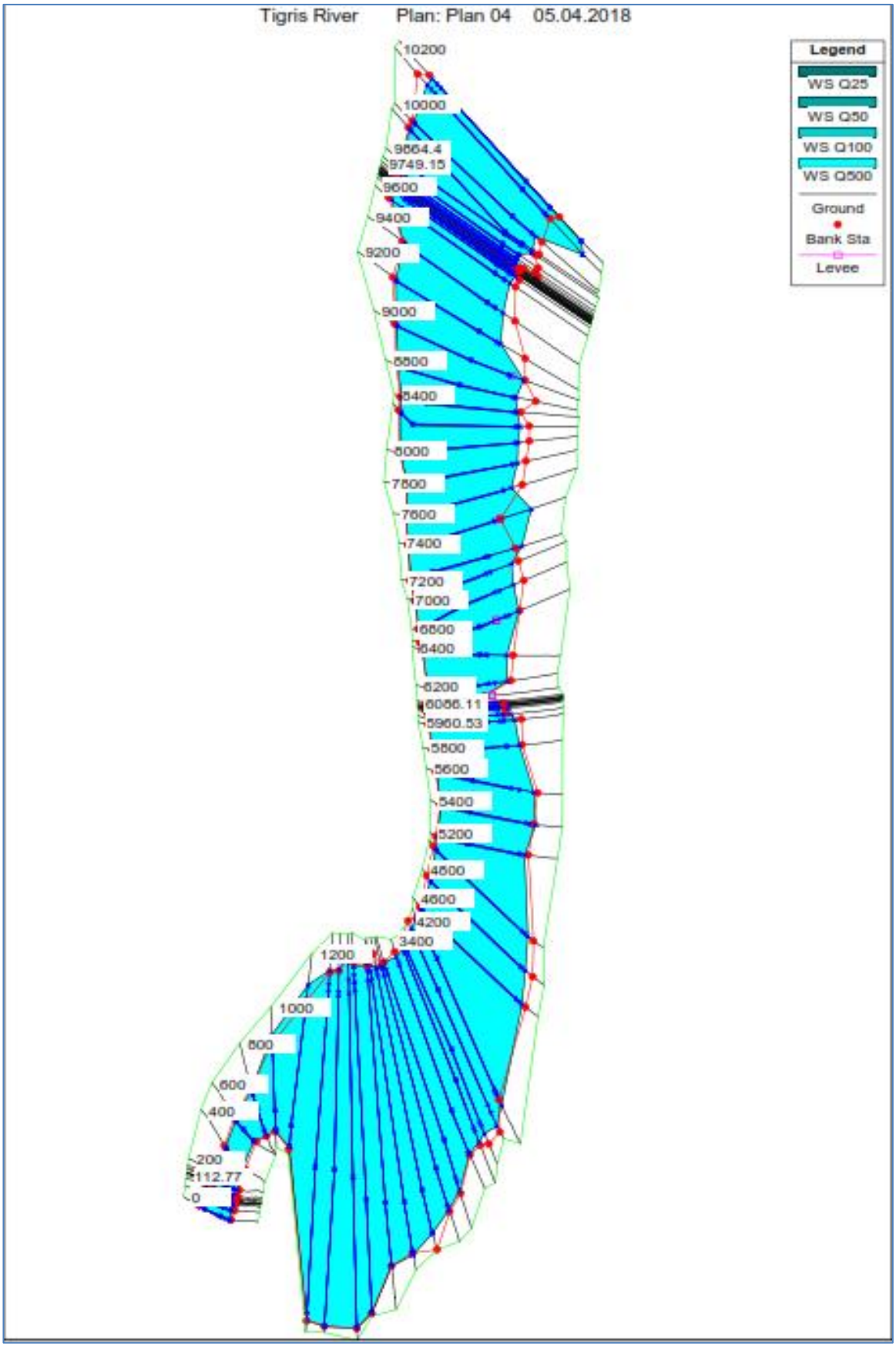
Güzergah	6200	Q25	2598.18	579.00	586.74	586.78	0.79	3281.37	0.10
Güzergah	6200	Q50	3209.47	579.00	588.27	588.30	0.77	4156.67	0.09
Güzergah	6200	Q100	3871.25	579.00	589.35	589.38	0.80	4859.17	0.10
Güzergah	6200	Q500	5450.72	579.00	591.67	591.71	0.82	6635.04	0.09
Güzergah	6121.22	Q25	2598.18	579.00	586.68	586.72	0.82	3187.87	0.11
Güzergah	6121.22	Q50	3209.47	579.00	588.23	588.26	0.79	4054.79	0.09
Güzergah	6121.22	Q100	3871.25	579.00	589.30	589.34	0.83	4673.68	0.09
Güzergah	6121.22	Q500	5450.72	579.00	591.63	591.67	0.90	6042.10	0.09
Güzergah	6086.11	Q25	2598.18	579.00	586.65	586.69	0.84	3101.41	0.11
Güzergah	6086.11	Q50	3209.47	579.00	588.20	588.24	0.81	3952.10	0.10
Güzergah	6086.11	Q100	3871.25	579.00	589.28	589.32	0.85	4558.70	0.10
Güzergah	6086.11	Q500	5450.72	579.00	591.61	591.65	0.92	5903.47	0.09
Güzergah	6075.41	Q25	2598.18	579.00	586.64	586.68	0.84	3088.14	0.11
Güzergah	6075.41	Q50	3209.47	579.00	588.20	588.23	0.82	3937.20	0.10
Güzergah	6075.41	Q100	3871.25	579.00	589.28	589.31	0.85	4543.05	0.10
Güzergah	6075.41	Q500	5450.72	579.00	591.60	591.65	0.93	5928.94	0.09
Güzergah	6069.38	Q25	2598.18	579.00	586.64	586.68	0.84	3085.21	0.11
Güzergah	6069.38	Q50	3209.47	579.00	588.19	588.23	0.82	3930.90	0.10
Güzergah	6069.38	Q100	3871.25	579.00	589.27	589.31	0.85	4535.04	0.10
Güzergah	6069.38	Q500	5450.72	579.00	591.60	591.64	0.92	5980.25	0.09
Güzergah	6067	Q25	2598.18	578.99	586.64	586.67	0.78	3347.60	0.11
Güzergah	6067	Q50	3209.47	578.99	588.20	588.22	0.74	4318.69	0.09
Güzergah	6067	Q100	3871.25	578.99	589.28	589.31	0.77	5029.46	0.09
Güzergah	6067	Q500	5450.72	578.99	591.61	591.64	0.81	6719.35	0.09
Güzergah	6066.99 Üniversite Köprü		Bridge						
Güzergah	6055	Q25	2598.18	579.00	586.61	586.64	0.77	3379.32	0.11
Güzergah	6055	Q50	3209.47	579.00	588.17	588.19	0.73	4390.72	0.09
Güzergah	6055	Q100	3871.25	579.00	589.24	589.27	0.75	5129.55	0.09
Güzergah	6055	Q500	5450.72	579.00	591.56	591.60	0.79	6875.17	0.09
Güzergah	6053.36	Q25	2598.18	579.00	586.60	586.64	0.86	3011.13	0.12
Güzergah	6053.36	Q50	3209.47	579.00	588.16	588.19	0.83	3889.92	0.11
Güzergah	6053.36	Q100	3871.25	579.00	589.23	589.27	0.84	4620.70	0.10
Güzergah	6053.36	Q500	5450.72	579.00	591.56	591.59	0.86	6366.76	0.10
Güzergah	6047.75	Q25	2598.18	579.00	586.59	586.63	0.88	2939.79	0.12
Güzergah	6047.75	Q50	3209.47	579.00	588.15	588.19	0.83	3855.11	0.11
Güzergah	6047.75	Q100	3871.25	579.00	589.23	589.27	0.84	4600.81	0.11
Güzergah	6047.75	Q500	5450.72	579.00	591.55	591.59	0.86	6360.23	0.10
Güzergah	6037.43	Q25	2598.18	579.00	586.58	586.62	0.92	2833.02	0.13
Güzergah	6037.43	Q50	3209.47	579.00	588.14	588.18	0.87	3702.10	0.12
Güzergah	6037.43	Q100	3871.25	579.00	589.22	589.26	0.87	4454.83	0.11
Güzergah	6037.43	Q500	5450.72	579.00	591.54	591.58	0.87	6235.64	0.10
Güzergah	6000	Q25	2598.18	579.00	586.54	586.58	0.92	2838.89	0.12
Güzergah	6000	Q50	3209.47	579.00	588.10	588.14	0.87	3705.09	0.12
Güzergah	6000	Q100	3871.25	579.00	589.19	589.23	0.86	4497.51	0.11
Güzergah	6000	Q500	5450.72	579.00	591.52	591.56	0.86	6332.05	0.10
Güzergah	5960.53	Q25	2598.18	579.00	586.51	586.55	0.93	2791.70	0.13
Güzergah	5960.53	Q50	3209.47	579.00	588.07	588.11	0.87	3668.68	0.12
Güzergah	5960.53	Q100	3871.25	579.00	589.16	589.20	0.86	4483.73	0.11
Güzergah	5960.53	Q500	5450.72	579.00	591.51	591.54	0.85	6395.24	0.10
Güzergah	5800	Q25	2598.18	578.49	586.43	586.46	0.78	3334.35	0.11
Güzergah	5800	Q50	3209.47	578.49	588.01	588.04	0.73	4395.56	0.10
Güzergah	5800	Q100	3871.25	578.49	589.11	589.14	0.74	5215.27	0.09
Güzergah	5800	Q500	5450.72	578.49	591.46	591.49	0.76	7173.28	0.09

Güzergah	5600	Q25	2598.18	578.99	586.37	586.39	0.66	3960.65	0.09
Güzergah	5600	Q50	3209.47	578.99	587.96	587.98	0.63	5116.82	0.08
Güzergah	5600	Q100	3871.25	578.99	589.06	589.09	0.64	6009.91	0.08
Güzergah	5600	Q500	5450.72	578.99	591.42	591.45	0.66	8243.35	0.07
Güzergah	5400	Q25	2598.18	578.88	586.33	586.34	0.53	4944.15	0.07
Güzergah	5400	Q50	3209.47	578.88	587.93	587.94	0.51	6308.53	0.06
Güzergah	5400	Q100	3871.25	578.88	589.04	589.05	0.53	7298.28	0.06
Güzergah	5400	Q500	5450.72	578.88	591.40	591.42	0.57	9555.71	0.06
Güzergah	5200	Q25	2598.18	578.00	586.29	586.30	0.53	4917.55	0.07
Güzergah	5200	Q50	3209.47	578.00	587.90	587.92	0.51	6256.44	0.06
Güzergah	5200	Q100	3871.25	578.00	589.01	589.03	0.54	7188.85	0.06
Güzergah	5200	Q500	5450.72	578.00	591.38	591.39	0.59	9268.77	0.06
Güzergah	5000	Q25	2598.18	577.96	586.26	586.27	0.48	5421.00	0.07
Güzergah	5000	Q50	3209.47	577.96	587.88	587.89	0.45	7056.71	0.06
Güzergah	5000	Q100	3871.25	577.96	588.99	589.00	0.47	8204.85	0.05
Güzergah	5000	Q500	5450.72	577.96	591.36	591.37	0.51	10756.32	0.05
Güzergah	4800	Q25	2598.18	577.92	586.22	586.23	0.47	5537.39	0.06
Güzergah	4800	Q50	3209.47	577.92	587.86	587.87	0.44	7248.46	0.05
Güzergah	4800	Q100	3871.25	577.92	588.97	588.98	0.46	8444.65	0.05
Güzergah	4800	Q500	5450.72	577.92	591.34	591.36	0.49	11076.44	0.05
Güzergah	4600	Q25	2598.18	577.50	586.20	586.21	0.42	6172.31	0.06
Güzergah	4600	Q50	3209.47	577.50	587.84	587.85	0.40	7972.61	0.05
Güzergah	4600	Q100	3871.25	577.50	588.96	588.97	0.42	9238.23	0.05
Güzergah	4600	Q500	5450.72	577.50	591.33	591.34	0.45	12039.84	0.05
Güzergah	4400	Q25	2598.18	577.00	586.19	586.19	0.29	8977.38	0.04
Güzergah	4400	Q50	3209.47	577.00	587.84	587.84	0.29	11150.51	0.03
Güzergah	4400	Q100	3871.25	577.00	588.95	588.95	0.31	12674.04	0.03
Güzergah	4400	Q500	5450.72	577.00	591.32	591.33	0.34	16058.19	0.03

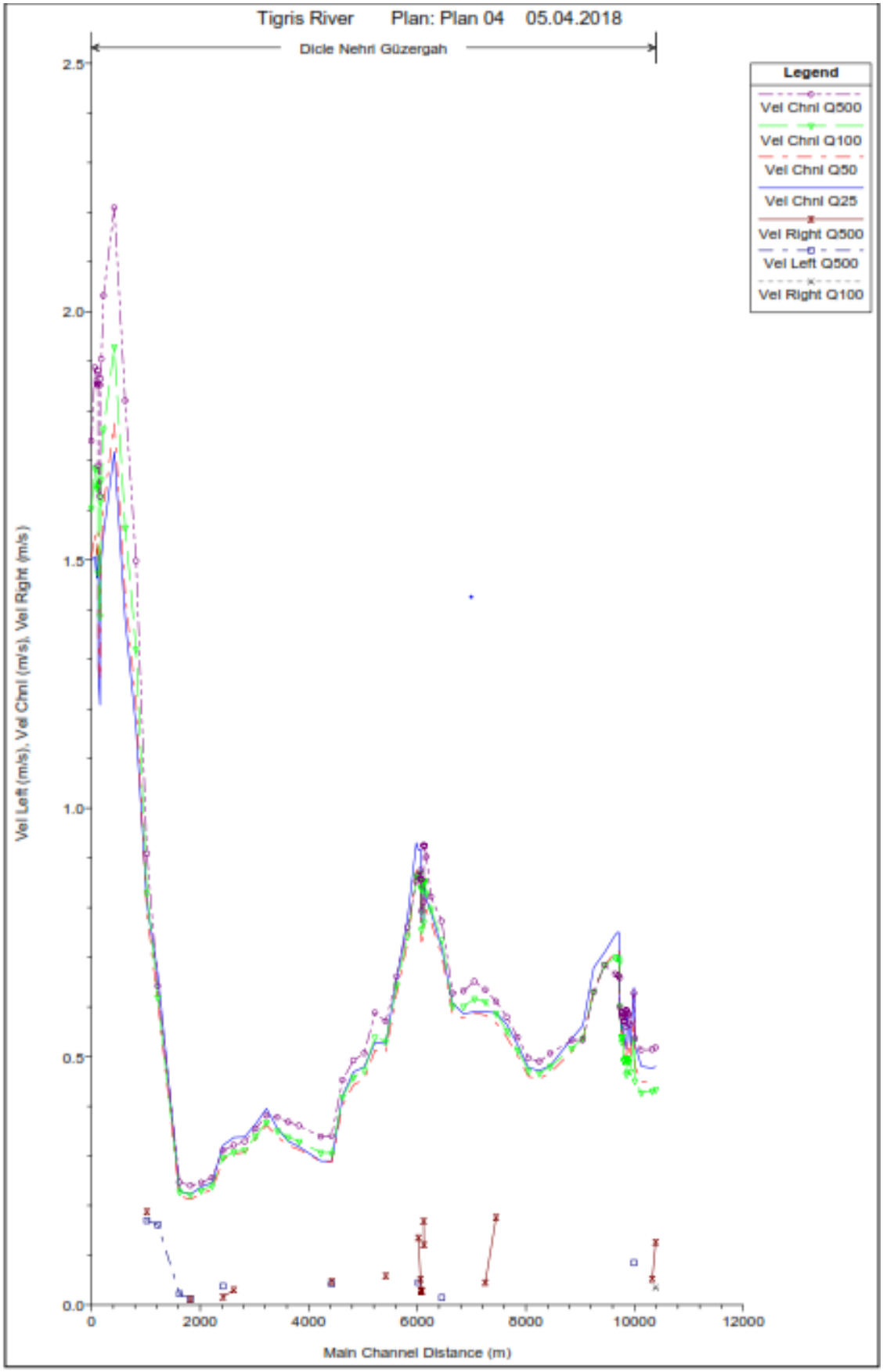
Reach	River	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	Vel Chnl	Flow Area	Frou
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	
Güzergah	4200	Q25	2598.18	576.50	586.18	586.18	0.29	8968.95	0.03
Güzergah	4200	Q50	3209.47	576.50	587.83	587.83	0.29	11095.26	0.03
Güzergah	4200	Q100	3871.25	576.50	588.94	588.95	0.31	12619.57	0.03
Güzergah	4200	Q500	5450.72	576.50	591.32	591.32	0.34	16102.61	0.03
Güzergah	3800	Q25	2598.18	576.50	586.16	586.16	0.32	8167.19	0.04
Güzergah	3800	Q50	3209.47	576.50	587.81	587.82	0.31	10266.35	0.04
Güzergah	3800	Q100	3871.25	576.50	588.93	588.93	0.33	11763.49	0.04
Güzergah	3800	Q500	5450.72	576.50	591.30	591.31	0.36	15115.57	0.04
Güzergah	3600	Q25	2598.18	576.50	586.14	586.15	0.33	7876.57	0.04
Güzergah	3600	Q50	3209.47	576.50	587.80	587.81	0.32	9991.38	0.04
Güzergah	3600	Q100	3871.25	576.50	588.92	588.92	0.34	11471.04	0.04
Güzergah	3600	Q500	5450.72	576.50	591.29	591.30	0.37	14798.96	0.04
Güzergah	3400	Q25	2598.18	576.00	586.13	586.13	0.36	7308.42	0.05
Güzergah	3400	Q50	3209.47	576.00	587.79	587.80	0.34	9495.92	0.04
Güzergah	3400	Q100	3871.25	576.00	588.91	588.91	0.35	11040.80	0.04
Güzergah	3400	Q500	5450.72	576.00	591.28	591.29	0.38	14440.47	0.04
Güzergah	3200	Q25	2598.18	575.50	586.11	586.11	0.40	6575.74	0.05
Güzergah	3200	Q50	3209.47	575.50	587.78	587.78	0.36	8859.70	0.05
Güzergah	3200	Q100	3871.25	575.50	588.89	588.90	0.37	10524.49	0.04
Güzergah	3200	Q500	5450.72	575.50	591.27	591.28	0.38	14294.76	0.04
Güzergah	3000	Q25	2598.18	575.50	586.08	586.09	0.36	7135.83	0.05
Güzergah	3000	Q50	3209.47	575.50	587.76	587.77	0.33	9605.64	0.04
Güzergah	3000	Q100	3871.25	575.50	588.88	588.89	0.34	11407.65	0.04
Güzergah	3000	Q500	5450.72	575.50	591.26	591.27	0.35	15375.91	0.04

Güzergah	2800	Q25	2598.18	575.10	586.07	586.07	0.34	7683.45	0.05
Güzergah	2800	Q50	3209.47	575.10	587.75	587.75	0.31	10451.64	0.04
Güzergah	2800	Q100	3871.25	575.10	588.87	588.87	0.31	12397.67	0.04
Güzergah	2800	Q500	5450.72	575.10	591.26	591.26	0.33	16579.79	0.03
Güzergah	2600	Q25	2598.18	574.90	586.05	586.05	0.34	7705.45	0.05
Güzergah	2600	Q50	3209.47	574.90	587.74	587.74	0.30	10558.69	0.04
Güzergah	2600	Q100	3871.25	574.90	588.86	588.86	0.31	12567.70	0.04
Güzergah	2600	Q500	5450.72	574.90	591.25	591.25	0.32	16940.15	0.03
Güzergah	2400	Q25	2598.18	574.50	586.03	586.04	0.32	8084.72	0.04
Güzergah	2400	Q50	3209.47	574.50	587.73	587.73	0.29	10971.17	0.04
Güzergah	2400	Q100	3871.25	574.50	588.85	588.85	0.30	13040.90	0.04
Güzergah	2400	Q500	5450.72	574.50	591.24	591.25	0.31	17547.62	0.03
Güzergah	2200	Q25	2598.18	574.50	586.02	586.03	0.25	10551.93	0.03
Güzergah	2200	Q50	3209.47	574.50	587.72	587.72	0.23	13824.55	0.03
Güzergah	2200	Q100	3871.25	574.50	588.84	588.85	0.24	16158.69	0.03
Güzergah	2200	Q500	5450.72	574.50	591.24	591.24	0.26	21264.66	0.03
Güzergah	2000	Q25	2598.18	574.46	586.01	586.02	0.24	10929.45	0.03
Güzergah	2000	Q50	3209.47	574.46	587.71	587.72	0.22	14362.11	0.03
Güzergah	2000	Q100	3871.25	574.46	588.84	588.84	0.23	16761.69	0.03
Güzergah	2000	Q500	5450.72	574.46	591.23	591.24	0.25	22162.44	0.03
Güzergah	1800	Q25	2598.18	573.50	586.01	586.01	0.22	11676.40	0.03
Güzergah	1800	Q50	3209.47	573.50	587.71	587.71	0.21	15126.24	0.03
Güzergah	1800	Q100	3871.25	573.50	588.83	588.84	0.22	17467.87	0.02
Güzergah	1800	Q500	5450.72	573.50	591.23	591.23	0.24	22697.77	0.02
Güzergah	1600	Q25	2598.18	573.00	586.00	586.00	0.23	11339.87	0.03
Güzergah	1600	Q50	3209.47	573.00	587.70	587.71	0.22	14657.20	0.03
Güzergah	1600	Q100	3871.25	573.00	588.83	588.83	0.23	16975.97	0.03
Güzergah	1600	Q500	5450.72	573.00	591.22	591.23	0.25	22109.43	0.02
Güzergah	1200	Q25	2598.18	573.00	585.95	585.97	0.67	3895.33	0.09
Güzergah	1200	Q50	3209.47	573.00	587.66	587.68	0.61	5254.76	0.08
Güzergah	1200	Q100	3871.25	573.00	588.79	588.81	0.62	6254.79	0.08
Güzergah	1200	Q500	5450.72	573.00	591.19	591.21	0.64	8581.94	0.07
Güzergah	1000	Q25	2598.18	573.00	585.87	585.90	0.81	3210.79	0.10
Güzergah	1000	Q50	3209.47	573.00	587.60	587.63	0.79	4070.06	0.09
Güzergah	1000	Q100	3871.25	573.00	588.73	588.76	0.83	4669.98	0.09
Güzergah	1000	Q500	5450.72	573.00	591.13	591.17	0.91	6041.81	0.09
Güzergah	800	Q25	2598.18	573.00	585.74	585.81	1.16	2235.88	0.12
Güzergah	800	Q50	3209.47	573.00	587.48	587.55	1.21	2653.29	0.12
Güzergah	800	Q100	3871.25	573.00	588.59	588.68	1.32	2932.44	0.13
Güzergah	800	Q500	5450.72	573.00	590.97	591.09	1.50	3638.59	0.14
Güzergah	600	Q25	2598.18	573.00	585.60	585.70	1.38	1883.10	0.14
Güzergah	600	Q50	3209.47	573.00	587.34	587.45	1.43	2239.19	0.14
Güzergah	600	Q100	3871.25	573.00	588.44	588.56	1.57	2473.14	0.15
Güzergah	600	Q500	5450.72	573.00	590.77	590.94	1.82	2993.97	0.16
Güzergah	400	Q25	2598.18	573.00	585.37	585.52	1.72	1512.48	0.18
Güzergah	400	Q50	3209.47	573.00	587.12	587.28	1.77	1808.63	0.18
Güzergah	400	Q100	3871.25	573.00	588.19	588.38	1.93	2006.93	0.19
Güzergah	400	Q500	5450.72	573.00	590.47	590.72	2.21	2467.57	0.21
Güzergah	200	Q25	2598.18	573.00	585.19	585.31	1.55	1674.40	0.16
Güzergah	200	Q50	3209.47	573.00	586.96	587.09	1.61	1996.24	0.16
Güzergah	200	Q100	3871.25	573.00	588.01	588.17	1.76	2196.47	0.17
Güzergah	200	Q500	5450.72	573.00	590.24	590.45	2.03	2682.79	0.19
Güzergah	160.12	Q25	2598.18	573.00	585.16	585.28	1.50	1728.65	0.16
Güzergah	160.12	Q50	3209.47	573.00	586.94	587.06	1.53	2096.46	0.16
Güzergah	160.12	Q100	3871.25	573.00	587.98	588.12	1.66	2330.91	0.17
Güzergah	160.12	Q500	5450.72	573.00	590.21	590.40	1.90	2861.96	0.18

Güzergah	145.69	Q25	2598.18	573.07	585.15	585.26	1.48	1760.74	0.16
Güzergah	145.69	Q50	3209.47	573.07	586.93	587.04	1.50	2139.26	0.15
Güzergah	145.69	Q100	3871.25	573.07	587.97	588.11	1.63	2379.38	0.16
Güzergah	145.69	Q500	5450.72	573.07	590.20	590.38	1.86	2923.13	0.18
Güzergah	137.83	Q25	2598.18	573.13	585.14	585.25	1.47	1769.97	0.16
Güzergah	137.83	Q50	3209.47	573.13	586.92	587.04	1.49	2151.58	0.15
Güzergah	137.83	Q100	3871.25	573.13	587.97	588.10	1.62	2393.73	0.16
Güzergah	137.83	Q500	5450.72	573.13	590.20	590.37	1.85	2942.80	0.18
Güzergah	135	Q25	2598.18	573.00	585.17	585.24	1.21	2151.47	0.12
Güzergah	135	Q50	3209.47	573.00	586.94	587.02	1.26	2548.88	0.12
Güzergah	135	Q100	3871.25	573.00	587.99	588.09	1.39	2793.84	0.13
Güzergah	135	Q500	5450.72	573.00	590.22	590.36	1.63	3347.91	0.15
Güzergah	134.99 On Gözlü		Bridge						
Güzergah	125	Q25	2598.18	573.00	584.58	584.66	1.28	2025.41	0.13
Güzergah	125	Q50	3209.47	573.00	586.22	586.31	1.35	2383.98	0.13
Güzergah	125	Q100	3871.25	573.00	587.28	587.39	1.47	2627.25	0.14
Güzergah	125	Q500	5450.72	573.00	589.76	589.91	1.69	3226.40	0.15
Güzergah	122.51	Q25	2598.18	573.26	584.53	584.65	1.51	1718.99	0.16
Güzergah	122.51	Q50	3209.47	573.26	586.18	586.30	1.55	2064.04	0.16
Güzergah	122.51	Q100	3871.25	573.26	587.24	587.38	1.68	2301.25	0.17
Güzergah	122.51	Q500	5450.72	573.26	589.71	589.89	1.88	2896.68	0.18
Güzergah	112.77	Q25	2598.18	573.34	584.53	584.64	1.47	1767.12	0.16
Güzergah	112.77	Q50	3209.47	573.34	586.17	586.29	1.52	2111.93	0.16
Güzergah	112.77	Q100	3871.25	573.34	587.23	587.37	1.65	2347.12	0.16
Güzergah	112.77	Q500	5450.72	573.34	589.71	589.88	1.85	2939.62	0.17
Güzergah	100.66	Q25	2598.18	573.44	584.52	584.63	1.46	1775.83	0.16
Güzergah	100.66	Q50	3209.47	573.44	586.16	586.28	1.51	2122.30	0.15
Güzergah	100.66	Q100	3871.25	573.44	587.22	587.36	1.64	2354.77	0.16
Güzergah	100.66	Q500	5450.72	573.44	589.70	589.87	1.85	2942.52	0.17
Güzergah	62.64	Q25	2598.18	573.42	584.48	584.59	1.51	1724.04	0.17
Güzergah	62.64	Q50	3209.47	573.42	586.13	586.25	1.55	2068.09	0.16
Güzergah	62.64	Q100	3871.25	573.42	587.18	587.33	1.68	2297.75	0.17
Güzergah	62.64	Q500	5450.72	573.42	589.65	589.83	1.89	2888.01	0.18
Güzergah	0	Q25	2598.18	573.00	584.42	584.53	1.50	1732.19	0.17
Güzergah	0	Q50	3209.47	573.00	586.07	586.19	1.51	2131.18	0.17
Güzergah	0	Q100	3871.25	573.00	587.13	587.26	1.60	2412.43	0.17
Güzergah	0	Q500	5450.72	573.00	589.60	589.76	1.74	3133.08	0.18



Şekil 4.47. Dicle Nehri HEC-RAS Perpektif



Şekil 4.48. Dicle Nehri HEC-RAS Hız Grafiği

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dicle Nehri doğal bir nehir olmasından ötürü güzergah boyunca farklı en kesit ve pürüzlülük değerleriyle karşılaşmak mümkündür. Bu farklılıklar nehrin geçirebileceği debi miktarını da etkilemektedir. Çalışmamızda 10 km'lik güzergah boyunca 200 m. de bir en kesit alınmak suretiyle analiz yapılmaya çalışılmıştır. Köprü gibi hidrolik yapıların kritik yapılar olması nedeniyle bu yapıların memba ve mansabında en kesit aralığı 5 m'ye kadar düşürülerek daha iyi analiz yapılmaya çalışılmıştır. Bunun yanı sıra pürüzlülük değerleri belirlenirken güzergahta gözlemler yapılmış, fotoğraflar çekilmiş, elde edilen veriler ile birlikte Türkiye'deki taşkın ıslah çalışmalarında kullanılmakta olan DSİ 'nin 2014 yılında yayınladığı "Dere Yatakları İçin Pürüzlülük Katsayısı Belirleme Kılavuzu" ndan yararlanılmış ve mümkün mertebe gerçek sonuçlara yaklaşılmıştır.

Çalışma güzergahında kum ocakları, canlı balık üretim tesisleri, verimli tarım arazileri, hastaneler ve kısmi de olsa yerleşim yerleri bulunmasından dolayı taşkın anında önemli zararlar oluşmaktadır. Çalışmamızın hemen başlangıcındaki Sadi Köprüsünün açıklığının yetersiz olmasından dolayı güzergahın bu kısmında daralma olmaktadır. Özellikle farklı zamanlarda yan yana inşa edilen köprülerin gerek ayaklar arası açıklık gerekse de kiriş yüksekliklerinin farklı olmasından dolayı bu köprüde su yüzü profillerinde önemli değişiklikler gözlemlenmiştir. Köprüler sırasıyla programa tanımlandıkça söz konusu açıklık ve yükseklikteki farklılıkların su seviyesindeki artışa neden olduğu görülmüştür. 25 yıllık tekerrür debilerinde dahi taşkın suları kesit yetersizliğinden şişmekte ve geriye doğru yerleşim sahalarını ve tesisleri sular altında bırakmaktadır. Aynı şekilde köprünün mansap kısmındaki canlı balık üretim tesisleri, sosyal tesisler ve verimli tarım arazilerinin de sular altında kaldığı görülmektedir. Üniversite Köprüsü mansabı ile Tarihi On Gözlü Köprüsü arasındaki kesimde bulunan ve 2015 yılında UNESCO tarafından Dünya Kültür Mirası Listesine alınan Hevsel Bahçelerinin de taşkın yatağında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmamızın son kısmında bulunan Tarihi On Gözlü Köprüsünün kesitinin de yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu köprü açıklığının tüm tekerrür debilerinde yetersiz kaldığı, taşkın sularının eski Diyarbakır Mardin Karayolu ve paralelindeki sosyal ve eğlence tesislerini etkilediği ve sol tarafında bulunan ve Dicle Vadisi projesi kapsamında inşa edilen rekreasyon alanının da taşkın sularından etkilendiği tespit edilmiştir.

HEC-RAS programıyla yapılan taşkın analizi sonuçları incelediğinde yatak genişliğinin yer yer 2500 metreye çıktığı görülmektedir. Bu gibi taşkın yatağı genişliğine ve düşük eğime sahip doğal nehirlerde sağlıklı bir taşkın analizi yapmak elbette güçtür. Ancak elde edilecek güncel haritalar ve bu haritaların araziye uygunluğu, çalışma alanına ait elde edilmiş hassas hidrolojik veriler, arazide yapılan gözlemler neticesindeki edinilmiş veriler ve tüm bu verilerin etkili bir kullanıcı aracılığıyla bir araya getirilmesi suretiyle arazi ve bilgisayar arasındaki uyumun da iyi sağlanmasıyla yapılacak taşkın analizi çalışmaları çok daha sağlıklı olacaktır.

Bu çalışmanın sonuçları göz önüne alındığında; Sadi ve tarihi On Gözlü Köprülerinin kapasiteleri taşkın sularını geçirmekte yetersiz kalmaktadır. UNESCO tarafından Dünya Kültür Mirası Listesine alınan Hevsel Bahçeleri, Dicle Üniversitesine bağlı Taşıt İşletme Şubesi, Kapitaj, Arıtma Tesisleri, Diyarbakır Orman Bölge Müdürlüğü Fidanlık sahası, Balıkçılık ve Meyvecilik geliştirme projesi kapsamında işletme halindeki tesisler ile Üniversite Köprüsü membasındaki yerleşim yerleri taşkın sınırları içerisinde bulunmaktadır. Muhtemel taşkın zararlarını en aza indirgemek için güzergahta yapılacak ıslah çalışmaları pürüzlülük katsayısının düşmesine ve dolayısıyla da taşkın su yüzü üst kotlarında azalmaya neden olacaktır. Bunun yanı sıra Sadi Köprüsünün açıklığının artırılması gerekmektedir. Aynı güzergahta Üniversite Köprüsü açıklığı göz önüne alındığında durum daha anlaşılır olacaktır. Yine kapasitesi yetersiz olan tarihi On Gözlü Köprüsüne müdahale mümkün olmadığından olası zararı önlemek için taşkın sularını derive edecek Kırklar Dağı eteklerinden tekrar Dicle nehrine bağlanan bir tünel inşa edilmesi düşünülebilir. Güzergah üzerindeki Hevsel Bahçelerinin taşkın sularından korunması gerekmektedir. Bunun için Hevsel Bahçelerinin membasında Üniversite Köprüsü açıklığının yeterli olduğu da göz önüne alınarak regülatör veya memba batardosu gibi çevirme yapıları inşa edilebilir. Böylece taşkın anındaki suyun seviyesi istenilen kota kadar yükseltilerek taşkın suyu depolanacak ve akabinde su yönü de değiştirilmek suretiyle de Hevsel Bahçelerine giden taşkın suyu kontrollü bir şekilde derive edilecektir. Son olarak taşkın sınırları içerisinde olan yapıların da taşkın sularından etkilenmeyecek daha üst kotlara taşınması gerekmektedir.

6. KAYNAKLAR

Ardiçlioğlu, M. Bilgil, A., Öztürk, Ö. 2005. Cilalı ve Pürüzlü Açık Kanal Akımlarında Sürtünme Katsayılarının İncelenmesi. Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Kongresi. Antalya

Berber, M., Akçalı,E., Erdoğan,İ., Kuduban,H., Erdoğan,B., Kimençe,S. 2016. Doğu Karadeniz Bölgesinde Taşkın ve Rusubat Kontrolü İçin Dsi Tarafından Yapılan Öncü Çalışmalar sunumu 2016 IV. Ulusal Taşkın Sempozyumu

Brunner G.W. 2010 HEC-RAS River Analysis System Hydraulic Reference Manual Version 4.1. http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/documentation/HEC-RAS_4.1_ Reference_Manual.pdf

Cowan, W.L., 1956. ***Estimating Hydraulic Roughness Coefficients, Agricultural Engineering***, Vol 37, No. 7, pp 473-475b

Chow, V.T. 1959. Open Channel Hydraulic. McGraw-Hill. 1- 728, New York

Çitgez, T. 2011. Sel ve Taşkın Zararlarının Önlenmesi Üzerine Bir Araştırma: Düzce-Kaynaşlı Örneği. Yüksek Lisans Tezi. Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 115

Davidian, J., Carrigan JR., P. H., Shen, J., Flow Through Openings in Width Constrictions, Water Supply Paper 1369-D, U.S. Geological Survey, Washington, D. C., 1962.

DMİ., (1991). Uzun Yıllar Ortalamasına Göre Aylık Yağış ve Sıcaklık Değerleri DMİ Genel Müdürlüğü Bilgi İşlem Merkezi. Ankara. Cilt 1-4 Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Haziran 1990. Ankara

DMİ., (1984). Ortalama, Ekstrem Sıcaklık ve Yağış Değerleri Bülteni (Günlük-Aylık). Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü. Ankara

DPT., (1990) Güneydoğu Anadolu Projesi Master Plan Çalışması. Master Plan Nihai Roporu Cilt 1-4 Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Haziran 1990. Ankara

DPT., (1990) Güneydoğu Anadolu Projesi Master Plan Çalışması. Master Plan Nihai Roporu

DSİ., Dicle Havzası İstikşaf Raporu, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, DSİ Matbaası, Ankara, 1971

DSİ., Güneydoğu Anadolu Projesi, DSİ Genel Müdürlüğü Etüt ve Plan Dairesi Başkanlığı, Ankara, 1980

DSİ. 2014. Dere Yatakları İçin Pürüzlülük Katsayısı Belirleme Kılavuzu. Ankara. 8

Erkek, C. Ağıralioğlu, N. 2010. Su Kaynakları Mühendisliği. İstanbul, Sayfa:394, İstanbul.

Efe, H. 2014. Batman Çayı'nın Taşkın Analizinin HEC-RAS Programıyla Yapılması .Yüksek Lisans Tezi. DicleÜniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 96

Hulsing, H., Smıth,W., Cobb,E.1869. Velocity- Head Coefficients in Open Channels. Geologıcal Survey Water-Supply Paper 1869-C,River Hydrolics, California Department 1869. erişim tarihi 14.06.2017 https://pubs.usgs.gov/wsp/1869c/report.pdf

İmo, 2006. TMMOB Bölge Bileşenlerinin 31 Ekim-2 Kasım 2006 tarihleri arasında yaşanan Sel Felaketiyle İlgili Hazırladığı Ön İnceleme ve Değerlendirme Raporu 2006. erişim tarihi 16.11.2017 http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/13835.pdf

Karakuyu, M., 2004, Şehirleşmenin Küresel İklim Sapmaları ve Taşkınlar Üzerindeki Etkisi.Marmara Coğrafya Dergisi, 6, 1-12.

Kara, Ö. 2009. Su Yüzü Profillerinin HEC-RAS Paket Programıyla İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 106

Lindsey, W.F. 1938. Typical Drag Coefficients for Various Cylinders in Two Dimensional Flow, NACA Technical Report 619.

Onuşluel, G. 2005. Floodplain Management Based On HEC-RAS Modelling System. Doktora Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 263

Özoral E, 2007. Taşkın Koruma Faaliyetlerinde Memba ve Mansap Planlaması ve Yukarı Havza Önlemleri. Sel-Heyelan-Çığ Sempozyumu Bildiriler Kitabı. 67-93.

Özbek, T. 2009 Açık Kanal Akımlarının Hidroliği ve Hidrolik Yapılar. Teknik Yayınevi Mühendislik Mimarlık Yayınları. 1-666. Ankara

Pehlivan, M., Yavuz, H., Direkçi, E., Eroğlu, H., Kürkçü, Ö., Yorulmaz, Ö., 2016. Taşkın Tesisleri İle Akarsu Ve Dere Yataklarına Yapılan Müdahaleler ve Bunların Önlenmesi sunumu 2016 IV. Ulusal Taşkın Sempozyumu çevrim içi, erişim tarihi 25.10.2017 http://www.dsi.gov.tr/faaliyetler/sempozyum-ve-sergiler/4-ulusal-taskin-sempozyumu-sunulari

Seçkin, G., Comparison of Sediment Transport Rates between Symmetric and Asymmetric Straight Compound Channels, Proc. of the Eighth International Symposium on Stochastic Hydraulics, Beijing, China, 139-144, 2000.

Selek, B., Deniz, S. 2016. Türkiye'de Taşkın Kontrolü Faaliyetlerinin Genel Değerlendirilmesi ve Yeni Çalışmalar sunumu 2016 IV. Ulusal Taşkın Sempozyumu çevrim içi, erişim tarihi 25.10.2017 http://www.dsi.gov.tr/faaliyetler/sempozyum-ve-sergiler/4-ulusal-taskin-sempozyumu-sunulari

Tuncer, İ. 2011. Açık Kanallarda Su Yüzü Profilinin Belirlenmesi, Nakkaş Dere Örneğinde Bir HEC-RAS Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 160

Üyüklüoğlu, M. 2015 HEC-RAS İle Taşkın Bölgelerinin Modellenmesi . Yüksek Lisans Tezi. Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 157

Yarnell, D.L., 1934. Bridge Piers as Channel Obstructions, Technical Bulletin 442, U.S. Department of Agriculture, Washington D.C.

Yurtal, R., Seçkin, G., Kaya, Đ., Atabay, S., Seyhan Nehri Su Yüzü Profillerinde Köprülerden Kaynaklanan Kabarmaların HEC-RAS Paket Programı Kullanılarak Modellenmesi, DMO Teknik Dergi, 14(2), 2935-2948, 2003.

Yaylak, M. 2016 Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Yardımıyla Bitlis Deresi Taşkın Risk Analizi. Yüksek Lisans Tezi. Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 109

ÖZGEÇMİŞ

1987 yılında Diyarbakır/Bismil'de doğdum. İlköğrenimi Mehmet İçkale İlköğretim Okulu'nda, liseyi Yunus Emre Lisesi'nde tamamladı. 2006 yılında öğrenime başladığı Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümünden 2010 yılında mezun oldu. 2010-2013 yılları arasında farklı Özel Yapı Denetim Şirketleri'nde Kontrol Mühendisi olarak görev yaptı. 2013 yılından bu yana DSİ 10. Bölge Müdürlüğü Proje İnşaat Biriminde İnşaat Mühendisi olarak görev yapmaktadır.

e-mail : ugras_selman@hotmail.com

Yabancı Dil : İngilizce

T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI İNTİHAL RAPORU FORMU

ÖĞRENCİ BİLGİLERİ	
ADI VE SOYADI	Selman OĞRAŞ
ÖĞRENCİ NO	15806009
EĞİTİM – ÖĞRETİM YILI	2017-2018
YARIYIL	☐ Güz ☒ Bahar
ANABİLİM DALI	İnşaat Mühendisliği
PROGRAM	Yüksek Lisans
TEZ KONUSU	Dicle Nehri'nin Taşkın Analizinin HEC-RAS Programıyla Yapılması
İNTİHAL RAPORU BİLGİLERİ	
RAPOR TÜRÜ	Tez Savunma Sınavı Sonrası
SAYFA SAYISI	129
BENZERLİK ORANI	% 8
RAPORLAMA TARİHİ	03/07/2018

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın kapak sayfası, giriş, ana bölümler, sonuç ve tartışma kısımlarından oluşan toplam 129 sayfalık kısmına ilişkin, 03/07/2018 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından *Turnitin* adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan intihal raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 8'dir.

Uygulanan filtrelemeler:

☐ Kabul/Onay sayfaları hariç,
☐ Kaynakça hariç
☐ Alıntılar hariç/dâhil
☐ Diğer

Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Programlarda Tez Çalışması İntihal Raporu Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edilmesi durumunda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Selman OĞRAŞ

03/07/2018	03/07/2018
Doç.Dr.Fevzi ÖNEN	Dr. Gültekin AKTAŞ
Tez Danışmanı	Doç.Dr.A.Halim KARAŞİN - V
	Anabilim Dalı Başkanı