T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BOĞLUCA (KAYALI) DERESİNİN TAŞKIN RİSKİNİN İRDELENMESİ

MEHMET ENGİN EREN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
HİDROLİK PROGRAMI

DANIŞMAN
YRD. DOÇ. DR. ALİ COŞAR

İSTANBUL, 2011

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BOĞLUCA (KAYALI) DERESİNİN TAŞKIN RİSKİNİN İRDELENMESİ

Mehmet Engin EREN tarafından hazırlanan tez çalışması 07.07.2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Yrd. Doç. Dr. Ali COŞAR

Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Yrd. Doç. Dr. Ali COŞAR

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Prof. Dr. Yalçın YÜKSEL

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Prof. Dr. M. Emin KARAHAN

Beykent Üniversitesi _____

ÖNSÖZ

Günümüzde kent havzalarında yanlış arazi kullanımının tipik örneklerine sık sık rastlanmaktadır. Akarsu havzalarının yukarı kısımlarındaki tarım alanlarında yanlış tarımsal uygulamalar ile bir taraftan doğal bitki örtüsünün tahrip edilmesi, bina ve yol inşaatlarının artarak toprak yüzeyinin yoğun yapılaşma ile kapatılması yağışların neredeyse tamamının yeraltı sularına karışmadan akışa geçmesini sağlamaktadır. Bu durum derelerde yüksek akımlar meydana getirmekte ve taşkınlara sebebiyet vermektedir.

Taşkın, bir akarsuyun çeşitli nedenlerle yatağından taşarak, canlı ve cansız varlıklara zarar vermek suretiyle, etki bölgesinde normal sosyo-ekonomik faaliyetleri kesintiye uğratacak ölçüde akış oluşturmasıdır.

Taşkınlar ekonomi ve toplum yaşamı üzerinde olumsuz etkileri fazla olan bir afettir. Ancak, mal ve can kaybının fazla olması genellikle insan müdahalesinden kaynaklanmaktadır.

Yüksek lisans tezi olarak sunulan bu çalışmada, Silivri ilçesinde bulunan Boğluca Deresi ve tüm kollarının çeşitli yöntemlerle muhtelif tekerrürlü taşkın debileri elde edilmiştir. Hesaplanan bu taşkın debileri bilgisayar programları yardımı ile hazırlanan Boğluca Deresi arazi-ıslah kesit modelinden geçirilerek bölgedeki taşkın riskinin irdelenmesi yapılmıştır.

Son derece önemli olan bu konuyu bana öneren, sabır ve hoşgörüyle yönlendiren ve tamamlanmasında yoğun çalışma programına rağmen vakit ayırıp, bilgi birikiminden mahrum bırakmayan danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Ali COŞAR'a ve desteklerinden dolayı eşime teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Haziran, 2011

Mehmet Engin EREN

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ ix

KISALTMA LİSTESİ xi

ŞEKİL LİSTESİ xii

ÇİZELGE LİSTESİ xiv

ÖZET xvi

ABSTRACT xviii

BÖLÜM 1

GİRİŞ 1

1.1 Literatür Özeti 1
1.2 Tezin Amacı 2
1.3 Hipotez 3

BÖLÜM 2

HİDROLOJİ VE AKARSU MORFOLOJİSİ 4

2.1 Hidroloji 4
2.1.1 Hidrolojik Çalışmalarda İzlenen Yol 5
2.2 Akarsu Morfolojisi 6
2.2.1 Giriş 6
2.2.2 Akarsuyun ve Havzanın Özellikleri 7

BÖLÜM 3

TAŞKIN 10

3.1 Giriş 10
3.2 Taşkın Çeşitleri 13
3.2.1 Meteorolojik Açıdan Taşkın Türleri 13

3.2.2 Ortaya Çıkma Yerleri Bakımından Taşkınlar 16
3.2.3 Nedenlerine Göre Su Taşkınları 16
3.2.4 Oluşum Süreleri Bakımından Taşkınlar 16
3.3 Taşkın Zararları 17
3.3.1 Dünyada Yaşanan Büyük Taşkınlar ve Zararları 17
3.3.2 Türkiye'de Yaşanan Büyük Taşkınlar ve Zararları 18
3.4 Taşkın Kontrolü 22
3.4.1 Yapısal Olmayan Önlemler 22
3.4.2 Yapısal Önlemler 23

BÖLÜM 4

TAŞKIN HESAP YÖNTEMLERİ 28

4.1 Giriş 28
4.2 Taşkın Hesap Yöntemleri 29
4.2.1 Taşkınların Gözlemlerle Hesabı 29
4.2.2 Taşkınların Formüllerle Hesabı 29
4.2.2.1 Sadece Havza Alanına Bağlı Formüller 30
4.2.2.2 Katsayılara Bağlı Olarak Verilen Formüller ile Havza Debilerinin Bulunması 30
4.2.3 Taşkının Akım Verileriyle Hesabı 31
4.2.4 Birim Hidrograf ile Taşkın Hesabı 32
4.2.4.1 Birim Hidrograf 32
4.2.4.2 Birim Hidrografın Elde Edilmesi 33
4.3 Kayalı Deresinde Uygulanan Hesap Yöntemleri 34
4.3.1 DSİ Sentetik Metot ile Birim Hidrografın Elde Edilmesi 34
4.3.2 Mockus Yöntemi 37
4.3.3 S.C.S. (Soil Conservation Service) Sentetik Metot 38
4.3.4 Synder Sentetik Yöntemi 40
4.3.5 Rasyonel Yöntem 43
4.4 Kayalı Deresinde Uygulanan Sentetik Hesap Yöntemlerinde Akış Yüksekliği ve Taşkın Debilerinin Bulunması 45

BÖLÜM 5

BOĞLUCA DERESİ 48

5.1 İstanbul-Silivri-Çatalca Bölgesindeki Dereler 48
5.2 Boğluca (Kayalı) Deresi 51

BÖLÜM 6

KAYALI DERESİ VE KOLLARI İÇİN TAŞKIN DEBİLERİNİN HESABI 60

6.1 Kayalı Anakolun Farklı Sentetik Yöntemler ile Muhtelif Tekerrürlü Taşkın Debilerinin Bulunması 60
6.1.1 DSİ sentetik Metot ile Hesap 60
6.1.2 Mockus Yöntemi ile Hesap 67

6.1.3 SCS Yöntemi ile Hesap 69
6.1.4 Synder Yöntemi ile Hesap 73
6.1.5 Kayalı Anakola Ait Sentetik Metotlara Göre Bulunan 500 Yıllık Taşkın Debilerinin Karşılaştırılması 76
6.2 Kayalı Deresinin Diğer Kollarının Farklı Sentetik Yöntemler ile Muhtelif Tekerrürlü Taşkın Debilerinin Hesabı 76

BÖLÜM 7

KAYALI DERESİNİN MODELLENMESİ VE KESİT TAHKİKLERİNİN YAPILMASI 77

7.1 Kayalı Deresinin Modellenmesi 77
7.1.1 Giriş 77
7.1.2 Veri ve Yöntem 78
7.1.3 Geometrik Verilerin Oluşturulması 78
7.1.4 Geometrik Verilerin Sayısallaştırılması 80
7.1.5 Hidrolik Modelleme 82
7.2 Kesit Tahkikleri 85
7.2.1 Aydut 1. Yankol (1 Nolu Kesit) 86
7.2.2 Pusu 1. Yankol (2 Nolu Kesit) 87
7.2.3 Pusu 3. Yankol (3 Nolu Kesit) 88
7.2.4 Pusu 2. Yankol (4 Nolu Kesit) 89
7.2.5 Pusu 4. Yankol (5 Nolu Kesit) 90
7.2.6 Aydut 2. Yankol (6 Nolu Kesit) 91
7.2.7 Kayalı 2. Yankol (7 Nolu Kesit) 92
7.2.8 Aydut Anakol (8 Nolu Kesit) 93
7.2.9 Pusu Anakol (9 Nolu Kesit) 94
7.2.10 Kayalı 1. Yankol (10 Nolu Kesit) 95
7.2.11 Kayalı Anakol TEM Otoyolu Menfezine Giriş (11 Nolu Kesit) 96
7.2.12 Kayalı Anakol TEM Otoyolu Menfezinden Çıkış (12 Nolu Kesit) 97
7.2.13 Kayalı Anakol (13 Nolu Kesit) 98
7.2.14 Kayalı Anakol (14 Nolu Kesit) 99
7.2.15 Kayalı 3. Yankol (15 Nolu Kesit) 100
7.2.16 Kayalı Anakol (16 Nolu Kesit) 101
7.2.17 Kayalı Anakol (17 Nolu Kesit) 102
7.2.18 Ağıl Dere (18 Nolu Kesit) 103
7.2.19 Kayalı Anakol (19 Nolu Kesit) 104
7.2.20 Kayalı Anakol D-100 Karayolu Menfez Girişi Öncesi (20 Nolu Kesit) 105
7.2.21 Kayalı Anakol D-100 Karayolu Menfez Girişi (21 Nolu Kesit) 106
7.2.22 Kayalı Anakol D-100 Karayolu Menfez Çıkışı (22 NoluKesit) 107
7.2.23 Kayalı Anakol D-100 Karayolu Menfez Çıktıktan Sonra (23 Nolu Kesit) 108
7.2.24 Mimar Sinan Köprüsü Giriş Öncesi (24 Nolu Kesit) 109
7.2.25 Mimar Sinan Köprüsüne Giriş (25 Nolu Kesit) 110
7.2.26 Mimar Sinan Köprüsünden Çıkış (26 Nolu Kesit) 111

7.2.27 Mimar Sinan Köprüsü Sonrası (27 Nolu Kesit) 112
7.2.28 Kayalı Anakol Mansap (28 Nolu Kesit) 113
7.2.3 Kayalı Deresinin İmar Planları Sınırlarında Kalan Bölgesinin Taşkın Haritası 113

BÖLÜM 8

SONUÇ VE ÖNERİLER 119

KAYNAKLAR 122

EK-A

PLANLAR 124

A-1 Havza Kullanım Planı 124
A-2 Kesit Planı 126

EK-B

DMİ FLORYA METEOROLOJİ İSTASYONUNDA STANDART ZAMANLARDA GÖZLENEN EN BÜYÜK YAĞIŞ DEĞERLERİ(mm) 127

EK-C

ÇEŞİTLİ SENTETİK YÖNTEMLERLE TAŞKIN DEBİLERİNİN HESABI 129

C-1 Aydut 1.Yankol (1 Nolu Kesit) 129
C-2 Pusu 1.Yankol (2 Nolu Kesit) 130
C-3 Pusu 3.Yankol (3 Nolu Kesit) 130
C-4 Pusu 2. Yankol (4 Nolu Kesit) 131
C-5 Pusu 4.Yankol (5 Nolu Kesit) 131
C-6 Aydut 2.Yankol (6 Nolu Kesit) 132
C-7 Kayalı 2.Yankol (7 Nolu Kesit) 132
C-8 Aydut Anakol (8 Nolu Kesit) 133
C-9 Pusu Anakol (9 Nolu Kesit) 133
C-10 Kayalı Dere 1.Yankol (10 Nolu Kesit) 134
C-11 Kayalı Anakol (11-12-13 Nolu Kesit) 134
C-12 Kayalı Anakol (14 Nolu Kesit) 135
C-13 Kayalı 3.Yankol (15 Nolu Kesit) 135
C-14 Kayalı Anakol (16 Nolu Kesit) 136
C-15 Kayalı Anakol (17 Nolu Kesit) 136
C-16 Ağıl Dere (18 Nolu Kesit) 137
C-17 Kayalı Anakol (19 Nolu Kesit) 137
C-18 Kayalı Anakol (20-26 Arası Kesitler) 138

ÖZGEÇMİŞ 139

SİMGE LİSTESİ

Q	Debi (m^3/s)
A	Havza Alanı (km^2)
β	Havzaya bağlı bir katsayı
α	Havzaya bağlı bir katsayı
C_h	Havza katsayısı
m	Yağış alanı büyüklüğü katsayısı
h	Yıllık ortalama yağış (m)
$\overline{Q}$	T yılda tekerrürü muhtemel maksimum günlük ortalama debi (m^3/s)
$Q_{max\,T}$	T yılda tekerrürlü muhtemel maksimum yağış debisi
Q_p	Birim hidrograf pik debisi
T_p	Birim hidrografın yükselme süresi
T_r	Birim hidrografın geri çekilme süresi
T_b	Birim hidrograf süresi
C	Havza katsayısı
S	Harmonik eğim
L	Dere uzunluğu (km)
L_c	Havzanın ağırlık merkezinden akarsuya inilen dikmenin akarsuyun kestiği noktada havza çıkış noktasına olan mesafesi (km)
h_a	Yağış yüksekliği (mm)
q_p	Havza verimi ($lt/sn/km^2/cm$)
V_b	Birim hidrograf hacmi (m^3)
T	Hidrografın devam süresi (saat)
T_c	Toplanma süresi (saat)
ΔD	Birim sağnak süresi (saat)
D	Taşkını meydana getiren yağış süresi (saat)
H	Havza katsayısı
K	Havza katsayısı
L_g	Havza gecikme süresi (saat)
C_t	Havza katsayısı
C_p	Havza katsayısı
W_{50}	Pik debinin % 50'sine karşı gelen zaman genişliği (saat)
W_{75}	Pik debinin % 75'sine karşı gelen zaman genişliği (saat)

Q_T	T tekerrür yılına ait debisi (m^3/s)
C_T	Akış katsayısı
I_{Tc}	T tekerrür yılına ait yağış şiddeti (1/s/ha)
F	Toplama alanı (ha)
Q_{500}	Beşyüz yıllık tekerrür yılına ait debi (m^3/s)
Q_{100}	Yüz yıllık tekerrür yılına ait debi (m^3/s)
Q_{10}	On yıllık tekerrür yılına ait debi (m^3/s)
I	Yağış verimi (lt/sn/ha)
T_0	Havza giriş süresi (dakika)
T_n	Havza akış süresi (dakika)
dH	Ana akış güzergâhının başlangıcı ile sonu arasında zemin kotu farkı (m)
L_n	Islah yapısı uzunluğu (m)
V_n	Suyun akış hızı (m/sn)
C_{100}	100 yıllık tekerrür yılına ait akış katsayısı
T	Tekerrür süresi
n	Katsayı
h_e	Akışa geçen yağış yüksekliği (m)
h_y	Yağış yüksekliği (m)
b	Büyüme katsayısı
Q_2	İki yıllık tekerrür yılına ait debi (m^3/s)
Q_5	Beş yıllık tekerrür yılına ait debi (m^3/s)
Q_{25}	Yirmibeş yıllık tekerrür yılına ait debi (m^3/s)
Q_{50}	Elli yıllık tekerrür yılına ait debi (m^3/s)
h	Arazi yüksekliği (m)
l	Dere uzunluğunun 1/10'u
$C_{100\ ort}$	Yüz yıllık ortalama akış katsayısı
C_2	İki yıllık akış katsayısı
C_5	Beş yıllık akış katsayısı
C_{10}	On yıllık akış katsayısı
C_{25}	Yirmibeş yıllık akış katsayısı
C_{50}	Elli yıllık akış katsayısı

KISALTMA LİSTESİ

DSİ	Devlet Su İşleri
AGİ	Arazi Gözlem İstasyonu
SCS	Soil Conservation Service (Toprak Koruma Servisi)
DMİ	Devlet Meteoroloji İşleri
TEM	Avrupa Otoyolu
AKOM	Afet Koordinasyon Merkezi
SAM	Sayısal Arazi Modeli
TIN	Triangulated İrregular Network (Düzensiz Üçgen Ağı)
CAD	Computer Aided Design (Bilgisayar Destekli Tasarım)
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
İSKİ	İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. 1 2009 Boğluca taşkınından bir görünüş 2
Şekil 2. 1 Bir akarsuyun havzası ve yan kolları 6
Şekil 2. 2 Bir akarsuya ait farklı taşkın yatakları 7
Şekil 2. 3 Ana dere eğiminin belirlenmesi 8
Şekil 3. 1 Taşkın yolu analizi 11
Şekil 3. 2 İstanbul Selimpaşa'da yaşanan bir taşkından görünüş 11
Şekil 3. 3 İstanbul-İkitelli Basın Ekspres yolunda yaşanan bir taşkından görünüş 12
Şekil 3. 4 Biriktirme haznesinin patlaması sonucu yaşanan bir taşkından görünüş 14
Şekil 3. 5 Biriktirme haznesinin patlaması sonucu taşkının akış yolu 14
Şekil 3. 6 İkitelli tır garajında taşkından sonra bir görünüş-1 15
Şekil 3. 7 İkitelli tır garajında taşkından sonra bir görünüş-2 15
Şekil 3. 8 Alibeyköy Barajı'nda görülen bir kuraklık (2007) 19
Şekil 3. 9 Alibeyköy deresinde yaşanan bir taşkın 19
Şekil 3. 10 Tunca Nehri taşkınından bir görünüş 21
Şekil 3. 11 Ekonomik kayıpların sektörel bazda dağılımı 21
Şekil 3. 12 Bir akarsu havzasında yapılan ağaçlandırma çalışmaları 23
Şekil 3. 13 Akarsu yatağında yapılan düzenlemelerden bir görünüş 24
Şekil 3. 14 Bir akarsuda taşkın ötelenmesi 24
Şekil 3. 15 Sel kapanı planı 25
Şekil 3. 16 Taşkın geciktirme havuzu planı 25
Şekil 3. 17 Taşkın kanalı planı 26
Şekil 3. 18 Suat Uğurlu Barajı'dan bir Görünüş 27
Şekil 3. 19 Sedde yapılmış bir akarsudan Görünüş 27
Şekil 3. 20 Dere ıslah kesitinden bir görünüş 27
Şekil 4. 1 Birim hidrograf 33
Şekil 4. 2 DSİ sentetik metot drenaj alan-verim grafiği 35
Şekil 4. 3 Synder yöntemi drenaj alanı-verim grafiği 42
Şekil 5. 1 İstanbul, Çanta, Silivri ve Selimpaşa bölgelerinde yer alan dereler 50
Şekil 5. 2 Boğluca deresi havzasının genel durum planı 51
Şekil 5. 3 Boğluca deresi havza ve yerleşim planı 52
Şekil 5. 4 Boğluca deresi D-100 karayolu geçiş güzergahı 54
Şekil 5. 5 Boğluca deresi D-100 karayolluna giriş kısmı 54
Şekil 5. 6 Boğluca deresi D-100 karayolunun Silivri merkeze geçiş 55
Şekil 5. 7 Boğluca deresi üzerinde bulunan tarihi Mimar Sinan Köprüsü 56

Şekil 5. 8 Mimar Sinan Köprüsü'nün kapalı gözü 56
Şekil 5. 9 Boğluca deresi taşkınından bir görünüş 57
Şekil 5. 10 Boğluca deresi çevresindeki yapılaşma 57
Şekil 5. 11 Boğluca deresinden bir görünüş 58
Şekil 6. 1 Kayalı deresi anakolun DSİ sentetik metot ile elde edilmiş birim hidrografı 62
Şekil 6. 2 Kayalı anakol için muhtelif tekerrürlü taşkın hidrografları (DSİ Sentetik Metot ile) 67
Şekil 6. 3 Kayalı deresi anakolun mockus yöntemi ile elde edilmiş birim hidrografı .. 68
Şekil 6. 4 Kayalı anakol için muhtelif tekerrürlü taşkın hidrografları (Mockus Yöntemi ile) 69
Şekil 6. 5 Kayalı deresi anakolun SCS yöntemi ile elde edilmiş birim hidrografı 71
Şekil 6. 6 Kayalı anakol için muhtelif tekerrürlü taşkın hidrografları (SCS Yöntemi ile) 73
Şekil 6. 7 Kayalı deresi anakolun Synder yöntemi ile elde edilmiş birim hidrografı ... 74
Şekil 6. 8 Kayalı anakol için muhtelif tekerrürlü taşkın debileri grafiği (Synder Metot ile) 75
Şekil 6. 9 Kayalı anakol için çeşitli yöntemlerle bulunmuş beş yüzyıllık taşkın hidrografları 76
Şekil 7. 1 Halihazır haritalar ile dere ıslah planının çakıştırılması 78
Şekil 7. 2 Tin modeli 78
Şekil 7. 3 Vektörel model 79
Şekil 7. 4 Kayalı dere havzası tin modeli 80
Şekil 7. 5 Hec-Georas programına veri girişi-1 81
Şekil 7. 6 Hec-Georas programına veri girişi-2 81
Şekil 7. 7 Hec-Ras geometrik veri bölümü 83
Şekil 7. 8 En kesitlerin düzenlenmesi 83
Şekil 7. 9 Menfezlerin düzenlenmesi 84
Şekil 7. 10 Köprü düzenleme 84
Şekil 7. 11 Debilerin girilmesi (Hec-Ras) 85
Şekil 7. 12 Analiz (Hec-Ras) 85
Şekil 7. 13 1 nolu kesit durumu 86
Şekil 7. 14 2 nolu kesit durumu 87
Şekil 7. 15 3 nolu kesit durumu 88
Şekil 7. 16 4 nolu kesit durumu 89
Şekil 7. 17 5 nolu kesir durumu 90
Şekil 7. 18 6 nolu kesit durumu 91
Şekil 7. 19 7 nolu kesit durumu 92
Şekil 7. 20 8 nolu kesit durumu 93
Şekil 7. 21 9 nolu kesit durumu 94
Şekil 7. 22 10 nolu kesit durumu 95
Şekil 7. 23 11 nolu kesit durumu 96
Şekil 7. 24 12 nolu kesir durumu 97
Şekil 7. 25 13 nolu kesit durumu 98
Şekil 7. 26 14 nolu kesit durumu 99
Şekil 7. 27 15 nolu kesit durumu 100

Şekil 7. 28 16 nolu kesit durumu 101
Şekil 7. 29 17 nolu kesit durumu 102
Şekil 7. 30 18 nolu kesit durumu 103
Şekil 7. 31 19 nolu kesit durumu 104
Şekil 7. 32 20 nolu kesit durumu 105
Şekil 7. 33 21 nolu kesit durumu 106
Şekil 7. 34 22 nolu kesit durumu 107
Şekil 7. 35 23 nolu kesit durumu 108
Şekil 7. 36 24 nolu kesit durumu 109
Şekil 7. 37 25 nolu kesit durumu 110
Şekil 7. 38 26 nolu kesit durumu 111
Şekil 7. 39 27 nolu kesit durumu 112
Şekil 7. 40 28 nolu kesit durumu 113
Şekil 7. 41 Arazi modelinde oluşan taşkın haritası 114
Şekil 7. 42 İmarlı bölge için oluşan taşkın haritası 115
Şekil 7. 43 D-100 Karayolu-Mimar Sinan Köprüsü arası kalan kısım 116
Şekil 7. 44 Taşkın sınır alanları 117

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3. 1 Dünyada meydana gelen önemli taşkınlar ve etkileri-1 17
Çizelge 3. 2 Dünyada meydana gelen önemli taşkınlar ve etkileri-2 18
Çizelge 3. 3 2001-2009 arasında Türkiye'de yaşanan taşkınlar 20
Çizelge 3. 4 Türkiye'de meydana gelen önemli taşkınlar ve etkileri 22
Çizelge 4. 1 DSİ sentetik metot boyutsuz birim hidrograf koordinatları 36
Çizelge 4. 2 Akış katsayıları 45
Çizelge 4. 3 Yıllara göre C akış katsayıları tablosu 46
Çizelge 6. 1 Kayalı anakol harmonik eğim tablosu 60
Çizelge 6. 2 DSİ sentetik metotla hesaplanan birim hidrograf koordinatları 62
Çizelge 6. 3 Florya gözlem istasyonundan alınan en büyük yağış değerleri 63
Çizelge 6. 4 Kayalı anakol drenaj alanı akış katsayısı hesap tablosu 63
Çizelge 6. 5 Kayalı anakola ait akış katsayısı hesap tablosu 64
Çizelge 6. 6 Kayalı anakol için muhtelif tekerrürlü akış miktarları tablosu 64
Çizelge 6. 7 Kayalı anakol için muhtelif tekerrürlü taşkın debileri tablosu (DSİ Sentetik Metot ile) 65
Çizelge 6. 8 Kayalı anakol için muhtelif tekerrürlü taşkın debileri tablosu (Mockus Yöntemi ile) 69
Çizelge 6. 9 SCS birim hidrograf koordinatları 70
Çizelge 6. 10 Kayalı anakol için muhtelif tekerrürlü taşkın debileri tablosu SCS Sentetik Metot ile) 71
Çizelge 6. 11 Synder Metotla hesaplanan birim hidrograf koordinatları 74
Çizelge 6. 12 Kayalı anakol için muhtelif tekerrürlü taşkın debileri tablosu (Snyder Metot ile) 75

ÖZET

BOĞLUCA (KAYALI) DERESİNİN TAŞKIN RİSKİNİN İRDELENMESİ

Mehmet Engin Eren

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Yrd.Doç. Dr. Ali COŞAR

Taşkınlar doğal afetler arasında en çok tahrip edici olanıdır. Taşkın, akarsuyun çeşitli nedenlerle, doğal yatağından taşarak çevresindeki arazilere, yerleşim yerlerine zarar vermesi olarak tanımlanabilir.

Yüksek, engebeli yapıda ve yarı kurak iklim kuşağında yer alan ülkemizde yağışların mevsimlere göre dağılımı ve şiddetinin düzensiz olması, ülkemizi taşkın felaketine oldukça duyarlı hale getirmektedir.

Ülkemizde sel afetlerinin yönetimi çerçevesinde günümüze kadar çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaların büyük bir bölümünü yapısal proje faaliyetleri ile taşkın sırasındaki kurtarma ve acil yardım faaliyetlerinden oluşmaktadır. Taşkın zararlarını azaltabilmesi için taşkın envanterlerinin (yıllıkları) , bölge imar planlarının, meteorolojik gözlemlerin ve taşkın planlama çalışmalarının önemi büyüktür.

Yüksek lisans tezi olarak sunulan bu çalışmanın ikinci bölümünde hidroloji ve akarsu morfolojisi ile ilgili bilgiler verilmiştir.

Üçüncü bölümde taşkından, taşkının zararlarından, kontrolünden, Dünyada ve Türkiye'de yaşanan taşkınlardan bahsedilmiştir.

Dördüncü bölümde taşkın hesap yöntemleri anlatılmıştır.

Beşinci bölümde yüksek lisans tezine konu olan Boğluca (Kayalı) deresi tüm kollarıyla birlikte tanıtılmıştır. 08.09.2009 tarihinde yaşanan Boğluca deresi taşkınından bahsedilmiştir.

Çalışmanın altıncı bölümünde Kayalı deresinin tüm kollarının DSİ, Mockus, SCS (Soil Conservation Service) ve Snyder sentetik metodlara göre muhtelif tekerrürlü taşkın debileri hesaplanmıştır. Kayalı deresi anakolu için yöntemlerin birbiri ile karşılaştırılması yapılmıştır.

Yedinci bölümde Kayalı deresi havzası ve ıslah kesitlerinin çeşitli bilgisayar programları yardımı ile SAM (Sayısal Arazi Modeli) oluşturulmuş ve sentetik yötemlerle hesaplanmış olan en büyük taşkın debileri ıslah kesitlerinden geçirilmiştir. Dere kesit durumlarının tahkikleri yapılarak en riskli bölge için taşkın haritası oluşturulmuştur.

Sekizinci bölümde, Çalışmanın sonuçları özetlemiş ve Boğluca Deresi havzasında taşkın önlemeye yönelik yapılması gerekenler irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Taşkın, taşkın debisi, Boğluca Deresi, DSİ Metot, Mockus Metot, SCS Metot, Snyder Metot, SAM, taşkın risk haritası

ABSTRACT

INVESTIGATIONS ON THE FLOOD RİSK OF THE BOĞLUCA (KAYALI) STERAM

Mehmet Engin EREN

Department of Civil Engineering

MSc. Thesis

Advisor: Assist. Prof.Dr.Ali COŞAR

Floods are the most destructive one among the natural catastrophes. A flood can be defined as the harm of a flow on neighboring the land and settlements.

The irregularity of the seasonal distribution and intensity of rains makes our country, which is rough, high and in the semiarid climate belt, quite sensitive to floods.

There have been many studies concerning flood control in our country. The majority of these studies deals with constructional project activities and with salvages, evacuations, emergency aids during floods. Annual records of floods, urban and land use plans, meteorological observations and flood control plans are very important to reduce damages of floods.

In the second chapter of the present work, presented as a master's thesis, information is given about hydrology and watercourse morphology.

The third chapter deals with floods, damages of floods, flood control and floods that happened in Turkey and the world.

The fourth chapter discusses flood computation methods.

In the fifth chapter the Boğluca (Kayalı) Stream, the subject of the thesis, is described as well as all of its branches. The Boğluca flood of September 8, 2009, its causes and the necessary measurements are discussed.

In the sixth chapter of the work, peak discharge rates of all of the branches of the Kayalı stream have been computed by the DSI, Mockus method, SCS (Soil Conservation Service) method and Snyder synthetic method. They are compared with one another for the main branch of the Kayalı stream.

In the seventh chapter, digital area model of the Kayalı stream basin and its improvement cross-sections has been constructed. The peak discharges of the stream, computed by synthetic methods, have been passed in the improvement cross-sections. Investigating the cross-sections of the stream, the flood map of the most dangerous region has been developed.

In the eighth chapter, results of this works have been summarized and proposals have been made to prevent possible discharges in the Boğluca basin.

Keywords: Flood, flood discharge, Boğluca Stream, DSI Method, Mockus Method, SCS Method, Snyder Method, digital area model, Flood Risk Map.

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 Literatür Özeti

İnsanlar için fiziksel, ekonomik, sosyal ve çevresel kayıplar oluşturan, normal yaşamı ve insan faaliyetlerini durdurarak veya kesintiye uğratarak toplulukları etkileyen ve etkilenen topluluğun kendi imkân ve kaynaklarını kullanarak üstesinden gelemeyeceği, doğal, teknolojik veya insan kökenli olayların sonuçlarına afet denilmektedir[1]. Türkiye hemen her yıl, depremler, seller, taşkınlar, çığ, orman yangınları gibi afetlerin etkisi altında kalmaktadır. Son yıllarda ülkemizde yaşanan doğal sel felaketleri, taşkınlar sonucu birçok can ve mal kayıpları meydana gelmiştir.

Dünyada yaşanan iklim değişikleri, küresel ısınma beraberinde selleri kuraklıkları getirmektedir. Ayrıca çarpık kentleşme ve akarsu havzalarının yanlış kullanılması taşkınların temel sebepleri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Silivri ilçesi merkezinden geçmekte olan Boğluca (Kayalı) deresi yukarıda bahsi geçen sebeplerden dolayı 2009 yılında taşmış, çevresinde bulunan yerleşim merkezini sular altında bırakmıştır. Binaların bodrum ve zemin katları suyla dolmuş, çevresindeki yerleşim birimlerini sosyo–ekonomik yönden zarara uğratmıştır (Şekil 1. 1).

Şekil 1. 1 2009 Boğluca taşkınından bir görünüş

Taşkınların planmasında çeşitli yöntemler geliştirilmiş, bu yöntemlerle taşkın debileri hesaplanabilmektedir. Ayrıca tasarım ve hidrolik yazılım programları ile havza bilgisayar ortamında modelenerek oluşabilecek taşkının sınırları belirlenebilmektedir.

1.2 Tezin amacı

Ülkemiz son yıllarda sık sık taşkınlara maruz kalmaktadır. 2009 yılında yaşanan, Trabzon, Rize, Giresun, Edirne ve İstanbul taşkınları birçok can ve mal kaybına yol açmıştır. Ülkemizde hızla oluşan çarpık kentleşme ile birlikte dere taşkın yataklarının işgal edilmesi herhangi bir taşkın anında zararları daha da arttırmaktadır. Taşkınlara maruz kalan yerlerin yeniden planlanarak düzenlenmesinin yapılması büyük bir hassasiyet gerektirmektedir. Doğru planlamanın yapılamamasının da birçok zarara neden olacağı unutulmamalıdır.

Silivri ilçesinde bulunan Boğluca deresi 08.09.2009 tarihinde yaşanan yoğun yağışlar sonucu taşmış, Silivri Devlet Hastanesi dahil olmak üzere birçok konut ve işyeri sular altında kalmıştır.

Bu tez çalışması, Boğluca deresi ve tüm kollarının taşkın risklerinin ortaya konması, taşkınlara karşı havzada ve dere ıslah kesitlerinde alınabilecek önlemlerin verilerek,

Boğluca deresi'nde yaşanan bu felaketin bir daha yaşanmamasına yardımcı olmak amacıyla hazırlanmıştır.

1.3 Hipotez

Taşkından korunma ve taşkın planlama çalışmaları, meteorolojik gözlemler, havza karakteristikleri (eğim, bakı, arazi kullanım şekilleri, jeolojik yapı, kullanım şekilleri vb.), imar planları, arazi alımları ve uygulanacak yöntemler yapılacak çalışmanın önemli adımları arasında yer almaktadır. Doğru planlamanın yapılması hem taşkınlardan korunma hem de yapılacak olan çalışmanın maliyeti açısından büyük önem arz etmektedir.

Bu tez çalışmasında, İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi tarafından, sadece Rasyonel Metot kullanılarak hazırlanmış olan Kayalı dere ıslah projesindeki kritik noktalardaki ıslah kesitleri ele alınarak, Sentetik Metotlarla hesaplanan en büyük taşkın debileri hazırlanan sayısal arazi modelinden geçirilmiştir. Arazi modelindeki şeçilen ıslah kesitlerinde oluşan akımlar gözlenerek, kesitlerin uygunlukları araştırılmış ve Silivri merkezde oluşabilecek muhtemel taşkının sınırları belirlenmeye çalışılmıştır.

BÖLÜM 2

HİDROLOJİ VE AKARSU MORFOLOJİSİ

2.1 Hidroloji

İnsanlar, tarihin başlangıcından beri yaşamlarını devam ettirebilmek için su ile ilgilenmişlerdir. İnsanlar suyun özelliklerini tanımaya, hareketini yöneten kanunları belirlemeye çalışmışlardır. Ancak sudan en iyi şekilde yararlanılmaya çalışılırken, oluşturabileceği tehlikeleri de gözardı etmemek gerekir.

Suyun hareketini inceleyen bilime hidromekanik, bu bilimin teknikteki uygulaması da hidroliktir. Suyun yerküredeki dağılımını ve özelliklerini ise hidroloji bilim dalı incelemektedir.

Hidroloji, yerkürede suyun çevrimini, dağılımını, fiziksel ve kimyasal özelliklerini, çevre ve canlılarla karşılıklı ilişkilerini inceleyen temel ve uygulamalı bir bilim dalı olarak tanımlanabilir [2].

Günümüzde suyun kullanılması ve kontrolü ile ilgili olarak yapılan mühendislik çalışmaları su kaynaklarının geliştirilmesi adı altında toplanmaktadır. Bu çalışmaların amacı şu şekilde sıralanabilir:

- **Suyun kullanılması amacıyla yapılan çalışmalar:** Su getirme, sulama, su kuvveti tesisleri, akarsularda ulaşım gibi,
- **Su miktarının kontrolü amacıyla yapılan çalışmalar:** Taşkınların önlenmesi, koruma tesisleri, kanalizasyon tesisleri gibi,
- **Su kalitesinin kontrolü amacıyla yapılan çalışmalar:** Suyun kirlenmesinin önlenmesi olarak sıralanabilir.

Yukarıda sıralanan su kaynaklarının geliştirilmesi için yapılacak tesislerin planlanması, projelendirilmesi, inşaat ve işletme safhalarında suyun miktarı ve özellikleriyle ilgili bazı sorunların bilinmesi istenir. Örneğin korunma amacıyla bir baraj yapımında, göz önüne alınan alanda 100 yıl, 500 yıl gibi sürelerde meydana gelebilecek en büyük taşkının tahmininin yapılması gerekir. Ayrıca akarsuda belli bir süre mevcut olan debinin de bilinmesi gerekir.

Yukarıda verilen örnekler ve benzeri veriler su kaynaklarının geliştirilmesiyle ilgili mühendislik çalışmalarının hemen hepsinde karşımıza çıkar. Bunlar gibi su kaynaklarının geliştirilmesi amacıyla yapılacak yapılarla ilgili sorulan soruları hidroloji bilimi cevaplandırır.

2.1. 1 Hidrolojik Çalışmalarda İzlenen Yol

Hidrolojik çalışmalarda ilk olarak gerekli olan doğal verilerin toplanması için ölçmeler yapılmasıdır. Örneğin bölgedeki yağış, buharlaşma, akış gibi verilerin ölçümlerinin yapılması gerekir.

Hidrolojik olayların ölçmeleri doğrudan doğruya tabiatta yapılmalıdır. Bunun için yeterli ölçüm ağının kurulması ve bu ağdaki istasyonların yeterli araçlarla donatılması gerekmektedir. Ölçümler kalifiye elemanlar tarafından özenle yapılmalı ve değerler çok hassas okunmalıdır.

Hidrolojik çalışmalarda ikinci olarak ölçülen verilerin işlenmesi gerekir. Ölçümler sonunda elde edilen bilgiler çok sayıda ve dağınıktır. Bu verileri daha sonra verimli bir şekilde kullanabilmek için kayıtların düzenlenmesi gerekir. Bunun için de bilgisayar teknolojisinden yararlanılmalıdır.

Kaydedilen ve işlenen verilerin matematik modelleri kurulmalıdır. Kurulan matematik modellerinin doğruluğunun ölçüm sonuçlarıyla karşılaştırılarak kontrol edilmesi gereklidir.

Son olarak ihtimal hesabı ve istatistik metotlar kullanılmalıdır. Hidrolojik olaylar, değerleri zamanla değişen çok sayıda değişkenin etkisi altında meydana geldikleri için önceden kesinlikle belirlenemeyen bir yapıya sahiptir. Örneğin elde bulunan 30 yıllık ölçüm sonuçlarını kullanarak 100 yıllık bir tahmin mümkün değildir. Bu bakımdan

ihtimal hesabı ve istatistiğin hidrolojide kullanılması büyük önem taşımaktadır. Ancak bu tahminler ihtimal hesabı ve istatistik bilimlerinin kullanılması ile mümkün olmaktadır.

2.2. Akarsu Morfolojisi

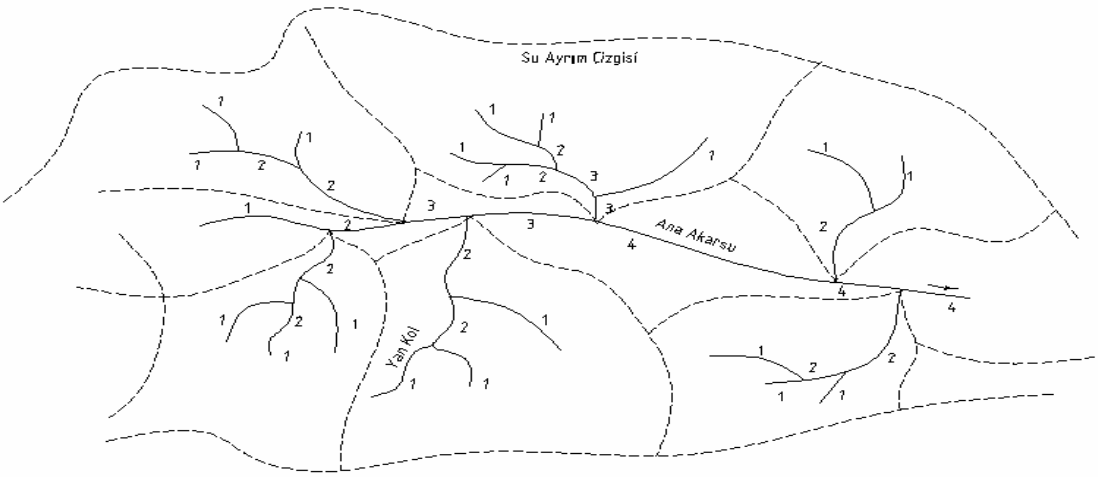
2.2.1. Giriş

Yerçekimi etkisi ile karalar üzerindeki yüzeysel sular arazinin en büyük eğimi yönünde belirli bir mecrada toplanarak çizgisel bir akım oluşturur. Bu şekilde oluşan doğal yollar içinde hareket eden sulara **akarsu** denir.

Akarsuların, aşındırma, taşıma ve yığılma özellikleri vardır. Bu özellikler yeryüzünün şekillendirilmesini etkileyen dış etkenlerdendir. Ayrıca yerkabuğunun belirli bir bölgesinin sularını toplayarak hidrolojik çevrimin önemli bir halkasını da oluştururlar. Akarsular, yağmur veya kar düşmeyen, sıcaklığın her zaman donma noktasının altında bulunduğu ya da deniz seviyesinde olan kara parçalarında görülmez.

Aşağıda taşkın çalışması esnasında akarsuya ait en çok kullanılan terimler tanımlanmıştır.

Akarsu havzası: Bir akarsuyun sularını toplayan alandır. Drenaj havzası veya su toplama havzası da denir (Şekil 2. 1).



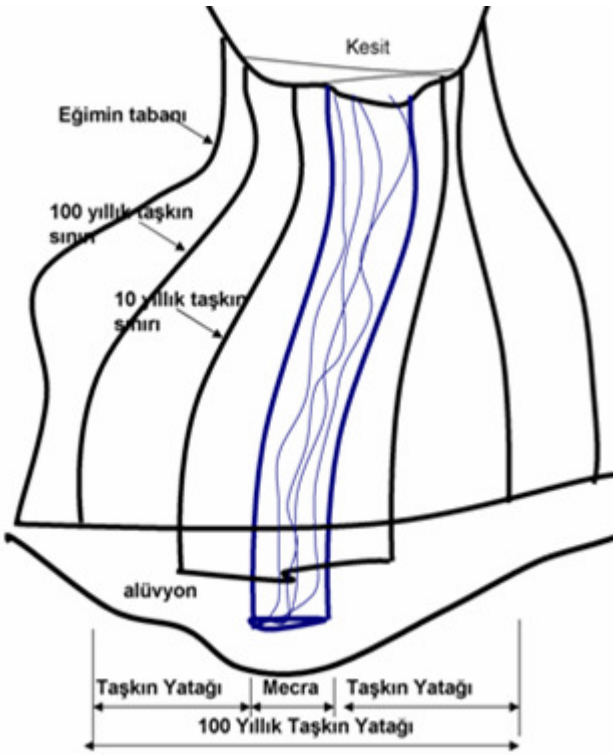
Şekil 2. 1 Bir akarsuyun havzası ve yan kolları [3]

Ana akarsu kolu: Bir akarsu, ana akarsu kolu ve buna karışan yan kollardan oluşur. Akarsu kollarından debisi daha büyük, boyu daha uzun veya kaynağı daha yüksekte olanı genellikle ana akarsu kolu olarak isimlendirilir. Bununla beraber kavşaktan sonra daha küçük olan akarsu kolunun ismini alan akarsular da mevcuttur.

Akarsu ağı (drenaj ağı, kanal ağı): Bir akarsu kolu ile yan kollarının tümünün meydana getirdiği şebekeye denir (Şekil 2. 1).

Akarsu yatağı: Bir akarsuyun ortalama su seviyesindeki kesit kısmına verilen addır.

Taşkın yatağı (sel yatağı): Yalnız ortalama su seviyesi üzerindeki debilerde su altında kalan, kıyı ile yüksek kıyı arasındaki arazi şeridine denir (Şekil 2. 2).



Şekil 2. 2 Bir akarsuya ait farklı taşkın yatakları [3]

Taşkın bölgesi: Tekerrür aralığı aynı olan taşkınlarda su altında kalan arazi kesimlerine denir (Şekil 2. 2).

2.2.2. Akarsuyun ve Havzanın Özellikleri

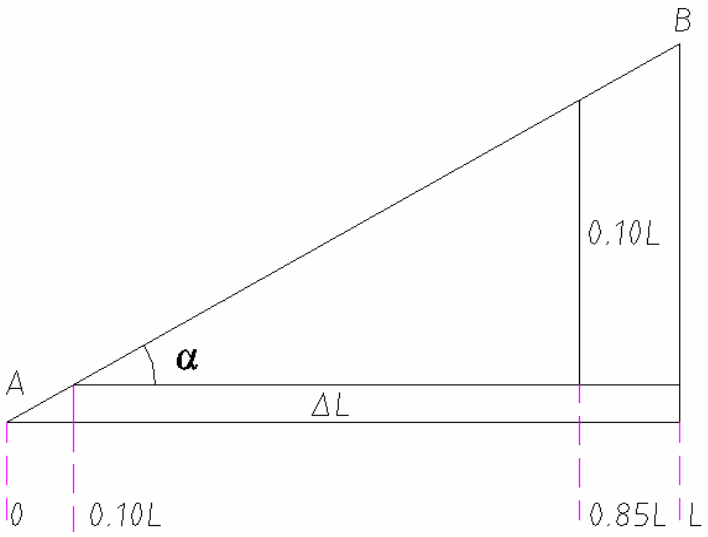
Bir akarsuyun havzasının büyüklüğü, özellikleri ve bölgedeki hidrolojik şartlar söz konusu akarsuyun su kaynakları yönünden önemini belirler. Akarsu havzasının

büyüklüğü, biçimi, drenaj yoğunluğu ve dere frekansı, çatallaşma oranı, havza eğimi, akarsu eğimi, havzanın ortalama yüksekliği, havzada depolama gibi nitelikler, bir akarsuyun ve havzasının özelliklerini belirleyen en önemli büyüklüklerdir. Bu özellikler, taşkınların büyüklüğüne ve zaman içindeki dağılımlarına etki eder. Akarsuları birbiriyle karşılaştırmak için bu büyüklüklerin bilinmesi gerekir.

Havza, topografik yapının sonucu olarak yağış sularının depolandığı, yüzeysel akışa geçen suların bir mecrada toplandığı ve bu olayların etki alanı içerisinde kalan sahaların tamamı olarak tanımlanır.

Diğer bir deyişle, bir akarsu tarafından parçalanan, kendine has doğal kaynakları bünyesinde barındıran, etrafı dağ ve tepelerle çevrili, suları aynı denize, ırmağa veya göle akan belirli büyüklükte bir arazi parçasıdır.

- **Havza eğimi:** Önce havza üzerindeki her ağ için eğim hesabı yapılır. Havza eğimi, hesaplanan eğimlerin ortalaması olarak bulunur.
- **Akarsu eğimi:** Akım gözlem istasyonundan itibaren kaynak yönündeki toplam ana dere uzunluğu saptanır. Ana dere uzunluğunun %10'u ile %85'i harita üzerinden işaretlenerek elde edilen iki noktayı birleştiren doğrunun eğimi ana dere eğimi olarak alınır (Şekil 2. 3).



Şekil 2. 3 Ana dere eğiminin belirlenmesi [3]

Benson eğimi; tanα=Δh/ΔL

- **Havzanın ortalama yüksekliği:** Havzanın deniz seviyesinden olan yüksekliğidir. Ampirik formüllerle hesaplanır.
- **Havzada depolama:** Havzanın depolama özelliği için depolama indisi kullanılır. Bu indis, akarsu havzasındaki göl ve rezervuarların yüzey alanları toplamının havza alanına oranı olarak ifade edilir.
- **Akarsu havzasının büyüklüğü:** Bir akarsuyun su potansiyeli ve taşkın debileri havza büyüklüğüne bağlıdır. Akarsu havzasının büyüklüğü, havza alanı ile ifade edilir.
- **Havzanın biçimi:** Havzanın biçimi, taşkın pik debilerini özellikle de havzadaki akışların ayarlanmasını etkileyen önemli bir parametredir.

BÖLÜM 3

TAŞKIN

3. 1 Giriş

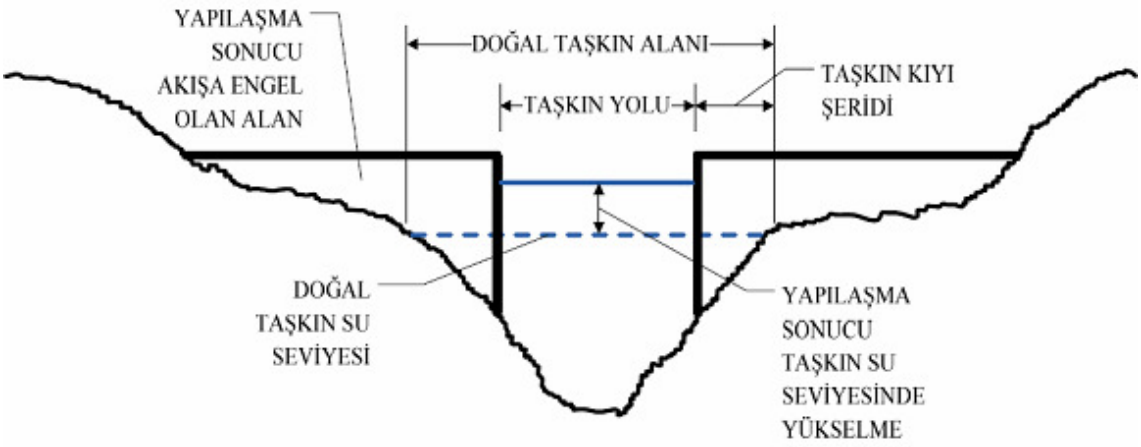
Taşkın, bir akarsuyun çeşitli nedenlerle yatağından taşarak, canlı ve cansız varlıklara zarar vermek suretiyle, etki bölgesinde sosyal ve ekonomik faaliyetleri kesintiye uğratacak ölçüde akış oluşturması olarak tanımlanabilir [4].

Bazı kaynaklarda ise, akarsuyun değişik sebeplerle yatağından çıkarak çevresinde bulunan arazilere, yerleşim yerlerine ve canlılara zarar vermesi veya verecek şekilde tehdit etmesi olayı olarak da tanımlanmıştır.

Taşkın, akarsuyun yükselen yüzey suyu seviyesi sonucunda taşması ile ortaya çıkar. Ayrıca taşkınlar duvar, bent, gölet, baraj, yeraltı suyu hazneleri ve haliçlerdeki su seviyesinin kritik seviyeyi aşması ile etrafındaki alanları sular altında bırakması olarak da görülebilir. Taşkın yeryüzünün en zararlı doğal afetleri arasında birinci sırayı alır. Bütün bunlara rağmen taşkınlar bazı biyolojik ortamların gelişmesi içinde gerekli faydası olmaktadır.

Ağır taşkınlar yaz yağışı sonrasında da ortaya çıkabilir. Taşkınların ortaya çıkmasında zeminin neme doygun olmasının da rolü vardır. Mesela dağ, yamaç ve tepelerindeki kar ve buzulların yavaşça erimesi ile zeminin neme doyması sonucunda olabilecek hızlı erimeler buralarla irtibat halinde olan akarsu havzalarında taşkınların ortaya çıkmasına sebep olur. Bu erimeye mevsimlik yağışların arttırıcı etkisi neden olmaktadır.

Dere yataklarında kaçak yapılaşmaya göz yumulması taşkın tehlikesini tetikleyen temel etkenlerden biri olmaktadır. Dere yatağı çevresindeki plansız yapılaşmalar derenin doğal taşkın yatağını bozmakta ve derenin taşkın alanını genişletmektedir (Şekil 3. 1).



Şekil 3. 1 Taşkın yolu analizi [5]

Şekil 3. 1'de görüldüğü gibi çarpık yapılaşma olan bir bölgede su seviyesinin taşkın yolu üst seviyesine ulaşması durumunda binalar taşkından zarar görmeye başlar. Normal şartlar altında bu bölge, dere yatağı içerisinde kaldığından bu alanda yapılaşmaya izin verilmemesi gerekir. Ancak bu durum İstanbul başta olmak üzere Türkiye'nin birçok bölgesinde yaygındır. Bu tip alanların taşkın risk haritalarının hazırlanmasından sonra imara açılması gerekir. Aksi takdirde taşkının oluşturacağı zararlardan kaçınılması mümkün olmamaktadır (Şekil 3. 2).

Şekil 3. 2 İstanbul-Selimpaşa'da yaşanan bir taşkından görünüş (2009)

Taşkının oluşumunda, bir havzaya düşen yağışların şekli, miktarı, şiddeti, süresi ve havzadaki hareket yönü gibi özellikleri birinci derecede önemlidir. Meteorolojik etkenlerin yanında drenaj alanının büyüklüğü, formu, ortalama yükseltisi, eğimi, bakısı, dere kollarının sıklığı, arazinin kullanım şekilleri gibi havza karakteristikleri de taşkın oluşumunu belirleyen büyüklüklerdir.

Bitki örtüsü de taşkınları etkileyen diğer unsurlardan biridir. Bitki örtüsü yağış sularının bir kısmını tutar, bu şekilde toprak yüzeyine ulaşan suyun miktarı ve hızı azalır. Hızı azalan suyun toprağa sızma miktarı artar. Böylece zemin altına inen yağış suları daha yavaş ve daha düzenli olarak derelere ulaşır ve genelde sorunlara neden olmadığı görülür. Ancak yağış miktarının fazla ve şiddetli olduğu durumlarda, su miktarı ve hızı toprağın sızdırma kapasitesinin üstüne çıkmaktadır. Bu sular zeminin altına inmeden yüzeyde akarak sellere ve dere yataklarında taşkınlara neden olmaktadır.

Tüm dereler aynı jeolojik yapıdaki topraklardan oluşmaz. Dolayısı ile aşınmaya ve taşınmaya karşı duyarlılıkları da farklıdır. Bu fark dere yataklarının oluşumunda etkili olup derelerin yapısını şekillendirmektedir.

Günümüzde kent havzalarında yanlış arazi kullanım biçimlerine sık sık rastlanmaktadır. Toprak yüzeyinin yoğun yapılaşmaya maruz kalması, havzanın akış katsayısını arttırmakta yağışların neredeyse tamamının yeraltı sularına karışmadan akışa geçmesine neden olmaktadır. Bu durum taşkını oluşturan diğer etkenlerle birleştiğinde taşkın oluşması kaçınılmaz olmaktadır. Şekil 3. 3'te yukarıda sayılan nedenlerden dolayı İstanbul'da yaşanan bir taşkın görülmektedir.

Şekil 3. 3 İstanbul-İkitelli Basın-Ekspres yolunda yaşanan bir taşkından görünüş (2009)

3.2. Taşkın Çeşitleri

3.2.1 Meteorolojik Açıdan Taşkın Türleri

a) **Kış Yağışları Taşkını:** Kış aylarındaki yoğun ve sürekli yağışlar sonucu oluşur. Şiddetli ve uzun süreli yağışlarda zeminin suya doyması ve yağışın akışa geçmesi ile ortaya çıkan taşkın türüdür.

b) **Yaz Konvektif Fırtına Esaslı Taşkınlar:** Yaz aylarında meydana gelen konvektif yağışlar sonucu büyük ölçekli taşkınlar meydana gelebilir.

c) **Sıcaklık Farkı (Konvektif) Cephe Esaslı Fırtınalı Taşkınlar:** Hava kütleleri hareketleri sırasında yüksek dağ yamaçlarına ulaşarak buradan da yükselti farkı kuvvetlenmesi ile dağ yamaçlarından yüzeysel akışlar oluşur.

d) **Kar Erimesi Taşkınları:** Kar erimesi özellikle bahar aylarında sıcak hava hareketlerinin etkisi ile taşkınları ortaya çıkarabilir.

e) **Meskûn Bölge Kanal Taşması Taşkınları:** Kanalizasyon sisteminin yeterli olmaması sonucunda taşkınlar oluşabilir.

f) **Deniz Dalgası ve Gel-git Taşkınları:** Kıyı şeritlerindeki yerleşim yerlerinin kıyı dalgaları ve gel-git olayından kaynaklanan su seviyesindeki yükselmelerden oluşan taşkınlardır.

g) **Biriktirme Haznesi Patlaması Taşkınları:** Biriktirme Hazneleri ile akarsuların veya göllerin yan taraflarında su basmaması için yapılan duvarların yıkılması veya patlaması sonucunda taşkınlar meydana gelir[6].

İstanbul'da 09.09.2009 tarihinde İkitelli semtinde bulunan tır garajının üst kısmında yer alan biriktirme göletinin patlaması sonucunda buradaki sular şiddetli yağışında etkisiyle hızla havzanın aşağısına inerek İkitelli tır garajı içinden geçen Ayamama Deresi ile birleşmiştir. Oluşan şiddetli taşkın garajdaki tırları sürükleyerek yol altından geçen menfezlerin önünü tıkamıştır. Bu durum taşkının bilânçosunu daha da arttırmıştır. Yaşanan taşkın bölgede can kayıplarına ve büyük maddi hasarlara yol açmıştır (Şekil 3. 4, 3. 5, 3. 6, 3. 7) .

Şekil 3. 4 Biriktirme haznesinin patlaması sonucu yaşanan bir taşkından görünüş (2009)

Şekil 3. 5 Biriktirme haznesinin patlaması sonucu taşkının akış yolu (2009)

Şekil 3. 4'te patlayan göletten akan su Şekil 3. 5'te gösterilen yolu izleyip İkitelli tır garajı içinde Şekil 3. 6 ve 3. 7'de görüldüğü gibi büyük çapta can ve mal kaybına neden olmuştur.

Şekil 3. 6 İkitelli tır garajında taşkından sonra bir görünüş -1 (2009)

Şekil 3. 7 İkitelli tır garajında taşkından sonra bir görünüş -2 (2009)

3.2.2 Ortaya Çıkma Yerleri Bakımından Taşkınlar

a) Dere ve Nehir Taşkınları: Dere ve nehirlerin su seviyeleri fırtınalarda hızla yükselir ve ani taşkınlar yağmur kesilmesinden önce başlayabilir. Bu esnada mal ve can güvenliğinin sağlanabilmesi için süratli bir şekilde tedbirlerin alınması gerekir.

a) Dağlık Alan Taşkınları: Şiddetli yağışlar kuru su kanallarını doldurabilir. Dağlık alanlarda ve dağlık alanlara yakın yerlerde taşkınlar meydana gelebilir.

b) Şehir Taşkınları: Binalar, yollar ve otomobiller için parklar inşa edilmesi ile doğal bitki örtüsü kapatılır ve yağışın toprağa sızması önlenmiş olması sebebiyle ani taşkınlar görülebilir.

c) Kıyı Taşkınları: Tropikal fırtınalar ve kıyıdan uzakta bulunan kuvvetli alçak basınç sistemlerinin sebep olduğu taşkın türleridir[6].

3.2.3 Nedenlerine Göre Su Taşkınları

a) Doğal Nedenlerden Kaynaklanan Taşkınlar: Dünyanın ve ülkemizin pek çok yerinde, uzun yıllar ortalamasının çok üzerinde yağmurun yağması ile taşkınların ortaya çıkmasıdır. Buna karşın taşkın risklerini mühendislik yaklaşımıyla değerlendirilmesi ve her alanda riske dayalı tasarım ve planlamanın yapılması son derece önemlidir.

b) İnsan Etkisinden Kaynaklanan Taşkınlar: İnsanların doğaya engel oluşturacak olan her türlü aktivitesi, taşkının ortaya çıkaracağı zararların boyutunu arttırarak, taşkının bir afete dönüşmesine neden olabilir [6].

3.2.4 Oluşum Süreleri Bakımdan Taşkınlar

a) Bir hafta veya daha uzun sürede oluşan taşkınlar

b) 6 saat içersinde oluşan taşkınlar [6]

3.3 Taşkını Zararları

Taşkın zararları, taşkın sularının ve bunların taşıdığı katı maddelerin can, mal ve hizmetlere doğrudan veya dolaylı olarak verdikleri zararlardır.

Bir akarsu havzasında oluşan taşkınların,

a)Meskenlerde,

b)Endüstri ve üretim yerlerinde,

c)Kamu hizmetlerinde,

d)Kırsal alanlarda,

e)Ulaşım yollarında,

f)Halk üzerinde çeşitli boyutlarda oluşabilecek zararları vardır [6].

3.3.1 Dünyada Yaşanan Büyük Taşkınlar Ve Zararları

Uluslararası Acil Afetler Veri Tabanı verilerinden alınan bilgilere göre, dünyada 1900 ile 2008 yılları arasında toplam 2238 taşkın meydana gelmiştir. Bu taşkınlardan 2 milyara yakın kişi etkilenmiş, 3 milyona yakın kişi ise hayatını kaybetmiştir. Ekonomik olarak 200 milyar ABD Doları üzerinde zarar meydana gelmiştir.

Dünyadaki taşkınlar incelendiğinde can ve mal kayıplarının en çok olduğu ülkelerin başında Çin gelmektedir (Çizelge 3. 1, 3. 2).

Çizelge 3. 1 Dünyada meydana gelen önemli taşkınlar ve etkileri–1 [7]

Ülke	Sebep Olan Olay	Ölü Sayısı
Çin	1887 Sarı Nehir (Huang He)Seli	900.000-2.000.000
Çin	1931 Çin Selleri	2.500.000-3.000.000
Çin	1938 Sarı Nehir (Huang He) Seli	500.000-700.000
Çin	1975 Nina Tayfunu sebebiyle Banqiao barajının yıkılması	231.000 (86.000 kişi sel, 145.000 kişi sel sonucu hastalıklar nedeniyle)

Hindistan (Tamil Nadu bölgesi), Tayland, Maldivler	2004 Hint Okyanusu Tsunami sonucu oluşan sel	230.000

Çizelge 3. 2 Dünyada meydana gelen önemli taşkınlar ve etkileri–2 [7]

Yıllar	Taşkın Yeri	Taşkın Sayısı	Etkilenen Kişi Sayısı	Ölü Sayısı	Su altında Kalan Alan (ha)	Toplam Zarar ($)
1900-2008	Dünya	2238	2milyar	2981285		201 milyar
1953	Hollanda	1	Ülkenin çoğunluğu	1800	Ülkenin çoğunluğu	
1969-1981	ABD	32		1185		
1993	ABD	2	54000		4 milyon	
1997	Polonya	1		54	665000	2-4 milyar
2003	Hindistan	1	3 milyon	67	117.900km2	55 milyon
2007	Çin	1	403000	23		235 milyon

3.3.2 Türkiye'de Yaşanan Taşkınlar ve Zararları

Türkiye'de depremden sonra en büyük ekonomik kayıplara neden olan doğal afet taşkınlardır. Ülkemizde 1960'lı yıllardan itibaren hızla artan nüfus beraberinde çarpık kentleşmeyi de getirmiştir. Özellikle sanayi alanlarının artması nüfusun şehirlere doğru kaymasını sağlamıştır. Kentlerde görülen bu gelişmeler su kaynaklarının ve akarsu havzalarının doğal yapısını bozmuş, kontrolsüz imarlaşma ile dere yataklarına binaların yapılması, orman ve meraların daralması, dere üstlerinin kapatılması, asfalt yol yapımlarının artması, dere yataklarına çöp, moloz v.b atık malzemelerinin atılması ve kanalizasyon giderlerinin dere yataklarına mansaplanması sonucu ülkemizde taşkınlar yaşanmıştır. Ayrıca dünya genelinde yaşanan küresel ısınma sel ve kuraklık etkileri ülkemizde de görülmektedir. Mevsimlerde görülen meteorolojik değişiklikler yağış

rejimlerinin değişmesine ani taşkınların artmasına bazı bölgelerimizde kuraklıklara bazı bölgelerimizde ise taşkınlara neden olmaktadır(Şekil 3. 8, 3. 9).

Şekil 3. 8 Alibeyköy Barajı'nda görülen bir kuraklık (2007)[4]

Şekil 3. 9 Alibeyköy deresinde yaşanan bir taşkın [4]

Şekil 3. 8 ve 3. 9'da İstanbul-Alibeyköy semtinde yaşanmış olan kuraklık ve taşkın durumları verilmiştir.

Ülkemizde 2001 ve 2009 yılları arasında meydana gelen taşkın olaylarına bakıldığında, ülkemizde bulunan 25 havzada toplam 383 akarsuda 453 taşkın olayı meydana geldiği görülmektedir. En çok taşkın 69 akarsu 90 taşkın olayı ile Doğu Karadeniz havzasında görülmüştür (Çizelge 3. 3), [8].

Çizelge 3. 3 2001-2009 arasında Türkiye'de yaşanan taşkınlar[8]

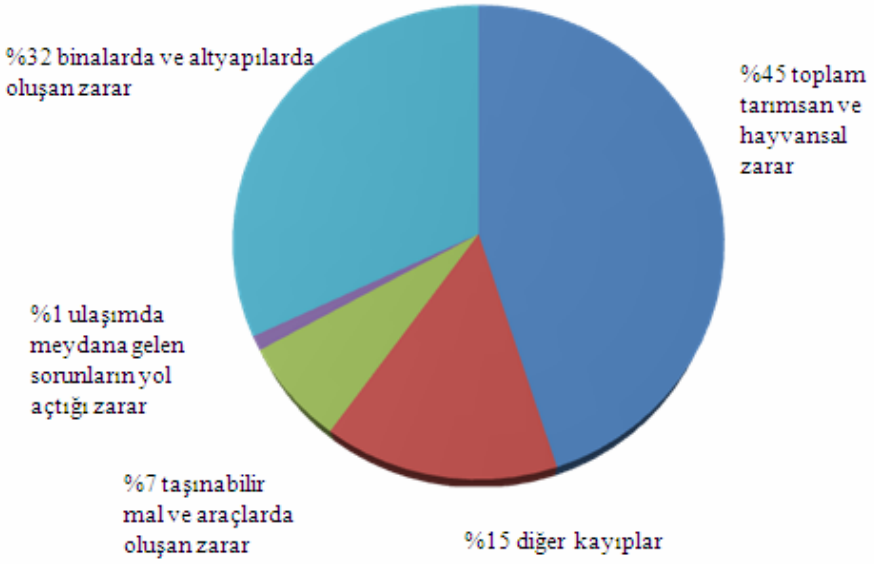
Sıra No	Havza	Taşan Dere Adedi	Toplam Taşkın Tekerrür Adedi
1	Meriç Ergene	8	18
2	Marmara	14	15
3	Susurluk	13	13
4	Kuzey Ege	0	0
5	Gediz	3	3
6	K.Menderes	10	11
7	B.Menderes	27	34
8	Batı Akdeniz	11	12
9	Antalya	30	37
10	Burdur	0	0
11	Akarçay	0	0
12	Sakarya	27	27
13	Batı Karadeniz	25	28
14	Yeşilırmak	17	20
15	Kızılırmak	26	27
16	Konya Kapalı	10	12
17	Doğu Akdeniz	20	21
18	Seyhan	4	5
19	Asi	12	14
20	Ceyhan	12	15
21	Dicle-fırat	15	18
22	Doğu Karadeniz	69	90
23	Çoruh	7	8
24	Aras	16	18
25	Van Gölü	7	7
	Toplam	383	453

Doğu Karadenizden sonra sırasıyla Büyük Menderes Havzası, Sakarya Havzası, Kızılırmak Havzası ve Batı Karadeniz Havzası taşkınların en çok görüldüğü yerler olarak

sıralanmaktadır. Ancak Meriç Ergene Havzasında bulunan Tunca Nehri akarsu bazında Türkiye'de en çok taşkının görüldüğü yerdir (Şekil 3. 10).

Şekil 3. 10 Tunca Nehri taşkınından bir görünüş[4]

Söz konusu taşkınlar sonucu ülkemizde yaşanan ekonomik kayıpların sektörel bazda dağılımı Şekil 3. 11'de verilmiştir.



Şekil 3. 11 Ekonomik kayıpların sektörel bazda dağılımı[9]

Ülkemizde 1975-2010 yılları arasında yaşanan 695 adet taşkında, 634 kişi hayatını kaybetmiş, 810.000 ha su altında kalmış ve toplam zarar 3.717.000.000 ABD $'ı olarak hesap edilmiştir (Çizelge 3. 4).

Çizelge 3. 4 Türkiye'de meydana gelen önemli taşkınlar ve etkileri [7]

Yıl	Taşkın Sayısı	Ölü Sayısı	Su Altında Kalan Alan (Hektar)	Toplam Zarar ($)
1975-1979	160	85	120 000	57.000.000
1980-1989	152	63	190.000	1.500.000.000
1990-1990	102	310	250.000	2.000.000.000
2000-2009	281	176	250.000	60.000.000
TOPLAM	695	634	810.000	3.717.000.000

3.4 Taşkın Kontrolü

Taşkın kontrolü, taşkının zararlarını azaltmak için veya bütünüyle önlemek için yapılan bir dizi çalışmanın bütününe verilen isimdir. Ülkemizde taşkın koruma çalışmaları DSİ Genel Müdürlüğü, İller Bankası Genel Müdürlüğü, Belediyeler ve İl Özel İdareleri tarafından yapılmaktadır. Yapılan çalışmalar, yapısal olmayan önlemler ve yapısal önlemler içeren faaliyetler olmak üzere iki başlıkta incelenmektedir.

3.4.1 Yapısal Olmayan Önlemler

Taşkın kontrollerinde yapısal olmayan yöntemlerin kullanılması gün geçtikçe artmaktadır. Bu önlemlerle taşkın tahminlerinin yapılabilmesi, taşkının etki alanlarının belirlenmesinde, çeşitli kuruluşların işleyişleri arasındaki eş güdümün sağlanması, insanların taşkın bölgelerinden uzaklaştırılması, taşkından sonra bölgenin yeniden yaşanılacak hale getirilmesinde büyük önem arz etmektedir.

Yapılacak çalışmalar içerisinde, hidrometrik ve meteorolojik gözlem çalışmalarının yapılması, havza taşkın yıllıklarının hazırlanması, taşkın haritalarına göre imar planlarının düzenlenmesi, taşkın tahminine yönelik taşkın izleme sistemlerinin, erken

uyarı sistemlerinin kurulması, taşkın kriz merkezlerinin kurularak bölge halkının bilgilendirilmesi ve taşkın anında koordinasyonunun sağlanması taşkın sonrasıdaki hasarların giderilebilmesi için taşkın sigortasının yapılması yer almaktadır.

3.4.2 Yapısal Önlemler

Taşkın koruma yapıları taşkının ötelenmesi ya da etkilerinin geniş alanlara yayılmadan taşkın yatağı içerisinde kalması amacıyla inşa edilir. Yapılacak olan çalışmaların öncelikle taşkın koruma yapısının ihtiyacı, koruma kapsamı, proje taşkını, bölgenin karakteristikleri, uygulanacak yöntemler, yapı maliyetlerin taşkın kontrolüne etkisi ortaya konarak taşkın yapıları planlanmaktadır.

Taşkınlardan korunmak için alınan yapısal önlemler, toprak koruma havza düzenleme çalışmaları, akarsu düzenleme çalışmaları, taşkın kanalları, taşkın geciktirme havuzları, sel kapanları, barajlar, seddeler ve taşkın duvarları olarak sıralanabilir.

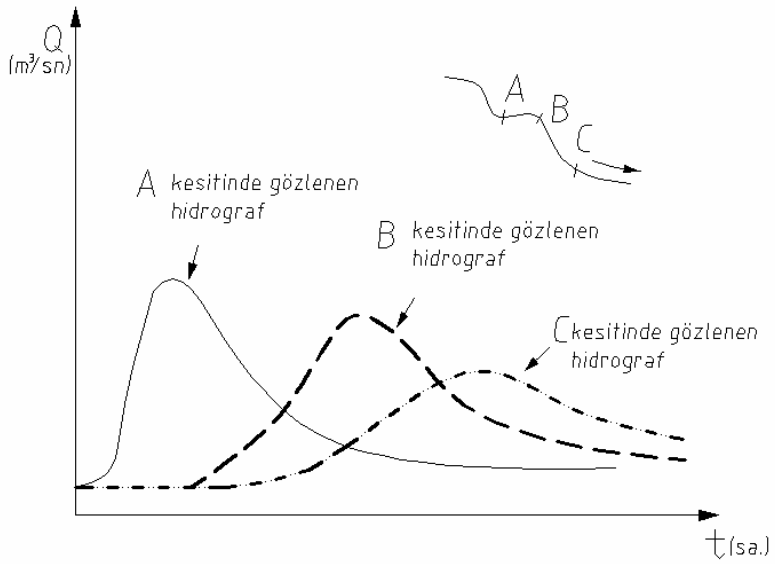
Havzanın düzenlenmesi ve korunması ile ilgili yapılan çalışmalar akarsu havzasında yapılan teraslamalar, çimlendirme ve ağaçlandırma bu grup içerisine girmektedir. Buradaki amaç, akarsu havzasına düşen yağışların yüzeysel akışını azaltmak veya geciktirmektir (Şekil 3. 12).

Şekil 3. 12 Bir akarsu havzasında yapılan ağaçlandırma çalışmaları[10]

Akarsu yatağının düzenlenmesi; akarsu yatağını genişletmek, derinleştirmek, yatak tabanını ve şevlerini katlamak, akarsuyun ana ve taşkın yatağındaki akımı geciktiren engelleri yok etmek, akarsu tabanında kademeler yapmak ve ıslah kesitleri oluşturmak olarak sıralanabilir (Şekil 3.13).

Şekil 3. 13 Akarsu yatağında yapılan düzenlemelerden bir görünüş[10]

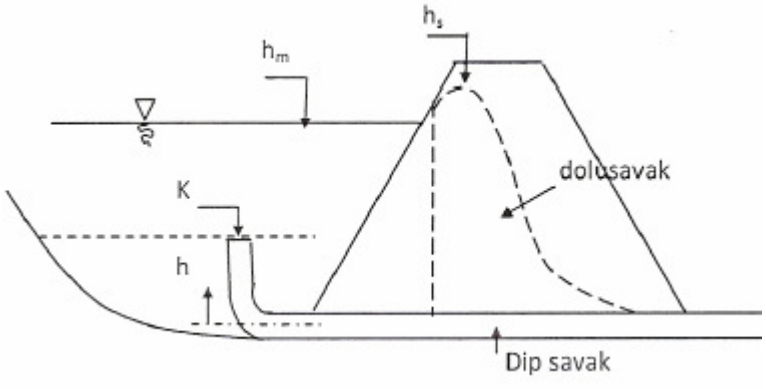
Taşkın geciktirme yapıları, sel kapanları, barajlar ve biriktirme hazneleri taşkın sularının bir kısmını tutarak taşkının tepe akımlarını azaltarak, taşkının ötelenmesini sağlar. Taşkın ötelenmesi diğer bir tanımla; bir akarsu yatağına veya biriktirme haznesine giren taşkın hidrografının çıkış kesitine göre pik debilerinin zamana bağlı olarak düşürülmesi olarak adlandırılır (Şekil 3. 14).



Şekil 3. 14 Bir akarsuda taşkın ötelenmesi [11]

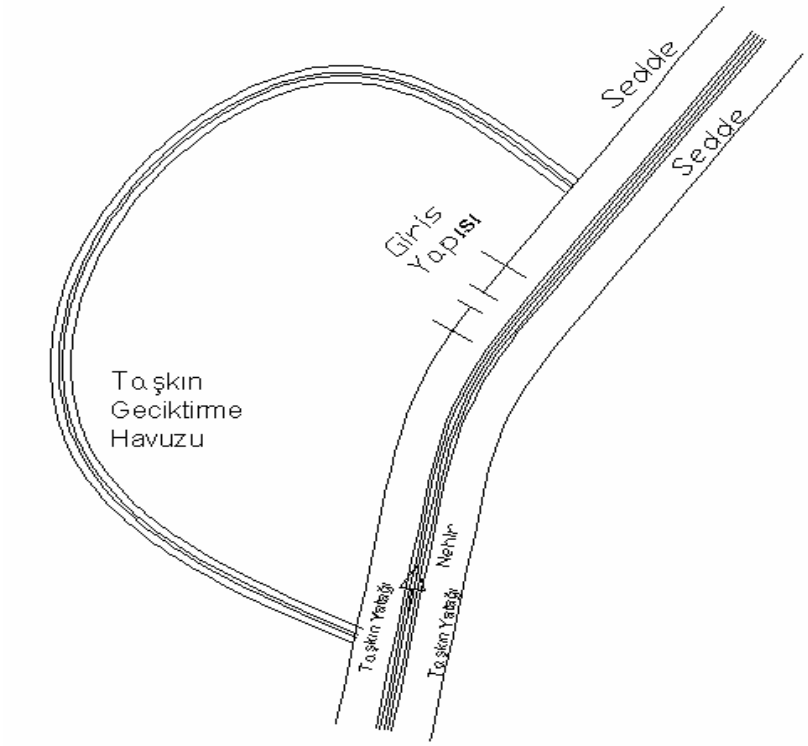
Şekil 3. 14'te akarsuyun A kesitine giren taşkın debisinin olarak B ve C kesitlerinde pik debilerin düştüğü ve hidrografların yayvanlaştığı görülmektedir.

Sel kapanları, yatak kapasitesinin yetersiz olduğu mahallerde menba kısmına yapılan taşkın öteleme yapılarıdır (Şekil 3. 15),[10].



Şekil 3. 15 Sel kapanı planı [10]

Geciktirme havuzları, taşkın debilerinin geri tutularak zararlara sebep vermeyecek şekilde tekrar akarsu yatağına bırakılmaktadır (Şekil 3. 16).



Şekil 3. 16 Taşkın geciktirme havuzu planı [3]

Taşkın kanalları, akarsu yatağının tüm taşkın sularını geçirecek şekilde düzenlenmesinin sakıncalı olduğu ya da seddelemenin mümkün olmadığı belirli kesimlerde taşkın sularının belli bir kısmı taşkın kanalına akıtılarak taşkının yükü azaltılır (Şekil 3. 17).

Şekil 3. 17 Taşkın kanalı planı [3]

Baraj, su biriktirmek amacıyla hazne oluşturmak üzere bir akarsu vadisini kapatarak akışı engelleyen bir yapıdır[12]. Barajlar, taşkın hacminin boş bırakılarak taşkın piki geçinceye kadar suların depolanıp yatağa emniyetli bir şekilde gönderilmesi için yapılır (Şekil 3.18), [10].

Şekil 3. 18 Suat Uğurlu Barajı'ndan bir görünüş [13]

Seddeler, taşkın sularınının akarsu yatağından taşarak geniş alanları su altında bırakmasını engellemek amacıyla akarsu yatağı dışına yapılan yapılardır (Şekil 3. 19).

Şekil 3. 19 Sedde yapılmış bir akarsudan görünüş [10]

Taşkın duvarları, meskun bölgelerden geçen akarsuların yatağından akmasını sağlamak amacıyla yapılan yapılardır. Islah yapılarında taşkınların dere kesitten geçmesi için daha emniyetli boyutlandırılır (Şekil 3. 20).

Şekil 3. 20 Dere ıslah kesitinden bir görünüş[10]

BÖLÜM 4

TAŞKIN HESAP YÖNTEMLERİ

4.1 Giriş

Taşkın hesaplarının ne amaçla yapılacağı inşa edilecek hidrolik yapının tasarımı açısından önemlidir. Bir kanal veya sedde yapımı için tasarlanan projede taşkın piklerinin bilinmesi yeterli olurken sel kapanı ya da dolu savak projelendirmelerinde hacim de önemli olmaktadır. Dolayısıyla yapılacak çalışmanın amacı önceden iyi belirlenmeli tasarım buna göre geliştirilmelidir [14].

Herhangi bir proje kesiti için, taşkın hesapları yapılırken aşağıdaki hususların bilinmesi gerekir.

a) Yıllık, aylık ya da kısmi serilerle hesaplanan muhtelif tekerrürlü taşkın pikleri,

b) Bu serilerle hesaplanan muhtelif günler için muhtelif tekerrürlü taşkın hacimleri,

c) Aynı serilerle hesaplanan muhtelif tekerrürlü taşkın hidrografları, dolayısıyla taşkın pikleri, hacimleri ve süreleri,

d) Yıllık serilerle hesaplanan taşkınların yılın hangi aylarında geleceği, yani kaç aylık periyodu ihtiva ettiği,

e) Dolu savak taşkın hidrografı, taşkının pik değeri, hacmi ve süresi,

f) Herhangi bir taşkının rezervuar veya akarsu boyunca ne kadar zaman sonra proje kesitine geleceği,

g) Beklenen bir taşkının yağış başlangıcından ne kadar zaman sonra proje kesitine gelebileceği,

h) Bölgedeki taşkınların hangi süre içerisindeki yağmurdan, kardan veya her ikisinin karışımından meydana geldiği [15].

4.2 Taşkın Hesap Yöntemleri

Taşkın hesapları genel olarak dört şekilde yapılmaktadır.

1. Taşkınların gözlemlerle hesabı
2. Taşkınların formüllerle hesabı
3. Akım verileri hesabı
4. Birim hidrografla hesaplanması

Bunlardan ilk iki yöntem sadece taşkın pikini verirken diğer yöntemlerde taşkınların hacmini de bulmak mümkündür[14].

4.2.1 Taşkınların Gözlemlerle Hesabı

Aynı havza veya komşu havzalar için yapılan akım gözlem değerleri kullanılarak pik debi elde edilebilir.

Pik debi (Q) için;

$$Q=C.A^{2/3} \ (m^3/s) \qquad (4.1)$$

Burada;

C: Havzaya bağlı bir katsayı

A: Havza alanı (km^2)

İlk olarak ölçüm yapılan benzer havzada C katsayısı bulunarak işlem yapılır. Daha gerçekçi sonuçlar elde edebilmek için ölçümlerin uzun süreli yapılması gerekmektedir.

4.2.2 Taşkınların Formüllerle Hesabı

Drenaj alanına gelmesi beklenen taşkınların hesapları için teorik, deneye dayalı ya da ikisinin kullanıldığı pek çok formül geliştirilmiştir. Ancak bu formüller elde edilirken göz önüne alınan havza ile formüllerin uygulandığı havzanın jeolojik yapısı, arazi kullanımı, iklim şartları ve havza büyüklüklerinin aynı olmamasından dolayı farklı sonuçlar

bulunmaktadır. Ayrıca formüllerin birçoğunda drenaj alanının bir fonksiyon olarak göz önüne alınması, olasılık ve tekerrür konularına yer verilmemesinden dolayı bu formüllerden yararlanılabilme imkânı azalmıştır[14].

Aşağıda havza alanına ve katsayılarına bağlı olarak geliştirilen formüller verilmiştir.

4.2.2.1 Sadece Havza Alanına Bağlı Formüller

$Q = 2.56A^{5/6}$ $(15 \leq A \leq 20000\ km^2)$ (4. 2)

4.2.2.2 Katsayılara Bağlı Olarak Verilen Formüller İle Havza Debilerinin Bulunması

A. Hafbauer Formülü

$$Q = 60\beta\sqrt{A} \quad Q(m^3/s),\ A(km^2) \tag{4.3}$$

β: ovalarda 0.25 ile 0.35 arasında, tepelik bölgelerde 0.35 ile 0.50 arasında, dağlık kısımlarda ise 0.50 ile 0.70 arasında değişen bir katsayıdır[14].

B. Kresnik Formülü

$$Q = \alpha.A\left(\frac{32}{0.5+\sqrt{A}}\right) \quad Q(m^3/s),\ A(km^2) \tag{4.4}$$

α: 0.6 – 6 değişmekte olan bir katsayıdır[14].

C. Hofman Formülü

$$Q = \frac{3A}{(1+A)^{0.29}} \quad Q(m^3/s),\ A(km^2) \tag{4.5}$$

D. Myers Formülü

$$Q = 0.0176.C\sqrt{A} \quad Q\ (m^3/s),\ A(km^2) \tag{4.6}$$

E. İskowski Formülü

$Q = C_h .m.h.A$ (4.7)

C_h: Havza katsayısı

m: Yağış alanı büyüklüğü katsayısı

h: Metre cinsinden yıllık ortalama yağış [14]

4.2.3 Taşkının Akım Verileriyle Hesabı

Bu metotla muhtelif tekerrürlü taşkın debileri ve hacimleri bulunabilmektedir. Muhtelif tekerrürlü taşkın debilerinin hesabında, proje kesitinde gözlem süresi 22 yıl veya daha fazla olan AGİ (Akım Gözlem istasyonu) değerleri bulunmalıdır.

Muhtelif tekerrürlü hacimlerin hesabı için taşkının süresine göre (1-3-5-7-10-15-30……) günlük kümülatif debilerin tekerrürü hesaplanarak veya aynı yer için sentetik yolla çizilen boyutsuz birim hidrograf ordinatları, muhtelif tekerrürlü piklerle çarpılarak, elde edilen hidrografların ölçülmesiyle hacimler bulunmaktadır. Akım verilerinden taşkınların hesabında kullanılan metotlar aşağıda sıralanmıştır.

A. Foster Metodu:

$$F = 1 + 6/N \quad (4.8)$$

$Q_{max\,T} \rightarrow$ F değerine göre abaklardan alınır.

B. Fuller Metodu (1914)

$$\overline{Q} = (O.132.C.A^{.33}) \quad (4.9)$$

$\overline{Q}$ = (Gözlem süresi boyunca her gün kaydedilmiş en büyük günlük günlük ortalama akımların ortalaması)

$$\overline{Q} = Q\,.\,(1 + 0.8.\log^{T}_{10}) \quad (4.10)$$

$\overline{Q}$ = (T yılda tekerrürü muhtemel en büyük günlük ortalama debi)

$$Q_{max\,T} = \overline{Q} = (1 + 1.33.A^{0.33}) \quad (4.11)$$

$Q_{max\,T}$: (T yılda tekerrürlü muhtemel maksimum taşkın debisi).

Burada;

A: Havza Alanı (km^2)

C:Havza Katsayısı

Kullanılan diğer metotlar Hazen (1930), Slade (1936), Gumbel (1941), Neiss Nomografi metotlarıdır [14].

4.2.4 Birim Hidrograf Yöntemi İle Taşkın Hesabı

4.2.4.1 Birim Hidrograf

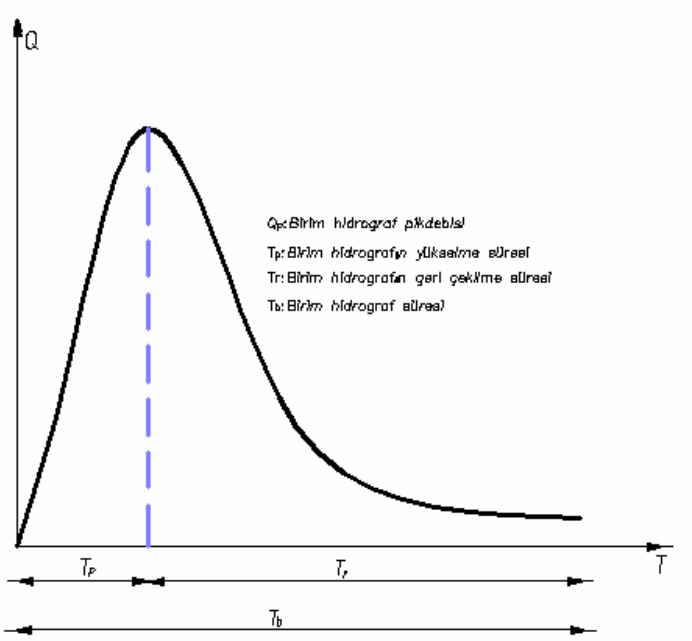
Hidrograf, bir akarsu kesitindeki debilerin zamana bağlı değişimini gösterir. Taşkını meydana getiren yağışın ve drenaj alanının özelliklerine göre taşkın hidrografının şekli değişir. Drenaj alanı karakteristikleri sabit kabul edildiği için benzer yağışlardan benzer hidrograflar elde edilmesi beklenir.

Birim hidrograf, bir drenaj alanında, belli bir süre devam eden bir yağışın birim yükseklikte meydana getirdiği yağış fazlasının oluşturduğu hidrograftır.

Bu şekilde, aynı akış süresine ait çeşitli taşkın hidrografları etüt edilerek, bilinen birim hidrograf yardımı ile belli bir yağıştan meydana gelecek taşkının hidrografı çizilebileceği gibi, drenaj alanı birim hidrografı da elde edilebilir.

Yağış süresi, yağış şiddetindeki büyük değişmeler, drenaj alanı büyüklüğü, hidrografın şeklini etkileyen etkenlerdir. Kritik akış süresi, taşkın gecikme süresinin dörtte biri kadardır. Gecikme süresi ise, yağış diyagramı ağırlık merkezi ile hidrograf piki arasındaki zaman farkı olarak tarif edilmektedir. Hidrografın şekline tesir eden bir başka faktör ise yağışın drenaj alanı üzerindeki dağılımıdır.

Yağış merkezi mansaba ne kadar yakın olursa, hidrografın pik seviyesine ulaşması ve bu değerden inmesi o kadar hızlı olur. Yağış merkezi menba tarafına yakın ise, yatak ötelenmesi sebebiyle, pik daha küçük ve geçiş yumuşak olur. Bunun yanında birim hidrograftaki yükselme ve alçalma daha yavaş olur (Şekil 4. 1).



Şekil 4. 1 Birim hidrograf

Birim hidrograflar, en çok 5000 km^{2}'ye kadar olan drenaj alanları için uygulanabilir. Bu değerden daha büyük alanlar drenaj alanını parçalara bölmek suretiyle incelenmelidir. Bu kural büyük drenaj alanlarında, yağış merkezinin bulunduğu yere veya düzenli oluşuna göre hidrografın değişme esasına dayanır.

4. 2. 4. 2 Birim Hidrografın Elde edilmesi

Birim hidrograf gözlem değerlerinden veya sentetik olarak elde edilir.

Gözlem değerlerden birim hidrografın elde edilmesinde, yağış gözlem istasyonlarından elde edilen verilere göre hidrograflar çizilerek uygulama yapılır. Sentetik birim hidrografların elde edilmesinde ise, DSİ metodu, Mockus metodu, SCS yöntemi, Synder metodu gibi çeşitli sentetik yöntemler kullanarak hesap edilebilir. Bu tez çalışmasında Kayalı deresine ait muhtelif taşkın pik değerleri hesap edilirken sentetik birim hidrograf yöntemlerinden yararlanılmıştır. Bu yöntemler Bölüm 4. 3. 1, 4. 3. 2, 4. 3. 3 ve 4. 3. 4'de ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır.

4.3 Kayalı Deresinde Uygulanan Hesap Yöntemleri

4.3.1 DSİ Sentetik Metot İle Birim Hidrografın Elde Edilmesi

DSİ sentetik metodu 1000 km^{2}'ye kadar olan drenaj alanları için kullanılır. Daha büyük drenaj alanlarına geçildiğinde bu alanlar, 1000 km^{2}'den daha küçük alanlara ayrılarak birim hidrograflar elde edilir.

Birim hidrografı elde edilecek olan akarsu arazisinin drenaj alanı (havza alanı) topografik haritalardan hesap edilir. Daha sonra akarsuyun en uzun kolu haritadan ölçülür ve drenaj alanı merkezinin en uzun akarsu kolu üzerindeki izdüşümü ile proje kesiti arasındaki mesafe belirlenir.

DSİ sentetik metodun uygulanmasına başlanılırken öncelikle arazinin harmonik eğim hesabının yapılması gerekir. Bunun için akarsu menbasından başlanarak proje kesitine uyarak yükseklikler ve mesafeler yazılır. Daha sonra toplam uzunluk 10 eşit parçaya bölünerek harmonik eğim (S) hesabı yapılır.

$$S = \left(\frac{10}{\Sigma \frac{1}{\sqrt{s}}} \right)^{2} \tag{4.12}$$

Harmonik eğim bulunduktan sonra işlemler şu sırayla yapılır:

Havza parametresi,

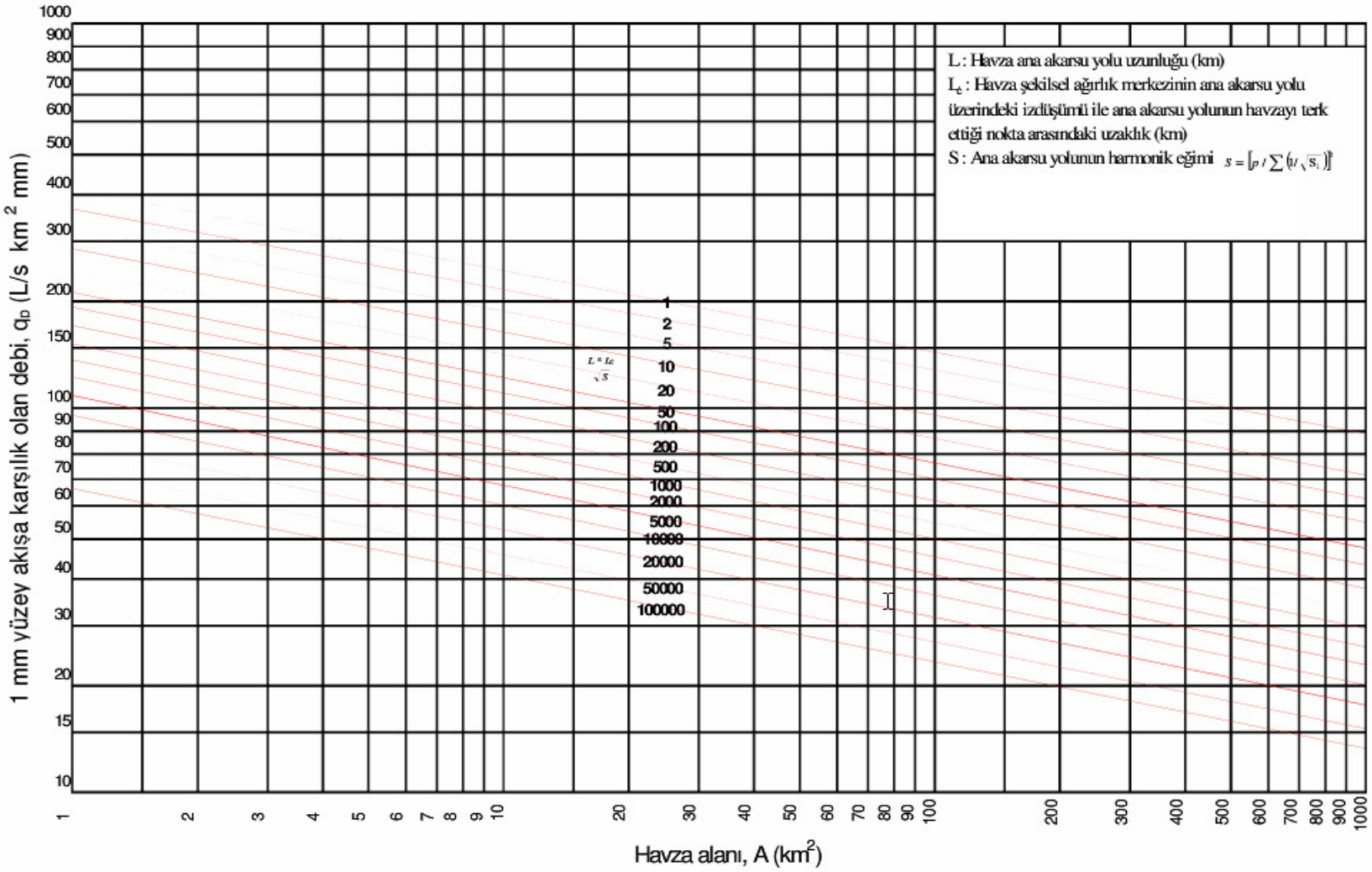
$$\frac{L.Lc}{\sqrt{S}} \tag{4.13}$$

fomül ile hesap edilir.

L: Dere uzunluğu

L_c: havzanın ağırlık merkezinden akarsuya inilen dikmenin akarsuyun kestiği noktadan havza çıkış noktasına olan mesafesi (km)

Drenaj alan-verim grafiğinden verim (q_p) bulunur (Şekil 4. 2).



Şekil 4. 2 DSİ Sentetik Metot drenaj alan - verim grafiği [16]

q_p: İki saat devam eden ve havza üzerinde 1mm'lik akış meydana getiren bir yağışın taşkın debisinin en yüksek değere ulaştığı anda, yağış alanın birim km^2'sinden gelebilecek debiyi göstermektedir.

Birim hidrograf pik debisi (Q_p)

$Q_p=A.q_p.10^{-3}$ ($m^3/sn/mm$)

A: Havza alanı (4.14)

h_a=1mm'lik akış için birim hidrograf hacmi (V_b)

$V_b=A.h_a.\ 10^{-3}$ (m^3) (4.15)

Hidrografın devam süresi(T)

$$T = 3.65\frac{V}{Q} \text{ (saat)} \quad (4.16)$$

Hidrografın yükselme zamanı (T_p)

$T_P=T/5$ (saat) (4.17)

DSİ sentetik metodun boyutsuz birim hidrograf koordinatları Çizelge 4. 1'de verilmiştir.

Çizelge 4. 1 DSİ sentetik metot boyutsuz birim hidrograf koordinatları [15]

T/T_p	0.00	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.8	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30
Q/Q_p	0.00	0.02	0.08	0.16	0.28	0.43	0.60	0.77	0.89	0.97	1.00	0.98	0.92	0.84
T/Tp	1.40	1.50	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40	2.60	2.80	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00
Q/Qp	0.75	0.66	0.56	0.42	0.32	0.24	0.18	0.13	0.10	0.08	0.04	0.02	0.01	0.00

Birim hidrografa ait Q_p ve T_p değerleri ile DSİ sentetik metot boyutsuz birim hidrograf koordinatlarının çarpılmasıyla ile havzaya ait DSİ sentetik birim hidrograf koordinatları elde edilmektedir.

4.3.2 Mockus Yöntemi

Mockus yöntemi hesabının pratikliği ve üçgen hidrografının çizim kolaylığı açısından tercih edilmektedir. Üçgen hidrograflarda, rezervuarlarda ve akarsu yataklarındaki ötelemelerde, eğrisel hidrograflar kadar hassas neticeler vermekte ancak sadece hidrograf kuyruğunun projelendirmeye tesir ettiği durumlarda eğrisel hidrograflar zorunlu olmaktadır. Ayrıca üçgen hidrografların eğrisel hidrograflara dönüştürülmesi hassasiyetleri bozulmadan mümkün olmaktadır.

Mockus yönteminde toplanma zamanı (T_c), 30 saate kadar rahatlıkla uygulanabilmekte, daha büyük alanlarda drenaj alanı tali parçalara ayrılarak her parça için oluşturulacak olan hidrograflar gecikme sürelerine göre süperpoze edilmektedir. Yağışın değişkenliği nedeniyle hesaplanacak olan taşkınlarda birim sağanak süresinin (ΔD) seçilmesi önemlidir. Birim sağanak süresi seçimi genel olarak aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır [15].

$$\Delta D \le \frac{T_c}{5} \tag{4.18}$$

İlk altı saatlik proje sağanak süresi için ΔD çoğunlukla bir saattir. Toplanma zamanının (Tc) 3 saatten az olduğu durumlarda ΔD, pratik olarak 0.5 saat alınmakta olup, toplanma süresinin 10 ile 15 saat arasında olması halinde birim sağnak süresi 2 saat, 15 saatten 30 saate kadar alınması halinde birim sağnak süresinin 3 saat alınması tavsiye edilmektedir.

Toplanma zamanı (T_c),

$$T_c = 0.00032 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} \text{ (saat)} \tag{4.19}$$

L: Derenin Uzunluğu (km)

S: Derenin Eğimi (%)

A: Havza alanı (km^2)

Taşkını meydana getiren yağış süresi (D),

$$D = 2\sqrt{T_c} \tag{4.20}$$

Hidrografın pike ulaşma süresi (T_p),

$$T_p = 0.5\Delta D + 0.6T_c \text{ (saat)} \quad (4.21)$$

Taşkının sönümlenme süresi (T_r),

$$T_r = H.T_p \text{ (saat)} \quad (4.22)$$

H: Havzanın özelliklerine göre 1 ile 2 arasında değişen bir katsayıdır.

Soil Conservation Service'in önerdiği H=1.67 olarak alınmasıdır.

h_a=1mm'lik yağışın oluşturacağı debi (Q_p)

$$Qp = \frac{K.A.ha}{Tp} \ (m^3/s) \quad (4.23)$$

K: Havza katsayısıdır.

4.3.3 S.C.S (Soil Conservation Service) Sentetik Metot

Soil Conservation Service tarafından bulunan bu yöntem temelde Mockus (Birim Üçgen hidrograf) metoduna dayanmaktadır. Genel olarak küçük havzalardaki su kaynaklarının planlama, projelendirme ve yönetilmesinde kullanılmaktadır. Küçük havzalarda kullanılması kabul edilen ve uygulanan bu yöntem ABD, Almanya, Fransa, Orta Doğu Ülkeleri, Avustralya gibi ülkelerde yaygın olmasına rağmen Türkiye'de fazla kullanılmamaktadır. Diğer ülkelerde SCS yöntemin sıkla kullanılmasının nedeni denklemlerinin basit oluşu, kullanılan verilerin havzanın fiziksel özelliklerinden alınması, metodun gerçeğe yakın sonuçlar vermesidir.

Küçük havzalardaki su kaynaklarının planlama, projelendirme ve yönetilmesinde kullanılmak üzere sık sık hidrolojik verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Seçilmiş proje dönüş aralıkları için yağış-akış hacmi ve maksimum debi değerleri düzenli olarak gereklidir. Bu bilgiler genellikle simülasyon modellerinin kullanımı ile tahmin edilmektedir.

SCS yönteminden sağlıklı sonuçlar alınabilmesi için,

- Drenaj alanı 50 km^2'yi geçmemelidir.
- Drenaj alanı içerisinde homojen bir drenaj yapısı bulunmalıdır.
- Arazinin kullanım şekli ve yapısı iyi incelenmeli, akış katsayıları ve eğri numaraları iyi saptanmalıdır.

SCS Yönteminde izlenen yöntem aşağıdaki gibidir.

Havza geçiş süresi (T_c),

$$T_c = 0.066 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0.385} \text{ (saat)} \quad (4.24)$$

L: Drenaj alanının hidrolik uzunluğu (km)

S: Drenaj alanının eğimi (%)

Toplam yağış Süresi (D)

$D=0.133\ T_c$ (saat) (4.25)

Havza gecikme süresi (L_g)

$L_g=0.6\ T_c$ (saat) (4.26)

Pike ulaşma süresi (T_p)

$T_p=L_g+D/2$ (saat) (4.27)

Buradan da birim hidrograf pik debisi (Q_p)

$$Q_P = \frac{0.208.A}{T_P} \ (m^3/sn/mm) \quad (4.28)$$

A: Havza alanı (km^2)

Birim hidrografa ait Q_p ve T_p değerleri ile SCS sentetik metot boyutsuz birim hidrograf koordinatlarının (Çizelge 4. 1) ile çarpılmasıyla havzaya ait SCS sentetik birim hidrograf koordinatları elde edilmektedir.

4.3.4 Synder Sentetik Yöntemi

Snyder metodu 30-30.000 $km^{2,}$ye kadar olan drenaj alanlarına uygulanabilmekte, daha büyük alanlarda tali alanlara bölünerek hesap yapılmaktadır [12]. Genellikle yağış ve akış kayıtlarının bulunmadığı yerlerde havzanın fiziksel özeliklerinden yararlanılarak uygulanır. Metodun uygulanmasında en önemli faktör Ct ve C_P katsayılarının tayinidir. Metodun uygulandığı Alpalachian dağlarında C_t katsayısının çok eğimli kısımlar için (1.8), orta derecedeki eğimlerde (2.0), az eğimli kısımlarda (2.2) olarak belirlenmiş; C_P'nin ise (0.69) ile (0.56) arasında değiştiği ve C_t büyürken C_P' nin de küçüldüğü

belirtilmiştir. Ayrıca Amerikan ordusu talimnamesinde C_t'nin 0.4 ile 8 arasında değişebileceği ifade edilmiştir. Sierra Nevada dağlarının kışları yarı yarıya karla kaplı kısımlarında C_t'nin 0.7 ile 1 arasında, C_P ise 0.35 ile 0.50 arasında değer aldığı tespit edilmiştir [15].

Bu metodu Snyder bulmuş, 1977 yılında Taylor ve Schwartz eklemeler yapmıştır. Snyder ABD'de çeşitli havzaların birim hidrograflarını inceleyerek birim hidrografin T_p gecikme zamanı ve Q_p pik debisi için şu formülleri vermiştir.

Birim hidrografin yükselme zamanı (T_P)

$$T_p=0.752.C_t.(L.L_c)^{0.30} \text{ (saat)} \quad (4.29)$$

C_t: Havza depolama kapasitesi ve eğime bağlı bir katsayı

L: Havza uzunluğu (km)

L_c: Havzanın ağırlık merkezinden akarsuya inilen dikmenin akarsuyu kestiği noktadan havza çıkış noktasına olan mesafe (km)

Formül metrik sisteme göre yazıldığı için 0.752 katsayısı ile düzeltilmiştir.

Birim hidrografın sönümlenme süresi (T_b),

$$T_b=3+3T_p/24 \text{ (saat)} \quad (4.30)$$

Birim hidrografa ait sağnak süresi

$$T_r=T_p/5.5 \quad (4.31)$$

Birim debiyi bulmak için C_p'nin bulunması gerekir. C_p katsayısı ya havza özelliklerinden tespit edilir ya da ampirik olarak seçilen C_t değeri pik değer için ampirik olarak 0.89 ile çarpılırsa C_p değeri bulunur.

$$C_p= 0.89.C_t \quad (4.32)$$

$$q_p=2760.C_p/T_p \text{ (lt/sn/km}^2\text{/cm)} \quad (4.33)$$

Birim hidrografin sönümlenme süresi (T_b),

$$T_b=3+3T_p/24 \quad (4.34)$$

Birim hidrograf pik debisi (q_p)

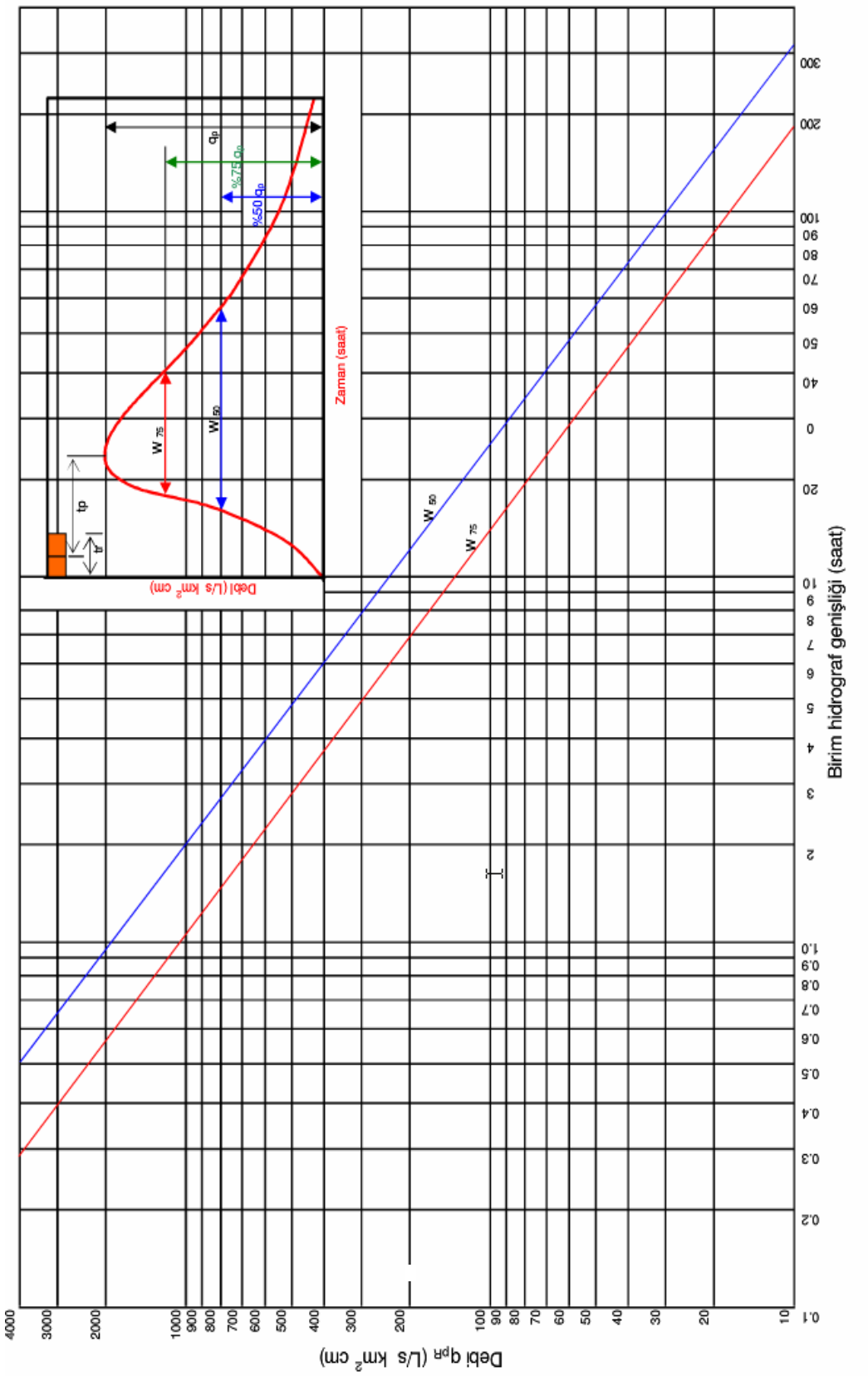
$$Q_p=A.q_p.10^{-3} \text{ (m}^3\text{/sn/ cm)} \quad (4.35)$$

Elde edilen değerler pik debi 1 cm akış yüksekliğine karşılık debi değeridir.

Bundan sonra Şekil 4. 3'den yararlanarak birim hidrograf grafiği çizilir.

Şekil 4. 3'de pik debinin %75 ve %50 değerlerine göre W_{75} ve W_{50} değerleri okunur.

Şekil 4. 3' de W_{75} ve W_{50} değerlerinin 1/3 ü hidrografın yükselme tarafında 2/3 de alçalma tarafında alınarak birim hidrograf çizilir [15].



Şekil 4. 3 Snyder yöntemi drenaj alanı - verim grafiği [16]

4.3.5 Rasyonel Yöntem

Bu yöntemin esası havza alanına göre drenaj alanına düşen yağıştan ortaya çıkabilecek debi miktarını hesaplanmaya yarayan pratik bir yöntemdir. Rasyonel metod, 0.5 $km^{2,}$ye kadar olan havzalarda emniyetle kullanılmakta 5 km'ye kadar kullanılması uygun görülmekte ancak bu ucuz tesislerde 15 km^2 kadar kullanılmaktadır[17]. Rayonel metot bir akarsuyun havzanın çıkış noktasında, yağış sonrası çıkabilecek taşkın debisi hesaplanması için havzanın her yerine eşit yüksekli yağış düştüğü varsayılarak aşağıda belirtilen şekilde uygulanır.

Rasyonel metot şu formül ile ifade edilmektedir:

$$Q_T=C_T.I_{Tc}.F \quad (4.37)$$

Burada,

Q_T: T tekerrür yılına ait debisi (m^3/s)

C_T: Akış katsayısı

I_{Tc}: T tekerrür yılına ait yağış şiddeti (l/s/ha)

F: Toplama alanı (ha)

Q_{500} debisi ise Q_{100} ve Q_{10} debilerine bağlı olarak hesaplanmaktadır. Q_{500} değerinin hesaplanmasında ise aşağıdaki bağıntı kullanılmaktadır.

$$Q_{500} = 1.687 * (Q_{100} - Q_{10}) + Q_{10} \quad (4.38)$$

Burada,

Q_{100}: Yüz yıllık tekerrür yılına ait debi (m^3/s)

$Q_{10:}$ On yıllık tekerrür yılına ait debi (m^3/s) [19]

Yağış Şiddeti-Tekerrür Aralığı Seçimi

Havza alanına bağlı yağış Tekerrür Aralığı Seçimi [18]

3 yıllık yağışlar 80 ha kadar

5 yıllık yağışlar 100 ha kadar

10 yıllık yağışlar 130 ha kadar

25 yıllık yağışlar 240 ha kadar

100 yıllık yağışlar 240 ha üstünde

Yağış Şiddeti ve Verimi (I), yağış şiddeti toplanma süresinin (T_c) bir fonksiyonudur.

$I = f(T_c)$ (mm/dakika) (4.39)

Toplanma süresi (T_c),

$T_c = T_o + T_n$ (dakika) (4.40)

$T_{0:}$ Giriş süresi (dakika)

T_n: Havza akış süresi (dakika)

$T_0 = 60.[0,87.L^3 / d_H]^{0,385}$ bağıntısından bulunur. (4.41)

Burada;

L: Havza sınırından ıslah yapısına kadar ana akış güzergâhının uzunluğu (km)

d_H: Ana akış güzergâhının başlangıcı ile sonu arasında zemin kotu farkı(m)

Suyun düzenleme kesiti başlangıcından itibaren menbasının en ucundaki noktasına akmasına kadar geçen süreye akış süresi (Tn) denir[19].

$T_n = L_n/(60.V_n)$ (dakika) (4.42)

Burada;

L_n: Islah Yapısı Uzunluğu (m)

V_n: suyun akış hızı (m/sn)

Yağış tekerrür aralıklarında Şiddet–Süre-Tekerrür eğrileri bulunurken [18],

3 yıllık yağışlar $I = 759.3/T_c^{0,652}$ (4.43)

5 yıllık yağışlar $I = 972.3/T_c^{0,662}$ (4.44)

10 yıllık yağışlar $I = 1273/T_c^{0,674}$ (4.45)

25 yıllık yağışlar $I = 1692/T_c^{0,686}$ (4.46)

100 yıllık yağışlar $I = 1402/T_c^{0,701}$ (4.47)

Bağıntılarında elden edilen değerler ya da buradan elde edilmiş abaklar kullanılır[19].

Burada;

I: Yağış verimi (lt/sn/ha)

T_c: Toplanma süresi (dakika)

Yukarıdaki bulunan değerler (4.37) denkleminde yerine konarak havzaya üniform yayılmış olan bir yağışın oluşturacağı akışın taşkın debisinin hesabı yapılmış olur.

4.4 Kayalı Deresinde Uygulanan Sentetik Hesap Yöntemlerinde Akış Yüksekliği ve Taşkın Debilerinin Bulunması.

Akış katsayısı, akışın yağış hacmine oranını ifade etmektedir. Bu oran, zemin yapısına, kaplama cinsine ve bitki örtüsüne bağlı olarak değişir.

$$C_T = C_{100} \cdot \left(\frac{T}{100} \right)^n \quad (4.47)$$

C_T: Tekerrür süresine göre akış katsayısı

C_{100}: Yüz yıllık tekerrür yılına ait akış katsayısı

T: Tekerrür süresi

n: 0.17–0.23 aralığında alınan bir katsayıdır.

Çizelge 4. 2 Akış katsayıları (C_{100}) [18]

Kullanım Alanları	Akış Katsayısı (C_{100})
Mezarlık, Yeşil Alan, Askeri Alan, Orman	0.20 – 0.30
Çok Seyrek Yoğunluk (50)	0.30
Seyrek Yoğunluk (70)	0,40
Normal Yoğunluk (210–250)	0.55 – 0.65
Yoğun Yoğunluk (350–400)	0.7

n katsayısı değeri hesaplamalarda pratik olarak 0.20 alınmaktadır. Buradan yıllara göre akış katsayıları aşağıdaki çizelgede belirtildiği gibi alınmıştır.

Çizelge4. 3 Yıllara göre C akış katsayıları tablosu

Tekerrür yılı	C_T
2	0,46. C_{100}
5	0,55. C_{100}
10	0,63.C_{100}
25	0,76.C_{100}
50	0,87.C_{100}
100	C_{100}

Yıllara göre tekerrürlü taşkın debilerinin hesaplanması yapılırken, hesaplama yapılan havzaya ait ya da havzaya komşu en yakın havzanın yağış kayıtlarından yıllara göre söz konusu havza için görülmüş en büyük yağış değerlerinin hesabı yapılır. Kayalı deresi havzası için yağış kayıtlarının olmaması ve D.M.İ tarafından bu bölge hesaplamaları için Florya meteoroloji istasyonundan alınan yağış değerlerinin kullanılması nedeniyle Kayalı deresi için D.M.İ Genel Müdürlüğü'nden elde 1938–2009 yılları arası standart zamanlarda gözlenen en büyük yağış değerleri tablosu (Ek-B) kullanılmıştır.

Ancak DSİ tarafından verilen yağış değerlerinin hesaplarda kullanılmadan önce 1.13 büyütme katsayı ile çarpılması tavsiye edilmiştir.

Yağış süresi de sentetik metotlarda taşkının pike ulaştığı süre olarak alınmıştır.

Bu halde akışa geçen yağış yüksekliği (h_e),

$h_{e=} h_y . b.c_T$ (mm) (4.48)

h_y: Yağış yüksekliği (mm)

b: Büyütme katsayısı

olarak hesap edilir.

Hesaplanan akış yüksekliklerinin birim hidrograflarda bulunan pik debi değerlerinin çarpılması ile yıllara göre havzada oluşacak taşkının pik değeri ($Q_{2,5,10,25,100}$),

$Q_{2,5,10,25,100} = Q_P . h_e$ (m^3/s) (4.49)

olarak bulunur.

DMİ' den alınan standart zamanlarda gözlenen en büyük yağış değerleri tablosunda 500 yıllık yağış değeri kayıtları olmaması nedeniyle 500 yıllık taşkın debisi (Q_{500}) aşağıdaki formül ile hesap edilebilir.

$Q_{500} = 1.687.(Q_{100} - Q_{10})+Q_{10}$ (4.50)

Q_{100}: Yüz yıllık tekerrür yılına ait debi (m^3/s)

Q_{10}: On yıllık tekerrür yılına ait debi (m^3/s)

BÖLÜM 5

BOĞLUCA DERESİ

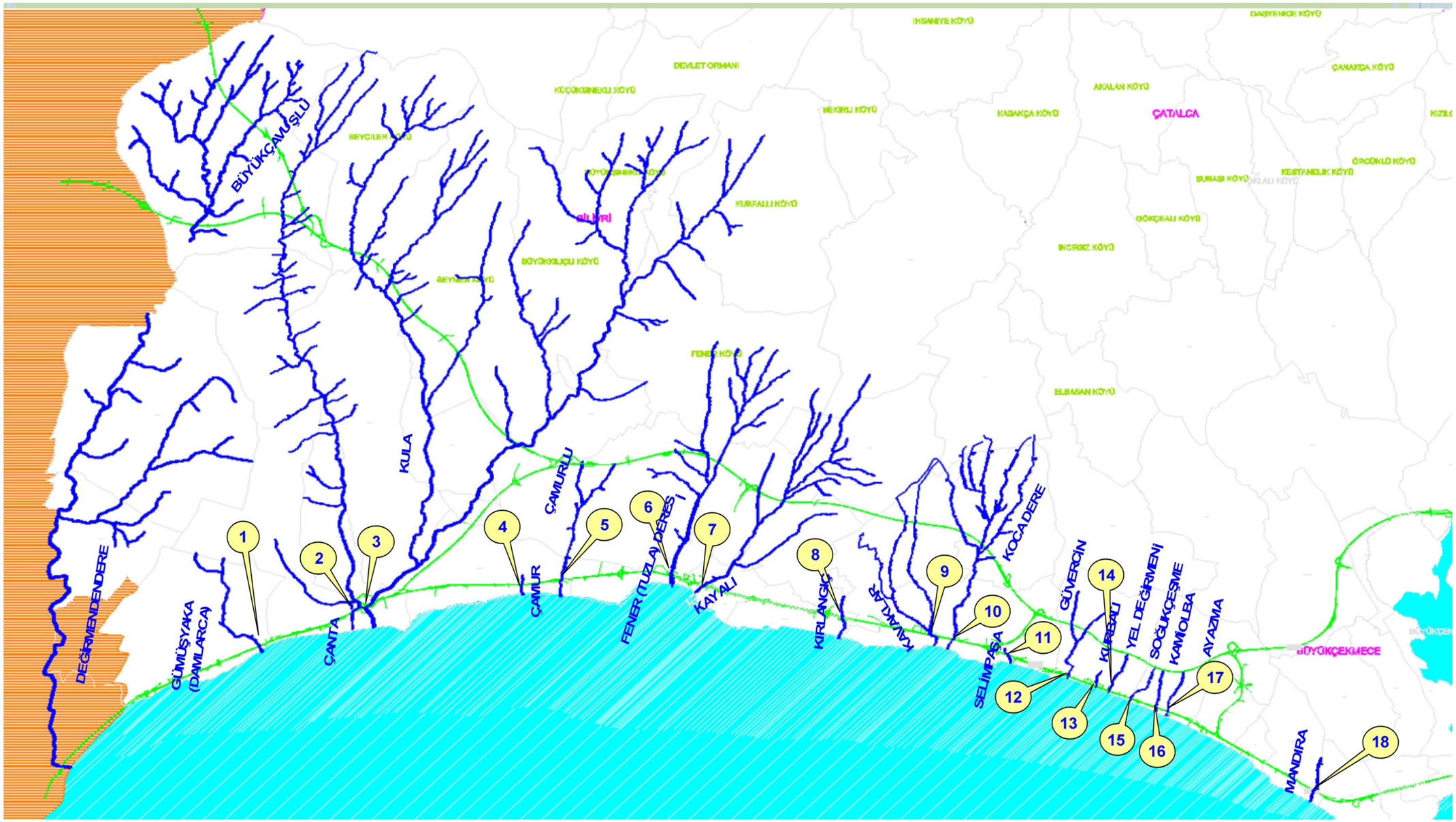
5.1 İstanbul-Silivri-Çatalca Bölgesindeki Dereler

İstanbul-Çatalca-Çanta-Silivri bölgelerinde önde gelen 18 adet dere bulunmaktadır.

- Gümüşyaka Deresi
- Çanta Deresi
- Kula Deresi
- Çamur Deresi
- Çamurlu Deresi
- Fener (Tuzla) Deresi
- **Kayalı (Boğluca) Deresi**
- Kırlangıç Deresi
- Kavaklı Deresi
- Kocadere Deresi
- Selimpaşa Deresi
- Güvercin Deresi
- Kurbalı Deresi
- Yel değirmeni Deresi
- Soğukçeşme Deresi

- Kamiloba Deresi
- Ayazma Deresi
- Mandıra Deresi

İstanbul, Çanta, Silivri ve Selimpaşa bölgelerinde yer alan dereler yukarıda listelenmiştir. Ayrıca derelerin bulunduğu bölgeler haritada işaretlenerek Şekil 5. 1'de verilmiştir.



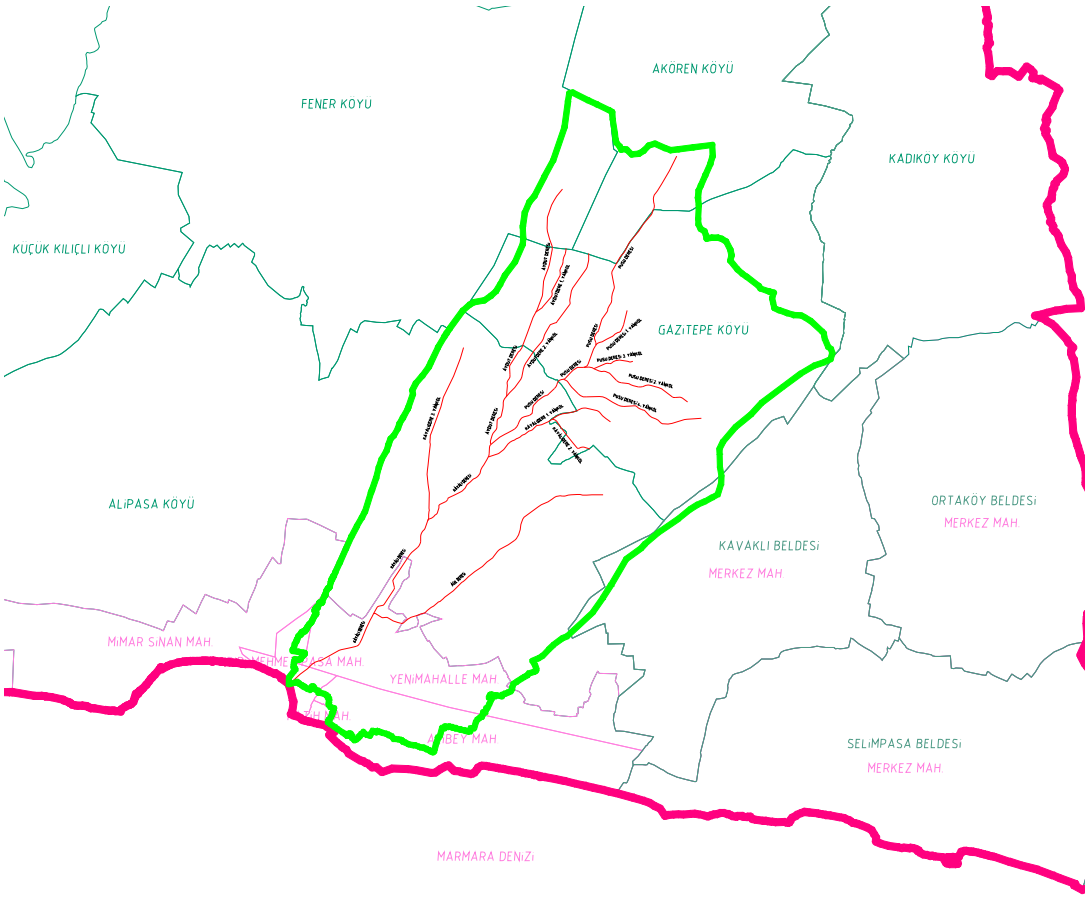
Şekil 5. 1 İstanbul, Çanta, Silivri ve Selimpaşa bölgelerinde yer alan dereler[20]

5.1 İstanbul-Boğluca (Kayalı) Deresi

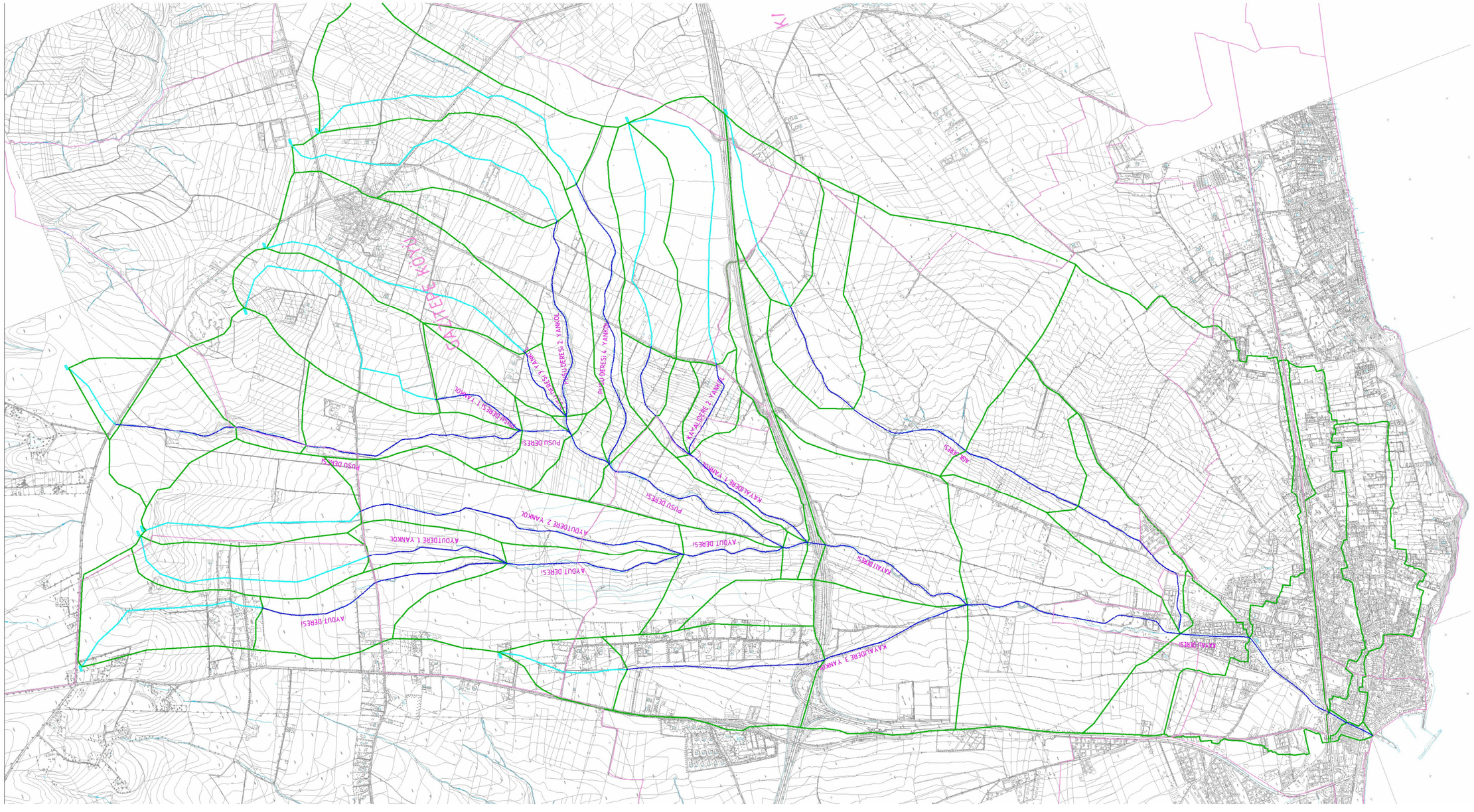
Yüksek lisans tezi olarak sunulan bu çalışmada, Silivri bölgesinden Boğluca (Kayalı) deresinin taşkın riskinin irdelenmesi yapılmıştır.

Bu bölümde Boğluca deresi ile ilgili genel özellikler verilmiştir.

Silivri havzası içinde bulunan Kayalı deresinin drenaj alanı 3.980 hektardır. Havza içerisinde yerleşim genel olarak seyrektir. Havzanın yukarı kısımlarının tamamen tarım alanları ile kaplı ve yer yer gruplar halinde yerleşimlerin olduğu görülmüştür. Ancak en fazla yerleşim Silivri merkezde görülmektedir. Şekil 5. 2'de derenin akış yolu ve Şekil 5. 3' de havzanın genel durumu ve yerleşim planı açıkça görülmektedir.



Şekil 5. 2 Boğluca deresi havzasının genel durum planı [19]



Şekil 5. 3 Boğluca deresi havza ve yerleşim planı [19]

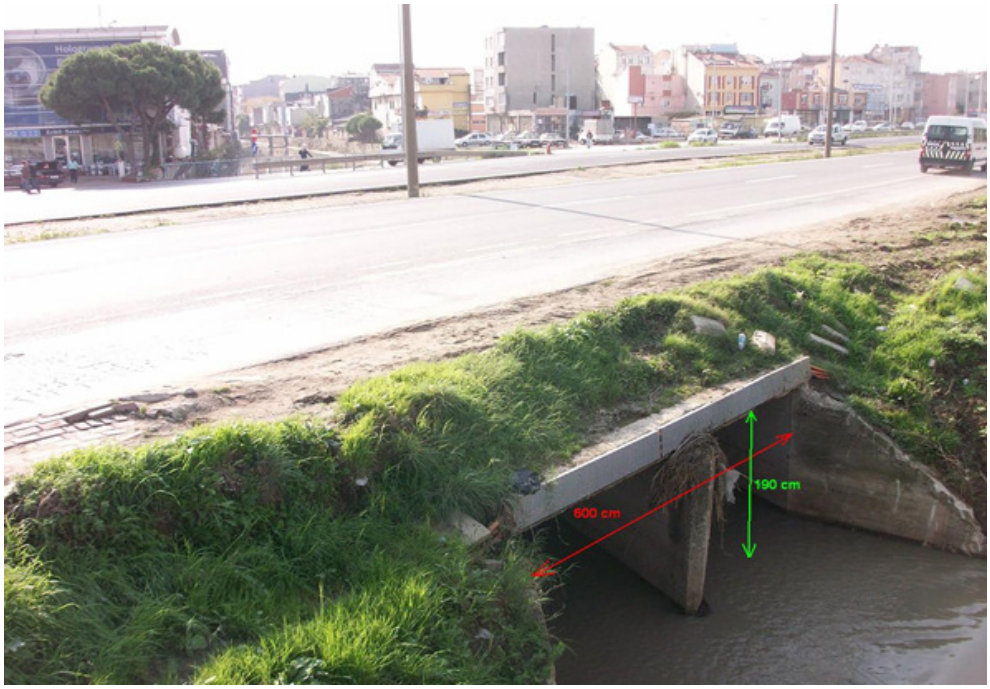
Kayalı deresi aşağıdaki kollardan oluşmaktadır.

- Ağıl Dere (6.05km)
- Aydut Anakol (5.96km)
- Aydut Yankol 1 (3.18km)
- Aydut Yankol 2 (4.42 km)
- Kayalı Anakol (11.6 km)
- Kayalı Yankol 1 (4.05 km)
- Kayalı Yankol 2 (3.05 km)
- Kayalı Yankol 3 (3.83 km)
- Pusu Anakol (6.38 km)
- Pusu Yankol 1 (3.17km)
- Pusu Yankol 2 (4.29km)
- Pusu Yankol 3 (2.93 km)
- Pusu Yankol 4 (4.94 km)

Kayalı deresi Akören köyü ve Gazitepe köyü havzasından doğup, TEM (Avrupa Otoyolu) ve D–100 karayollarının altından geçerek, Silivri'nin içinden Marmara Denizi'ne dökülmektedir. Derenin akış güzergâhı kuzeydoğu – güneybatı yönündedir.

TEM otoyolu ve D-100 karayolu derenin akış yönü doğu-batı yönünde kesmektedir. Vadi tabanlarında yol platformu 1.5-3 m arasında oluşturulan setler üzerine inşa edilmiştir. Yağışlar sonrasında havzada göllenmelerin meydana gelmesi ve bunların uzun süre kalmaları doygun ıslak zeminin karakterinin korunması bölgedeki yol geçiş menfezlerinin yeterli olmadığının bir kanıtıdır. Boğluca deresinin TEM otoyolu çevresinde kalan kısmında yerleşim seyrek genellikle çevresi tarım arazileri ile çevrilidir. D-100 karayolu geçişlerine bakıldığında karayolunun şehir merkezinden geçtiği görülmektedir (Şekil 5. 4).

Şekil 5. 4 Boğluca deresi D–100 karayolu geçiş güzergâhı[21]



Şekil 5. 5 Boğulca deresi D-100 karayoluna giriş kısmı[21]

Tüm havzanın suyu resimde görülen dar bir menfezden geçerek D-100 karayolunun karşısına geçmektedir. Buradaki kapalı kutu kesit iki gözlü olup yaklaşık 6m genişliktedir. Özellikle yoğun yağış dönemlerinde sel sularının toplayarak getirdiği sürüntü ve atık malzemeler bu menfezin ağzında tıkanma meydana getirmekte ve taşkınlara sebep olmaktadır. Karayolu çıkış mansap kısmını bakıldığında sol kısımda iki

gözlü yaklaşık 6m genişliğinde kapalı bir kutu kesit sağ kısımda ise 3.2m genişliğinde bir kutu kesit vardır. Derenin karayolları menfezinde çıktıktan sonraki kutu kesitinin genişliği yaklaşık 27m'dir (Şekil 5. 6).

Şekil 5. 6 Boğluca deresi D–100 karayolunun Silivri merkeze geçiş[21]

Boğluca deresinin D–100 karayolundan Silivri bölgesine girişinden itibaren çevresinde yoğun bir yapılaşmanın olduğu ve herhangi bir koruma bandı uygulanmadığı görülmektedir. Derenin Marmara Denizi'ne mansaplanmadan önce dere tarihi Mimar Sinan köprüsü altında geçmektedir. Mimar Sinan köprüsü 5 kemerli yapılmıştır. Ancak günümüze kadar ulaşan 3 gözün yalnız ikisinden su geçişi sağlandığı görülmektedir. Kemerin bir tanesi asfalt yolun hemen altında kalması, diğer kısımların kapatılması ve çevresinin zamanla yapılaşması herhangi bir sel anında şehir merkezi ile D–100 otoyolu arasında taşkın oluşturmasına yol açmaktadır. 8 Eylül 2009 yılında yaşanan sel felaketinde de en büyük zarar bu bölgede oluşmuştur (Şekil 5. 7, 5. 8).

Şekil 5. 7 Boğluca deresi üzerinde bulunan tarihi Mimar Sinan köprüsü

Şekil 5. 8 Mimar Sinan köprüsünün kapalı gözü[21]

Son olarak 08.09.2009 tarihinde yaşanan yoğun yağışlar sonucu dere yatağı çevresinde Silivri Devlet Hastanesi, bir sağlık ocağı, iki ilköğretim okulu, bir meslek lisesi, birçok konut ve işyeri sular altında kalmıştır.

Şekil 5. 9 Boğluca deresi taşkınından bir görünüş[21]

Boğluca deresinin doğal dere yatağının doldurularak yapılaşmaya açılması burada yaşanan taşkınların en temel sebeplerinden biridir. Bu durum bölgede yaşanan taşkının etkisini daha da arttırmakta hemen hemen çevresindeki binaların birinci normal kat seviyelerine ulaşan su yükseklikliklerine çıktığının izleri görülmektedir (Şekil 5. 10).

Şekil 5. 10 Boğluca deresi çevresindeki yapılaşma

Şekil 5. 11 Boğluca deresinden bir görünüş[21]

08.09.2009 tarihinde yaşanan büyük ölçekli taşkın olayından sonra, Silivri ilçesi, Boğluca deresi havzasında etütler yapılmıştır.

Bu etütlerde ilk olarak bölgede yağış ölçümleri incelenmiştir. AKOM (Afet Koordinasyon Merkezi) verilerine göre, Çatalca civarına 7 Eylül günü 30 mm, taşkının olduğu 8 Eylül günü 205 mm yağış düşmüştür[6].

Eylül 2009'da meydana gelen 205'lik mm yağış, DSİ (1990)'a göre Çatalca için 100 yıl tekerrür aralığı olan 109,90 mm'nin neredeyse iki katıdır [22].

Havzanın üst kısımlarından gelen yağış sularının meydana getirdiği akış dere üzerindeki menfez ve köprüleri geçemeyerek taşkına neden olmuştur. Taşkında bölgedeki binaların birinci katları tamamen su altında kalmıştır.

Sonuç olarak Silivri- Selimpaşa bölgesinde 8 Eylül 2009 tarihinde meydana gelen büyük miktardaki yağışlar köprü altı geçişlerinin ve menfezlerinin tıkanmasına neden olmuştur. Yaşanan taşkın olayı, Kayalı deresi havzası üzerindeki yanlış arazi kullanımı olgusunu en geniş haliyle gündeme getirmiştir. Zaman zaman bu bölgede daha küçük ölçekli taşkınlar yaşansa da, plansız yapılaşma yanlışının bu boyutlarda karşımıza çıkması 8 Eylül 2009 tarihinde yaşanan taşkınla olmuştur. Hızlı nüfus artışından dolayı

planlı bir yapılanmaya ve doğru bir arazi kullanımına geçilmemesi örneği Kayalı deresi havzasında açıkça görülmüştür.

Yapılaşmış dere yatakları, akarsu yataklarına kurulmuş sanayi tesisleri, işlev görmeyen hidrolik yapılar gibi nedenlerle Kayalı deresi taşkını bölge halkına ve yerleşim merkezine sosyo-ekonomik yönde büyük zararlar vermiştir.

BÖLÜM 6

KAYALI DERESİ VE KOLLARI İÇİN TAŞKIN DEBİLERİNİN HESABI

6.1 Kayalı AnaKolun Farklı Sentetik Yöntemler İle Muhtelif tekerrürlü taşkın Debilerinin Bulunması

6.1.1 DSİ Sentetik Metot ile Hesap

Kayalı deresinin anakol uzunluğu haritadan (Şekil 5.3) en uzun dere boyu L=11.600,36 m drenaj alanı ile ağırlık merkezinin ana dere üzerindeki izdüşümü ile proje kesiti arasındaki mesafe L_c= 5.541,44 m olarak tespit edilmiştir. Havza alanı da aynı haritadan 39,804 km^2 olarak bulunmuştur. Daha sonra dere 10 eşit parçaya bölünerek her bir parçaya gelen arazi kotları için aşağıdaki çizelge oluşturulmuştur.

Çizelge 6. 1: Kayalı anakol harmonik eğim tablosu

$Sıra\ no$	$h\,(m)$	$l\,(m)$	$\frac{h}{l}$	$\sqrt{sl}$	$\frac{1}{\sqrt{sl}}$
0	195.80				
1	151.81	1160.04	0.038	0.195	5.1
2	101.80	1160.04	0.043	0.208	4.8
3	66.46	1160.04	0.030	0.175	5.7
4	42.25	1160.04	0.021	0.144	6.9
5	28.33	1160.04	0.012	0.110	9.1
6	19.13	1160.04	0.008	0.089	11.2

7	12.25	1160.04	0.006	0.077	13.0
8	6.09	1160.04	0.005	0.073	13.7
9	1.31	1160.04	0.004	0.064	15.6
10	0.62	1160.04	0.001	0.024	41.0
Toplam					126.2

$$S = \left(\frac{10}{\sum \frac{1}{\sqrt{sl}}} \right)^2 = 0.0063$$

olarak bulunmuştur.

$$\frac{L.L_c}{\sqrt{S}} = 811.6$$

Şekil 4. 1'den q_p=64 lt/sn/km^2/mm olarak okunmuştur.

Birim hidrograf piki,

$Q_p=A.q_p.10^{-3}$= 2.547 m^3/sn/mm

h_a=1mm'lik akış için birim hidrograf hacmi,

$V_b=A.h_a.\ 10^{-3}$=39804m^3

Hidrografın devam süresi,

$$T = 3.65\frac{V}{Q} = 57031 sn \cong 15.8 \text{ saat}$$

Hidrografın yükselme zamanı,

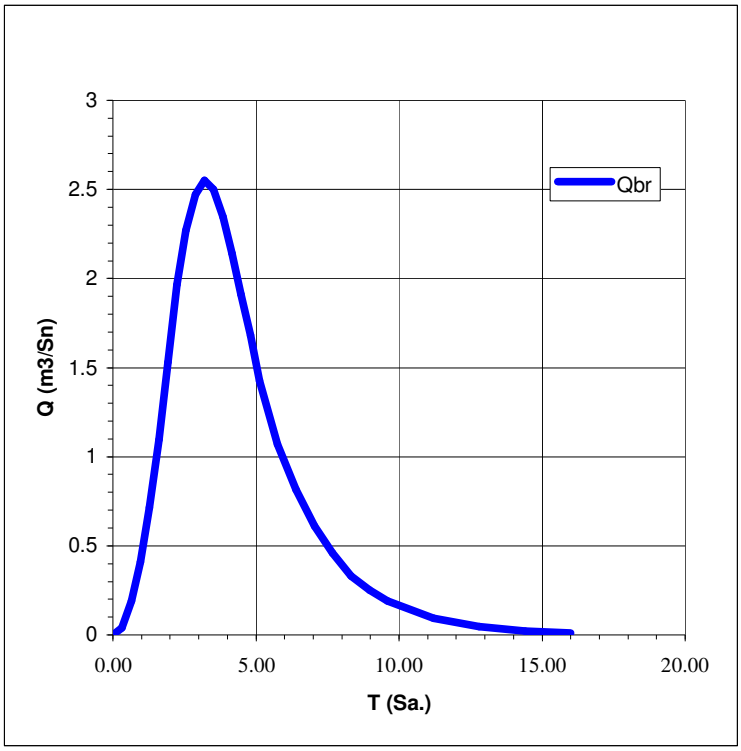
$$T_p = \frac{T}{5} = 3.2 \text{ saat}$$

Birim hidrografa ait Q_p ve T_p değerleri DSİ sentetik metot boyutsuz birim hidrograf koordinatları (Çizelge 4. 1) ile çarpılmasından havzaya ait DSİ sentetik birim hidrograf koordinatları elde edilmiştir.

Çizelge 6. 2: DSİ sentetik metotla hesaplanan birim hidrograf koordinatları

T	0.320	0.640	0.960	1.280	1.600	1.920	2.240	2.560	2.880	3.200	3.520	3.840	4.160	4.480
Q	0.00	0.038	0.191	0.408	0.713	1.095	1.528	1.961	2.267	2.471	2.547	2.496	2.343	2.139
T	4.800	5.120	5.760	6.400	7.040	7.680	8.320	8.960	9.600	11.200	12.800	14.400	16.000	17.780
Q	1.910	1.681	1.426	1.070	0.815	0.611	0.458	0.331	0.250	0.191	0.092	0.046	0.023	0.010

Çizelge 6. 2'den yararlanılarak şekil 6. 1'de Kayalı deresi anakoluna ait birim hidrograf çizilmiştir.



Şekil 6. 1 Kayalı deresi anakolun DSİ sentetik metot ile elde edilmiş birim hidrografı

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü tarafından Silivri bölgesi için yapılan yağış hesaplamalarında Silivri bölgesine en yakın istasyon Florya Meteoroloji İstasyonu kayıtları kullanıldığından hesaplamalarda bu istasyona ait yağış kayıtları alınmıştır. T_p=3.2 saat olduğundan Ek B' den yaralanılarak yıllara göre meydana gelebilecek en büyük yağış değerleri Çizelge 6. 3'de bulunmuştur.

Çizelge 6. 3 Florya gözlem istasyonundan alınan en büyük yağış değerleri (mm)

Gözlem Yılı	Saat		
	3	3.2	4
2	21.76	22.11	23.51
5	33.41	34.02	36.44
10	42.35	43.14	46.28
25	55.13	56.14	60.17
50	65.77	66.92	71.52
100	77.35	78.64	83.82

Bu yağış değerleri kullanılmadan önce DSİ tarafından 1.13 büyütme katsayısı ile çarpılması önerilmektedir [15]. Bu sebeple de hesaplamalar yapılırken yağış değerleri akışa geçirilmeden 1.13 katsayısı büyütülmüştür.

Bundan sonra havza için belirlenmiş Ek A-1'deki akış katsayılarına göre havza için ağırlıklı ortalama alınarak yüz yıllık bir tekerrür süresine ait bir akış katsayısı elde edilmiştir (Çizelge 6. 4).

Çizelge 6. 4 Kayalı anakol drenaj alanı akış katsayısı hesap tablosu

ALAN ADI	C_{100}	Havza Alanı(ha)	C.A
KYL1	0.213	1727.47	367.95
KYL2	0.286	5.70	1.63
KYL3	0.200	284.70	56.94
KYL4	0.200	59.70	11.94
KYL5	0.596	125.26	74.665
KYL6	0.569	278.93	158.71
KYL7	0.683	235.50	160.87
KYL8	0.541	585.00	316.50

KYL9	0.622	58.40	36.32
KYL10	0.736	336.95	247.99
KYL11	0.702	118.56	83.22
KYL12	0.767	74.48	57.13
KYL13	0.850	1.98	1.68
KYL14	0.763	84.40	64.37
KYL15	0.850	3.00	2.55
TOPLAM		3980.03	1642.46

$C_{100\,ort.} = \left(\frac{\sum C.A}{\sum A} \right) = 0.41$ olarak hesap edilmiştir.

Yüz yıllık ortalama akış katsayı farklı tekerrür sürelerine göre hesaplanmıştır (Çizelge 6. 5).

Çizelge 6. 5 Kayalı anakola ait akış katsayısı hesap tablosu

C_2	$0.46C_{100}$	0.19
C_5	$0.55C_{100}$	0.23
C_{10}	$0.63C_{100}$	0.26
C_{25}	$0.76.C_{100}$	0.31
C_{50}	$0.87.C_{100}$	0.36

Hesaplanan yağış yüksekliklerine ve akış katsayılarına göre akış miktarları hesaplanmıştır (Çizelge 6. 6).

Çizelge 6. 6 Kayalı anakol için muhtelif tekerrürlü akış miktarları tablosu

Gözlem Yılı	C_{ort}	Yağış Miktarı (mm)	Büyütme Katsayısı	Akış Miktarı (mm)
2	0.19	22.11	1.13	4.71

5	0.23	34.02	1.13	8.67
10	0.26	43.14	1.13	12.59
25	0.31	56.14	1.13	19.77
50	0.36	66.92	1.13	26.97
100	0.41	78.64	1.13	36.44

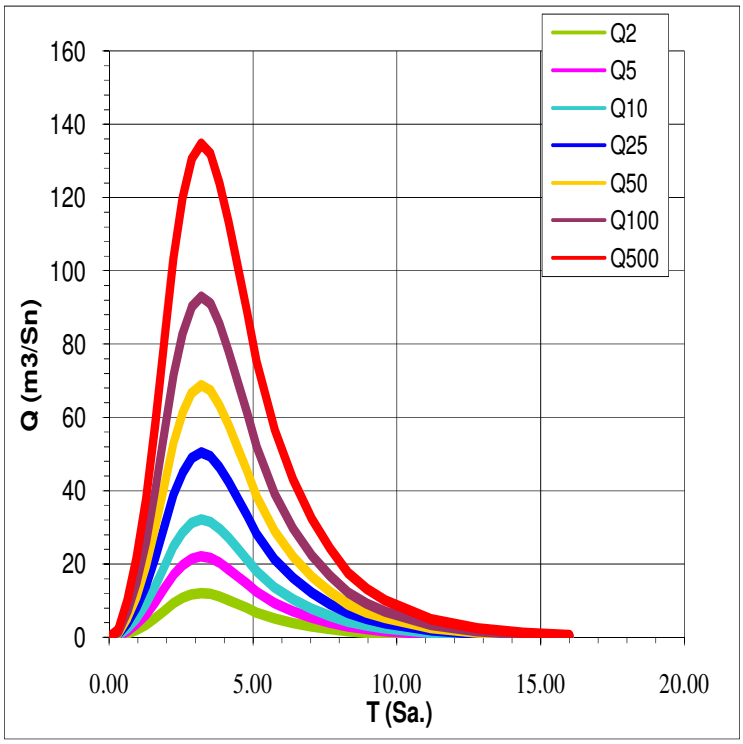
Elde edilen akış miktarlarının birim hidrograf koordinatları ile çarpılmasından Kayalı anakol için yıllara göre oluşan taşkın sarfiyatları elde edilmiştir (Çizelge 6. 7).

Çizelge 6. 7 Kayalı anakol için muhtelif tekerrürlü taşkın debileri tablosu (DSİ Sentetik Metot ile)

T (Saat)	Q_2 (m^3/sn)	Q_5 (m^3/sn)	Q_{10} (m^3/sn)	Q_{25} (m^3/sn)	Q_{50} (m^3/sn)	Q_{100} (m^3/sn)	Q_{500} (m^3/sn)
0	0	0	0	0	0	0	0.00
0.32	0.18	0.33	0.48	0.76	1.03	1.39	2.02
0.64	0.90	1.66	2.41	3.78	5.16	6.97	10.10
0.96	1.92	3.54	5.14	8.06	11.01	14.87	21.55
1.28	3.36	6.19	8.99	14.11	19.26	26.02	37.71
1.6	5.17	9.50	13.81	21.67	29.58	39.95	57.91
1.92	7.21	13.26	19.26	30.24	41.27	55.75	80.81
2.24	9.25	17.02	24.72	38.81	52.96	71.54	103.71
2.56	10.69	19.67	28.57	44.86	61.22	82.69	119.87
2.88	11.66	21.44	31.14	48.89	66.72	90.12	130.64
3.2	12.02	22.10	32.11	50.40	68.78	92.91	134.68
3.52	11.78	21.66	31.46	49.40	67.41	91.05	131.99
3.84	11.05	20.33	29.54	46.37	63.28	85.48	123.91
4.16	10.09	18.57	26.97	42.34	57.78	78.05	113.14

4.48	9.01	16.58	24.08	37.80	51.59	69.68	101.01
4.8	7.93	14.59	21.19	33.27	45.40	61.32	88.89
5.12	6.73	12.38	17.98	28.23	38.52	52.03	75.42
5.76	5.05	9.28	13.48	21.17	28.89	39.02	56.57
6.4	3.85	7.07	10.27	16.13	22.01	29.73	43.10
7.04	2.88	5.30	7.71	12.10	16.51	22.30	32.32
7.68	2.16	3.98	5.78	9.07	12.38	16.72	24.24
8.32	1.56	2.87	4.17	6.55	8.94	12.08	17.51
8.96	1.18	2.17	3.15	4.94	6.74	9.11	13.20
9.6	0.90	1.66	2.41	3.78	5.16	6.97	10.10
11.2	0.43	0.80	1.16	1.81	2.48	3.34	4.85
12.8	0.22	0.40	0.58	0.91	1.24	1.67	2.42
14.4	0.11	0.20	0.29	0.45	0.62	0.84	1.21
16	0.05	0.09	0.13	0.20	0.28	0.37	0.54

Çizelge 6. 7'deki değerlere göre Kayalı deresi anakoluna ait muhtelif tekerrürlü taşkın hidrografları çizilmiştir (Şekil 6. 2).



Şekil 6. 2 Kayalı anakol için muhtelif tekerrürlü taşkın hidrografları (DSİ Sentetik Metot)

6.1.2 Mockus Yöntemi ile Hesap

L= 11.600 km

A= 39.804 km^2

S= 0.0063

Toplanma zamanı,

$$Tc = 0.00032 \frac{11.600^{0.77}}{0.0063^{0.385}} = 3.04 \text{ saat}$$

Taşkını meydana getiren yağış süresi,

$$D = 2\sqrt{3.04} = 3.49 \text{ saat}$$

Birim sağnak süresi,

$$\Delta D = \frac{Tc}{5} = 0.61 \text{ saat}$$

Hidrografın pike ulaşma süresi,

$$Tp = 0.5x0.61 + 0.6x3.04 = 2.13 \text{ saat}$$

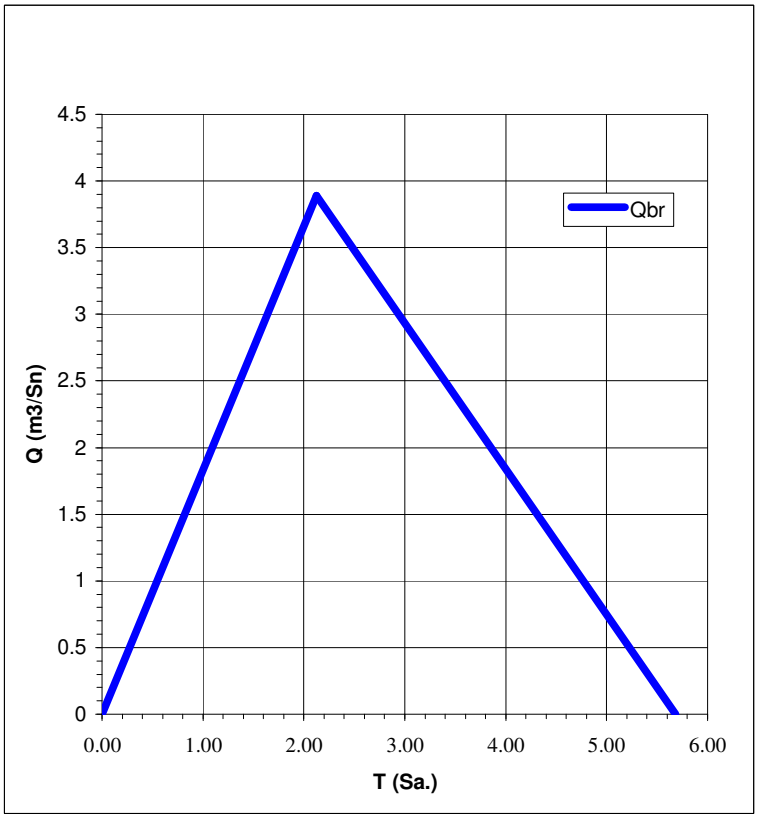
Taşkının sönümlenme süresi,

$$Tr = 1.67x2.13 = 3.55 \text{ saat}$$

h_a =1mm'lik yağışın oluşturacağı debi,

$$Q_p = \frac{0.208x39.804x1}{2.32} = 3.89 \text{ m}^3/\text{sn/mm}$$ olarak bulunmuştur.

Mockus yöntemi ile bulunan T_p ve Q_p değerlerine göre Kayalı anakoluna ait birim hidrograf çizilirse;

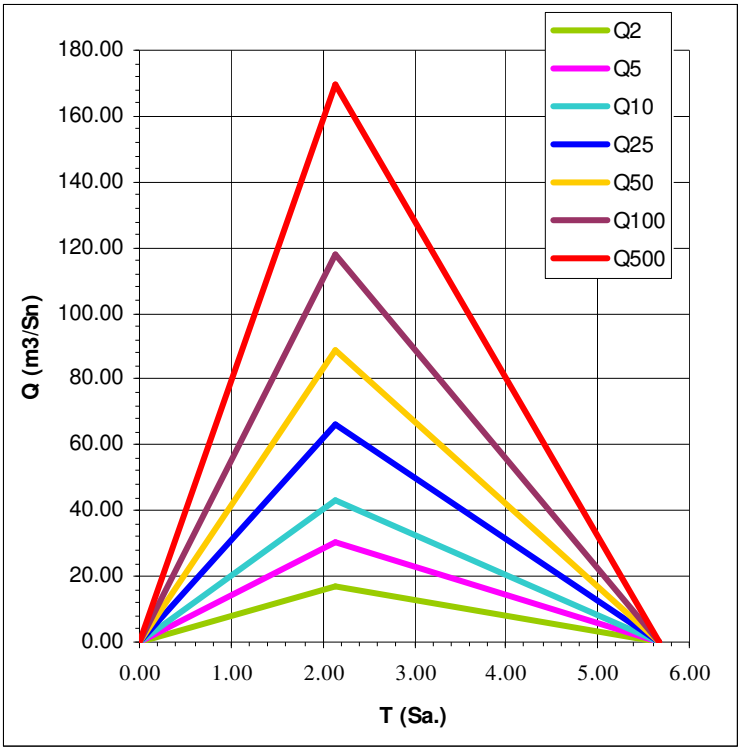


Şekil 6. 3 Kayalı deresi anakolun Mockus Yöntemi ile elde edilmiş birim hidrografı

Yağış ve akış katsayıların bulunmasında DSİ'nin metodunda kullanılan aynı yöntem izlendiğinden bu bölümdeki ara işlemler verilmemiş sadece taşkın değerleri ve hidrografları verilmiştir.

Çizelge 6. 8 Kayalı anakol için muhtelif tekerrürlü taşkın debileri tablosu (Mockus Yöntem)

T	Q_{br}	Q_2	Q_5	Q_{10}	Q_{25}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{500}
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.13	3.89	16.74	30.28	43.29	66.43	89.02	118.10	169.50
5.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



Şekil 6. 4 Kayalı anakol için muhtelif tekerrürlü taşkın hidrografları (Mockus Yöntemi)

6.1.3 SCS Yöntemi ile Hesap

Kayalı Deresi anakolun havza parametreleri,

A=39.804 km^2

L= 11.6 km

S=0.0063

SCS yöntemi için havza geçiş süresi**,**

$$T_c = 0.066\left(\frac{L^2}{S}\right)^{0.385} = 3.07 \text{ saat}$$

Yağış süresi, $D = 0.133T_c = 0.41 \text{ saat}$

Havza gecikme süresi,

$$L_g = 0.6T_c = 1.84 \text{ saat}$$

Pike ulaşma süresi,

$$T_P = L_g + D/2 = 2.05 \text{ saat}$$

Buradan da birim hidrograf pik debisi

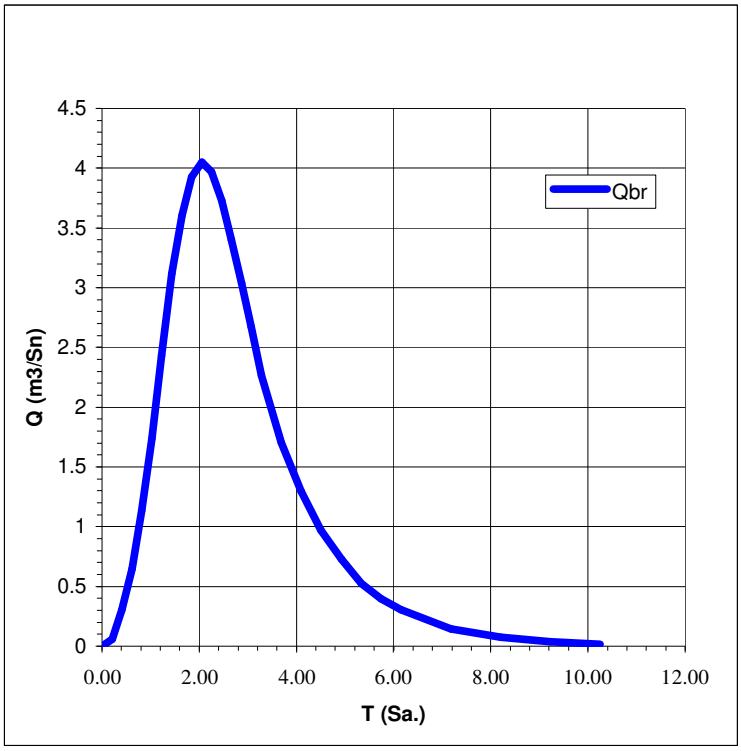
$Q_P = \frac{0.208A}{T_P} = 4.05 \text{ m}^3/\text{s/mm}$ olarak hesaplanmıştır.

Daha sonra SCS boyutsuz birim hidrograf koordinatları ile birim hidrografa ait T_p ve Q_p değerleri ile çarpılarak SCS sentetik birim hidrograf koordinatları bulunmuştur.

Çizelge 6. 9 SCS birim hidrograf koordinatları

T	0.00	0.21	0.41	0.62	0.82	1.03	1.23	1.44	1.64	1.85	2.05	2.26	2.46	2.67
Q	0.00	0.06	0.30	0.65	1.13	1.74	2.43	3.12	3.60	3.93	4.05	3.97	3.73	3.40
T	2.87	3.08	3.28	3.69	4.10	4.51	4.92	5.33	5.74	6.15	7.18	8.20	9.23	10.15
Q	3.04	2.67	2.27	1.70	1.30	0.97	0.73	0.53	0.40	0.30	0.15	0.07	0.04	0.02

Çizelge 6. 9'da verilen koordinatlara göre Kayalı deresi anakoluna ait birim hidrograflar grafiği çizilirse (Şekil 6. 5).



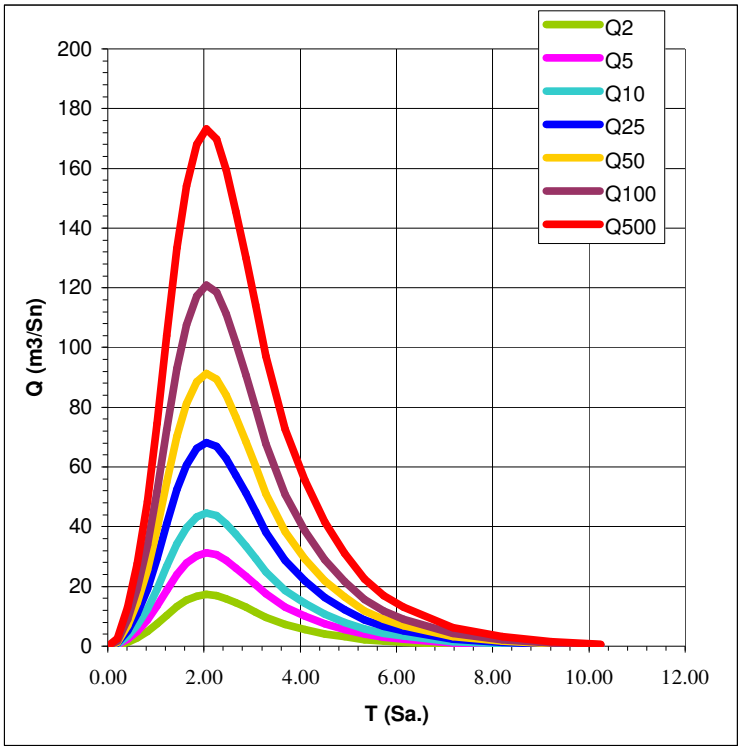
Şekil 6. 5 Kayalı deresi anakolun SCS yöntemi ile elde edilmiş birim hidrografı

Yağış ve akış katsayılarının bulunmasında DSİ sentetik metotta kullanılan aynı yöntemler izlendiğinden bu bölümde ara işlemler verilmemiş sadece taşkın değerleri ve hidrografları verilmiştir (Çizelge 6. 10).

Çizelge 6. 10 Kayalı anakol için muhtelif tekerrürlü taşkın debileri tablosu (SCS Sentetik Metot ile)

Q_2	Q_5	Q_{10}	Q_{25}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{500}
0	0	0	0	0	0	0.00
0.56	0.85	1.06	1.35	1.57	1.81	2.33
2.82	4.26	5.30	6.73	7.86	9.06	11.63
6.01	9.08	11.32	14.36	16.77	19.32	24.82
10.52	15.89	19.80	25.12	29.35	33.81	43.43
16.15	24.40	30.41	38.58	45.08	51.92	66.70
22.54	34.04	42.43	53.84	62.90	72.45	93.07
28.93	43.69	54.45	69.09	80.72	92.98	119.44

33.44	50.50	62.94	79.86	93.30	107.47	138.06
36.44	55.04	68.60	87.04	101.68	117.13	150.47
37.57	56.74	70.72	89.73	104.83	120.75	155.12
36.82	55.60	69.31	87.93	102.73	118.34	152.02
34.56	52.20	65.06	82.55	96.44	111.09	142.71
31.56	47.66	59.40	75.37	88.06	101.43	130.30
28.18	42.55	53.04	67.30	78.62	90.56	116.34
24.80	37.45	46.67	59.22	69.19	79.70	102.38
21.04	31.77	39.60	50.25	58.70	67.62	86.87
15.78	23.83	29.70	37.69	44.03	50.72	65.15
12.02	18.16	22.63	28.71	33.55	38.64	49.64
9.02	13.62	16.97	21.53	25.16	28.98	37.23
6.76	10.21	12.73	16.15	18.87	21.74	27.92
4.88	7.38	9.19	11.66	13.63	15.70	20.17
3.68	5.56	6.93	8.79	10.27	11.83	15.20
2.82	4.26	5.30	6.73	7.86	9.06	11.63
1.35	2.04	2.55	3.23	3.77	4.35	5.58
0.68	1.02	1.27	1.62	1.89	2.17	2.79
0.34	0.51	0.64	0.81	0.94	1.09	1.40
0.15	0.23	0.28	0.36	0.42	0.48	0.62



Şekil 6. 6 Kayalı anakol için muhtelif tekerrürlü taşkın hidrografları (SCS Yöntemi)

6.1.4 Snyder Yöntemi ile Hesap

Snyder metodu 30 $km^{2'}$den fazla olan alanlarda uygulandığından Kayalı Deresi havzasında sadece anakola ait havza alanı 30 $km^{2'}$ yi geçtiğinden Snyder Metodu sadece anakol için uygulanmıştır.

L= 11.600 km

L_c= 5.54 km

A=39.804 km^2

İstanbul dereleri için bu değer ortalama olarak C_t=1.00 seçilmiştir [23].

C_p katsayısı, toprak koşullarına bağlı bir katsayı (kumlu 0.5, kumlu-killi 0.6, ağır killi ve kayalık 0.7)[24]

$C_{p=}$ 0.62 olarak şeçilmiştir.

T_p=0.752. C_t.(L.Lc)$^{0.30}$ = 2.62 saat

Birim hidrografa ait sağanak süresi,

T_r=T_p/5.5 =0.52 sa.

Birim debi,

$q_p=2760.C_p/T_p$ = 652.61 lt/sn/km^2/cm

Birim hidrograf pik debisi

ha=1 cm'lik yağış için $Q_p=A.qp.10^{-3}$ = 25.98 m^3/sn/cm

ha=1 mm'lik yağış için Q_p=2.60 m^3/sn/mm

w_{50}=1.39 sa.

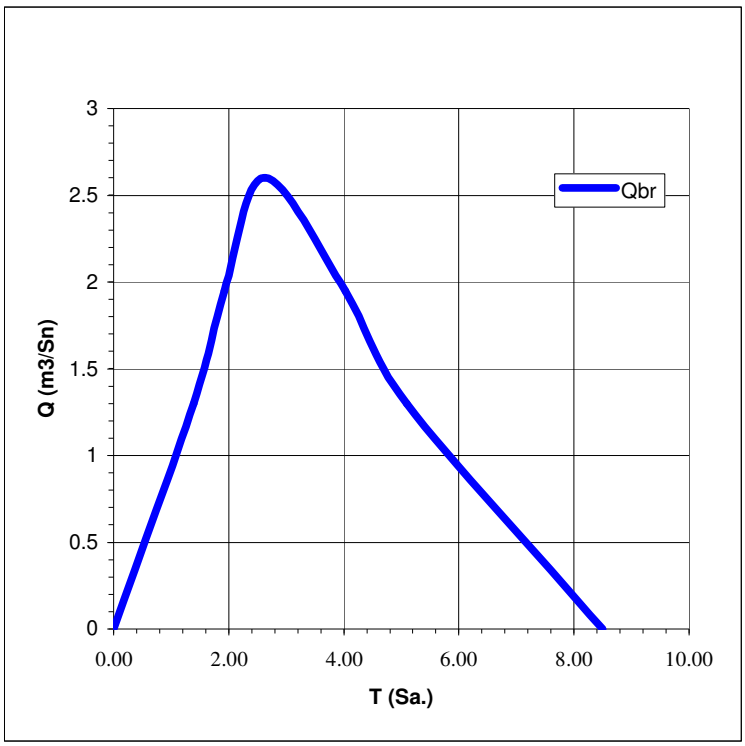
w_{75}=1.92 sa.

Olarak Şekil 4. 3'den okunmuştur.

Çizelge 6. 11 Synder Metotla hesaplanan birim hidrograf koordinatları

T (sa)	0.00	1.39	1.92	2.62	4.03	5.09	8.50
Q(m^3/sn)	0.00	1.30	1.95	2.60	1.95	1.30	0.00

Snyder yöntemi ile hesaplanan değerlere göre birim hidrografı çizilmiştir (Şekil 6. 7).

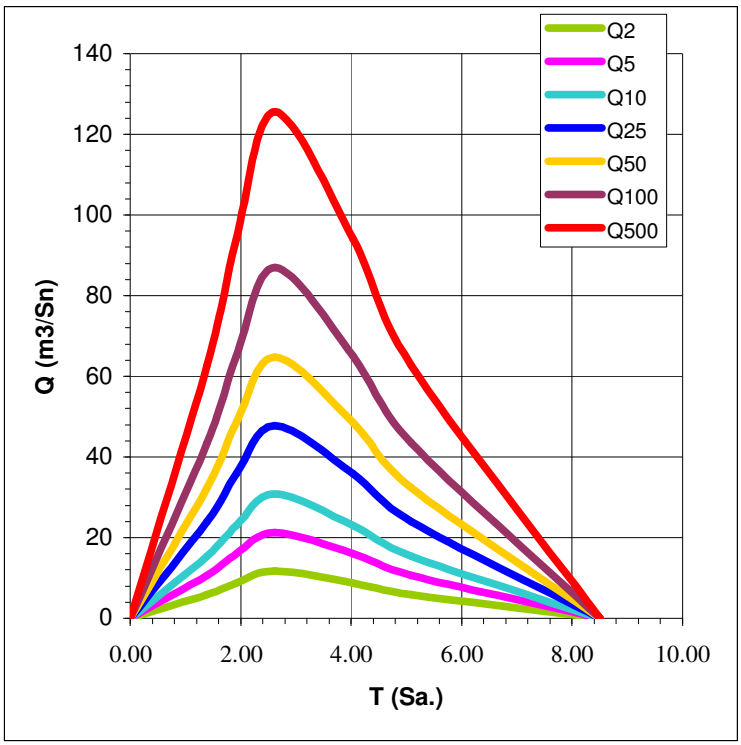


Şekil 6. 7 Kayalı deresi anakolun Snyder Yöntemi ile elde edilmiş birim hidrografı

Bölgedeki yağış değerlerine göre taşkın debileri hesaplanmış ve taşkın hidrografları çizilmiştir (Çizelge 6. 12), (Şekil 6. 8).

Çizelge 6. 12 Kayalı anakol için muhtelif tekerrürlü taşkın debileri tablosu (Snyder Metot ile)

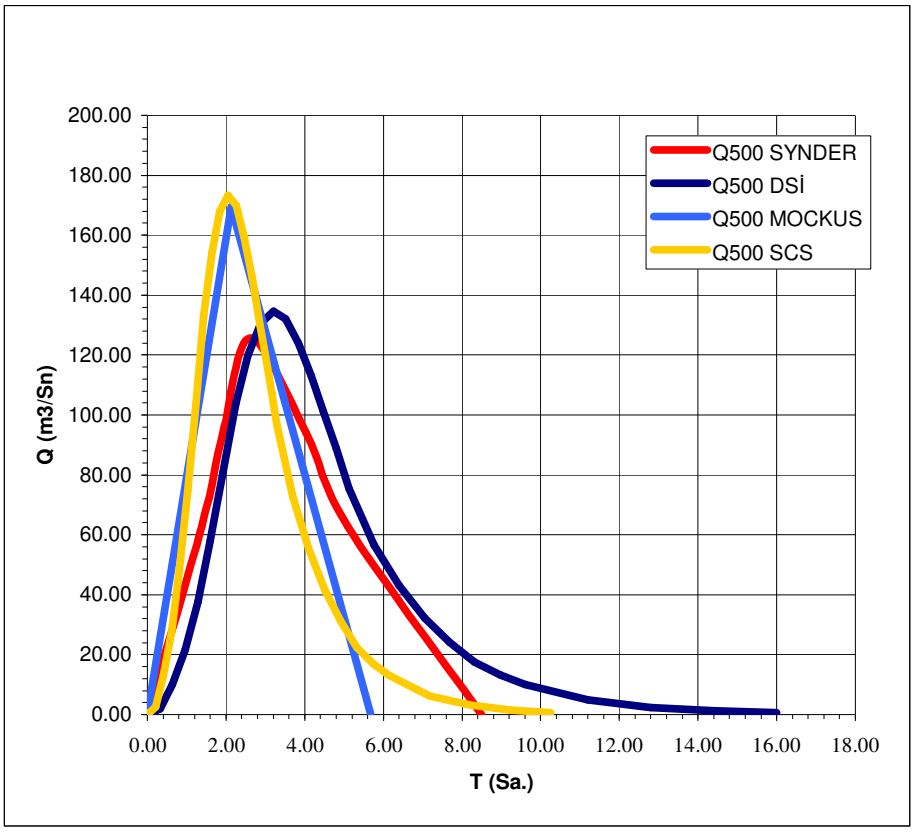
Q_2	Q_5	Q_{10}	Q_{25}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{500}
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.84	10.65	15.37	23.90	32.40	43.47	62.78
8.75	15.96	23.03	35.82	48.55	65.14	94.07
11.68	21.30	30.73	47.81	64.80	86.94	125.55
8.75	15.96	23.03	35.82	48.55	65.14	94.07
5.84	10.65	15.37	23.90	32.40	43.47	62.78
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



Şekil 6. 8 Kayalı anakol için muhtelif tekerrürlü taşkın debileri grafiği (Snyder metot)

6.1.5 Kayalı Anakola Ait Sentetik Metotlara Göre Bulunan 500 Yıllık Taşkın Debilerinin Karşılaştırması

Kayalı deresi anakolu için yapılan tüm sentetik yöntemlerin Q_{500}'lük taşkın hidrografları Şekil 6. 9'da verilmiştir. Hidrograflar birbirleriyle karşılaştırıldığında en yüksek debiyi veren yöntemin SCS Metot olduğu ve Mockus ile SCS Yöntemleri ile elde edilen taşkın debilerinin birbirine yakın olduğu görülmüştür. Synder ve DSİ Metotları da debi değerlerinin birbirlerine yakın sonuçlar verdiği ancak DSİ Metotla hesaplanan taşkının geri çekilme süresi diğerler yöntemlerle hesaplanan sürelerden daha uzun olduğu görülmektedir (Şekil 6. 9).



Şekil 6. 9 Kayalı anakol için çeşitli yöntemlerle bulunmuş 500 yıllık taşkın hidrografları

6.2 Kayalı Deresinin Diğer Kollarının Farklı Sentetik Yöntemler İle Muhtelif Tekerrürlü Taşkın Debilerinin Hesabı

Kayalı deresinin diğer kolları için akarsuyun farklı kesitlerinde sentetik metotlara göre taşkın debileri hesap edilmiş olup tüm kollara ait değişik tekerrürlü taşkın hidrografları Ek- C'de verilmiştir.

BÖLÜM 7

KAYALI DERESİNİN MODELLENMESİ VE KESİT TAHKİKLERİNİN YAPILMASI

Bu bölümde Kayalı deresinin çeşitli bilgisayar programları yardımı ile arazi ve hidrolik modellemesi yapılmıştır. Bu model üzerinden seçilen ıslah kesitlerinden sentetik metotlarla hesap edilen en büyük 500 yıllık taşkın debisi geçirilerek kesit tahkikleri yapılmış ve imarlı alanda taşkın risk haritası çıkarılmıştır.

7.1 Kayalı Deresinin Modellenmesi

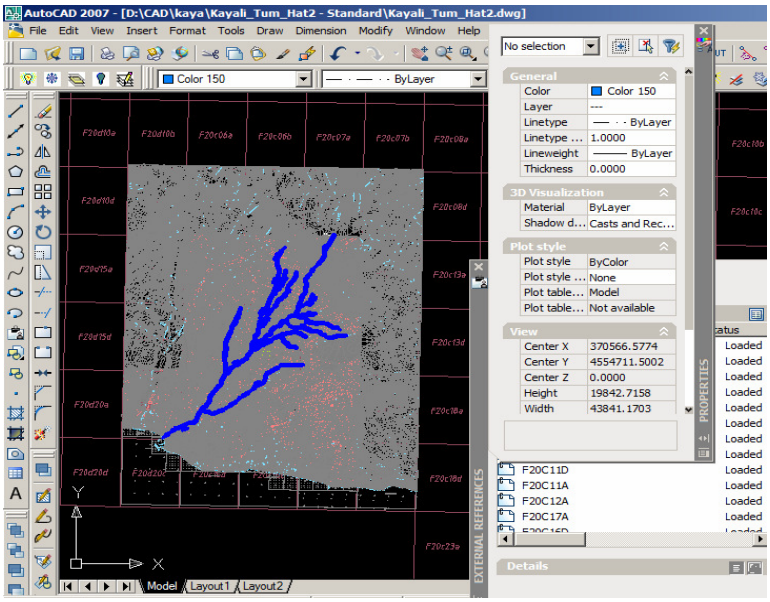
7.1.1 Giriş

Kayalı deresi modellemesi AutoCAD, ArcGIS, Hec-Georas yazılımı ve hidrolik modelleme yazılımı Hec-RaS kullanılmak suretiyle düzenleme kesit tahkikleri ve taşkın haritası yapılmıştır. Modelleme yapılırken 1:1000 ölçekli fotogrametrik halihazır haritalar, Kayalı Dere, dere ıslah uygulama projesi, sentetik yöntemlerle hesaplanmış 500 yıllık taşkın debileri ve Silivri ilçesi uygulama imar planlarından yararlanılmıştır.

7.1.2 Veri ve Yöntem

Oluşturulacak sayısal arazi modeli (SAM) ve planlanan dere ıslah uygulama projesinin imalatı sonrasında oluşacak arazinin yeni durumunun modellenebilmesi için 3 boyutlu verileri içeren halihazır fotogrametrik planlar AutoCAD programında düzenlenmiştir. Sayısal dosyalarda eşyükselti eğrileri, yollar, şev taramaları, kot noktaları ve diğer yüzey şekillerini içeren tabakalar dışında kalan bina, duvar vb. yapıları ile kadastral sınırları içeren tabakalar silinmiştir.

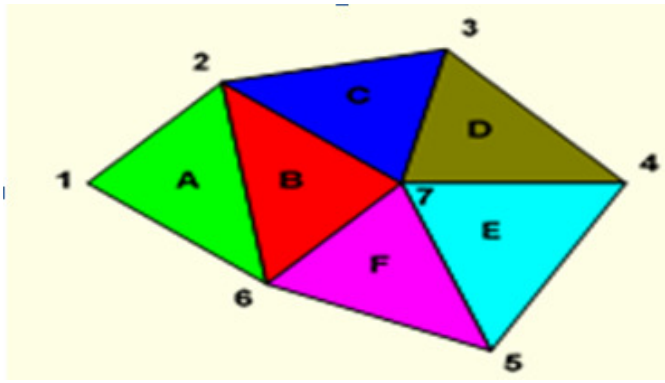
Planlanan Kayalı Dere dere ıslah uygulama projesinin SAM'ne eklenmesi için proje sayısal dosyasında, dere aksı, dere kesitinin taban ve duvar üst çizgileri, kotlandırılarak dere ıslah projesi çizimi üç boyutlu hale getirilmiştir. Dere ıslah projesi verileri de modele entegre edilmiş böylece SAM için yapılan AutoCAD çalışmaları bu şekilde tamamlanmıştır (Şekil 7.1).



Şekil 7. 1 Halihazır haritalar ile dere ıslah planının çakıştırılması

7.1.3 Geometrik Verilerin Oluşturulması

Akarsulara ait hidrolik modellemelerin yapılabilmesi için akarsu yataklarına ait geometrik verilere ihtiyaç vardır. Geometrik verilerin oluşturulmasında altlık veri olarak düzensiz üçgen ağı (TIN-triangulated irregular network) modelinin hazırlanması öncelik arz etmektedir(Şekil 7. 2), [25].



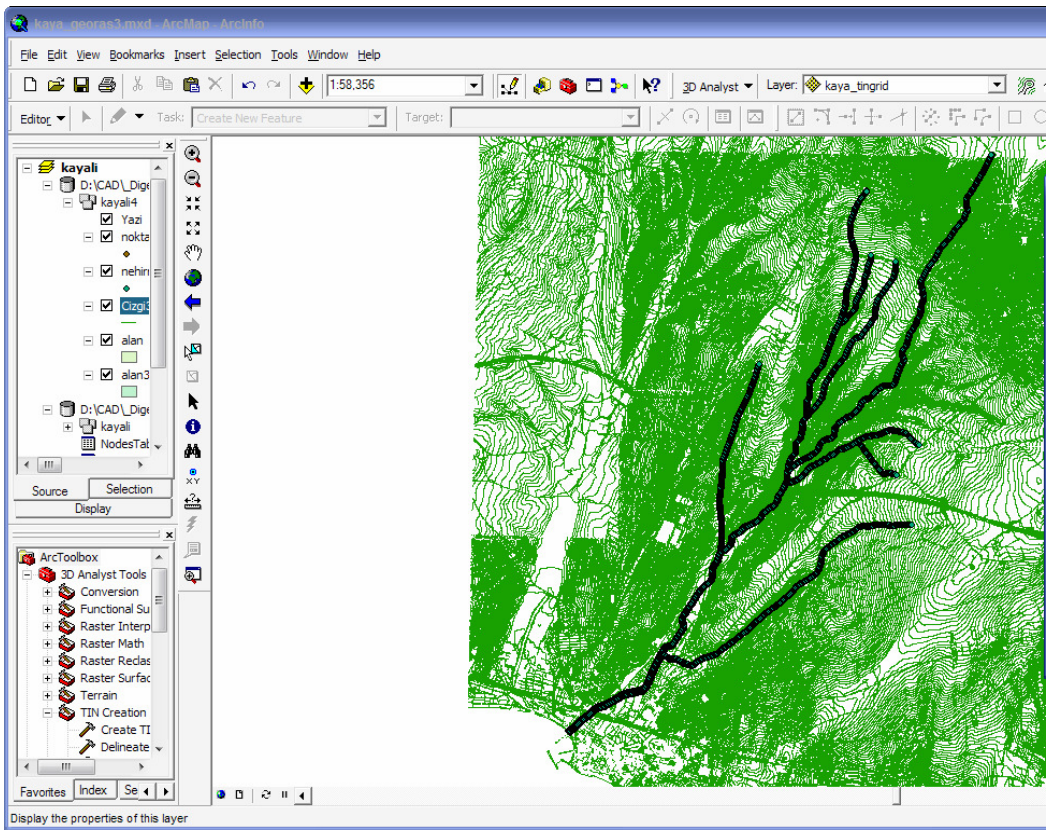
Şekil 7. 2 Tin modeli

Tin oluşturulmadan önce çizim programlarındaki bilgilerin aktarılabilmesi için, coğrafi bilgi sistemine uygun olarak ArcCatalog da çizgi, alan, nokta, yazı karakterleri için birer tabaka (altlık) oluşturulmuştur.

Bu tabakalar için Türkiye'ye ve çalışma bölgesine uygun olarak, yatay düzlemde European Datum 1950 UTM Zone 35°N projeksiyon ve parametreleri ile yükseklik sistemi olarak Antalya düşey datum, koordinat sistemleri seçilmiştir.

Bundan sonra ArcMAP açılarak, hazırlanan CAD verileri ilgili tabakalara yerleştirmiştir. Söz konusu CAD verileri havza alanına giren tüm fotogrametrik plan paftalarına ait model için uygun olarak nokta, çizgi ve yazı nesnelerinden oluşmuştur.

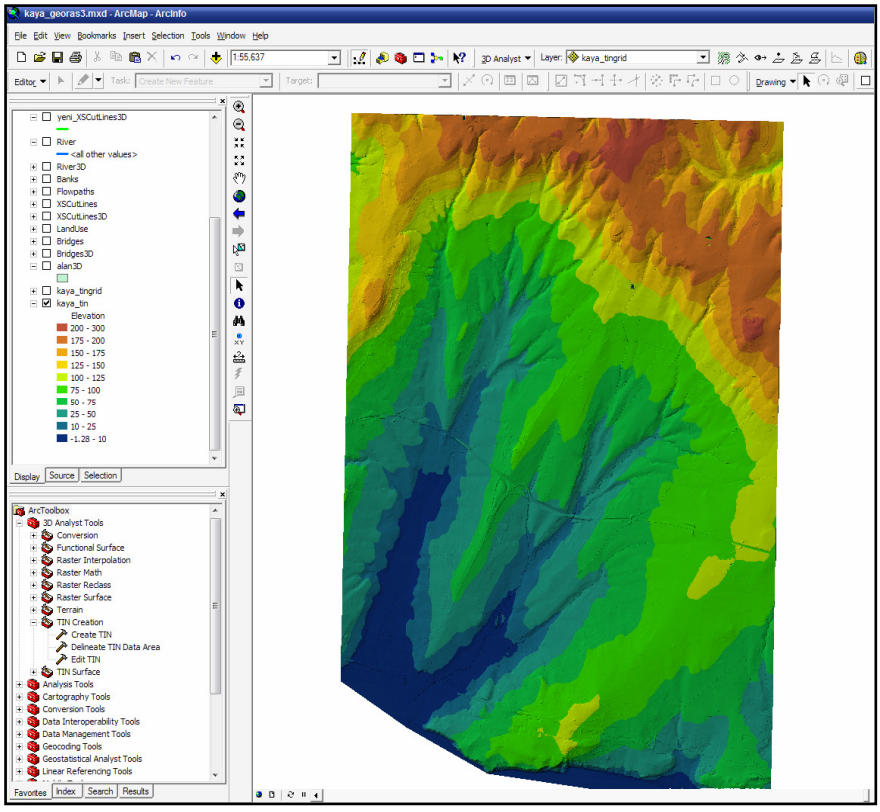
Böylece ArcGIS programında çalışma bölgesi yüzey topografyasını gösteren 3 boyutlu vektörel bir veri elde edilmiştir (Şekil 7.3).



Şekil 7. 3 Vektörel model

Bu aşamadan sonra ise vektör verinin dönüştürülerek model dosyanın (TIN) oluşturulması için ArcMAP içerisinde 3D Analyst toolbox editörü kullanılmıştır. Bu editör içindeki "Creat TIN from Features" komutu ile ilgili tabakalar seçilerek TIN

oluşturulmuştur. Oluşturulan TIN tabakası öznitelikleri düzenlenerek istenen yükseklikler belirlenen renklerle sembolize edilmiştir (Şekil 7. 4)[25].



Şekil 7. 4 Kayalı dere havzası tin modeli

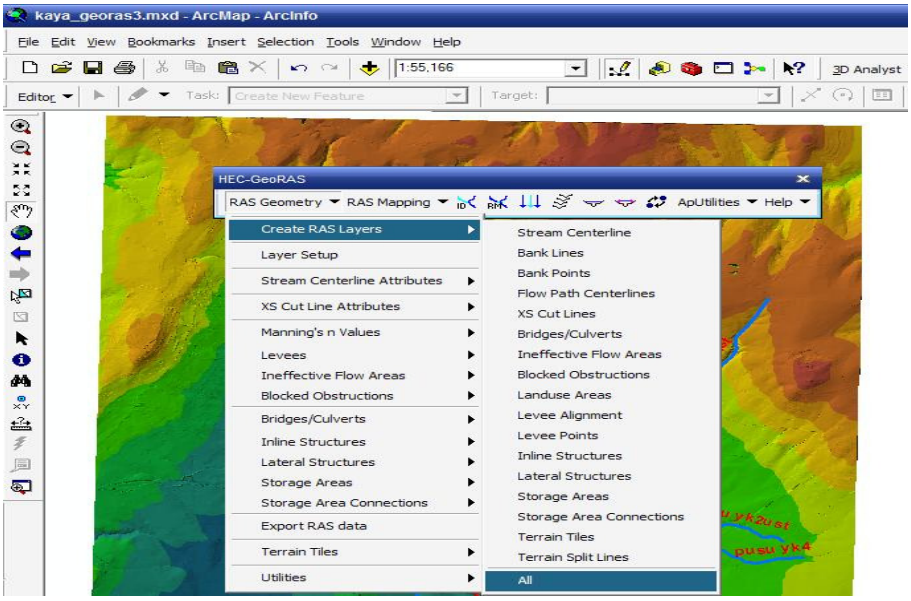
7.1.4 Geometrik Verilerin Sayısallaştırılması

TIN oluşturulmasının ardından, hidrolik modelin oluşturulması için havza alanı içindeki geometrik verilerin sayısallaştırılması ve veri girişlerinin yapılması gerekir. Bu aşamda ArcGIS içerisinde çalışan Hec-GeoRAS eklenti modülü ile yapılmaktadır.

Hec-Georas modülünde Kayalı dere, dere ıslah uygulama projesinden faydalanılarak dere anakol ve tüm yankolları için aşağıda sıralanan her bir madde ayrı birer dosya şeklinde oluşturulmuştur (Şekil 7. 5).

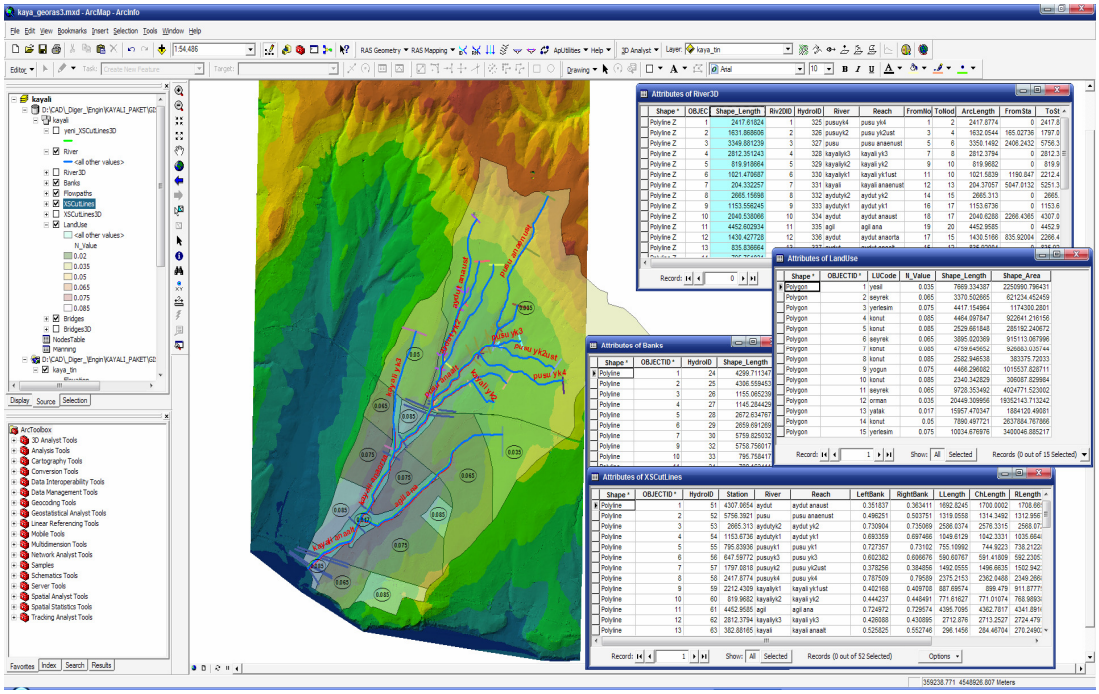
- Dere Aksları (Steram Centerline)
- Dere Kıyıları (Over Bank)
- Akış Yolları (Flowpath)
- Şeçilen enkesitler(XS Cutlines)
- Sanat Yapıları; Köprü-Menfez (Bridge-Culvert)

- Arazi Kullanımı (Landuse)
- Su Toplama Bölgeleri (Ineffective Areas)
- Sanal Seddeler (Levee)[26]



Şekil 7. 5 Hec-Georas programına veri girişi -1

Bu veriler Hec-Georas modülü ile oluşturulan uygun tabakalara (feature class) yerleştirilip gerekli sözel veriler de girildikten sonra verilerin sayılaştırma işlemleri tamamlanmıştır (Şekil 7. 6).



Şekil 7. 6 Hec-Georas programına veri girişi -2

7.1.5 Hidrolik Modelleme

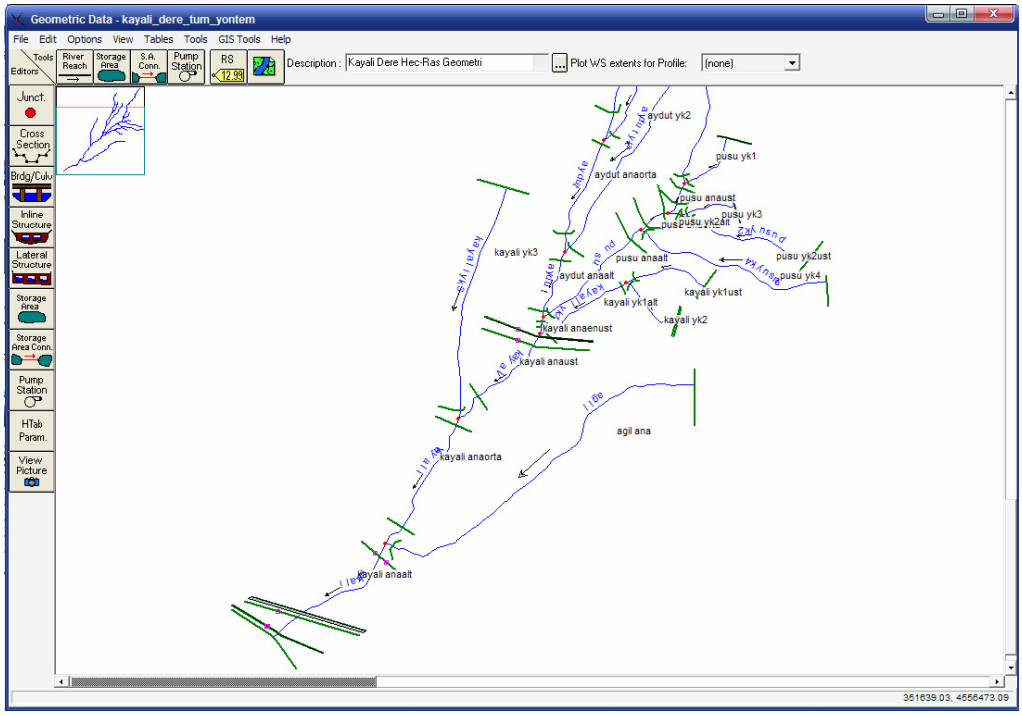
Sayılaştırılmış olan veriler Hec-Georas modülü ile entegre çalışabilen hidrolik modelleme programı Hec-Ras ortamına aktarılarak geometrik veriler hazır hale getirilmiştir.

Hec-Ras (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System) Amerikan Hidrolojik Mühendislik Merkezi, nehir ağlarında su yüzeyi profillerinin çıkarılması için geliştirilmiş bir programdır. Bu programla veri depolanması ve yönetimi, görsel ve yazılı rapor verebilme ve analiz sonuçlarının farklı amaçlar için taşınabilmesi yer almaktadır.

Hec-Ras, ana ve yan kollardan oluşan bir nehir ya da tek bir dere kolu için, kararlı veya kararsız akım analizlerini gerçekleştirmektedir. Model ayrıca kritik altı ve kritik üstü akım rejimlerine göre su yüzeyi profillerini çıkarmaktadır. Bu analizleri gerçekleştirirken tek boyutlu enerji denklemleri veya momentum denklemleri kullanılabilmekte, enerji kayıpları hesaplanmaktadır.[23]

Hec-Ras, CBS teknolojileri kullanarak veri girişini daha hızlı ve hatasız olarak gerçekleştirmektedir. ArcGis yazılımı üreticisi ESRI (Environmental System Research Institute) ile HEC tarafından ortaklaşa geliştirilen HEC-GeoRAS alt programı ArcMAP programı altında çalışmakta ve Hec-Ras için geometrik veri üretmektedir.[27]

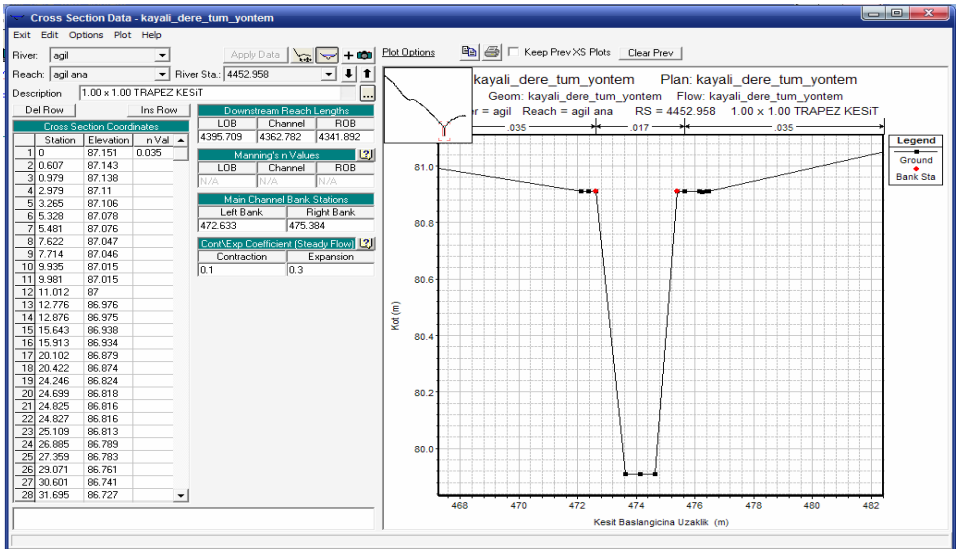
Çalışma bölgesine ait geometrik veriler, Hec-GeoRAS'ta üretilmiş olup Hec-Ras'a Geometrik Data editörü aracılığıyla Hec-Ras programın içine atılır (Şekil 7. 7).



Şekil 7. 7 Hec-Ras geometrik veri bölümü

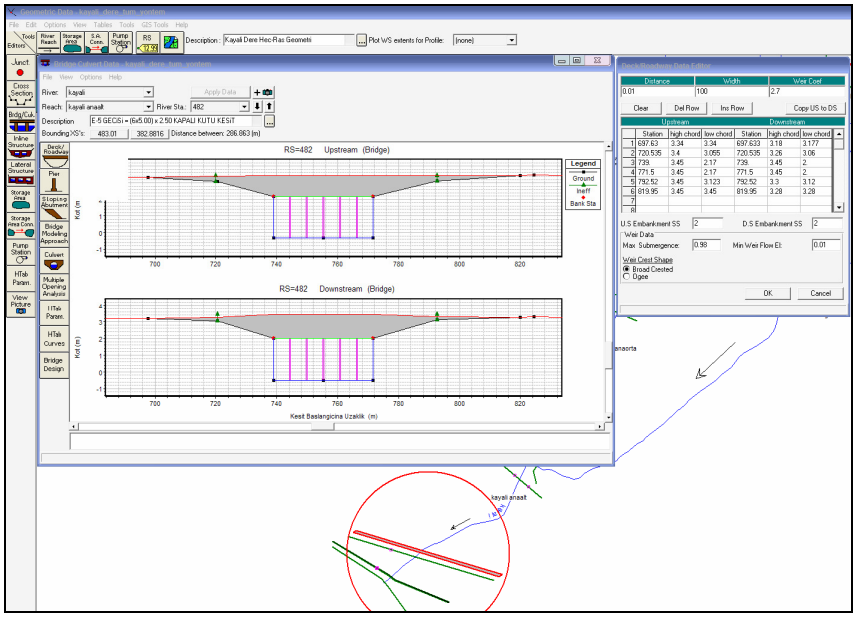
Bu aşamadan sonra dereye ait enkesitlerin, köprü, menfez, düzenlenmesi yapılmış pürüzlülük katsayıları (manning katsayıları) ve debi bilgileri girilmiştir.

Kesit düzenleme işlemleri cross section data editörü yardımıyla yapılır. Dere kesiti ve diğer alanlar için uygun manning değerleri, kontrol edilerek gerekli durumlarda düzeltilir. Dere kesitinde manning 0.017 alınmıştır [28], (Şekil 7. 8).

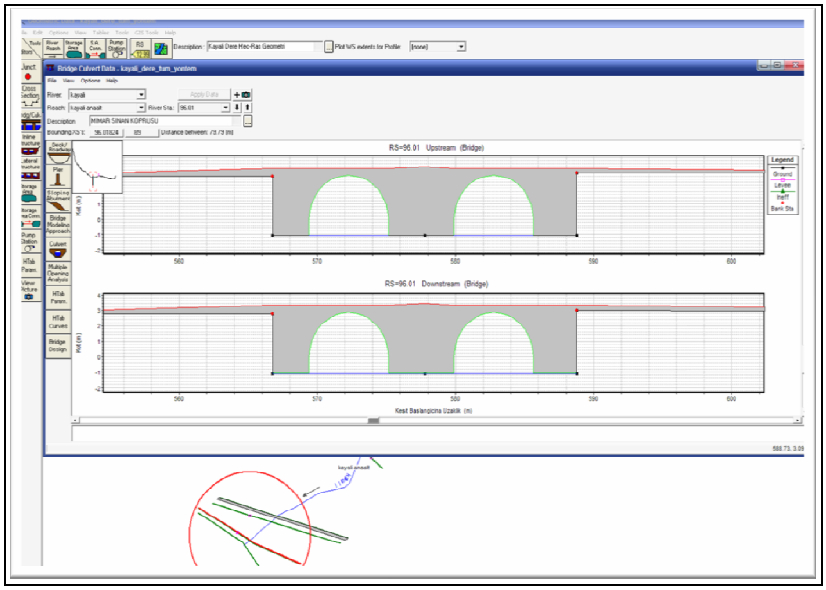


Şekil 7. 8 En kesitlerin düzenlenmesi

Köprü ve Menfezlerin Düzenlenmesi, Hec-Ras programında köprü menfez ve diğer sanat yapıları, geometrik data editörünün, bridge/culvert data editörü yardımıyla enkesitler arasına girilmektedir (Şekil 7.9, 7.10).



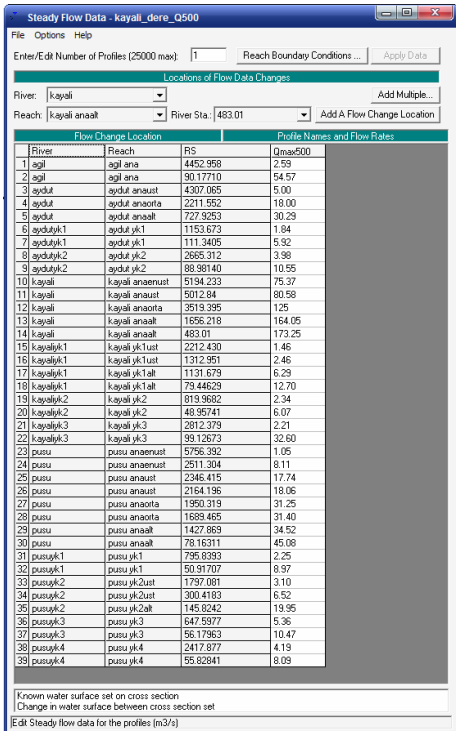
Şekil 7. 9 Menfezlerin düzenlenmesi



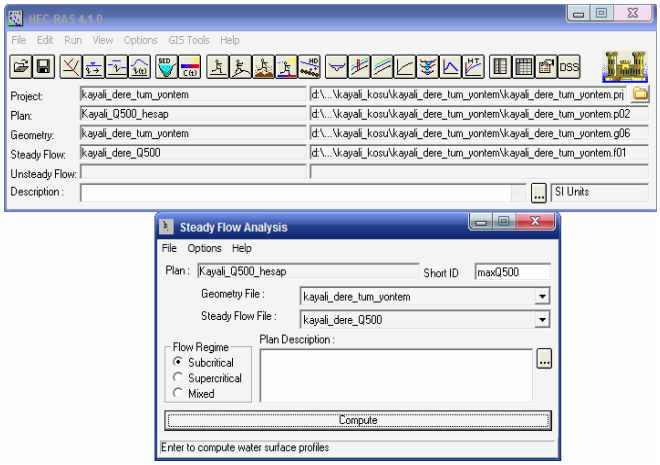
Şekil 7. 10 Köprü düzenleme

Taşkın debilerinin düzenlenmesi, hesaplanan taşkın debileri *steady* flow data komutu ile Hec-Ras programına girilmesinden sonra, steady flow analysis komutu çalıştırak kesit tahkikleri yapılır. Yapılan tahkik sonucu bir kesit için su yüzeyi yükseklikleri, taşkın

kesitleri ve istenirse hız ve enerji seviyelerine ait bilgiler elde edilir (Şekil 7.11, 7.12)[28].



Şekil 7. 11 Debilerin girilmesi (Hec-Ras)

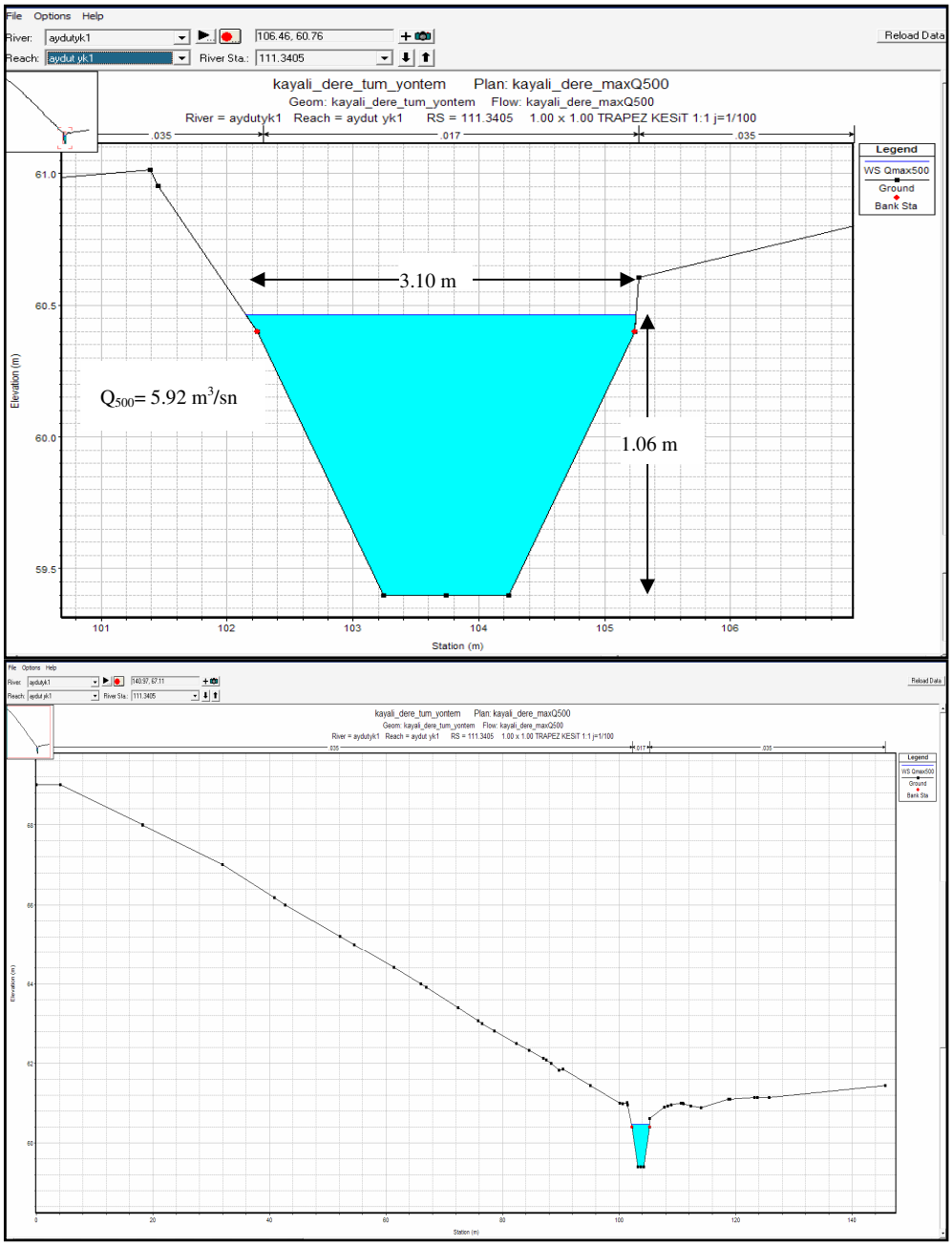


Şekil 7. 12 Analiz (Hec-Ras)

7.2 Kesit Tahkikleri

Kayalı deresi ve kollarının 28 noktada kesit tahkikleri yapılmış olup aşağıda bu tahkik sonuçları verilmiştir. Söz konusu kesitleri gösteren plan Ek A-2'de verilmiştir.

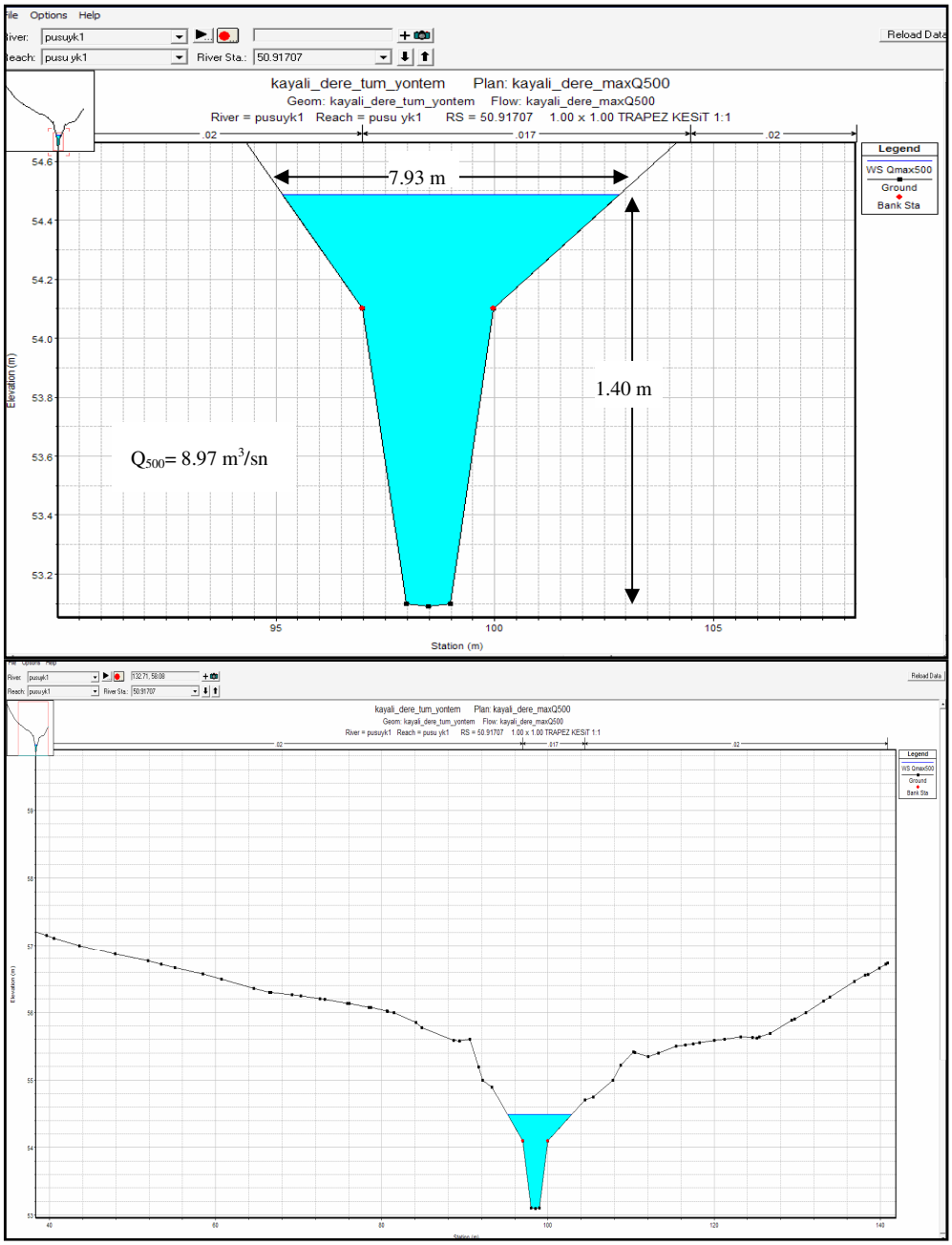
7.2.1 Aydut 1. Yankol (1 Nolu Kesit)



Şekil 7. 23 1 nolu kesit durumu

Aydut 1. yankolu Aydut deresi anakoluna mansaplanmaktadır. Mansap kısmında alınan kesitten sentetik metotla elde edilen 500 yıllık debi (Q_{500}= 5.92 m^3/sn) geçirildiğinde oluşan su yüksekliği ıslah kesitinden 6 cm daha fazladır. Seçilen kesit uygun değildir. Ancak doğal arazi topografyası sayesinde bu kesitten geçirilen debi herhangi bir taşkına neden olmamaktadır (Şekil 7. 13).

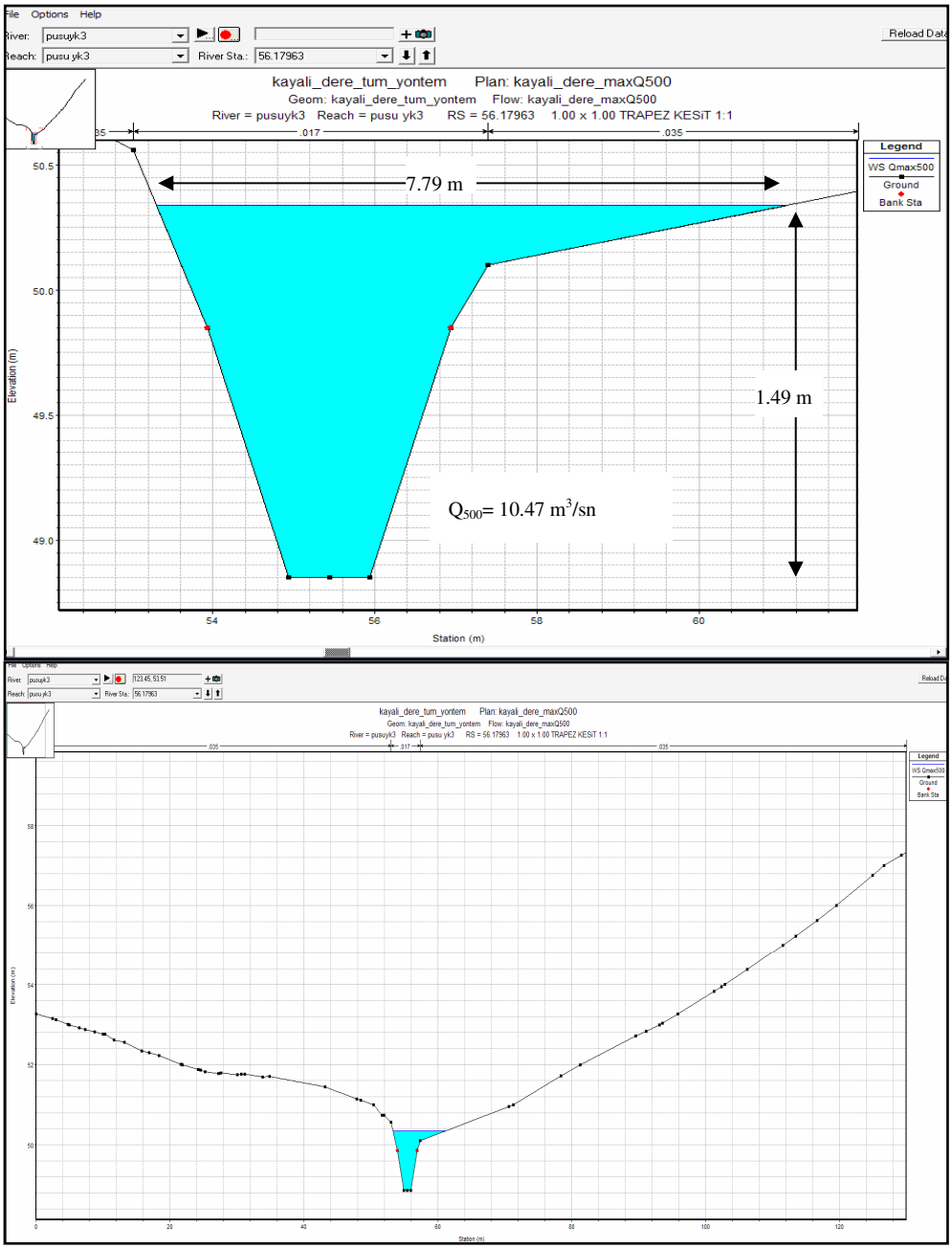
7.2.2 Pusu 1. Yankol (2 Nolu Kesit)



Şekil 7. 14 2 nolu kesit durumu

Pusu deresi 1. yankolu Pusu deresi anakoluna mansaplanmaktadır. Mansap kısmında alınan kesitten taşkın debisi (Q_{500}=8.97 m^3/sn) geçirildiğinde 7.93m eninde 40 cm yüksekliğinde bir taşkın kesiti meydana gelmektedir. Ancak bu taşkın doğal arazi yapısı içinde kalmaktadır. Seçilen kesit uygun değildir (Şekil 7. 14).

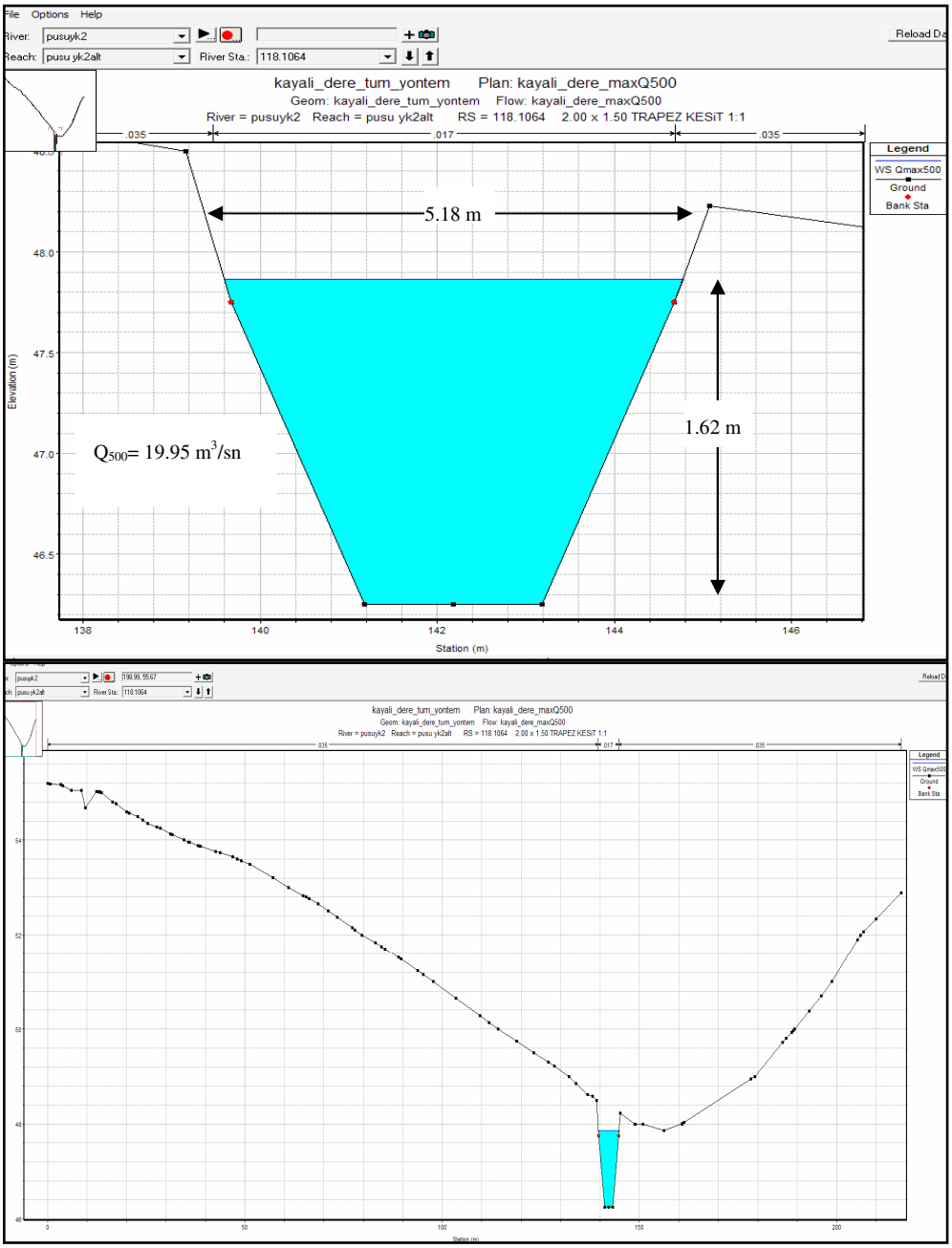
7.2.3 Pusu 3. Yankol (3 Nolu Kesit)



Şekil 7.15 3 nolu kesit durumu

Pusu deresi 3. yankolu Pusu deresi anakoluna mansaplanmaktadır. Mansap kısmında alınan kesitten taşkın debisi (Q_{500}=10.47 m^3/sn) geçirildiğinde 7.79m eninde 49 cm yüksekliğinde bir taşkın kesiti meydana gelmektedir. Kesit uygun değildir (Şekil 7. 15).

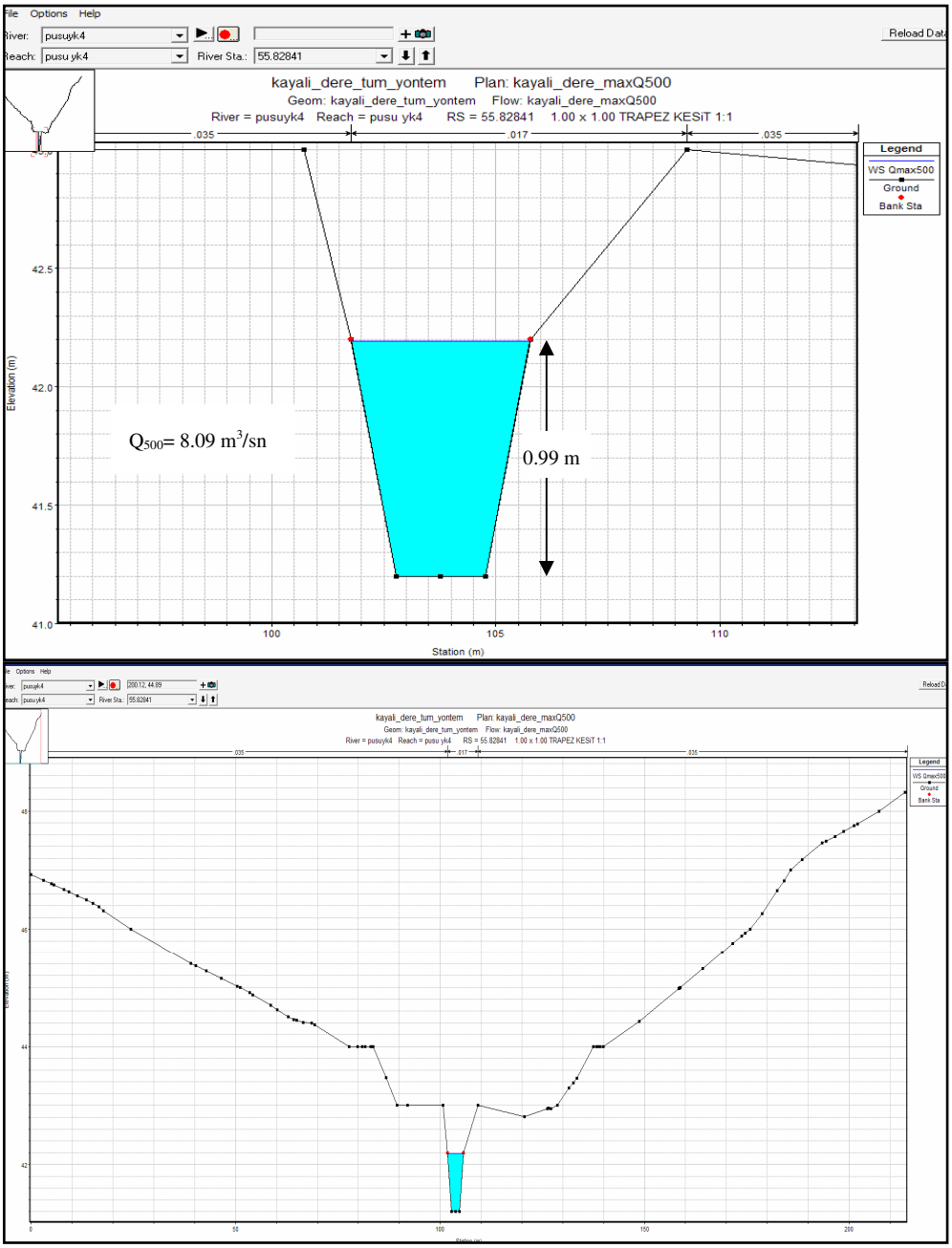
7.2.4 Pusu 2. Yankol (4 Nolu Kesit)



Şekil 7. 16 4 nolu kesit durumu

Pusu deresi 2. yankolu Pusu deresi anakoluna mansaplanmaktadır. Mansap kısmında alınan kesitten taşkın debisi (Q_{500}=19.95 m^3/sn) geçirildiğinde, akımın 62 cm yükseldiği 5.18m eninde bir taşkın kesiti meydana getirdiği görülmektedir. Bu sebeple seçilen kesit uygun değildir. Ancak oluşan taşkın, arazinin doğal yapısı içinde kalmaktadır (Şekil 7. 16).

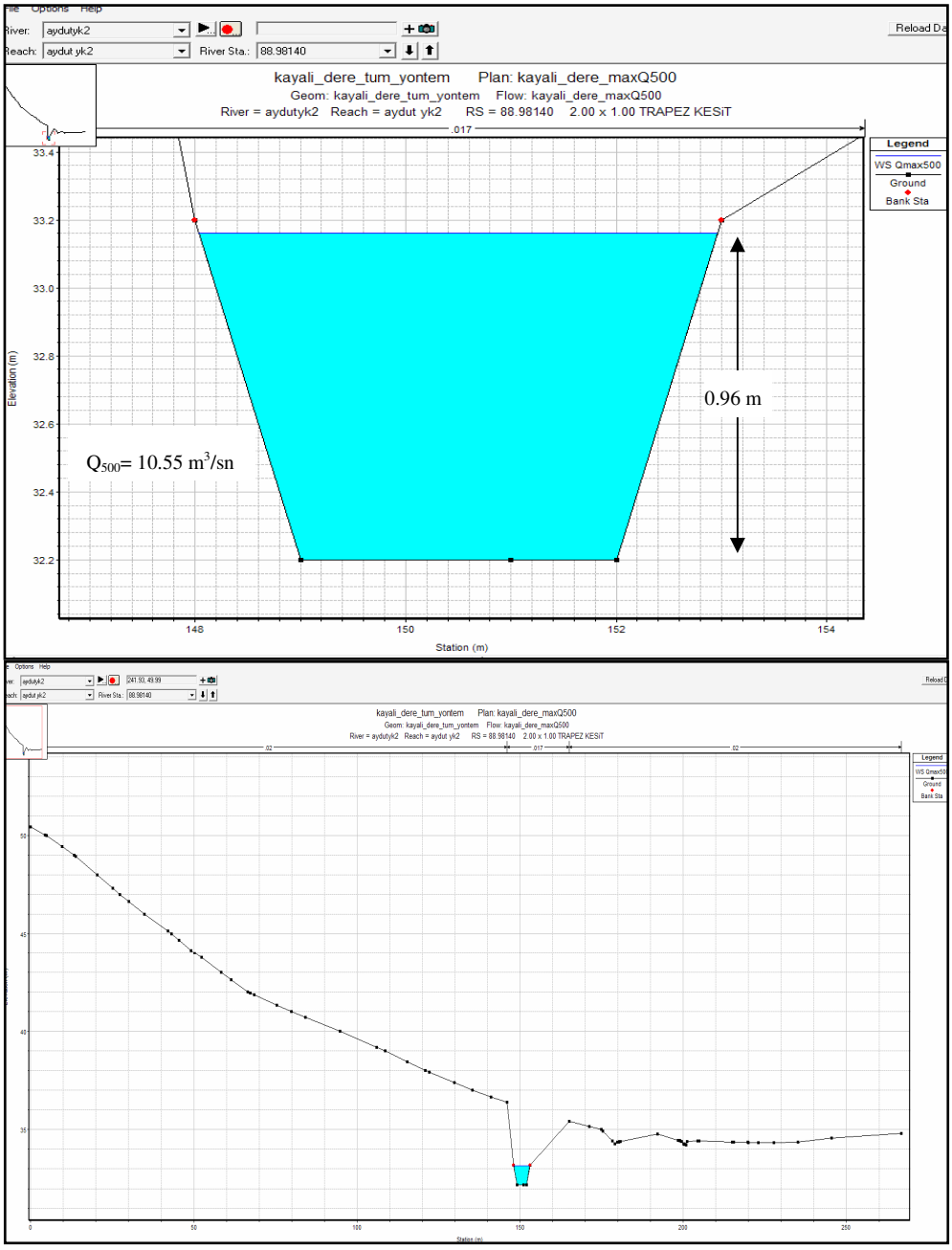
7.2.5 Pusu 4. Yankol (5 Nolu Kesit)



Şekil 7. 17 5 nolu kesit durumu

Pusu deresi 4. yankolu Pusu deresi anakoluna mansaplanmaktadır. Mansap kısmında alınan kesitten taşkın debisi geçirildiğinde akımın seçilen kesit içersinde kaldığı ve doğal dere yatağı sayesinde bu kesitten güvenle geçtiği görülmektedir. Seçilen kesit uygundur (Şekil 7. 17).

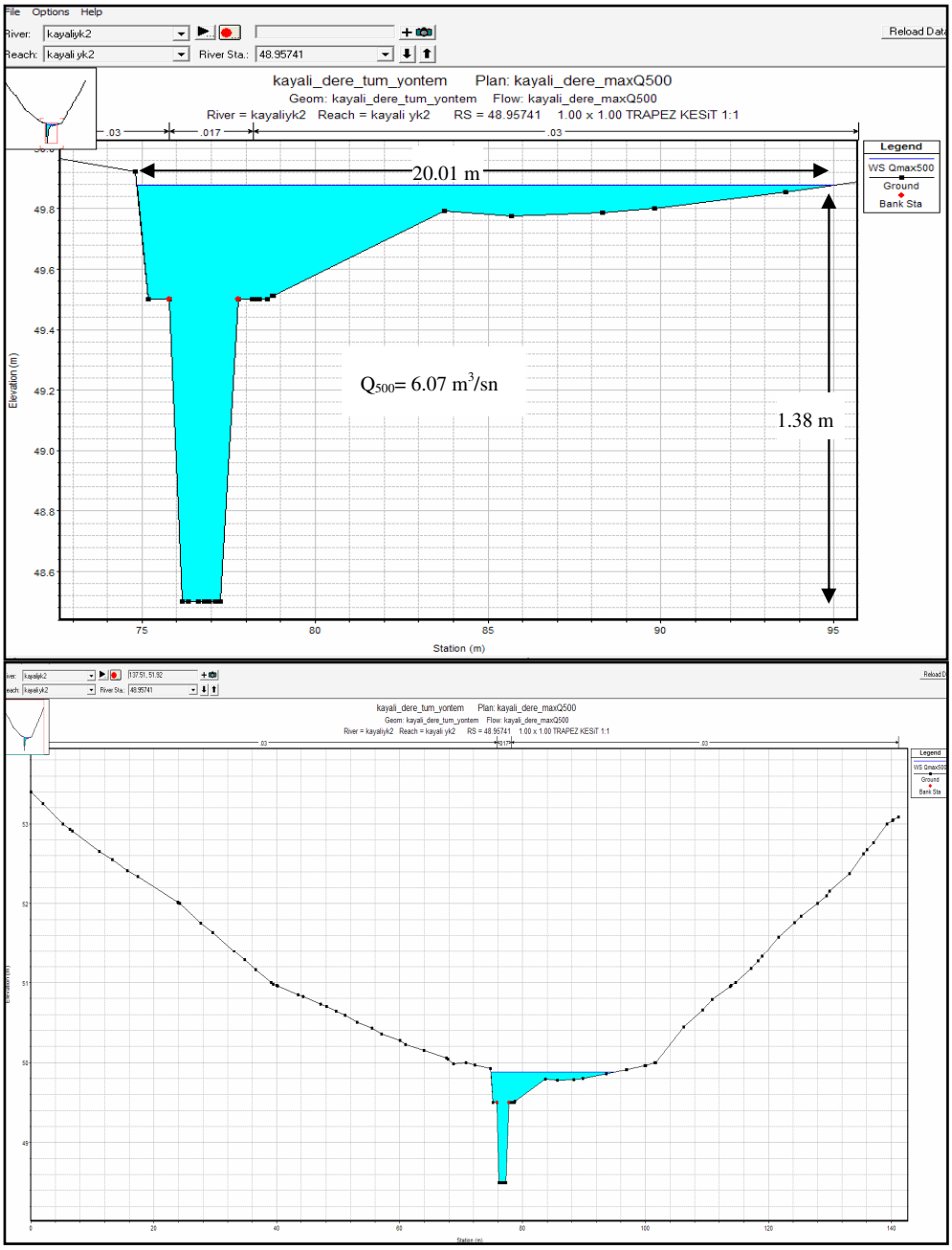
7.2.6 Aydut 2. Yankol (6 Nolu Kesit)



Şekil 7. 18 6 nolu kesit durumu

Aydut deresi 2. yankolu Aydut deresi anakoluna mansaplanmaktadır. Mansap kısmında alınan kesitten taşkın debisi geçirildiğinde suyun bu kesit içersinde kaldığı görülmüştür. Seçilen kesit uygundur (Şekil 7. 18).

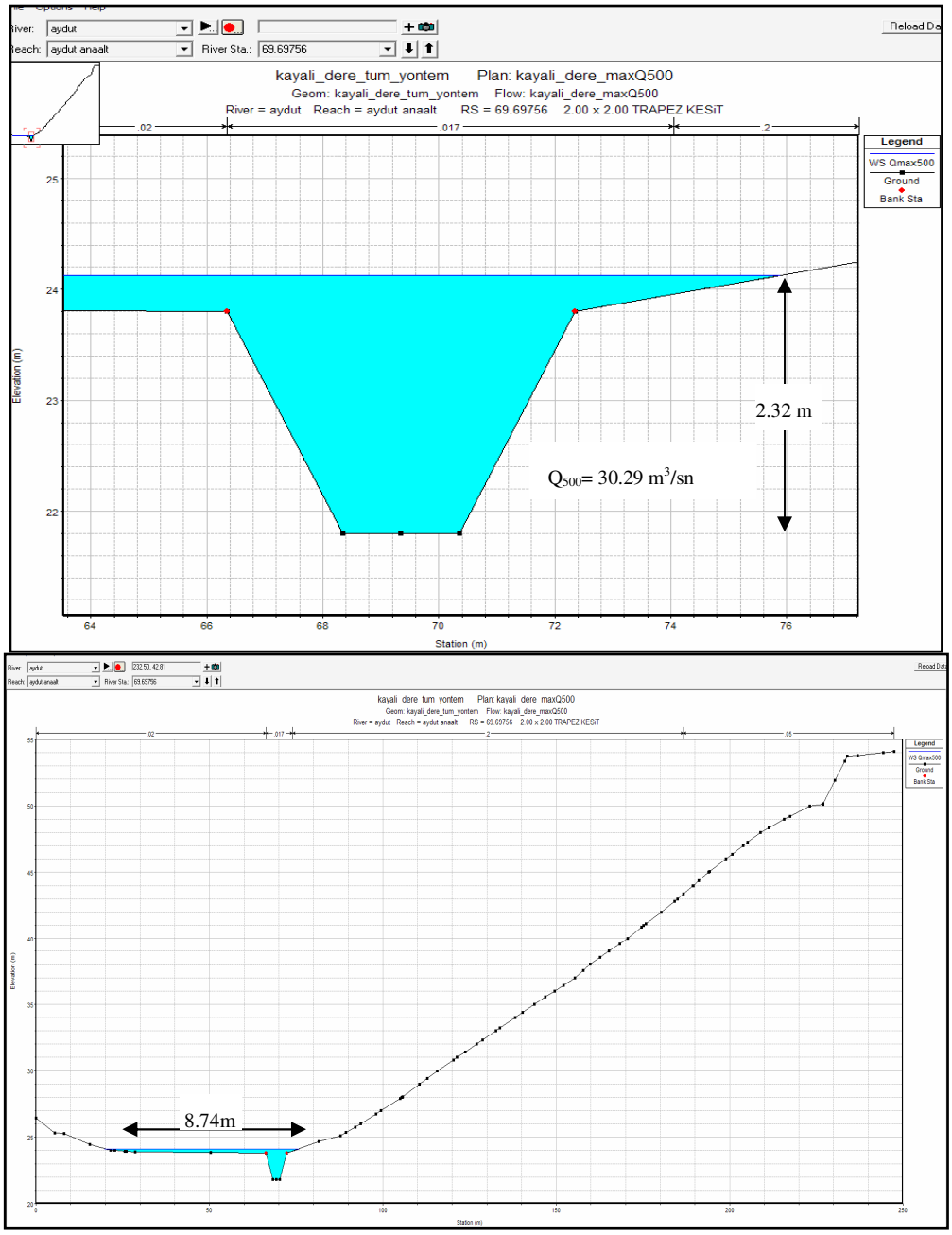
7.2.7 Kayalı 2. Yankol (7 Nolu Kesit)



Şekil 7. 19 7 nolu kesit durumu

Kayalı deresi 2. yankolu Kayalı deresi anakoluna mansaplanmaktadır. Mansap kısmında alınan kesitten taşkın debisi (Q_{500}=6.07 m^3/sn) geçirildiğinde, akımın 38 cm yükseldiği 20.01m eninde bir taşkın kesiti meydana getirdiği görülmektedir. Seçilen düzenleme kesitinin yeterli olmadığı görülmektedir (Şekil 7. 19).

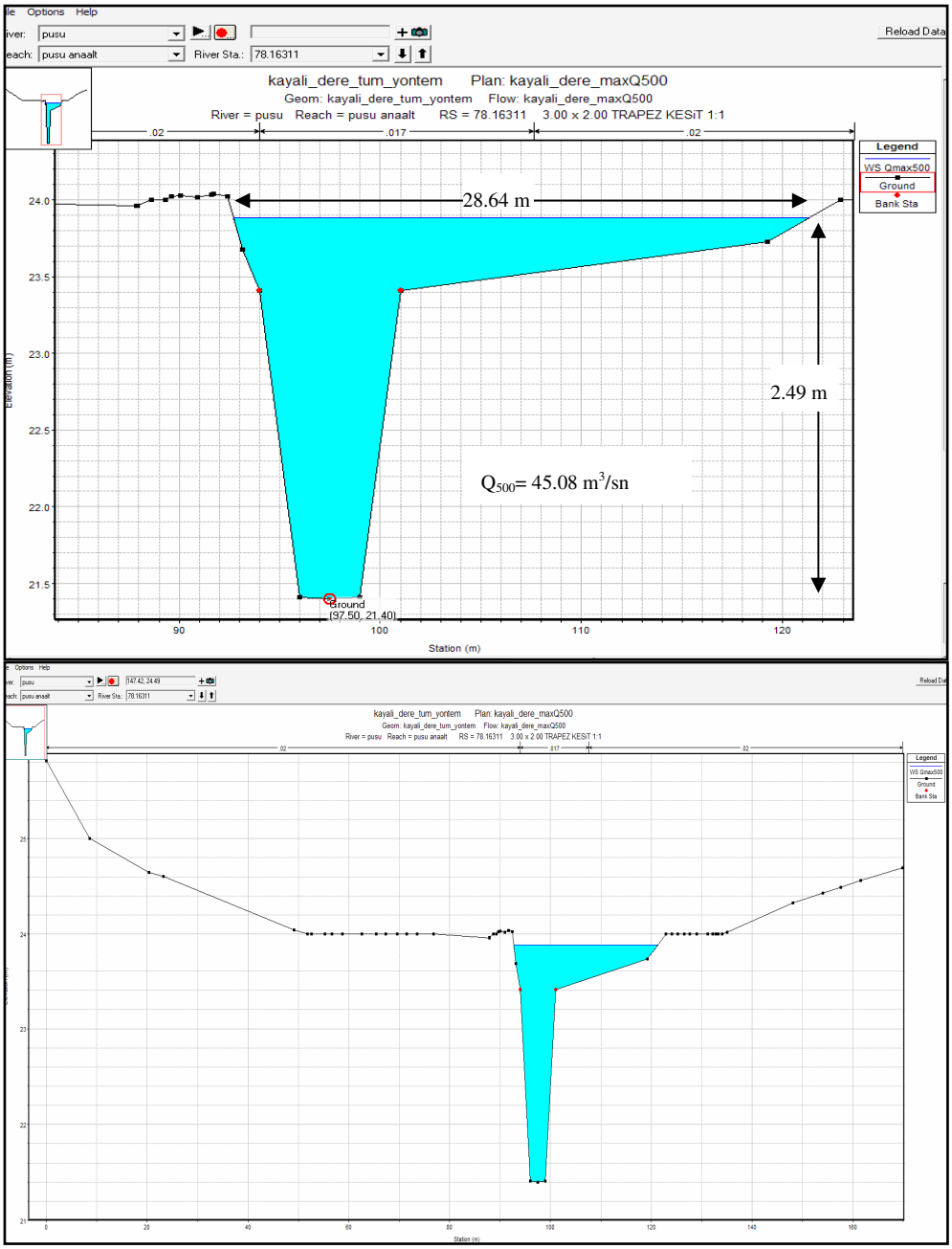
7.2.8 Aydut Anakol (8 Nolu Kesit)



Şekil 7. 20 8 nolu kesit durumu

Aydut anakolu, Aydut 1. ve 2. yankollarından gelen suları toplayarak Kayalı deresi anakoluna mansaplanmaktadır. Düzenleme kesitinden taşkın debisi (Q_{500}=30.29 m^3/sn) geçirildiğinde seçilen kesitte 8.74m eninde 32cm yüksekliğinde bir taşkın kesiti oluşmaktadır. Bu bölge için ıslah kesitinin yeterli olmadığı belirlenmiştir (Şekil 7. 20).

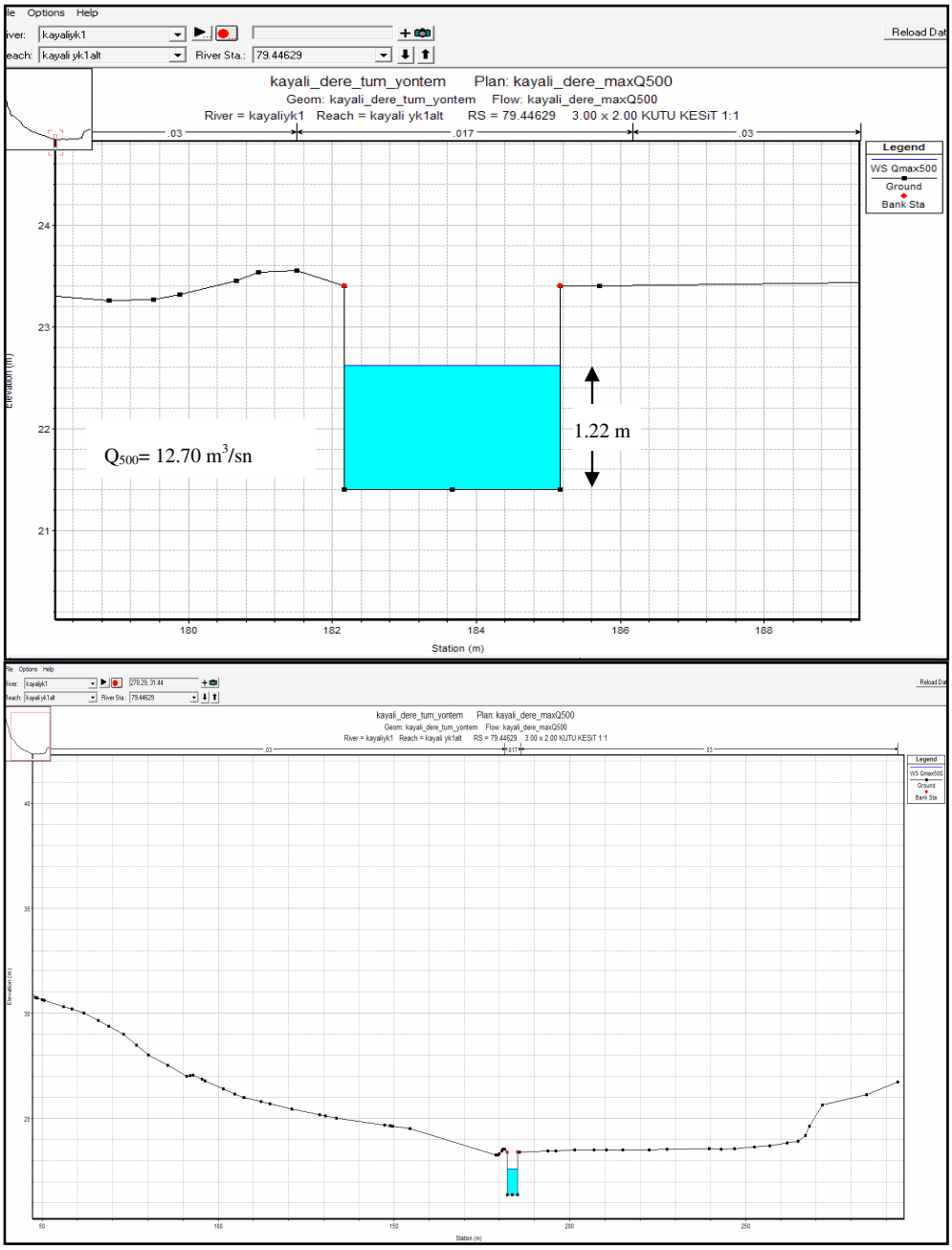
7.2.9 Pusu Anakol (9 Nolu Kesit)



Şekil 7. 21 9 nolu kesit durumu

Pusu anakolu diğer yankollarından gelen suları toplayarak kayalı deresi anakoluna mansaplanmaktadır. Düzenleme kesitinden taşkın debisi (Q_{500}=45.08 m^3/sn) geçirildiğinde seçilen kesitte 28.64m eninde 49 cm yüksekliğinde bir taşkın kesiti meydana gelmektedir. Ancak arazinin topografik yapısı sayesinde oluşan taşkın, doğal taşkın yatağı bölgesiyle sınırlı kalmaktadır (Şekil 7. 21).

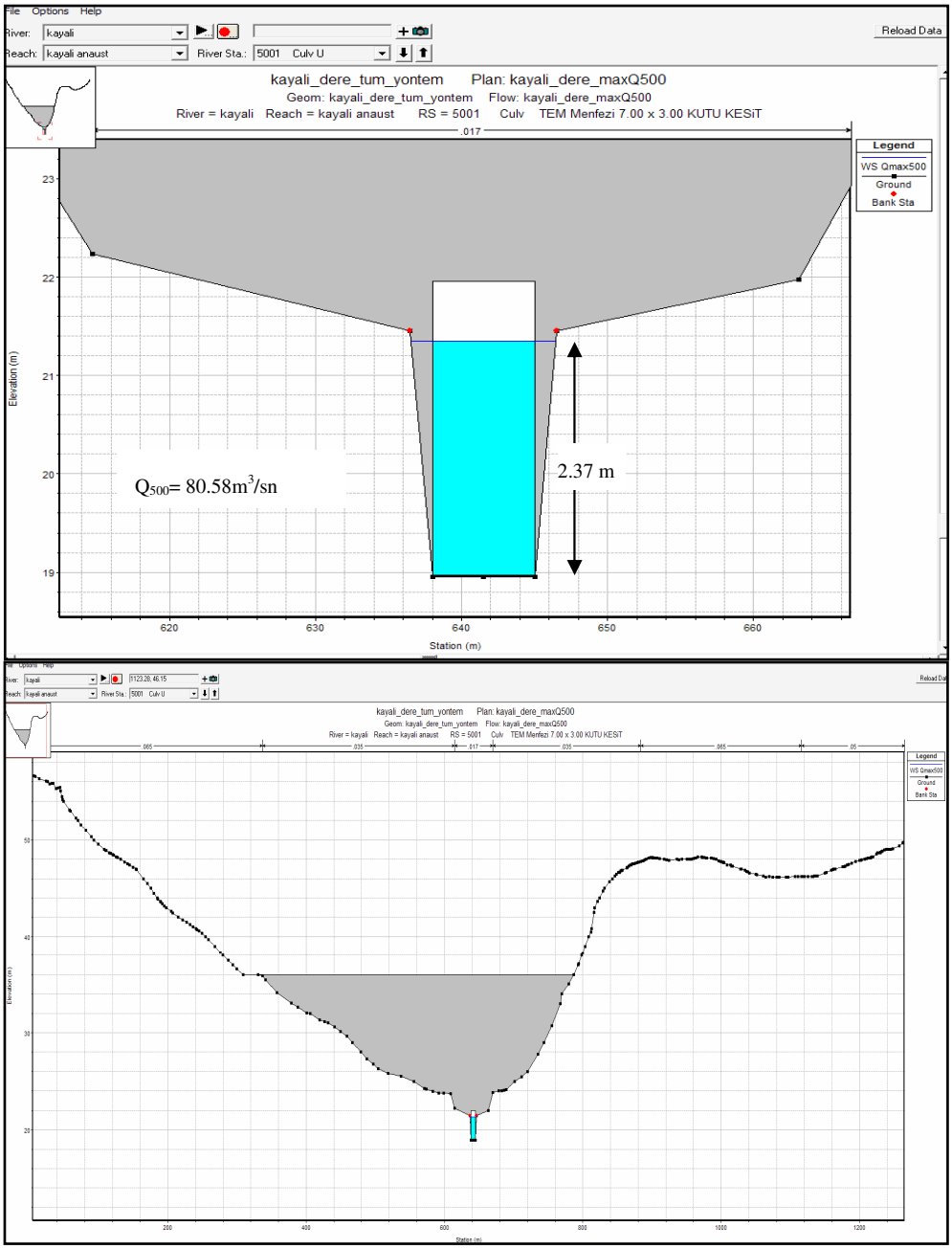
7.2.10 Kayalı Dere 1. Yankol (10 Nolu Kesit)



Şekil 7. 22 10 nolu kesit durumu

Kayalı deresi 1. yankolu Kayalı deresi anakoluna mansaplanmaktadır. Islah kesitinden taşkın debisi (Q_{500}=12.70 m^3/sn) geçirildiğinde suyun seçilen kesit içersinde 88 cm daha düşük hatta aktığı gözlenmiştir. Seçilen ıslah kesiti bu kesit için uygundur ve kesit yüksekliği 0.5m daha azaltılabilir (Şekil 7. 22).

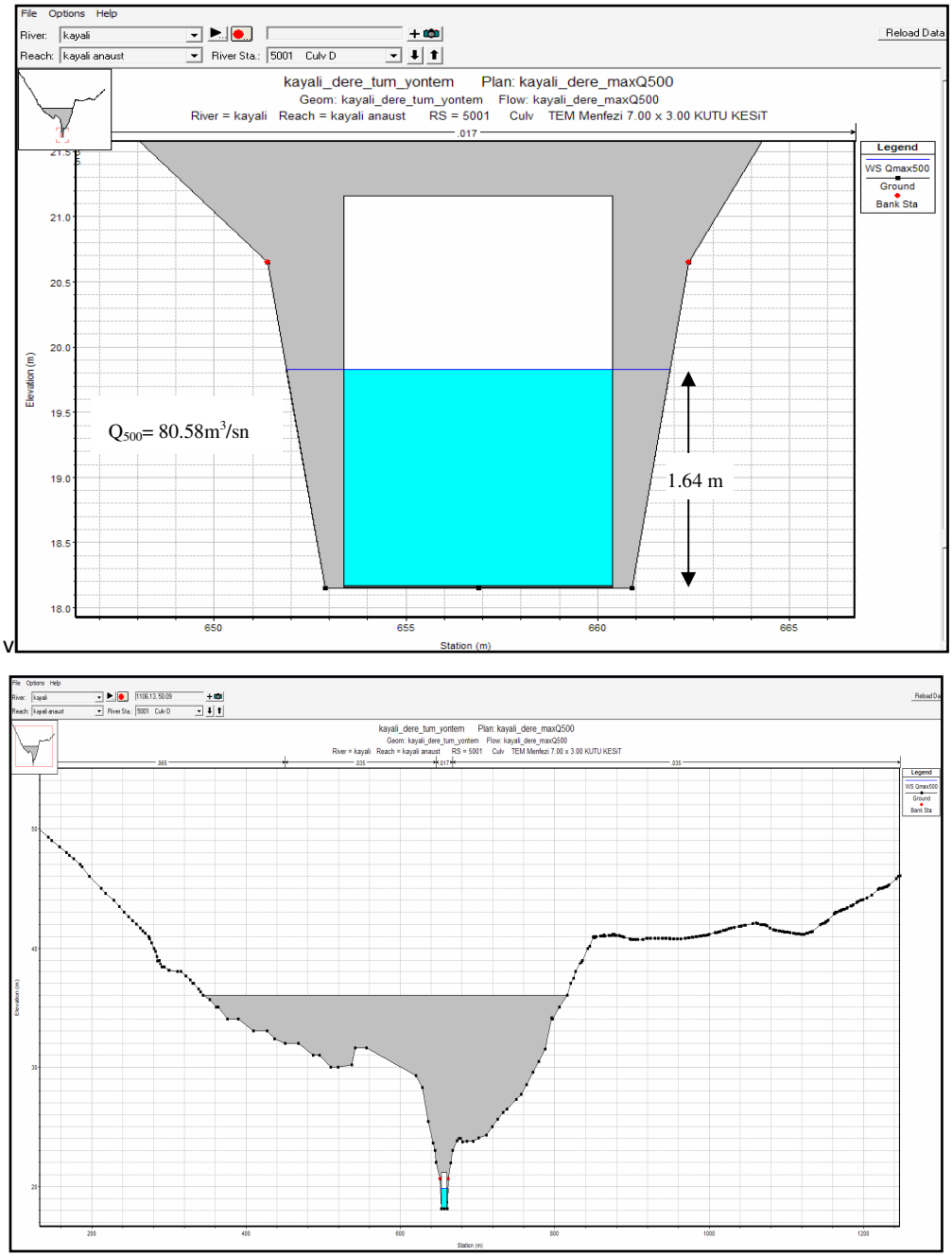
7.2.11 Kayalı Anakol TEM Otoyolu Menfezine Giriş (11 Nolu Kesit)



Şekil 7. 23 11 nolu kesit durumu

Kayalı anakolu üzerinde bulunan Avrupa otoyolu (TEM) altından geçmekte olan menfez giriş kesitinden taşkın debisi (Q_{500}=80.58 m^3/sn) geçirildiğinde suyun seçilen kesit içersinde kaldığı gözlenmiştir. Seçilen kesitin yeterli olduğu belirlenmiştir (Şekil 7. 23).

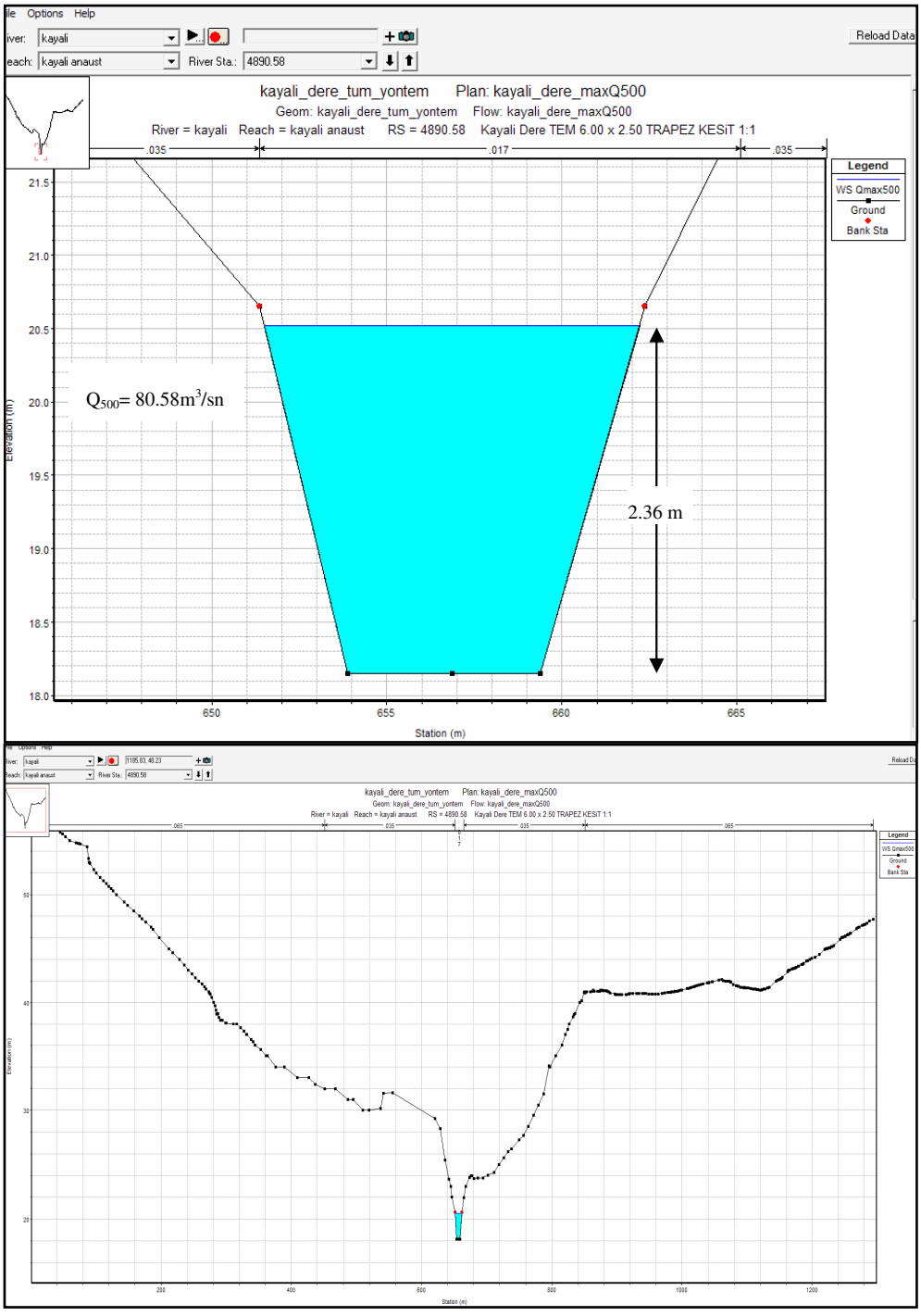
7.2.12 Kayalı Anakol TEM Otoyolu Menfezinden Çıkış (12 Nolu Kesit)



Şekil 7. 24 12 nolu kesit durumu

Kayalı anakolu üzerinde bulunan Avrupa otoyolu (TEM) altından geçmekte olan menfez çıkış kesitinden taşkın debisi (Q_{500}=80.58 m^3/sn) geçirildiğinde suyun seçilen kesit içerisinde kaldığı gözlenmiştir. Seçilen kesitin yeterli olduğu belirlenmiştir (Şekil 7. 24).

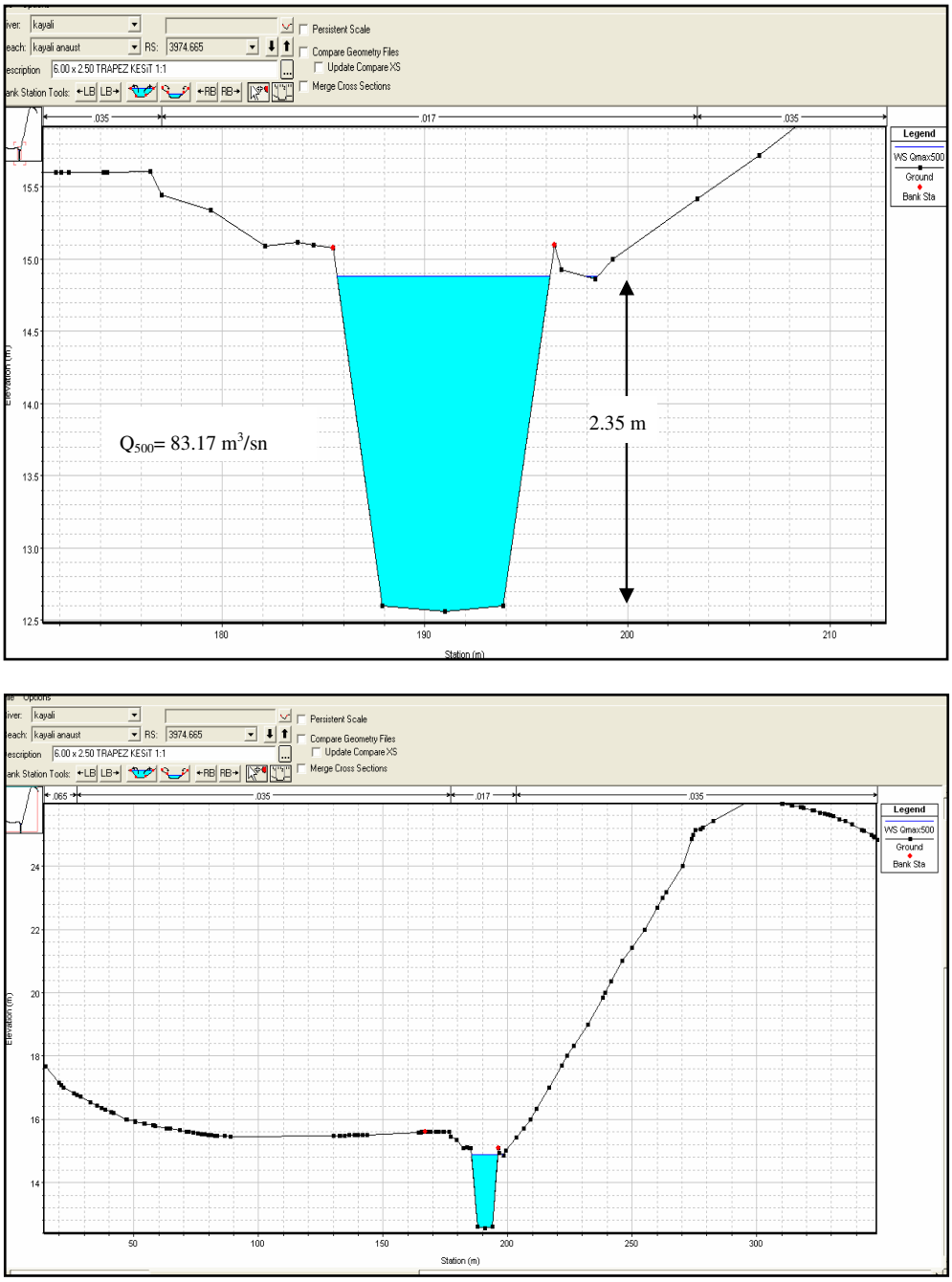
7.2.13 Kayalı Anakol (13 Nolu Kesit)



Şekil 7. 25 13 nolu kesit durumu

Kayalı anakolu üzerinde bulunan Avrupa otoyolu (TEM) altından geçmekte olan menfez çıkış kesitinden hemen sonraki trapez kesitinden taşkın debisi (Q_{500}=80.58 m^3/sn) geçirildiğinde suyun seçilen kesit içersinde kaldığı gözlenmiştir. Seçilen kesitin yeterli olduğu belirlenmiştir (Şekil 7. 25).

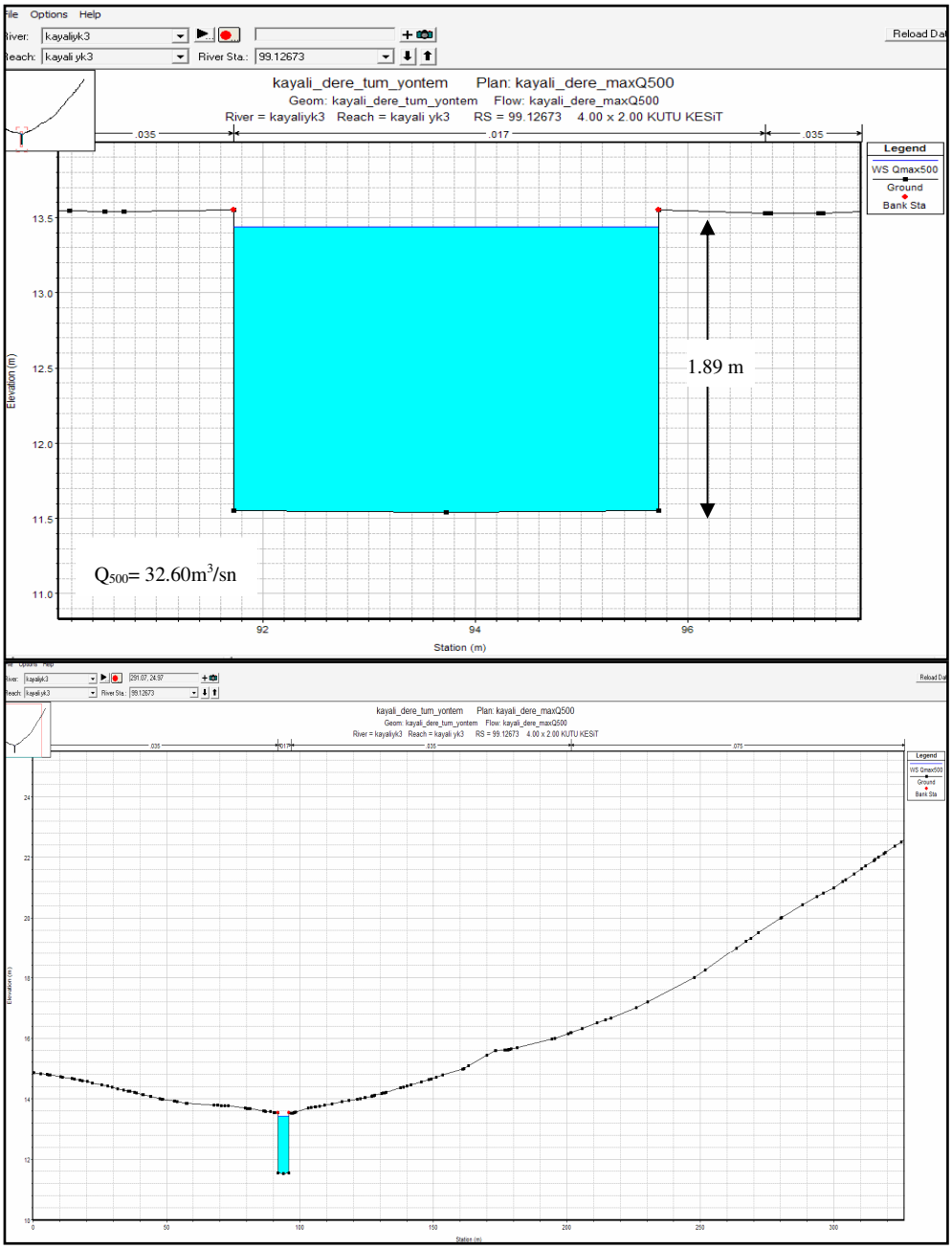
7.2.14 Kayalı Anakol (14 Nolu Kesit)



Şekil 7. 26 14 nolu kesit durumu

Kayalı anakolu üzerinde bulunan 14 nolu kesitinden taşkın debisi (Q_{500}=83.17m^3/sn) geçirildiğinde suyun seçilen kesit içersinde kaldığı gözlenmiştir. Seçilen kesitin yeterli olduğu belirlenmiştir (Şekil 7. 26).

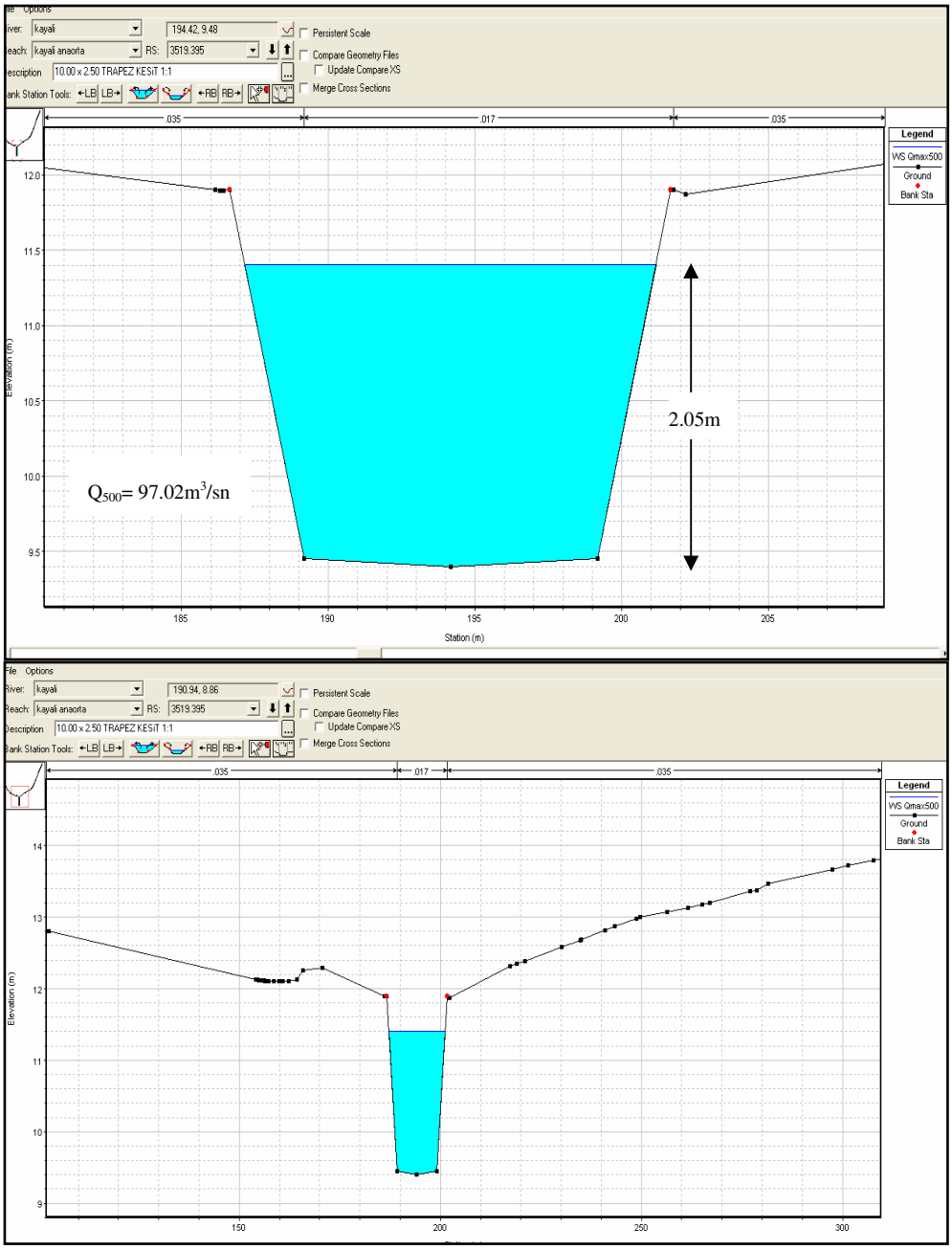
7.2.15 Kayalı 3. Yankol (15 Nolu Kesit)



Şekil 7. 27 15 nolu kesit durumu

Kayalı deresi 3. yankolu Marmara Denizi'ne doğru Kayalı deresi havzasının en sağ kısmından gelerek Kayalı anakoluna mansaplanmaktadır. Mansap bölgesinden taşkın debisi (Q_{500}=32.60m^3/sn) geçirildiğinde suyun seçilen kesit içersinde kaldığı gözlenmiştir. Seçilen kesitin yeterli olduğu belirlenmiştir (Şekil 7. 27).

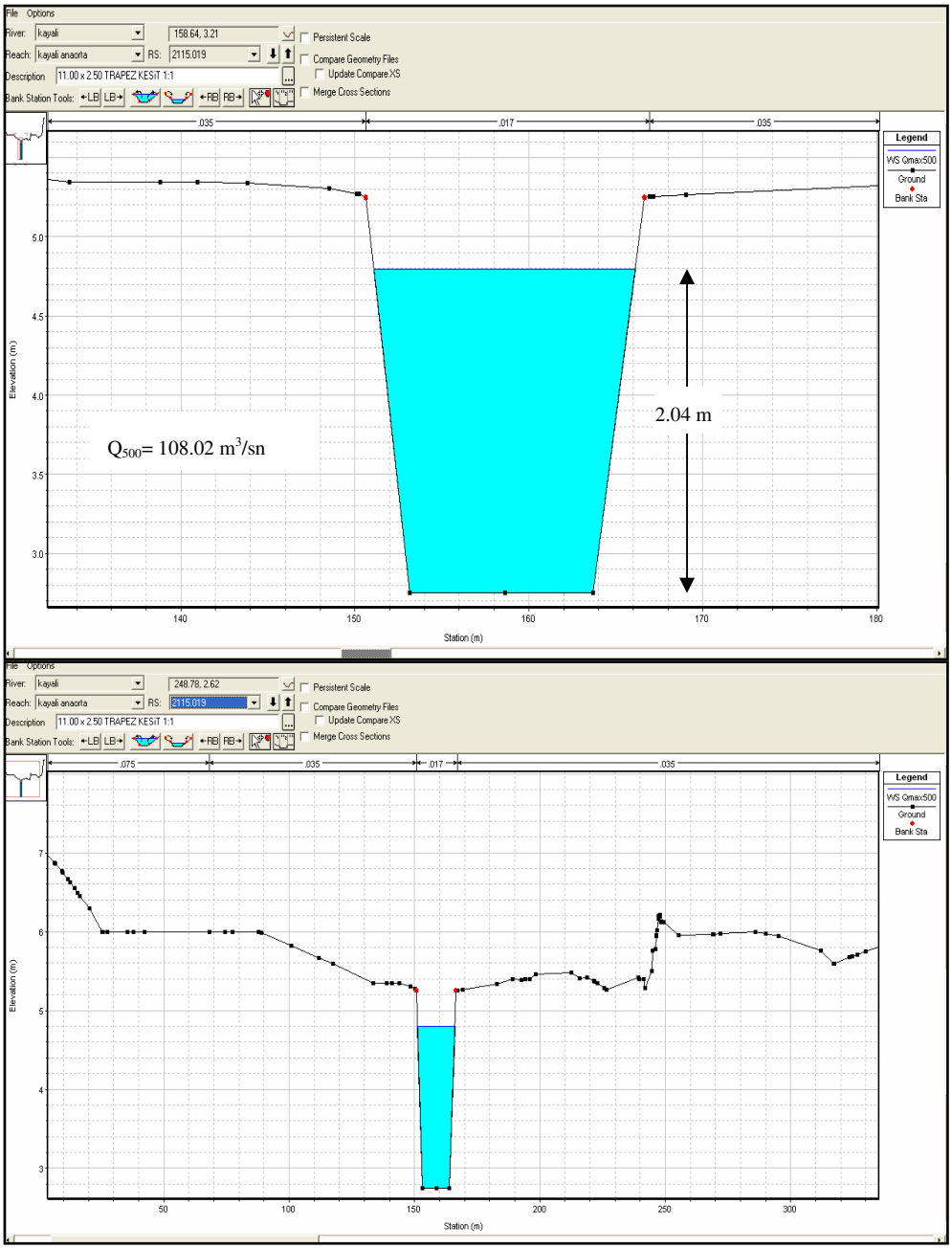
7.2.16 Kayalı Anakol (16 nolu kesit)



Şekil 7. 28 16 nolu kesit durumu

Aydut, Pusu derelerinin tüm kollarının ve Kayalı deresi tüm yankollarının toplandığı kayalı dere anakol üzerindeki 16. kesitten taşkın debisi (Q_{500}=97.02m^3/sn) geçirildiğinde akımın seçilen kesit içerisinde kaldığı gözlenmiştir. Seçilen kesitin yeterli olduğu belirlenmiştir (Şekil 7. 28).

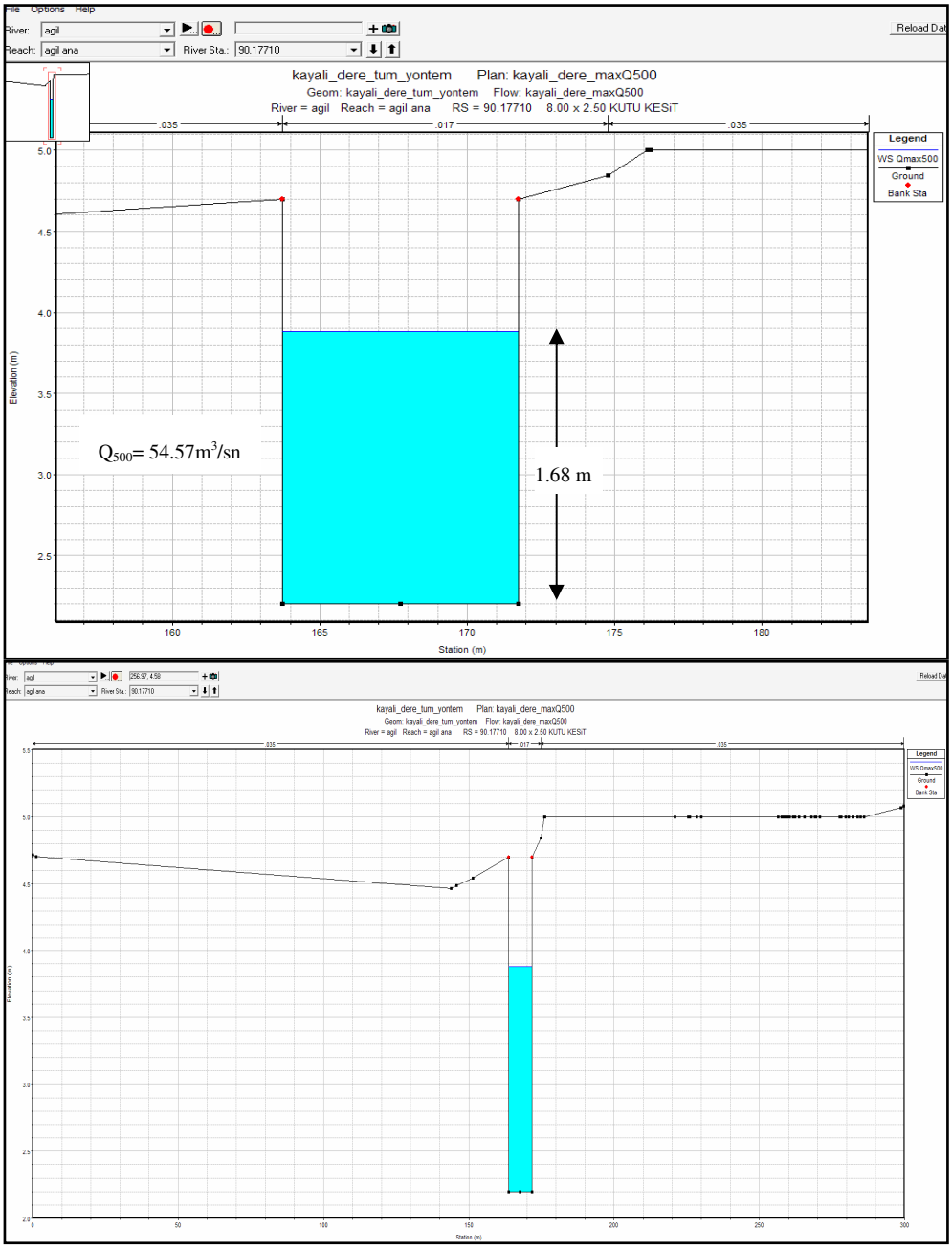
7.2.17 Kayalı Anakol (17 Nolu Kesit)



Şekil 7. 29 17 nolu kesit durumu

Kayalı deresi anakolunun Ağıl deresine bağlanmadan önceki 17 nolu kesitinden taşkın debisi (Q_{500}=108.02 m^3/sn) geçirildiğinde akımın seçilen kesit içerisinde kaldığı gözlenmiştir. Seçilen kesitin yeterli olduğu belirlenmiştir (Şekil 7. 29).

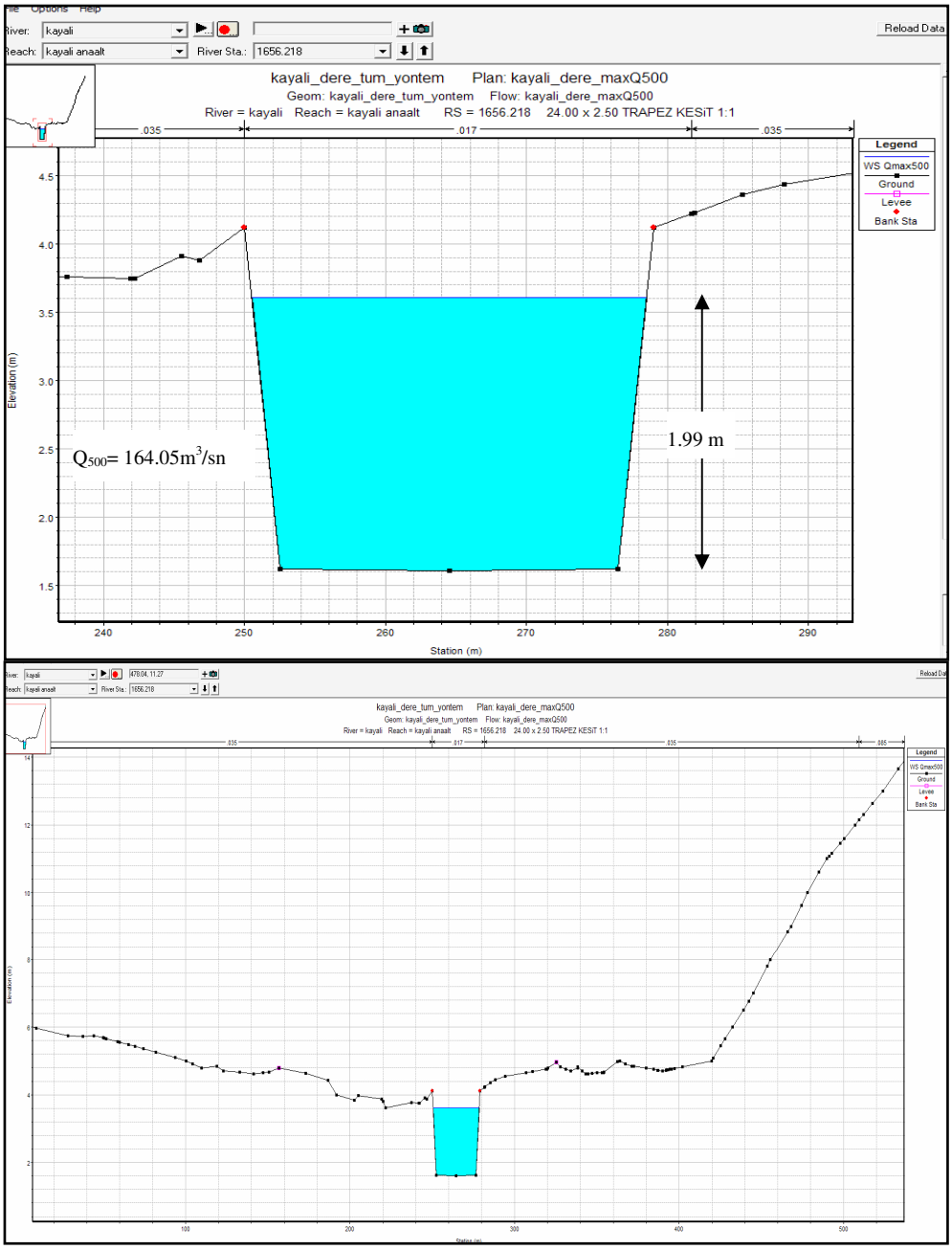
7.2.18 Ağıl Dere (18 Nolu Kesit)



Şekil 7. 30 18 nolu kesit durumu

Ağıl deresinin anakola mansaplandığı kesitten taşkın debisi (Q_{500}=54.57m^3/sn) geçirildiğinde akımın seçilen kesit içerisinde kaldığı ve bu kesitten güvenle geçtiği görülmektedir. Seçilen kesit uygundur (Şekil 7. 30).

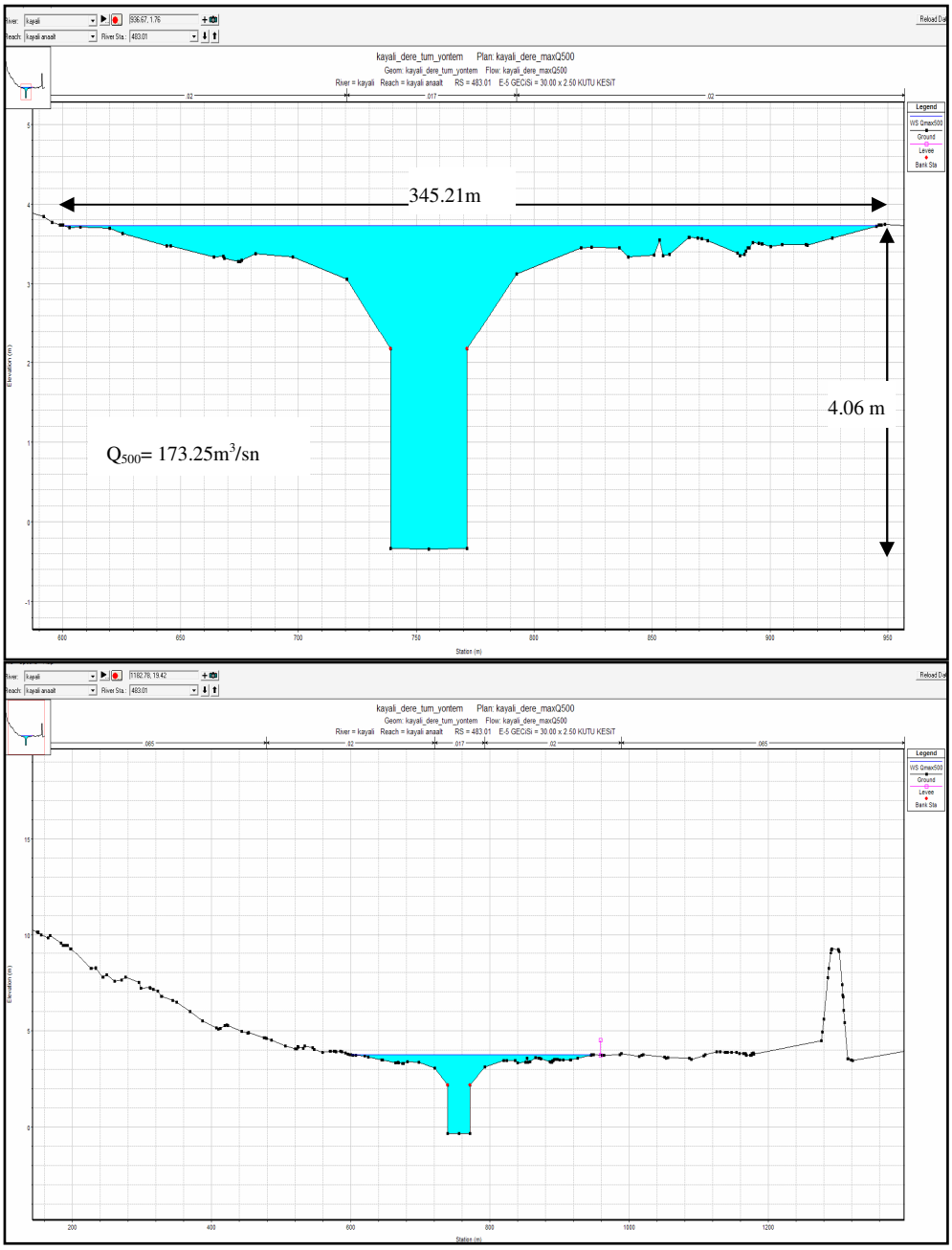
7.2.19 Kayalı Anakol (19 Nolu Kesit)



Şekil 7. 31 19 nolu kesit durumu

Kayalı deresinin tüm yankollarının bağlandığı anakol üzerindeki 19 nolu kesitten taşkın debisi (Q_{500}=164.05 m^3/sn) geçirildiğinde suyun seçilen kesit içerisinde kaldığı görülmektedir. Seçilen kesit uygundur (Şekil 7. 31).

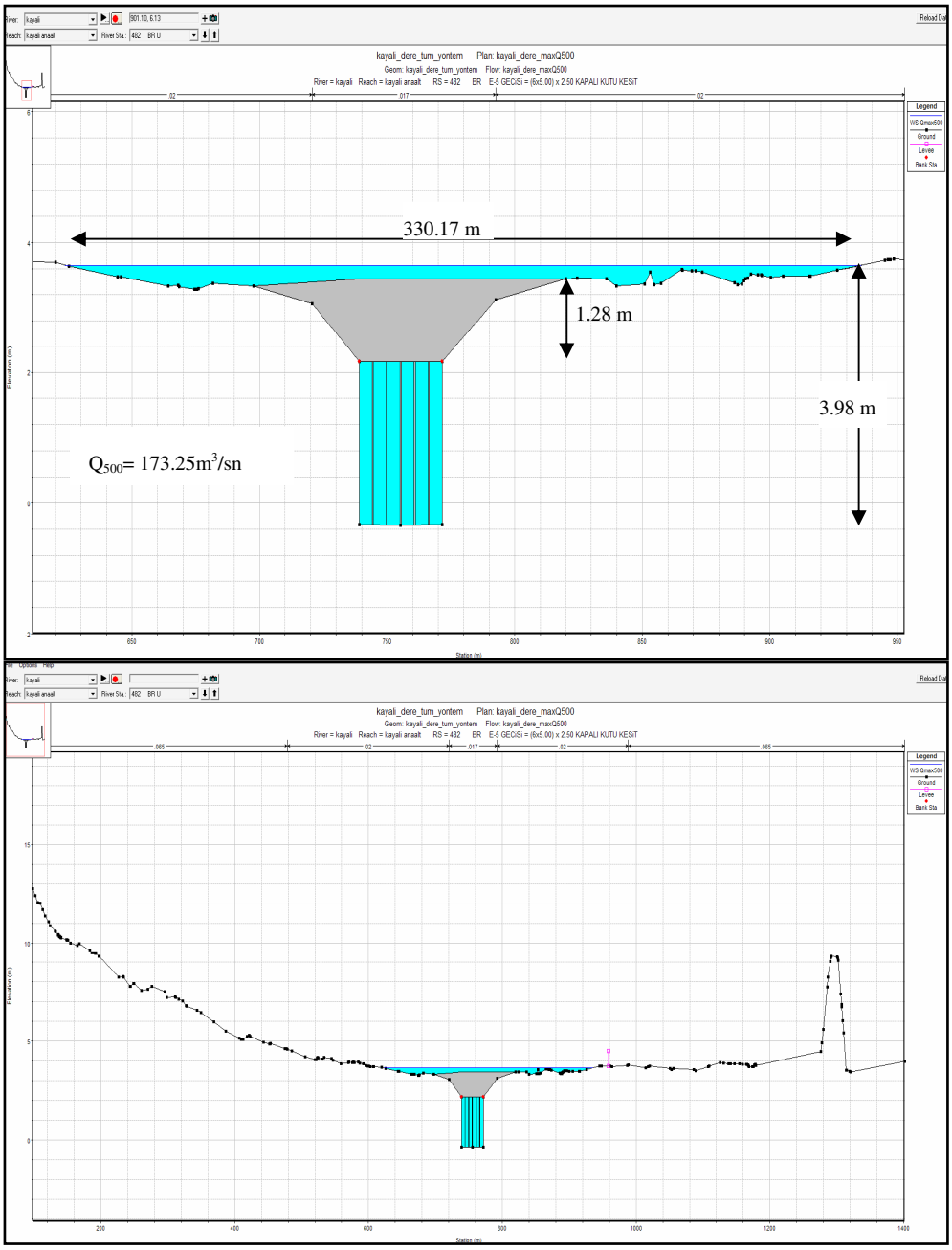
7.2.20 Kayalı Anakol D100 Karayolu Menfez Girişi Öncesi (20 Nolu Kesit)



Şekil 7. 32 20 nolu kesit durumu

Kayalı deresi anakolunun üzerinde bulunan D-100 otoyolu menfezine girmeden önce alınan kesitten taşkın debisi (Q_{500}=173.25 m^3/sn) geçirildiğinde oluşan akım, düzenleme kesiti dışına taşmaktadır. Seçilen düzenleme kesiti üzerinde 1.56 m yüksekliğinde akım oluşmakta ve 345.21m genişliğinde bir arazi bandı su altında kalmaktadır. Bu bölgede yerleşim mevcut olduğundan taşkın etkisinin can ve mal kayıplarına yol açabileceği söylenebilir. Bu bölgede seçilen kesitin yetersiz kaldığı görülmektedir (Şekil 7. 32).

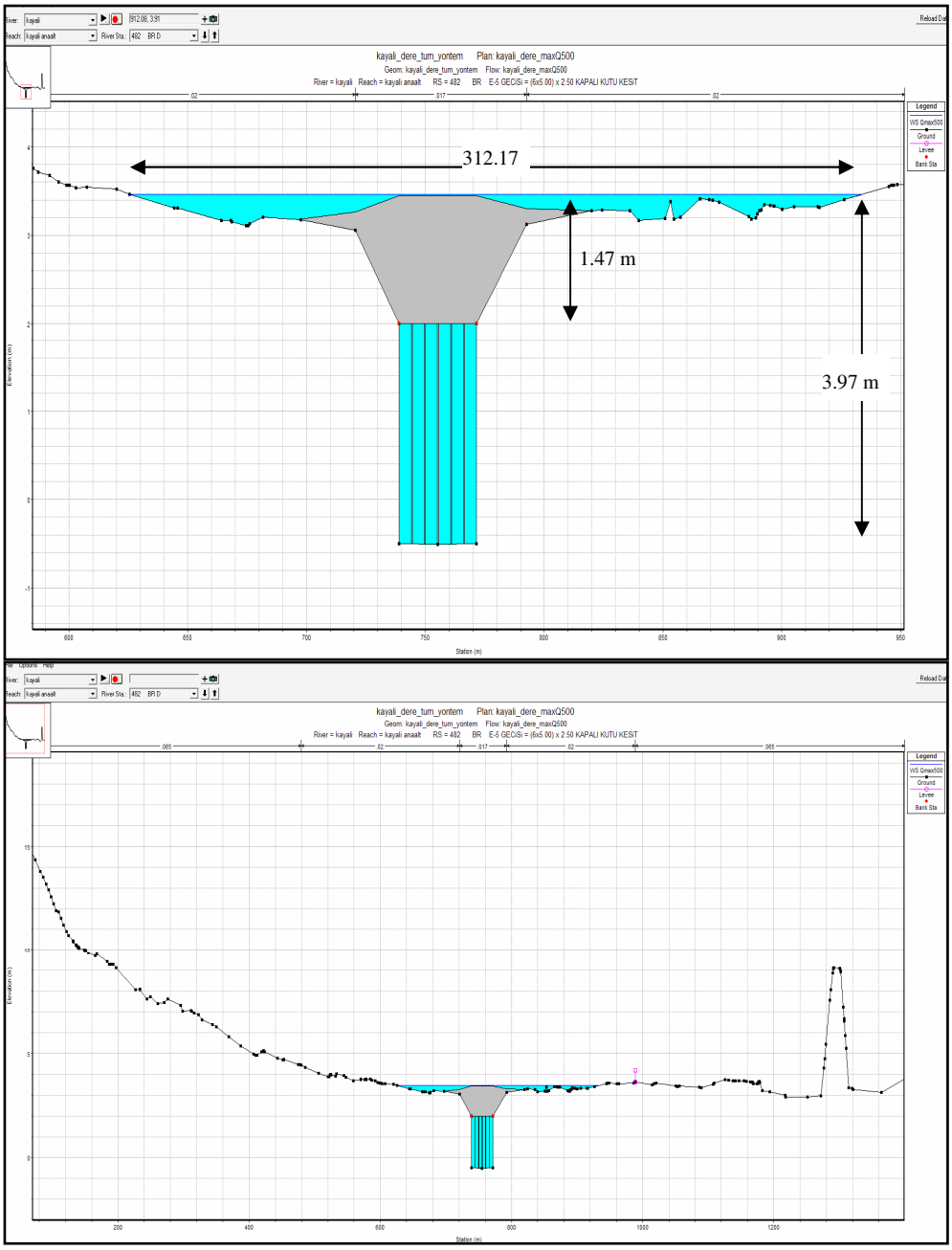
7.2.21 Kayalı Anakol D100 Menfez Girişi (21 Nolu Kesit)



Şekil 7. 33 21 nolu kesit durumu

D-100 otoyolu menfezine girerken alınan kesitten taşkın debisi (Q_{500}=173.25 m^3/sn) geçirildiğinde, oluşan akım düzenleme kesiti dışına taşmaktadır. Seçilen düzenleme kesiti üzerinden yol dolgusunu aşıp 33 cm yüksekliğinde akım oluşmakta ve bu akım 330.17m genişliğinde bir arazi bandını su altında bırakmaktadır. Bu bölgede seçilen kesitin yetersiz kaldığı görülmektedir(Şekil 7. 33).

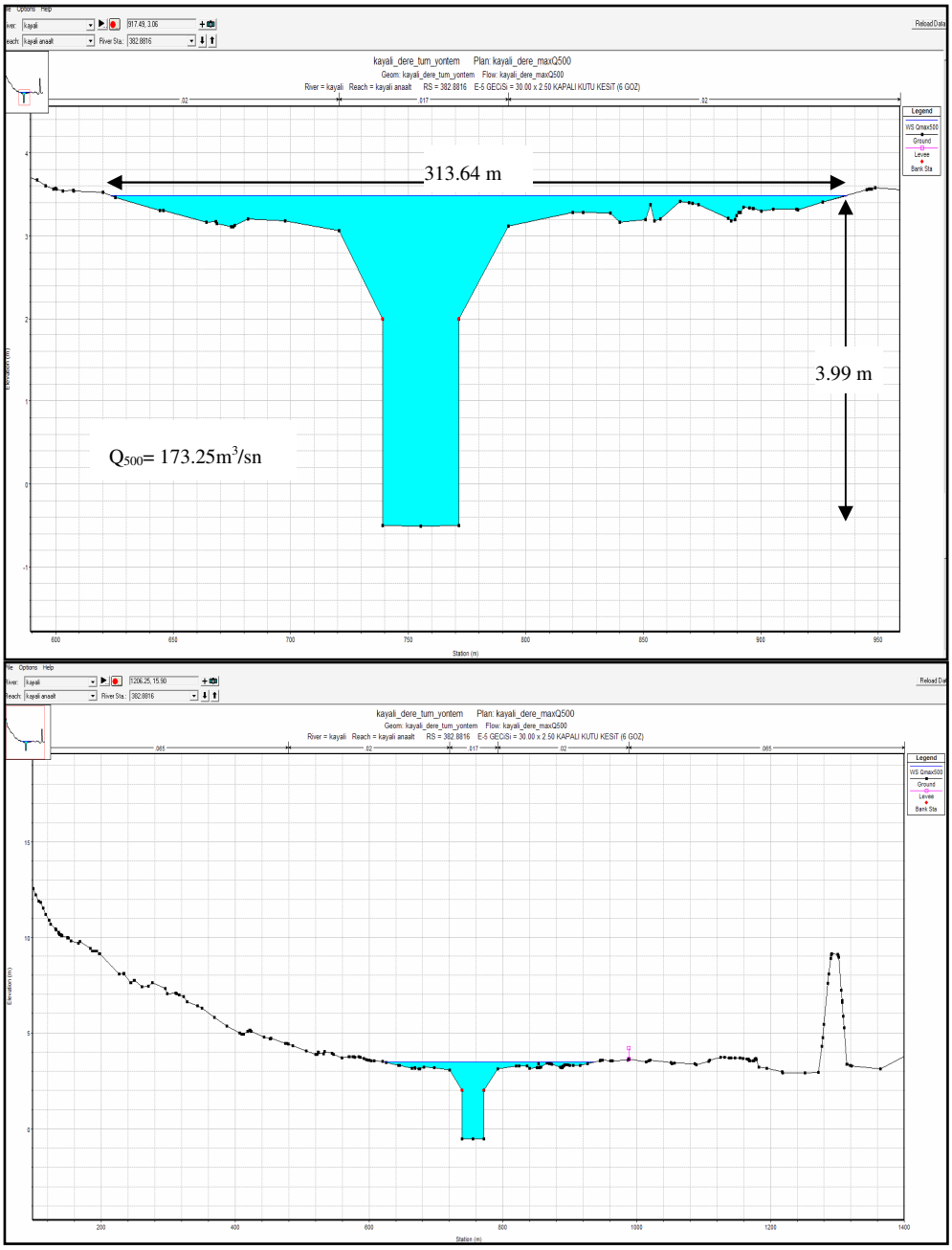
7.2.22 Kayalı Anakol D-100 Otoyolu Menfez Çıkışı (22nolu kesit)



Şekil 7. 34 22 nolu kesit durumu

D100 otoyolu menfez çıkışından alınan kesitten taşkın debisi (Q_{500}=173.25 m^3/sn) geçirildiğinde oluşan akım düzenleme kesiti dışına taşmaktadır. Oluşan akım ıslah kesiti üzerinden yol dolgusunu aşıp 31 cm yüksekliğinde akım oluşturmakta ve 312.17m genişliğinde bir arazi bandını su altında bırakmaktadır. Bu bölgede seçilen kesitin yetersiz kaldığı görülmektedir (Şekil 7. 34).

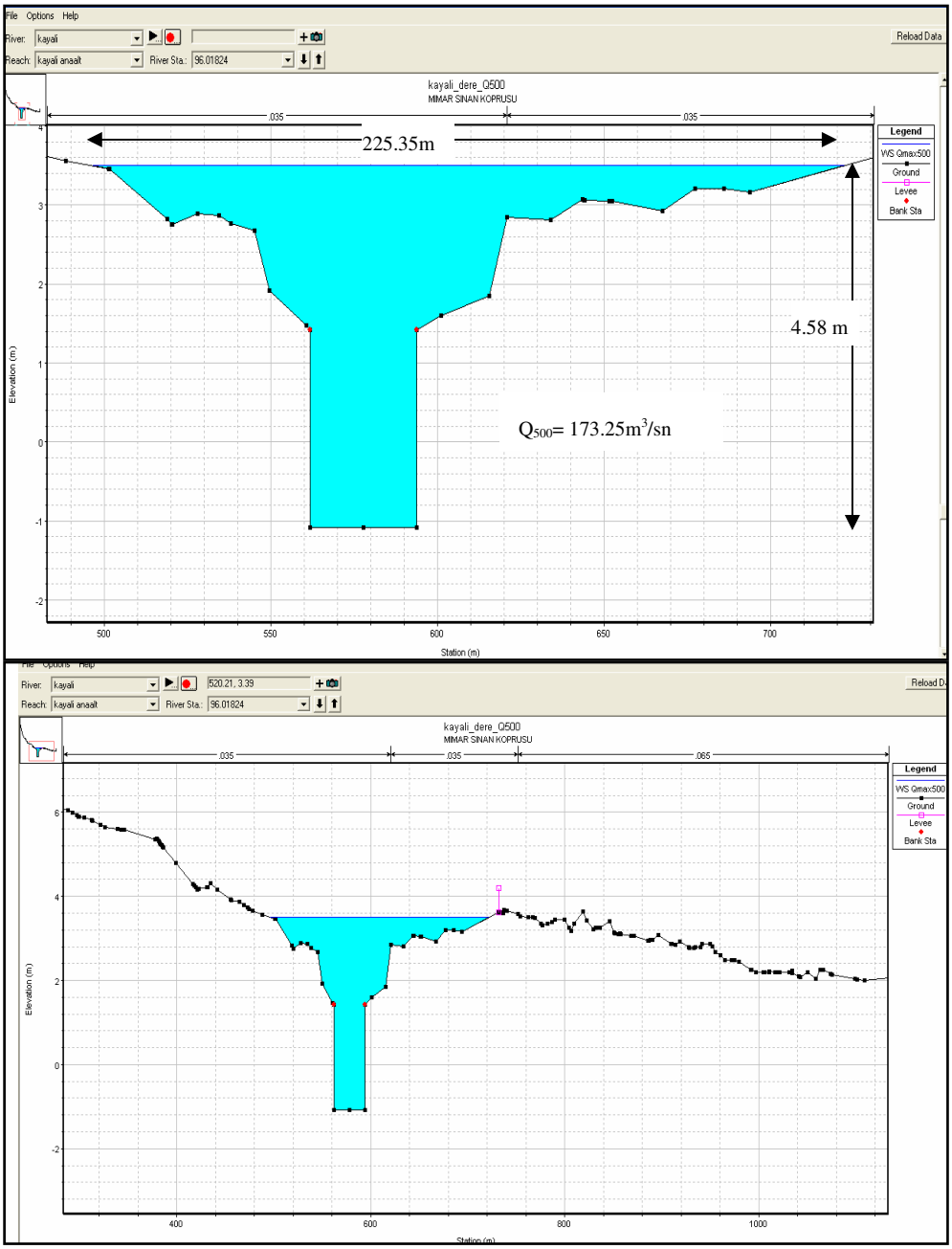
7.2.23 Kayalı Anakol D-100 Menfezinden Çıktıktan Sonra (23 Nolu Kesit)



Şekil 7. 35 23 nolu kesit durumu

D-100 otoyolu menfez çıkışından sonra alınan kesitten taşkın debisi (Q_{500}=173.25 m^3/sn) geçirildiğinde oluşan akım düzenleme kesiti dışına taşmaktadır. Seçilen düzenleme kesiti üzerinden 1.49 m yüksekliğinde akım oluşturmakta ve 313.64 m genişliğinde bir arazi bandı su altında kalmaktadır. Bu bölgede seçilen kesitin yetersiz kaldığı görülmektedir(Şekil 7. 35).

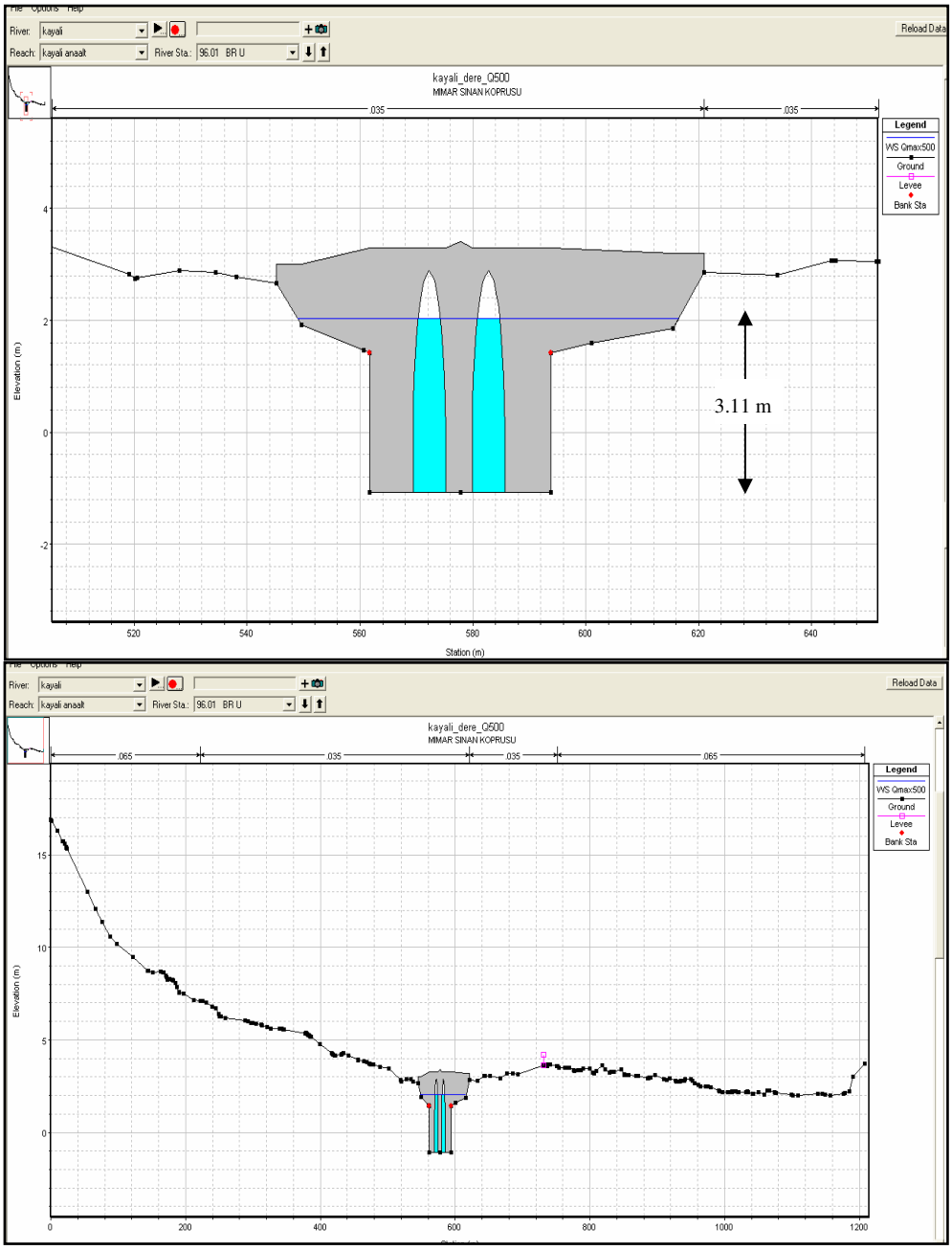
7.2.24 Mimar Sinan Köprüsüne Giriş Öncesi (24 nolu kesit)



Şekil 7. 36 24 nolu kesit durumu

Kayalı deresi anakolunun üzerinde tarihi Mimar Sinan köprüsüne girmeden alınan kesitten taşkın debisi (Q_{500}=173.25 m^3/sn) geçirildiğinde oluşan akım düzenleme kesiti dışına taşmaktadır. Seçilen düzenleme kesiti üzerinden 2.08 m yüksekliğinde akım oluşturmakta ve 225.35 m genişliğinde bir arazi bandı su altında kalmaktadır. Bu bölgede yerleşimin mevcut olması nedeniyle oluşacak taşkının etkisinin fazla olacağı düşünülmektedir. Seçilen kesitin yetersiz kaldığı görülmektedir (Şekil 7. 36).

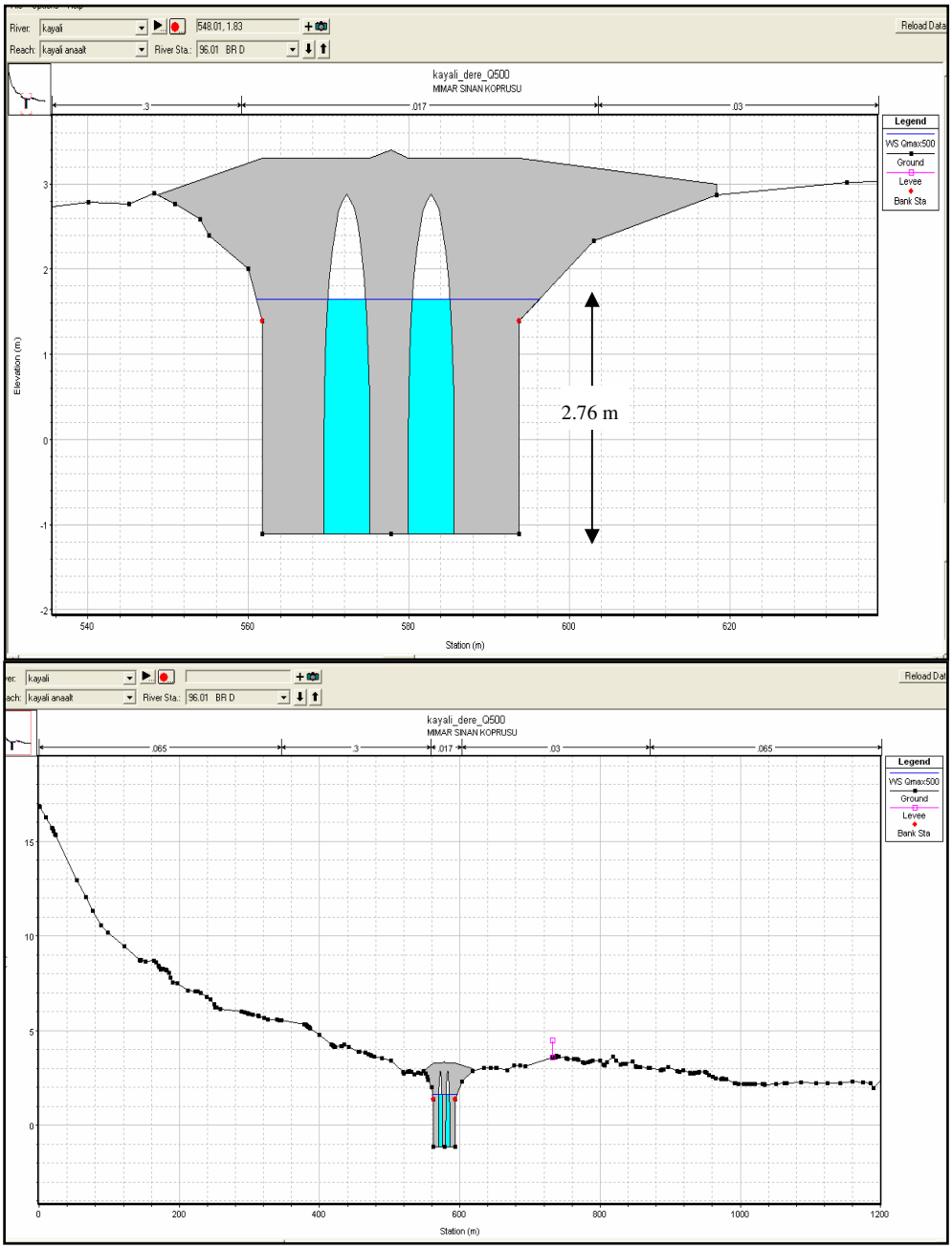
7.2.25 Mimar Sinan Köprüsüne Giriş (25 Nolu Kesit)



Şekil 7. 37 25 nolu kesit durumu

Tarihi Mimar Sinan köprüsü, yapılması düşünülen kesit (ıslah kesitinin) içinde kalmaktadır. Mimar Sinan Köprüsü kot olarak da ıslah kesitinden yüksektedir. Bu noktadan geçirilen taşkın debisi (Q_{500}=173.25 m^3/sn) Mimar Sinan köprüsü gözlerinde 3.11m su yüksekliği oluşturmaktadır. Seçilen düzenleme kesiti üzerinden ise 61 cm yüksekliğinde akım oluşturmaktadır. Oluşan akım köprünün kemerlerinden geçemeyerek, şehir içine doğru yayılmaktadır(Şekil 7. 37).

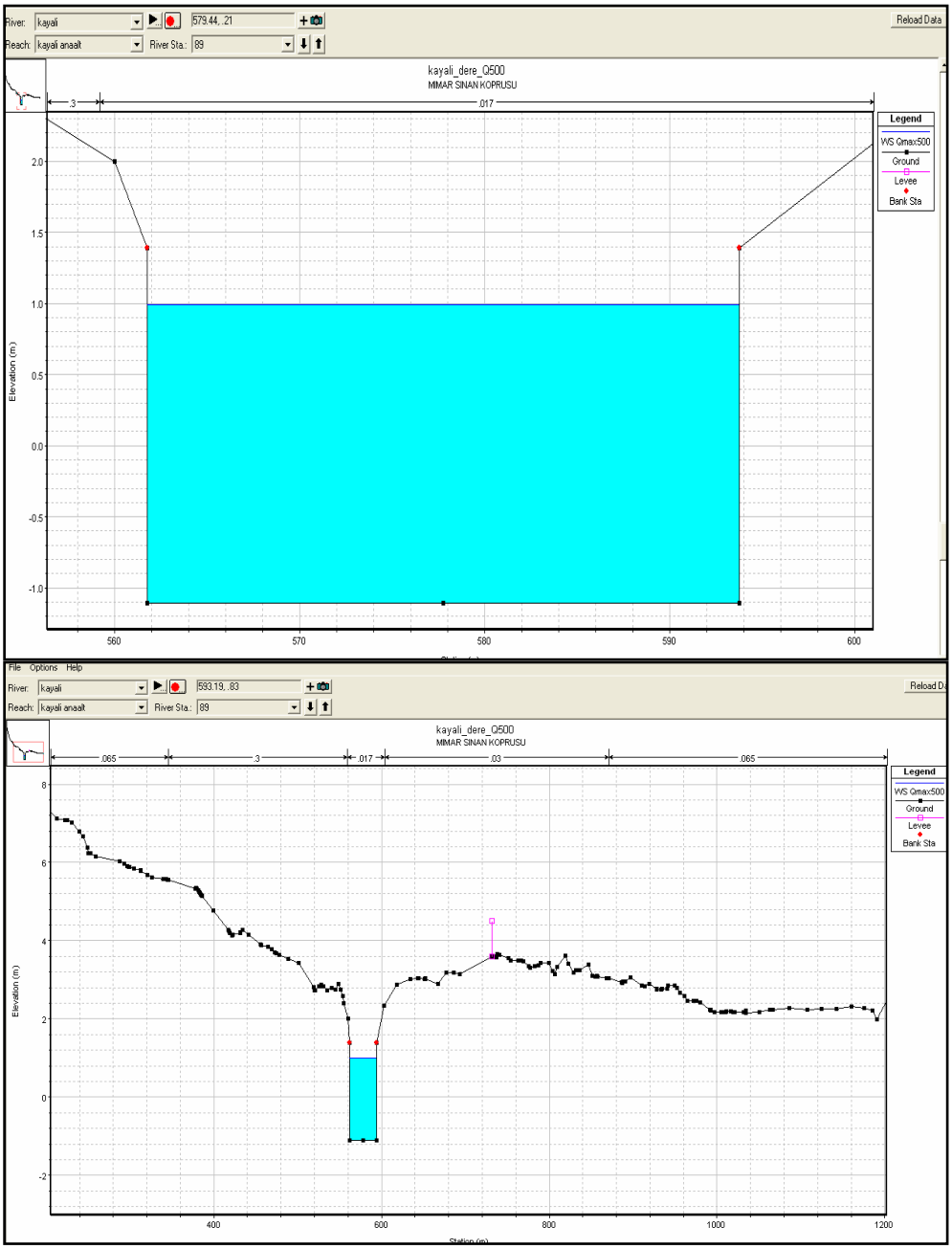
7.2.26 Mimar Sinan Köprüsünden Çıkışı (26 Nolu Kesit)



Şekil 7. 38 26 nolu kesit durumu

Mimarsinan köprüsün çıkış kesitinde, köprünün gözlerinde akım yüksekliğinin 2.76 m olduğu ve ıslah kesitinden 26 cm yüksekte aktığı görülmüştür(Şekil 7. 38).

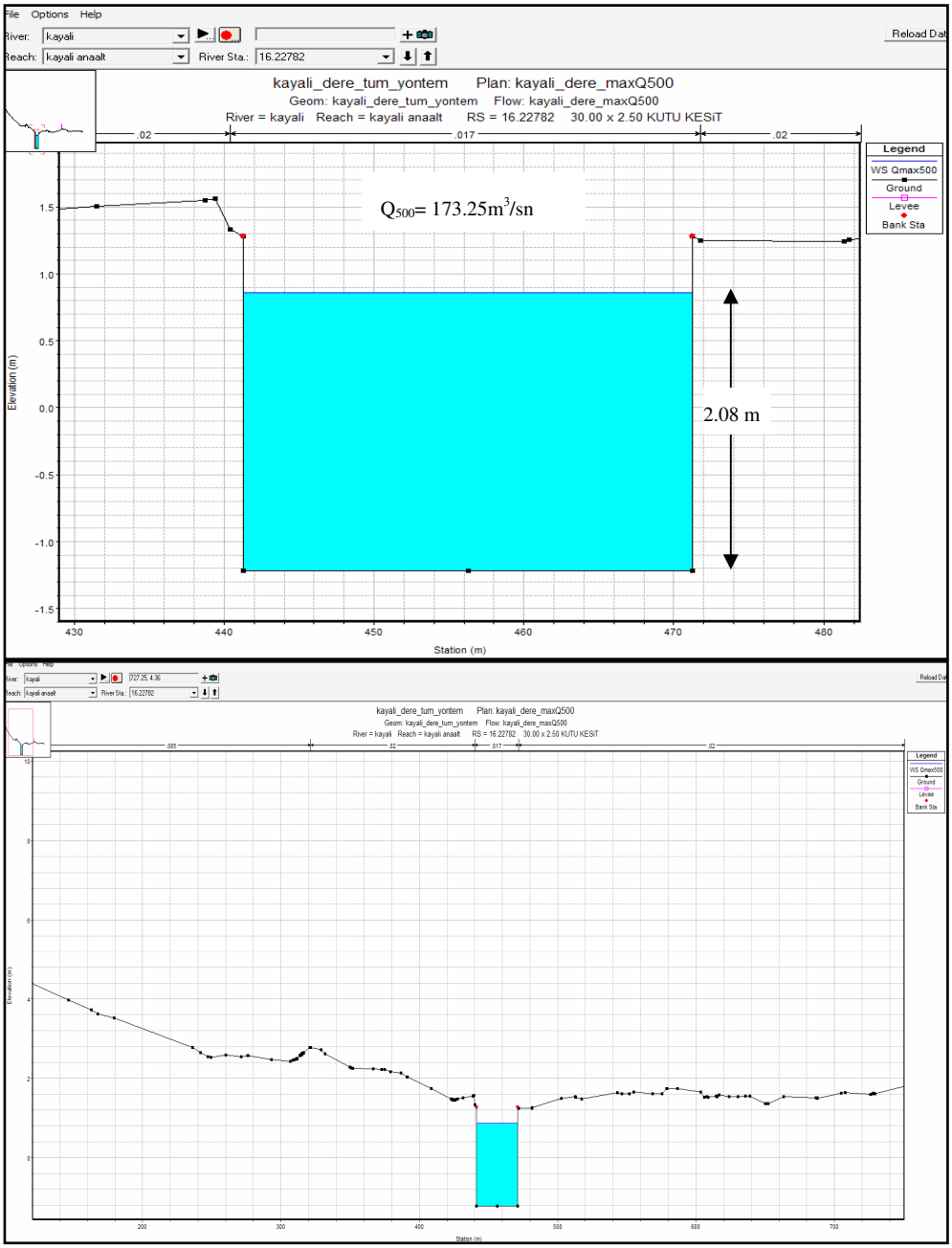
7.2.27 Mimar Sinan Köprüsünden Çıktıktan sonrası (27 Nolu Kesit)



Şekil 7. 39 27 nolu kesit durumu

Mimar Sinan köprüsünün çıkış sonrası alınan kesitinden taşkın debisi (Q_{500}=173.25 m^3/sn) geçirildiğinde akımın ıslah kesiti içersinde kaldığı görülmüştür. Bu ıslah kesiti uygundur(Şekil 7. 39).

7.2.28 Kayalı Anakol Mansap (28 Nolu Kesit)

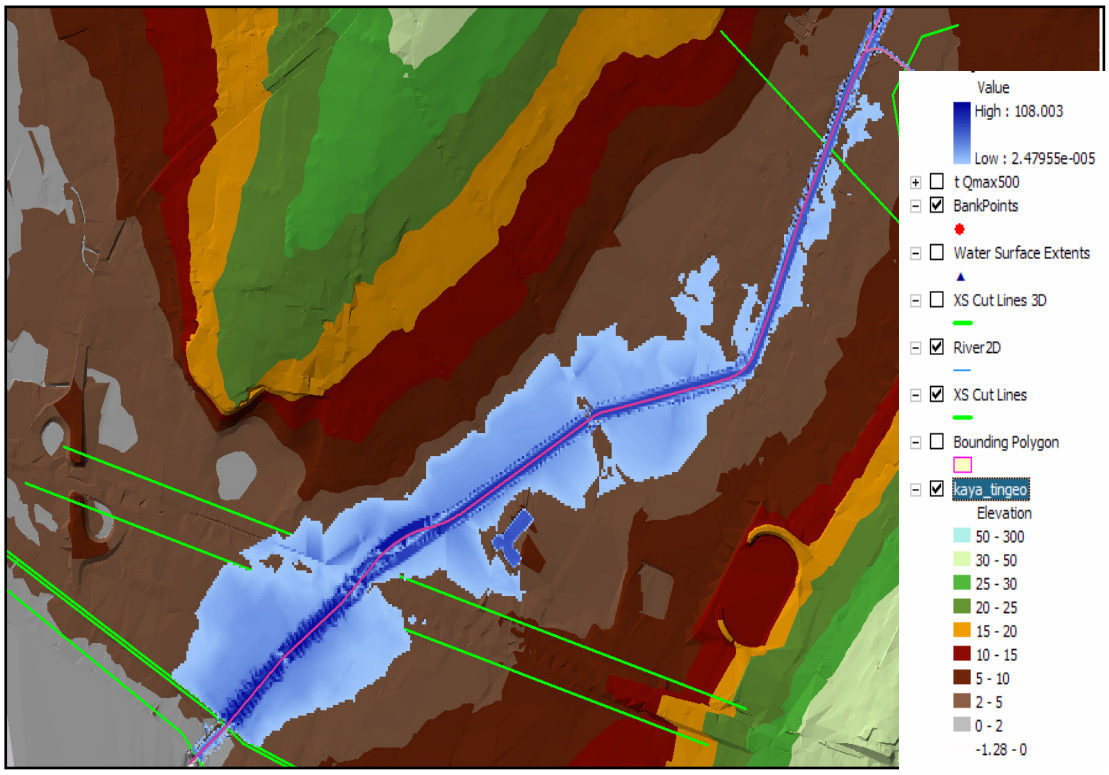


Şekil 7. 40 28 nolu kesit durumu

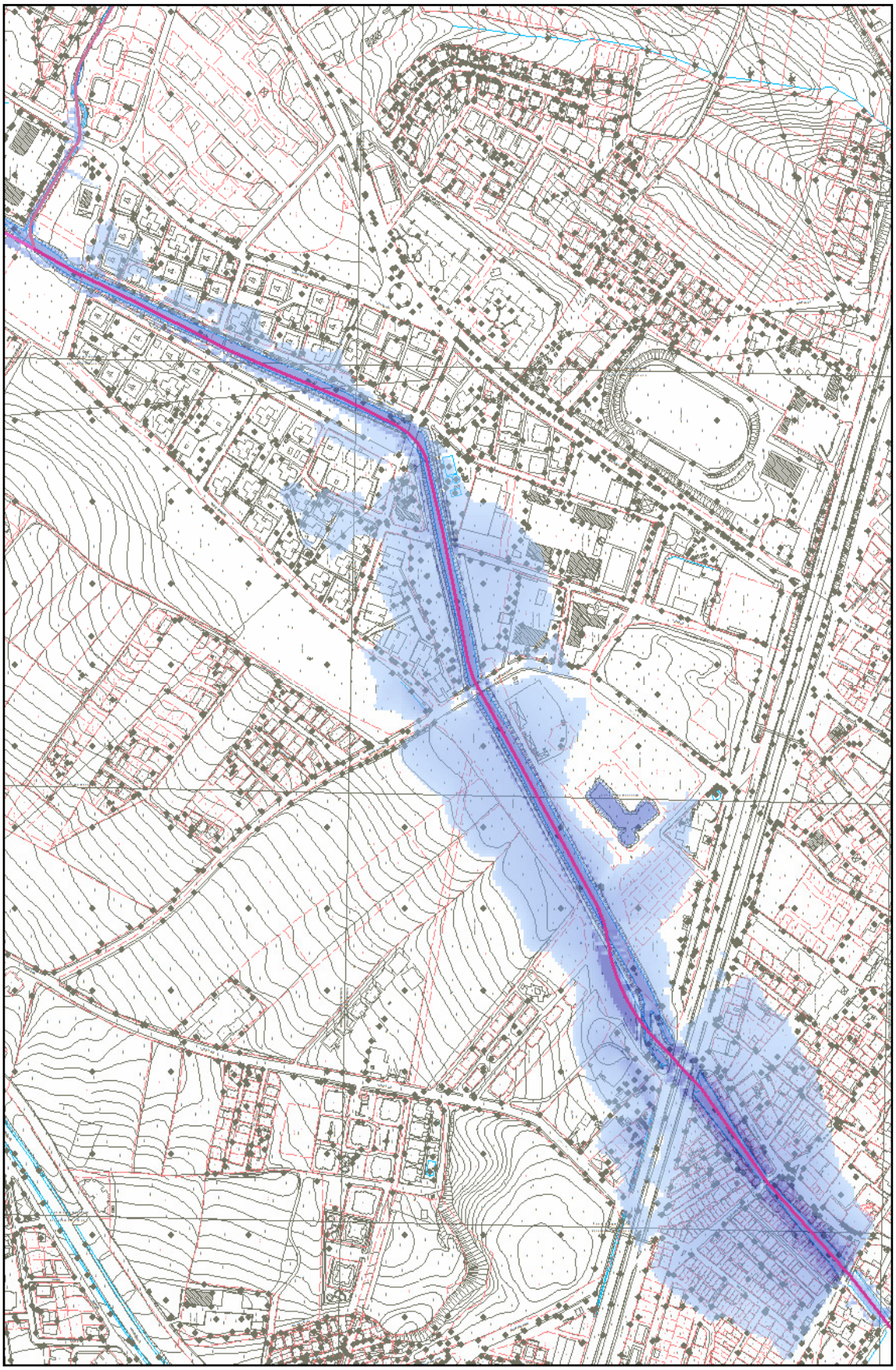
Kayalı deresi anakolunun Marmara Denizi'ne mansaplandığı kısımda, taşkın durumunda oluşan su yüksekliği kesit içersinde kalmaktadır. Şeçilen kesit uygundur(Şekil 7. 40).

7.2 Kayalı Deresinin İmar Planları Sınırlarında Kalan Bölgesinin Taşkın haritası

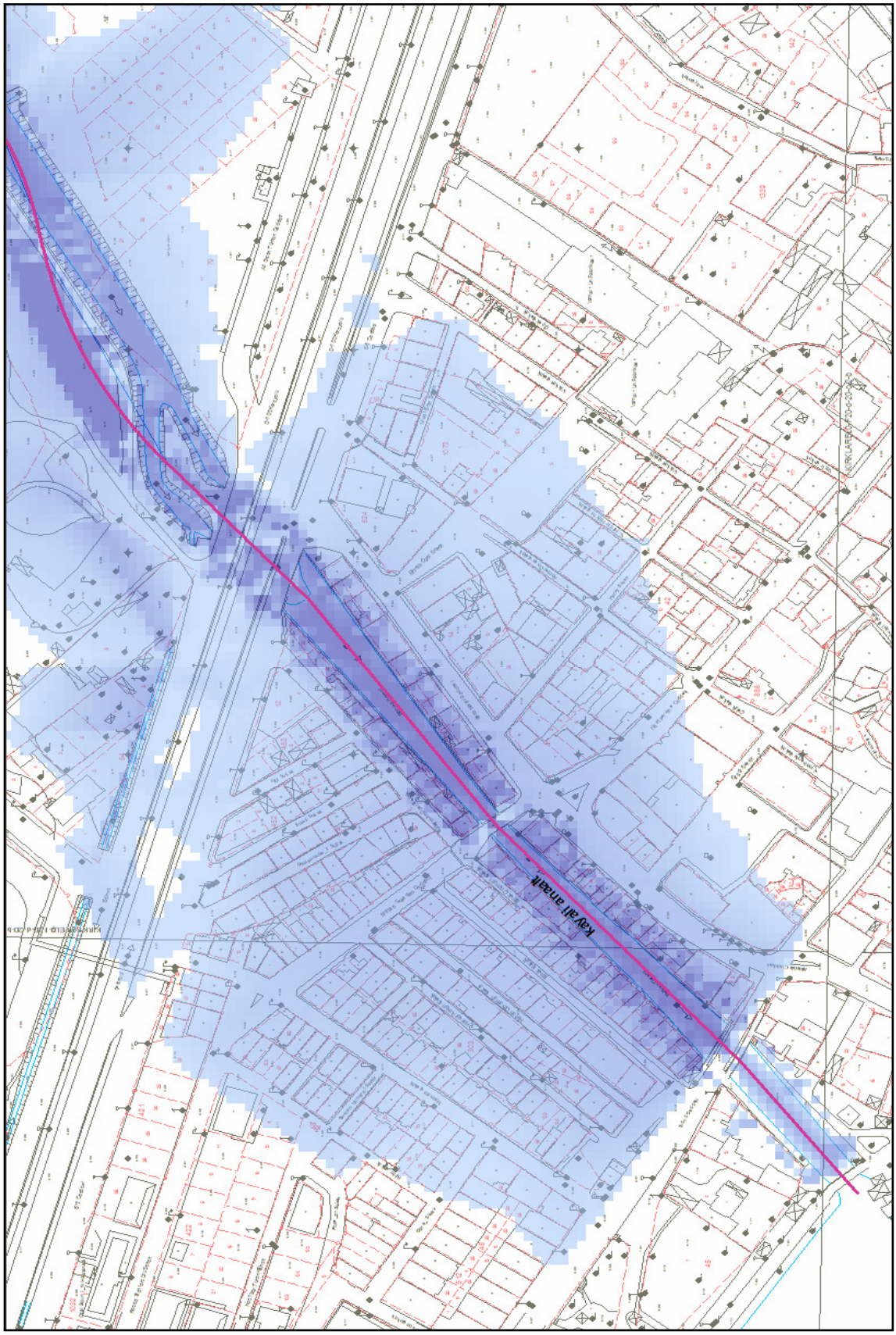
Yapılan kesit tahkikleri sonuçlarına göre; derenin tek anakola geçtiği noktadan mansaba doğru taşkın riskinin diğer bölümlere oranla daha fazla olduğu belirlenmiştir. Derenin bu kısmı yerleşim merkezi içerisinde kalması nedeniyle, bu bölgenin taşkın risk haritası çıkarılmıştır. Derenin söz konusu bölümü, bu bölge için hazırlanan halihazır harita ile çakıştırılarak taşkın haritaları elde edilmiştir (Şekil 7. 41,42,43,44).



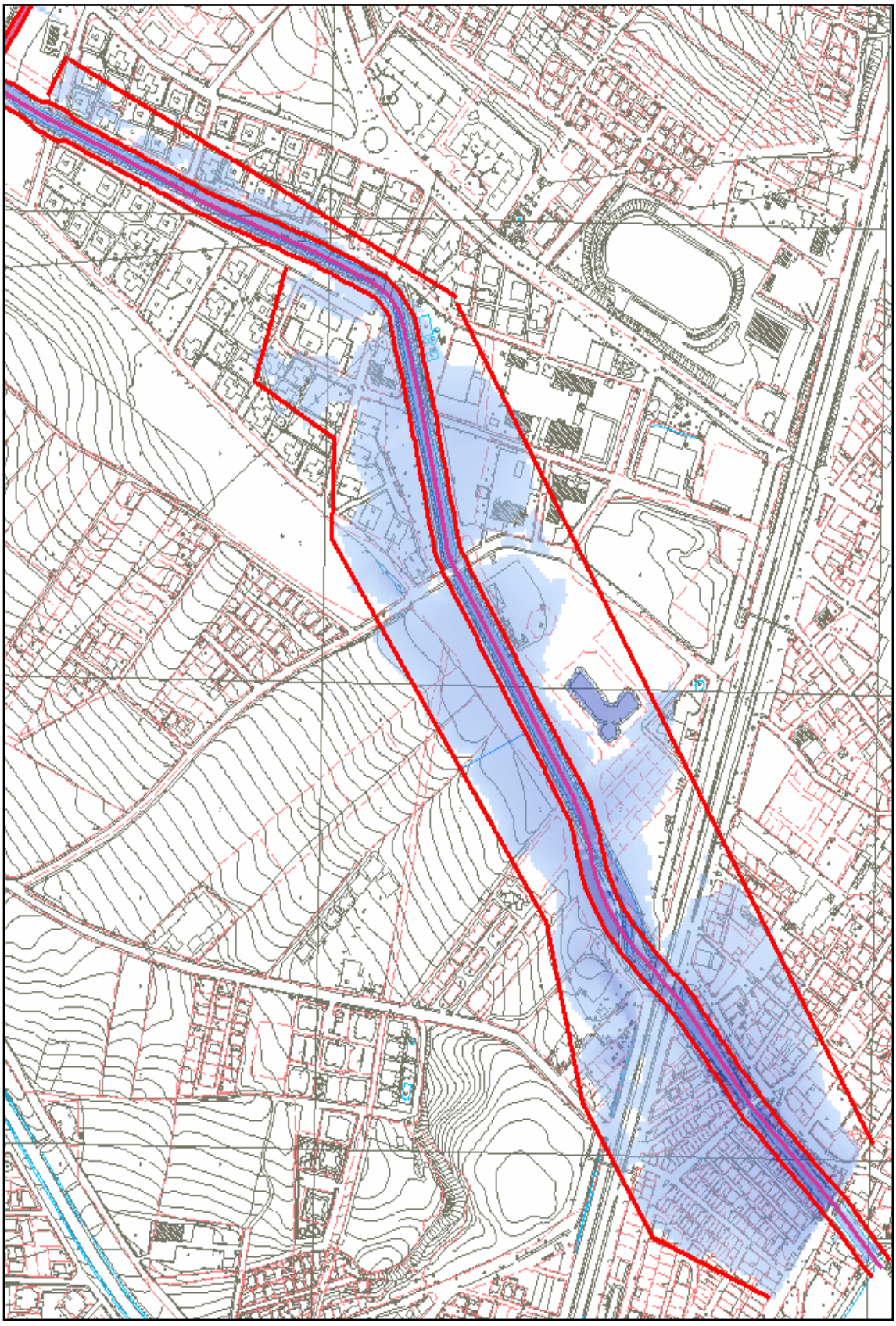
Şekil 7. 41 Arazi modelinde oluşan taşkın haritası



Şekil 7. 42 İmarlı bölge için oluşan taşkın haritası



Şekil 7. 43 D-10O karayolu -Mimar Sinan köprüsü arası kalan kısım



Şekil 2. 44 Taşkın sınır alanları

Daha önceki tahkiklerinde de görüleceği gibi D–100 karayolunun üst kısmındaki bölgede dere aksından itibaren her iki yönde 70 m'lik bir kısmı su altında kalabileceği ve bu bölgede imarlı bir yerleşimin mevcut olduğu görülmektedir. Ayrıca halihazır haritalarda yerleşim gözükmeyen bölgelerde de yapılaşma başlanabileceğinden bölgedeki taşkının meydana getireceği hasar miktarında artış olacağı düşünülmektedir.

Bu bölgedeki D-100 karayolu üst kısmındaki taşkın sebebi her ne kadar ıslah kesitleri yetersizliğinden kaynaklandığı düşünülse de D–100 karayolu altındaki menfez geçişi kesitinin yetersizliği de bu olasılığı arttırıcı bir etken olarak görülmektedir.

D-100 karayolunun altındaki bölgede ise hem akarsuyun eğiminin düşmesi hem de tarihi Mimar Sinan köprüsünün su kemerlerinin kapatılması ve köprünün dere ıslah kesitinden yüksekte bulunması nedenleriyle köprü bu alanda su biriktirme yapısı olarak çalışmakta dolasıyla taşkın bölgesinin büyümesine sebep olmaktadır. Tarihi köprü çevresinde imarlı bir yerleşim mevcut olmasından ve tarihi köprü ile D–100 karayolunun birbirine yakın olmasından dolayı taşkın geniş bir alana yayılmakta bu bölgede gözlenebilecek hasar miktarının fazla olabileceği düşünülmektedir.

BÖLÜM 8

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada sentetik birim hidrograf yöntemleri ile hesaplanan 500 yıllık taşkın debilerine göre düşünülen ıslah kesitleri için yapılan tahkikler ve taşkın riski haritalarından aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1-Akarsuyun menba kısmındaki ıslah kesitlerinin büyük bir oranda uygun olduğu kesiti yetersiz olanlarınında arazinin topografyasından dolayı doğal taşkın sınırları yatağı içinde kalarak küçük bir bölgeyi su altında bıraktığı belirlenmiştir.

2- Avrupa Geçiş Otoyolu (TEM) üzerinde ki menfezin menba ve mansap kesitlerin yeterli olduğu ve bu kesitlerde görülen akım yüksekliklerinin uygun olduğu görülmüştür.

3-Kayalı Deresinin tüm küçük kollarının tek anakola geçmesinden hemen sonraki ıslah kesitinin uygun olduğu belirlenmiştir.

4-Anakolun Ağıl deresi ile birleşmesinden sonraki ıslah kesitinin yeterli olduğu fakat bu kesitin mansap kısmından alınan kesitlerde akımın kesit dışına çıkarak az da olsa küçük bir bölgeyi su altında bıraktığı görülmüştür.

5-D–100 Karayolu menfez geçişinde, hem menba kesitinin yetersizliğinden hem de bir önceki maddede belirtilen kısmın mansabında bulunmasından dolayı akım ıslah kesitinin dışına çıkarak D–100 karayolu dâhil olmak üzere oldukça geniş bir bölgeyi su altında bıraktığı görülmüştür.

6-D–100 Karayolunun mansabında ise karayolu menfez geçisinin ve D–100 Karayolu ile Marmara Denizi arasında bulunan tarihi Mimar Sinan köprüsünün etkisiyle akımın bu bölgede kesit dışına taşarak oldukça büyük ve geniş bir alanı sular altında bıraktığı gözlenmiştir.

8-Yapılan ıslah planında tarihi Mimar Sinan Köprüsü bulunduğu kısma 30X2.50 m'lik kutu kesit konulmuştur. Ancak Mimar Sinan Köprüsü ıslah kesiti içersine kalmaktadır. Akım kesit içersinde sadece köprünün iki gözünden geçebilmektedir. Köprünün kot olarak da ıslah kesitinden yüksek olması nedeniyle bu bölgede su biriktirme yapısı

olarak görev yapmakta ve köprünün giriş noktasından dere menbaına doğru oldukça geniş bir alanı sular altında bıraktığı gözlenmiştir.

9- Derenin Marmara Denizi'ne mansaplandığı noktada alınan kesitin uygun olduğu belirlenmiştir.

10- Taşkın debilerinin hesaplanmasında kullanılacak yöntemin belirlenmesinde havza özellikleri, yağış kayıtları, akış ölçümleri göre bir yöntem şeçilmemiş sadece rasyonel metoda göre boyutlandırma yapılmıştır. Kayalı Deresi havzasında yapılan çalışma ile ıslah kesitlerinin belirlenmesinde yalnızca rasyonel metodun kullanılmasının yeterli olmadığı, taşkın debilerinin belirlenmesinde sentetik metotların da kullanması gerektiği ortaya çıkmıştır.

Dere ıslah çalışmaları esnasında tez çalışması sonuçlarına göre Boğluca Deresi havzası için taşkın önlemeye yönelik yapılması gerekenler aşağıda verilmiştir:

1-Havzanın öncelikle kullanım planı ayrıntılı bir şekilde çıkarılmadır.

2-İlgili idarelerce, dere havzası içersinde yanlış arazi kullanımının önüne geçilmeli, arazinin bilinçsizce kullanılması taşkın etkisini arttıcağı unutulmalıdır.

3-Derenin menba kısmı koruma altında tutulmalı kaçak yapılaşmanın önüne geçilmelidir.

4-Dere çevresinde, önceki yıllara göre hazırlanmış imar planlarına göre yapılaşmaya izin verilmemeli, ancak bölge için yapılmış olan taşkın planlarının imar planlarına işlenmesinden sonra bölgeye imar izni verilmelidir.

5-Yapılacak olan imar planlarında 500 yıllık taşkın riski bulunan bölgelerde bodrum katların konut olarak kullanılamasına izin verilmemelidir.

6-Yapılacak olan taşkın planlarına göre dere yatağı çevresinde görülen yapılaşma bir an önce kaldırılmalı ve bölge için taşkın koruma bantları oluşturulmalıdır.

7-Bölgede 2009 yılında yaşanmış olan taşkın gözönüne alındığında yağışın 100 yıllık yağış değerleri üzerinde olması nedeniyle, bölgede can ve mal kaybının önüne geçilmesi için ıslah kesitlerinin 500 yıllık taşkın debilerine göre boyutlandırılmalıdır.

8-Derenin D-100 karayolu geçiş menfezi mutlaka genişletilerek bölgeye gelecek taşkının güvenle geçisi sağlanmalıdır.

9-Tarihi Mimar Sinan köprüsünün yanlarına yapılan dolgunun kaldırılarak köprünün tam kapasite çalışması sağlanmalıdır. Yapılan kazı sonucunda ulaşılacak tarihi su kemerlerinin tekrar kullanılması durumunda taşkına olan etkisi planlanmalıdır. Gerekirse köprü yanlarına yeni menfezler açılmalıdır.

10-Yerel idarelerce bölgeki muhtemel taşkınlara karşı acil durum merkezleri, kriz masaları kurulmalı ve bölge halkının güvenliği sağlanmalıdır.

11-Derenin özellikle kent içi bölgelerinde yapılan kaçak dökümlerin, çöp ve benzeri atık malzemelerin dere yatağı içerisine atılması önlenmelidir. Halkın bu konularda bilinçlenmesi için çeşitli seminer ve çalışmalar yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

[1] Ergünay, O.(2010). Afet ve Risk Yönetimi; Genel Bakış Sunumu, 2, Afyon

[2] Bayazıt, M, (2003). Hidroloj, İstanbul

[3] Ağıralioğlu, N. ve Erkek C., (1998). Su Kaynakları Mühendisliği, İstanbul

[4] Demir A., (2010). Şehir ve İstanbul Taşkınları sunumu, Afyon

[5] Akay, A., Birinci V ve Bulu,A., (2010). Taşkın Alanlarının Planlanması ve Yönetimi, Afyon

[6] İMO İstanbul Şubesi, (2010). İstanbul İlinde 8-9 Eylül 2009 Tarihinde Meydana Gelen Seller ve Nedenleri Hakkında Değerlendirme Raporu, İstanbul

[7] Altundal, M., (2010). Taşkınların Ekonomik Boyutu, Afyon

[8] (2010), II. Ulusal Taşkın Sempozyumu Tebliğler Kitabı, 145, Afyon

[9] Kılıçer,Ü., Özgüler ve H., (2002). Türkiye Taşkın Durumu TMH Sayı 420-421-422/ 2002/4-5-6

[10] Özbal,R.,(2010). Taşkın Koruma Projelerinde Yapısal Tedbirler Sunumu, Afyon

[11] Bayazıt, M. ve ÖNÖZ B., (2008). Taşkın ve Kuraklık Hidrolojisi, İstanbul

[12] Ağıralioğlu, N., (2007). Baraj Planlama ve Tasarımı, Su Vakfı Yayınları, İstanbul

[13] DSİ Genel Müdürlüğü, Türkiye'deki Barajlar, Ankara

[14] Akdeniz S., (1998). Batı Akdeniz Bölgesi Akarsularında Sentetik Birim Hidrograf Metotlarının Uygulanması Yüksek Lisans Tezi,

[15] Özdemir, H. (1978) Uygulamalı Taşkın Hidrolojisi, DSİ Matbaası, Ankara

[16] Göçmen,E.,(2006). Edirne İli –Havzalarda Taşkın Debisi ve Su Verimi Hesaplamaları için Ampirik Yöntemlerin Etkilerinin Belirlenmesi, Tekirdağ

[17] Yüksel, Y., Ağaçcıoğlu,H., Çoşar, A., Çelikoğlu ve Y.Gürer,S., Haliç Islah Projesinde Kağıthane ve Albeyköy Derelerinin Etkisinin İncelenmesi ,İstanbul

[18] İSKİ, İstanbul Su Temini, Kanalizasyon ve Drenaj, Atıksu Arıtma ve Uzaklaştırma Master Planı Cilt 4 Kısım A Yağmur Suyu Drenajı, İstanbul

[19] İSKİ Kayalı Deresi Islah Projesi

[20] İSKİ Avrupa Yakası Dere Islah ve Menfezleri Sunumu

[21] Akça,E.,(2010). İstanbul İli Silivri İlçesi Boğluca Deresi/(Kadınlar Deresi) Havzası Afet ve Acil Durum Yönetimi Tehlike Risk Analizi, İstanbul

[22] Turoğlu,(2010). 8-10 Eylül 2009 Tarihlerindeki Yağışların Silivri-Selimpaşa Sahil Kuşağında Neden Olduğu Sel Ve Taşkınlar, Afyon

[23] Özalp, D. (2009). Dere Taşkın Risk Haritalarının CBS Kullanarak Oluşturulması ve CBS ile Taşkın Risk Analizi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul

[24] Öztürk,M.,(2006).İstanbul Derelerinin Taşkın Debilerinin Tahmini, SÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Sakarya

[25] Demirci,A.,(2008). Öğretmenler İçin Coğrafi Bilgi Sistemleri, İstanbul

[26] HEC-GeoRAS, (2008). User's Manuel

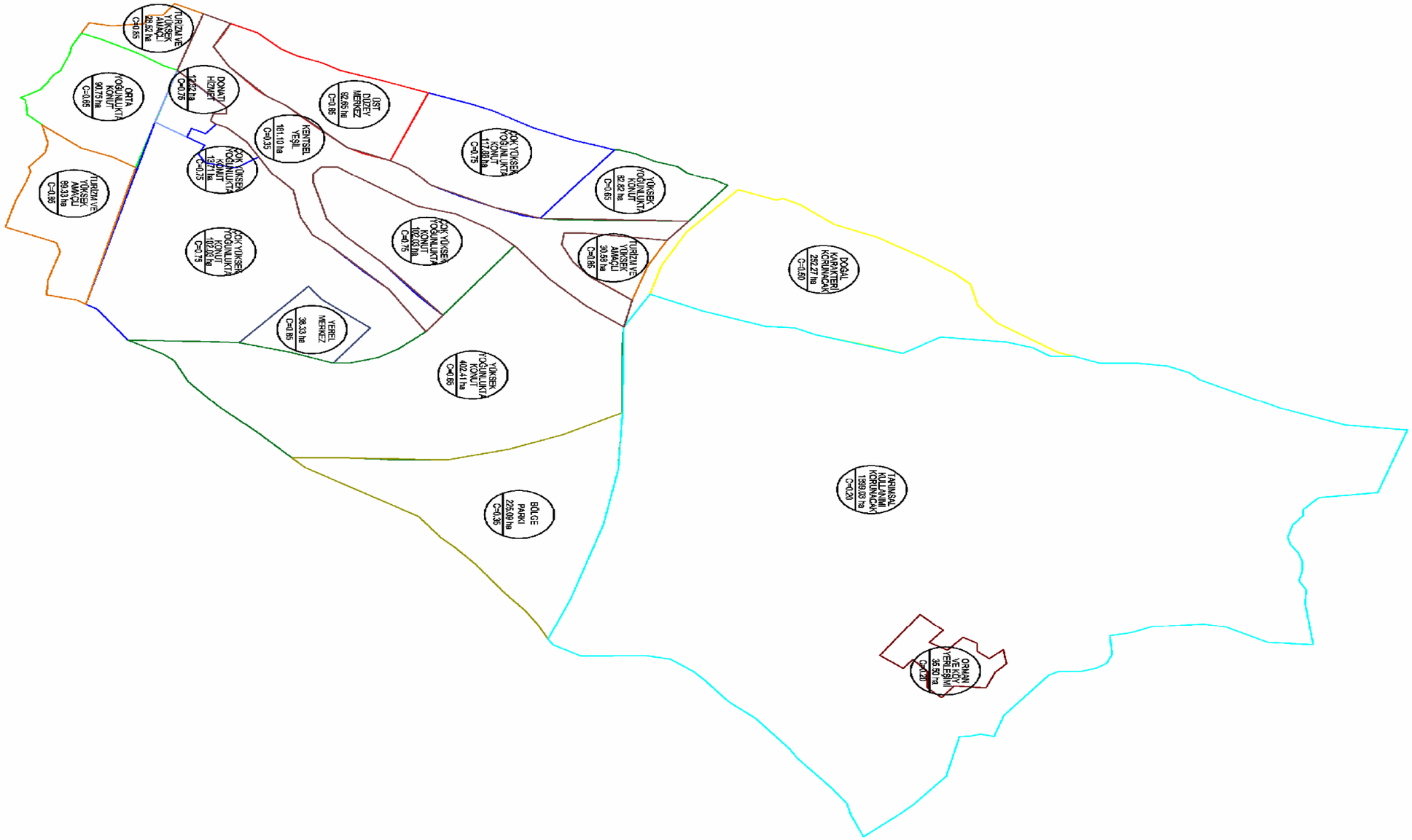
[27] HEC-RAS, (2001). User's Manuel

[28] HEC-RAS, (2008). River Analysis System User's Manuel

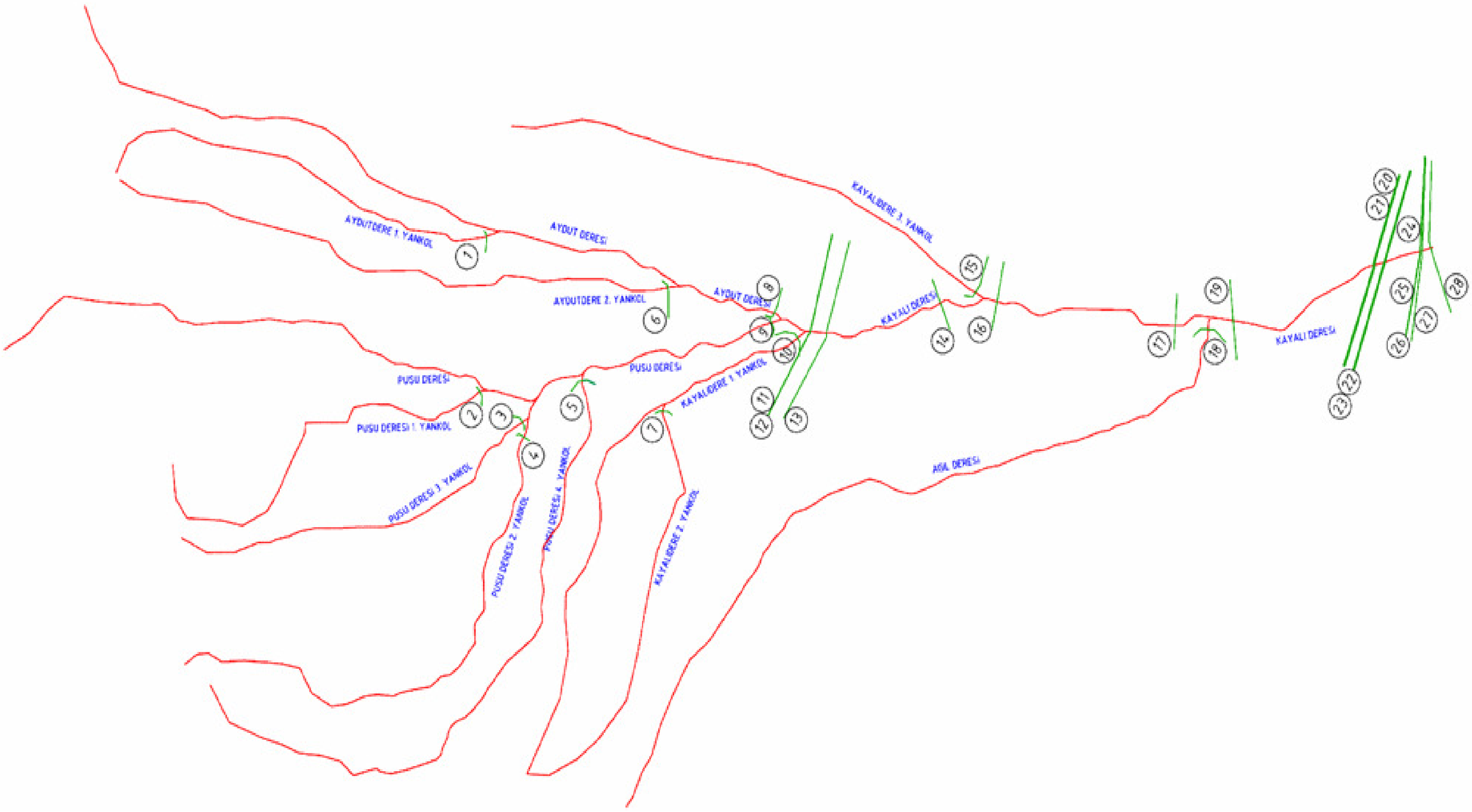
EK-A

PLANLAR

A-1 Havza Kullanım Planı [19]


TURİZM VE YÜKSEK AMAÇLI 28.62 ha C=0.05
DONATI HİZMET 12.82 ha C=0.75
ORTA YOĞUNLUKTA KONUT 90.75 ha C=0.65
TURİZM VE YÜKSEK AMAÇLI 89.30 ha C=0.05
ÇOK YÜKSEK YOĞUNLUKTA KONUT 13.71 ha C=0.75
ÇOK YÜKSEK YOĞUNLUKTA KONUT 102.63 ha C=0.75
ÜST DÜZEY MERKEZ 92.85 ha C=0.85
KENTSEL YEŞİL 161.10 ha C=0.35
ÇOK YÜKSEK YOĞUNLUKTA KONUT 117.83 ha C=0.75
YÜKSEK YOĞUNLUKTA KONUT 92.82 ha C=0.65
ÇOK YÜKSEK YOĞUNLUKTA KONUT 106.03 ha C=0.75
TURİZM VE YÜKSEK AMAÇLI 30.89 ha C=0.85
YEREL MERKEZ 38.33 ha C=0.85
YÜKSEK YOĞUNLUKTA KONUT 402.41 ha C=0.05
BÖLGE PARKI 225.00 ha C=0.35
DOĞAL KARAKTERİ KORUNACAK 282.27 ha C=0.60
TARIMSAL KULLANIMI KORUNACAK 1398.03 ha C=0.20
ORMAN VE KÖY YERLEŞİMİ 35.50 ha C=0.05

A-2 Kesit Planı [19]



EK-B

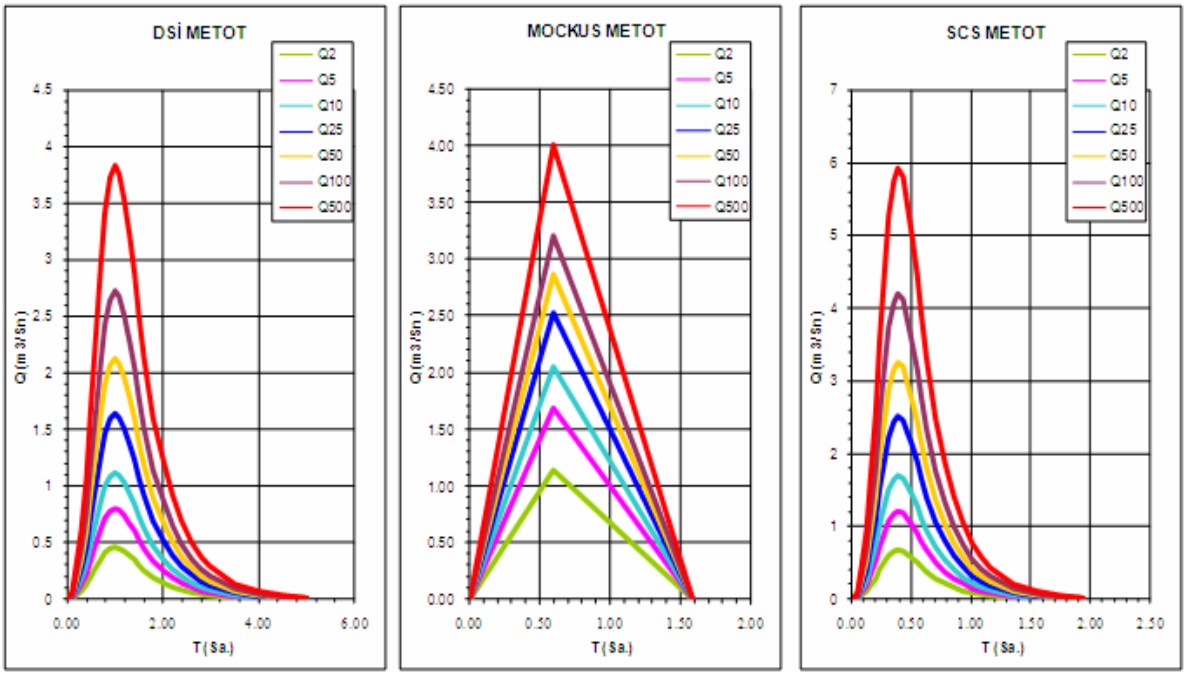
DMİ FLORYA METEOROLOJİ İSTASYONUNDA STANDART ZAMANLARDA GÖZLENEN EN BÜYÜK YAĞIŞ DEĞERLERİ (mm)

GÖZLEM	DAKİKA				SAAT										
YILI	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +
2009	1.4	1.5	2.2	4.2	8.5	10.2	10.2	11.2	11.2	11.4	11.7	11.9	12.1	12.6	
2008	3.5	6.5	9.3	11.5	14.0	19.9	22.0	27.7	34.2	40.9	46.3	59.1	80.4	85.5	
2007	5.7	7.9	9.1	10.2	13.7	21.0	24.6	25.1	25.4	27.5	29.6	33.8	36.3	41.9	
2006	8.8	11.1	13.6	17.8	23.6	23.8	23.8	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	24.0	24.0	
2005	5.9	9.1	13.4	20.8	32.1	40.8	45.5	45.5	46.9	47.0	48.4	50.9	55.7	63.3	
2004	5.9	7.4	9.3	12.7	22.5	39.2	53.2	62.4	68.8	78.3	84.3	95.4	103.6	103.8	
2003	2.3	4.2	6.2	9.7	13.4	16.3	16.8	17.9	18.0	19.0	22.7	28.6	34.9	35.6	
2002	3.3	5.4	6.6	9.1	10.0	13.9	16.5	17.8	17.9	17.9	18.0	25.1	29.7	35.8	
2001	8.4	16.8	19.7	28.2	34.4	37.8	37.9	38.3	39.7	40.8	41.3	48.5	58.1	59.3	
2000	4.1	5.7	7.8	11.1	17.9	21.3	21.8	21.9	26.3	27.4	27.4	29.6	29.6	29.6	
1999	7.2	7.9	12.9	14.1	15.9	16.2	22.7	30.3	35.3	39.5	42.7	43.7	43.9	43.9	
1998	3.9	7.1	8.9	14.1	21.1	29.7	36.7	47.1	51.3	54.9	58.3	61.4	66.2	66.3	
1997	8.7	13.5	15.2	20.3	27.5	42.4	59.5	62.6	75.9	84.3	104.4	125.2	164.1	173.3	
1996	8.0	15.8	20.8	27.0	29.5	32.4	32.6	34.3	34.3	34.3	34.3	34.3	34.5	40.0	
1995	7.4	10.3	12.9	14.8	19.0	20.8	20.9	20.9	25.6	26.5	26.5	26.6	34.9	34.9	
1994	13.3	16.2	17.8	29.7	41.3	49.9	52.0	52.0	52.0	52.0	52.1	52.4	52.5	52.5	
1993	7.0	8.9	10.1	17.5	19.7	20.5	23.1	23.1	23.1	23.7	27.3	31.7	34.4	39.1	
1992	7.2	11.7	14.4	19.8	20.2	20.2	20.3	26.2	26.3	26.3	26.3	26.3	26.3	26.3	
1991	4.8	8.0	8.8	17.4	27.1	31.9	32.9	33.0	44.6	45.1	45.1	45.1	45.1	45.1	
1990	4.2	7.1	8.9	9.2	11.4	20.6	24.1	26.8	27.5	29.3	33.9	35.7	37.9	38.1	
1989	3.9	3.9	4.8	9.6	13.2	19.8	23.5	25.7	28.6	31.2	33.3	33.8	34.0	41.8	
1988	7.0	8.2	8.4	9.6	10.0	12.0	12.9	14.4	17.1	19.5	25.0	33.5	45.3	53.5	
1987	5.7	9.9	10.8	20.7	24.0	24.0	24.9	29.3	32.8	35.9	39.7	44.1	60.5	65.4	
1986	6.5	9.9	11.4	11.4	11.4	15.3	19.5	21.9	28.6	33.5	35.4	35.4	35.4	35.4	
1985	3.4	4.9	5.4	7.9	15.2	24.5	38.3	44.5	51.5	53.5	55.5	59.1	64.6	68.7	
1984	8.6	17.1	19.5	21.6	22.2	22.7	24.7	26.2	28.3	28.4	28.7	31.0	31.2	33.8	
1983	5.2	7.2	9.0	12.8	12.8	14.6	14.7	17.9	18.1	18.1	22.3	22.3	22.3	42.7	*
1982	3.5	4.2	4.7	7.0	10.7	13.8	14.0	14.1	14.1	14.3	17.3	23.7	24.3	29.3	
1981	5.7	10.2	10.6	12.3	18.1	19.5	22.4	23.2	23.4	25.4	26.6	27.4	34.9	55.7	
1980	7.8	10.8	12.8	13.5	14.5	19.5	19.7	25.5	30.7	39.0	41.3	42.8	43.7	46.9	
1979	10.2	15.6	17.6	27.8	31.5	47.0	56.9	58.5	61.3	62.1	69.1	70.1	70.8	70.8	
1978	5.1	8.2	9.2	16.5	25.6	42.5	57.4	66.1	81.7	87.0	97.4	110.0	111.8	116.4	
1977	6.9	8.0	13.5	23.1	29.2	31.9	31.9	33.5	36.0	37.0	42.1	57.8	57.9	57.9	
1976	8.0	14.5	18.0	23.3	26.0	28.3	29.3	29.6	29.6	29.6	29.6	32.0	32.0	32.0	
1975	6.3	9.9	12.4	23.2	30.4	33.1	37.0	43.9	44.8	48.4	48.4	48.4	48.4	48.4	
1974	5.8	10.4	11.9	14.5	18.2	20.5	20.5	22.0	22.4	23.0	23.0	29.4	40.4	48.8	
1973	8.4	10.8	15.0	16.7	17.7	17.7	17.7	17.7	17.7	17.7	17.7	17.7	17.7	23.0	
1972	10.4	14.3	20.8	29.9	36.1	58.2	62.4	67.8	71.9	72.5	74.9	76.1	76.5	76.5	

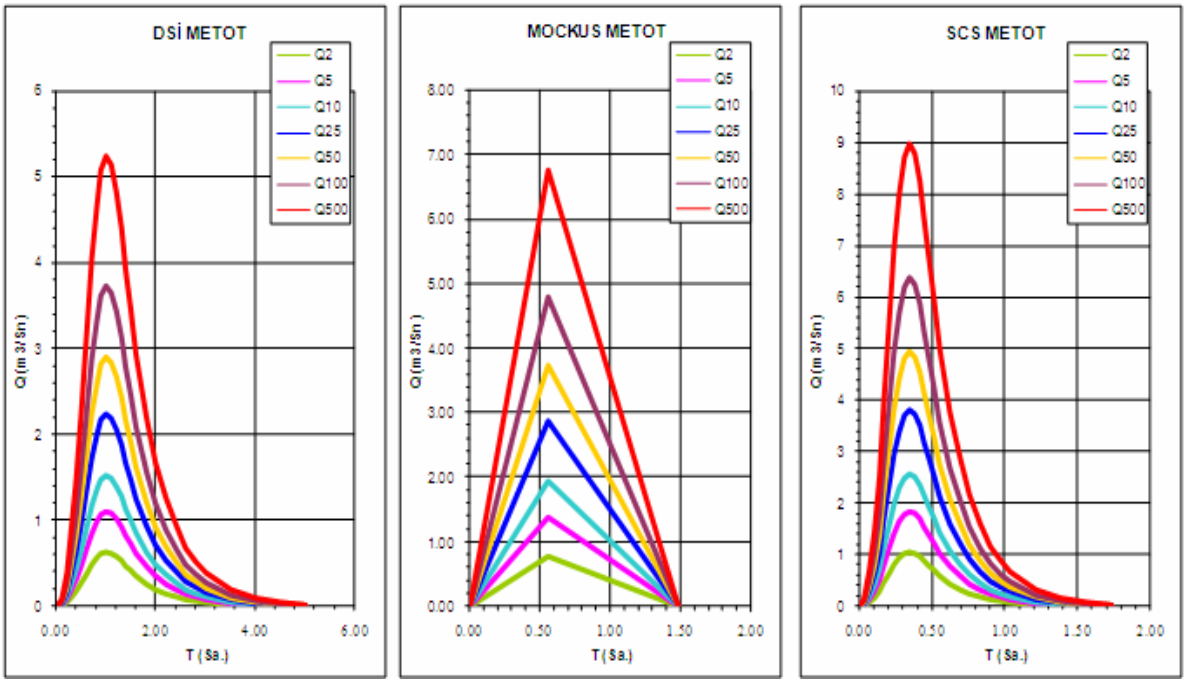
1971	2.2	2.5	2.8	5.5	7.8	10.1	13.5	16.0	17.9	19.6	21.9	26.9	28.3	30.0	
1970	6.5	9.3	10.1	13.7	19.2	26.7	26.7	34.2	43.4	52.5	57.6	63.0	63.2	63.2	
1969	7.5	8.3	8.4	8.9	11.0	12.3	12.3	14.4	18.0	21.2	25.5	32.2	32.4	32.4	
1968	16.0	21.0	23.1	24.0	24.0	27.1	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	30.9	35.1	43.5	
1967	10.8	14.7	15.9	24.3	24.3	31.1	31.7	31.7	31.7	31.7	31.7	31.7	31.7	31.7	
1966	10.5	17.8	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.8	25.6	38.1	49.7	
1965	9.2	9.2	11.0	18.4	18.4	18.9	20.6	23.2	24.8	26.1	36.5	46.4	50.6	52.0	
1964	6.5	8.0	9.8	12.6	16.3	21.5	21.5	21.5	21.5	22.5	26.7	36.8	36.8	54.5	
1963	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1962	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1961	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1960	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1959	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1958	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1957	9.2	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	15.0	16.2	24.3	32.4	
1956	3.8	6.0	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	10.6	14.2	15.7	18.1	27.0	36.1	
1955	4.5	5.5	6.2	6.5	7.5	7.5	16.3	21.5	21.5	32.2	32.2	43.0	64.5	86.0	
1954	7.0	14.0	18.0	18.5	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	21.0	28.0	
1953	1.5	3.0	4.5	8.3	9.5	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	15.6	23.3	31.1	
1952	4.0	6.0	9.0	10.3	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	21.8	21.8	21.8	32.7	43.6	
1951	2.6	5.2	10.4	10.5	10.5	10.5	15.0	16.3	17.6	17.6	27.4	29.8	44.7	59.6	
1950	2.9	2.9	3.9	7.7	9.5	11.2	14.6	16.2	16.2	20.4	20.8	27.9	41.8	55.7	
1949	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1948	6.6	6.6	6.6	6.6	10.0	15.0	15.0	17.0	22.0	22.0	22.0	27.4	41.0	54.7	
1947	9.5	17.8	17.8	17.8	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	35.0	
1946	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1945	2.0	3.3	3.8	4.5	8.0	9.2	9.2	9.2	9.2	15.0	15.0	17.6	26.4	35.2	
1944	8.0	8.8	8.8	9.5	9.5	14.0	14.0	14.0	20.0	20.0	21.7	21.7	32.6	43.4	
1943	3.5	4.0	4.0	5.1	10.2	19.0	19.0	19.0	27.0	27.0	35.0	40.5	60.8	81.0	
1942	5.0	6.0	8.0	16.0	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	30.0	42.0	56.3	84.4	112.5	
1941	6.5	7.0	8.8	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	22.1	33.2	44.2	
1940	3.7	3.7	4.2	8.3	10.0	12.5	19.0	19.0	19.4	19.9	23.5	26.8	36.0	48.1	
1939	6.0	7.7	8.2	8.5	12.5	13.5	13.5	13.5	13.5	20.3	20.3	24.6	36.9	49.2	
1938	5.4	5.4	6.0	6.5	11.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	18.8	28.1	37.5	
N	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	60
Y-ORT	6.37	9.18	11.00	14.79	18.44	22.53	25.19	27.21	29.76	32.02	34.74	39.02	45.50	51.89	51.74
Y-EB	16.00	21.00	23.10	29.90	41.30	58.20	62.40	67.80	81.70	87.00	104.40	125.20	164.10	173.30	173.30
Std.S	2.81	4.43	5.11	6.86	8.30	11.28	13.47	14.84	16.85	17.74	19.76	21.83	24.62	25.73	25.54
Car.K	0.79	0.67	0.53	0.53	0.66	1.11	1.31	1.28	1.42	1.52	1.76	2.05	2.58	2.45	2.48
U.D.F	LN3	G	G	LP3	G	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3
2	6.03	8.48	10.19	13.45	17.13	19.95	21.76	23.51	25.35	27.23	29.44	33.02	38.65	44.89	44.77
5	8.54	12.76	15.13	20.03	25.15	30.10	33.41	36.44	39.80	42.06	45.60	50.25	57.09	64.64	64.31
10	10.08	15.60	18.40	24.45	30.46	37.48	42.35	46.28	51.07	53.96	58.63	64.47	72.72	81.01	80.54
25	11.92	19.18	22.53	30.05	37.17	47.48	55.13	60.17	67.36	71.54	77.98	86.14	96.97	105.95	105.29
50	13.23	21.83	25.59	34.20	42.15	55.40	65.77	71.52	81.05	86.66	94.69	105.22	118.83	128.03	127.24
100	14.49	24.47	28.63	38.32	47.09	63.73	77.35	83.82	96.07	103.62	113.50	127.14	144.31	153.42	152.49
PLF	0.12	0.18	0.21	0.29	0.36	0.44	0.51	0.56	0.62	0.66	0.72	0.80	0.90	1.00	0.99
PLV	0.14	0.21	0.25	0.33	0.40	0.47	0.51	0.55	0.59	0.63	0.68	0.76	0.87	1.00	1.00

ÇEŞİTLİ SENTETİK YÖNTEMLERLE TAŞKIN DEBİLERİNİN HESABI

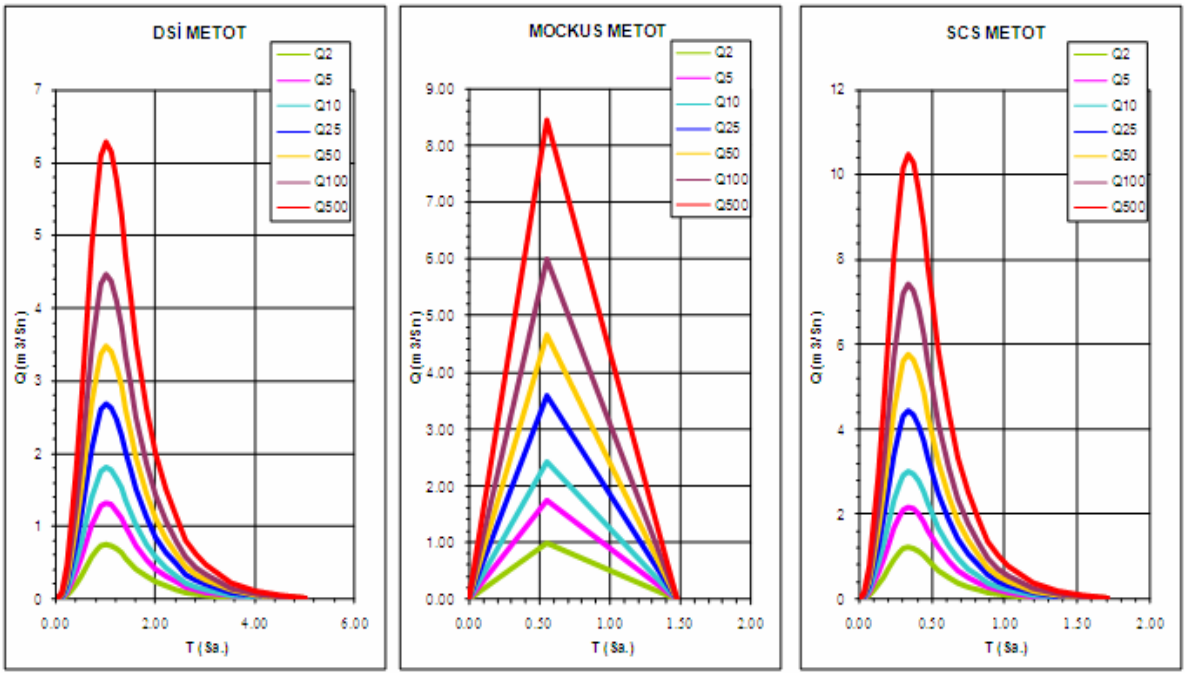
C-1 Aydut 1. Yankol (1 Nolu Kesit)



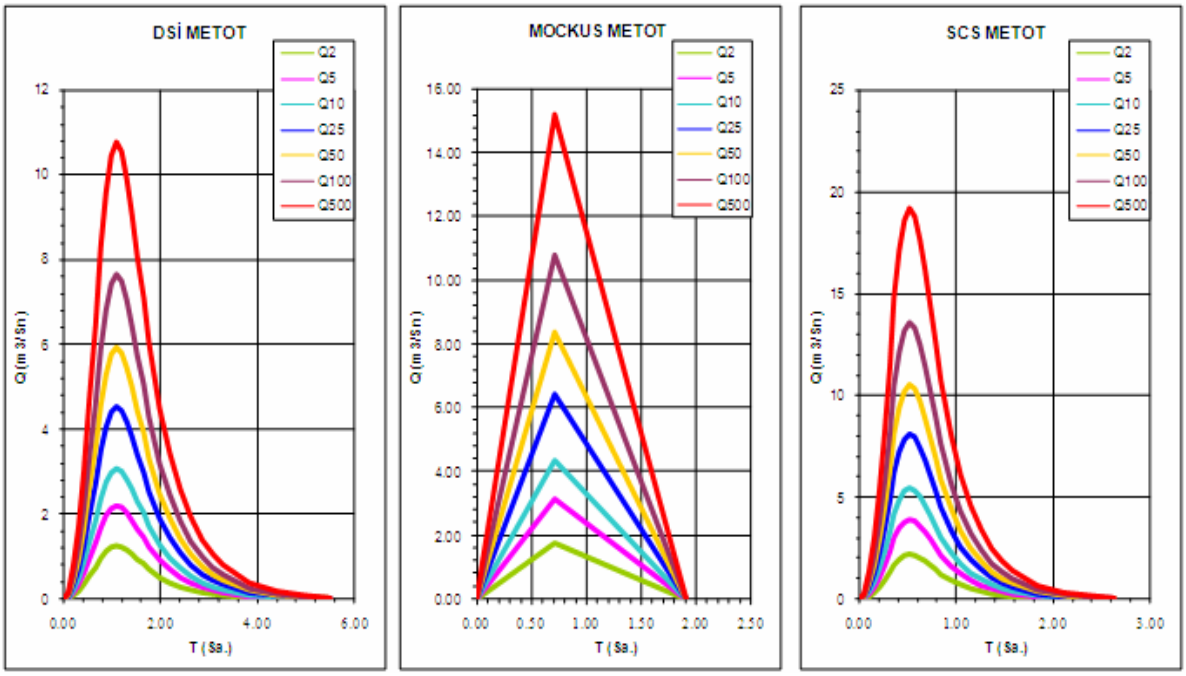
C-2 Pusu 1. Yankol (2 Nolu Kesit)



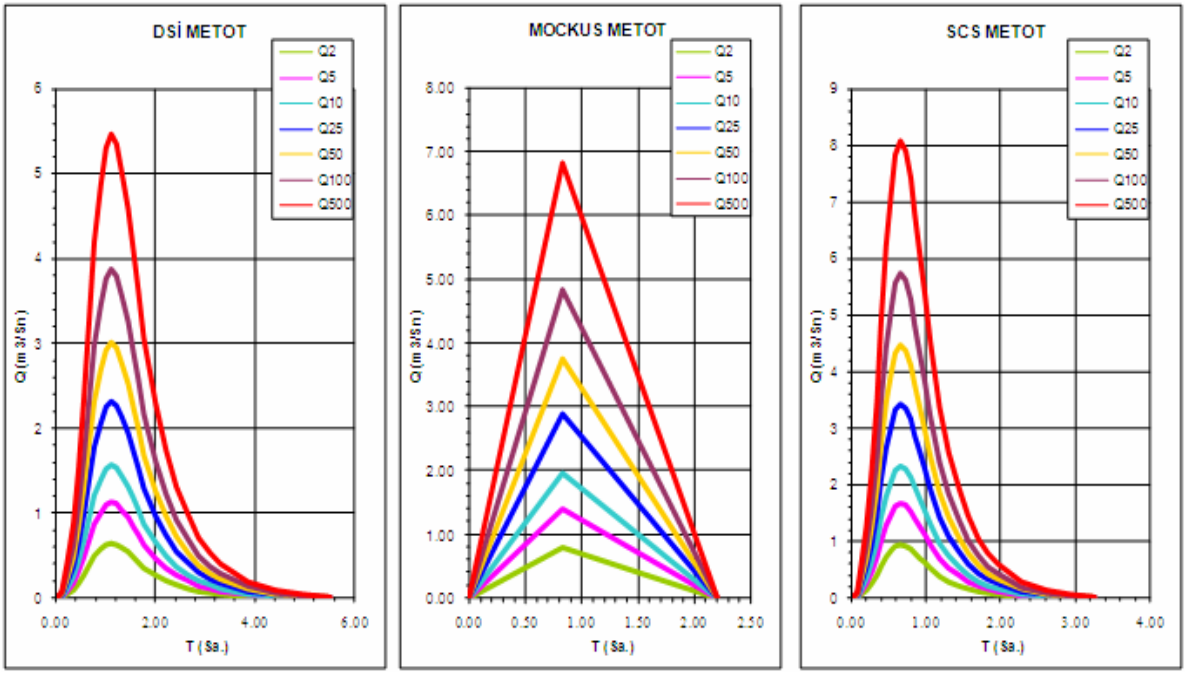
C-3 Pusu 3. Yankol (3 Nolu Kesit)



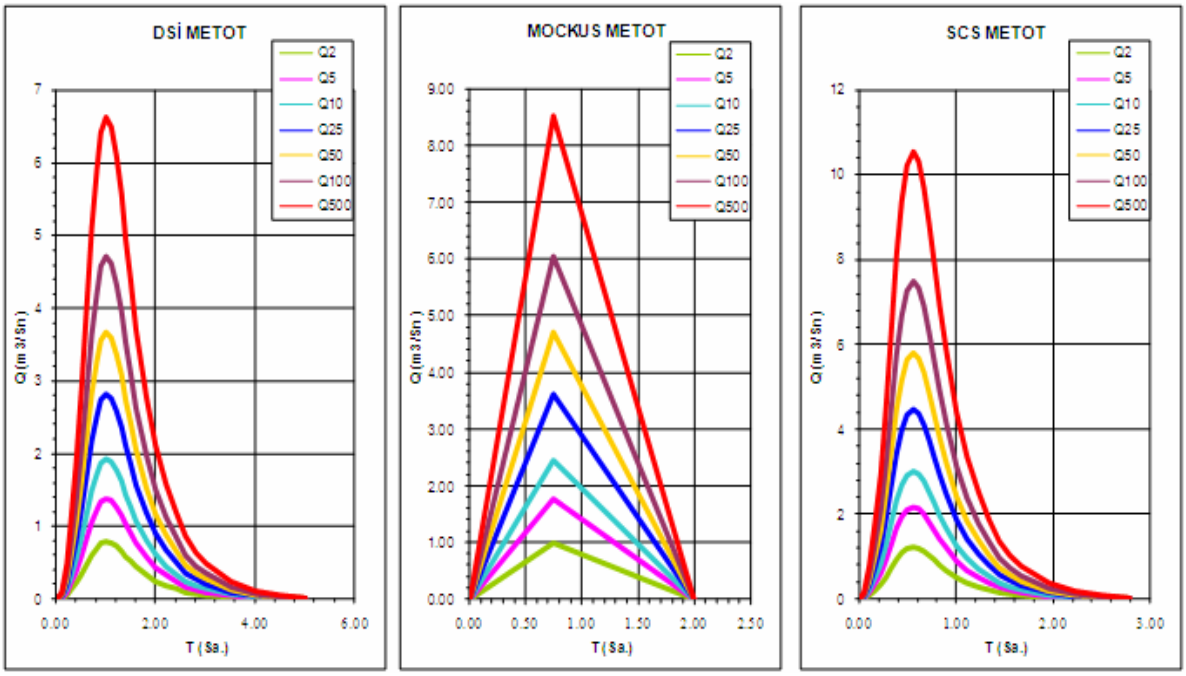
C-4 Pusu 2. Yankol (4 Nolu Kesit)



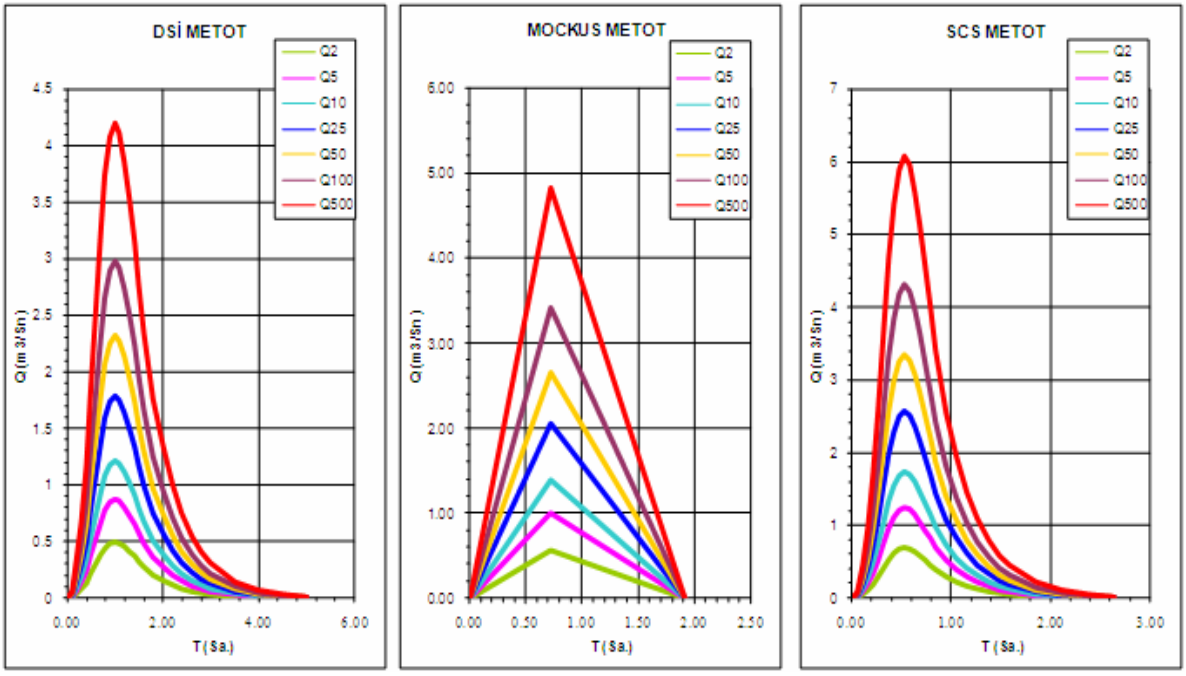
Pusu 4. Yankol (5 Nolu Kesit)



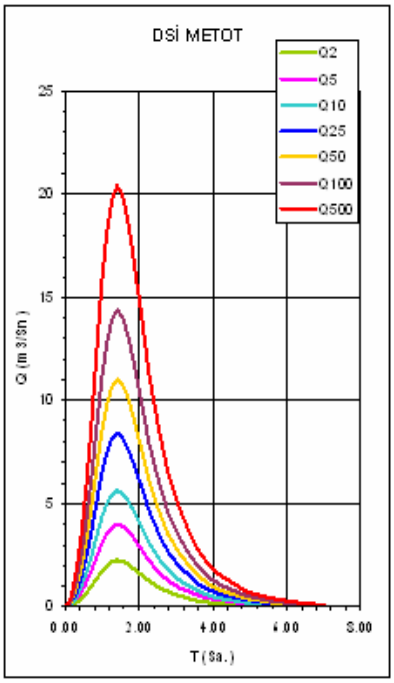
C-6 Aydut 2. Yankol (6 Nolu Kesit)

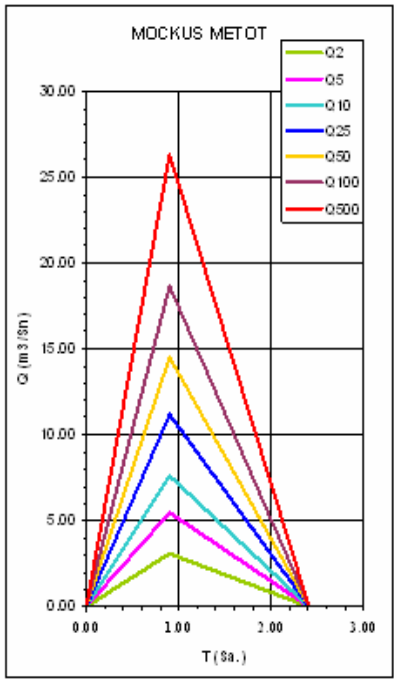


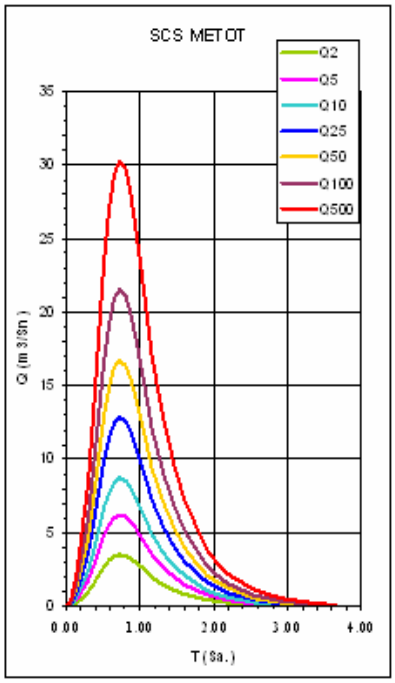
C-7 Kayalı 2. Yankol (7 Nolu Kesit)



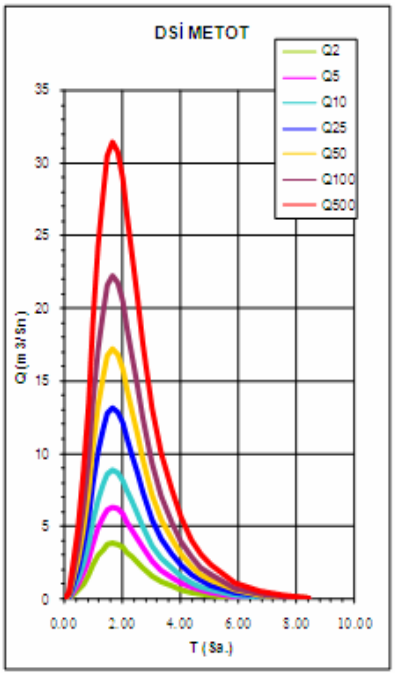
C-8 Aydut Anakol (8 Nolu Kesit)

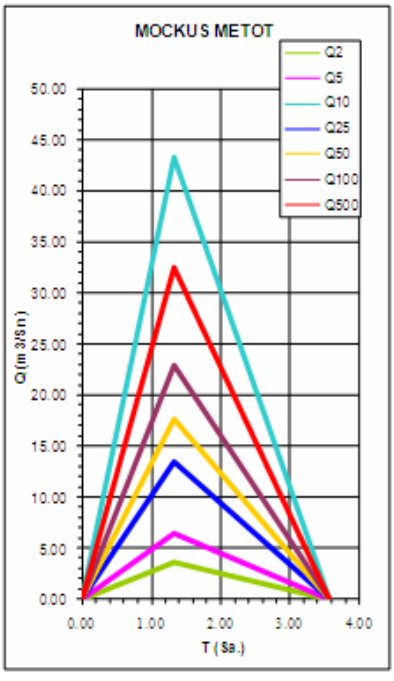


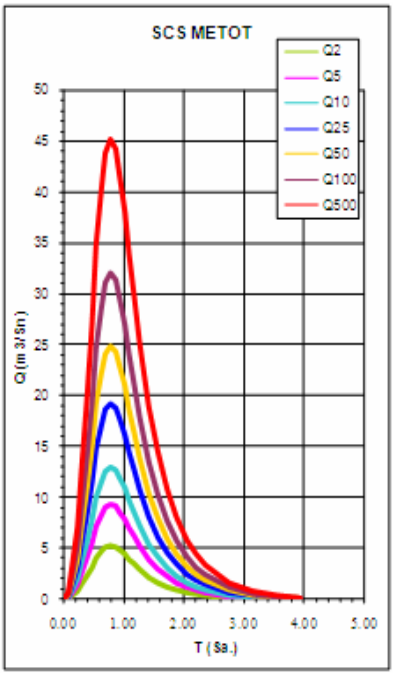




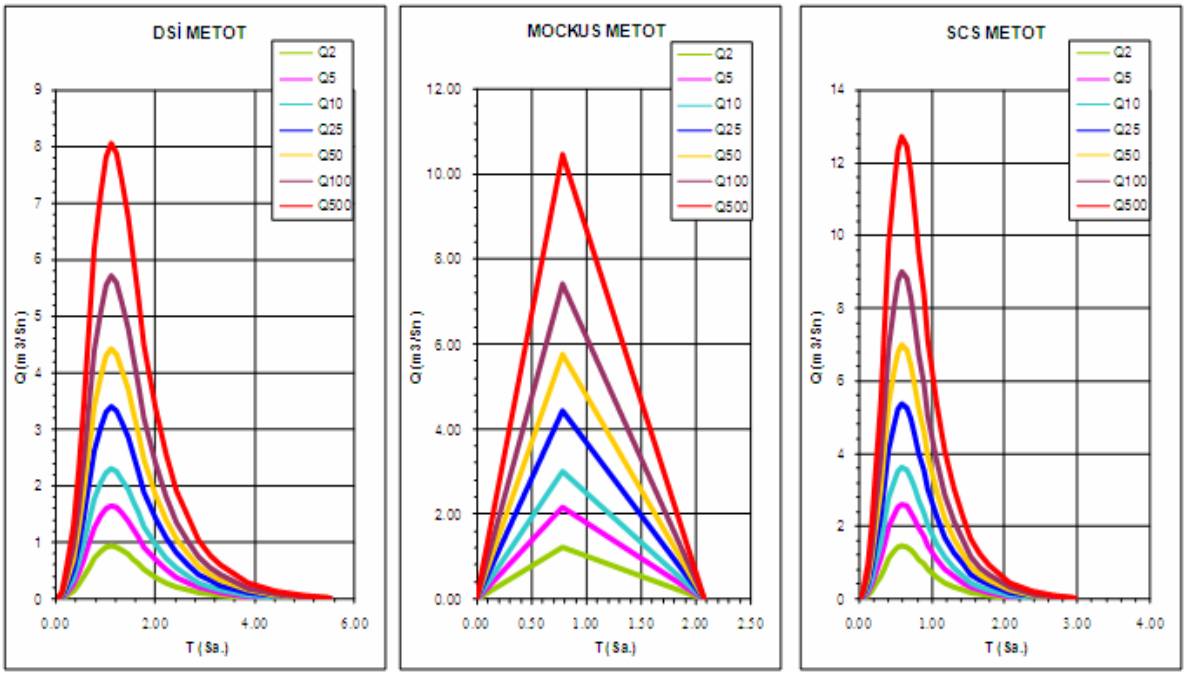
C-9 Pusu Anakol (9 Nolu Kesit)



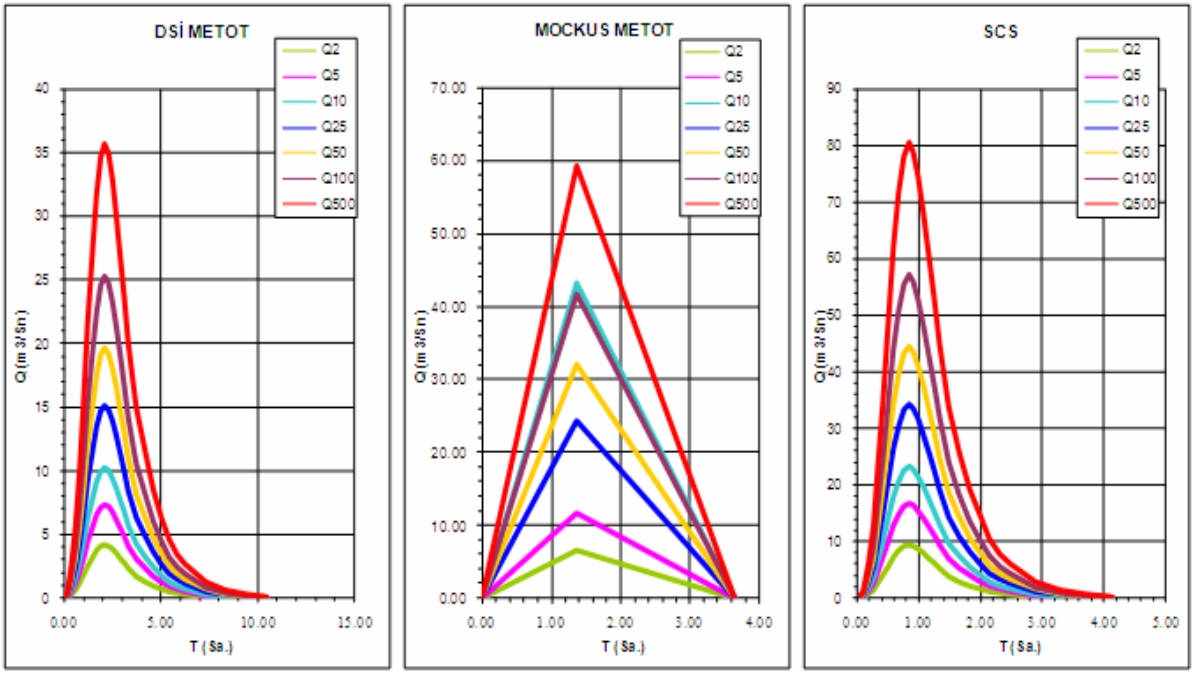




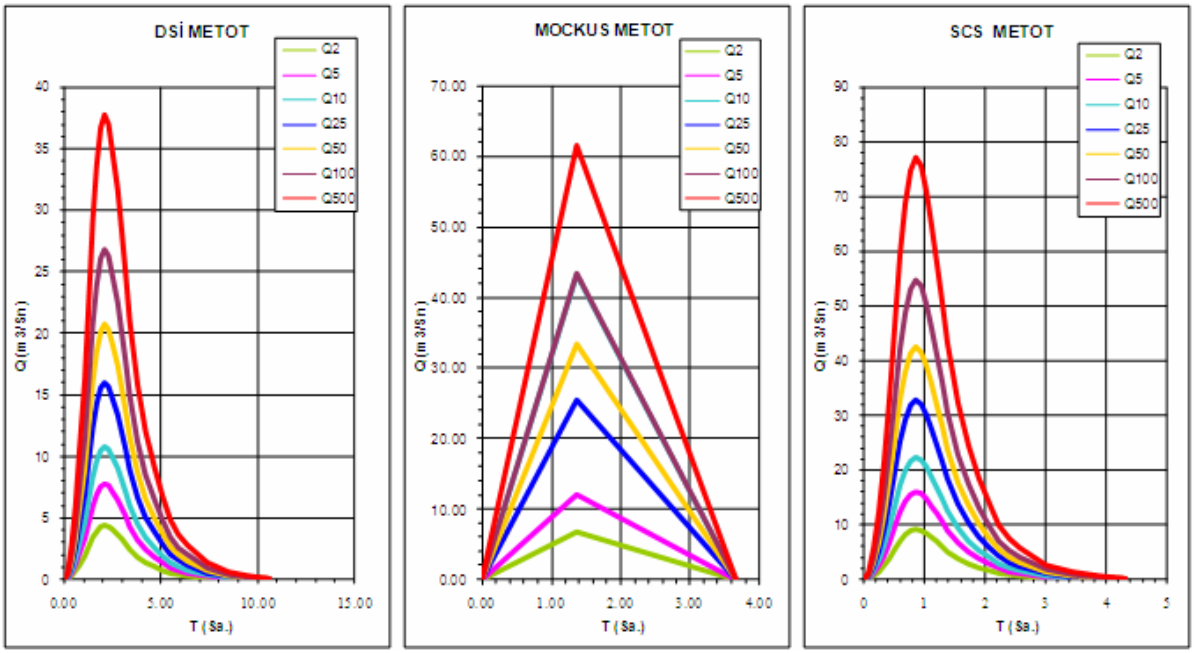
C-10 Kayalı Dere 1. Yankol (10 Nolu Kesit)



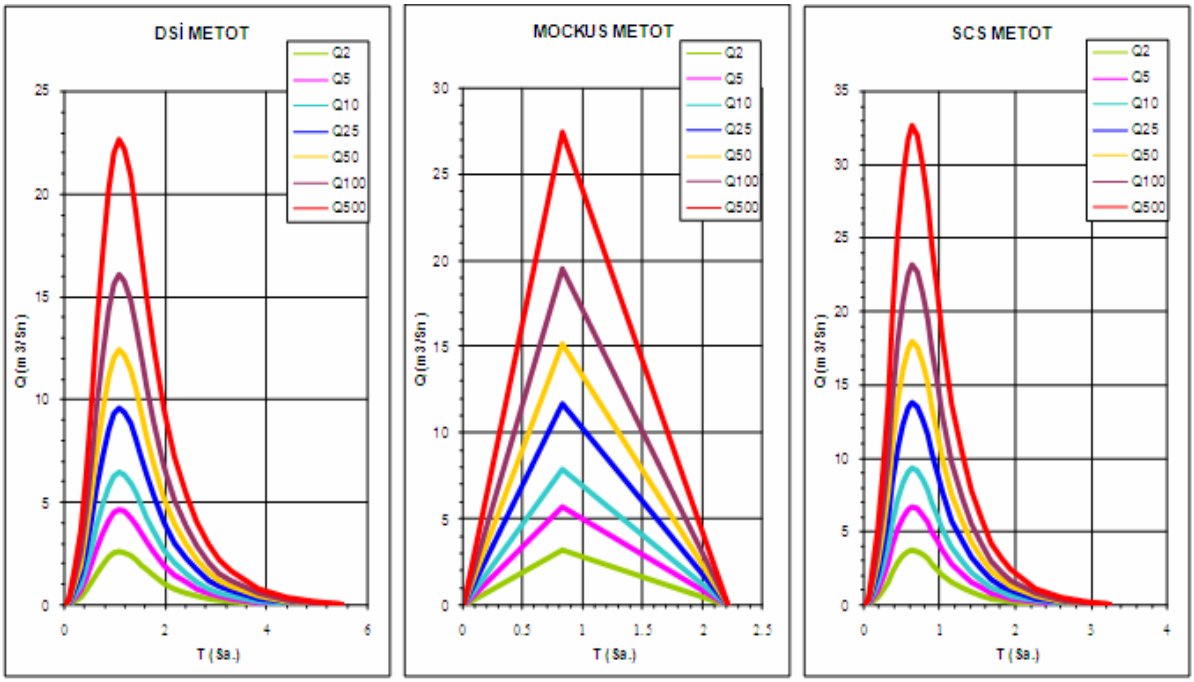
C-11 Kayalı Anakol (11-12-13 Nolu Kesitler)



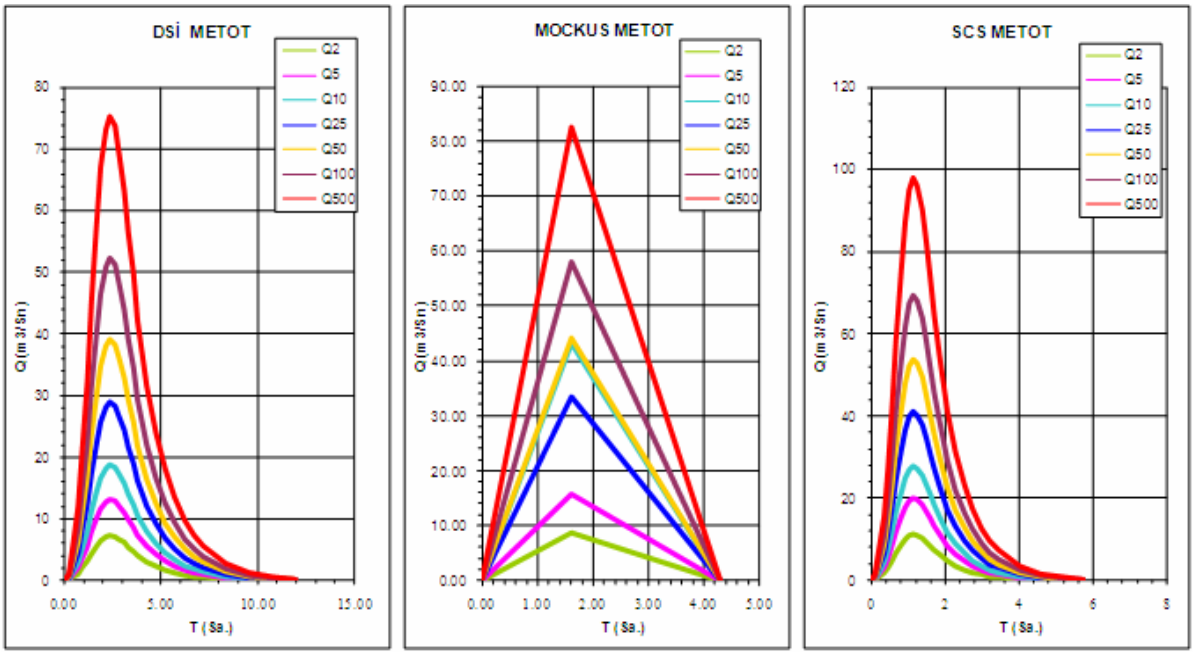
C-12 Kayalı Anakol (14 Nolu Kesit)



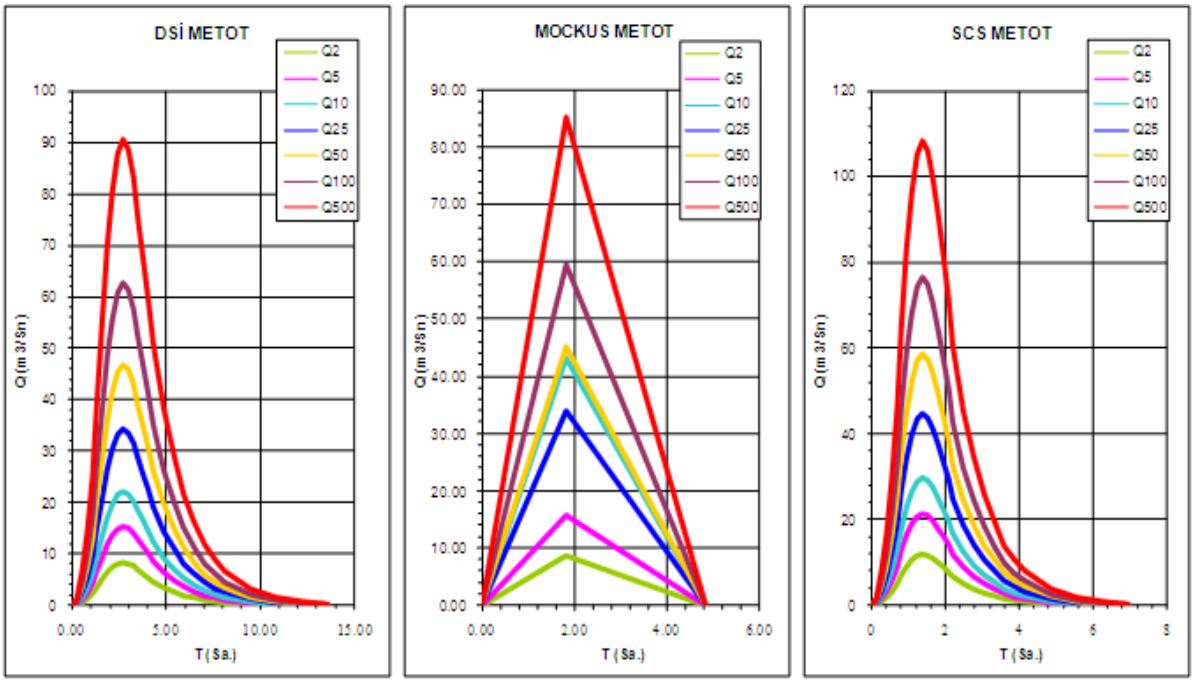
C-13 Kayalı 3.yankol (15 Nolu Kesit)



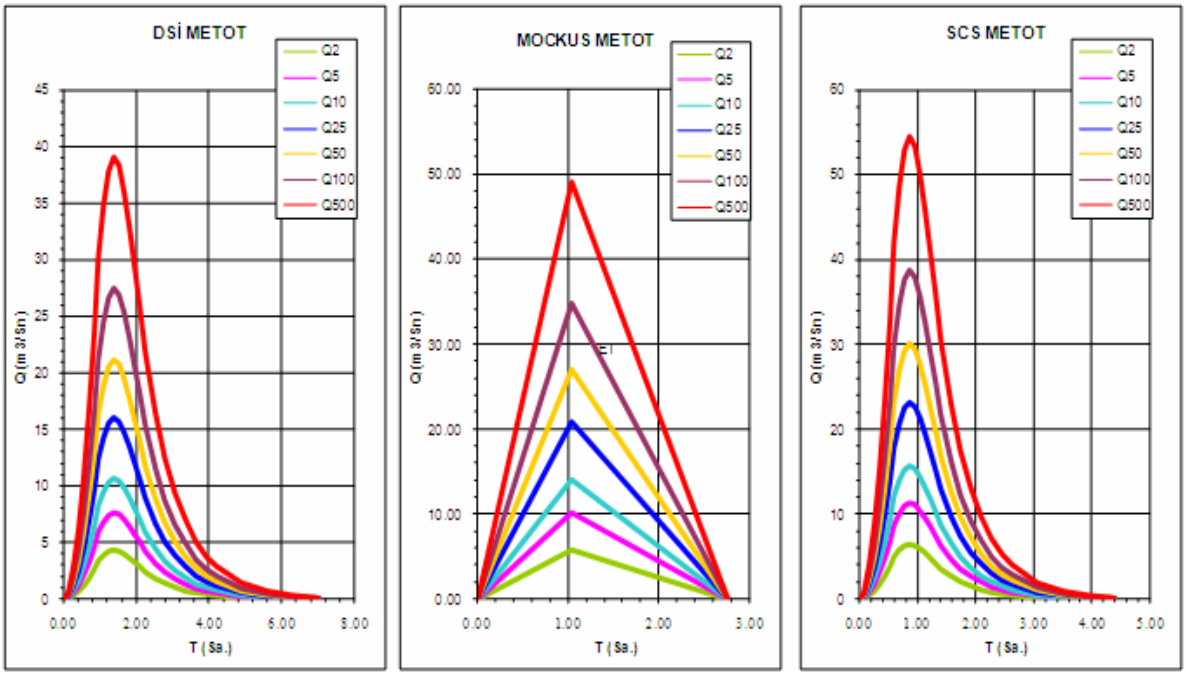
C-14 Kayalı Anakol (16 Nolu Kesit)



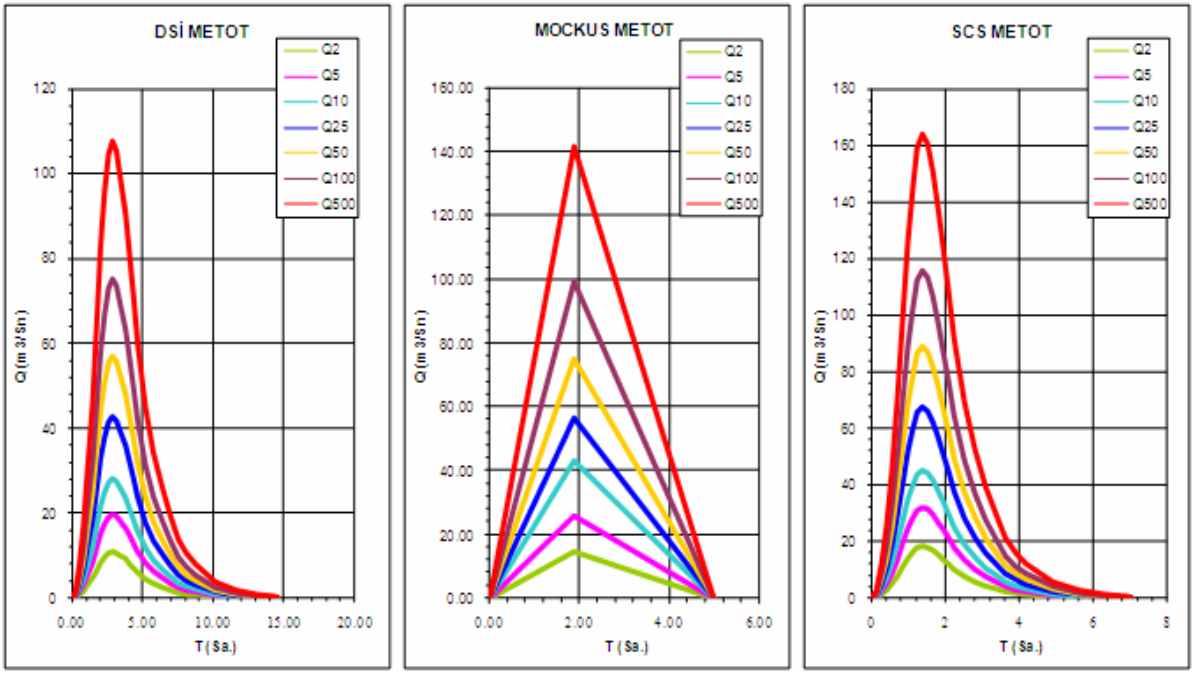
C-15 Kayalı Anakol (17 Nolu Kesit)



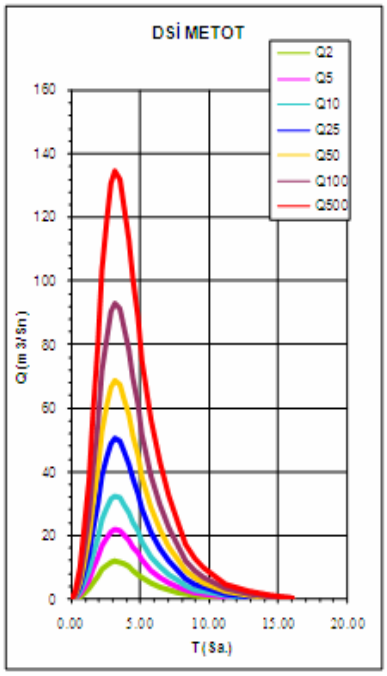
C-16 Ağıl Dere (18 Nolu Kesit)

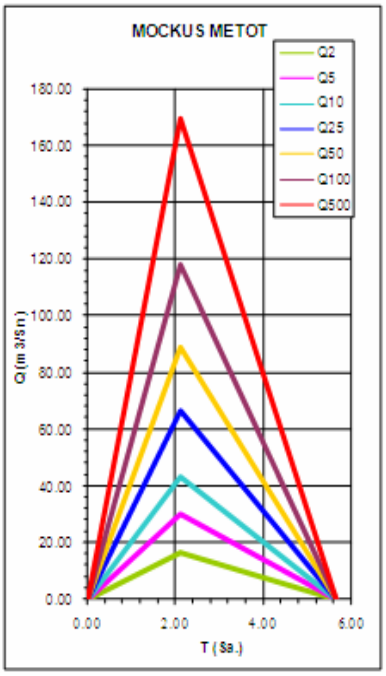


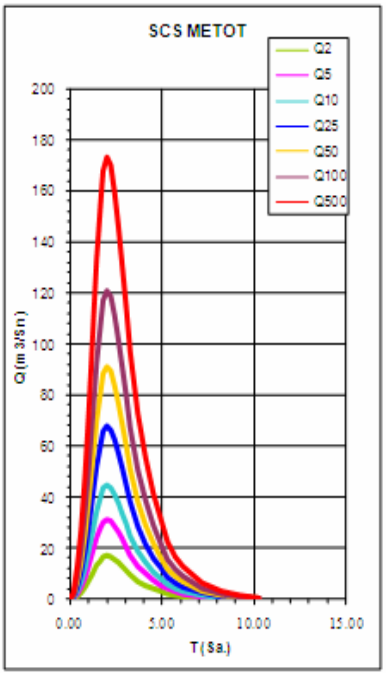
C-17 Kayalı Anakol (19 Nolu Kesit)

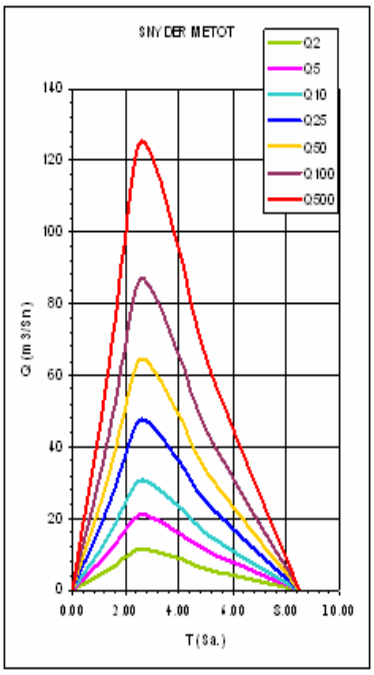


C-18 Kayalı Anakol (20-26 Nolu Kesit)









ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Mehmet Engin EREN

Doğum Tarihi ve Yeri : 12.01.1980 İstanbul

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : erenmehmetengin@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	**Alan**	**Okul/Üniversite**	**Mezuniyet Yılı**
Lisans	İnşaat Müh.	Trakya Ünv.	2003
Lise	Fen Bilimleri	Çapa Anadolu Öğretmen Lis.	1998

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	**Firma/Kurum**	**Görevi**
2010	Anadolu Yakası PTT Başmüd. Yapı ve Teknik İşl. Müdürlüğü	İnşaat Müh.
2005	İBB Altyapı Hizmetleri Müdürlüğü	İnşaat Müh.
2004	Bağcılar Beld. Yapı Denetim Müdürlüğü	İnşaat Müh.