

**T.C.
D CLE ÜN VERS TES
FEN B L MLER ENST TÜSÜ**

**BATMAN ÇAYI'NIN TA KIN ANAL Z N N
HEC-RAS PROGRAMIYLA YAPILMASI**

Hüseyin EFE

YÜKSEK L SANS TEZ

N AAT MÜHEND SL ANAB L M DALI

D YARBAKIR

Aralık - 2014

T.C. D CLE ÜN VERS TES
FEN B L MLER ENST TÜSÜ MÜDÜRLÜ Ü
D YARBAKIR

Hüseyin EFE tarafından yapılan “Batman Çayı’nın ta kın analizinin HEC-RAS programıyla yapılması” konulu bu çalı ma, jürimiz tarafından n aat Mühendisli i Anabilim Dalında YÜKSEK L SANS tezi olarak kabul edilmi tir.

Jüri Üyeleri

Ba kan : Prof. Dr. Tamer BA ATUR

Üye : Doç. Dr. Vedat ORUÇ

Üye : Yrd. Doç. Dr. Fevzi ÖNEN

Tez Savunma Sınavı Tarihi: 12/12/2014

Yukarıdaki bilgilerin do rulu unu onaylarım.

.../...../2014

Doç. Dr. Mehmet YILDIRIM

Enstitü Müdürü

TE EKKÜR

Bu alı manın her basama ında sabırlı deste ini, görü ve önerilerini esirgemeyen danı man hocam Yrd. Doç. Dr. Fevzi ÖNEN'e , yine hidrolik konusunda engin birikimiyle her zaman yol gösterici davranan Prof Dr. Tamer BA ATUR'a, teknik açıdan yardımları haricinde yüksek lisans yolunda her zaman desteklerini arkamda hissetti im mesai arkada larıma te ekkürü bir borç bilirim.

Ç NDEK LER

	Sayfa
TE EKKÜR.....	I
Ç NDEK LER.....	II
ÖZET.....	IV
ABSTRACT.....	V
Ç ZELGE L STES	VI
EK L L STES	VII
EK L STES	VIII
KISALTMA VE S MGELER.....	IX
1. G R	1
1.1. Ta kınların Olu ma Nedenleri.....	1
1.1.1. Meteorolojinin Ta kınlar Üzerindeki Etkileri.....	1
1.1.2. Be eri Faktörlerin Ta kınlar Üzerindeki Etkileri.....	5
1.1.3. Akarsu Yata ı Arazi Yapısının Ta kınlar Üzerindeki Etkileri.....	7
1.2. Açık Kanal Akımları.....	9
1.2.1. Açık Kanal Hidroli inin Temel Denklemleri.....	10
1.2.1.1. Debi Süreklilik Denklemi.....	10
1.2.1.2. Enerji Denklemi.....	11
1.2.2. Su Yüzü Profilinin Belirlenmesi.....	13
2. ÖNCEK ÇALI MALAR.....	17
3. MATERYAL.....	19
3.1. Çalı ma Yerine Ait Veriler	21
3.1.1. Jeolojik Yapı.....	21
3.1.2. Hidroloji.....	24
3.1.3. Pürüzlülük Katsayısı.....	28
3.1.3.1. Pürüzlülük Katsayısını Etkileyen Faktörler	29

3.1.3.1.1.	Yüzeyin Pürüzlülü ü.....	29
3.1.3.1.2.	Bitki Örtüsü.....	29
3.1.3.1.3.	Yatak Düzensizli i.....	30
3.1.3.1.4.	Birikim ve A ınma.....	30
3.1.3.1.5.	Engeller.....	30
3.1.3.1.6.	Seviye ve Debi.....	30
3.1.3.1.7.	Mevsimsel De i imler.....	30
3.1.4.	Daralma ve Genle me Katsayıları.....	33
4.	METOD.....	35
4.1.	HEC-RAS Programının Tanıtılması.....	36
4.1.1.	HEC-RAS Programının Parametreleri.....	37
4.1.2.	Su Yüzü Profilinin Belirlenmesi.....	38
5.	BULGULAR VE TARTI MA.....	41
6.	SONUÇ VE ÖNER LER.....	41
7.	KAYNAKLAR.....	47
	EKLER.....	51
	ÖZGEÇM	91

ÖZET

BATMAN ÇAYI'NIN TA KIN ANALİZİNİN HEC-RAS PROGRAMIYLA YAPILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Hüseyin EFE

DOKÜMAN VERSİYON
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
NİHAZ MÜHENDİSLİK ANABİLİM DALI
2014

Ta kınlar, tropikal iklim kuşağında yer alan ülkelerin yanı sıra Türkiye gibi bu iklim kuşağının dışında yer alan ülkelerde de hem sayı olarak hem de verdiği zararlar açısından bir artış göstermektedir. Artan nüfus yoğunluğuyla beraber çarpık yerleşim bölgelerinin artmasıyla bu ta kınlar sonucu can ve mal kayıplarının da yaşanmasını kaçınılmaz hale getirmektedir. Özellikle son yıllarda hayatın her alanına girmeye başlayan Coğrafik Bilgi Sistemiyle, ta kın risk analizlerine dayalı risk haritaları yerleşim planlamalarında esas alınan öncelikli etmen olmaya başlamıştır. Bu çalışmada, Batman Çayı'nın Yeni Malabadi Köprüsü ile Diyarbakır – Batman Karayolu Köprüsü arasında kalan kesimine ait ta kın analizi yapılmıştır. Dört bir eylemle (J 0.00019) menderesler çizerek sık sık akım yatağı değişen Batman Çayı'nın, Batman İl merkezi de dahil olmak üzere birçok yerleşim yerine sınırı bulunmaktadır. Bu da, yüksek bir debiye sahip olan Batman Çayı'nda zaman zaman can ve mal kaybına neden olmaktadır. Çalışma yapılan bölgeye haritada AutoCAD Civil 3D programı kullanılarak toplam 165 adet enkesit alınmıştır. Elde edilen bu enkesitlerle, HEC-RAS (Hydrologic Engineering Centers River Analysis System) programı yardımıyla Batman Çayı'nın tek boyutlu ta kın analizi yapılmıştır. Değişik feyezan değerlerine bağlı ta kın zararlarının alansal değerlerinin göz önüne alınarak Ta kın Risk Analiziyle mevcut dereye ait doşal yatakta Q5, Q10, Q25, Q50, Q100 ve Q500 ta kın tekrür debilerinde su üst yüzünün geldiği kotlar belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler; Batman Çayı, HEC-RAS, Ta kın Analizi

ABSTRACT

FLOODPLAIN ANALYSIS OF BATMAN RIVER WITH HEC-RAS PROGRAM

M.SC. THESIS
Hüseyin EFE

**DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF DICLE
2014**

Floods, shows an increase in losses as well as in terms of both the number given in the tropical zone of countries as well as the climate in Turkey as countries located outside of the zone. With the increase in unplanned settlements with the increasing population density makes it inevitable that happened in their lives and property lost as a result of the flood. Especially in recent years, starting with the Geographic Information System to enter all areas of life, based on risk analysis and flood risk maps settlement has become a priority basis as factors in planning. In this study, the floodplain analysis of Batman River between New Malabadi Bridge and Diyarbakır – Batman Highway Bridge was performed. With a lower slope ($J=0.00019$) and a lot of meanders Batman River, which close to the several settlements including the city center of Batman, frequently changes its current bed. High flow rate in Batman River cause loss of life and property. 165 cross-sections is taken from the map of the study area with AutoCAD Civil 3D program. After export these cross-sections to the HEC-RAS (Hydrologic Engineering Centers River Analysis System), one-dimensional floodplain analysis of Batman River is obtained. Under the different flow rate, spatial variations of flood damage is provided. Floodplain risk analysis determine water surface profile in the natural bed of the river under Q_5 , Q_{10} , Q_{25} , Q_{50} , Q_{100} ve Q_{500} flow rates.

Key Words; Batman River, HEC-RAS, Floodplain Analysis

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge No</u>		<u>Sayfa</u>
Çizelge 1.1.	Dünya genelinde meydana gelen taşkınlar ve etkileri	4-5
Çizelge 1.2.	Taban eğimine göre akım türleri	16
Çizelge 3.1.	Batman Çayı güzergahı boyunca açılan ara tırma çukuru logları	23
Çizelge 3.2.	Çalı ma alanına yakın yerlerde bulunan meteoroloji istasyonları	25
Çizelge 3.3.	Batman Barajı ve Silvan Barajına ait taşkın debi değerleri	26
Çizelge 3.4.	Batman Çayı yan dereleri debi değerleri	27
Çizelge 3.5.	Aynı kanalda debinin pürüzlülük katsayısına göre değişimi	28
Çizelge 3.6.	DS tarafından önerilen pürüzlülük katsayıları	31
Çizelge 3.7.	Batman Çayı pürüzlülük katsayısı	33
Çizelge 3.8.	HEC-RAS için daralma ve genişleme kayıp katsayıları	34
Çizelge 5.1.	Batman Çayı'nın taşkın analiz sonuçları	44

EK L L STES

<u>ekil No</u>		<u>Sayfa</u>
ekil 1.1.	İstanbul'da bastıran ani ve yavaş su sonrası denizle karanın birleşmesi	2
ekil 1.2.	Sel - taşkın - iddet yavaş su afetleri 1940 – 2010 arasındaki gözlenme sayıları	3
ekil 1.3.	Türkiye'de 1940-2010 yılları arasında meydana gelen taşkın sayıları	4
ekil 1.4.	Enine yapılar önünde biriken çöpler	6
ekil 1.5.	Dere yataklarındaki kontrolsüz yapılaşmalar	7
ekil 1.6.	Çentik vadi türünde su akışı	8
ekil 1.7.	Edirne Meriç Havzası taşkın erken uyarı sistemi	9
ekil 1.8.	Akım sınıflandırmaları	10
ekil 1.9.	Debi süreklilik denklemi	11
ekil 1.10.	Açık kanal akımlarında ardışık kesitlerde enerji	12
ekil 1.11.	Su yüzü profillerinin tanımlanması	15
ekil 3.1.	Batman Çayı'nın çalınan alanın kesimi	19
ekil 3.2.	Batman il merkezinde taşkın	20
ekil 3.3.	Batman Çayı'nda taşkın sonrası su altında kalan araziler	20
ekil 3.4.	Çalınan alanının stratigrafik kolon kesiti	22
ekil 3.5.	Debi hesaplama yöntemleri	24
ekil 3.6.	Batman Çayı güzergâhında Manning pürüzlülük katsayısı tayini	32
ekil 3.7.	Batman Çayı güzergâhında Manning pürüzlülük katsayısı tayini	32
ekil 4.1.	Çalınan alanın akı diyagramı	35
ekil 4.2.	HEC-RAS programı kullanıcı ara yüzü	37
ekil 5.1.	Dere yatağından elde edilen kesitlerdeki su yüzü profil sonuçları	41
ekil 5.2.	Ana dere güzergâhına ait uzunluk-kot profil tablosu	42
ekil 5.3.	Çalınan alanı güzergâhı boyunca ortaya çıkan hız değerleri	43
ekil 5.4.	Çalınan alanı güzergâhı boyunca ortaya çıkan taban gerilme kuvvetleri	43
ekil 6.1.	“Batman Çayı Islahı” çalınan alanının yatak en kesiti	74
ekil 6.2.	Batman Çayı Islahı” çalınan alanının tip yatak en kesiti	74

EKLER L STES

<u>Ek No</u>		<u>Sayfa</u>
Ek 1	Örnek en kesitlerin tekerrür debiler altında su yüzü profili	81
Ek 2	Batman Çayı güzergahının su yüzü – kot profili	83
Ek 3	Batman Çayı’nda tekerrür debileri altındaki hız grafi i	85
Ek 4	Batman Çayı’nda tabanda meydana gelen kayma gerilme de erleri	87

KISALTMA VE SİMGELER

	: Hız düzeltme katsayısı
A	: Alan (m^2)
AG	: Akım Gözlem stasyonu
C	: Chezy katsayısı
DS	: Devlet Su leri
$EM-DAT$: The International Disaster Database
f	: Darcy-Weisbach pürüzlülük katsayısı
g	: Yer çekim ivmesi (m/s^2)
$HEC-RAS$: Hydrologic Engineering Centers River Analysis System
K	: Yersel yük kayıp katsayısı
m	: Kıvrım faktörü
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlü ü
n	: Manning pürüzlülük katsayısı
Q	: Debi (m^3/s)
	: Basınç (kgf/m^2),
R	: Hidrolik yarıçap (m^2/m)
Sc	: Kritik e im
Sf	: Enerji çizgisi e imi
So	: Kanal taban e imi
Tc	: Ya ı toplanma süresi
v	: Hız (m/s)
Δh_k	: Yersel enerji kayıpları (m)
Δx	: Yatay uzaklık mesafesi
	: Birim hacim a ırlı ı (kgf/m^3)

1. G R

Ta kın; kar erimeleri veya ya an a ırı ya mur sonucu dere yata ının, gelen suyu geçirmekte yetersiz kalması sonucu suyun dere yata ı yan evlerini a arak yakın yerleri sular altında bırakmasıdır. Genel itibariyle ta kınların olu masında ani ve yo un ekilde ba layan sa anak ya murlar, akarsu yata ının jeomorfolojik yapısı ve akarsu do al akı yata ına müdahaleler etkilidir.

1.1. Ta kınların Olu ma Nedenleri

Ta kınların ortaya çıkmasında genel olarak meteorolojik artlar, be eri faktörler ve akarsu yata ının co rafik-jeomorfolojik yapısı etkilidir. Do al sebeplerin yanında (iklimsel, co rafik v.b.) bir ta kının afete dönü ebilmesi için mutlak suretle insan etkisi olmalıdır.

1.1.1. Meteorolojinin Ta kınlar Üzerindeki Etkileri

Ta kınlar, özellikle tropikal iklim ku a nda yer alan ülkeler ba ta olmak üzere dünya genelinde depremde sonra en büyük do al afet olarak görülmektedir. Küresel ısınmanın etkileri, buzulların erimesi, deniz seviyesi yükselmesi, iklim ku aklarının kayması gibi de i ikliklerle sınırlı de ildir. Küresel ısınmanın sürmesi durumunda, a ırı hava olayları (iddetli fırtınalar, kuvvetli ya ı lar ve fırtına kabarmaları) gibi meteorolojik olayların yanında, bu olaylara ba lı olarak olu an ta kınlar ve seller gibi hidrolojik ve uzun süreli kuraklık olayları ve çölle me süreçleri gibi klimatolojik kökenli do al afetlerin iddetinde, sıklı nda ve etkinlik alanında önemli artı ların olabilece i beklenmektedir. Küresel ısınmaya ba lı iklim de i ikli inin etkileri yalnız küresel olmadı ı gibi, bunlarla da sınırlı de ildir. Geçmi teki iklim de i ikliklerinde oldu u gibi, bölgesel ve zamansal farklılıklar olu abilecektir. Örne in, gelecekte dünyanın bazı bölgelerinde kasırgalar, kuvvetli ya ı lar ile onlara ba lı seller ve ta kınlar gibi meteorolojik afetlerin iddetlerinde ve sıklıklarında artı lar olurken, bazı bölgelerinde uzun süreli ve iddetli kuraklıklar ve bunlarla ili kili yaygın çölle me olayları daha fazla etkili olabilecektir (Türke ve ark. 2000).

Küresel iklim değişiminden dolayı son yıllarda sadece tropiklerdeki fırtınaların sayısı ve şiddetinde artış yok; Türkiye gibi tropiklerin dışındaki ülkelerde de şiddetlenen gök gürültülü sağanak yağışlardan dolayı, şehirlerdeki ani sellerin sayısı ve şiddetinde de artışlar var. Artık deprem, sel, vb. tehlikeler, hızla artan çarpık yerleşim bölgelerinde daha fazla afete dönüşebiliyor (Kadıoğlu 2008).

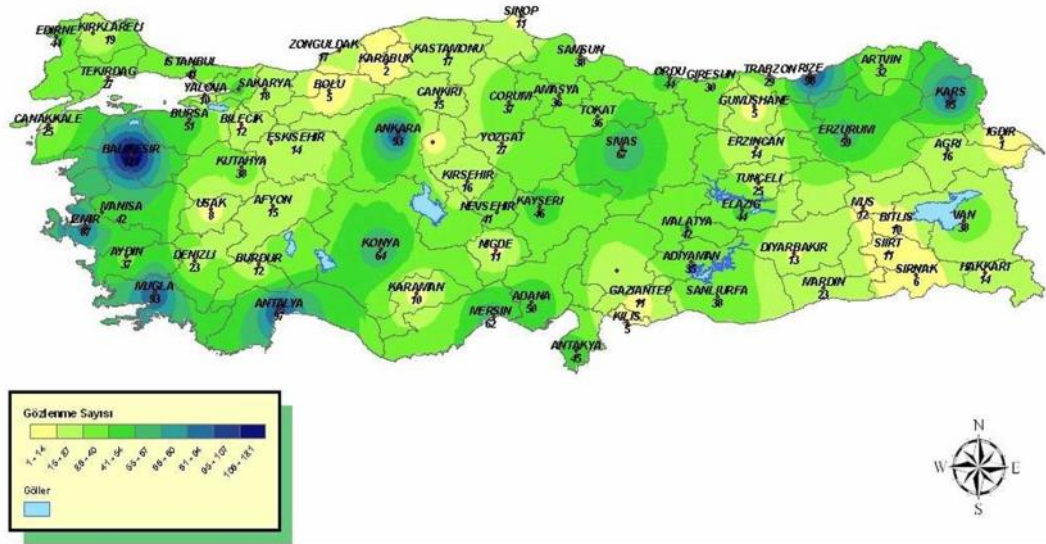


ekil 1.1. İstanbul'da bastırılan ani ve yoğun yağış sonrası denizle karanın birleşmesi

Türkiye, subtropikal kuşakta kıtaların batı bölümünde bulunan ve Akdeniz iklimi olarak adlandırılan bir büyük iklim bölgesinde yer almaktadır. Üç tarafı denizlerle çevrili ve ortalama yüksekliği yaklaşık 1100 m olan Türkiye'de, birçok alt iklim tipi belirgindir. İklim tiplerindeki bu çeşitlilik, Türkiye'nin yıl boyunca, orta enlem/polar ve tropikal kuşaklardan kaynaklanan çeşitli basınç sistemleri ve hava tiplerinin etki alanına giren bir geçiş bölgesi üzerinde yer almasıyla bağlantılıdır. Buna, topografik özelliklerinin karmaşık ve kısa mesafelerde değişimlerinin olması vb. fiziki coğrafya etmenleri de eklenebilir (Türker ve ark. 2000).

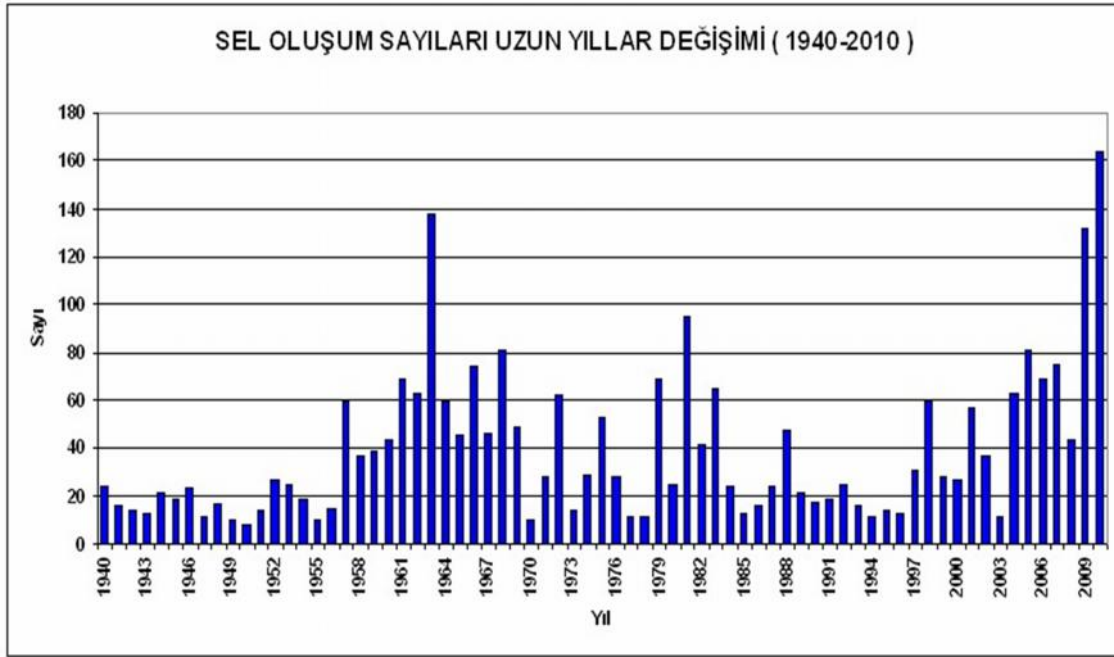
Ani ve yoğun şekilde kendini gösteren yağışlar neticesinde özellikle yerleşim yerleri içinde yer alan drenaj sistemleri çoğu zaman yetersiz kalabilmektedir. Böyle bir durumda erken uyarı sistemleri tedbir alınması için gereken süreyi sağlamakta yetersiz

kaldı ından ta kın etkilerinin azaltılmasında di e dokunur bir fayda sa lanamamaktadır. Özellikle 2014 yılı içinde stanbul ilinde ani ve yo un olarak bastıran ya mur sonrası yetersiz kalan drenaj sistemi yüzün9den deniz kıyısında kabaran ya mur suları, deniz su seviyesiyle birle mi tir (ekil 1.1.).



ekil 1.2. Sel - ta kın– iddet ya ı afetleri 1940 – 2010 arasındaki gözlenme sayıları (MGM 2014)

DS verilerine göre 1975-2010 yılları arasında 695 adet ta kın olayı meydana gelmi , bu ta kınlar sonucunda 634 can kaybı olmu , 810 000 hektar tarım arazisi ta kına maruz kalmı , ta kınlar ülke ekonomisine toplamda yaklaşık 3 717 000 dolar zarar vermi tir. (Altundal 2010). ekil 1.2.'de Türkiye'nin geneli itibariyle 1940-2010 yılları arasında meydana gelen ta kınların gözlenme sayılarına göre olu turulmu harita ve ekil 1.3.'de 1940-2010 yılları arasında meydana gelen ta kın sayıları verilmi tir. Yapılan baraj, ta kın ıslah yapılarıyla v.b. bu etkiler bertaraf edilmeye çalı ılmı olsa da hızlı de i en iklim ko ulları, çarpık yapıla ma gibi sebeplerle bu çalı malar yetersiz kalmaktadır.



ekil 1.3. Türkiye’de 1940-2010 yılları arasında meydana gelen ta kın sayıları (MGM 2014)

Çizelge 1.1.’de dünya genelinde meydana gelen ta kınların yıllara göre dağılımı gösterilmiştir. Yine 2014 yılı içinde Çin’de meydana gelen ta kın felaketinde 134 ki i hayatını kaybetmiş 19 milyon ki i etkilenmiştir. Aynı yılın 13-18 Mayıs tarihleri arasında Güneydoğu Avrupa’yı etkileyen “Yvette” alçak basınç sisteminin sebep olduğu ta kın felaketinde 80 ki i yaşamını yitirmiş olup 2,5 milyon ki i olumsuz yönde etkilenmiştir.

Çizelge 1.1. Dünya genelinde meydana gelen ta kınlar ve etkileri (EM-DAT Uluslararası Felaket Arşivi 1900-2014)

Ülke	Yıl	Etkilenen İnsan Sayısı
Çin	1998	238,973,000
Çin	1991	210,232,227
Çin	1996	154,634,000
Çin	2003	150,146,000
Çin	2010	134,000,000
Hindistan	1993	128,000,000
Çin	1995	114,470,249
Çin	2007	105,004,000
Çin	1999	101,024,000
Çin	1989	100,010,000

Çizelge 1.1. Dünya genelinde meydana gelen ta kınlar ve etkileri
(EM-DAT Uluslararası Felaket Ar ıvi 1900-2014) (devamı)

Ülke	Yıl	Zarar (000 \$)
Tayland	2011	40,000,000
Çin	1998	30,000,000
Çin	2010	18,000,000
Kuzey Kore	1995	15,000,000
Almanya	2013	12,900,000
Çin	1996	12,600,000
ABD	1993	12,000,000
Almanya	2002	11,600,000
ABD	2008	10,000,000
Pakistan	2010	9,500,000

1.1.2. Be eri Faktörlerin Ta kınlar Üzerindeki Etkileri

Do al riskler arasında yer alan ve geçmi te oldu u gibi gelecekte de önemini koruyacak olan ta kınlar, büyük oranlarda can ve mal kaybına neden olmasının arkasında yatan en önemli neden - ülkemiz açısından - kentsel geli menin biçimidir. Bu ba lamda, göç ve nüfus artı ı baskısı altında ço u kez çok hızlı bir biçimde büyüyen kentlerimiz, her türlü risk faktörünün felakete dönü mesini kolayla tırmaktadır (Hakan 2007).

Do al ortamda dere yataklarının büyüklü ü a ır ı derecede ta kına sebep olabilecek durumda de ildir veya sa anak ya ı ların ta kına neden olabilmesi için kısa sürede a ır ı bir ya ı ın dü mesi gerekmektedir. Ancak insan müdahalesi sonucunda yatakları daraltılan veya kanal içerisine alınan dereler daha fazla ta kına neden olmaktadır. Yanlı ımar uygulamaları ve arazi kullanımları sonucunda dere yataklarının daraltılması, kanal içerisine alınması veya akı kesitinin gecekondü ve di er kullanım amaçları için küçültülerek yer yer tamamen yok edilmesi, bu sorununun ana nedenini olu turmaktadır (Filiz 2001, Karakuyu, 2004).

Kırsal bölgelerde özellikle toprak kazanımı sa lamak maksadıyla dere yata ının geli igüzel doldurularak arazi kazanım yoluna gidilmesi, ta kın anında telafisi güç sonuçlar do urmaktadır. Ya ı la beraber akı a geçen su, mansap artları sa lanamadı ından arazilerde ve yakın civardaki yerle im yerlerinde ta kına sebep olmaktadır.



ekil 1.4. Enine yapılar önünde biriken çöpler

Gerek yetersiz altyapı ko ulları ve gerekse insan müdahaleleri sonucu dere yatakları ço u zaman çöplük olarak kullanılmaktadır (ekil 1.4.). Zaman içinde biriken bu çöp yı nları, özellikle enine yapıların (köprü, menfez...) bulundu u bölgelerde birikerek su geçi ini tamamen ya da kısmen engellemektedir. Böyle bir durumda gelen ta kın hem geçi yapısına zarar vermekte hem de çevrede bulunan yerlerde can ve mal kaybına sebep olmaktadır (ekil 1.5.). Bu etkiler sonucu artan pürüzlülük katsayısındaki de i im; debiyi, su derinli ini ve su hızını ciddi miktarda etkilemektedir. Hızın dü mesi sonucu azalan debiyle beraber akarsu yata ındaki su yüksekli i artarak ta kın riski olu turabilmektedir. Aynı risk durumu dere yataklarının üstünün kapatılmak suretiyle ortaya çıkan kontrolsüz yapıla malarda da görülmektedir. Söz konusu yapılar, ta kına sebebiyet vermenin yanında buralarda iskân etmekte olan insanların hayatlarını da tehlikeye atmaktadır.



ekil 1.5. Dere yataklarındaki kontrolsüz yapılar

1.1.3. Akarsu Yata ı Arazi Yapısının Ta kınlar Üzerindeki Etkileri

Akarsu süreçleriyle meydana gelmi yer ekilleri fluviyal jeomorfolojik olu umlar olarak tanımlanır. Akarsuların yer ekillendirmesindeki etkisi esas olarak ılıman ku aklarda gerçekleşir. Bu nedenle jeomorfolojide akarsulara ba lı yer ekillerinin geli imi esas alınır (Dirik 2010).

Havzanın jeolojik yapısı, akarsuyun morfolojisini belirlemede etkindir. Akarsu yata ı, jeolojinin müsaade etti i ekilde gelişir. Aynı ekilde zemin cinsi de sızma ve akı miktarlarını etkiler (Özbek 2008).

Genel olarak akarsular bir vadi boyunca uzanır. Akarsuyun akı yönü, güzergâhı, hızı, taşıdığı rusûbat miktarı gibi parametreler vadinin ekline ve jeolojisine göre değişebilmektedir. Çentik Vadi, Yarma Vadi, Kanyon Vadi ve Tabanlı Vadi en çok rastlanan vadi çe itleridir. Çentik Vadi (Kertik); akarsuların derine a ındırmasıyla oluşan V ekilli, tabansız, genç vadilere çentik vadi ya da kertik vadi denir. Yarma Vadi (Bo az); akarsuyun, iki düzlük arasında bulunan sert kütleyi derinlemesine a ındırması sonucunda oluşur. Vadi yamaçları dik, tabanı dardır. Akarsuyun yukarı bölümlerinde

görülür. Kanyon Vadi; kalker gibi dirençli ve çatlaklı ta lar içinde, akarsuyun derinlemesine a ındırmasıyla olu ur. Vadinin yamaç e imleri çok dik olup, 90 dereceyi bulur. Tabanlı Vadi; akarsu, yata ını taban seviyesine yakla tırınca derine a ınım yava lar. Yatak e iminin azalması akarsuyun menderesler çizerek yan al a ındırma yapmasına neden olur. Yanal a ındırmanın artması ile tabanlı vadiler olu ur. Her bir vadi çe idine ba lı olarak sel ve ta kınların yarattı ı etki ve karakteristi i de i iklik gösterebilmektedir (ekil 1.6.).

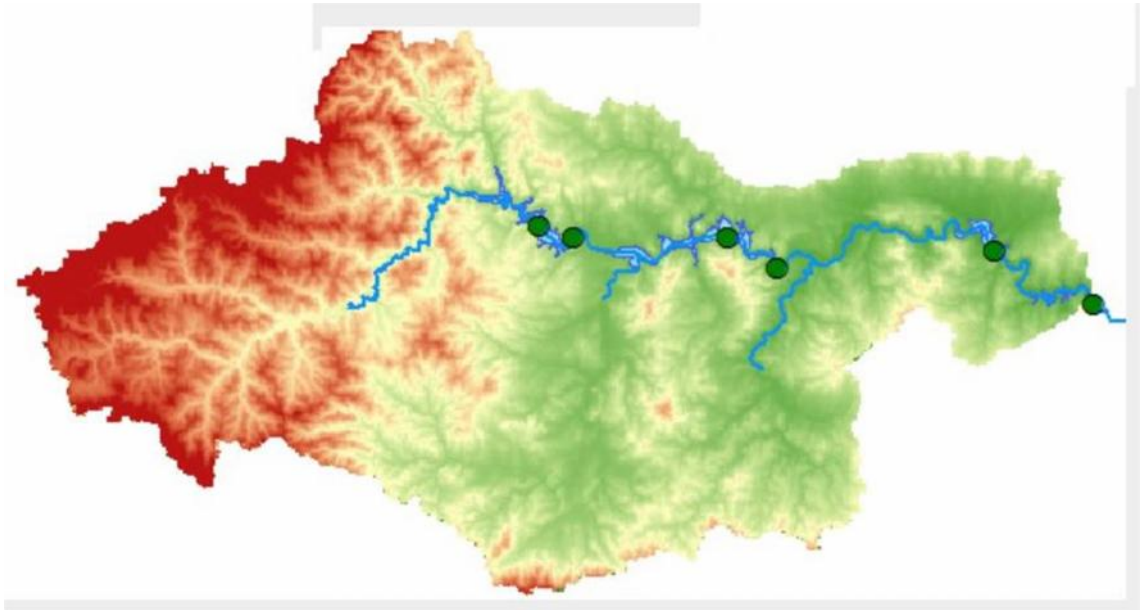


ekil 1.6. Çentik vadi türünde su akı ı

Türkiye gibi çok karma ık ve kısa mesafede sık olarak de i en bir co rafik ve jeolojik yapıya sahip ÷lkede ta kın etkileri ve ekilleri de farklılık gösterebilmektedir. Özellikle Do u Karadeniz Bölgesinde sel ve heyelan sayısının bu kadar fazla olmasında; bölgenin dört mevsim ya ı lı olması ve e imli bir arazi yapısına sahip olmasının yanında ya an ya murun yeraltına sızmasını engelleyen geçirimsiz tabakaların bulunması da önemli rol oynamaktadır. Derin vadiler boyunca do rudan akı a geçen yer üstü suları, yüksek e imin de etkisiyle büyük bir hıza ulaarak yıkıcı etkiler gösterebilmektedir. Akarsuyun a ındırma gücünde de artı gör÷lmesi sonucu üst havzalardan ta ınan rusûbat akarsu üzerinde yer alan enine yapılarda birikmeye neden oldu u için ta kınlar üzerinde önemli rol oynar.

Yine ba ka bir ta kın riski bölgesi olan Edirne’de e imin çok dü ük olması ve akarsuların güzergâhı boyunca akabilece i bir vadi olmaması sebebiyle can ve mal kaybına yol açan ta kınlar meydana gelmektedir. Özellikle Bulgaristan’ın, Meriç Nehri üzerinde bulunan baraj kapaklarını kontrolsüz bir eilde açmasıyla her yıl büyük sel baskınları meydana gelebilmektedir (ekil 1.7.).

Ta kın havzası boyunca uzanan co rafik ve jeolojik yapı ta kın karakteri üzerinde do rudan bir etkiye sahiptir. Bu yüzden ta kın zararlarını bertaraf etmeye yönelik yapılan ıslah çalı maları söz konusu akarsuyun sahip oldu u karakteristik faktörler göz önüne alınarak bütüncül bir yakla ımla ele alınmalıdır. Tek düze bir yakla ımla yapılacak çözümler fayda getirmeyece i gibi fiziki ve ekonomik açıdan zarar olu turabilmektedir.

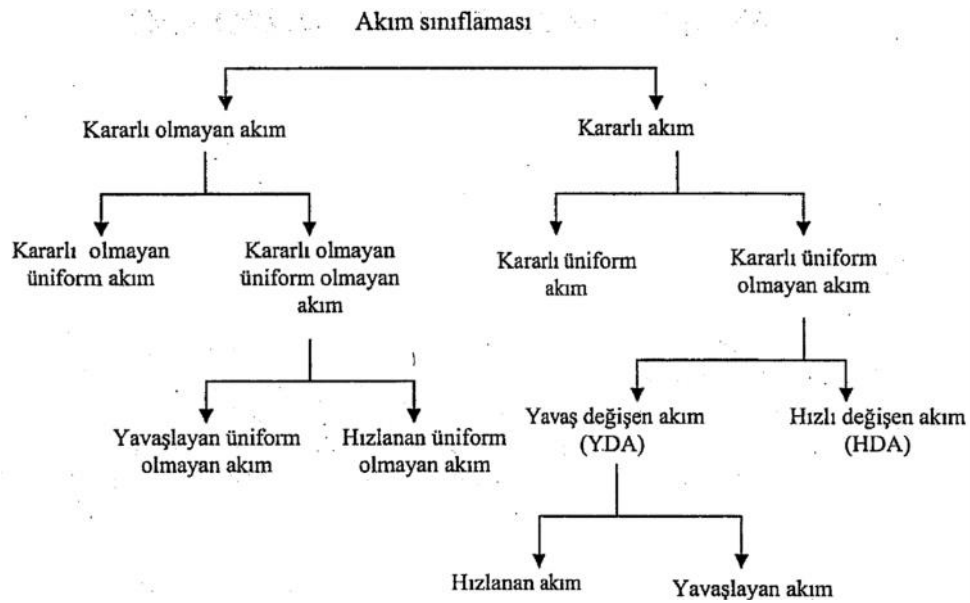


ekil 1.7. Edirne Meriç Havzası ta kın erken uyarı sistemi

1.2. Açık Kanal Akımları

Açık kanal akımları su yüzeyinin atmosfer ile temasta oldu u akımlardır. Akarsular sulama kanalları, drenaj kanallarındaki akımlar ile boru, tünel, galeri ve kanalizasyon ebekelerindeki serbest yüzeyli akımlar da açık kanal akımlarıdır. Bir akımda, herhangi bir noktadaki hızın yönü ve de eri zamanla de i mezse, bu tip

hareketlere veya rejimlere kararlı hareket veya kararlı rejim denir. Yani en kesite ait hidrolik parametreler (derinlik, ıslak kesit, debi vb.) sabit bir de erde olur. Kanala herhangi bir surette su gelmedi i veya kanalın güzergâhı boyunca dı arıya su verilmedi i takdirde (kol, sızıntılar) bütün kesitlerde aynı debi mevcuttur. Ba ka bir ifadeyle akım derinli i h, zamanla de i miyorsa veya belli bir zaman aralı ında sabit kabul edilebiliyorsa bu akım türüne kararlı akım denmektedir. Zaman ölçütü dı ında akımlar konumlarına göre sınıflandırılmaktadır. E er açık kanaldaki akım derinli i kanalın her kesitinde aynı ise uniform akım, de ilse uniform olmayan akımdır (ekil 1.8.) (Özbek 2009) .



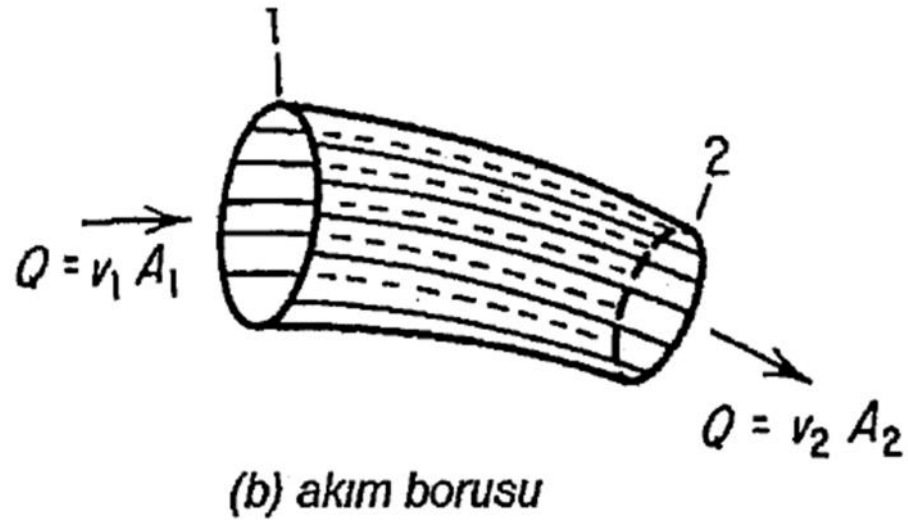
ekil 1.8. Akım sınıflandırmaları (Özbek 2009)

1.2.1. Açık Kanal Hidroli inin Temel Denklemleri

1.2.1.1. Debi Süreklilik Denklemi

Bir akım borusu dikkate alındı ında (ekil 1.9.) bu akım borusunun cidarlarından herhangi bir sızma olmaması durumunda borunun bir ucundan giren akımın di er ucundan boruyu terk etti i ve suyun sıkı mayan özelli e sahip oldu u, ba ka bir ifade ile özgül kütlelerinin de i medi i kabulü altında akım borusunun iki ucu için a a ıdaki e itlik yazılabilir. Burada, A ile kesitin ıslak alanı ve v ile ortama hız ifade edilmektedir (Özbek 2009) .

$$Q = A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad (1.1.)$$



ekil 1.9. Debi süreklilik denklemi

1.1.1.2. Enerji Denklemi

İlk olarak 1932’de, Bakhmeteff’in açık kanallardaki akı analizleri sonucunda spesifik enerji kavramı ortaya çıkmıştır. Temel hidrolik kavramlarından birisi olan toplam enerji yüksekliği, kanal taban kotu, su yüksekliği ve su hızının olduğu toplam enerji yüksekliğine eşittir. Bernoulli Enerji denklemi olarak bilinen bir boyutlu enerji denklemi aşağıdaki gibidir;

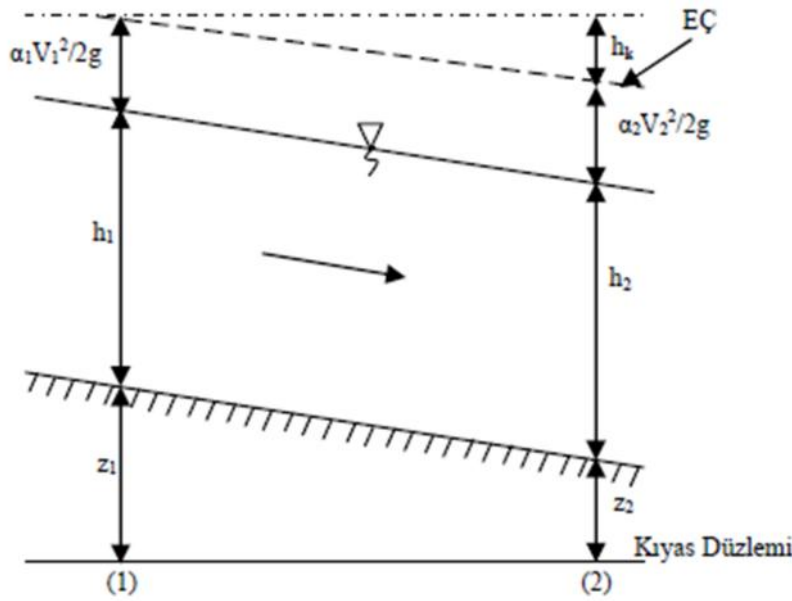
$$H = z + \frac{p}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} \quad (1.2.)$$

Bu hali ile denklem; kararlı, sürtünmesiz ve sıkı mazı yani yoğunluğu sabit olan sıvılar için geçerli olup sadece teorik anlamı vardır (Tuncer 2011).

Gerçek özellikteki bir akı kanının iki kesiti arasında Bernoulli Enerji denklemi uygulandığında aşağıdaki eşitlik elde edilir. (ekil 1.10.)

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \alpha_1 \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \alpha_2 \frac{v_2^2}{2g} \quad (1.3.)$$

Bu denklemde p : seçilen noktadaki basınç (kgf/m^2), α : akı kanının birim hacim başına ortalama hızın karesi ile hızın karesi arasındaki oranı (kgf/m^3), v : akı kanının hızı (m/s), g : yer çekim ivmesi (m/s^2), z : referans çizgisine olan dikey uzaklık (m), α : hız düzeltme katsayısını ifade etmektedir.



ekil 1.10. Açık kanal akımlarında ardı ık kesitlerde enerji

Açık kanal akımlarında kanal iletim kapasitesine etkiyen pürüzlülük özelliklerinin hassas olarak belirlenmesi, ta kın koruma çalı maları, su kaynaklarının planlanması ve kullanımı gibi çalı malarda oldukça önemlidir. Açık kanallarda pürüzlülük de eri sabit olmayıp birçok faktöre ba lı olarak de i im göstermektedir. Bu faktörler; akım derinli i, kesitsel ortalama akım hızı, Reynolds sayısı, kanal tabanı ve evlerin pürüzlülü ü, kanal enkesit ekli, bitki örtüsü, kanal kıvrımları, hareketli taban ve yatak özellikleri, yatak yükünün hareketinden kaynaklanan gerilmeler, yatak geçirgenli i, ikincil akımlara ba lı üç boyutlu akımların varlı ı, askı maddeleri ve kritik akım artı olarak belirtilmektedir. Buna ba lı olarak da açık kanal problemlerinin çözümlenmesinde teorik yakla ımlar sınırlı kaldı ı için kanal akımlarında bazı ampirik ifadelerden faydalanılmaktadır. Kararlı üniform akımlarda, her kesitte; hız, derinlik, akı kesiti ve debi aynıdır. Enerji çizgisi, kanalın tabanı ve su yüzeyi birbirine paraleldir. Akı esnasında olu an sürtünme kayıplarını hesaplamak suretiyle, enerji çizgisinin e imi de hesaplanabilir (Ardıçlıo lu ve ark.). ekil 1.8.'de gösterilen 1 ve 2 No'lu kesitler arasında ortaya çıkan sürtünme kaybı (h_k) için genel olarak Chezy, Darcy-Weisbach veya Manning pürüzlülük katsayıları kullanılmaktadır. Bu katsayılar arasındaki ili ki a a ıdaki gibidir;

$$C = \sqrt{\frac{8g}{f}} = \frac{R^{1/6}}{n} \quad (1.4)$$

Bu denklemde; C; Chezy katsayısını, g; yer çekim ivmesini (m/s^2), f; Darcy-Weisbach pürüzlülük katsayısını, R; hidrolik yarıçapı (m^2/m), n; Manning pürüzlülük katsayısını ifade etmektedir.

Yersel Enerji Kayıpları, Akı yolunun özelliğine bağılı olarak akının hızında do rultu ve iddetçe de i iklikler gösteren durumlardan do an kayıplardır, bu yerel kayıplar hidrolik olaylarda genellikle altı çe ittir, bunlar; ani geni leme yük kaybı, hazneye giri yük kaybı, ani daralma yük kaybı, hazneden çıkı yük kaybı, orifis ve vana yük kaybı ve dirsek yük kaybıdır (Yüksel 2008)

Yersel yük kayıpları, a a ıdaki genel denklemle ifade edilebilir;

$$\Delta h_k = K \frac{V^2}{2g} \quad (1.5.)$$

Bu denklemde; Δh_k : yersel enerji kayıplarını (m), V: kanal içindeki maksimum hız de erini (m/s), g: yer çekim ivmesini (m/s^2), K: yersel yük kayıp katsayısını ifade etmektedir.

1.2.2. Su Yüzü Profilinin Belirlenmesi

Su yüzeyi profilinin hesap yöntemlerini iki farklı grupta toplamak mümkündür.

Birinci grupta kesit özelliklerine göre;

- Prizmatik kanallar için geli tirilmi yöntemler,
- Do al kanallar (akarsu yatakları) için geli tirilmi yöntemler bulunmaktadır.

kinici grupta ise çözüm yöntemleri ise a a ıdaki gibi listelenebilir(Tuncer 2011) :

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

Bu alı ma için kullanılan HEC-RAS programı, enerji e itli ini temel alan Standart Adım Yöntemini kullanmaktadır. Bu denklem a a ıdaki gibidir;

$$H_2 = H_1 + \frac{1}{2}(Sf_1 + Sf_2)\Delta x \quad (1.6.)$$

Bu denklemde , H_1 : 1 No’lu kesitteki su yüksekli i (m), H_2 : 2 No’lu kesitteki su yüksekli i (m), Sf_1 : 1 No’lu kesitteki enerji çizgisi e imi (m), Sf_2 : 2 No’lu kesitteki enerji çizgisi e imi (m), Δx : ki kesit arasındaki yatay uzaklık mesafesi’ni (m) ifade etmektedir.

Su yüzü profilleri kanal taban e imine göre sınıflandırılmaktadır.

$So < Sc$ Küçük e imli M tipi ($M1, M2, M3$)

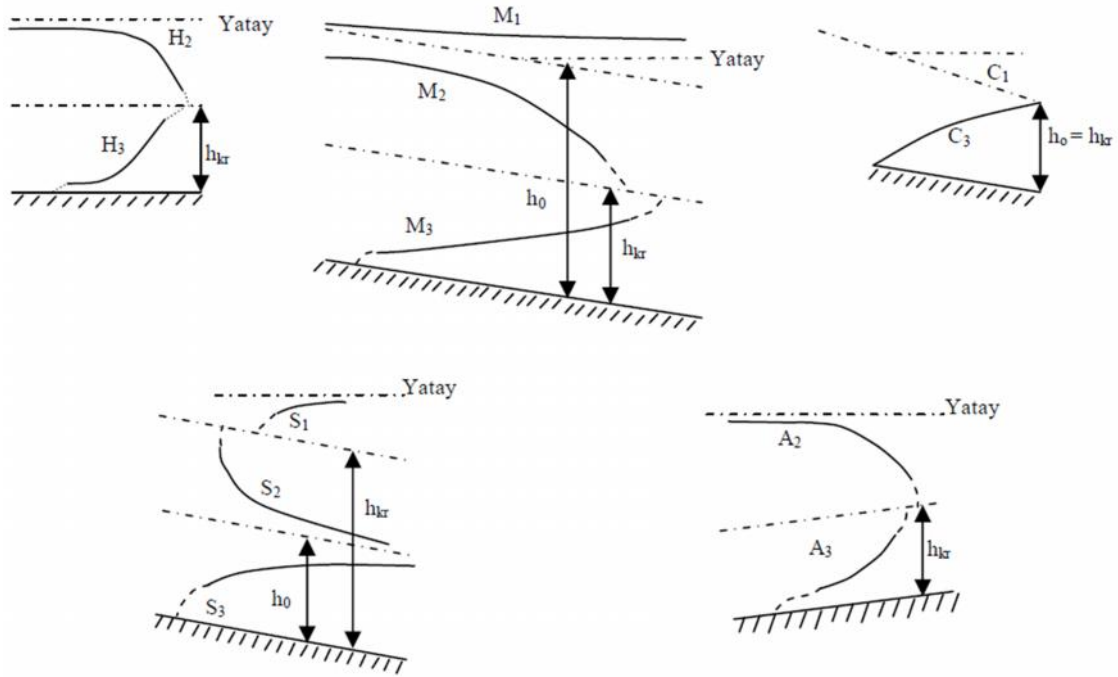
$So = Sc$ Kritik e imli C tipi ($C1, C3$)

$So > Sc$ Büyük e imli S tipi ($S1, S2, S3$)

$So < 0$ Ters e imli A tipi ($A2, A3$)

$So = 0$ Yatay e imli H tipi ($H2, H3$)

Kanal taban e imi (So) ; verilen bir debideki kritik e imden (Sc) büyük ise “büyük e im” olarak adlandırılır ve taban üzerindeki olası su profilleri S e rileriyle gösterilir. Verilen debi için taban e iminin kritik e ime e it olması halinde taban “kritik e im”, debi için taban e iminin kritik e imden küçük olması durumunda ise “küçük e im” olarak adlandırılır. Bu durumdaki olası su profilleri sırası ile C ve M e rileriyle gösterilir. Taban seviyesinin akım do rultusunda artması durumu “ters e im” olarak bilinir ve su yüzü profilleri A e rileriyle tanımlanır. Taban seviyesinin de i memesi “yatay e im” olarak adlandırılır ve bu durumdaki su profilleri H e rileriyle gösterilir. Sekil 1.11.’da tanımlanan bu e imler üzerindeki su yüzü profilleri gösterilmi tir. (Kara 2009)



ekil 1.11. Su yüzü profillerinin tanımlanması

Bir akarsuda derinlik boyunca ba lıca 3 bölge tanımlanmaktadır. Nehir rejiminde kanal tabanı ile kritik derinlik çizgisi, KDC, arasındaki bölge, sel rejiminde ise kanal tabanı ile üniform akım derinlik çizgisi, ÜAÇ; arasındaki bölge üçüncü bölge olarak adlandırılır. Dolayısıyla, bu bölgedeki su profili nehir rejiminde 3 M , sel rejiminde ise 3 S sembolleri ile ifade edilir. Benzer bir biçimde, kritik akım çizgisi ile üniform akım çizgisi arasındaki bölge nehir ve sel rejimlerinde sırasıyla 2 M ve 2 S olarak adlandırılır. Nehir rejiminde üniform akım çizgisi üzerindeki kabarma profili 1 M, sel rejiminde ise kritik akım çizgisi üzerindeki kabarma profili 1 S olarak adlandırılır. Kritik akım derinli i taban e iminden ba ımsız oldu undan, yatay ve ters e imlerde birinci bölge yoktur. Ayrıca, kritik e imde üniform akım derinli i ile kritik akım derinli i çak ı t ı ndan ikinci bölge tanımlı de ildir (Kara 2009). Çizelge 1.2.'de kanal taban e imlerine ba lı olarak ortaya çıkan karakteristikler ve akım sınıflandırmaları verilmi tir.

Çizelge 1.2. Taban eğimine göre akım türleri

Taban Eğimi	Derinlik	Fr	Eri Cinsi	Akım Rejimi	Sembol
Yatay, $S_o=0$	$h_c < h$	<1	Çekilme	Nehir	H2
	$h < h_c$	>1	Kabarma	Sel	H3
Küçük, $S_o < S_c$	$h_c < h_o < h$	<1	Kabarma	Nehir	M1
	$h_c < h < h_o$	<1	Çekilme	Nehir	M2
	$h < h_c < h_o$	>1	Kabarma	Sel	M3
Kritik, $S_o = S_c$	$h_c < h$	<1	Kabarma	Nehir	C1
	$h < h_c$	>1	Kabarma	Sel	C3
Büyük, $S_o = S_c$	$h_o < h_c < h$	<1	Kabarma	Nehir	S1
	$h_o < h < h_c$	>1	Çekilme	Sel	S2
	$h < h_o < h_c$	>1	Kabarma	Sel	S3
Ters, $S_o < 0$	$h_c < h$	<1	Çekilme	Nehir	A2
	$h < h_c$	>1	Kabarma	Sel	A3

2. ÖNCEK ÇALI MALAR

De i en iklim ko ulları ve artan nüfusun etkisiyle ortaya çıkan plansız yapıla malar sonucunda ta kınlar, her yıl yüzlerce insanın hayatına mal olmaktadır. Geli en teknolojik imkânlarla suyun hidrolik açıdan davranı mının tespitinde her ne kadar ilerleme kaydedilmi olunsa da ta kınlar, hem sayı hem de verdi i zarar açısından her geçen gün daha da artmaktadır. Bu ba lamda özellikle son yıllarda hayatın hemen hemen her alanına girmeye ba lamı olan CBS'ye (Co rafi Bilgi Sistemi) ba lı ta kın risk analizi çalı maları yo unluk kazanmı tır.

Ta kın ve ta kın alanları üzerine yapılacak detaylı bir çalı ma; hidrolojik, hidrolik, topo rafik ve di er ili kili unsurların zaman ve alan boyutunda analizini gerekli kılmaktadır. Yakla ık on yıl öncesine kadar kullanılan ta kın alanı belirleme yöntemlerinin ço u, teknoloji deste inden uzak ve önemli oranda zaman ve emek gerektiren manuel uygulamalar ekinde olmu tur (Onu luel 2005).

u an yapımı devam etmekte olan ve DS 'ce yürütölen “Batman Çayı Islahı” çalı ması kapsamında yapılacak ıslah kesiti sonucu ortaya çıkacak olan su yüzü profili tespit edilmeye çalı ılmı tır. Yapılan bu çalı mayla, kademeli kesitli ta kın ıslah kanalının modellemesi yapılmı olup olu turulan kesitin yeterli olaca ı sonucuna varılmı tır.

Batman ili merkezinden geçen luh Deresi üstüne yapılan çalı mada sel ve ta kın riski analizlerine yönelik üç yöntem uygulanmı tır. İlk yöntem havza ölçe inde yapılmı geni alanlı risk analizlerine, ikinci yöntem sel ve ta kından sonra yapılan gözlem ve hasar raporlarına, üçüncüsü ise hidrolojik bir modele göre yapılan analizlere dayanmaktadır. Analiz sonucunda Batman ehrinin kuruldu u alanın sel ve ta kın açısından yüksek riskli oldu u tespit edilmi tir. Yine 2006 yılında Batman il merkezinde meydana gelen ta kın üzerine yapılan çalı mada ise Batman ili merkezinde 2006 yılında meydana gelen ta kının sebep ve sonuçları sayısal veriler, jeomorfolojik yapı ve kentsel büyüme etmenleri üzerinde durularak açıklanmaya çalı ılmı tır. Özellikle yerle im yerinin havza artları göz önüne alınmaksızın hızlı bir büyüme gösterdi i ve ta kın olu masına uygun artların da bir araya gelmesiyle ciddi can ve mal kayıplarının ya andı ı belirtilmektedir (Sunkar ve Tonbul 2010 , 2011).

Havran Çayı'nda CBS tabanlı ta kın analizi yapılarak CBS içinde yer alan HEC-GeoRAS programı ile, üretilen ta kın modellerine ait derinlik hesaplaması ve mekânsal da ılımı haritalanabiliyorken ta kın sularına ait hız ve sediment miktarlarının mekansal haritalaması için yetersiz oldu u tespit edilmi tir (Özdemir 2007).

HEC-RAS programıyla su yüzü profilinin belirlendi i bir ba ka çalı ma örne i de Nakka Deresinde yapılmı tır. stanbul ilinin Küçükçekmece ilçesinde bulunan Nakka Deresi'ni kapsayan bu çalı mada HEC-RAS programının analiz sonuçları ile Keulegan ve Basitle tirilmi Universal Yöntemi sonucu elde edilen su seviyeleri kar ıla tırılmı tır. Manning Formülünden elde edilen su seviyelerinin Keulegan ve Basitle tirilmi Universal Yönteme göre daha dü ük oldu u görülmü tür (Tuncer 2012).

Açık kanallar üzerinde köprülü ve köprüsüz durumlarda su yüzü profilini belirlemek amacıyla açık kanal modeli ile dikdörtgen kesitli köprü modelinde, dört farklı köprü açıklı ıyla yapılan su yüzü profil ölçümleri kullanılmı ve laboratuvarında gerçekleştirilen akım artlarında ve köprü modellerinde olu an su yüzü profilleri HEC-RAS paket programında modellenerek program sonuçları ile ölçüm de erleri kar ıla tırılmı , bulgular arasındaki farklılıklar irdelenmi tir (Kara 2009).

Barajların kısmi ve tedrici yıkıldı ı gerçe i göz önüne alınarak genel ta kın sonucu Darıdere Barajının yıkılması modellenerek ta kın sonrası ortaya çıkan su yüzü profili HEC-RAS programı kullanılarak ortaya konmu tur (Düden 2010) .

3. MATERİYAL

Bu çalı mayla; Batman Çayı'nın, Yeni Malabadi Köprüsü ile Diyarbakır – Batman karayolu köprüsü arasında kalan kesiminde HEC-RAS (Hydrologic Engineering Centers River Analysis System) programı yardımıyla ta kın analizi yapılarak güzergâh boyunca farklı debi de erlerine göre hız ve su yüzü profilleri tespit edilmi ve ta kın riski ta ıyan yerler belirlenmi tir.



ekil 3.1. Batman Çayı'nın çalı ma yapılan kesimi

Diyarbakır ve Batman illeri arasında do al bir sınır olu turan Batman Çayı, Oymata Köyü mevkiinde Dicle Nehrine ba lanmaktadır. Geni bir vadi boyunca uzanan ve yer yer 3 km'yi bulan yatak geni li iyle Batman Çayı, Batman ili de dahil olmak üzere birçok yerle im yeri boyunca uzanmaktadır (ekil 3.1.). Güzergâhı boyunca menderesler çizen akarsu, dü ük bir e ime ($J= 0,00019$) sahiptir.



ekil 3.2. Batman il merkezinde ta kın (DS 2006)

Ta kın tekerrür debi de erlerinin büyük olması, co rafi özellikleri ve be eri müdahaleler sonucu Batman Çayı, her ya ı sezonunda can ve mal kayıplarına sebebiyet vermektedir. Bu çalı mayla, farklı tekerrür ta kın debi de erlerine göre ortaya çıkan su yüzü profiline göre ta kın riski altında kalacak yerler tespit edilmeye çalı ılmı tır.



ekil 3.3. Batman Çayı'nda ta kın sonrası su altında kalan araziler (DS 2010)

Ta kın etkilerinin büyüklü ü göz önüne alındı ında (ekil 3.2. ve ekil 3.3.), DS tarafından yapımına devam edilen “Batman Çayı Islahı” çalı masının önemi daha da artmaktadır.

3.1. Çalı ma Yerine Ait Veriler

nceleme alanı olarak, tarihi Malabadi Köprüsü mansabında bulunan yeni çevre yolu köprüsü ile Diyarbakır - Batman karayolu köprüsü arasında kalan 28 km’lik kısım ele alınmı tır. Dü ük bir e imle geni bir vadide akan Batman Çayı, sa ve sol sahili boyunca yerle im yerleri ve tarım arazilerince ku atılmı tır.

Geçti i güzergâh boyunca sahip oldu u jeolojik yapı, tekerrür debileri, yan dereler ve be eri etkiler, Batman Çayı’nda ta kın riskini etkileyen ana faktörlerdir.

3.1.1. Jeolojik Yapı

Proje sahası ve çevresinde temeli Oligo-Miyosen ya lı kireçta larından olu an Silvan Formasyonu olu turmaktadır. Silvan Formasyonu ço unlukla kireçta ı, yer yer killi kireçta ı, marn ve kiltalı birimlerinden olu maktadır. Silvan Formasyonu üzerinde proje alanının da büyük bir kısmında mostra veren Üst-Miyosen-Pliyosen ya lı elmo Formasyonu yer alır. elmo Formasyonu daha çok kil, kiltalı, siltli kiltalı, çamurta lı, kumta lı ve konglomera birimlerinden olu maktadır. Yer altı suyu yönünden verimsiz olan elmo Formasyonunun yakla ık kalınlı ı 150-700 m kadardır. Kuvaterner ya lı genç alüvyon örtü, Batman Çayı boyunca geni bir alanda görülür. nceleme alanında, Batman çayı yataklarında olu an alüvyon örtü, di er akarsu yataklarına kıyasla geni ve belirgin bir kalınlı a sahiptir (DS 2012).

nceleme alanında vadiler ve plato alanları ana jeomorfolojik birimleri olu turmaktadır. Batman Çayı’nın eski menderes yeni i sekileri ve yeni birikinti yelpazesi üzerine batman ehri kurulmu tur. Bu alandaki sekiler tamamen yerle meler tarafından i gal edildi i için ilk bakı ta bunların ayrımı zordur. Bu sekilerin bir bölümünün luh Deresi ve kolları tarafından olu turulan birikinti yelpazesi tarafından örtülmü olması sekilerin ayrımını daha da güçle tirmektedir. Bu yapı özelli i ile ehir, sekiler ve yelpaze üzerinde kurulmu tur. Batman nehrinin kuzey ve güneyinde 700-800 m yükseltileri arasında geni düzlükler yer almaktadır. Güneydo uda geni ve yarılmamı , kuzeydo uda ise yarılmanın belirgin oldu u bu yüzeyler Erol (1983;15)

3. MATERYAL

yönteminde En Alt Pliyosen ya lı yüzeylere kar ılık gelmektedir. Bu düzlüklerin ehrin do usunda daha yüksek ve yarılı mı olması, bu alanda yapıyı olu turan elmo Formasyonu'nun üst seviyelerinde konglomeraların varlı ına ba lıdır. Batman Çayı sekilerinin olu umu geçmi te de i en tektonik rejim ve iklim de i ikliklerine ba lıdır. öyle ki kayna ını Mu Da ları'ndan alan Batman Çayı, Üst Miyosen-Pliyosen boyunca Diyarbakır Havzası'nın do u bölümünün dolmasında önemli rol üstlenmi tir. Kuzeyden güneye do ru konsekant bir ekilde akan Batman Çayı tektonik hareketlere ba lı olarak yükselen da lık alanların alçak e ik alanlarına antesedans olarak gömülmü tür. Bu gömülme ile inceleme alanının yakın güneyinde yer alan Batman Barajı'nın yapıldı ı alan bir klüz ekinde olu mu tur. Pliyosen ba larında Batman Çayı, Batman ehrinin kuruldu u alanda büyük bir menderes yaparak Dicle Nehri'ne ba lanmı tir. Raman Da ı'nın kuzeye do ru çarpılıp yükselmesiyle Batman Çayı sürekli olarak kuzeybatıya kaymı tir. Bu olayın dönemler halinde ya anması bu alanda menderes yeni i sekilerini olu turmu tur (Tonbul ve Sunkar 2008).

SENOZOİK			YAŞ		LİTOLOJİ
ZAMAN	DEVİR	DEVRE	BİRİM	SİMGE	
TERSİYER		HOLOSEN	ALÜVYON	Qal	ALÜVYON
	ÜST MİYOSEN-PLİYOSEN	ŞELMO FORMASYONU	Tşe		
	ALT MİYOSEN	SİL VAN KIREÇTAŞLARI	Ts		KONGLOMERA, KUMTAŞI, ÇAMURTAŞI KILTAŞI ARDALANMASI
					RESİFAL, KARSTİK KİREÇTAŞI
ÖLÇEKSİZ					

ekil 3.4. Çalı ma alanının stratigrafik kolon kesiti

DS tarafından yapılan "Batman Çayı Islahı" çalı ması kapsamında güzergâh boyunca açılan 22 adet ara tırma çukuru verileri Çizelge 3.4.'de verilmi tir.

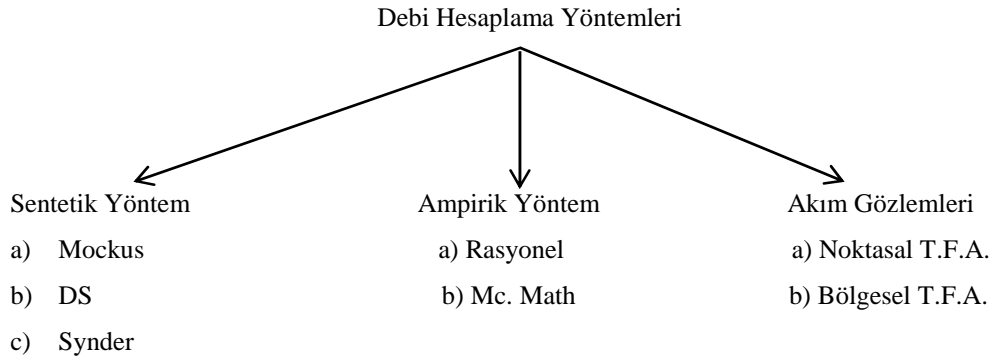
Çizelge 3.1. Batman Çayı güzergahı boyunca açılan ara tırma çukuru logları

AÇ-1	3.00 m derinli inde açılmı tir. 0.00-3.00 m arasında bloklu-çakıllı-kum gözlenmi tir. Çakıllar orta iri, yarı yuvarlak-yuvarlaktır.
AÇ-2	2.70 m derinli inde açılmı tir. 0.00-2.70 m arasında bloklu-çakıllı-kum gözlenmi tir. Çakıllar orta iri, yarı yuvarlak-yuvarlaktır.
AÇ-3	2.80 m derinli inde açılmı tir. 0.00-0.30 m bitkisel toprak, 0.30-1.30 m arasında sarımsı kahverengi renkli çakıllı-siltli-kil gözlenmi ,
AÇ-4	2.50 m derinli inde açılmı tir. 0.00-0.30 m bitkisel toprak, 0.30-1.00 m arasında az çakıllı kil gözlenmi tir. 1.00-2.50 m arasında bloklu çakıllı kum geçilmi tir.
AÇ-5	2.5 m derinli inde açılmı tir. 0.00-2.50 m arasında bloklu çakıllı kum gözlenmi tir. Çakıllar orta iri, yarı yuvarlak-yuvarlaktır.
AÇ-6	2.70 m derinli inde açılmı tir. 0.00-2.70 m arasında bloklu çakıllı kum gözlenmi tir. Çakıllar orta iri,yarı yuvarlak-yuvarlaktır.
AÇ-7	3.00 m derinli inde açılmı tir. 0.00-0.30 m bitkisel toprak, 0.30-1.00 m arasında kumlu-kil gözlenmi , 1.00-3.00 m arasında bloklu çakıllı kum geçilmi tir.
AÇ-8	2.80 m derinli inde açılmı tir. 0.00-0.70 m kumlu çakıllı kil, 0.70-2.80 m arasında bloklu çakıllı kum gözlenmi tir. Çakıllar orta-iri, yarı yuvarlak-yuvarlaktır.
AÇ-9	3.00 m derinli inde açılmı tir. 0.00-3.00 m bloklu çakıllı kum gözlenmi tir. Çakıllar, iri, yarı yuvarlak-yuvarlaktır.
AÇ-10	3.00 m derinli inde açılmı tir. 0.00-3.00 m bloklu çakıllı kum gözlenmi tir. Çakıllar orta-iri, yarı yuvarlak-yuvarlaktır.
AÇ-11	2.80 m derinli inde açılmı tir. 0.00-2.80 m bloklu çakıllı kum gözlenmi tir. Çakıllar yarı yuvarlak-yuvarlaktır
AÇ-12	3.50 m derinli inde açılmı tir. 0.00-3.50 m bloklu çakıllı kum gözlenmi tir. Çakıllar yarı yuvarlak-yuvarlaktır.
AÇ-13	3.50 m derinli inde açılmı tir. 0.00-0.20 m bitkisel toprak, 0.20-2.00 m arasında sarımsı kahverengi renkli, siltli-killi çakıllı kum gözlenmi tir.
AÇ-14	2.50 m derinli inde açılmı tir. 0.00-2.50 m bloklu çakıllı kum gözlenmi tir. Çakıllar, orta-iri, yarı yuvarlak-yuvarlaktır.
AÇ-15	3.50 m derinli inde açılmı tir. 0.00-3.50 m bloklu çakıllı kum gözlenmi tir. Çakıllar, iri, yarı yuvarlak-yuvarlaktır.
AÇ-16	2.50 m derinli inde açılmı tir. 0.00-2.50 m bloklu çakıllı kum gözlenmi tir. Çakıllar orta iri, yarı yuvarlak yuvarlaktır.
AÇ-17	2.80 m derinli inde açılmı tir. 0.00-0.30 m bitkisel toprak, 0.30-0.80m az killi bloklu çakıllı kum gözlenmi , 0.80-2.80m arası bloklu çakıllı kum gözlenmi tir.
AÇ-18	2.80 m derinli inde açılmı tir. 0.00-2.80 m bloklu çakıllı kum gözlenmi tir. Çakıllar orta iri, yarı yuvarlak yuvarlaktır.
AÇ-19	2.70 m derinli inde açılmı tir. 0.00-2.70 m bloklu çakıllı kum gözlenmi tir. Çakıllar orta iri, yarı yuvarlak yuvarlaktır.
AÇ-20	2.80 m derinli inde açılmı tir. 0.00-0.20 m bitkisel toprak, 0.20-1.10m arasında çakıllı-kumlu kil gözlenmi tir. 1.10-2.80m az bloklu-çakıllı kum geçilmi tir.
AÇ-21	3.00 m derinli inde açılmı tir. 0.00-3.00 m bloklu çakıllı kum gözlenmi tir. Çakıllar, iri, yarı yuvarlak-yuvarlaktır.
AÇ-22	3.00 m derinli inde açılmı tir. 0.00-0.20 m bitkisel toprak, 0.20-0.80 m çakıllı-kumlu-kil, 0.80-3.00m az bloklu-çakıllı kum gözlenmi tir.

Batman Çayı'nın alüvyon kalınlığı ortalama 5 m'yi bulmaktadır. Alüvyon tabakasının hemen altında bulunan elmo Formasyonunun killi, siltli ve kumlu yapıda olması birimin geçirimsiz-yarı geçirimli olmasına neden olmuştur. Bu formasyon nedeniyle sızma yapamayan ta kının debi miktarında azalma olmamaktadır. Yayvan bir yatak boyunca menderesler çizerek uzanan Batman Çayı, ta kın anında geniş bir en kesit boyunca yayılım göstermektedir.

3.1.2. Hidroloji

Su, yeryüzünde canlıların yaşamı için gerekli olduğu ve olabilecek zararları önlemek için suyun kontrol altına almak gerektiğinden insanlar tarihin başlangıcından beri su ile ilgilenmişler, suyun özelliklerini tanımaya, hareketini yöneten yasaları belirlemeye, yaratabilecek tehlikeleri önlemeye ve sudan en iyi şekilde yararlanmaya çalışmışlardır. Hidroloji, suyun yerküresindeki dağılımını ve özelliklerini inceler (Bayazit 2003). Genel olarak bir bölgenin veya havzanın yaşamı için su kapasitesi belirlenirken öncelikle rasat verilerine başvurulur. Ancak çoğu zaman bu verilerin yeterli veya sağlıklı olmamasından dolayı sentetik veya ampirik yöntemlere başvurulur. Bir alanın debi hesabı yapılırken elde edilen veriler ve arazi özellikleri doğrultusunda ekil 3.5.'te gösterilen yöntemlerden biri veya birkaçı kullanılabilir.



ekil 3.5. Debi hesaplama yöntemleri

Mockus Yöntemi, toplanma zamanı $T_c < 30$ saate kadar olan drenaj alanları için uygulanabilmektedir. DS Yöntemi havza alanı 1000 km^2 'den küçük, Synder Yöntemi ise 1000 km^2 'den büyük alanlarda uygulanmaktadır. Rasyonel Yöntemde kırsal alanlarda 1 km^2 'den küçük, yerleşim yerlerinde ise 0.5 km^2 'den küçük yerlerde kullanılmaktadır. Mc. Math metodu da düz alanlarda verimli sonuçlar alınmaktadır. Rasat verilerinden yararlanılarak elde edilen Akım Gözlemleri Yönteminde tek bir

akarsu üzerindeki farklı AG 'ler (Akım Gözlem stasyonu) kullanılıyorsa buna Noktasal Ta kın Frekans Analizi, aynı havza içinde farklı akarsu üzerindeki AG 'ler baz alınarak yapılan hesaplama yöntemi ise Bölgesel Ta kın Frekans Analizi olarak tanımlanmaktadır.

Batman Çayı, Dicle - Fırat havzasının içerisinde yer almaktadır. Drenaj alanı 4105 km² ve yıllık ortalama akımı 4198 hm³ olup, Batman çayı yan kollarının mansap noktalarını da içine almaktadır. Hidrolik veriler Thiessen Poligonu, proje alanındaki akım gözlem istasyonları, meteoroloji gözlem istasyonları ve su kaynakları verilerine dayanarak çıkarılmıştır (DS 2012). Çizelge 3.2.'de çalışma alanına yakın yerlerde bulunan bazı meteoroloji istasyonlarının bilgileri verilmiştir. Bu bilgiler ışığında Batman Çayı için debi hesabı yapılırken Synder Yöntemi kullanılmıştır.

Çizelge 3.2. Çalışma alanına yakın yerlerde bulunan meteoroloji istasyonları

stasyon Adı	İl	Bölge	İleten Kurulu	stasyon Durumu	İletilen Yıllar	Kot m	İdari Statü
Akça ır-Yuvacık	D.Bakır	D.Bakır	Dmi	Kapalı	1968-1985	1050	Yalı
Kulp	D.Bakır	D.Bakır	Dmi	Kapalı	1930-31, 1950-53, 1963, 1969, 1994	1125	K. Klima
Lice	D.Bakır	D.Bakır	Dmi	Kapalı	1956-86, 1989	1125	K. Klima
Silvan	D.Bakır	D.Bakır	Dmi	Kapalı	1930-31, 1952-56, 1968, 1973, 1993	850	K. Klima
Be iri	Batman	D.Bakır	Dmi	Kapalı	1953-85, 2002	680	K. Klima
Batman	Batman	D.Bakır	Dmi	Açık	1957-2005	540	Yalı
Sason	Batman	D.Bakır	Dmi	Açık	1953-2006	1000	K. Klima
Kozluk	Batman	D.Bakır	Dmi	Kapalı	1963-93	810	Yalı
Hazro	D.Bakır	D.Bakır	Dmi	Kapalı	1951-95	1050	Yalı
Genç	Bingöl	Elazı	Dmi	Açık	1950-2005	1250	Yalı
Yeniba ak	Bingöl	Elazı	Dmi	Kapalı	1957-93	1450	Yalı
Bingöl	Bingöl	Elazı	Dmi	Açık	1943-2005	1177	Yalı
Kızıla aç	Mu	Van	Dmi	Kapalı	1970-84	1475	Yalı
Mu	Mu	Van	Dmi	Açık	1933-2005	1320	Yalı

Çalı ma yapılan alanın membasında Batman Barajı ve Silvan Barajı yer almaktadır. Söz konusu Silvan Barajı ve Batman Barajlarına ait hem ta kın ötelemeli ($T_c=12$) hem de öteleme yapılmamı debi de erleri Çizelge 3.3.'de verilmi tir.

Çizelge 3.3. Batman Barajı ve Silvan Barajına ait ta kın debi de erleri

	Batman Barajı		Silvan Barajı	
	Ötelemesiz	Ötelemeli	Ötelemesiz	Ötelemeli
$Q_2(m^3/s)$	1382	230	718	270
$Q_5(m^3/s)$	1872	510	1034	393
$Q_{10}(m^3/s)$	2269	760	1272	495
$Q_{25}(m^3/s)$	2772	1120	1580	634
$Q_{50}(m^3/s)$	3145	1710	1811	745
$Q_{100}(m^3/s)$	3516	2010	2045	860
$Q_{500}(m^3/s)$	4653	3048	2521	1148

2014 yılı itibariyle Silvan Barajı henüz % 25'lik bir fiziki gerçekte meye sahiptir. Yakın dönemde in aatın bitme durumu söz konusu olmadı ı için Batman Çayı'nın ta kın analizi için Batman Barajı ötelemeli debi de erleri baz alınmı tır.

Çalı ma ba langıç noktası olan Batman Barajı mansabındaki yeni Malabadi Köprüsünden itibaren çalı manın biti noktası olan Diyarbakır – Batman Karayolu Köprüsüne kadar Batman Çayı'na katılan 20'nin üzerinde yan dere mevcuttur.

Ara havzaların ve yan derelerin debileri, Batman Çayı'nın güzergahına karı tı ı noktalarda gecikme süreleri (T_c) dikkate alınarak, Batman Barajı çıkı debilerine geciktirme sürelerine göre eklenmesine ra men Batman Barajı çıkı pik debilerini arttırmadı ı görülmü tür. Bunun nedeni ara havzaların ve yan kolların hidrograf pike ula ma sürelerinin daha az olmasıdır. Çizelge 3.4.'deki yan dere debi de erleri göz önüne alındı ında Batman Çayı debi de erlerine göre çok dü ük olan ve pike ula ma süreleri çok az olan yan dereler, hidrolojik hesaplarda göz önüne alınmamı tır (DS 2012).

Çizelge 3.4. Batman Çayı yan dereleri debi değerleri

Yer Adı	Koordinat		Yinelenmeli Ta kın Debileri						
	X	Y	Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
ikestek	684791	4198809	1.99	6.09	9.80	15.50	20.38	25.74	36.77
Kanikaemin	687503	4201674	0.18	0.67	1.11	1.78	2.35	2.96	4.25
Karikçe me	687963	4202438	0.22	0.79	1.31	2.11	2.78	3.50	5.01
Guharik	688354	4203500	0.34	1.22	1.97	3.17	4.21	5.35	7.70
Bazitaka	688509	4203932	0.45	1.53	2.54	4.11	5.46	6.96	10.02
Yola zıçe me	688919	4205335	0.77	2.31	3.79	6.19	8.36	10.85	15.74
Davudi	689221	4206607	0.47	1.44	2.37	3.86	5.19	6.72	9.73
Gölgera	689547	4207387	0.44	1.30	2.12	3.47	4.68	6.09	8.83
Atan	689520	4207874	0.25	0.76	1.25	2.03	2.74	3.56	5.16
Bovin	689571	4208590	0.19	0.64	1.09	1.84	2.53	3.33	4.88
Mahatsırtı	689648	4209072	0.57	1.65	2.70	4.42	5.99	7.82	11.37
Doluca	689919	4210183	0.68	1.95	3.18	5.21	7.08	9.25	13.45
erbet	690799	4211666	0.78	2.25	3.67	6.01	8.15	10.66	15.50
Çarık	691628	4213334	1.46	4.01	6.44	10.43	14.07	18.31	26.52
Güne li	692469	4215033	1.21	3.31	5.32	8.61	11.62	15.11	21.89
Kuru	693830	4216473	0.14	0.55	0.98	1.74	2.45	3.30	4.90
Ya murlu	694520	4217883	0.26	0.84	1.43	2.43	3.35	4.44	6.52
Düvercik	694523	4218673	56.2	78.5	95.7	119.3	138.2	158.1	202.1
Grilodi	682254	4199581	0.37	1.34	2.24	3.60	4.75	5.98	8.58
Ka nıku ka	682831	4199994	0.59	2.14	3.57	5.74	7.57	9.54	13.67
Akba	684644	4203896	1.15	3.96	6.50	10.33	13.54	16.98	24.23
A a ıtali	684298	4202553	0.37	1.36	2.27	3.64	4.80	6.05	8.67
Hesko	684092	4201640	1.05	3.81	6.35	10.21	13.46	16.96	24.31
Ziyaret	684995	4204329	1.00	1.61	2.18	3.14	4.02	5.11	10.81
Düzalan	685092	4205299	1.14	3.90	6.41	10.19	13.36	16.76	23.91
Derkiamire o	685169	4206067	0.71	2.42	3.98	6.33	8.30	10.41	14.85
Kelleha	686596	4206293	1.19	3.23	4.97	7.52	9.63	11.87	16.64
Bevane	687093	4207853	41.4	52.3	59.93	69.94	77.77	85.74	103.76
Çi il	688041	4209856	1.00	2.36	3.47	5.06	6.36	7.73	10.69
Tatos	687533	4213805	0.45	0.85	1.16	1.59	1.93	2.29	3.07
Da ınan	688905	4216176	7.81	13.2	17.16	22.49	26.68	31.02	40.62
Akçeltik	690504	4219782	4.05	6.96	9.10	11.99	14.27	16.64	21.87

3.1.3. Pürüzlülük Katsayısı

1889 yılında İrlandalı mühendis Robert Manning tarafından bulunan Manning Formülü (Denklem 3.1), günümüzde serbest yüzeyli üniform akımlarda debi hızını tayin etmek için en çok kullanılan formüldür.

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

Bu denklemde; V : Akarsuyun yatak içindeki hızı (m/s), R : Hidrolik yarıçapı (m), I : Akarsuyun eğimini (m/m). n : Pürüzlülük katsayısını ($m^{-1/3}.s$) temsil etmektedir.

Genel olarak debi (Q) de eri hesaplanırken R, I ve A değerleri ölçümlerle belirlenebilme imkânına sahip olmasına rağmen n de eri için böyle bir ölçüm imkânı yoktur. Akarsu yatak özelliğine göre de i en n katsayısı, daha çok gözlem yoluyla tespit edilmektedir.

Ta kın yapılarında debi de eri belirlenirken pürüzlülük katsayısı için birçok kaynakta belirli yapılar için deneysel olarak elde edilen değerler kullanılmaktadır. Bu değerler genel itibariyle 0.011~0,15 arasında de i mektedir. Feyezan anında ta kın yapısının geçirebilece i maksimum debi büyük önem te kil etmektedir. Pürüzlülük katsayısının tam olarak do ru tayin edilememesi büyük ta kınlara dolayısıyla can ve mal kayıplarına neden olabilmektedir. Çizelge 3.5.'de aynı özellikteki kanallarda farklı pürüzlülük katsayılarının ortaya çıkardığı debi de erleri verilmiştir. Çizelge 3.5.'den anlaşılabildiği üzere pürüzlülük katsayısındaki küçük de i imler bile hızda ve dolayısıyla debi de erinde ihmal edilemeyecek farklılıklar yaratabilmektedir.

Çizelge 3.5. Pürüzlülük katsayısına göre debi de i imi

n	Q (m ³ /s)
0.010	4.81
0.025	1.92
0.050	0.96
0.750	0.06
0.100	0.48

Pürüzlülük katsayısı tespit edilirken göz ardı edilen bir başka konu ise özellikle yerleşim yerleri içinden geçen akarsularda zamana bağlı de i imlerdir. Bu de i imler hem akarsu yatağının doğal morfolojik de i imi hem de be eri etkileriyle ortaya çıkan de i imlerdir. Söz gelimi mevsimlik de i imler sonucu ileriki zamanlarda ortaya

çıkabilecek bitkiler veya yakın çevreden kanal içine atılan çöpler ileriki zamanlarda pürüzlülük katsayısını önemli derecede arttırabilmektedir. Bu yüzden tespit yapılırken yakın gelecekte açık kanal yata ında meydana gelebilecek de i imlerin de göz önüne alınması daha sa lıklı sonuçlar alınmasını sa lar.

Ta kın kanalları boyutlandırılırken “yoruma” dayalı olarak belirlenen pürüzlülük katsayısı birçok parametreye ba lıdır. Bunlar; yataktaki malzemenin cinsi, bitki örtüsü, akarsu üzerindeki enine yapıların sayısı ve ekli, kanal en kesitinin ekli, kanalın düzensizli i ve kanalın güzergâhı boyunca sahip oldu u mendereslenme ekinde sıralanabilir. Bu parametrelerden pürüzlülük katsayısının tespiti için en sa lıklı de eri Cowan Formülü vermektedir. 1956 yılında W.L. Cowan tarafından geli tirilmi olan bu formül, 1989 yılında U.S. Geological Survey tarafından da geli tirilmi tir.

3.1.3.1. Pürüzlülük Katsayısını Etkileyen Faktörler

3.1.3.1.1. Yüzeyin Pürüzlülü ü

Yüzey pürüzlülü ü ıslak çevreyi olu turan malzeme danelerinin boyut ve eklini ifade eder ve akımı yava latıcı etki olu turur. Pürüzlülük katsayısının seçiminde tek etken olarak dü ünülse de belli ba lı etkenlerden sadece birisidir. Genellikle ince daneli malzemelerde n katsayısı dü ük, iri daneli çeper malzemesinde n katsayısı yüksek bir de erdedir. E er çeper malzemesi ince daneli ise, su seviyesindeki de i imlerde n katsayısı de i mez. Çeper malzemesi çakıl ve kayalardan olu uyorsa, dü ük su seviyelerinde n pürüzlülük katsayısı aynı kesit için daha büyük, yüksek su seviyelerinde bu kesit için daha ufak bir de erdedir. Genel olarak do al kanallarda n seçiminde bu durum göz önünde tutulmaz.

3.1.3.1.2. Bitki Örtüsü

Akarsu yata ı içindeki bitki örtüsü de pürüzlülük katsayısı seçiminde önemli bir etkindir. Zamanla çeperde olu an çe itli bitki geli imi akımın hareketine engel olu turur, yani n pürüzlülük katsayısını arttırır. Do al akım yataklarında bu durum çok daha belirgindir. Bir kesitten akan bir debi yaz ve kı aylarında farklı olu an bitki örtüsünden dolayı farklı derinlik ve hızlarda geçer. Yani n pürüzlülük katsayısı aynı kesit için yaz ve kı aylarında çok farklı de erler almaktadır.

3.1.3.1.3. Yatak Düzensizli i

Akarsularda bu tip düzensizlikler kanal yata ında olu mu kum yı ınları, tümsekler, çukurlar ve bo luklardır. Bu düzensizlikler yüzey pürüzlülü ünü arttırır. Yatak ekseninin akım boyunca e rili i n pürüzlülük katsayısına etki eder. Eksendeki bu kıvrımlar sürüntü malzemesi birikimine neden olarak n pürüzlülük katsayısını da arttırır. E er akım hızı az ise, n katsayısının kıvrımlı kanallarda çok de i medi i kabul edilebilir.

3.1.3.1.4. Birikim ve A ınma

Akarsu yata ında biriken alüvyonlar düzensiz bir kanalın pürüzlülü ü azaltarak, n katsayısını dü üreterek, düzenli bir duruma getirebilir. A ınma durumunda ise n katsayısı artar. Yatakta olu an birikimin nasıl olu tu u da önemlidir. E er birikimler kum tepcikleri eklindeyse bu durumda pürüzlülük artar. Kanal yatak malzemesi birikim ve a ınmada önemli bir etkindir.

3.1.3.1.5. Engeller

Yatakta biriken kütükler, köprü ayakları ve benzeri engeller n pürüzlülük katsayısını arttırır. Artı ın miktarı engelin cinsine, ekline, sayısına ve da ılımına ba lıdır. Yata ın boyut ve eklinin n katsayısına etkisinin olmadığı kabul edilebilir. Yalnız, hidrolik yarıçaptaki de i im kanalın ekline ba lı olarak n katsayısını arttırabilir veya azaltabilir.

3.1.3.1.6. Seviye ve Debi

Genel olarak n katsayısının de eri seviye ve debi arttıkça dü er. Yataktaki su sı ise, kanal tabanındaki düzensizlikler aç ı a çıkar ve pürüzlülük etkisi artar. Fakat yüksek su seviyelerinde kanal evlerindeki düzensizlikler ve bitki örtüsü pürüzlülü ü arttırır. Bu durum do al kanallarda ortaya çıkar. Yapay sel yataklı kanallarda ise ana yatak ve sel yata ı aynı kaplama malzemesiyle kaplı ise n katsayısı sabit kabul edilebilir.

3.1.3.1.7. Mevsimsel De i imler

Akarsu yata ında olu an a aç, ot ve bitki örtüsünün mevsimsel de i imlerine göre n katsayısının de eri de önemli de i iklik gösterir. Bütün bu etkenler göz önünde tutularak n pürüzlülük katsayısı tahmin edilir. Aynı zamanda kanal tipi, akım durumu ve

özellikle yapay kanalların bakım sıklığı n pürüzlülük katsayısının tespitinde dikkate alınmalıdır. Optimum pürüzlülük katsayısının tespit edilmesi için kullanılan Cowan Formülü aşağıdaki gibidir;

$$n = m(n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) \quad (3.2)$$

Bu denklemde; n : pürüzlülük katsayısı, n_0 : Akarsu yatağındaki malzemenin cinsi, n_1 : Kanal düzensizlik derecesi, n_2 : Kanal yarıçapındaki değişim, n_3 : Engellerin benzer etkileri, n_4 : Bitki örtüsü, m : Kanal kıvrım derecesini ifade etmektedir.

Çizelge 3.6.'da DS tarafından tasarımalarında önerilen pürüzlülük katsayıları için belirlenmiş katsayılar verilmiştir.

Çizelge 3.6. DS tarafından önerilen pürüzlülük katsayıları

Yataktaki Malzeme Cinsi	Beton	Ort. Dane çapı (mm)	--	n_b	0.012-0.018
	Kaya		--		--
	Sert Toprak		--		0.025-0.032
	Fine kum		1-2		0.026-0.035
	Orta çakıl		--		--
	Çakıl		2-64		0.028-0.035
	Fine Çakıl		--		--
	Fine Ta		64-256		0.030-0.050
	Yumru Kaya		>256		0.040-0.070
Kanal çevre durumu	Pürüzsüz	Beton duvar	n_1		0.000
					0.003
	Önemsiz				0.005
					0.008
	Orta				0.010
					0.015
	İddetli				0.020
Kanal kesit değişimi	Az değişim		n_2		0.000
	Ara Sıra Değişim				0.005
	Sık Değişim				0.010-0.015
Kanaldeki engeller (Birikinti, Tümsek, Düz, Kaya, Köprü Ayağı)	İhmal Edilebilir	Engel/Kesit alanı x100	<%5	n_3	0.000
	Önemsiz		%5-15		0.010-0.015
	Kayda Değer		%15-50		0.020-0.030
	İddetli		>%50		0.040-0.060
Kanal bitki örtüsü	Düşük		n_4		0.005-0.010
	Orta				0.010-0.025
	Yüksek				0.025-0.050
	Çok Yüksek				0.050-0.100
Kanal kıvrımı	Önemsiz	Derece uzunluğu / kıvrım uzunluğu	1-1,2	m	1.000
	Kayda Değer		1,2-1,5		1.150
	İddetli		>1,5		1.300



ekil 3.6. Batman Çayı güzergâhında Manning pürüzlülük katsayısı tayini

Bu çalı mada Batman Çayı için ta kın analizinde kullanılan pürüzlülük katsayısı için güzergâh boyunca gözlemler ve incelemeler yapılmı tır (ekil 3.6. ve ekil 3.7.). Yer yer 3 km'yi bulan yatak geni li iyle Batman Çayı, pürüzlülük katsayısı açısından de i kenlik göstermektedir. Bu de i kenlik, çalı ma alanının tamamı dü üldü ünde gerçek de eri verecek ekilde optimize edilmi tir.



ekil 3.7. Batman Çayı güzergâhında Manning pürüzlülük katsayısı tayini

Kıvrım faktörü (m), 32.6 km uzunlu undaki dere uzunlu unun 26.4 km uzunlu undaki ku uçu u uzunlu a bölünmesiyle elde edilen 1.24 de erine ba lı olarak 1.15 alınmı tır. Çizelge 3.7.'de Cowan Formülünde belirlenen parametreler dikkate alınarak Batman Çayı'nda pürüzlülük katsayısı 0.036 bulunmu tur.

Çizelge 3.7. Batman Çayı pürüzlülük katsayısı

Cowan Formülüne göre Pürüzlülük Katsayısı:		
n ₀ =	0.026	(pürüzlülük katsayısı)
n ₁ =	0	(kanal düzensizlik katsayısı)
n ₂ =	0	(kanal yarıçapındaki de i imler katsayısı)
n ₃ =	0	(kanalda mevcut engellerin etkisini içeren katsayı)
n ₄ =	0.005	(bitki örtüsü ve akım durum katsayısı)
m =	1.15	(kıvrım faktörü)
		n= 0.036

3.1.4. Daralma ve Genle me Katsayıları

ki ardı ık en kesit arasında meydana gelen daralma ve genle meler akımda enerji kaybı yaratır. Böyle bir durumda enerji kayıpları daralma ve genle me katsayıları yardımıyla bulunur.

Sel rejimli akımlarda yük kayıplarını belirlemek oldukça zordur. Bununla birlikte uygulamada rastlanan açık kanal akımları genelde nehir rejimlidir. (Özbek 2009). Standart adım yönteminde sürtünme kayıpları için Manning Formülü kullanılırken, di er yerel kayıplar için kayıp katsayıları kullanılır. Mansapta hız artıyorsa daralma katsayısı, hız azalıyorsa genle me katsayısı kullanılır. Genel olarak genle me durumundaki kayıp, daralma durumunda meydana gelen kayıptan daha fazladır. Ani de i en kesitlerdeki kayıplar, tedrici de i en kesitlerde ortaya çıkan kayıplardan fazladır. Çizelge 3.8.'de nehir rejimli tipik bir dere yata ında kullanılabilecek katsayılar verilmi tir. Sel rejimli akımlarda bu katsayılar nehir rejimli akımlara oranla çok daha dü üktür (Hydraulic Reference Manual 2010).

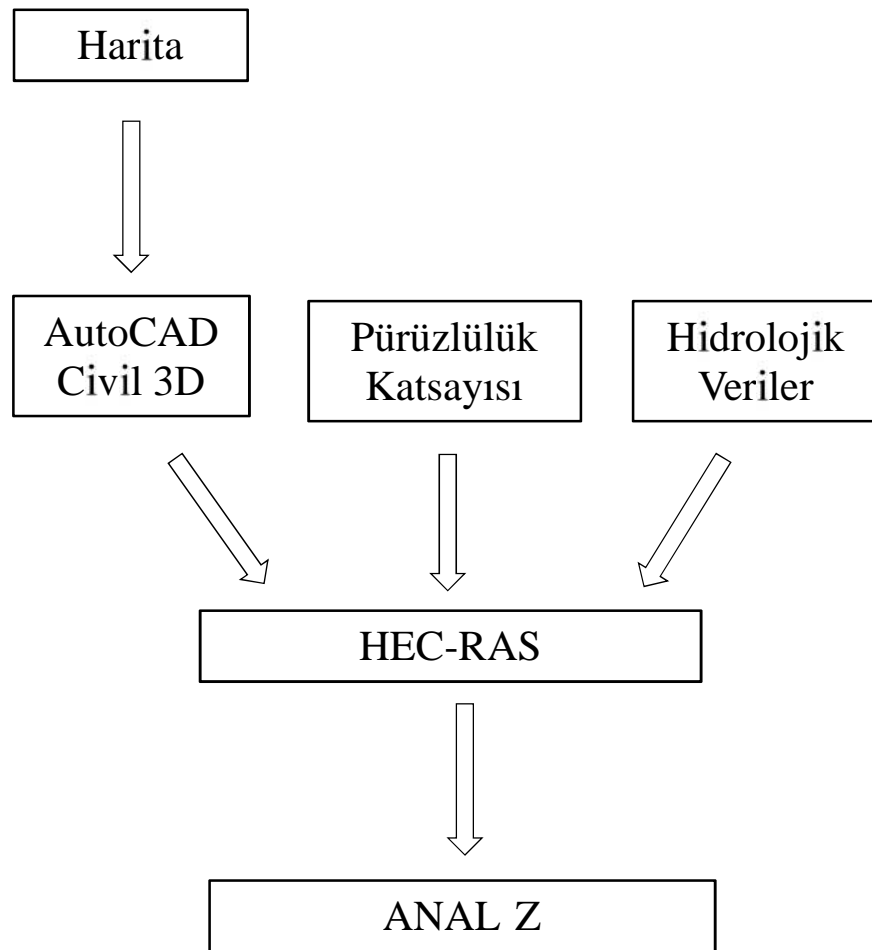
Çizelge 3.8. HEC-RAS için daralma ve genleşme kayıp katsayıları

	Daralma	Genleşme
Geçiş Kayıpları Yok	0.0	0.0
Tedrici Geçişler	0.1	0.3
Tipik Köprü Kesitleri	0.3	0.5
Aniden Değişim	0.6	0.8

Bu çalışmada kapsamında, doğal dere yatağı olması ve eğimin çok az olması sebebiyle dere yatağındaki en kesit değişimleri aamalı olduğu için yerel kayıp katsayılarında daralma katsayısı 0.1, genleşme katsayısı 0.3 alınmıştır.

4. METOD

Batman Çayı ta kın analizi yapılırken öncelikle ta kın alanına ait haritalar temin edilmiştir. Mevcut dere yata ının sa ve sol sahillerinde 300 m'yi bulan genişlikte harita (ED-50 sistemli) üzerinde çalışılmıştır. AutoCAD Civil paket programı yardımıyla güzergâh boyunca 170 m'de bir olmak üzere 28 361 metrelik güzergâhta toplam 165 adet en kesit alınmıştır. Oluşturulan bu en kesitler ve boy kesit HEC-RAS programına aktarılarak Batman Çayı yata ı boyunca yerinde yapılan gözlem ve incelemeler neticesinde pürüzlülük katsayısı tespit edilmiştir. Elde edilen hidrolojik verilerin de HEC-RAS programına girilmesi sonrasında analiz yapılarak Batman Çayı'na ait ta kın analizi yapılmış ve çalışmanın metodolojisi algoritma olarak aşağıda verilmiştir (ekil 4.1.).



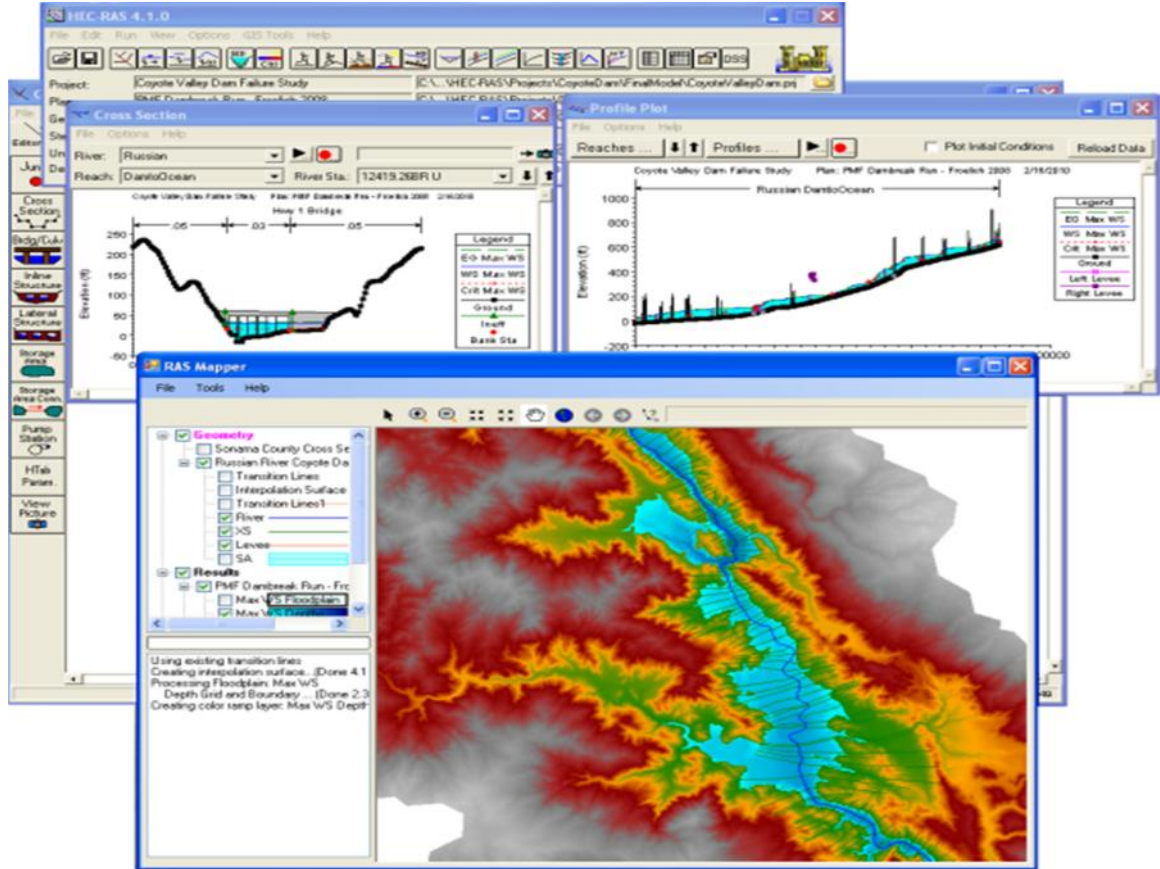
ekil 4.1. Çalışmanın akış diyagramı

4.1. HEC-RAS Programının Tanıtılması

HEC-RAS (Hydrologic Engineering Centers River Analysis System), Amerikan ordusunun mühendislik biriminin bir kolu olan Hidrolik Mühendisliği Merkezi (HEC) tarafından geliştirilen hidrolik modelleme programıdır. 1964 yılında HEC, dere yatakları akımları ve taşkın riski taşıyan yerleri belirlemek için HEC-2 adında bir bilgisayar modeli oluşturmuştur. HEC-2, akım hidrolik modelleme analiz programı olarak hızla yayılmıştır. Sahip olduğu özelliklerle ilerleyen yıllarda köprü, savak ve menfez hidrolik analizleri için de kullanılmıştır (Beavers 1994).

Windows işletim sisteminin kişisel bilgisayarlarla beraber yaygınlaşmasıyla 90'lı yılların başından itibaren HEC, Windows sistemiyle uyumlu River Analysis System (RAS)'ı çıkarmıştır. HEC-RAS programının kullanıcı arayüzü Visual Basic'te oluşturulmuş olup arayüzün (Şekil 4.2.) başlı bulunduğunda akım hesaplama algoritmaları da Fortran programlama dilinde oluşturulmuştur. Bu özellikler de çoklukla HEC-2 modeli tabanlıdır. HEC-RAS tek boyutlu kararlı akımlarda su yüzü profilini bulmayı amaçlamıştır. Daha sonraları kararsız akımlar ve sediment taşınım modülleri de eklenmiştir. Bu sistemle sel, nehir ve karma rejimli dendirik sistemli veya tek bir kola sahip akarsular modellenebilmektedir. Bu modelleme sonuçlarıyla genel olarak taşkın risk yönetimi ve taşkın zararlarının etkilerinin önemli olduğu taşkın sigortalarında kullanılmaktadır (HEC 1997).

Kararlı akım artları altında su yüzeyi profili belirlenmesinde, kritik altı akım, kritik üstü akım ve karışık çözüm seçenekleri sunulmaktadır. Program, kararlı akım artları altında yapılan çözümlerde, tek boyutta enerji denklemini temel almaktadır. Enerji kayıplarının hesap edilebilmesi için sürtünme katsayısı ve daralma/genileme katsayılarına ihtiyaç duyulmaktadır. Momentum denklemi ise, akım rejiminin ani değişim durumlarında kullanılmaktadır. Hidrolik sıçrama, köprü hidroliği, akım girişiminin olduğu bölgeler akım rejiminin ani değişim durumlarına örnek olarak verilebilir. Analizi yapılan bölgedeki köprü, menfez, su bendi, dolusavak gibi akımı etkileyebilecek yapıların akıma etkisi program sayesinde analizlerde göz önüne alınabilmektedir. Ayrıca analiz bölgesindeki değişimler de programın içerisine yansıtılarak model güncellenebilmektedir (Tuncer 2010).



ekil 4.2. HEC-RAS programı kullanıcı ara yüzü

4.1.1. HEC-RAS Programının Parametreleri

HEC-RAS, kanal geometrisi ve akımın hidrolik analizlerini yapabilmesi için bazı veri parametrelerini kullanır. Bu parametreler akım boyunca bir dizi en kesitte uygulanır. Her bir en kesitte akım kıyısı boyunca sa , orta ve sol olmak üzere belirlenir. Bu ekilde bölümlendirmesinin sebebi hidrolik parametrelerdeki farklılıklardır. Akım ile kanal yata ı arasındaki sürtünme kuvveti, ta kın güzergâhındaki akım direncini Manning pürüzlülük katsayısını dü ürererek önemli ölçüde etkiler. Sonuç olarak akımın hızı ve ta ınımı esas olarak ta kın güzergâhına göre ana kanalda daha yüksektir. HEC-RAS'ta her bir en kesitte ekil, kot ve göreceli konum parametrelerinin tanımlanması gerekir. Tanımlanması gereken parametreler;

- Dere güzergâhı boyunca en kesit numaraları ve en kesit geometrileri
- En kesitler arasındaki uzaklık
- Pürüzlülük katsayısı
- Kanal daralma ve genleşme katsayıları

- e) Güzergâh boyunca engel olu turan enine yapıların geometrileri
- f) Debi değerleri
- g) Memba ve mansap sınır artları

HEC-RAS programında enerji çizgisinin en kesitler doğrultusunda sabit olduğu ve hız vektörünün de en kesitlere dik olduğu kabul edilir. Akım geometrisi tanımlandıktan sonra akıma ait hidrolik su değerleri ilk adım veri girişi olarak tanımlanır.

4.1.2. Su Yüzü Profiline Belirlenmesi

Yavaş debi en akımlarda su yüzü profilinin hesabı için ilk olarak iki en kesit arasında direk adım yöntemi uygulanır. HEC-RAS yazılımı aynı zamanda momentum, WSPRO ve Yarnell metodlarını da destekler. Bu basit yöntem, enerji denkleminde iterasyonla çözüme dayanır. Standart adım metodunda amaç, belirli bir en kesit için verilen akım ve su yüzü profilinden yararlanarak komu en kesitin su yüzü profilini bulmaktır. Nehir rejimli akımlarda hesaplamalar mansaptan membaya doğru ilerlerken, sel rejimli akımlarda ise hesap adımları membadan mansaba doğru ilerler.

Standart Adım Metodu, yavaş debi en akımların başlangıcında, sonunda veya herhangi iki yerinde oluşan akım derinliklerinden bir tanesinin ve x mesafesinin bilinmesi durumunda, diğer akım derinliğinin hesaplanması için kullanılmaktadır. Standart adımların yeterince küçük seçilmesi durumunda doğal dere yataklarında daha sağlıklı sonuçlar elde edilmektedir (Özbek 2009). İki en kesit arasında enerji denkleminde iterasyon yapılarak su yüzü profili hesabı yapan Standart Adım yöntemi, sonlu farklar yönteminden farklı olarak akarsu boyunca belirlenen kesitlerde su derinliğini hesaplar. Ayrıca yine sonlu farklar yönteminden farklı olarak su derinliğini hesabını deneme yanılma yöntemi ile belirlemektedir. Debi ken kesitli akarsularda geometrisi bilinen kesitlerde hesap yapma imkânı verdiğinden, doğal akarsu hesabı da yaygın olarak kullanılmaktadır. Sf (enerji çizgisi eğimi) değerleri kesitler için uniform akım denklemleri kullanılarak hesaplanabilir.

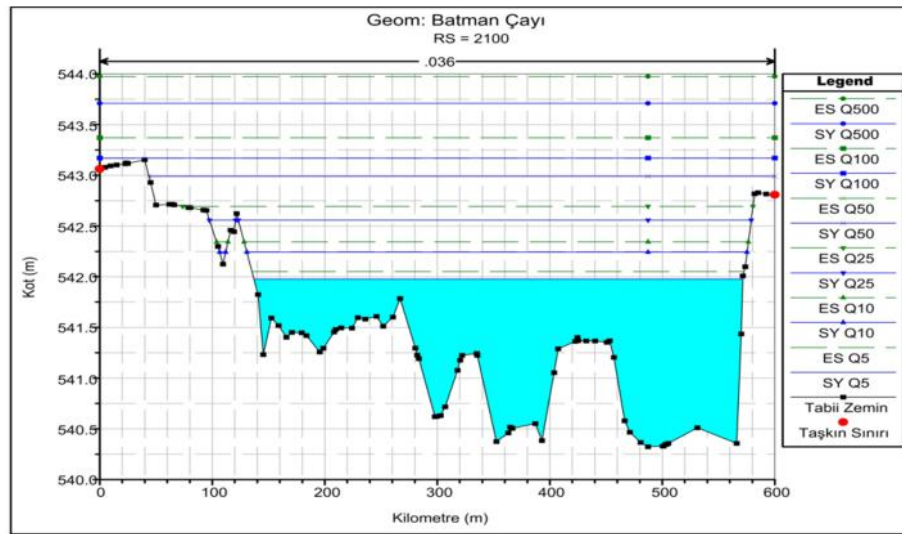
Sınır artları bilinmesi kaydıyla nehir rejimli bir akım için hesap adımları aşağıdaki gibidir:

- a) İlk en kesitteki su yüzü profili için bir değer tahmin edilir.
- b) Bu en kesit için alan, hidrolik yarıçap ve hız bulunur.
- c) Alana, hidrolik yarıçapa ve hıza bağımlı tınlam ve enerji hesaplanır.
- d) Sürtünme kaybı, enerji kaybı ve daralma/genleşme kayıpları bulunur.
- e) Ardıllık iki en kesit arasındaki enerji denkleminde su yüzü profili hesaplanır.

f) Bulunan su yüzü profili tahmin edilen değerler karşılaştırılarak izin verilen değer aralığı yakalanıncaya kadar işlem devam ettirilir.

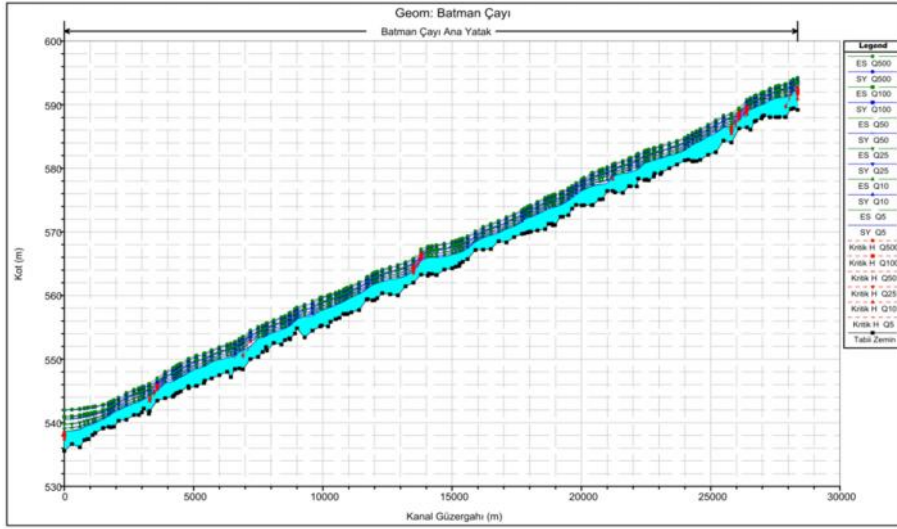
5. BULGULAR VE TARTI MA

HEC-RAS programıyla, çalı ma alanı boyunca belirlenen yerlerde alınan enkesitler ve güzergâha ait boy profilinin tekerrür debileri altında ortaya çıkan su yüzü profili, kanal tabanı-yan evlerdeki hız grafi i, kot-debi grafi i ve güzergâha ait perspektif görünü ü elde etmek mümkündür. Analiz tablolarında ortaya çıkan dere yata ına ait hidrolik veriler irdelenerek sonuçlara yakla ım biçimi gösterilmi tir.



ekil 5.1. Dere yata ından elde edilen kesitlerdeki su yüzü profil sonuçları

ekil 5.1.'de gösterilen analiz sonuç tablosunda enkesitler (cross-section) boyunca farklı tekerrür debileri altında ortaya çıkan su yüzü profilleri gösterilmi tir. “Geom: Batman Çayı” olarak tanımlanan güzergah üzerinde km: 2+100'deki (RS – River Station 2100) enkesitte Kot (m) sütununda dere tabanından ba lamak üzere de i en debi de erleri altında su yüzü profilinin denk geldi i kotlar belirtilmi tir. Kilometre (m) olarak tanımlanan kısımda enkesitin yatay do rultusu tanımlanmı olup ana güzergâhın sa ve sol sahilinde 300 m olmak üzere toplamda 600 m'lik uzunluk gösterilmi tir. Legend (lejant) kısmında ise farklı tekerrür debileri altında su yüzü profilleri (SY) ve bu profillerinin enerji seviyeleri (ES) gösterilmi tir. Kırmızı noktayla belirtilen yerler ise ta kın sınırını ifade etmektedir. Sa ve sol sahillerde belirlenen bu noktaları a an sular, feyezan olarak nitelendirilerek sınır kot de eri ve sınır debi de erlerinin tespitini sa lamaktadır.

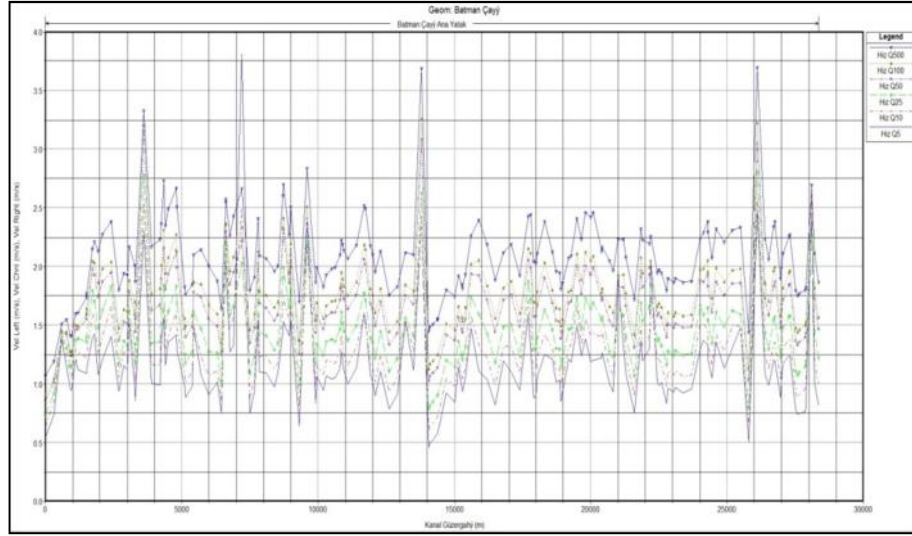


ekil 5.2. Ana dere güzergahına ait uzunluk-kot profil tablosu

ekil 5.2.’deki analiz sonuç tablosu, Batman Çayı güzergahında çalı ma alanı boyunca kanal tabanından ba lamak suretiyle de i en su yüzü profiline göre kot ve kilometre grafi ini ifade etmektedir. Böylelikle 28 km’lik çalı ma alanı boyunca her bir kısımdaki farklı debi de erlerine ba lı su yüzü profili incelenebilmektedir. Yine lejant kısmında su yüzü profili ve enerji çizgileri gösterilirken aynı zamanda debi tekerrür debileri altında ortaya çıkan kritik akım derinliklerine de yer verilmi tir.

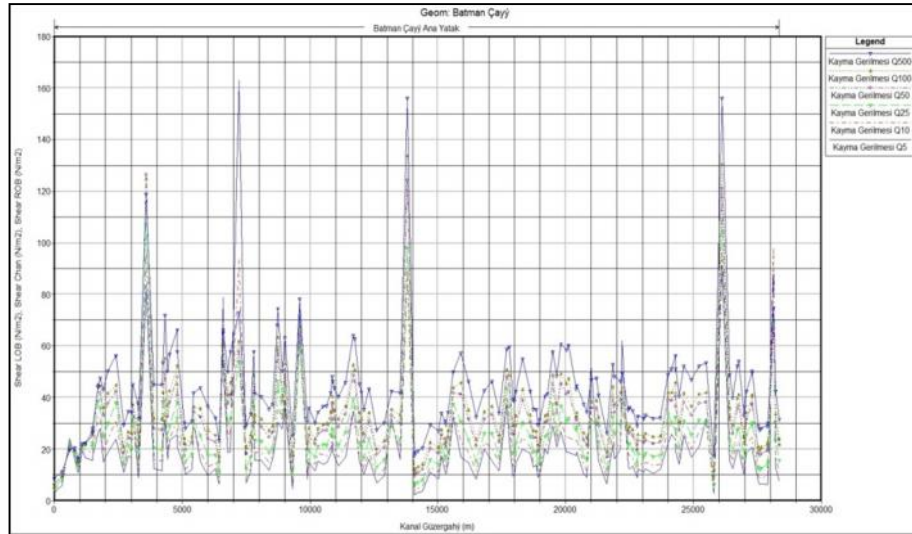
“General Plot Area” menüsünden ise hız, debi, alan, maksimum geni lik, a ırlıklı pürüzlülük katsayısı, Freud sayısı, hidrolik derinlik, tabanda olu an kesme kuvveti, yüzey alanı, hacim ve akım gücü de erlerinin çalı ma güzergahı boyunca de i imleri tablo olarak alınabilmektedir. ekil 5.3.’teki hız grafi i incelendi inde, kanal güzergahı boyunca ortaya çıkan hız de erlerinin yüksek olmadı ı göze çarpmaktadır. Hız de erlerinin bu denli dü ük olmasının sebebi, dere yata ının artı gösteren debi miktarıyla beraber suyun yayılım göstermesine uygun olmasından kaynaklanmaktadır. Hız de erlerinin bu kadar dü ük çıkmasına ba lı olarak Freud sayıları da birçok enkesitte 1 de erinden dü ük çıkmı tır.

Özellikle taban oyulmaları, akarsularda sık kar ıla ılan problemlerin ba ında gelmektedir. HEC-RAS programıyla akım sonucunda kanal tabanında meydana gelen kayma gerilme de erleri de elde edilebilmektedir (ekil 5.4.). Genel kriterler do rultusunda taban kayma gerilme de eri $0-60 \text{ (N/m}^2\text{)}$ de erleri arasında herhangi bir önlem alınmasına gerek duyulmazken, $60-120 \text{ (N/m}^2\text{)}$ de erleri arasında kanal yata ında



ekil 5.3. Çalı ma alanı güzergâhı boyunca ortaya çıkan hız de erleri

yapılacak gözlemler do rultusunda kanal tabanı için tedbir alınması gerekti i vurgulanmaktadır. Taban Kayma Gerilme de erinin $120 \text{ (N/m}^2\text{'nin üzerinde oldu u durumlarda ise kanal tabanından ciddi oyulmaların meydana gelebilece i göz önüne alınarak tespit edilen yerlerde tedbir alınması (brit, kaplama vs) gerekmektedir.$



ekil 5.4. Çalı ma alanı güzergâhı boyunca ortaya çıkan taban gerilme kuvvetleri

Güzergâh boyunca alınan her bir enkesittin kilometresi, debi de eri, minimum kanal kot de eri, de i en tekerrür debi de erlerine kar ılık gelen su yüzü ve enerji seviye kotları, hız de eri, akım alanı ve Freud sayısı a a ıda tablo halinde verilmi tir (Çizelge 5.1.).

Çizelge 5.1. Batman Çayı'nın ta kın analiz verileri

	Kilometre	Tekerrür Debisi	Debi De eri (m ³ /s)	Min Kot (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Enerji Seviyesi Kotu (m)	Hız (m/s)	Akım Alanı (m ²)	Froude Sayısı
Batman Çayı	28+361.79	Q5	510	589.2	592.21	592.24	0.81	626.19	0.22
		Q10	760	589.2	592.5	592.55	1	762.23	0.25
		Q25	1120	589.2	592.81	592.88	1.22	914.73	0.29
		Q50	1710	589.2	593.27	593.38	1.47	1163	0.33
		Q100	2010	589.2	593.48	593.6	1.57	1283.8	0.33
		Q500	3048	589.2	594.07	594.24	1.87	1634.2	0.36
Batman Çayı	28+200	Q5	510	589.42	592.06	592.11	1.01	504.18	0.32
		Q10	760	589.42	592.32	592.39	1.2	634.83	0.35
		Q25	1120	589.42	592.58	592.69	1.45	773.04	0.38
		Q50	1710	589.42	593.01	593.16	1.72	995.1	0.4
		Q100	2010	589.42	593.21	593.38	1.82	1105	0.41
		Q500	3048	589.42	593.78	594	2.12	1440.3	0.44
Batman Çayı	28+103.99	Q5	510	589.32	591.49	591.79	2.44	209.18	1.02
		Q10	760	589.32	591.7	592.05	2.62	290.29	1
		Q25	1120	589.32	592.12	592.39	2.33	479.89	0.73
		Q50	1710	589.32	592.58	592.89	2.45	698.64	0.64
		Q100	2010	589.32	592.78	593.11	2.53	795.37	0.65
		Q500	3048	589.32	593.37	593.74	2.7	1130.9	0.63
Batman Çayı	27+900	Q5	510	588.06	591.16	591.2	0.81	628.64	0.19
		Q10	760	588.06	591.49	591.55	1.01	755.16	0.24
		Q25	1120	588.06	591.88	591.95	1.19	937.83	0.29
		Q50	1710	588.06	592.33	592.43	1.43	1195.8	0.32
		Q100	2010	588.06	592.53	592.65	1.53	1316	0.33
		Q500	3048	588.06	593.12	593.29	1.83	1669.8	0.35
Batman Çayı	27+878.92	Q5	510	588.05	591.16	591.19	0.77	664.86	0.18
		Q10	760	588.05	591.49	591.53	0.96	788.28	0.22
		Q25	1120	588.05	591.86	591.93	1.15	973.39	0.27
		Q50	1710	588.05	592.31	592.41	1.4	1222.5	0.31
		Q100	2010	588.05	592.51	592.62	1.5	1339.2	0.32
		Q500	3048	588.05	593.1	593.26	1.8	1692.4	0.34
Batman Çayı	27+653.84	Q5	510	588.05	591.07	591.09	0.75	681.68	0.21
		Q10	760	588.05	591.37	591.41	0.9	841.6	0.23
		Q25	1120	588.05	591.69	591.75	1.1	1015.5	0.27
		Q50	1710	588.05	592.11	592.2	1.35	1264.2	0.3
		Q100	2010	588.05	592.3	592.41	1.46	1376.6	0.31
		Q500	3048	588.05	592.87	593.03	1.77	1718.9	0.33

	Kilometre	Tekerrür Debisi	Debi De eri (m ³ /s)	Min Kot (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Enerji Seviyesi Kotu (m)	Hız (m/s)	Akım Alanı (m ²)	Froude Sayısı
Batman Çayı	27+600	Q5	510	588.02	591.04	591.07	0.74	688.61	0.21
		Q10	760	588.02	591.34	591.38	0.89	854.85	0.23
		Q25	1120	588.02	591.66	591.71	1.07	1042.3	0.26
		Q50	1710	588.02	592.07	592.16	1.33	1288.7	0.29
		Q100	2010	588.02	592.25	592.36	1.44	1399.9	0.3
		Q500	3048	588.02	592.82	592.97	1.75	1739	0.33

Batman Çayı	27+514.7	Q5	510	588.03	590.99	591.02	0.78	654.22	0.23
		Q10	760	588.03	591.28	591.32	0.92	829.71	0.25
		Q25	1120	588.03	591.59	591.65	1.1	1013.8	0.27
		Q50	1710	588.03	591.99	592.08	1.36	1253.2	0.3
		Q100	2010	588.03	592.17	592.28	1.48	1361.6	0.31
		Q500	3048	588.03	592.72	592.89	1.8	1693.6	0.34

Batman Çayı	27+300	Q5	510	588.01	590.69	590.77	1.23	414.01	0.42
		Q10	760	588.01	590.97	591.06	1.38	551.32	0.43
		Q25	1120	588.01	591.23	591.36	1.58	706.7	0.47
		Q50	1710	588.01	591.59	591.77	1.85	924.42	0.48
		Q100	2010	588.01	591.76	591.96	1.96	1025.5	0.48
		Q500	3048	588.01	592.29	592.55	2.27	1340.5	0.49

Batman Çayı	27+283.07	Q5	510	588.04	590.65	590.73	1.24	410.36	0.43
		Q10	760	588.04	590.93	591.02	1.37	553.42	0.45
		Q25	1120	588.04	591.19	591.32	1.58	710.74	0.46
		Q50	1710	588.04	591.55	591.73	1.84	929.96	0.47
		Q100	2010	588.04	591.72	591.92	1.95	1031.7	0.47
		Q500	3048	588.04	592.25	592.51	2.26	1348.5	0.48

Batman Çayı	27+051.44	Q5	510	588.32	590.11	590.18	1.18	433.21	0.41
		Q10	760	588.32	590.36	590.45	1.32	577.67	0.42
		Q25	1120	588.32	590.66	590.77	1.49	753.67	0.42
		Q50	1710	588.32	591.07	591.22	1.71	997.79	0.42
		Q100	2010	588.32	591.25	591.42	1.81	1107.8	0.43
		Q500	3048	588.32	591.81	592.03	2.11	1442	0.44

Batman Çayı	27+000	Q5	510	588.12	590.02	590.07	1.02	500.6	0.35
		Q10	760	588.12	590.28	590.35	1.15	659.04	0.35
		Q25	1120	588.12	590.58	590.68	1.33	840.85	0.36
		Q50	1710	588.12	591	591.12	1.57	1088.1	0.37
		Q100	2010	588.12	591.18	591.32	1.68	1199	0.38
		Q500	3048	588.12	591.74	591.94	1.99	1534.8	0.4

5. BULGULAR VE TARTI MA

	Kilometre	Tekerrür Debisi	Debi De eri (m ³ /s)	Min Kot (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Enerji Seviyesi Kotu (m)	Hız (m/s)	Akım Alanı (m ²)	Froude Sayısı
Batman Çayı	26+970.48	Q5	510	587.86	589.99	590.03	0.88	576.56	0.28
		Q10	760	587.86	590.25	590.31	1.04	729.82	0.3
		Q25	1120	587.86	590.56	590.63	1.23	912.03	0.32
		Q50	1710	587.86	590.97	591.08	1.47	1159.5	0.34
		Q100	2010	587.86	591.15	591.28	1.58	1270.4	0.35
		Q500	3048	587.86	591.71	591.9	1.9	1606.2	0.37
Batman Çayı	26+755.08	Q5	510	587.51	589.63	589.71	1.19	427.2	0.42
		Q10	760	587.51	589.89	589.98	1.35	560.96	0.42
		Q25	1120	587.51	590.18	590.3	1.57	714.91	0.43
		Q50	1710	587.51	590.56	590.73	1.86	917.01	0.45
		Q100	2010	587.51	590.73	590.93	2	1007.1	0.46
		Q500	3048	587.51	591.24	591.53	2.38	1278.1	0.49
Batman Çayı	26+700	Q5	510	587.37	589.5	589.57	1.2	423.95	0.42
		Q10	760	587.37	589.77	589.86	1.35	564.52	0.42
		Q25	1120	587.37	590.06	590.18	1.54	725.16	0.43
		Q50	1710	587.37	590.44	590.61	1.83	932.24	0.45
		Q100	2010	587.37	590.61	590.81	1.96	1024.2	0.46
		Q500	3048	587.37	591.12	591.4	2.34	1300.5	0.49
Batman Çayı	26+539.68	Q5	510	586.07	589.23	589.28	0.99	516.29	0.32
		Q10	760	586.07	589.51	589.58	1.12	677.21	0.34
		Q25	1120	586.07	589.82	589.91	1.3	861.13	0.35
		Q50	1710	586.07	590.19	590.32	1.58	1082.7	0.37
		Q100	2010	586.07	590.36	590.5	1.7	1180.9	0.39
		Q500	3048	586.07	590.85	591.07	2.06	1476.6	0.42
Batman Çayı	26+400	Q5	510	586.44	589.01	589.07	1.08	470.22	0.36
		Q10	760	586.44	589.28	589.36	1.25	607.71	0.38
		Q25	1120	586.44	589.58	589.68	1.43	782.25	0.4
		Q50	1710	586.44	589.93	590.08	1.73	990.94	0.43
		Q100	2010	586.44	590.08	590.25	1.86	1082.7	0.44
		Q500	3048	586.44	590.54	590.8	2.24	1359.2	0.48
Batman Çayı	26+100	Q5	510	586.25	587.59	587.9	2.47	206.15	1.01
		Q10	760	586.25	587.82	588.16	2.58	294.48	1.01
		Q25	1120	586.25	588.04	588.44	2.81	398.83	1.01
		Q50	1710	586.25	588.32	588.8	3.05	560.38	1.01
		Q100	2010	586.25	588.43	588.96	3.22	624.04	1.01
		Q500	3048	586.25	588.76	589.46	3.7	824.74	1.01

	Kilometre	Tekerrür Debisi	Debi De eri (m ³ /s)	Min Kot (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Enerji Seviyesi Kotu (m)	Hız (m/s)	Akım Alanı (m ²)	Froude Sayısı
Batman Çayı	25+800	Q5	510	584.05	586.67	586.68	0.51	1006.4	0.12
		Q10	760	584.05	586.98	587	0.64	1190.2	0.14
		Q25	1120	584.05	587.32	587.36	0.8	1398.5	0.17
		Q50	1710	584.05	587.76	587.81	1.03	1657.5	0.2
		Q100	2010	584.05	587.94	588.01	1.14	1770.7	0.21
		Q500	3048	584.05	588.52	588.62	1.44	2113.9	0.25
Batman Çayı	25+500	Q5	510	584.35	586.42	586.53	1.48	344.54	0.58
		Q10	760	584.35	586.71	586.82	1.49	510.34	0.52
		Q25	1120	584.35	587.03	587.16	1.59	702.39	0.47
		Q50	1710	584.35	587.39	587.57	1.86	920.45	0.48
		Q100	2010	584.35	587.55	587.75	1.98	1014.9	0.49
		Q500	3048	584.35	588.04	588.31	2.33	1306.2	0.5
Batman Çayı	25+200	Q5	510	582.52	585.56	585.65	1.31	389.45	0.4
		Q10	760	582.52	585.87	585.99	1.5	505.9	0.43
		Q25	1120	582.52	586.23	586.37	1.63	688.37	0.47
		Q50	1710	582.52	586.63	586.81	1.85	923.01	0.48
		Q100	2010	582.52	586.79	586.99	1.97	1019.9	0.48
		Q500	3048	582.52	587.29	587.57	2.31	1319.2	0.5
Batman Çayı	24+900	Q5	510	582.12	585	585.07	1.14	449.21	0.38
		Q10	760	582.12	585.28	585.37	1.28	593.73	0.39
		Q25	1120	582.12	585.57	585.69	1.49	751.38	0.41
		Q50	1710	582.12	585.96	586.11	1.75	976.88	0.44
		Q100	2010	582.12	586.12	586.3	1.87	1075.8	0.45
		Q500	3048	582.12	586.63	586.88	2.21	1380.8	0.46
Batman Çayı	24+600	Q5	510	581.33	584.27	584.36	1.36	374.42	0.47
		Q10	760	581.33	584.59	584.7	1.43	533.32	0.46
		Q25	1120	581.33	584.87	585.01	1.61	695.13	0.47
		Q50	1710	581.33	585.25	585.43	1.87	915.28	0.48
		Q100	2010	581.33	585.42	585.62	1.98	1012.9	0.48
		Q500	3048	581.33	585.93	586.2	2.32	1313.5	0.5
Batman Çayı	24+450.23	Q5	510	581.12	584	584.05	1.05	484.27	0.33
		Q10	760	581.12	584.31	584.38	1.16	657.08	0.35
		Q25	1120	581.12	584.61	584.7	1.34	832.72	0.36
		Q50	1710	581.12	584.99	585.12	1.61	1062.8	0.39
		Q100	2010	581.12	585.16	585.31	1.73	1162.3	0.4
		Q500	3048	581.12	585.67	585.89	2.07	1469.8	0.42

5. BULGULAR VE TARTI MA

	Kilometre	Tekerrür Debisi	Debi De eri (m ³ /s)	Min Kot (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Enerji Seviyesi Kotu (m)	Hız (m/s)	Akım Alanı (m ²)	Froude Sayısı
Batman Çayı	24+300	Q5	510	581.07	583.73	583.8	1.21	422.16	0.4
		Q10	760	581.07	584.01	584.1	1.35	564.92	0.42
		Q25	1120	581.07	584.3	584.42	1.54	725.12	0.44
		Q50	1710	581.07	584.66	584.83	1.83	935.03	0.47
		Q100	2010	581.07	584.81	585.01	1.95	1029.7	0.48
		Q500	3048	581.07	585.31	585.58	2.29	1328.3	0.49
Batman Çayı	24+292.58	Q5	510	581.15	583.69	583.78	1.33	383.06	0.45
		Q10	760	581.15	583.97	584.08	1.46	520.17	0.47
		Q25	1120	581.15	584.26	584.4	1.65	679.07	0.48
		Q50	1710	581.15	584.62	584.81	1.93	885.15	0.51
		Q100	2010	581.15	584.77	584.99	2.05	979.45	0.51
		Q500	3048	581.15	585.27	585.56	2.39	1277.6	0.52
Batman Çayı	24+134.93	Q5	510	581.34	583.22	583.32	1.37	372.15	0.48
		Q10	760	581.34	583.48	583.6	1.51	501.75	0.5
		Q25	1120	581.34	583.84	583.97	1.59	704.45	0.47
		Q50	1710	581.34	584.19	584.37	1.87	914.5	0.48
		Q100	2010	581.34	584.36	584.56	1.98	1013.9	0.49
		Q500	3048	581.34	584.89	585.15	2.29	1331.5	0.49
Batman Çayı	24+000	Q5	510	581.24	582.85	582.94	1.3	392.75	0.43
		Q10	760	581.24	583.09	583.21	1.53	496.94	0.46
		Q25	1120	581.24	583.44	583.58	1.66	673.51	0.5
		Q50	1710	581.24	583.83	584.01	1.88	909.12	0.49
		Q100	2010	581.24	584.02	584.21	1.97	1018.6	0.48
		Q500	3048	581.24	584.58	584.84	2.24	1359.7	0.48
Batman Çayı	23+700	Q5	510	580.59	582.33	582.38	0.96	532.1	0.32
		Q10	760	580.59	582.62	582.68	1.08	704.78	0.32
		Q25	1120	580.59	582.93	583.01	1.26	890.61	0.33
		Q50	1710	580.59	583.36	583.47	1.49	1148.7	0.34
		Q100	2010	580.59	583.56	583.69	1.59	1266.4	0.35
		Q500	3048	580.59	584.16	584.34	1.87	1625.8	0.36
Batman Çayı	23+400	Q5	510	580.01	581.98	582.03	0.92	552.62	0.28
		Q10	760	580.01	582.26	582.32	1.07	713.56	0.31
		Q25	1120	580.01	582.57	582.65	1.25	899.16	0.32
		Q50	1710	580.01	583	583.11	1.48	1156.3	0.34
		Q100	2010	580.01	583.2	583.32	1.58	1273.9	0.35
		Q500	3048	580.01	583.79	583.97	1.87	1632.1	0.36

	Kilometre	Tekerrür Debisi	Debi De eri (m ³ /s)	Min Kot (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Enerji Seviyesi Kotu (m)	Hız (m/s)	Akım Alanı (m ²)	Froude Sayısı
Batman Çayı	23+100	Q5	510	579.34	581.62	581.67	0.97	526.94	0.33
		Q10	760	579.34	581.88	581.94	1.11	683.25	0.33
		Q25	1120	579.34	582.19	582.28	1.28	872.67	0.34
		Q50	1710	579.34	582.62	582.74	1.51	1129.9	0.35
		Q100	2010	579.34	582.82	582.95	1.61	1248.5	0.36
		Q500	3048	579.34	583.42	583.6	1.9	1605.4	0.37

Batman Çayı	23+054.49	Q5	510	579.09	581.56	581.6	0.93	548.35	0.31
		Q10	760	579.09	581.82	581.88	1.08	706.9	0.32
		Q25	1120	579.09	582.14	582.22	1.25	897.5	0.33
		Q50	1710	579.09	582.57	582.68	1.48	1155	0.34
		Q100	2010	579.09	582.77	582.9	1.58	1273.9	0.35
		Q500	3048	579.09	583.36	583.54	1.87	1630.8	0.36

Batman Çayı	22+828.85	Q5	510	579.17	581.26	581.31	0.96	528.62	0.32
		Q10	760	579.17	581.54	581.6	1.1	687.82	0.32
		Q25	1120	579.17	581.86	581.94	1.28	874.73	0.34
		Q50	1710	579.17	582.29	582.4	1.51	1132.5	0.35
		Q100	2010	579.17	582.49	582.62	1.6	1252.6	0.35
		Q500	3048	579.17	583.08	583.26	1.9	1607.8	0.37

Batman Çayı	22+800	Q5	510	578.7	581.24	581.28	0.84	609.94	0.26
		Q10	760	578.7	581.52	581.57	0.98	773.17	0.28
		Q25	1120	578.7	581.84	581.9	1.16	963.24	0.29
		Q50	1710	578.7	582.27	582.37	1.4	1221.3	0.31
		Q100	2010	578.7	582.47	582.58	1.5	1341.7	0.32
		Q500	3048	578.7	583.06	583.22	1.8	1696.9	0.34

Batman Çayı	22+603.21	Q5	510	578.12	581.01	581.06	1.01	504.38	0.34
		Q10	760	578.12	581.27	581.33	1.17	650.08	0.36
		Q25	1120	578.12	581.58	581.67	1.33	841.15	0.36
		Q50	1710	578.12	582.01	582.13	1.56	1095	0.37
		Q100	2010	578.12	582.21	582.35	1.65	1215.8	0.37
		Q500	3048	578.12	582.79	582.98	1.95	1564.8	0.39

Batman Çayı	22+500	Q5	510	578.25	580.87	580.92	0.99	515.25	0.31
		Q10	760	578.25	581.1	581.18	1.21	628.14	0.35
		Q25	1120	578.25	581.41	581.51	1.39	808.56	0.38
		Q50	1710	578.25	581.85	581.98	1.6	1068.4	0.38
		Q100	2010	578.25	582.05	582.2	1.69	1192.9	0.38
		Q500	3048	578.25	582.64	582.84	1.98	1543.1	0.39

5. BULGULAR VE TARTI MA

	Kilometre	Tekerrür Debisi	Debi De eri (m ³ /s)	Min Kot (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Enerji Seviyesi Kotu (m)	Hız (m/s)	Akım Alanı (m ²)	Froude Sayısı
Batman Çayı	22+440.15	Q5	510	578.13	580.79	580.84	1.01	504.36	0.34
		Q10	760	578.13	581.01	581.08	1.2	633.79	0.37
		Q25	1120	578.13	581.32	581.41	1.37	818.03	0.37
		Q50	1710	578.13	581.76	581.88	1.58	1083.2	0.38
		Q100	2010	578.13	581.97	582.11	1.66	1210.3	0.37
		Q500	3048	578.13	582.56	582.75	1.95	1561.8	0.39
Batman Çayı	22+200	Q5	510	578.37	579.85	580.07	2.06	247.78	0.81
		Q10	760	578.37	580.32	580.48	1.74	435.64	0.55
		Q25	1120	578.37	580.7	580.88	1.85	606.3	0.52
		Q50	1710	578.37	581.22	581.42	1.99	861.24	0.49
		Q100	2010	578.37	581.45	581.66	2.04	983.74	0.49
		Q500	3048	578.37	582.06	582.32	2.26	1347.7	0.48
Batman Çayı	22+143.96	Q5	510	577.15	579.76	579.85	1.31	390.35	0.37
		Q10	760	577.15	580.23	580.33	1.41	537.54	0.36
		Q25	1120	577.15	580.6	580.74	1.66	676.49	0.41
		Q50	1710	577.15	581.09	581.28	1.93	887.03	0.46
		Q100	2010	577.15	581.32	581.52	1.99	1008.2	0.48
		Q500	3048	577.15	581.95	582.2	2.2	1387.7	0.46
Batman Çayı	21+900	Q5	510	577.15	579.44	579.51	1.2	426.75	0.32
		Q10	760	577.15	579.85	579.94	1.32	573.74	0.38
		Q25	1120	577.15	580.18	580.3	1.54	729.13	0.4
		Q50	1710	577.15	580.61	580.78	1.82	937.1	0.42
		Q100	2010	577.15	580.81	581	1.94	1035.7	0.43
		Q500	3048	577.15	581.43	581.68	2.23	1367.3	0.47
Batman Çayı	21+847.76	Q5	510	577.19	579.34	579.44	1.37	371.11	0.39
		Q10	760	577.19	579.72	579.83	1.5	507.82	0.45
		Q25	1120	577.19	580.05	580.19	1.69	663.99	0.46
		Q50	1710	577.19	580.48	580.67	1.96	870.73	0.47
		Q100	2010	577.19	580.67	580.89	2.08	968.17	0.48
		Q500	3048	577.19	581.28	581.56	2.32	1311.1	0.5
Batman Çayı	21+600	Q5	510	576.14	579.17	579.2	0.76	675.17	0.21
		Q10	760	576.14	579.49	579.53	0.89	852.61	0.24
		Q25	1120	576.14	579.81	579.87	1.07	1046.9	0.26
		Q50	1710	576.14	580.24	580.33	1.31	1304.2	0.28
		Q100	2010	576.14	580.43	580.54	1.42	1420	0.29
		Q500	3048	576.14	581.02	581.17	1.72	1772.7	0.32

	Kilometre	Tekerrür Debisi	Debi De eri (m ³ /s)	Min Kot (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Enerji Seviyesi Kotu (m)	Hız (m/s)	Akım Alanı (m ²)	Froude Sayısı
Batman Çayı	21+300	Q5	510	576.21	578.88	578.94	1.09	468.4	0.36
		Q10	760	576.21	579.14	579.22	1.24	614.47	0.39
		Q25	1120	576.21	579.45	579.55	1.41	796.05	0.39
		Q50	1710	576.21	579.84	579.98	1.66	1028.5	0.4
		Q100	2010	576.21	580.02	580.18	1.77	1134.8	0.41
		Q500	3048	576.21	580.58	580.8	2.08	1463.4	0.42
Batman Çayı	21+211.25	Q5	510	576.44	578.66	578.75	1.31	390.4	0.45
		Q10	760	576.44	578.87	578.99	1.53	495.12	0.52
		Q25	1120	576.44	579.24	579.36	1.59	705.62	0.46
		Q50	1710	576.44	579.64	579.81	1.82	937.87	0.46
		Q100	2010	576.44	579.82	580.01	1.93	1042.9	0.46
		Q500	3048	576.44	580.38	580.63	2.23	1365	0.46
Batman Çayı	21+000	Q5	510	576.44	577.66	577.85	1.93	263.61	0.72
		Q10	760	576.44	578.17	578.32	1.68	453.03	0.49
		Q25	1120	576.44	578.71	578.84	1.64	683.32	0.46
		Q50	1710	576.44	579.17	579.34	1.83	932.38	0.45
		Q100	2010	576.44	579.37	579.56	1.93	1043.7	0.45
		Q500	3048	576.44	579.95	580.21	2.24	1363	0.45
Batman Çayı	20+824.05	Q5	510	575.16	577.54	577.59	0.93	548.37	0.22
		Q10	760	575.16	578.05	578.11	1.08	706.56	0.24
		Q25	1120	575.16	578.5	578.58	1.23	907.81	0.3
		Q50	1710	575.16	578.96	579.07	1.49	1146.7	0.32
		Q100	2010	575.16	579.16	579.29	1.6	1252.7	0.33
		Q500	3048	575.16	579.73	579.93	1.97	1548.1	0.37
Batman Çayı	20+700	Q5	510	575.1	577.47	577.52	1	509.93	0.23
		Q10	760	575.1	577.95	578.02	1.13	674.22	0.29
		Q25	1120	575.1	578.37	578.46	1.27	881.43	0.31
		Q50	1710	575.1	578.82	578.94	1.54	1110.4	0.33
		Q100	2010	575.1	579.02	579.16	1.66	1211.7	0.34
		Q500	3048	575.1	579.55	579.77	2.05	1487.8	0.38
Batman Çayı	20+436.86	Q5	510	574.25	577.21	577.29	1.26	403.63	0.37
		Q10	760	574.25	577.56	577.66	1.43	529.98	0.41
		Q25	1120	574.25	577.94	578.07	1.57	712.28	0.44
		Q50	1710	574.25	578.4	578.55	1.74	982.67	0.43
		Q100	2010	574.25	578.61	578.77	1.81	1108.5	0.43
		Q500	3048	574.25	579.11	579.34	2.16	1408.5	0.45

5. BULGULAR VE TARTI MA

	Kilometre	Tekerrür Debisi	Debi De eri (m ³ /s)	Min Kot (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Enerji Seviyesi Kotu (m)	Hız (m/s)	Akım Alanı (m ²)	Froude Sayısı
Batman Çayı	20+400	Q5	510	574.2	577.16	577.23	1.22	418.55	0.35
		Q10	760	574.2	577.49	577.59	1.4	542.92	0.4
		Q25	1120	574.2	577.86	577.99	1.54	726.12	0.43
		Q50	1710	574.2	578.33	578.48	1.71	999.23	0.42
		Q100	2010	574.2	578.54	578.7	1.78	1128.8	0.41
		Q500	3048	574.2	579.04	579.27	2.14	1427.1	0.44
Batman Çayı	20+100	Q5	510	574.19	576.65	576.73	1.2	423.42	0.39
		Q10	760	574.19	576.9	577	1.43	531.63	0.42
		Q25	1120	574.19	577.19	577.33	1.69	662.9	0.44
		Q50	1710	574.19	577.61	577.81	1.99	858.75	0.49
		Q100	2010	574.19	577.79	578.01	2.09	962.45	0.53
		Q500	3048	574.19	578.25	578.56	2.46	1239.2	0.55
Batman Çayı	20+012.05	Q5	510	574.18	576.47	576.54	1.19	427.93	0.4
		Q10	760	574.18	576.71	576.81	1.4	542.12	0.42
		Q25	1120	574.18	576.99	577.13	1.65	680.36	0.45
		Q50	1710	574.18	577.38	577.57	1.93	886.68	0.5
		Q100	2010	574.18	577.54	577.75	2.05	979.57	0.51
		Q500	3048	574.18	578	578.3	2.43	1256.8	0.53
Batman Çayı	19+800	Q5	510	574.23	575.87	575.96	1.39	367.75	0.51
		Q10	760	574.23	576.11	576.23	1.55	490.56	0.52
		Q25	1120	574.23	576.38	576.54	1.73	647.52	0.53
		Q50	1710	574.23	576.73	576.93	2	853.1	0.54
		Q100	2010	574.23	576.88	577.11	2.12	946.71	0.54
		Q500	3048	574.23	577.37	577.68	2.46	1237.9	0.55
Batman Çayı	19+644.85	Q5	510	573.65	575.4	575.48	1.24	412.07	0.44
		Q10	760	573.65	575.69	575.78	1.33	569.49	0.43
		Q25	1120	573.65	576	576.12	1.47	759.59	0.42
		Q50	1710	573.65	576.35	576.51	1.77	968.53	0.44
		Q100	2010	573.65	576.51	576.69	1.89	1064.1	0.45
		Q500	3048	573.65	577.01	577.27	2.24	1363.3	0.47
Batman Çayı	19+500	Q5	510	572.65	574.94	575.05	1.5	341.03	0.5
		Q10	760	572.65	575.22	575.36	1.67	454.8	0.52
		Q25	1120	572.65	575.57	575.73	1.74	642.59	0.53
		Q50	1710	572.65	575.92	576.13	2	853.4	0.54
		Q100	2010	572.65	576.09	576.31	2.11	952.28	0.53
		Q500	3048	572.65	576.61	576.9	2.41	1263.6	0.53

	Kilometre	Tekerrür Debisi	Debi De eri (m ³ /s)	Min Kot (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Enerji Seviyesi Kotu (m)	Hız (m/s)	Akım Alanı (m ²)	Froude Sayısı
Batman Çayı	19+277.65	Q5	510	572.38	574.4	574.47	1.18	432	0.4
		Q10	760	572.38	574.68	574.77	1.33	571.31	0.41
		Q25	1120	572.38	575.01	575.12	1.48	757.9	0.42
		Q50	1710	572.38	575.42	575.57	1.7	1005	0.42
		Q100	2010	572.38	575.61	575.77	1.8	1116.4	0.42
		Q500	3048	572.38	576.17	576.39	2.1	1454.7	0.43
Batman Çayı	19+200	Q5	510	572.39	574.22	574.3	1.21	420.76	0.43
		Q10	760	572.39	574.52	574.61	1.32	576.77	0.4
		Q25	1120	572.39	574.85	574.96	1.47	764.19	0.41
		Q50	1710	572.39	575.28	575.42	1.69	1012.8	0.41
		Q100	2010	572.39	575.47	575.63	1.79	1125.9	0.42
		Q500	3048	572.39	576.04	576.26	2.08	1468.8	0.42
Batman Çayı	18+976.66	Q5	510	571.09	573.91	573.95	0.93	547.58	0.29
		Q10	760	571.09	574.23	574.28	1.05	723.41	0.3
		Q25	1120	571.09	574.56	574.64	1.21	922	0.31
		Q50	1710	571.09	574.99	575.1	1.45	1180.6	0.33
		Q100	2010	571.09	575.18	575.3	1.55	1293.8	0.34
		Q500	3048	571.09	575.75	575.93	1.86	1637.2	0.36
Batman Çayı	18+900	Q5	510	571.03	573.84	573.88	0.85	600.86	0.26
		Q10	760	571.03	574.16	574.21	0.97	781.41	0.27
		Q25	1120	571.03	574.49	574.56	1.15	977.28	0.29
		Q50	1710	571.03	574.92	575.02	1.39	1233.9	0.31
		Q100	2010	571.03	575.11	575.22	1.49	1346	0.32
		Q500	3048	571.03	575.67	575.84	1.81	1686.3	0.34
Batman Çayı	18+854.09	Q5	510	571.3	573.77	573.83	1.03	493.48	0.34
		Q10	760	571.3	574.1	574.16	1.13	672.93	0.33
		Q25	1120	571.3	574.42	574.51	1.3	862.35	0.35
		Q50	1710	571.3	574.84	574.96	1.53	1116.2	0.36
		Q100	2010	571.3	575.03	575.16	1.64	1226.6	0.37
		Q500	3048	571.3	575.59	575.78	1.95	1562.1	0.39
Batman Çayı	18+731.53	Q5	510	571.27	573.6	573.66	1.02	500.56	0.32
		Q10	760	571.27	573.94	574	1.12	678.06	0.32
		Q25	1120	571.27	574.26	574.34	1.3	859.04	0.34
		Q50	1710	571.27	574.68	574.8	1.54	1111	0.36
		Q100	2010	571.27	574.86	575	1.65	1220	0.37
		Q500	3048	571.27	575.41	575.61	1.96	1551.6	0.39

5. BULGULAR VE TARTI MA

	Kilometre	Tekerrür Debisi	Debi De eri (m ³ /s)	Min Kot (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Enerji Seviyesi Kotu (m)	Hız (m/s)	Akım Alanı (m ²)	Froude Sayısı
Batman Çayı	18+600	Q5	510	570.43	573.38	573.45	1.21	422.92	0.38
		Q10	760	570.43	573.71	573.79	1.3	583.9	0.4
		Q25	1120	570.43	574.02	574.13	1.46	764.86	0.41
		Q50	1710	570.43	574.45	574.59	1.69	1011.7	0.41
		Q100	2010	570.43	574.62	574.79	1.8	1116.4	0.42
		Q500	3048	570.43	575.17	575.4	2.12	1435.3	0.43
Batman Çayı	18+300	Q5	510	570.22	572.78	572.86	1.25	407.39	0.4
		Q10	760	570.22	573.06	573.16	1.42	534.68	0.43
		Q25	1120	570.22	573.38	573.51	1.63	685.03	0.44
		Q50	1710	570.22	573.78	573.97	1.91	897.21	0.47
		Q100	2010	570.22	573.95	574.16	2.03	990.04	0.48
		Q500	3048	570.22	574.47	574.76	2.38	1278.1	0.5
Batman Çayı	18+041.11	Q5	510	570.03	572.32	572.38	1.06	479.2	0.35
		Q10	760	570.03	572.58	572.66	1.24	615.34	0.37
		Q25	1120	570.03	572.9	573	1.4	799.47	0.39
		Q50	1710	570.03	573.28	573.42	1.67	1026.8	0.41
		Q100	2010	570.03	573.45	573.61	1.78	1128.1	0.41
		Q500	3048	570.03	573.97	574.2	2.12	1439.9	0.44
Batman Çayı	18+000	Q5	510	570.06	572.29	572.33	0.9	566.32	0.27
		Q10	760	570.06	572.54	572.6	1.1	693.55	0.3
		Q25	1120	570.06	572.85	572.93	1.3	860.95	0.35
		Q50	1710	570.06	573.22	573.35	1.57	1086.8	0.37
		Q100	2010	570.06	573.39	573.54	1.69	1187.6	0.38
		Q500	3048	570.06	573.91	574.12	2.03	1498.3	0.41
Batman Çayı	17+916.11	Q5	510	569.9	572.22	572.25	0.88	581.11	0.27
		Q10	760	569.9	572.46	572.51	1.07	710.38	0.3
		Q25	1120	569.9	572.74	572.82	1.29	869.27	0.34
		Q50	1710	569.9	573.1	573.23	1.57	1088.3	0.37
		Q100	2010	569.9	573.26	573.41	1.69	1186.4	0.38
		Q500	3048	569.9	573.77	573.98	2.04	1490.5	0.41
Batman Çayı	17+791.1	Q5	510	569.76	571.98	572.06	1.28	399.04	0.48
		Q10	760	569.76	572.18	572.29	1.49	511.11	0.51
		Q25	1120	569.76	572.41	572.56	1.72	651.92	0.53
		Q50	1710	569.76	572.76	572.96	1.99	859.65	0.53
		Q100	2010	569.76	572.91	573.14	2.11	951.98	0.54
		Q500	3048	569.76	573.4	573.71	2.45	1246.4	0.54

	Kilometre	Tekerrür Debisi	Debi De eri (m ³ /s)	Min Kot (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Enerji Seviyesi Kotu (m)	Hız (m/s)	Akım Alanı (m ²)	Froude Sayısı
Batman Çayı	17+700	Q5	510	569.7	571.53	571.66	1.59	321.48	0.64
		Q10	760	569.7	571.76	571.91	1.72	441.96	0.61
		Q25	1120	569.7	572.04	572.22	1.87	597.71	0.57
		Q50	1710	569.7	572.44	572.65	2.06	831.04	0.56
		Q100	2010	569.7	572.61	572.84	2.15	934.58	0.55
		Q500	3048	569.7	573.14	573.44	2.43	1253.3	0.54

Batman Çayı	17+400	Q5	510	569.18	570.88	570.93	0.95	536.62	0.31
		Q10	760	569.18	571.16	571.22	1.1	693.5	0.32
		Q25	1120	569.18	571.52	571.59	1.24	901.52	0.32
		Q50	1710	569.18	571.93	572.04	1.49	1148.2	0.34
		Q100	2010	569.18	572.11	572.24	1.6	1255.5	0.35
		Q500	3048	569.18	572.65	572.84	1.92	1584.1	0.38

Batman Çayı	17+100	Q5	510	568.35	570.46	570.52	1.1	463.87	0.35
		Q10	760	568.35	570.7	570.79	1.33	573.45	0.38
		Q25	1120	568.35	571.02	571.13	1.5	744.34	0.42
		Q50	1710	568.35	571.4	571.56	1.76	970.8	0.44
		Q100	2010	568.35	571.57	571.75	1.87	1073.1	0.45
		Q500	3048	568.35	572.1	572.35	2.19	1390.4	0.46

Batman Çayı	16+800	Q5	510	568.55	569.85	569.92	1.19	426.92	0.44
		Q10	760	568.55	570.1	570.19	1.32	575.17	0.43
		Q25	1120	568.55	570.39	570.5	1.49	752.07	0.42
		Q50	1710	568.55	570.8	570.95	1.72	995.89	0.43
		Q100	2010	568.55	570.98	571.15	1.82	1105.2	0.43
		Q500	3048	568.55	571.53	571.76	2.12	1436.8	0.44

Batman Çayı	16+500	Q5	510	567.31	569.46	569.49	0.82	619.83	0.26
		Q10	760	567.31	569.7	569.75	0.99	767.82	0.28
		Q25	1120	567.31	570	570.07	1.19	944.83	0.3
		Q50	1710	567.31	570.4	570.5	1.44	1184.7	0.33
		Q100	2010	567.31	570.58	570.7	1.56	1291.7	0.34
		Q500	3048	567.31	571.12	571.3	1.89	1616.1	0.37

Batman Çayı	16+200	Q5	510	567.21	569.08	569.13	1.04	490.11	0.37
		Q10	760	567.21	569.3	569.37	1.22	622.98	0.38
		Q25	1120	567.21	569.56	569.67	1.43	781.48	0.4
		Q50	1710	567.21	569.92	570.07	1.71	997.11	0.42
		Q100	2010	567.21	570.08	570.25	1.84	1093.9	0.43
		Q500	3048	567.21	570.58	570.82	2.19	1390.6	0.46

5. BULGULAR VE TARTI MA

	Kilometre	Tekerrür Debisi	Debi De eri (m ³ /s)	Min Kot (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Enerji Seviyesi Kotu (m)	Hız (m/s)	Akım Alanı (m ²)	Froude Sayısı
Batman Çayı	15+900	Q5	510	567.16	568.46	568.52	1.11	460.66	0.4
		Q10	760	567.16	568.65	568.74	1.33	570.75	0.44
		Q25	1120	567.16	568.86	568.99	1.6	702.15	0.47
		Q50	1710	567.16	569.18	569.37	1.92	889.36	0.5
		Q100	2010	567.16	569.33	569.54	2.05	978.75	0.51
		Q500	3048	567.16	569.81	570.1	2.4	1269.6	0.53
Batman Çayı	15+600	Q5	510	565.74	567.41	567.52	1.48	345.73	0.61
		Q10	760	565.74	567.64	567.77	1.59	479.47	0.57
		Q25	1120	565.74	567.91	568.06	1.74	642.99	0.54
		Q50	1710	565.74	568.31	568.5	1.94	882.73	0.51
		Q100	2010	565.74	568.5	568.7	2.02	994.58	0.5
		Q500	3048	565.74	569.08	569.34	2.27	1343.6	0.48
Batman Çayı	15+406.64	Q5	510	565.29	566.91	566.97	1.06	482.97	0.36
		Q10	760	565.29	567.24	567.3	1.14	664.91	0.34
		Q25	1120	565.29	567.55	567.64	1.32	846.09	0.35
		Q50	1710	565.29	567.99	568.11	1.55	1100.8	0.36
		Q100	2010	565.29	568.19	568.33	1.65	1217	0.36
		Q500	3048	565.29	568.8	568.99	1.94	1573.7	0.38
Batman Çayı	15+300	Q5	510	565.02	566.78	566.83	0.93	549.76	0.28
		Q10	760	565.02	567.12	567.17	1.03	738.06	0.3
		Q25	1120	565.02	567.43	567.51	1.21	927.26	0.31
		Q50	1710	565.02	567.87	567.98	1.43	1192.4	0.32
		Q100	2010	565.02	568.07	568.19	1.53	1313	0.33
		Q500	3048	565.02	568.69	568.85	1.81	1680.5	0.35
Batman Çayı	15+272.8	Q5	510	564.64	566.75	566.8	0.97	527.71	0.28
		Q10	760	564.64	567.08	567.14	1.07	710.03	0.31
		Q25	1120	564.64	567.4	567.47	1.25	898.85	0.32
		Q50	1710	564.64	567.84	567.95	1.47	1163.7	0.34
		Q100	2010	564.64	568.04	568.16	1.57	1284.1	0.34
		Q500	3048	564.64	568.65	568.82	1.85	1651.2	0.36
Batman Çayı	15+138.96	Q5	510	564.54	566.55	566.62	1.14	445.91	0.38
		Q10	760	564.54	566.86	566.94	1.22	620.66	0.38
		Q25	1120	564.54	567.19	567.29	1.37	818.76	0.37
		Q50	1710	564.54	567.65	567.77	1.57	1090.2	0.37
		Q100	2010	564.54	567.85	567.99	1.66	1212.4	0.37
		Q500	3048	564.54	568.47	568.66	1.93	1581.8	0.38

	Kilometre	Tekerrür Debisi	Debi De eri (m ³ /s)	Min Kot (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Enerji Seviyesi Kotu (m)	Hız (m/s)	Akım Alanı (m ²)	Froude Sayısı
Batman Çayı	15+000	Q5	510	564.3	566.42	566.45	0.84	606.51	0.25
		Q10	760	564.3	566.71	566.76	0.98	775.78	0.27
		Q25	1120	564.3	567.05	567.12	1.15	978.13	0.29
		Q50	1710	564.3	567.51	567.61	1.36	1253.7	0.3
		Q100	2010	564.3	567.72	567.83	1.46	1376.8	0.31
		Q500	3048	564.3	568.33	568.49	1.74	1747.6	0.33
Batman Çayı	14+700	Q5	510	564.09	566.12	566.17	0.92	551.6	0.31
		Q10	760	564.09	566.42	566.47	1.04	728.17	0.3
		Q25	1120	564.09	566.76	566.83	1.2	931.46	0.31
		Q50	1710	564.09	567.21	567.31	1.42	1205.5	0.32
		Q100	2010	564.09	567.41	567.53	1.51	1326.8	0.33
		Q500	3048	564.09	568.02	568.18	1.8	1689.6	0.34
Batman Çayı	14+400	Q5	510	563.2	565.99	566.01	0.58	875.28	0.15
		Q10	760	563.2	566.27	566.3	0.73	1043.5	0.18
		Q25	1120	563.2	566.59	566.63	0.91	1235.7	0.2
		Q50	1710	563.2	567.03	567.09	1.14	1497	0.23
		Q100	2010	563.2	567.22	567.3	1.25	1613.2	0.24
		Q500	3048	563.2	567.8	567.92	1.55	1961.6	0.27
Batman Çayı	14+387.46	Q5	510	563.26	565.99	566	0.58	879.22	0.15
		Q10	760	563.26	566.27	566.29	0.73	1046.9	0.18
		Q25	1120	563.26	566.59	566.63	0.9	1238.6	0.2
		Q50	1710	563.26	567.02	567.09	1.14	1499.2	0.23
		Q100	2010	563.26	567.21	567.29	1.24	1615	0.24
		Q500	3048	563.26	567.79	567.92	1.55	1962.6	0.27
Batman Çayı	14+225.12	Q5	510	563.38	565.95	565.97	0.53	968.08	0.13
		Q10	760	563.38	566.22	566.25	0.67	1129.9	0.16
		Q25	1120	563.38	566.53	566.57	0.85	1314	0.18
		Q50	1710	563.38	566.95	567.01	1.09	1565.3	0.22
		Q100	2010	563.38	567.14	567.21	1.2	1677.2	0.23
		Q500	3048	563.38	567.7	567.81	1.51	2013.5	0.26
Batman Çayı	14+100	Q5	510	563.43	565.93	565.95	0.49	1032.5	0.12
		Q10	760	563.43	566.2	566.22	0.64	1189.9	0.14
		Q25	1120	563.43	566.49	566.53	0.82	1368.4	0.17
		Q50	1710	563.43	566.9	566.96	1.06	1612.1	0.21
		Q100	2010	563.43	567.08	567.15	1.17	1720.8	0.22
		Q500	3048	563.43	567.63	567.74	1.49	2047.9	0.26

5. BULGULAR VE TARTI MA

	Kilometre	Tekerrür Debisi	Debi De eri (m ³ /s)	Min Kot (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Enerji Seviyesi Kotu (m)	Hız (m/s)	Akım Alanı (m ²)	Froude Sayısı
Batman Çayı	14+062.79	Q5	510	563.11	565.93	565.94	0.47	1096.6	0.11
		Q10	760	563.11	566.19	566.21	0.61	1253	0.13
		Q25	1120	563.11	566.48	566.52	0.78	1430.1	0.16
		Q50	1710	563.11	566.89	566.94	1.02	1672.2	0.2
		Q100	2010	563.11	567.07	567.13	1.13	1780.1	0.21
		Q500	3048	563.11	567.61	567.72	1.45	2105	0.25
Batman Çayı	13+800	Q5	510	563.29	565.5	565.8	2.43	209.89	1
		Q10	760	563.29	565.72	566.03	2.43	312.54	1.01
		Q25	1120	563.29	565.93	566.28	2.62	426.85	0.99
		Q50	1710	563.29	566.14	566.62	3.08	554.68	1.02
		Q100	2010	563.29	566.24	566.78	3.26	617.5	1.02
		Q500	3048	563.29	566.59	567.29	3.69	825.48	1
Batman Çayı	13+500	Q5	510	562.02	563.87	563.93	1.11	458.15	0.36
		Q10	760	562.02	564.14	564.22	1.28	594.24	0.38
		Q25	1120	562.02	564.49	564.59	1.41	794.59	0.39
		Q50	1710	562.02	564.87	565.01	1.68	1019.4	0.41
		Q100	2010	562.02	565.04	565.21	1.79	1124.1	0.42
		Q500	3048	562.02	565.59	565.81	2.1	1450.8	0.43
Batman Çayı	13+200	Q5	510	561.44	563.06	563.18	1.53	333.52	0.54
		Q10	760	561.44	563.43	563.55	1.54	492.69	0.48
		Q25	1120	561.44	563.84	563.96	1.56	716.65	0.46
		Q50	1710	561.44	564.27	564.43	1.75	976.23	0.44
		Q100	2010	561.44	564.46	564.63	1.84	1090.1	0.44
		Q500	3048	561.44	565.04	565.27	2.12	1438.6	0.44
Batman Çayı	12+900	Q5	510	560.02	562.68	562.72	0.91	559.81	0.25
		Q10	760	560.02	563.05	563.1	1.05	725.37	0.27
		Q25	1120	560.02	563.41	563.49	1.22	920.31	0.31
		Q50	1710	560.02	563.87	563.98	1.43	1193.9	0.32
		Q100	2010	560.02	564.07	564.19	1.53	1311.6	0.33
		Q500	3048	560.02	564.66	564.83	1.83	1666.5	0.35
Batman Çayı	12+600	Q5	510	560.18	562.5	562.53	0.78	651.73	0.21
		Q10	760	560.18	562.82	562.87	0.93	817.21	0.25
		Q25	1120	560.18	563.15	563.22	1.11	1013.4	0.27
		Q50	1710	560.18	563.59	563.69	1.34	1278.7	0.29
		Q100	2010	560.18	563.78	563.89	1.44	1391.7	0.3
		Q500	3048	560.18	564.35	564.51	1.76	1733.2	0.33

	Kilometre	Tekerrür Debisi	Debi De eri (m ³ /s)	Min Kot (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Enerji Seviyesi Kotu (m)	Hız (m/s)	Akım Alanı (m ²)	Froude Sayısı
Batman Çayı	12+300	Q5	510	560.36	562.2	562.26	1.11	461.51	0.38
		Q10	760	560.36	562.47	562.55	1.25	608.15	0.38
		Q25	1120	560.36	562.76	562.87	1.45	772.09	0.4
		Q50	1710	560.36	563.17	563.31	1.7	1003.8	0.42
		Q100	2010	560.36	563.34	563.51	1.81	1109.2	0.43
		Q500	3048	560.36	563.87	564.11	2.13	1428.9	0.44

Batman Çayı	12+101.4	Q5	510	559.58	561.92	561.97	0.9	567.39	0.3
		Q10	760	559.58	562.22	562.28	1.02	747.77	0.29
		Q25	1120	559.58	562.51	562.58	1.22	916.77	0.32
		Q50	1710	559.58	562.89	563	1.49	1146	0.34
		Q100	2010	559.58	563.06	563.19	1.61	1248.7	0.36
		Q500	3048	559.58	563.58	563.77	1.95	1560.8	0.39

Batman Çayı	12+000	Q5	510	559.29	561.79	561.84	1.02	500.48	0.32
		Q10	760	559.29	562.09	562.15	1.14	667.81	0.34
		Q25	1120	559.29	562.36	562.45	1.35	828.23	0.37
		Q50	1710	559.29	562.72	562.86	1.63	1046.6	0.39
		Q100	2010	559.29	562.88	563.04	1.76	1144.9	0.41
		Q500	3048	559.29	563.38	563.61	2.11	1445.1	0.43

Batman Çayı	11+918.75	Q5	510	559.24	561.66	561.72	1.08	473.24	0.37
		Q10	760	559.24	561.96	562.03	1.17	649.32	0.36
		Q25	1120	559.24	562.22	562.32	1.39	803.62	0.38
		Q50	1710	559.24	562.57	562.71	1.69	1014.2	0.41
		Q100	2010	559.24	562.73	562.89	1.81	1109.4	0.43
		Q500	3048	559.24	563.21	563.45	2.17	1401.9	0.45

Batman Çayı	11+736.11	Q5	510	559.45	561.13	561.25	1.55	328.58	0.53
		Q10	760	559.45	561.48	561.6	1.51	503.11	0.53
		Q25	1120	559.45	561.73	561.88	1.72	653.02	0.52
		Q50	1710	559.45	562.05	562.26	2.02	846.68	0.54
		Q100	2010	559.45	562.2	562.44	2.15	936.52	0.55
		Q500	3048	559.45	562.67	562.99	2.5	1219.1	0.56

Batman Çayı	11+700	Q5	510	559.34	560.98	561.11	1.61	317	0.55
		Q10	760	559.34	561.32	561.45	1.61	470.61	0.57
		Q25	1120	559.34	561.59	561.75	1.78	630.57	0.55
		Q50	1710	559.34	561.92	562.13	2.06	828.23	0.56
		Q100	2010	559.34	562.07	562.31	2.18	920.16	0.56
		Q500	3048	559.34	562.55	562.88	2.52	1209.2	0.57

5. BULGULAR VE TARTI MA

	Kilometre	Tekerrür Debisi	Debi De eri (m ³ /s)	Min Kot (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Enerji Seviyesi Kotu (m)	Hız (m/s)	Akım Alanı (m ²)	Froude Sayısı
Batman Çayı	11+400	Q5	510	557.71	560.22	560.29	1.14	447.96	0.38
		Q10	760	557.71	560.47	560.56	1.32	577.57	0.41
		Q25	1120	557.71	560.77	560.88	1.5	746.34	0.43
		Q50	1710	557.71	561.14	561.3	1.76	973.07	0.44
		Q100	2010	557.71	561.32	561.49	1.87	1076.4	0.45
		Q500	3048	557.71	561.85	562.09	2.18	1395.2	0.46
Batman Çayı	11+100	Q5	510	557.36	559.71	559.76	1	509.11	0.35
		Q10	760	557.36	559.95	560.01	1.16	653.12	0.36
		Q25	1120	557.36	560.22	560.31	1.37	816.4	0.38
		Q50	1710	557.36	560.6	560.73	1.64	1043.3	0.4
		Q100	2010	557.36	560.77	560.93	1.75	1147.3	0.4
		Q500	3048	557.36	561.31	561.53	2.07	1471.9	0.42
Batman Çayı	10+951.62	Q5	510	557.11	559.41	559.47	1.12	456.16	0.4
		Q10	760	557.11	559.68	559.75	1.24	613.28	0.39
		Q25	1120	557.11	559.94	560.05	1.45	771.58	0.41
		Q50	1710	557.11	560.31	560.46	1.72	994.13	0.43
		Q100	2010	557.11	560.48	560.65	1.83	1097.5	0.43
		Q500	3048	557.11	561.03	561.26	2.14	1423.9	0.44
Batman Çayı	10+907.27	Q5	510	557.13	559.3	559.38	1.2	425.83	0.41
		Q10	760	557.13	559.57	559.66	1.32	575.33	0.43
		Q25	1120	557.13	559.83	559.95	1.53	733.65	0.44
		Q50	1710	557.13	560.2	560.37	1.79	956.87	0.45
		Q100	2010	557.13	560.38	560.56	1.89	1061.1	0.45
		Q500	3048	557.13	560.93	561.17	2.19	1390.6	0.46
Batman Çayı	10+862.92	Q5	510	557.06	559.18	559.26	1.28	398.46	0.45
		Q10	760	557.06	559.44	559.54	1.42	535.39	0.47
		Q25	1120	557.06	559.71	559.84	1.61	694.9	0.48
		Q50	1710	557.06	560.09	560.26	1.85	923.72	0.48
		Q100	2010	557.06	560.26	560.46	1.95	1030.4	0.48
		Q500	3048	557.06	560.82	561.08	2.23	1366.4	0.47
Batman Çayı	10+800	Q5	510	557.13	559.04	559.1	1.14	446.83	0.41
		Q10	760	557.13	559.29	559.38	1.28	592.73	0.41
		Q25	1120	557.13	559.57	559.68	1.48	758.89	0.42
		Q50	1710	557.13	559.96	560.11	1.72	995.7	0.43
		Q100	2010	557.13	560.15	560.32	1.82	1105.5	0.43
		Q500	3048	557.13	560.72	560.95	2.1	1449.4	0.43

	Kilometre	Tekerrür Debisi	Debi De eri (m ³ /s)	Min Kot (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Enerji Seviyesi Kotu (m)	Hız (m/s)	Akım Alanı (m ²)	Froude Sayısı
Batman Çayı	10+643.4	Q5	510	556.49	558.74	558.79	1.05	484.67	0.36
		Q10	760	556.49	559.01	559.08	1.18	645.89	0.36
		Q25	1120	556.49	559.29	559.39	1.37	817.58	0.37
		Q50	1710	556.49	559.7	559.83	1.61	1062.4	0.39
		Q100	2010	556.49	559.89	560.04	1.71	1175.9	0.39
		Q500	3048	556.49	560.48	560.68	1.99	1529.7	0.4

Batman Çayı	10+500	Q5	510	556.29	558.5	558.56	1.05	487.45	0.34
		Q10	760	556.29	558.77	558.84	1.19	637.14	0.37
		Q25	1120	556.29	559.06	559.15	1.38	811.83	0.38
		Q50	1710	556.29	559.47	559.61	1.61	1062.6	0.39
		Q100	2010	556.29	559.67	559.82	1.71	1178.8	0.39
		Q500	3048	556.29	560.27	560.47	1.98	1539.9	0.39

Batman Çayı	10+297.96	Q5	510	555.87	558.15	558.21	1.07	477.16	0.37
		Q10	760	555.87	558.42	558.49	1.2	632.75	0.37
		Q25	1120	555.87	558.73	558.82	1.36	821.64	0.37
		Q50	1710	555.87	559.17	559.3	1.57	1086.6	0.37
		Q100	2010	555.87	559.37	559.51	1.66	1208	0.37
		Q500	3048	555.87	559.99	560.18	1.93	1580.5	0.38

Batman Çayı	10+200	Q5	510	555.13	558.01	558.05	0.94	540.71	0.32
		Q10	760	555.13	558.28	558.34	1.08	703.65	0.32
		Q25	1120	555.13	558.61	558.69	1.25	897.19	0.33
		Q50	1710	555.13	559.06	559.17	1.47	1167	0.34
		Q100	2010	555.13	559.26	559.39	1.56	1290	0.34
		Q500	3048	555.13	559.89	560.06	1.83	1666	0.35

Batman Çayı	9+952.52	Q5	510	555.29	557.63	557.69	1.06	479.65	0.36
		Q10	760	555.29	557.96	558.03	1.16	656.86	0.34
		Q25	1120	555.29	558.28	558.38	1.34	834.45	0.35
		Q50	1710	555.29	558.73	558.86	1.59	1078.7	0.36
		Q100	2010	555.29	558.93	559.08	1.69	1190.2	0.37
		Q500	3048	555.29	559.55	559.75	1.99	1529.3	0.38

Batman Çayı	9+900	Q5	510	555.13	557.59	557.63	0.83	611.93	0.24
		Q10	760	555.13	557.92	557.97	0.97	782.4	0.25
		Q25	1120	555.13	558.24	558.31	1.17	953.76	0.28
		Q50	1710	555.13	558.69	558.79	1.43	1192.5	0.31
		Q100	2010	555.13	558.89	559.01	1.54	1301.5	0.32
		Q500	3048	555.13	559.51	559.69	1.87	1632.2	0.34

5. BULGULAR VE TARTI MA

	Kilometre	Tekerrür Debisi	Debi De eri (m ³ /s)	Min Kot (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Enerji Seviyesi Kotu (m)	Hız (m/s)	Akım Alanı (m ²)	Froude Sayısı
Batman Çayı	9+600	Q5	510	554.48	556.8	557.1	2.41	211.85	0.78
		Q10	760	554.48	557.18	557.42	2.2	344.78	0.81
		Q25	1120	554.48	557.52	557.77	2.22	503.66	0.68
		Q50	1710	554.48	557.96	558.26	2.41	709.51	0.63
		Q100	2010	554.48	558.15	558.47	2.51	801.18	0.62
		Q500	3048	554.48	558.72	559.13	2.84	1075.1	0.61
Batman Çayı	9+300	Q5	510	553.43	556.72	556.74	0.64	799.93	0.17
		Q10	760	553.43	556.98	557.01	0.8	948.75	0.2
		Q25	1120	553.43	557.29	557.34	1	1125	0.23
		Q50	1710	553.43	557.7	557.78	1.25	1363.1	0.26
		Q100	2010	553.43	557.89	557.99	1.37	1471.1	0.27
		Q500	3048	553.43	558.45	558.6	1.7	1793.2	0.31
Batman Çayı	9+000	Q5	510	554.86	556.34	556.46	1.56	327.1	0.66
		Q10	760	554.86	556.54	556.69	1.7	447.23	0.63
		Q25	1120	554.86	556.8	556.98	1.85	605.04	0.59
		Q50	1710	554.86	557.16	557.38	2.09	816.41	0.57
		Q100	2010	554.86	557.33	557.57	2.19	918.34	0.56
		Q500	3048	554.86	557.82	558.14	2.5	1217.3	0.56
Batman Çayı	8+924.09	Q5	510	554.04	555.97	556.07	1.41	361.79	0.52
		Q10	760	554.04	556.23	556.36	1.54	493.59	0.51
		Q25	1120	554.04	556.55	556.69	1.65	677.67	0.5
		Q50	1710	554.04	556.95	557.13	1.86	917.77	0.48
		Q100	2010	554.04	557.14	557.33	1.95	1029.8	0.48
		Q500	3048	554.04	557.66	557.92	2.27	1340.4	0.49
Batman Çayı	8+729.81	Q5	510	553.11	555.26	555.38	1.53	333.19	0.5
		Q10	760	553.11	555.54	555.7	1.74	437.66	0.52
		Q25	1120	553.11	555.84	556.05	2	561.4	0.55
		Q50	1710	553.11	556.24	556.51	2.32	737.41	0.59
		Q100	2010	553.11	556.43	556.72	2.41	833.52	0.61
		Q500	3048	553.11	556.96	557.33	2.7	1127.9	0.62
Batman Çayı	8+700	Q5	510	553.29	555.18	555.29	1.45	350.56	0.48
		Q10	760	553.29	555.46	555.6	1.65	460.46	0.5
		Q25	1120	553.29	555.75	555.94	1.91	587.59	0.53
		Q50	1710	553.29	556.14	556.4	2.22	770.95	0.56
		Q100	2010	553.29	556.33	556.6	2.33	862.57	0.58
		Q500	3048	553.29	556.87	557.22	2.61	1167.8	0.58

	Kilometre	Tekerrür Debisi	Debi De eri (m ³ /s)	Min Kot (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Enerji Seviyesi Kotu (m)	Hız (m/s)	Akım Alanı (m ²)	Froude Sayısı
Batman Çayı	8+535.52	Q5	510	552.99	554.83	554.9	1.11	459.31	0.37
		Q10	760	552.99	555.15	555.22	1.18	642.27	0.37
		Q25	1120	552.99	555.46	555.55	1.35	832.22	0.36
		Q50	1710	552.99	555.87	556	1.59	1075.8	0.38
		Q100	2010	552.99	556.05	556.2	1.7	1185.6	0.38
		Q500	3048	552.99	556.61	556.81	2	1520.7	0.4

Batman Çayı	8+400	Q5	510	552.31	554.65	554.7	0.98	522.14	0.3
		Q10	760	552.31	554.95	555.02	1.12	676.47	0.33
		Q25	1120	552.31	555.27	555.36	1.29	867.11	0.34
		Q50	1710	552.31	555.68	555.8	1.54	1109.7	0.36
		Q100	2010	552.31	555.86	556	1.65	1218.8	0.37
		Q500	3048	552.31	556.42	556.61	1.96	1552	0.39

Batman Çayı	8+100	Q5	510	552.53	554.22	554.28	1.09	467.12	0.37
		Q10	760	552.53	554.49	554.57	1.24	615	0.37
		Q25	1120	552.53	554.8	554.9	1.41	794.02	0.39
		Q50	1710	552.53	555.2	555.34	1.65	1037.7	0.4
		Q100	2010	552.53	555.38	555.54	1.76	1145.1	0.41
		Q500	3048	552.53	555.93	556.15	2.07	1471.8	0.42

Batman Çayı	7+840.75	Q5	510	551.36	553.76	553.83	1.1	464	0.36
		Q10	760	551.36	554.04	554.12	1.23	616.69	0.38
		Q25	1120	551.36	554.33	554.44	1.44	779.86	0.39
		Q50	1710	551.36	554.74	554.88	1.69	1013.8	0.41
		Q100	2010	551.36	554.92	555.08	1.79	1122	0.42
		Q500	3048	551.36	555.47	555.69	2.1	1452.8	0.43

Batman Çayı	7+800	Q5	510	551.91	553.59	553.71	1.55	329.63	0.57
		Q10	760	551.91	553.88	554.02	1.61	471.93	0.54
		Q25	1120	551.91	554.17	554.34	1.8	623.64	0.53
		Q50	1710	551.91	554.57	554.78	2.03	843.79	0.53
		Q100	2010	551.91	554.75	554.98	2.13	943.87	0.52
		Q500	3048	551.91	555.3	555.6	2.41	1262.7	0.53

Batman Çayı	7+670.43	Q5	510	551.11	553.38	553.43	0.93	546.05	0.3
		Q10	760	551.11	553.69	553.75	1.04	727.46	0.3
		Q25	1120	551.11	553.99	554.07	1.24	905.87	0.32
		Q50	1710	551.11	554.4	554.52	1.48	1152.7	0.34
		Q100	2010	551.11	554.59	554.72	1.59	1262.2	0.35
		Q500	3048	551.11	555.14	555.32	1.91	1592.7	0.37

5. BULGULAR VE TARTI MA

	Kilometre	Tekerrür Debisi	Debi De eri (m ³ /s)	Min Kot (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Enerji Seviyesi Kotu (m)	Hız (m/s)	Akım Alanı (m ²)	Froude Sayısı
Batman Çayı	7+500.11	Q5	510	550.36	553.26	553.29	0.75	678.87	0.22
		Q10	760	550.36	553.57	553.61	0.88	863.25	0.23
		Q25	1120	550.36	553.85	553.91	1.09	1031.5	0.26
		Q50	1710	550.36	554.24	554.34	1.35	1268.4	0.3
		Q100	2010	550.36	554.42	554.53	1.46	1373.8	0.31
		Q500	3048	550.36	554.95	555.12	1.8	1693.3	0.34
Batman Çayı	7+500	Q5	510	550.36	553.26	553.29	0.75	678.53	0.22
		Q10	760	550.36	553.57	553.61	0.88	862.92	0.23
		Q25	1120	550.36	553.85	553.91	1.09	1031.2	0.26
		Q50	1710	550.36	554.24	554.34	1.35	1268.1	0.3
		Q100	2010	550.36	554.42	554.53	1.46	1373.4	0.31
		Q500	3048	550.36	554.95	555.12	1.8	1692.9	0.34
Batman Çayı	7+200	Q5	510	550.02	552.01	552.75	3.81	133.96	1
		Q10	760	550.02	552.74	553.06	2.51	303.15	1.01
		Q25	1120	550.02	553.19	553.4	2.03	551.1	0.68
		Q50	1710	550.02	553.56	553.81	2.22	769.81	0.63
		Q100	2010	550.02	553.71	553.99	2.33	861.05	0.62
		Q500	3048	550.02	554.18	554.54	2.66	1145.2	0.61
Batman Çayı	6+900	Q5	510	548.39	551.28	551.37	1.33	383.6	0.33
		Q10	760	548.39	551.67	551.8	1.59	478.05	0.39
		Q25	1120	548.39	552.18	552.32	1.67	672.63	0.45
		Q50	1710	548.39	552.58	552.77	1.95	878.61	0.49
		Q100	2010	548.39	552.74	552.96	2.08	966.63	0.5
		Q500	3048	548.39	553.25	553.56	2.43	1253.4	0.52
Batman Çayı	6+769.22	Q5	510	548.56	551.11	551.2	1.27	401.46	0.36
		Q10	760	548.56	551.47	551.58	1.47	518.74	0.39
		Q25	1120	548.56	551.88	552.01	1.59	702.71	0.45
		Q50	1710	548.56	552.26	552.43	1.85	926.31	0.47
		Q100	2010	548.56	552.42	552.62	1.96	1024.3	0.48
		Q500	3048	548.56	552.96	553.22	2.27	1344.3	0.48
Batman Çayı	6+607.57	Q5	510	548.43	550.54	550.74	2	254.86	0.7
		Q10	760	548.43	550.86	551.08	2.07	367.6	0.7
		Q25	1120	548.43	551.18	551.42	2.18	512.87	0.67
		Q50	1710	548.43	551.63	551.9	2.3	744.57	0.62
		Q100	2010	548.43	551.83	552.11	2.37	848.89	0.6
		Q500	3048	548.43	552.43	552.77	2.58	1183.6	0.57

	Kilometre	Tekerrür Debisi	Debi De eri (m ³ /s)	Min Kot (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Enerji Seviyesi Kotu (m)	Hız (m/s)	Akım Alanı (m ²)	Froude Sayısı
Batman Çayı	6+600	Q5	510	548.44	550.39	550.67	2.37	214.83	0.88
		Q10	760	548.44	550.76	551.02	2.25	337.56	0.79
		Q25	1120	548.44	551.13	551.38	2.2	508.74	0.68
		Q50	1710	548.44	551.6	551.87	2.29	746.35	0.62
		Q100	2010	548.44	551.8	552.08	2.36	853.33	0.6
		Q500	3048	548.44	552.41	552.74	2.55	1194.9	0.57
Batman Çayı	6+445.92	Q5	510	547.17	550.34	550.37	0.75	679.66	0.22
		Q10	760	547.17	550.7	550.74	0.85	889.09	0.22
		Q25	1120	547.17	551.06	551.11	1.02	1096.2	0.24
		Q50	1710	547.17	551.51	551.59	1.25	1366.3	0.26
		Q100	2010	547.17	551.71	551.81	1.35	1486.7	0.27
		Q500	3048	547.17	552.33	552.47	1.64	1855.4	0.3
Batman Çayı	6+300	Q5	510	548.01	550.2	550.25	1.02	499.36	0.3
		Q10	760	548.01	550.56	550.62	1.11	682.86	0.32
		Q25	1120	548.01	550.91	550.99	1.27	883.66	0.33
		Q50	1710	548.01	551.35	551.46	1.49	1145.4	0.34
		Q100	2010	548.01	551.54	551.67	1.59	1262.3	0.35
		Q500	3048	548.01	552.14	552.32	1.88	1622.4	0.36
Batman Çayı	6+000	Q5	510	547.49	549.93	549.98	0.9	563.82	0.26
		Q10	760	547.49	550.24	550.3	1.07	710.97	0.29
		Q25	1120	547.49	550.56	550.64	1.27	878.59	0.32
		Q50	1710	547.49	550.97	551.09	1.55	1102.9	0.35
		Q100	2010	547.49	551.15	551.29	1.67	1203.1	0.36
		Q500	3048	547.49	551.72	551.93	2.01	1518.7	0.39
Batman Çayı	5+700	Q5	510	546.97	549.58	549.64	1.08	472.52	0.36
		Q10	760	546.97	549.83	549.91	1.24	612.34	0.38
		Q25	1120	546.97	550.09	550.2	1.47	759.62	0.41
		Q50	1710	546.97	550.47	550.62	1.74	982.39	0.43
		Q100	2010	546.97	550.65	550.82	1.85	1086.9	0.44
		Q500	3048	546.97	551.21	551.44	2.14	1421.1	0.44
Batman Çayı	5+434.47	Q5	510	546.63	548.84	548.95	1.48	344.44	0.54
		Q10	760	546.63	549.14	549.26	1.5	507.43	0.52
		Q25	1120	546.63	549.46	549.59	1.61	695.08	0.47
		Q50	1710	546.63	549.9	550.06	1.79	957.03	0.45
		Q100	2010	546.63	550.1	550.28	1.87	1077.6	0.44
		Q500	3048	546.63	550.73	550.95	2.1	1451.7	0.43

5. BULGULAR VE TARTI MA

	Kilometre	Tekerrür Debisi	Debi De eri (m ³ /s)	Min Kot (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Enerji Seviyesi Kotu (m)	Hız (m/s)	Akım Alanı (m ²)	Froude Sayısı
Batman Çayı	5+400	Q5	510	546.24	548.82	548.87	0.98	521.01	0.31
		Q10	760	546.24	549.11	549.17	1.11	686.11	0.33
		Q25	1120	546.24	549.43	549.52	1.27	880.77	0.34
		Q50	1710	546.24	549.88	549.99	1.49	1149.2	0.34
		Q100	2010	546.24	550.09	550.21	1.58	1271.7	0.35
		Q500	3048	546.24	550.71	550.89	1.85	1648.9	0.36
Batman Çayı	5+123.59	Q5	510	545.78	548.51	548.55	0.89	575.68	0.29
		Q10	760	545.78	548.8	548.85	1.02	748.76	0.29
		Q25	1120	545.78	549.13	549.21	1.18	948.78	0.3
		Q50	1710	545.78	549.59	549.69	1.4	1220.2	0.31
		Q100	2010	545.78	549.79	549.91	1.5	1343.8	0.32
		Q500	3048	545.78	550.43	550.59	1.77	1723.8	0.33
Batman Çayı	5+100	Q5	510	545.82	548.47	548.52	0.98	518.04	0.34
		Q10	760	545.82	548.76	548.83	1.1	693.95	0.33
		Q25	1120	545.82	549.1	549.18	1.25	894.38	0.33
		Q50	1710	545.82	549.55	549.66	1.47	1165.6	0.34
		Q100	2010	545.82	549.76	549.88	1.56	1289	0.34
		Q500	3048	545.82	550.39	550.56	1.83	1668.8	0.35
Batman Çayı	4+812.71	Q5	510	545.44	547.93	548.02	1.28	397.05	0.4
		Q10	760	545.44	548.24	548.35	1.48	514.09	0.43
		Q25	1120	545.44	548.57	548.72	1.69	662.98	0.44
		Q50	1710	545.44	549	549.2	1.99	857.19	0.46
		Q100	2010	545.44	549.19	549.42	2.13	945.14	0.47
		Q500	3048	545.44	549.78	550.1	2.51	1214.2	0.49
Batman Çayı	4+800	Q5	510	545.74	547.89	547.99	1.42	359.4	0.45
		Q10	760	545.74	548.18	548.32	1.62	469.89	0.48
		Q25	1120	545.74	548.51	548.68	1.84	610.1	0.5
		Q50	1710	545.74	548.93	549.17	2.14	798.76	0.51
		Q100	2010	545.74	549.13	549.39	2.27	883.73	0.52
		Q500	3048	545.74	549.7	550.07	2.67	1141.8	0.53
Batman Çayı	4+500	Q5	510	544.92	547.13	547.22	1.35	376.59	0.44
		Q10	760	544.92	547.5	547.6	1.41	537.37	0.41
		Q25	1120	544.92	547.84	547.97	1.62	690.1	0.42
		Q50	1710	544.92	548.27	548.46	1.94	882.66	0.44
		Q100	2010	544.92	548.46	548.68	2.08	967.24	0.45
		Q500	3048	544.92	549.02	549.33	2.5	1220.9	0.49

	Kilometre	Tekerrür Debisi	Debi De eri (m ³ /s)	Min Kot (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Enerji Seviyesi Kotu (m)	Hız (m/s)	Akım Alanı (m ²)	Froude Sayısı
Batman Çayı	4+404.03	Q5	510	544.73	546.98	547.05	1.16	439.75	0.33
		Q10	760	544.73	547.34	547.43	1.29	588.52	0.37
		Q25	1120	544.73	547.69	547.8	1.49	751.67	0.37
		Q50	1710	544.73	548.11	548.28	1.8	949.29	0.4
		Q100	2010	544.73	548.3	548.49	1.94	1035.9	0.42
		Q500	3048	544.73	548.85	549.13	2.35	1296.9	0.45

Batman Çayı	4+326.1	Q5	510	544.61	546.76	546.89	1.57	325.12	0.5
		Q10	760	544.61	547.11	547.25	1.67	454.74	0.51
		Q25	1120	544.61	547.46	547.64	1.84	607.83	0.51
		Q50	1710	544.61	547.86	548.1	2.16	791.69	0.53
		Q100	2010	544.61	548.04	548.31	2.31	871.27	0.54
		Q500	3048	544.61	548.55	548.93	2.73	1115.4	0.57

Batman Çayı	4+248.16	Q5	510	544.32	546.57	546.66	1.37	372.11	0.43
		Q10	760	544.32	546.92	547.03	1.49	510.23	0.44
		Q25	1120	544.32	547.28	547.42	1.64	681.64	0.45
		Q50	1710	544.32	547.7	547.88	1.89	904.63	0.47
		Q100	2010	544.32	547.88	548.08	2.01	1000.8	0.47
		Q500	3048	544.32	548.41	548.69	2.37	1288.6	0.49

Batman Çayı	4+200	Q5	510	544.1	546.53	546.59	0.99	513.22	0.28
		Q10	760	544.1	546.87	546.94	1.17	651.72	0.31
		Q25	1120	544.1	547.23	547.33	1.36	824.03	0.33
		Q50	1710	544.1	547.64	547.78	1.67	1025.3	0.37
		Q100	2010	544.1	547.82	547.98	1.81	1110.7	0.38
		Q500	3048	544.1	548.33	548.59	2.23	1366	0.43

Batman Çayı	3+900	Q5	510	543.88	546.22	546.28	1	507.53	0.31
		Q10	760	543.88	546.51	546.58	1.17	651.73	0.33
		Q25	1120	543.88	546.83	546.93	1.35	830.61	0.36
		Q50	1710	543.88	547.21	547.34	1.63	1050.8	0.39
		Q100	2010	543.88	547.35	547.51	1.77	1138.5	0.41
		Q500	3048	543.88	547.8	548.04	2.17	1405.7	0.45

Batman Çayı	3+600	Q5	510	543.48	545.1	545.37	2.31	221.16	1.01
		Q10	760	543.48	545.27	545.6	2.54	298.91	1.03
		Q25	1120	543.48	545.48	545.87	2.78	403.19	1.01
		Q50	1710	543.48	545.74	546.25	3.15	542.16	1.01
		Q100	2010	543.48	545.9	546.42	3.2	627.19	0.95
		Q500	3048	543.48	546.43	546.99	3.33	915.67	0.82

5. BULGULAR VE TARTI MA

	Kilometre	Tekerrür Debisi	Debi De eri (m ³ /s)	Min Kot (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Enerji Seviyesi Kotu (m)	Hız (m/s)	Akım Alanı (m ²)	Froude Sayısı
Batman Çayı	3+300	Q5	510	541.86	544.16	544.2	0.86	595.79	0.25
		Q10	760	541.86	544.46	544.51	1.01	748.81	0.27
		Q25	1120	541.86	544.8	544.88	1.19	939.81	0.3
		Q50	1710	541.86	545.22	545.33	1.44	1185	0.33
		Q100	2010	541.86	545.4	545.53	1.55	1293.6	0.34
		Q500	3048	541.86	545.96	546.14	1.87	1628.1	0.36
Batman Çayı	3+268.21	Q5	510	541.41	544.12	544.17	0.96	532.98	0.27
		Q10	760	541.41	544.41	544.48	1.15	658.72	0.31
		Q25	1120	541.41	544.74	544.84	1.34	833.78	0.36
		Q50	1710	541.41	545.15	545.28	1.59	1074.9	0.38
		Q100	2010	541.41	545.34	545.48	1.7	1183.2	0.39
		Q500	3048	541.41	545.89	546.09	2.01	1514.3	0.4
Batman Çayı	3+075.19	Q5	510	542.24	543.7	543.82	1.53	333.08	0.6
		Q10	760	542.24	543.98	544.11	1.56	488.12	0.55
		Q25	1120	542.24	544.32	544.45	1.63	687.86	0.48
		Q50	1710	542.24	544.76	544.93	1.79	955.21	0.45
		Q100	2010	542.24	544.95	545.13	1.88	1068.3	0.45
		Q500	3048	542.24	545.51	545.75	2.17	1405.8	0.45
Batman Çayı	3+000	Q5	510	541.64	543.52	543.58	1.12	454.55	0.38
		Q10	760	541.64	543.82	543.9	1.23	618.38	0.38
		Q25	1120	541.64	544.2	544.29	1.33	843.19	0.36
		Q50	1710	541.64	544.67	544.79	1.52	1124.4	0.35
		Q100	2010	541.64	544.86	544.99	1.62	1239.5	0.36
		Q500	3048	541.64	545.43	545.62	1.93	1580.1	0.38
Batman Çayı	2+882.17	Q5	510	541.23	543.29	543.36	1.16	439.96	0.38
		Q10	760	541.23	543.6	543.69	1.29	590.99	0.38
		Q25	1120	541.23	544.01	544.11	1.37	818.17	0.37
		Q50	1710	541.23	544.51	544.63	1.53	1116.9	0.36
		Q100	2010	541.23	544.7	544.84	1.63	1232.4	0.36
		Q500	3048	541.23	545.26	545.46	1.94	1569.6	0.38
Batman Çayı	2+700	Q5	510	541.22	543.06	543.1	0.93	545.85	0.29
		Q10	760	541.22	543.39	543.44	1.05	720.59	0.29
		Q25	1120	541.22	543.82	543.89	1.17	956.56	0.29
		Q50	1710	541.22	544.33	544.42	1.37	1251.1	0.3
		Q100	2010	541.22	544.52	544.63	1.48	1362.2	0.31
		Q500	3048	541.22	545.06	545.23	1.81	1688.1	0.34

	Kilometre	Tekerrür Debisi	Debi De eri (m ³ /s)	Min Kot (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Enerji Seviyesi Kotu (m)	Hız (m/s)	Akım Alanı (m ²)	Froude Sayısı
Batman Çayı	2+400	Q5	510	540.47	542.56	542.66	1.41	362.46	0.41
		Q10	760	540.47	542.86	543	1.66	458.4	0.45
		Q25	1120	540.47	543.27	543.44	1.83	611.93	0.5
		Q50	1710	540.47	543.77	543.97	1.95	877.05	0.51
		Q100	2010	540.47	543.96	544.17	2.04	986.95	0.51
		Q500	3048	540.47	544.44	544.73	2.38	1278	0.52
Batman Çayı	2+100	Q5	510	540.32	541.98	542.05	1.21	421.68	0.39
		Q10	760	540.32	542.24	542.34	1.41	538.68	0.41
		Q25	1120	540.32	542.56	542.69	1.63	685.21	0.44
		Q50	1710	540.32	542.99	543.17	1.87	912.64	0.47
		Q100	2010	540.32	543.17	543.37	1.98	1015.9	0.49
		Q500	3048	540.32	543.71	543.97	2.28	1339.1	0.49
Batman Çayı	1+918.24	Q5	510	539.37	541.67	541.72	1.08	473.63	0.35
		Q10	760	539.37	541.93	542.01	1.26	604.95	0.37
		Q25	1120	539.37	542.22	542.33	1.47	759.66	0.4
		Q50	1710	539.37	542.61	542.76	1.74	981.66	0.43
		Q100	2010	539.37	542.78	542.95	1.86	1081.8	0.44
		Q500	3048	539.37	543.36	543.59	2.13	1430.1	0.44
Batman Çayı	1+800	Q5	510	539.27	541.34	541.45	1.42	358.89	0.51
		Q10	760	539.27	541.6	541.72	1.56	488	0.52
		Q25	1120	539.27	541.9	542.05	1.71	654.7	0.52
		Q50	1710	539.27	542.28	542.47	1.93	885.55	0.51
		Q100	2010	539.27	542.46	542.67	2.03	989.93	0.5
		Q500	3048	539.27	543.1	543.35	2.22	1375	0.47
Batman Çayı	1+715.85	Q5	510	539.36	541.06	541.16	1.39	366.07	0.49
		Q10	760	539.36	541.31	541.44	1.6	475.86	0.51
		Q25	1120	539.36	541.6	541.77	1.8	622.6	0.53
		Q50	1710	539.36	542.02	542.22	1.98	863.28	0.53
		Q100	2010	539.36	542.22	542.43	2.04	984.37	0.51
		Q500	3048	539.36	542.94	543.18	2.15	1415.1	0.45
Batman Çayı	1+513.46	Q5	510	539.18	540.57	540.63	1.13	452.84	0.39
		Q10	760	539.18	540.85	540.93	1.25	608.45	0.39
		Q25	1120	539.18	541.18	541.28	1.4	799.71	0.38
		Q50	1710	539.18	541.65	541.77	1.58	1078.9	0.38
		Q100	2010	539.18	541.89	542.03	1.64	1228.2	0.37
		Q500	3048	539.18	542.72	542.88	1.77	1722.6	0.33

5. BULGULAR VE TARTI MA

	Kilometre	Tekerrür Debisi	Debi De eri (m ³ /s)	Min Kot (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Enerji Seviyesi Kotu (m)	Hız (m/s)	Akım Alanı (m ²)	Froude Sayısı
Batman Çayı	1+500	Q5	510	539.11	540.55	540.61	1.09	468.79	0.36
		Q10	760	539.11	540.83	540.9	1.22	622.72	0.38
		Q25	1120	539.11	541.16	541.25	1.36	821.46	0.37
		Q50	1710	539.11	541.63	541.75	1.55	1104.1	0.36
		Q100	2010	539.11	541.88	542.01	1.6	1254.5	0.35
		Q500	3048	539.11	542.71	542.86	1.74	1751.3	0.33
Batman Çayı	1+200	Q5	510	538.4	540	540.07	1.12	454.14	0.37
		Q10	760	538.4	540.28	540.36	1.28	595.99	0.38
		Q25	1120	538.4	540.67	540.76	1.38	809.53	0.38
		Q50	1710	538.4	541.26	541.37	1.47	1163.9	0.34
		Q100	2010	538.4	541.56	541.67	1.5	1343.9	0.32
		Q500	3048	538.4	542.47	542.61	1.61	1893.8	0.29
Batman Çayı	1+097.83	Q5	510	538.07	539.78	539.85	1.21	421.87	0.42
		Q10	760	538.07	540.09	540.17	1.3	586.53	0.4
		Q25	1120	538.07	540.51	540.61	1.37	815.03	0.36
		Q50	1710	538.07	541.14	541.25	1.47	1164.2	0.32
		Q100	2010	538.07	541.46	541.57	1.5	1340.9	0.31
		Q500	3048	538.07	542.4	542.53	1.6	1902.1	0.29
Batman Çayı	0+940.34	Q5	510	537.41	539.56	539.6	0.95	539.16	0.29
		Q10	760	537.41	539.89	539.95	1.06	716.64	0.3
		Q25	1120	537.41	540.36	540.43	1.14	978.67	0.28
		Q50	1710	537.41	541.04	541.12	1.24	1380.6	0.26
		Q100	2010	537.41	541.37	541.45	1.27	1577.5	0.25
		Q500	3048	537.41	542.33	542.43	1.41	2156	0.24
Batman Çayı	0+900	Q5	510	537.45	539.51	539.56	0.96	534	0.3
		Q10	760	537.45	539.85	539.91	1.07	709.5	0.29
		Q25	1120	537.45	540.33	540.39	1.16	969.14	0.28
		Q50	1710	537.45	541.01	541.09	1.24	1376.5	0.26
		Q100	2010	537.45	541.34	541.42	1.28	1575.4	0.25
		Q500	3048	537.45	542.31	542.41	1.41	2156.7	0.24
Batman Çayı	0+782.85	Q5	510	537.29	539.33	539.4	1.14	448.84	0.36
		Q10	760	537.29	539.69	539.77	1.24	614.13	0.35
		Q25	1120	537.29	540.19	540.28	1.31	854.87	0.31
		Q50	1710	537.29	540.89	541	1.42	1205.6	0.3
		Q100	2010	537.29	541.24	541.34	1.44	1391.1	0.29
		Q500	3048	537.29	542.22	542.35	1.55	1963.4	0.27

	Kilometre	Tekerrür Debisi	Debi De eri (m ³ /s)	Min Kot (m)	Su Yüzü Kotu (m)	Enerji Seviyesi Kotu (m)	Hız (m/s)	Akım Alanı (m ²)	Froude Sayısı
Batman Çayı	0+600	Q5	510	536.15	538.93	539.03	1.38	369.7	0.44
		Q10	760	536.15	539.39	539.49	1.41	539.53	0.38
		Q25	1120	536.15	539.96	540.07	1.43	784.07	0.35
		Q50	1710	536.15	540.71	540.82	1.45	1175.6	0.32
		Q100	2010	536.15	541.08	541.19	1.44	1395.1	0.3
		Q500	3048	536.15	542.11	542.23	1.51	2011.9	0.26
Batman Çayı	0+300	Q5	510	536.65	538.75	538.78	0.74	687.89	0.18
		Q10	760	536.65	539.22	539.26	0.86	888.25	0.2
		Q25	1120	536.65	539.8	539.84	0.92	1214.5	0.21
		Q50	1710	536.65	540.59	540.64	1.01	1689.4	0.19
		Q100	2010	536.65	540.97	541.03	1.05	1921.6	0.19
		Q500	3048	536.65	542.03	542.1	1.19	2552.8	0.18
Batman Çayı	0+000	Q5	510	535.6	538.68	538.7	0.54	937.67	0.13
		Q10	760	535.6	539.15	539.18	0.63	1200.2	0.14
		Q25	1120	535.6	539.72	539.75	0.74	1521.5	0.14
		Q50	1710	535.6	540.52	540.56	0.86	1979.6	0.15
		Q100	2010	535.6	540.91	540.95	0.91	2209.3	0.15
		Q500	3048	535.6	541.97	542.03	1.07	2842.7	0.16

6. SONUÇ VE ÖNER LER

Batman Çayı, ıslah edilmemi bir akarsu olmasından dolayı gerek en kesit gerekse pürüzlülük katsayısı açısından kısa mesafede sık olarak de i kenlik gösteren bir karaktere sahiptir. Farklı en kesitlere sahip do al dere yata ında debi geçirebilme kapasitesi de farklılık gösterebilmektedir. Bu sebepten ötürü HEC-RAS programında modelleme yapılırken çalı ma konusu olan 28 km'lik uzun güzergâh boyunca ortalama 170 m'de bir kesit alınarak kesit sayısı arttırılmı tır. Böylelikle do al yatak plan-profiline yakla ılmış tır. Aynı zamanda pürüzlük katsayısı da tespit edilirken Türkiye'deki ta kın ıslah çalı malarını yürüten en büyük kurum olan Devlet Su leri'nin 2014 yılı içinde yayınladı ı “Dere Yatakları çin Pürüzlülük Katsayısı Belirleme Kılavuzu” baz alınarak güzergâh boyunca gözlemler yapıp gerçek ortalama de er yakalanmaya çalı ılmış tır.

HEC-RAS programıyla kararlı ve yava de i en akım artları altında modelleme yapılmı tır. Su yüzü profili çıkarılırken program, Standart Adım Metodunu kullanmakta olup bu metotla sa lıklı sonuçlar elde edilebilmektedir.

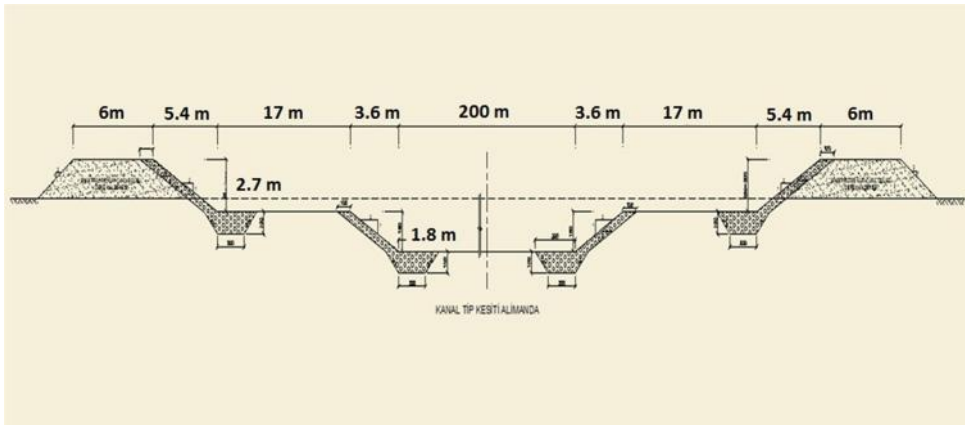
Modelleme analiz sonuçları incelendi inde Batman Çayı güzergâhı boyunca birçok en kesitte maksimum kesit kapasitesinin Q_{50} tekerrür debisini a an de erleri geçirmekte yetersiz kaldı ı gözlenmi tir. Dere yata ında ortalama 5 m'yi bulan alüvyon tabakasının altında bulunan yarı geçirimli-geçirimsiz elmo Formasyonu, suyun daha alt tabakalara sızmasını engelleyerek ta kının etki derecesini arttırmaktadır. Geni tabanlı bir vadi boyunca dü ük bir e imle ($J=0.00019$) menderesler çizerek akan Batman Çayı, geni bir en kesite sahip olmasına ra men su yüzü yüksekli i Q_{500} 'de 4 m'yi bulabilmektedir. Geni en kesitli dere yata ı; kum ocakları, yerle im alanları veya tarım arazilerince kullanılmakta oldu u için ta kın anında can ve mal kayıpları ya anabilmektedir. Özellikle çalı ma alanının km: 20+700 - 21+211 ve 9+300 - 9+950 arasında kalan kesimleri incelendi inde, en kesit tabanının dü z olmasından dolayı su yüksekli inin fazla olmadı ı ve geni bir alanın su altında kaldı ı görülmü tür. Bu kesimlere tekabül eden erbet ve Bıçakçı Köylerinin dere yata ı içinde kalan kesimleri ciddi ta kın riski altında oldu u göz önüne alındı ında bu alanlarda yerle im ve tarım alanı kullanımına izin verilmesi sakınca te kil etmektedir.

Batman Çayı memba kolu olan Kulp Çayı üzerinde yapımı devam eden 174,5 m yüksekli inde ve 7,3 milyar m³ göl hacmine sahip olması planlanan Silvan Barajı'nın tamamlanması durumunda ta kın tekerrür debi de erlerinin yaklaşık olarak üçte bir oranında azalacağı hesaplanmıştır. Bu sayede Batman Çayı'nda meydana gelebilecek ta kınlar minimize edilmiş olacaktır.



ekil 6.1. “Batman Çayı Islahı” çalı masının yatak en kesiti

Bu çalı manın analiz sonuçları göz önüne alındığında, DS tarafından 30.04.2012 tarihinde sözleşme imzalanıp 2017 yılı içinde bitmesi planlanan “Batman Çayı Islahı” çalı masının ta kın konusunda büyük fayda sağlayacağı beklenmektedir (ekil 6.1.). Batman Çayı ve yan derelerinde meydana gelebilecek can ve mal kayıpları bu ıslah çalı masında izlenen bütüncül yaklaşımla bertaraf edilmesinin yanında sosyoekonomik açıdan bölgenin ekillenmesi ve bölgedeki sosyal yapı içinde güven tahsis edilmesi açısından büyük önem arz etmektedir.



ekil 6.2. “Batman Çayı Islahı” çalı masının tip yatak en kesiti

Islah çalı ması kapsamında yer alan tip kesit (ekil 6.2.) göz önüne alındı ında do al yatak geni li i yer yer 3 km'yi bulan dere, 252 m'lik kontrollü kesit içine alınarak özellikle kı mevsiminde kayda de er derecede artan sel baskınlarının neden oldu u can ve mal kayıplarının önüne geçilmesinin yanında her geçen gün önemi artan verimli toprakların korunması yönünde de önemli bir adım atılmı olacaktır. Bu ıslah çalı manın devamı sırasında ta kın riskine kar ı uzaktan algılama ve erken uyarı sistemleriyle gerekli yerler için ayrıca tedbir de alınabilir. Aynı zamanda yapımı devam etmekte olan Silvan Barajının bitmesiyle yüksek tekerrür debi de erlerinin üçte iki oranında azalaca ı göz önüne alındı ında söz konusu barajın bir an önce bitmesi ya anacak ta kın sonrası afet riskini büyük oranda azaltabilecektir.

7. KAYNAKLAR

5.Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci Türkiye Bölgesel Su Toplantıları. 2008. Ta kın ve Heyelan Konferansları Bildiriler Kitabı. Samsun. 1-218

Altundal, M. 2010. Ta kınların Ekonomik Analizi. Eri im : [<http://www.dsi.gov.tr/docs/sempozyumlar/5-4-task%C4%B1nlar%C4%B1n-ekonom%C4%B1k-boyutu-m-altundal-.pdf?sfvrsn=2>]. Eri im Tarihi: 19.09.2014

Ardıçlıo lu, M., Bilgil, A., Öztürk, Ö. 2005. Cilalı ve Pürüzlü Açık Kanal Akımlarında Sürtünme Katsayılarının ncelenmesi. Antalya Yöresinin n aat Mühendisli i Sorunları Kongresi. Antalya

Bayazıt, M. 2011. Hidroloji. Birsen Yayınları. 1-220. stanbul

Brunner G.W. 2010. HEC-RAS River Analysis System Hydraulic Reference Manual Version 4.1. Eri im:[http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/documentation/HEC-RAS_4.1_Reference_Manual.pdf]. Eri im Tarihi: 15.11.2014

Bulu, A., Yılmaz, B. 2002. Serbest Yüzeyli Akımlarda Pürüzlülük Katsayısının Belirlenmesi. Türkiye Mühendislik Haberleri. Sayı 420-421-422. 79-109. stanbul

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

Coon, W.F. 1997. Estimating of Roughness Coefficients for Natural Stream Channels with Vegetated Banks. U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 2441. Eri im:[<http://pubs.usgs.gov/wsp/2441/report.pdf>]. Eri im Tarihi: 12.10.2014

Dirik, K. 2009. Fluvial Jeomorfoloji ve Fluvial Yer ekilleri. Eri im : [2014http://yunus.hacettepe.edu.tr/~kdirik/JM_bolum_3.pdf]. Eri im Tarihi: 09.10.2014

DS . 2012. Batman Çayı Islahı Proje Raporu. Ankara. 1-356

DS . 2014. Dere Yatakları için Pürüzlülük Katsayısı Belirleme Kılavuzu. Ankara. 8

Düden, . 2010. Darıdere Barajının Tedrici Yıkılması ve Yarıktan Çıkan Ta kının HEC-RAS ve Dambrk Programlarında ncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Isparta. 139

- Erkek, C., Aralio lu, N. 1193. Su Kaynakları Mühendisli i. Beta Yayınları. 1-357. stanbul
- Filiz, M., Kılıç, M. ve Özer U., 2001, zmir Metropol Etkile im Alanı ile Yakın Çevresi, Su Havzaları ve Koruma Alanlarındaki Yapı lanın Kentsel ve Kırsal Yerle im Üzerindeki Etkileri. I. Türkiye Su Kongresi, 663-671. stanbul.
- Gupta, R.S. 2007. Hydrology and Hydraulic System. Waveland Pr Inc. Illinois. 1-896
- Hakan, K. 2007. Mekan Organizasyonu ve Planlama Ba lamında Sel Riskinin rdelenmesi. TMMOB Afet Sempozyumu. 337-347
- Kadio lu, M. 2008. Sel ve Heyelan Yönetimi. 5. Dünya Su Forumu Türkiye Bölgesel Hazırlık Toplantıları.Ta kın Heyelan ve Dere Yataklarının Korunması Konferansı Bildiri Kitabı.. 101-130. Trabzon
- Kara, Ö. 2009. Su Yüzü Profillerinin HEC-RAS Paket Programıyla ncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 106
- Karakuyu, M., 2004, ehirle menin Küresel klim Sapmaları ve Ta kınlar Üzerindeki Etkisi. Marmara Co rafya Dergisi, 6, 1-12.
- Limerinos, J.T. 1970. Manning Coefficient From Measured Bed Roughness in Natural Channels. U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 1898-B. 1-53
- Onu luel, G. 2005. Floodplain Management Based On HEC-RAS Modelling System. Doktora Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 263
- Özdemir, H. 2007. Ta kınların Haritalanmasında HEC-GeoRAS ve HEC-RAS'ın Kullanımı: Havran Çayı Örne i. Doktora Tezi. stanbul Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü. 281
- Özbek, T. 2009 Açık Kanal Akımlarının Hidroli i ve Hidrolik Yapılar. Teknik Yayınevi Mühendislik Mimarlık Yayınları. 1-666. Ankara
- Tate E., 1999. Floodplain Mapping Using HEC-RAS and ArcView GIS. Eri im:[<http://www.crwr.utexas.edu/reports/pdf/1999/rpt99-1.pdf>]. Eri im Tarihi: 27.09.2014
- Tonbul, S., Sunkar, M., 2008. Batman ehrinde Yer Seçiminin Jeomorfolojik Özellikler ve Do al Risk Açısından De erlendirilmesi. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu. 103-113. Çanakkale

Tonbul, S., Sunkar, M. 2011. Batman’da Ya anan Sel ve Ta kın Olaylarının (31 Ekim-1 Kasım 2006) Sebep ve Sonuçları. Fiziki Co rafya Ara tırmaları; Sistematik ve Bölgesel, Türk Co rafya Kurumu Yayınları. No:5, 237-258, istanbul

Tonbul, S., Sunkar, M. 2010. luh Deresi Havzası’na (Batman) Yönelik Sel ve Ta kın Riski Analizleri. e-Journal of New World Sciences Academy, Nature Sciences ISSN: 1308-7282, Volume: 5, Number: 4, 4A0033, 255-273

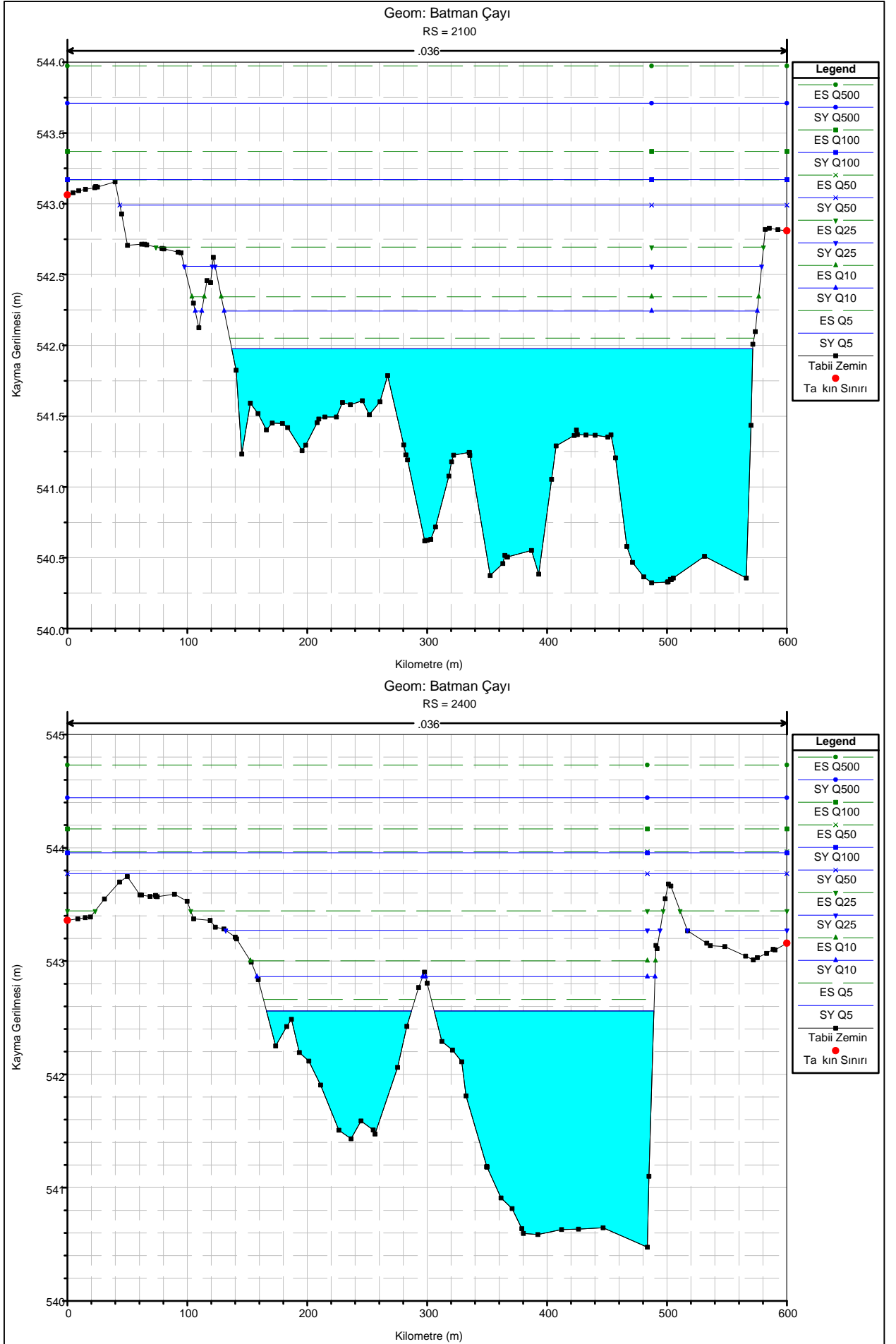
Tuncer, . 2011. Açık Kanallarda Su Yüzü Profilinin Belirlenmesi, Nakka Dere Örne inde Bir HEC-RAS Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 160

Türke , M., Sümer, U.M., Çetiner, G. 2010. Küresel iklim De i ikli i ve Olası Etkileri. Çevre Bakanlığı , Birle mi Milletler iklim De i ikli i Çerçeve Sözle mesi Seminer Notları. 7-24. Ankara

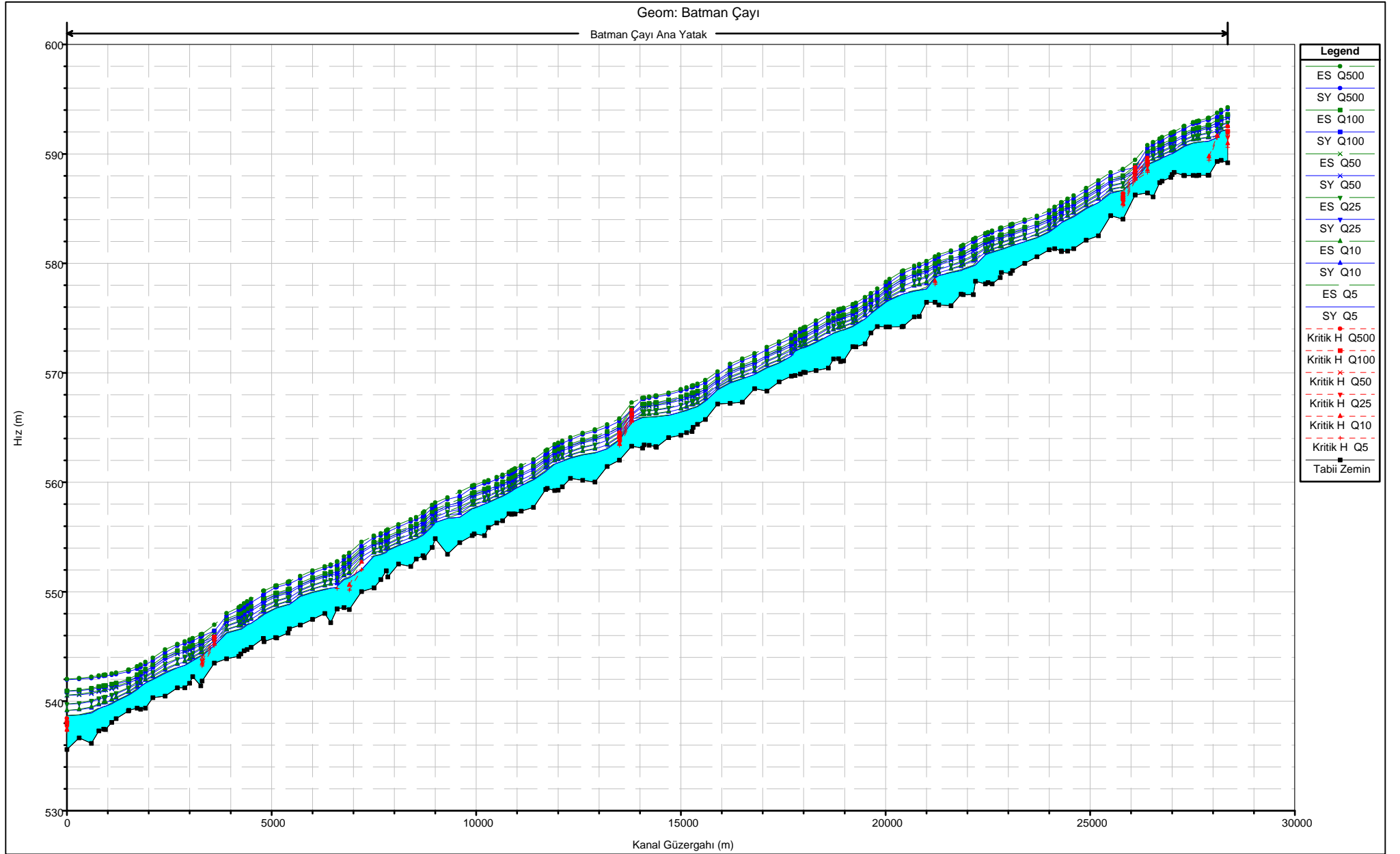
Uçar, . 2011. Trabzon De irmendere Havzası’nda Co rafî Bilgi Sistemleri ve Bir Hidrolik Model Yardımıyla Ta kın Analizi Yapılması. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 178

Yüksel, Y. 2008. Akı kanlar Mekani i ve Hidrolik. Beta Yayınları. 389-404, 582. stanbul

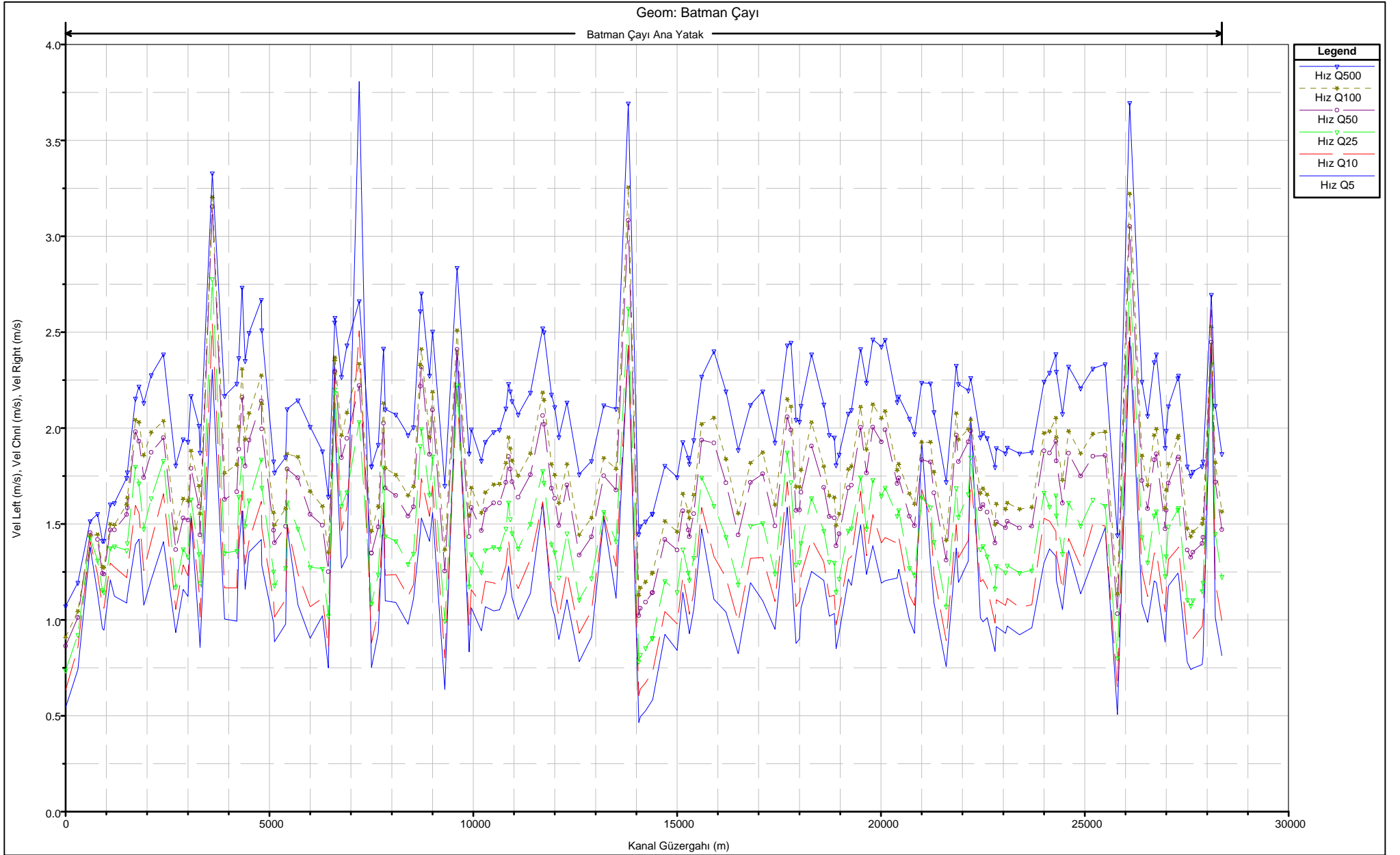
EK 1 - ÖRNEK EN KESİTLERİN TEKERRÜR DEBİLER ALTINDA SU YÜZÜ PROFİLİ



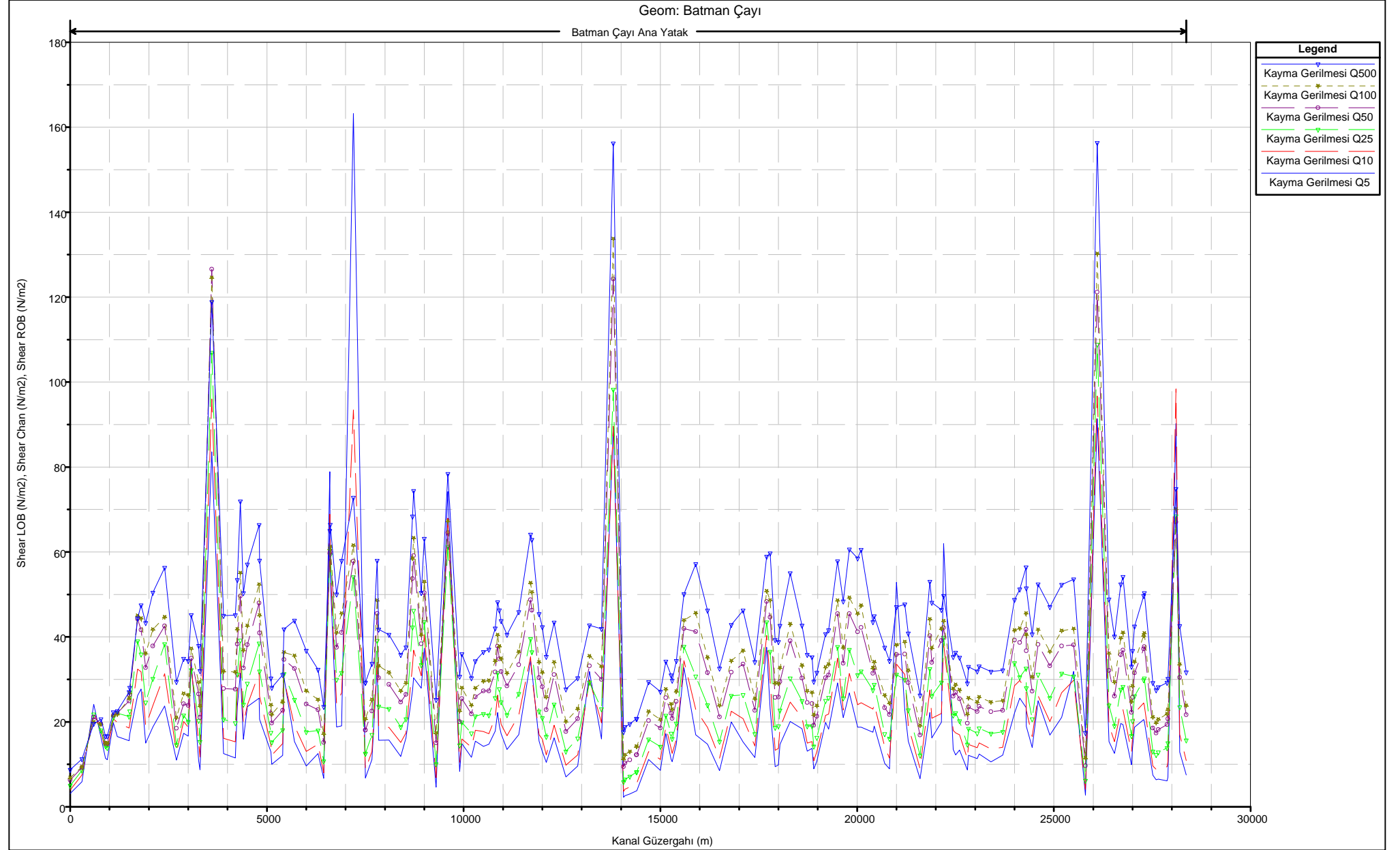
EK 2 - BATMAN ÇAYI GÜZERGAHININ SU YÜZÜ – KOT PROFİLİ



EK 3 - BATMAN ÇAYI'NDA TEKERRÜR DEBİLERİ ALTINDAKİ HIZ GRAFİĞİ



EK 4 -BATMAN ÇAYI'NDA TABANDA MEYDANA GELEN KAYMA GERİLME DEĞERLERİ



ÖZGEÇM

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : EFE, Hüseyin
Uyru u : T.C.
Do um tarihi ve yeri : 17.01.1984, Diyarbakır
e-mail : efehuseyin@yahoo.com

E itim

Derece	E itim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Gazi Üniversitesi / n aat Mühendisli i	2009
Lise	Nevzat Ayaz Anadolu Lisesi / Diyarbakır	2002

Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2011 -	DS 10. Bölge Müdürlü ü	n aat Müh.
2010 - 2010	Bülent Kılıç n aat Mühendisi ve Müteahhit	n aat Müh.

Yabancı Dil

ngilizce