

Batman Çayı'nın taşkın analizinin HEC-RAS programıyla yapılması

Hüseyin EFE , Fevzi ÖNEN*

Dicle Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, 21280, Diyarbakır

Makale Gönderme Tarihi: 19.02.2015

Makale Kabul Tarihi: 07.10.2015

Öz

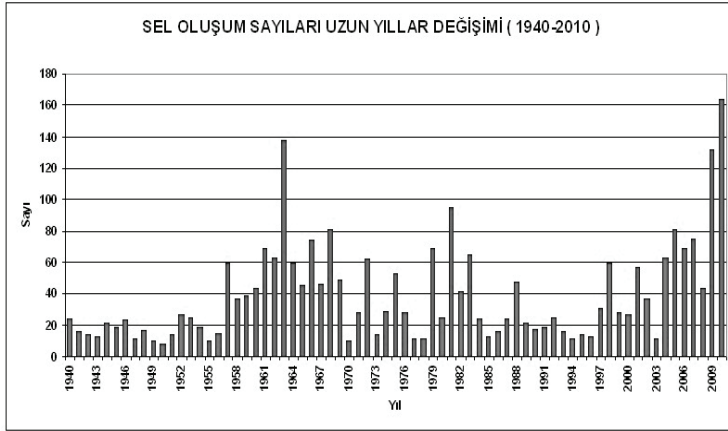
Taşkınlar, tropikal iklim kuşağında yer alan ülkelerin yanı sıra Türkiye gibi bu iklim kuşağının dışında yer alan ülkelerde de hem sayı olarak hem de verdiği zararlar açısından bir artış göstermektedir. Artan nüfus yoğunluğuyla beraber çarpık yerleşim bölgelerinin artmasıyla bu taşkınlar sonucu can ve mal kayıplarının da yaşanmasını kaçınılmaz hale getirmektedir. Özellikle son yıllarda hayatın her alanına girmeye başlayan Coğrafi Bilgi Sistemiyle, taşkın 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 taşkın analizi yapılmıştır. Düşük bir eğimle ($J \approx 0.00019$) 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 ait 1/1000 ölçekli haritada AutoCAD Civil 3D programıyla toplamda 165 adet enkesit alınmıştır. Elde edilen bu enkesitlerle, HEC-RAS (Hydrologic Engineering Centers River Analysis System) programı yardımıyla Batman Çayı'nın tek boyutlu taşkın hidrolik analizi yapılmıştır. Değişik feyezan değerlerine bağlı taşkın zararlarının alansal değişimleri göz önüne alınarak mevcut dereye ait doğal yatakta Q_5 , Q_{10} , Q_{25} , Q_{50} , Q_{100} ve Q_{500} taşkın tekrerrür debilerinde su üst yüzünün geldiği kotlar belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler:: Batman Çayı, HEC-RAS, taşkın analizi

Giriş

Taşkın; bir akarsuyun yatağından taşarak veya farklı nedenlerle yükselen suların meskun veya meskun olmayan araziye kaplamasıdır. DSİ verilerine göre 1975-2010 yılları arasında 695 adet taşkın olayı meydana gelmiş, bu taşkınlar sonucunda 634 can kaybı olmuş, 810 000 hektar tarım arazisi taşkına maruz kalmıştır.

Taşkınlar ülke ekonomisine toplamda yaklaşık 3 717 000 dolar zarar vermiştir (Altundal, 2010). Şekil 1’de 1940-2010 yılları arasında meydana gelen taşkın sayıları verilmiştir. Yapılan baraj, taşkın ıslah yapılarıyla v.b. bu etkiler bertaraf edilmeye çalışılmış olsa da hızlı değişen iklim koşulları, çarpık yapılaşma gibi sebeplerle bu çalışmalar yetersiz kalmaktadır.



Şekil 1. Türkiye’de 1940-2010 yılları arasında meydana gelen taşkın sayıları (MGM 2014)

Taşkınların oluşma nedenleri

Genel itibariyle taşkınların oluşmasında ani ve yoğun şekilde başlayan sağanak yağmurlar, akarsu yatağının jeomorfolojik yapısı ve akarsu doğal akış yatağına müdahaleler etkilidir.

-Meteorolojinin taşkınlar üzerindeki etkileri: Taşkınlar özellikle tropikal iklim kuşağında yer alan ülkeler başta olmak üzere dünya genelinde depremden sonra en büyük doğal afet olarak görülmektedir. Küresel ısınmanın etkileri, buzulların erimesi, deniz seviyesi yükselmesi, iklim kuşaklarının kayması gibi değişikliklerle sınırlı değildir. Küresel ısınmanın sürmesi durumunda, aşırı hava olayları (şiddetli fırtınalar, kuvvetli yağışlar ve fırtına kabarmaları) gibi meteorolojik olayların yanında, bu olaylara bağlı olarak oluşan

taşkınlar ve seller gibi hidrolojik ve uzun süreli kuraklık olayları ve çölleşme süreçleri gibi klimatolojik kökenli doğal afetlerin şiddetinde, sıklığında ve etkinlik alanında önemli artışların olabileceği beklenmektedir (Türkeş vd., 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 olmuştur. Artık deprem, sel, vb. tehlikeler, hızla artan çarpık yerleşim bölgelerinde daha fazla afete dönüşebiliyor (Kadıoğlu, 2008).

-Beşeri faktörlerin taşkınlar üzerindeki etkileri: Doğal ortamda dere yataklarının büyüklüğü aşırı derecede taşkına sebep olabilecek durumda değildir veya sağanak yağışların taşkına neden

olabilmesi için kısa sürede aşırı bir yağışın düşmesi gerekmektedir. Ancak insan müdahalesi sonucunda yatakları daraltılan veya kanal içerisine alınan dereler daha fazla taşkına neden olmaktadır. Yanlış imar uygulamaları ve arazi kullanımları sonucunda dere yataklarının daraltılması, kanal içerisine alınması veya akış kesitinin geçekodu ve diğer kullanım amaçları için küçültülerek yer yer tamamen yok edilmesi, bu sorununun ana nedenini oluşturmaktadır (Filiz, 2001; Karakuyu, 2004).

Şekil 2'de dere yatağında kaçak olarak yapılan enine yapı, herhangi bir feyzekan anında suyun akışını engeller nitelikte olmasının yanında geçiş yolu olarak kullanılması sebebiyle can kaybına sebebiyet verebilme potansiyeline de sahiptir.

-Akarsu yatağı arazi yapısının taşkınlar üzerindeki etkileri: Akarsu süreçleriyle meydana gelmiş yer şekilleri fluvial jeomorfolojik oluşumlar olarak tanımlanır. Akarsuların yer şekillendirmesindeki etkisi esas olarak ılıman kuşaklarda gerçekleşir. Bu nedenle jeomorfolojide akarsulara bağlı yer şekillerinin gelişimi esas alınır (Dirik, 2009). Havzanın jeolojik yapısı, akarsuyun morfolojisini belirlemede etkindir. Akarsu yatağı, jeolojinin müsaade ettiği şekilde gelişir. Aynı şekilde zemin cinsi de sızma ve akış miktarlarını etkiler (Özbek, 2009).



Şekil 2. Dere yatağına kaçak olarak yapılan enine yapı

Materyal

Çalışma alanına ait karakteristik veriler

İnceleme alanı olarak, tarihi Malabadi Köprüsü mansabında bulunan yeni çevre yolu köprüsü ile Diyarbakır - Batman karayolu köprüsü arasında kalan 28 km'lik kısım ele alınmıştır. Düşük bir eğimle geniş bir vadide akan Batman Çayı, sağ ve sol sahili boyunca yerleşim yerleri ve tarım arazilerince kuşatılmıştır.

Geçtiği güzergâh boyunca sahip olduğu jeolojik yapı, tekerrür debileri, yan dereler ve beşeri etkiler, Batman Çayı'nda taşkın riskini etkileyen ana faktörlerdir.

-Jeolojik yapı: Proje sahası ve çevresinde temeli Oligo-Miyosen yaşlı kireçtaşlarından oluşan Silvan Formasyonu oluşturmaktadır. Silvan Formasyonu çoğunlukla kireçtaşı, yer yer killi kireçtaşı, marn ve kilaşı birimlerinden oluşmaktadır. Silvan Formasyonu üzerinde proje alanının da büyük bir kısmında mostra veren Üst-Miyosen-Pliyosen yaşlı Şelmo Formasyonu yer alır. Şelmo Formasyonu daha çok kil, kilaşı, siltlikilaşı, çamurtaşı, kumtaşı ve konglomera birimlerinden oluşmaktadır. Yer altı suyu yönünden verimsiz olan Şelmo Formasyonunun yaklaşık kalınlığı 150-700 m kadardır. Kuvaterner yaşlı genç alüvyon örtü, Batman Çayı boyunca geniş bir alanda görülür. İnceleme alanında, Batman çayı yataklarında oluşan alüvyon örtü, diğer akarsu yataklarına kıyasla geniş ve belirgin bir kalınlığa sahiptir (DSİ, 2012).

İnceleme alanında vadiler ve plato alanları ana jeomorfolojik birimleri oluşturmaktadır. Batman Çayı'nın eski menderes yeniği sekileri ve yeni birikinti yelpazesi üzerine Batman şehri kurulmuştur. Batman Çayı sekilerinin oluşumu geçmişte değişen tektonik rejim ve iklim değişikliklerine bağlıdır. Şöyle ki kaynağını Muş Dağları'ndan alan Batman Çayı, Üst Miyosen-Pliyosen boyunca Diyarbakır Havzası'nın doğu bölümünün dolmasında önemli rol üstlenmiştir. Kuzeyden güneye doğru konsekant bir şekilde akan Batman Çayı tektonik hareketlere bağlı olarak yükselen dağlık alanların alçak eşik alanlarına antesedans

olarak gömülmüştür. Bu gömülme ile inceleme alanının yakın güneyinde yer alan Batman Barajı'nın yapıldığı alan bir klüz şeklinde oluşmuştur. Pliyosen başlarında Batman Çayı, Batman şehrinin kurulduğu alanda büyük bir menderes yaparak Dicle Nehri'ne bağlanmıştır. Raman Dağı'nın kuzeye doğru çarpılıp yükselmesiyle Batman Çayı sürekli olarak kuzeybatıya kaymıştır. Bu olayın dönemler halinde yaşanması bu alanda menderes yeniği sekilerini oluşturmuştur (Tonbul ve Sunkar,2008).

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

*-Hidroloji:*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 (DSİ, 2012). 2014 yılı itibarıyla Silvan Barajı henüz % 25'lik bir fiziki gerçekleşmeye sahiptir. Yakın dönemde inşaatın bitme durumu söz konusu olmadığı için Batman Çayı'nın taşkın analizi için Batman Barajı ötelemeli debi değerleri kullanılmıştır. Tablo 1.'de taşkın analizi için kullanılan debi değerleri verilmiştir.

-Pürüzlülük Katsayısı: HEC-RAS programı, su yüzü profilini belirlerken Manning Denkleminden yararlandığından taşkın analizi yapılırken pürüzlülük katsayısının (n) belirtilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Taşkın yapılarında debi değeri belirlenirken pürüzlülük katsayısı için birçok kaynakta belirli yapılar için deneysel olarak elde edilen değerler kullanılmaktadır. Bu değerler genel itibarıyla

Tablo 1. Batman Çayı'nın farklı tekerrürlere karşılık gelen debi değerleri

Tekerrür (Yıl)	Debi (m ³ /s)
5	510
10	760
25	1120
50	1710
100	2010
500	3048

0.011~0,15 arasında değişmektedir. Feyezan anında taşkın yapısının geçirebileceği maksimum debi büyük önem teşkil etmektedir. Pürüzlülük katsayısının tam olarak doğru tayin edilememesi büyük taşkınlara dolayısıyla can ve mal kayıplarına neden olabilmektedir.

Pürüzlülük katsayısı tespit edilirken göz ardı edilen bir başka konu ise özellikle yerleşim yerleri içinden geçen akarsularda zamana bağlı değişimlerdir. Bu değişimler hem akarsu yatağının doğal morfolojik değişimi hem de beşeri etkilerle ortaya çıkan değişimlerdir. Örnek olarak mevsimsel değişimler sonucunda ortaya çıkabilecek bitkiler veya yakın çevreden kanal içine atılan çöpler pürüzlülük katsayısının değerini önemli ölçüde arttırabilmektedir. Bu yüzden tespit yapılırken yakın gelecekte açık kanal yatağında meydana gelebilecek değişimlerin de göz önüne alınması daha sağlıklı sonuçlar alınmasını sağlar.

Taşkın kanalları boyutlandırılırken pürüzlülük katsayısı birçok parametreye bağlıdır. Bunlar; yataktaki malzemenin cinsi, bitki örtüsü, akarsu üzerindeki enine yapıların sayısı ve şekli, kanal en kesitinin şekli, kanalın düzensizliği ve kanalın güzergâhı boyunca sahip olduğu mendereslenme şeklinde sıralanabilir. Bu parametrelerden pürüzlülük katsayısının değeri Cowan tarafından geliştirilen ifadedir.

$$n = m(n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) \quad (1)$$

Burada, 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 temsil etmektedir.

Bu çalışmada Batman Çayı için taşkın analizinde kullanılan pürüzlülük katsayısı için güzergâh boyunca gözlemler ve incelemeler yapılmıştır. Yer yer 3 km'yi bulan yatak genişliğiyle Batman Çayı, pürüzlülük katsayısı açısından değişkenlik göstermektedir. Bu değişkenlik, çalışma alanının tamamı düşüldüğünde gerçek değeri verecek şekilde optimize edilmiştir. Devlet Su İşleri'nin 2014 yılı içinde yayınladığı "Dere Yatakları İçin Pürüzlülük Katsayısı Belirleme Kılavuzu" baz alınarak $n_0=0.026$, $n_1=0$, $n_2=0$, $n_3=0.026$, $n_4=0.005$, $m=1.15$ katsayıları elde edilmiştir. Cowan Formülünde yerine konan bu katsayılar sonucu pürüzlülük katsayısı 0.036 olarak tespit edilmiştir.

-Daralma ve genişleme katsayıları: İki ardışık en kesit arasında meydana gelen daralma ve genişlemeler (genişleme) akımda enerji kaybı yaratır. Böyle bir durumda enerji kayıpları daralma ve genişleme 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, diğer yerel kayıplar için kayıp katsayıları kullanılır. Mansapta hız artıyorsa daralma katsayısı, hız azalıyorsa genişleme katsayısı kullanılır. Genel olarak genişleme durumundaki kayıp, daralma durumunda meydana gelen kayıptan daha fazladır. Ani değişen kesitlerdeki kayıplar, tedrici değişen kesitlerde ortaya çıkan kayıplardan fazladır. Tablo 3.'de nehir rejimli tipik bir dere yatağında kullanılacak katsayılar verilmiştir. Sel rejimli akımlarda bu katsayılar nehir rejimli akımlara oranla çok daha düşüktür (Brunner, 2010)

Bu çalışma kapsamında, doğal dere yatağı olması ve eğimin çok az olması sebebiyle dere

yatağındaki en kesit değişimleri aşamalı olduğu için yerel kayıp katsayılarında daralma katsayısı 0.1, genişleme katsayısı 0.3 alınmıştır.

Tablo 2. Daralma ve genişleme katsayıları

	Daralma	Genişleme
Geçiş Kayıpları Yok	0	0
Tedrici Geçişler	0.1	0.3
Tipik Köprü Kesitleri	0.3	0.5
Aniden Değişen	0.6	0.8

Metod

Batman Çayı taşkın analizi yapılırken öncelikle taşkın alanına ait 1/1000'lik haritalar temin edilmiştir. Mevcut dere yatağının sağ 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 28361 metrelik güzergâhta toplamda 165 adet en kesit alınmıştır. Oluşturulan bu en kesitler ve boy kesit HEC-RAS programına aktarılmıştır. Batman Çayı yatağı boyunca yerinde yapılan gözlem ve incelemeler neticesinde pürüzlülük katsayısı tayin edilmiştir. Elde edilen hidrolojik verilerin HEC-RAS programına girilmesi ile Batman Çayı'na ait taşkın analizi yapılmıştır.

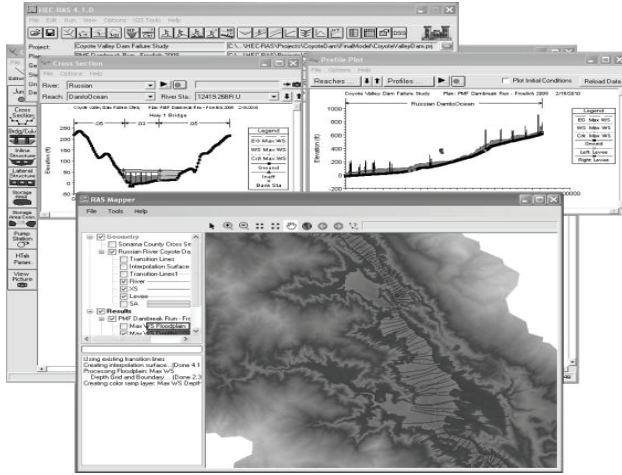
HEC-RAS programı

HEC-RAS programının ilk versiyonu (1.0) 1995 yılında piyasaya sürülmüştür. 2010 yılının Ocak ayından beri kullanılmakta olan son versiyonu (4.1) birçok yenilik ve içermektedir. Su Kaynakları Enstitüsünün (IWR) bir kolu olan Hidrolojik Mühendislik Merkezi (HEC) tarafından geliştirilen HEC-RAS programının yazılımında Gary W. Brunner baş rol oynamıştır. Kullanıcı ara yüzü ve grafikleri Mark R. Jensen tarafından yapılan programın su yüzü profil analiz modülleri Steven S. Piper, sediment taşınım modülü Stanford Gibson ve su kalitesi modülü ise Cindy Lowney ve Mark R. Jensen tarafından tasarlanmıştır.

Bu programla, kararlı akım şartları altında su yüzeyi profili belirlenmesinde, kritik altı akım, kritik üstü akım ve karışık çözüm seçenekleri sunulmaktadır. Program, kararlı akım şartları

altında yapılan çözümlerde, tek boyutta enerji denklemini temel alınmaktadır. Enerji kayıplarının hesap edilebilmesi için sürtünme katsayısı ve daralma/genişleme katsayılarına ihtiyaç duyulmaktadır. Momentum denklemi ise, akım rejiminin ani değiştiği durumlarda kullanılmaktadır. Hidrolik sıçrama, köprü hidroliği, akım girişiminin olduğu bölgeler akım rejiminin ani değiştiği durumlara örnek olarak verilebilir. Analizi yapılan bölgedeki köprü, menfez, su bendi, dolu sak gibi akımı etkileyebilecek yapıların akıma etkisi program sayesinde analizlerde göz önüne alınabilmektedir. Ayrıca analiz bölgesindeki değişimler de programın içerisine yansıtılarak model güncellenebilmektedir (Tuncer, 2011).

-HEC-RAS programının parametreleri: HEC-RAS, kanal geometrisi ve akımın hidrolik analizlerini yapabilmesi için bazı parametreler kullanır. Bu parametreler akım boyunca bir dizi en kesitte uygulanır. Her bir en kesit, akım kıyısı boyunca sağ, orta ve sol olmak üzere üç kısma ayrılır. Bu şekilde bölümlendirmesinin sebebi hidrolik parametrelerdeki farklılıklardır. Akım ile kanal yatağı arasındaki sürtünme kuvveti, taşkın güzergâhındaki akım direncini Manning pürüzlülük katsayısını düşürerek önemli ölçüde etkiler. Sonuç olarak akımın hızı ve taşınımı esas olarak taşkın güzergâhına göre ana kanalda daha yüksektir. HEC-RAS'ta her bir en kesitte şekil, kot ve göreceli konum parametrelerinin tanımlanması gerekir.



Şekil 3. HEC-RAS programı kullanıcı ara yüzü

Tanımlanması gereken parametreler;

- Dere güzergâhı boyunca en kesit numaraları ve en kesit geometrileri
- En kesitler arasındaki uzaklık
- Pürüzlülük katsayısı
- Kanal daralma ve genişleme katsayıları
- Güzergâh boyunca engel oluşturan enine yapıların geometrileri

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.

- Su yüzü profilinin belirlenmesi: Yavaş değişen akımlarda su yüzü profilinin hesabı için ilk olarak iki en kesit arasında direkt adım yöntemi uygulanır. HEC-RAS yazılımı aynı zamanda momentum, WSPRO ve Yarnell metodlarını da desteklemektedir. Bu basit yöntem, enerji denkleminde iterasyonla çözüme dayanır. Standart adım metodunda amaç, belirli bir en kesit için verilen akım ve su yüzü profilinden

yararlanarak komşu en kesitin su yüzü profilini bulmaktadır. Nehir rejimli akımlarda hesaplamalar mansaptan membaya doğru ilerlerken, sel rejimli akımlarda ise hesap adımları mambadan mansaba doğru ilerler.

Standart Adım Metodu, yavaş değişen akımların başlangıcında, sonunda veya herhangi iki yerinde oluşan h akım derinliklerinden bir tanesinin ve Δx mesafesinin bilinmesi durumunda, diğer akım derinliğinin hesaplanması için kullanılmaktadır. Standart adımların yeterince küçük seçilmesi durumunda doğal dere yataklarında da sağlıklı sonuçlar elde edilmektedir (Özbek, 2009). İki en kesit arasında Enerji Denklemine 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 derinliğinin hesabı deneme yanılma yöntemi ile belirlenmektedir. Değişken kesitli akarsularda hesap yapma imkânı verdiği için, doğal akarsularda da yaygın olarak kullanılmaktadır. Sf (enerji çizgisi eğimi) değerleri kesitler için uniform akım denklemleri kullanılarak hesaplanabilir.

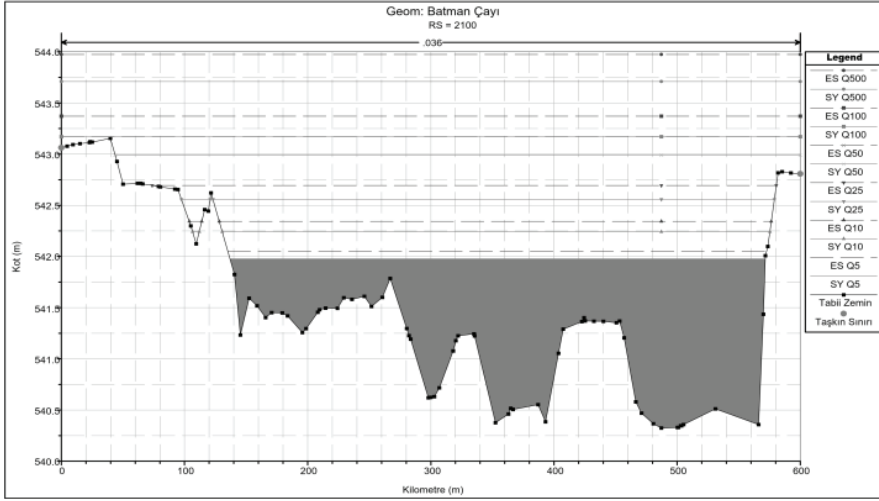
Sınır şartları bilinmesi kaydıyla nehir rejimli bir akım için hesap adımları aşağıdaki gibidir:

- İlk en kesitteki su yüzü profili için bir değer tahmin edilir.
- Bu en kesit için alan, hidrolik yarıçap ve hız bulunur.
- Alana, hidrolik yarıçapa ve hıza bağlı taşınım ve kinetik enerji hesaplanır.
- Sürtünme eğrisi, enerji kaybı ve daralma / genişleme kayıpları bulunur.
- Ardışık iki en kesit arasındaki enerji denkleminde su yüzü profili hesaplanır.
- Bulunan su yüzü profili tahmin edilen değerler karşılaştırılarak izin verilen değer aralığı yakalanıncaya kadar işlem devam ettirilir.

Sonuçlar

HEC-RAS programıyla, çalışma alanı boyunca belirlenen yerlerde alınan enkesitler ve güzergâha ait boy profilinin tekerrür debileri altında ortaya çıkan su yüzü profili, kanal tabanı-yan şevlerdeki hız grafiği, kot-debi grafiği ve güzergâha ait perspektif görünüşü elde etmek mümkündür. Şekil 3'te en kesit-su yüzü profiline ait örnek grafik verilmiştir.

Modelleme analiz sonuçları incelendiğinde Batman Çayı güzergâhı boyunca birçok en kesitte maksimum kesit kapasitesinin Q_{50} tekerrür debisini aşan değerleri geçirmekte yetersiz kaldığı gözlenmiştir. Dere yatağında ortalama 5 m'yi bulan alüvyon tabakasının altında bulunan yarı geçirimli-geçirimsiz Şelmo Formasyonu, suyun daha alt tabakalara sızmasını engelleyerek taşkınımın etki derecesini arttırmaktadır. Geniş tabanlı bir vadi boyunca düşük bir eğimle ($J=0.00019$) menderesler çizerek akan Batman Çayı, geniş bir en kesite sahip olmasına rağmen su yüzü yüksekliği Q_{500} 'de 4 m'yi bulabilmektedir. Geniş en kesitli dere yatağı; kum ocakları, yerleşim alanları veya tarım arazilerince kullanılmakta olduğu için taşkın anında can ve mal kayıpları yaşanabilmektedir. Özellikle çalışma alanının km: 20+700 - 21+211 ve 9+300 - 9+950 arasında kalan kesimleri incelendiğinde, en kesit tabanının düz olmasından dolayı su yüksekliğinin fazla olmadığı ve geniş bir alanın su altında kaldığı görülmüştür. Bu kesimlere tekabül eden Şerbet ve Bıçakçı Köylerinin dere yatağı içinde kalan kesimleri ciddi taşkın riski altında olduğu göz önüne alındığında bu alanlarda yerleşim ve tarım alanı kullanımına izin verilmesi sakınca teşkil etmektedir. Bu çalışmanın analiz sonuçları göz önüne alındığında, DSİ tarafından 30.04.2012 tarihinde sözleşmesi imzalanıp 2017 yılı içinde bitmesi planlanan "Batman Çayı Islahı" çalışmasının taşkın konusunda büyük fayda sağlayacağı aşikârdır. Batman Çayı'nda meydana gelebilecek can ve mal kayıpları bu ıslah çalışmasında izlenen bütüncül yaklaşımla bertaraf edilmesinin yanında sosyoekonomik açıdan da bölgenin şekillenmesi ve bölgedeki



Şekil 4. HEC-RAS programı enkesit grafiği

sosyal yapı içinde güven tahsis edilmesi açısından büyük önem arz etmektedir. Aynı zamanda yapımı devam etmekte olan Silvan Barajının bitmesiyle yüksek tekerrür debi değerlerinin üçte iki oranında azalacağı göz önüne alındığında söz konusu barajın bir an önce bitmesi yaşanacak taşkın sonrası afet riskini büyük oranda azaltabilecektir.

Kaynaklar

- Altundal, M. (2010). Taşkınların Ekonomik Analizi. <http://www.dsi.gov.tr/docs/sempozyumlar/5-4-task%C4%B1nlar%C4%B1n-ekonom%C4%B1k-boyutu-m-altundal-.pdf?sfvrsn=2>, (19.09.2014).
- Brunner G.W. (2010). HEC-RAS River Analysis System Hydraulic Reference Manual Version 4.1. http://www.hec.usace.army.mil/software/hecras/documentation/HEC-RAS_4.1_Reference_Manual.pdf, (15.11.2014).
- Chow, V.T. (1959). *Open Channel Hydraulic*, McGraw-Hill, 1-728, New York.
- Dirik, K. (2009). Fluviyal Jeomorfoloji ve Fluviyal Yerçekilleri. http://yunus.hacettepe.edu.tr/~kdirik/JM_bolum_3.pdf, (09.10.2014).
- DSİ.(2012). Batman Çayı Islahı Proje Raporu, Ankara, 1-356.
- DSİ.(2014). Dere Yatakları İçin Pürüzlülük Katsayısı Belirleme Kılavuzu, Ankara, 8.
- Filiz, M., Kılıç, M. ve Özer U., (2001). İzmir Metropol Etkileşim Alanı ile Yakın Çevresi, Su Havzaları ve Koruma Alanlarındaki Yapılaşmanın Kentsel ve Kırsal Yerleşim Üzerindeki Etkileri, I. Türkiye Su Kongresi, 663-671, İstanbul.
- Hakan, K. (2007). Mekan Organizasyonu ve Planlama Bağlamında Sel Riskinin İrdelenmesi, TMMOB Afet Sempozyumu, 337-347.
- Kadioğlu, M. (2008). *Sel ve Heyelan Yönetimi. 5. Dünya Su Forumu Türkiye Bölgesel Hazırlık Toplantıları, Taşkın Heyelan ve Dere Yataklarının Korunması Konferansı Bildiri Kitabı*, 101-130, Trabzon.
- Karakuyu, M., (2004). Şehirleşmenin Küresel İklim Sapmaları ve Taşkınlar Üzerindeki Etkisi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 6, 1-12.
- Özbek, T. (2009). *Açık Kanal Akımlarının Hidroliği ve Hidrolik Yapılar*, Teknik Yayınevi Mühendislik Mimarlık Yayınları, 1-666, Ankara.
- Tonbul, S., Sunkar, M., (2008). Batman Şehrinde Yer Seçiminin Jeomorfolojik Özellikler ve Doğal Risk Açısından Değerlendirilmesi, *Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu*, 103-113, Çanakkale.

Batman Çayı'nın taşkın analizinin HEC-RAS programıyla yapılması

- Tonbul, S., Sunkar, M. (2010). İluh Deresi Havzası'na (Batman) Yönelik Sel ve Taşkın Riski Analizleri, *e-Journal of New World Sciences Academy, Nature Sciences ISSN: 1308-7282*, 5, 4, 4A0033, 255-273.
- Tonbul, S., Sunkar, M. (2011). Batman'da Yaşanan Sel ve Taşkın Olaylarının (31 Ekim-1 Kasım 2006) Sebep ve Sonuçları, *Fiziki Coğrafya Araştırmaları; Sistematik ve Bölgesel, Türk Coğrafya Kurumu Yayınları*, 5, 237-258, İstanbul.
- Tuncer, İ. (2011). Açık Kanallarda Su Yüzü Profilinin Belirlenmesi, Nakkaş Dere Örneğinde Bir HEC-RAS Uygulaması, *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 160.
- Türkeş, M., Sümer, U.M., Çetiner, G. (2010). Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri, Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları, 7-24. Ankara.
- Warner J.C., Brunner G.W., Wolfe B. C., Piper S.S., (2010). *HEC-RAS River Analysis Applications Guide Version 4.1*, 13-16, California.

Floodplain analysis of Batman river with HEC-RAS program

Extended abstract

Since the beginning, people have preferred residential areas close to the water resources of the indispensable qualities for permanent living. As a result, it is made interfere with the natural water beds. Beside of meteorological and geomorphological structure of the basin, flood under human intervention cause losses of life and property inevitability.

As a result of global warming, besides the meteorological events such as extreme weather events it is expected that the frequency can be of significant increase in the activity area of floods. Floods are seen as the greatest natural disaster in the worldwide after earthquakes. Especially country like Turkey, as well as in terms of both climate and geographical features changing in a short distance, flood is the most decisive parameter in the localization planning. With the increasing awareness, there are more accurate studies intend to on early warning systems and reduce damage of flood under the "Flood Risk Management". Especially in the case that permeates every aspect of life are increasingly, the Geographic Information System is use with flood plain analysis.

In nature, the size of river does not cause excessive flood. However, as a result of human intervention river cross-section area is decrease and major flood can occur. The main cause of this problem is incorrect application of zoning and land use as settlement.

Depend on founding petroleum there have been major and rapid growth in Batman city. After this unplanned growing, there have been disorder in urbanization of the city and people settle in river bed areas. As a result of this situation, there are a significant amount of life and property losses. In 2006, the flood in the city centres, there were 10 people dead and great material damage.

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 centres 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 Centres River Analysis System), one-dimensional floodplain analysis of Batman River is obtained. Under the different flow rate, a spatial variation 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.

According to the analysis result, capacity of cross-sections of Batman River isn't passed more than Q_{50} flow rates. Because of its geological formation is semi-permeable and impermeable, flood infiltration to the ground water is prevented. As a result of river bed is used by human as sand pits, residential or agricultural areas, there can be losses of life and property every rain season. Especially the area between station km: 20+700 – 21+211 and 9+300 – 9+950 is have higher water depth because of the flatness of the section base, it was observed that inundated a large area. This part of the river bed to the corresponding Şerbet and Bıçakçı Villages is under serious risk of flooding.

Keywords: Batman River, HEC-RAS, floodplain analysis