



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy
2010, Volume: 5, Number: 4, Article Number: 4A0033

NATURE SCIENCES

Received: August 2010
Accepted: October 2010
Series : 4A
ISSN : 1308-7282
© 2010 www.newwsa.com

Murat Sunkar
Saadettin Tonbul
Firat University
msunkar@firat.edu.tr
Elazig-Turkey

İLÜH DERESİ HAVZASI'NA (BATMAN) YÖNELİK SEL VE TAŞKIN RİSKİ ANALİZLERİ

ÖZET

Bu çalışmada, İluh Deresi Havzası ve yakın çevresinin sel ve taşkın riski analizleri yapılmıştır. İluh Deresi ve kollarının neden olduğu sel ve taşkınlar Batman'da büyük can ve mal kayıplarına yol açmaktadır. Şehri etkileyen sel ve taşkınların frekansı son 30-40 yıllık süre içerisinde hızlı artış göstermiştir. Sel ve taşkınlar havzanın fiziki coğrafya özelliklerine bağlı olduğu için risk analizlerinde bu özellikleri yansıtan veriler analiz edilmiştir. Bu analizlerde sel ve taşkın araştırmalarına yönelik üç farklı yöntem uygulanmıştır. Bunlardan ilk yöntemi havza ölçeğinde yapılmış geniş alanlı risk analizleri oluşturmaktadır. İkincisi, sel ve taşkından sonra yapılan gözlem ve hasar raporlarına, üçüncüsü ise hidrolojik bir modele göre yapılan analizlere dayanmaktadır. Coğrafi Bilgi Teknolojileri (CBS) yardımı ile yapılan bu analizlerde 3A Aster ve Quikbört görüntüleri ile 1/25.000 ölçekli sayısal topografya haritaları kullanılmıştır. Analiz sonucunda Batman şehrinin kurulduğu alanın sel ve taşkın açısından yüksek riskli olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Batman, İluh Deresi, Sel ve Taşkınlar, Risk Analizleri, CBS

**RISK ANALYSES OF FLOOD AND TORRENT EVENTS FOR THE BASIN OF ILUH CREEK
(BATMAN)**

ABSTRACT

The risk analyses of flood and torrent events for the basin of Iluh Creek and its surroundings were made in this study. Flood and torrent events caused by Iluh Creek and its branches lead to great loss of life and property in Batman. The frequency of the flood and torrent events affecting the city have rapidly increased in the last 30-40 years. As the occurrence of flood and torrent events is due to physical geographical features of the basin, the data reflecting such features were used in risk analyses. In these analyses, three different methods were applied for investigations on flood and torrent events. The first method involves wide-area risk analyses made on the basin scale. The second one is based on observation and damage reports prepared after flood and torrent events and the third one rests on a hydrological model. 3A Aster and QuickBird images and digital topographic maps with a scale of 1/25.000 were used in such analyses made by means of Geographical Information Systems (GIS). As a result of the analyses, it was revealed that the area where Batman city was founded is of high risk with regard to flood and torrent events.

Keywords: Batman, Iluh Creek, Flood and Torrent, Risk Analyses, GIS

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Son yıllarda Türkiye’de sel ve taşkın olaylarının frekansında bir artış görülmektedir. Doğal afet kapsamında görülen sel ve taşkın olayları önemli can ve mal kayıplarına yol açmaktadır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde 2006 yılı sonbaharında şiddetli yağışlar sonrasında toplam 46 kişi hayatını kaybetmiş ve 30.975 kişi de çeşitli şekilde etkilenmiştir (Kızılay Afet Raporu, 2007). Batman şehri ise bölge genelinde bu afetten en fazla etkilenen yerleşme olmuştur (Foto 1).

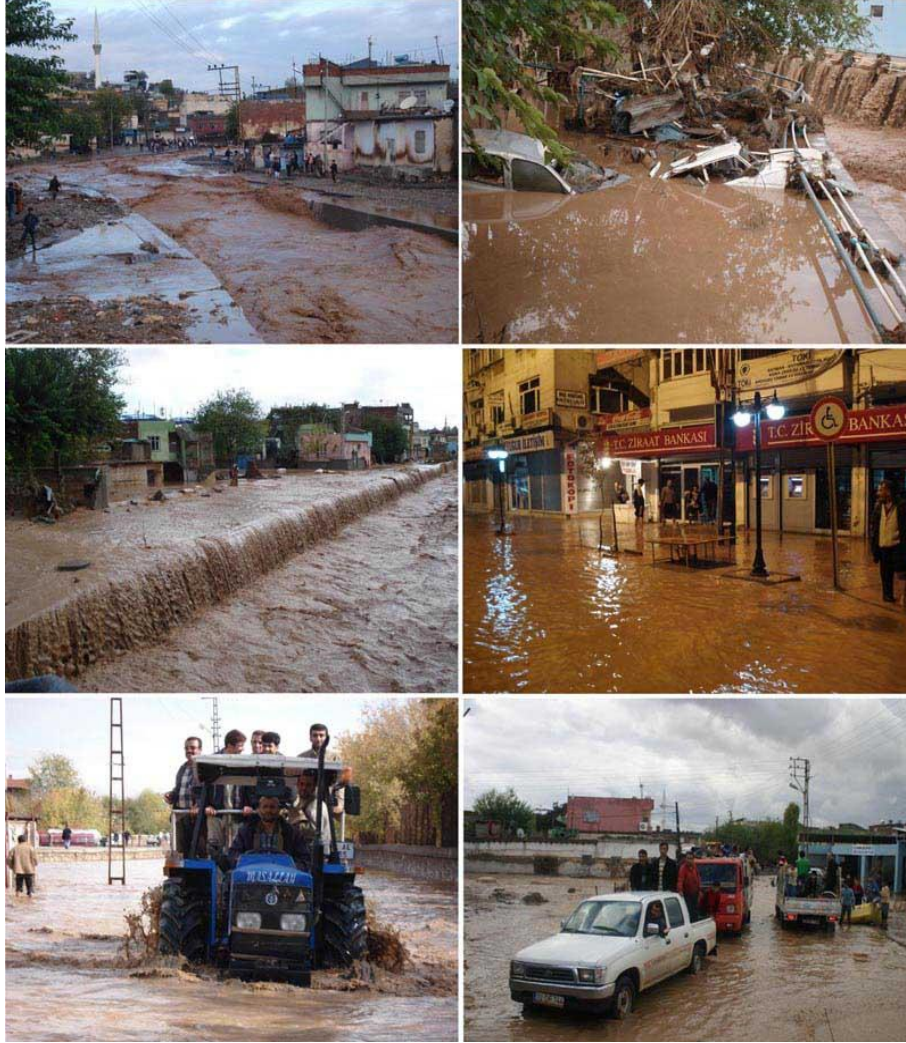


Foto 1. Batman’da 31 Ekim-1 Kasım 2006 tarihinde yaşanan sel ve taşkında başta İluh Deresi’ne yakın alanlar olmak üzere şehrin büyük bölümü etkilenmiştir.

(Photo 1. A large part of the city, especially the neighboring areas of Iluh Creek, was affected by the flood and torrent event experienced in Batman on October 31 to November 1, 2006.)

2006 yılı sonbaharında Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde yaşanan sel ve taşkın olaylarına yönelik bazı genel değerlendirmeler yapılmış olup bunlardan hiçbiri Batman’da yaşanan taşkına yönelik değildir (Ecer ve Yenigün, 2007; Şahinalp, 2007; Türkoğlu, 2009). Bu çalışmalar dışında Batman’da yaşanan sel ve taşkın konusunda tarafımızdan yapılan ayrıntılı çalışmalar bulunmaktadır (Tonbul ve Sunkar, 2008; Sunkar ve Tonbul, 2009; 2010a,b).

Batman şehrini etkileyen sel ve taşkın olayları meteorolojik-klimatolojik kökenli sorunları oluşturmaktadır. Ancak bu sorunların afet boyutunda etkili olmasında İluh Deresi Havzası'nın fiziki coğrafya özellikleri ve havzadaki beşeri faaliyetler etkili olmaktadır.

Son yıllarda ülkemizde yaşanan hızlı ve plansız kentleşme sonrasında sel ve taşkın olaylarında belirgin bir artış gözlenmiştir. Ülkemizde su ile ilgili afetlerin %30'unu taşkın felaketi oluşturmaktadır (Ceylan ve diğ., 2007). Bunların içerisinde de özellikle şehir taşkınları büyük can ve mal kayıplarına neden olmuştur. Sel ve taşkın olaylarının afet boyutunda etkili olması konunun önemli olduğunu göstermiştir. Son yıllarda Türkiye'de sel ve taşkın analizleri konusunda yapılan araştırmaların sayısında artış gözlenmektedir. Bu araştırmaların büyük bölümünde yerli ve yabancı çalışmalar referans alınmıştır (Turoğlu ve Özdemir, 2005; Turoğlu, 2007; Özdemir, 2007; Akar ve Maktav, 2008; Özcan ve diğ., 2009; Akay, 2010; Keskin ve Darama, 2010; Onuşluel-Gül ve Gül, 2010; Özdemir ve Nadiroğlu, 2010).

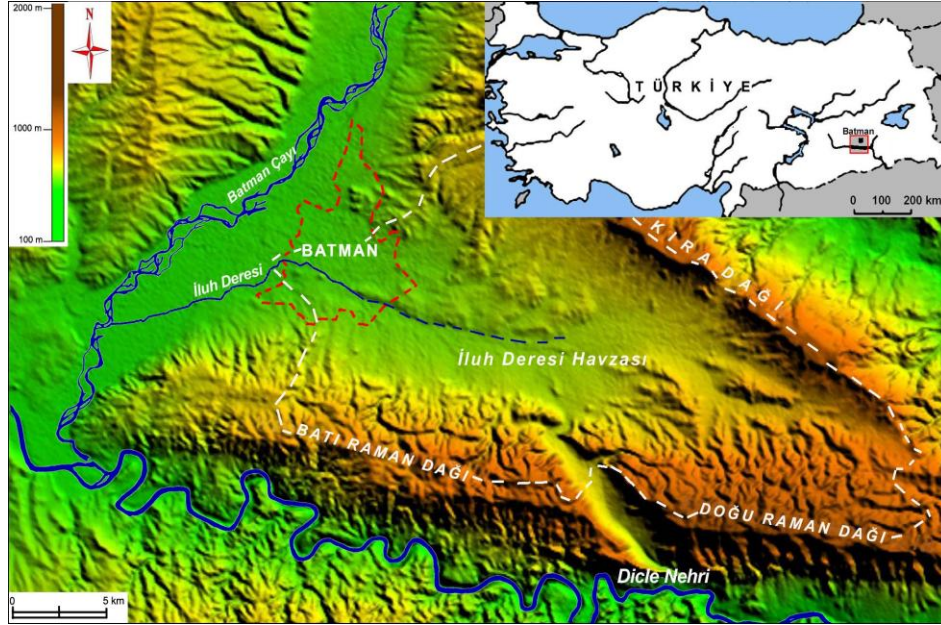
Tarafımızca gerçekleştirilen bu çalışmada da sel ve taşkın analizleri konusunda yapılmış önceki çalışmalar dikkate alınmıştır. Onlardan farklı olarak 2006 yılında Batman'da yaşanan taşkın sonrasında oluşan hasar durumuna göre sel ve taşkın riski haritası yapılmış ve bu taşkın pik debisi hesaplanarak etkilediği alanlar modellenmiştir.

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bu çalışmada, İluh Deresi Havzası ve yakın çevresinin sel ve taşkın riski analizleri yapılmıştır. İluh Deresi ve kollarının neden olduğu sel ve taşkınlar Batman'da büyük can ve mal kayıplarına yol açmaktadır. Şehri etkileyen sel ve taşkınların frekansı son 30-40 yıllık süre içerisinde hızlı artış göstermiştir. Sel ve taşkınlar havzanın fiziki coğrafya özelliklerine bağlı olduğu için risk analizlerinde bu özellikleri yansıtan veriler analiz edilmiştir. Bu analizlerde sel ve taşkın araştırmalarına yönelik üç farklı yöntem uygulanmıştır. Bunlardan ilk yöntemi havza ölçeğinde yapılmış geniş alanlı risk analizleri oluşturmaktadır. İkincisi, sel ve taşkından sonra yapılan gözlem ve hasar raporlarına, üçüncüsü ise hidrolojik bir modele göre yapılan analizlere dayanmaktadır. Coğrafi Bilgi Teknolojileri (CBS) yardımı ile yapılan bu analizlerde 3A Aster ve Quikbört görüntüleri ile 1/25.000 ölçekli sayısal topografya haritaları kullanılmıştır. Analiz sonucunda Batman şehrinin kurulduğu alanın sel ve taşkın açısından yüksek riskli olduğu görülmüştür.

3. ÇALIŞMA ALANI (STUDY AREA)

İnceleme alanı, Diyarbakır Havzası'nın güneydoğusunda Kıra ve Raman dağı arasında kalan İluh Deresi Havzası'nı kapsamaktadır (Şekil 1). Bu çalışmada İluh Deresi ile birlikte yakın çevresi de analiz edilmiştir. Batman şehri batısında Batman Çayı ile birleşen İluh Deresi mevsimlik bir özellik göstermektedir. Piramidal şekli ile 316 km²'lik bir alanın sularını toplamaktadır. İluh Deresi Havzası'nın şekli, bitki örtüsü, zemin ve genel arazi kullanım özellikleri nedeniyle şiddetli yağışlardan sonra sel ve taşkın olayları yaşanmaktadır.



Şekil 1. İnceleme alanının lokasyon haritası
(Figure 1. Location map of the investigation area)

Batman şehri, İluh Deresi'nin Batman Çayı'na bağlanmadan önceki bölümü üzerinde kurulmuş ve 1970'den sonra hızla gelişerek orta ölçekli bir sanayi şehri olmuştur. Bu tarihten sonra, Batman'da büyük can ve mal kayıplarına neden olan sel ve taşkın olaylarının sıklık ve frekansında artış gözlenmiştir. Şiddetli yağışlar sonrasında hemen her yıl şehir merkezinde görülen sel ve taşkınlar İluh Dersi ve kollarına bağlı gerçekleşmektedir. En son 31 Ekim-1 Kasım 2006 tarihinde afet boyutunda yaşanan taşkında 10 kişi hayatını kaybetmiş, milyonlarca liralık maddi zarar ortaya çıkmıştır (Sunkar ve Tonbul, 2010a,b).

4. METOD VE VERİ (METHODS AND DATA)

Bu çalışmada sel ve taşkın riski analizleri konusunda 3 farklı yöntem kullanılmıştır. Bunlardan ilki (a) Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama teknolojileri kullanılarak yapılan 3D analizleridir. İkincisi (b) sel ve taşkın olayları sonrasında yapılan gözlem ve hasar durumu, üçüncüsü (c) ise bir istatistiksel hesaplama sonucunda yapılan hidrolojik modellemeye dayanmaktadır.

- CBS alanındaki gelişmeler sel ve taşkın çalışmalarında büyük avantaj sağlamıştır. Özellikle kaliteli ve güvenli DEM'lerin oluşturulması bu alandaki çalışmaları artırmıştır. 3D analizleri olarak da bilinen bu yöntemin uygulanabilmesi için bir dizi veri tabanı ve parametrelerin oluşturulması gereklidir. Bu analizlerde kullanılan temel altlık haritalarının oluşturulması ve analiz sonucunda oluşturulan risk haritalarının doğruluğunu kontrol etmek amacıyla arazi çalışmaları da yapılmıştır. Analizlerde Batman'da taşkın olayının yaşandığı 31 Ekim 2006 ve taşkından hemen sonraki güne ait 3A Aster görüntüleri, 1/25.000 ölçekli topografya ve jeoloji haritaları, Batman şehir merkezine ait Quikbört görüntüsü, 1/5.000 ölçekli imar haritası kullanılmıştır. Bu veriler amaca uygun olarak Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama teknolojileri yardımıyla altlık haritalar oluşturularak analiz edilmiştir. Veri çeşitliliği ve zenginliğini avantaja çevirme ve farklı analiz imkanları sunması sebebiyle bu tür çalışmaların Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında yapılması tercih edilen bir yöntemdir (Knighton, 1996; Sarma, 1999; Gren, 2000; Hansson ve Ekenberg, 2002; Ekenberg ve diğ., 2003;

Turner-Gillespie, ve diğ., 2003; Turoğlu ve Özdemir, 2005; Turoğlu, 2005, 2007).

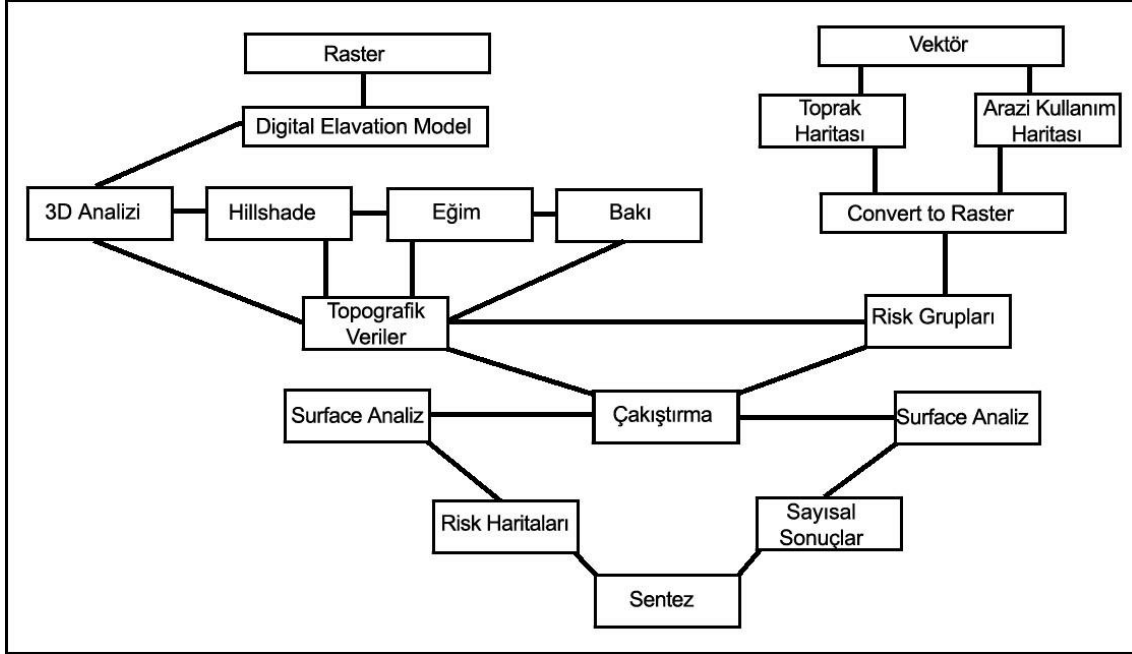
Sel ve taşkın afetlerini önleme, bunlardan korunma ve zarar azaltma amaçlı çalışmalar için havzanın jeomorfolojik, litolojik, hidrografik, iklimik, toprak, bitki örtüsü ve arazi kullanım özelliklerine ait veri tabanı oluşturularak analiz edilmesi gereklidir (Turoğlu, 2005). İluh Deresi Havzası'nda arazi çalışmalarına göre bu özelliklere ait veri tabanı oluşturularak temel haritaların alt bölümlerine risk durumuna göre 1-5 arasında değerler verilmiştir (Tablo 1). Hazırlanan altlık haritalar ArcGIS 9.2 yazılımı ile analiz edilerek İluh Deresi Havzası ve çevresinin sel, sevelan ve taşkın riski haritaları oluşturulmuştur. Veri tabanına göre yapılan işlemler Şekil 2'de verilmiştir.

- İkinci yöntemdeki sınıflandırmada, havza genelinde yapılan gözlem ve hasar raporları dikkate alınmıştır. Bu yöntemde yaşanan afetlerde hazırlanan raporlar kullanılabileceği gibi doğrudan sel ve taşkın sonrasında yapılacak arazi çalışmalarına göre riskli alanlar tespit edilebilir. Batman şehri için yapılan sel ve taşkın riski sınıflandırmasında 31.10.2006 tarihinde yaşanan sel ve taşkından sonra yapılan gözlem ve hasar tespit raporları kullanılmıştır. Yerleşme alanları için yapılacak sel ve taşkın riski haritalamasında bu yöntem her zaman daha sağlıklı sonuçlar vermektedir. Bununla birlikte geçmişte yaşanan hidrojeolojik olaylarla ilgili tarihi araştırmalar da faydalı bilgiler sağlayabilmektedir (Petrucci and Polemio, 2009; Ferrante ve diğ., 1998).

Tablo 1. Seyelan, sel ve taşkın riski analizlerindeki parametrelere ait alt birimlerin her bir afet tipi için etki değeri
(Table 1. Effect value of each sub-unit of parameters for each disaster type in risk analyses of rainwash, flood and torrent events)

Parametreler	Alt Birimler	Seyelan	Sel	Taşkın
Eğim	0-3	5	5	5
	3-8	4	4	4
	8-12	3	3	3
	12-25	2	2	2
	25>	1	1	1
Bakı	K	5	5	5
	KD	4	4	4
	D	4	3	3
	GD	5	5	2
	G	3	4	2
	GB	3	4	2
	B	4	3	2
	KB	5	4	3
	Düz	5	5	5
Toprak	Alüvyal-Kolüvyal	5	5	5
	Kırmızı Akdeniz	5	5	2
	Kırmızımsı Kahverengi	5	5	5
	Kahverengi	5	4	3
	Bazaltik	1	1	1
	Çıplak Kayalık	1	1	1
	Taşkın Yatağı	5	5	5
Genel Arazi Kullanımı	Sulu Tarım	2	3	5
	Kuru Tarım	3	4	4
	Mera-Kuru Tarım	5	5	2
	Mera	4	3	1
	Fundalıklar	1	1	1
	Yerleşme Alanları	5	5	5
	Çıplak Kavlık	1	1	1
	Taşkın Yatağı	5	5	5

Not: 1; Risksiz, 2: Az riskli, 3: Orta derecede riskli, 4: Yüksek riskli, 5: Çok yüksek riskli



Şekil 2. İluh deresi havzası'nın sel ve taşkın riski analizi akış şeması
(Figure 2. Flow chart of risk analyses of flood and torrent events for the basin of iluh creek)

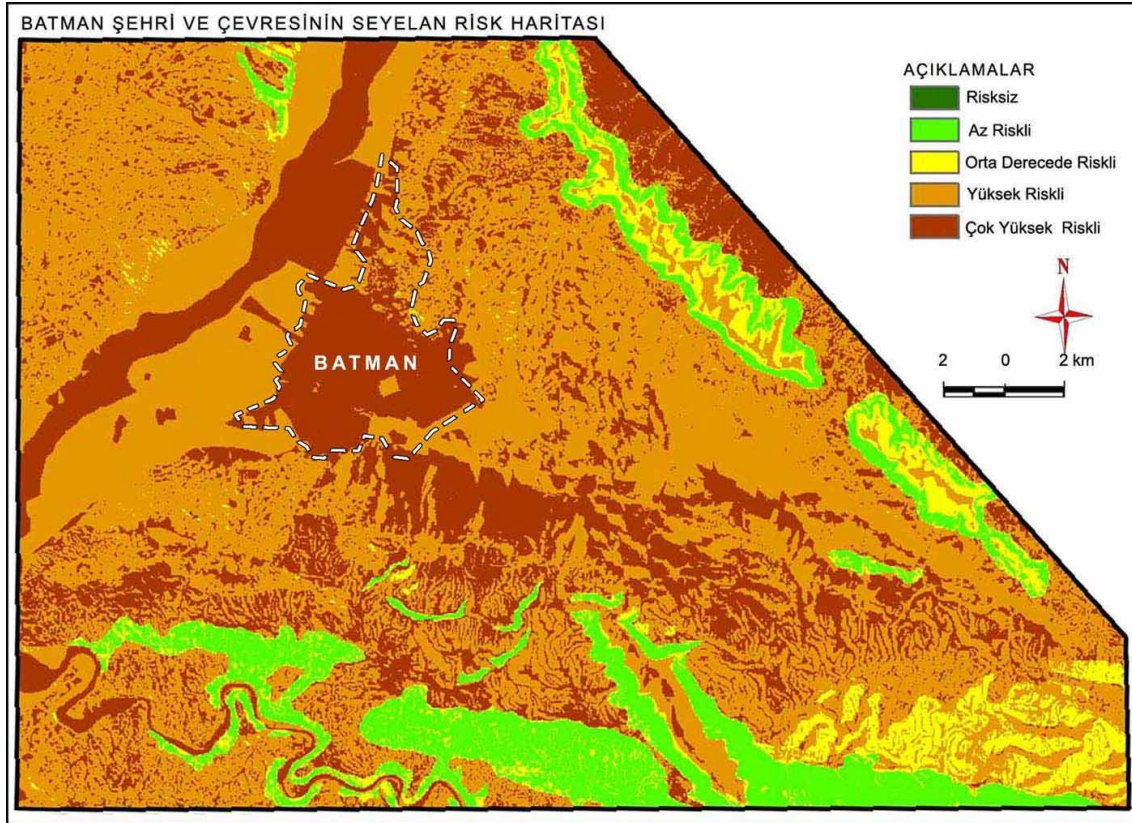
- Üçüncü yöntemde ise hidrolojik ve hidrolik modellemelerle sel ve taşkın riski haritaları oluşturulmuştur. Bu yöntemde inceleme alanına ait yüksek çözünürlüklü Dijital Yükselti Modeli (DEM) olmadığı için 1/5000 ölçekli imar haritaları sayısallaştırılarak 1-2 m eşyüksekti verileri üretilmiştir. Taşkın haritalamasında yüksek çözünürlüklü dijital yükselti modelinin oluşturulması en önemli aşamalardan biridir (Sugumaran ve diğ., 2000). Taşkın haritalamasında kullanılacak geometrik verilerin üretilmesi ve tamamlanmasında ise HEC-GeoRAS ve HEC-RAS kullanılmıştır. HEC-RAS, tek boyutlu, düzenli ve düzensiz akımların modellendiği bir yazılımdır (USACE, 2002; Merwade, 2009). Modellemenin yapılabilmesi için, gerekli olan akarsu yatağı ve akıma ait verilerin girilmiş olması gerekmektedir (Özdemir, 2007; Akar ve Maktav, 2008). İluh Deresi'nin Batman şehri içerisinde kalan bölümüne ait geometrik ve diğer veriler, HEC-GeoRAS'da üretilmiştir. Akarsu yatağına ait geometrik verilerin oluşturulmasında İluh Deresi yatağına ait GPS ölçümlerinden de faydalanılmıştır. Daha sonra bu veriler HEC-RAS'a aktarılmıştır. İluh Deresi'nin 31.10.2006 tarihindeki pik akımı yağış ve sızma kapasitesi dikkate alınarak hesaplanmıştır. Sonuçta farklı pik debilerine göre taşkından etkilenecek alanlar belirlenmiştir.

5. BULGULAR (FINDINGS)

İluh Deresi Havzası'nda yapılan sel ve taşkın analizlerinde Batman şehrinin kurulduğu alan bütünüyle hidrografik kökenli doğal afetlerde yüksek riskli çıkmıştır. Bu yönü ile şehrin kurulduğu alan doğal afet açısından çok risklidir.

5.1. İluh Deresi Havzası'nın Seyelan Riski (Risk of Rainwash in the Basin of Iluh Creek)

İluh Deresi Havzası'nda seyelan açısından yüksek riskli olan alanlar eğim değerinin düşük olduğu havza tabanıdır. Kıra ve Raman Dağı yamaçlarından havza tabanına geçişte yer alan eğimli düzlükler de seyelan açısından çok riskli alanlardır (Şekil 3). Bu dağlık alanların yamaçlarında seyelan olaylarının görülmesi doğal bitki örtüsünün tahrip edilmesine bağlıdır. Doğal bitki örtüsünden yoksun olan bu alanlarda fiziksel parçalanmaya bağlı olarak hızlı bir ayrışma söz konusudur. Ayrışan bu malzeme kırık ve çatlakları doldurarak geçirimsiz bir zemin oluşturmaktadır. Oluşan bu yapı ise seyelana zemin hazırlamaktadır.



Şekil 3. Batman şehri ve çevresinin seyelan risk haritası
(Figure 3. Rainwash risk map of Batman city and its surroundings)

Havza tabanında seyelan açısından çok riskli olan sahaların başında havza dolgularının yarıldığı vadiler gelmektedir. Seyelan riskinin yüksek olduğu alanlar Şelmo Formasyonu'nu oluşturan, çamurtaşı, kumtaşı ve kiltası ardalanmasından oluşan birimlerin yarıldığı alanlardaki yamaçlara karşılık gelmektedir. Batman şehrinin kurulduğu alandaki dereler yerleşmeler tarafından işgal edildiğinden bu alan da tamamen seyelan açısından yüksek risklidir (Şekil 3).

İluh Deresi Havzası'nda en düşük seyelan riski Kıra ve Raman dağı yamaçlarında eğimin yüksek olduğu alanlara karşılık gelmektedir. Fay dikliği ve kornişlere karşılık gelen bu alanlarda seyelan riskinin düşük çıkması eğim ile seyelan arasında ters orantı olduğunu göstermektedir.

İnceleme alanının yarısından fazlası yüksek seyelan riski altındadır (Tablo 2). Çok yüksek riskli alanlarla birlikte % 84'lük bir orana karşılık gelmektedir. Bu değerlere göre inceleme alanında seyelan önemli bir sorun olarak görülmektedir.

İnceleme alanında görülen seyelan olayları toprak erozyonu açısından önemlidir. Çünkü inceleme alanının büyük bölümü eğim değeri az dalgalı

düzlüklerden oluşmaktadır. Bu dalgalı düzlüklerin de tamamı tarım arazi olarak kullanılmaktadır. Eğimin nispeten arttığı alanlarda yaşanan seyelan olayları sonucunda verimli topraklar erozyonla taşınmaktadır.

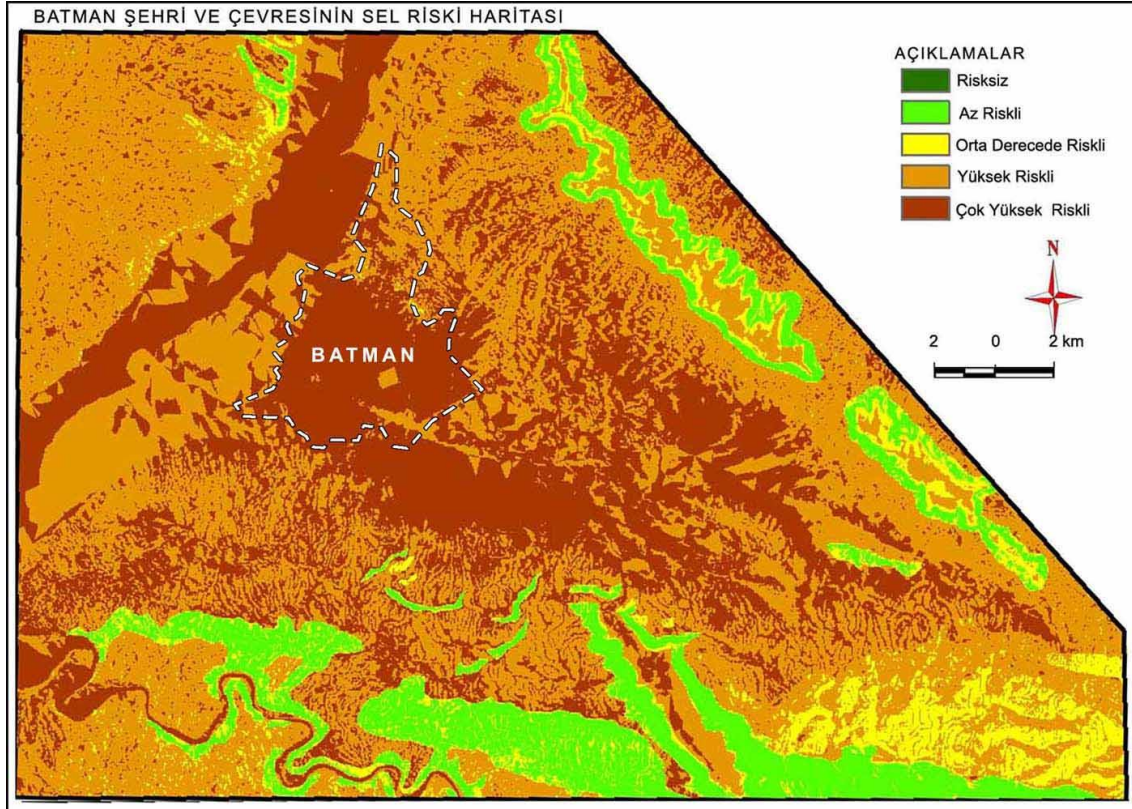
Tablo 2. Batman şehri ve çevresinde seyelan riskinin alan ve oranları
(Table 2. Areas and ratios of rainwash risk in batman city and its surroundings)

Risk Durumu	Alan (km ²)	Oran %
Risksiz	0,00	0
Az Riskli	81,76	10
Orta Derecede Riskli	46,23	6
Yüksek Riskli	446,77	57
Çok Yüksek Riskli	207,36	27
Toplam	782,16	100

Kıra ve Raman dağı yamaçlarında görülen seyelan olayları dolaylı olarak Batman şehri etkilemektedir. Eğimli yamaçlarda görülen seyelanlar sonucunda yüzeysel akışa geçen sular havza tabanında, İluh Deresi yatağında birleşerek şehri etkilemektedir.

5.2. İluh Deresi Havzası'nın Sel Riski (Risk of Flood in the Basin of Iluh Creek)

İluh Deresi Havzası sel açısından da çok riskli bir alandır. Havzada sağanak yağışlar sonucu ortaya çıkan sel olayları iki farklı alanda etkili olmaktadır. Birinci alan doğal bitki örtüsünün tahrip edildiği dağlık alanların etek kesimlerine karşılık gelmektedir. İkinci ve en önemli alanlar ise havzadaki akarsuların aşağı havzalarıdır (Şekil 4).



Şekil 4. Batman şehri ve çevresinin sel riski haritası
(Figure 4. Flood risk map of Batman city and its surroundings)

İnceleme alanında sel riskinin yüksek olduğu alanlar incelenen alanının yarısından fazlasına karşılık gelmektedir. Sel riskinin yüksek olduğu alanların oranı ile seyelan riskinin yüksek olduğu alanlar oran olarak (% 84) birbirine eşittir (Tablo 3).

Tablo 3. Batman şehri ve çevresinde sel riskinin alan ve oranları
(Table 3. Areas and ratios of flood risk in batman city and its surroundings)

Risk Durumu	Alan (km ²)	Oran %
Risksiz	0,00	0
Az Riskli	81,25	10
Orta Derecede Riskli	50,72	6
Yüksek Riskli	412,60	54
Çok Yüksek Riskli	237,59	30
Toplam	782,16	100

Sel riskinin olduğu alanlarda eğim düşüktür. Kaynağını dağlık alanlardan alan dereler havza tabanına açıldıkları bölgeden başlamak üzere sel olaylarına yol açmaktadır. Sel riskinin olduğu alanların üst bölümlerinde erozyon, alt bölümlerinde toprak birikiminin etkin olması dikkat çekicidir (Foto 2).



Foto 2. Batman'da 2006 yılında yaşanan sel ve taşkın sonrasında İluh Deresi Kanalı'na yakın alanlarda 1 m'den fazla çamur birikimi gözlenmiştir. a- İluh Deresi kanalı yanındaki Demiryolu Camisi, b, c- Hürriyet Mahallesi ara sokakları, d- Sakarya İlköğretim Okulu (Okulun bahçesinde 50 cm civarında çamur birikmiş olup temizlik çalışmasında 100 kamyon toprak taşınmıştır)

(Photo 2. As a consequence of the flood event in Batman in 2006, an aggregation of mud higher than 1 m was observed in the neighboring areas of the canal of Iluh Creek. a- Demiryolu Mosque in the neighboring area of the canal of Iluh Creek, b, c- The side streets of Hürriyet Quarter, d- Sakarya Elementary School (An aggregation of about 50 cm high mud was observed in the school garden and 100 trucks of soil were carried during cleaning operations))

Alt havzalarda eğim çok düşük olduğu için çoğu yerde akarsu yatakları belirsiz veya ortadan kaldırılmıştır. Derelerin yukarı havzasında yüzeysel akışa geçen sular alt havzalarda çok geniş alanlara yayılarak sel karakteri kazanmaktadır. Bu durum 2006 yılında yaşanan doğal afette net bir şekilde gözlenmiştir (Foto 3). İluh Deresi bu dönemde şehir içerisinde taşkın, şehir çıkışında ise sel karakteri kazanmıştır. Aynı şekilde dağlık alanlardan havza tabanına inen akarsular da havza tabanında sellenmeye neden olmuştur. Yaşanan sel olayları tarım alanlarını etkileyerek büyük maddi hasara yol açmıştır (Foto 3).



Foto 3. Batman'da 2006 yılında yaşana sel sonucunda tarım arazileri, sanayi tesisleri ve yerleşmeler sular altında kalmış, bazı mahalleler göle dönmüştür.

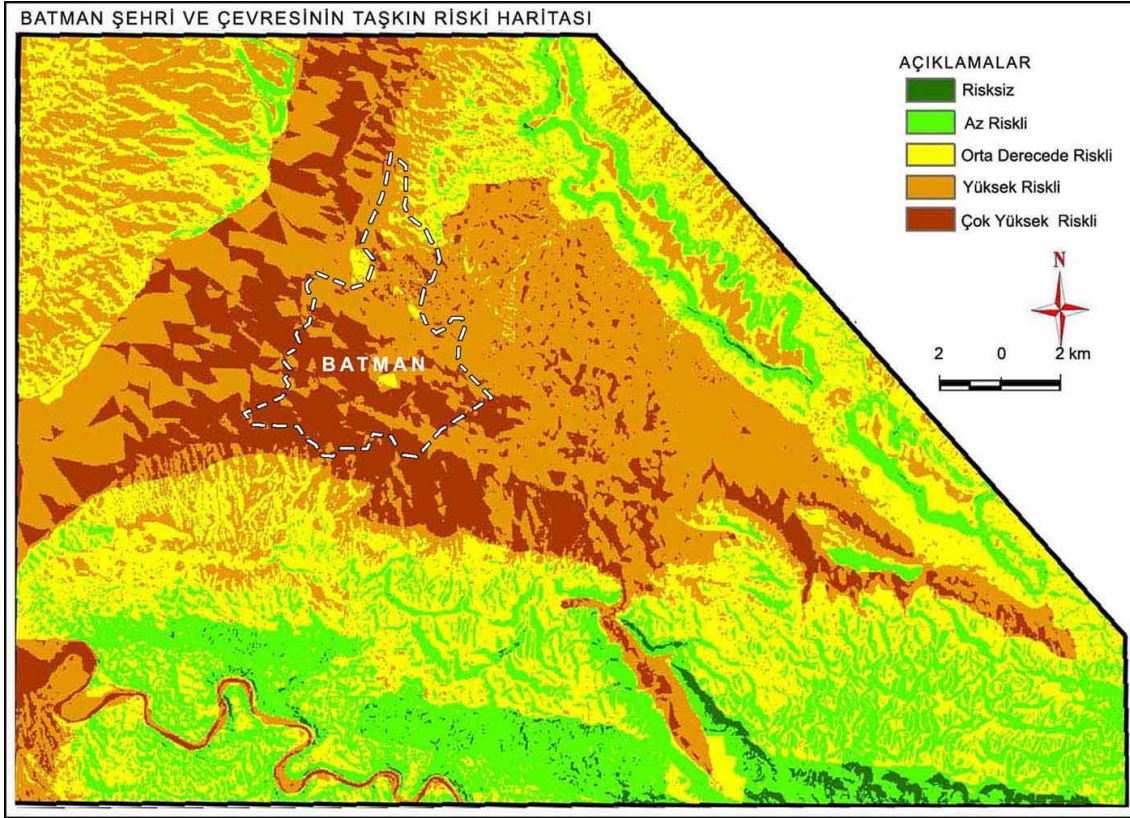
(Photo 3. As a consequence of the flood event in Batman in 2006, agricultural lands, industrial plants and settlements were under water and some districts were turned into lakes)

Batman şehir merkezinde 2006 yılında selden etkilenen alanların fazla olması yan kolların İluh Deresi ile bağlantılarının kesilmiş olmasına bağlıdır. Kaynağını dağlık alanlardan alan Avare, Çay, Şakuli ve Savaro dereleri şehir merkezine kadar belli bir yatakta akmaktadır. Merkezde bu yataklar ortadan kaldırıldığı için bu dereler cadde ve sokaklara yayılarak normalde selden etkilenmeyen alanların da etkilenmesine neden olmaktadır. 2006 yılında Batman'da görülen sel olayları çamur seli halindedir. Selden sonra yapılan çalışmalarda 25-100 cm arasında değişen çamur örtüsü temizlenmiştir (Foto 2, 3).

5.3. İluh Deresi Havzası'nın Taşkın Riski Analizi

(Risk Analyses of Flood Events for the Basin of Iluh Creek)

Batman'da yaşanan taşkın olayları üzerinde birden fazla faktör etkili olmaktadır. Bu faktörlerden en önemlisi jeomorfolojik özelliklerdir. Batman şehrinin taşkın riski arazi gözlemleri ve veri tabanına bağlı analiz çalışmaları sonucunda ortaya konulmuştur. Bu çalışma sonucunda Batman şehri ve çevresinin seyelan, sel ve taşkın risk haritaları oluşturulmuştur (Şekil 3, 4, 5).



Şekil 5. Batman şehri ve çevresinin taşkın riski haritası
(Figure 5. Torrent risk map of Batman city and its surroundings)

Yapılan analiz sonuçlarına göre inceleme alanının % 46'sında taşkın riski yüksek çıkmıştır. Risksiz ve az riskli alanların diğer hidrografik kökenli doğal risklere göre yüksek olduğu görülmüştür (Tablo 4). Bu durum morfolojik açıdan normaldir.

Tablo 4: Batman şehri ve çevresinde taşkın riskinin alan ve oranları
(Table 4: Areas and ratios of torrent risk in batman city and its surroundings)

Risk Durumu	Alan (km ²)	Oran %
Risksiz	11,96	2
Az Riskli	175,88	22
Orta Derecede Riskli	235,84	30
Yüksek Riskli	264,06	34
Çok Yüksek Riskli	94,42	12
Toplam	782,16	100

Bu bölümdeki taşkın risk analizleri havzanın fiziki coğrafya özellikleri dikkate alınarak hazırlanan veri tabanına göre oluşturulmuştur. Bu analizin temelinde altlık haritaların çakıştırılması yer aldığından akıma ait veriler kullanılmamıştır. Bu şekilde akım verileri kullanılmadan yapılan taşkın riski analizleri genel fikir dışında sağlıklı sonuçlar vermemektedir. Taşkın riski analizi için muhakkak bu bölümün sonunda verilen model gibi hidroloji çalışmalarında kullanılan bir yöntemle göre analiz yapılmalıdır.

Batman şehrinin sel ve taşkın riskini ortaya koyabilmek için 2006 yılında yaşanan sel ve taşkın sonrasında şehir genelinde ayrıntılı

gözlemlerde bulunulmuştur. Gözlem ve afet raporu sonuçları dikkate alınarak risk sınıflandırması yapılmıştır (Tablo 5; Şekil 6).

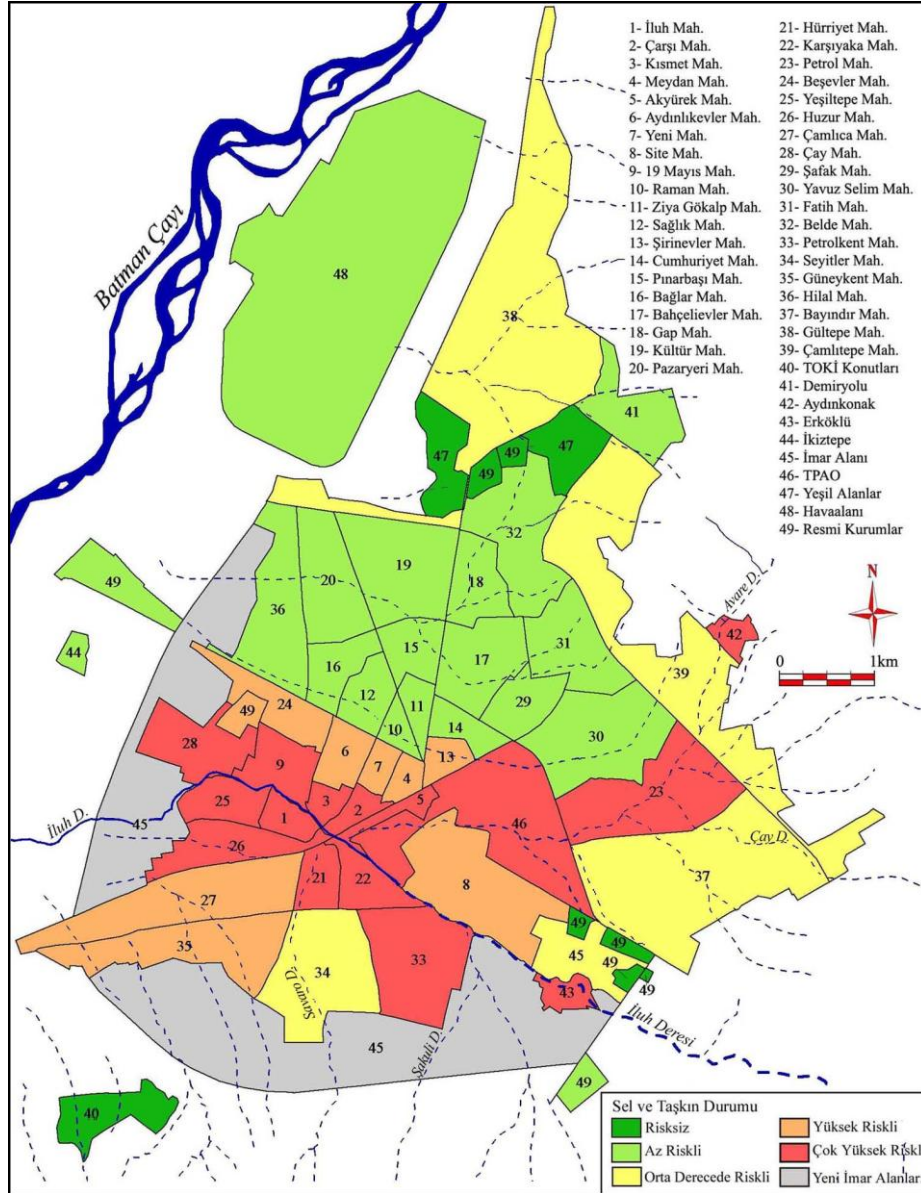
Tablo 5. Batman'da 31 Ekim -1 Kasım 2006 tarihinde meydana gelen sel/taşkın felaketinde merkez ilçedeki orta ve ağır hasarlı binaların mahallelere göre dağılımı

(Table 5. The distribution, by districts, of constructions moderately and severely damaged in the central district in the flood / torrent disaster on october 31 to november 1, 2006)

Sıra no	Mahalleler	Hasar durumu					
		Ağır			Orta		
		Konut	Ahır	İşyeri	Konut	Ahır	İşyeri
1	19 Mayıs	216	3	6	29		
2	Akyürek	78		2	12		
3	Bayındır	4	1				
4	Beşevler	12			8		
5	Çamlıca	8					
6	Çamlitepe	3	1				
7	Çarşı	31		5	1		
8	Çay	23	2		5		
9	Hilal	1					
10	Huzur	19		6			
11	Hürriyet	41	2	16	3		
12	İluh	108	1	3	6	1	
13	Karşıyaka	171	9	29	27	2	
14	Kısmet	44		2	1		
15	Kültür				2		
16	Petrol	25			6		
17	Petrolkent	63	13	1	48	1	1
18	Pınarbaşı				1		
19	Seyitler	1					
20	Şirinevler				1		
21	Yavuzselim	1					
22	Yeşiltepe	122	2		9		
	Toplam	971	34	70	159	4	1

Kaynak: Batman Bayındırlık İl Müdürlü Afet Raporu

Hasar durumuna göre oluşturulan risk haritası ile CBS ortamında yapılan analizler karşılaştırıldığında Batman şehrinin sel ve taşkın açısından yüksek riskli olduğu ortaya çıkmıştır. Batman şehrinde taşkın riskinin en yüksek olduğu mahalleler, İluh Deresi çevresindeki mahallelerdir. Batman şehrinde toplam 39 mahallenin 22'si sel ve taşkın açısından yüksek risklidir. Bu ise şehrin % 50'den fazlasının sel ve taşkın açısından çok riskli olduğunu göstermektedir (Şekil 6).



Şekil 6. Batman şehrinin mahallelere göre sel ve taşkın riski haritası
(Figure 6. Flood and torrent risk map of Batman city according to districts)

Hazırlanan harita ve analiz sonuçları hidrografik açıdan genel risk durumunu ortaya koymaktadır. Mahallelere göre sel ve taşkın riski haritası oluşturulurken CBS analizlerinde kullanılan risk sınıflandırılması dikkate alınmıştır. Buna göre riskin yüksek olduğu alanlar yüksek, düşük olduğu alanlar az riskli olarak gösterilmiştir (Şekil 6).

Son olarak Batman şehrinin taşkın riskini analiz etmek için hidroloji çalışmalarında sık kullanılan HEC-RAS yöntemi uygulanmıştır. HEC-RAS tek boyutlu, sürekli akımlara ait su yüzeylerinin hesaplandığı ve süreksiz akımlara ait modellemelerin yapıldığı, veri saklama ve yönetim kapasitesi olan dünyada yaygın olarak kullanılan hidrolik yazılımdır (USACE, 2002). Bu yöntem İlulh Deresi'nin Batman şehrinde kalan bölümü üzerinde uygulanmıştır. Farklı debilere göre geometrik veriler oluşturulmuş daha sonra akım hesaplamaları yapılarak HEC-RAS'a aktarılmıştır (Şekil 7). İlulh Deresi mevsimlik akıma sahip olup üzerinde akım gözlem istasyonu bulunmamaktadır. Bu nedenle 31.10.2006 tarihinde yaşanan taşkın pik debisini bulmak için

sızma deneyleri yapılmıştır. Havza alanı, taşkın döneminde düşen maksimum yağış, eğim ve sızma kapasitesine göre yapılan hesaplamalarda pik debi yaklaşık 450 m³/sn çıkmıştır. Bu değer İluh Deresi Kanalı kapasitesinin 3 katına eşittir (Sunkar ve Tonbul, 2010b).

2006 yılı taşkınına ait pik debi;

Havzanın harmonik eğimi (S) = 0,025

Ana yatak uzunluğu (L) = 29550 m

$$\text{Toplanma zamanı (Tc)} = 0,00032 \times \frac{L^{0,77}}{S^{0,385}}$$

$$(Tc) = 0,00032 \times \frac{29550^{0,77}}{0,025^{0,385}} = 3,22 \text{ saat}$$

$$\text{Birim sağanak süresi (D)} = 2\sqrt{Tc}$$

$$D = 2 \times \sqrt{3,22} = 3,58 \cong 4 \text{ saat alındı}$$

$$\text{Hidrografın Yükselme Zamanı (Tp)} = 0,5 D + 0,6 Tc$$

$$(Tp) = 0,5 \times 4 + 0,6 \times 3,22 \\ = 3,932 \text{ saat}$$

$$Q = \frac{2,08 \times A \times R_D}{T_p} \quad (\text{m}^3/\text{sn}) \quad A = \text{Havza Alanı (km}^2)$$

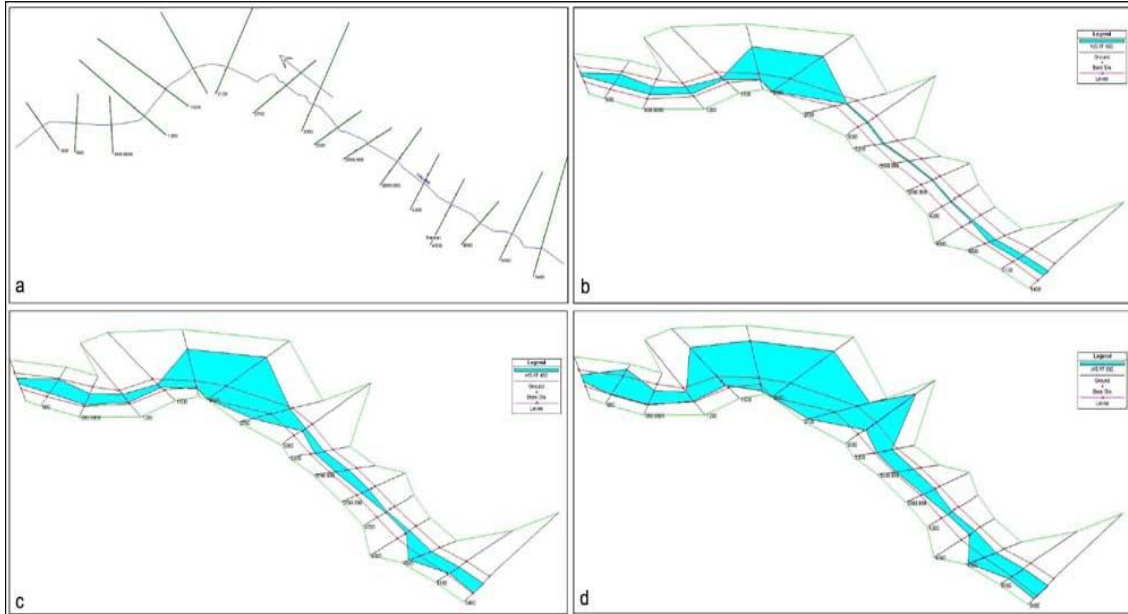
Dolaysız akım yüksekliği $R_D = P - \phi$

ϕ = ortalama sızma indisi

P = 64 mm/saat

$$\phi = 29 \text{ mm/saat} \Rightarrow R_D = 64 - 29 = 35 \text{ mm/saat} \\ = 3,5 \text{ cm/saat}$$

$$Q = \frac{2,08 \times 242,93 \times 3,5}{3,932} \cong 450 \text{ m}^3/\text{sn}$$



Şekil 7. İluh Deresi'nin farklı debilerine göre oluşturulan geometrik veriler. (a- İluh Deresi'nin Batman şehrinde kalan bölümü, b- 154 m³/sn'lik debi, c- 220 m³/sn'lik debi, d- 450 m³/sn'lik debi)

(Figure 7. Geometric data generated according to different flow rates of Iluh Creek (a- The part of Iluh Creek included in Batman city, b- A flow rate of 154 m³/si, c- A flow rate of 220 m³/s, d- A flow rate of 450 m³/s))

İluh Deresi'nin şehir içindeki bölümünde 2006 yılında görülen pik debiye göre; Çay Mahallesi'nin tamamı, 19 Mayıs Mahallesi'nin tamamına yakını taşkından etkilenmiştir. Bu taşkında Yeşiltepe, İluh, Kısmet, Çarşı ve Karşıyaka mahallelerinin yarısı sular altında kalmıştır. Ayrıca Akyürek, Petrolkent ve Hürriyet mahallelerinin bir bölümünde de taşkın etkisi görülmüştür (Şekil 8).



Şekil 8. HEC-RAS modeline göre, İluh Deresi'nin 450 m³/sn'lik taşkın debisinin etkileyeceği alanlar
(Figure 8. The areas to be affected by Iluh Creek's flow rate of 450 m³/s according to HEC-RAS model)

İluh Deresi'nin muhtemel 450 m³/sn'lik debisine göre Batman'da 150 hektarlık alan, 4.000'den fazla bina ve 40.000'den fazla nüfus etkilenecektir. Sadece İluh Deresi için öngörülen bu değerler diğer derelerin etkisiyle birlikte iki katına çıkmaktadır.

Sonuç olarak, 450 m³/sn'lik bir taşkına yönelik olarak İluh Deresi için uygulanan HEC-RAS modelinde sular altında kalması muhtemel alanlar ile 2006 yılında yaşanan taşkında etkilenen alanlar bire bir uyumludur. Ayrıca bu durum, henüz yeni yapılmış olan İluh Kanalı'nın 2006 taşkınında yetersiz kaldığı gibi, bundan sonraki taşkınları da önleyemeyeceği, dolayısıyla yeniden projelendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Batman şehrinde yaşanan taşkın olayları en fazla İluh Deresi'nin şehir merkezinde kalan yatağı çevresinde etkili olmaktadır (Foto 4).



Foto 4. Batman'da 2006 yılında yaşanan taşkında kanalın kapasitesinin yetersiz olduğu görülmüştür. Yaşanan taşkında kanaldan taşan su çevreye büyük zara vermiştir.

(Photo 4. The capacity of the canal was observed to be insufficient in the flood event experienced in Batman in 2006. The water overflowing the canal gave great damage to the neighboring areas.)

İnceleme alanında hidrografik kökenli doğal afetlerin etkili olduğu alanlar, şehir merkezi ve havza genelinde dere yataklarına yakın alanlardır. Risksiz veya az riskli alanlar ise plato yüzeylerine karşılık gelmektedir (Şekil 4). Bütün afetler için en riskli alan ise Batman şehrinin kurulduğu alandır.

6. TARTIŞMA VE SONUÇLAR (DISCUSSION AND CONCLUSION)

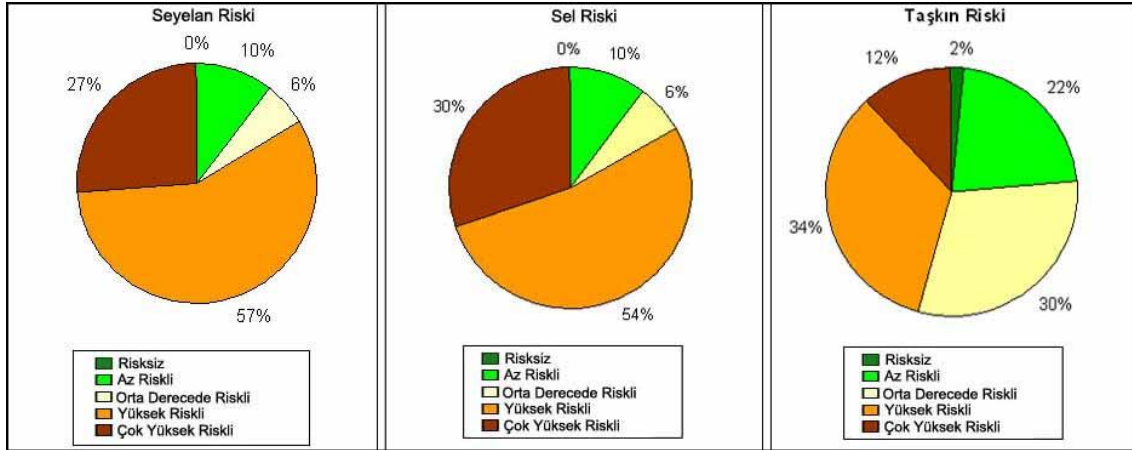
Batman, son 30-40 yıllık sürede hızla gelişerek orta ölçekli bir şehir olmuştur. Şehrin gelişme sürecinde dere yatakları yerleşme ve sanayi tesisleri tarafından işgal edilerek sel ve taşkınların frekansında artış görülmüştür. Şehri etkileyen İluh Deresi mevsimlik bir özellikte olup akım ölçümleri yapılmamaktadır. Bu özellikler nedeniyle sel ve taşkın riski frekans analizleri yapılamamıştır. Yağışın dikkate alındığı frekans analizleri ise farklı bir çalışma olarak tasarlandığı için burada verilmemiştir.

Ülkemizde şimdiye kadar sel ve taşkın riski konusunda yapılan çalışmalarda, daha çok fiziki coğrafya özelliklerinin değerlendirildiği CBS analizleri ve HEC-RAS yöntemi ayrı ayrı veya birlikte kullanılmıştır. Bu çalışmada ise sel ve taşkın riski analizlerinde kullanılan bu yöntemler ile birlikte hasar ve morfolojik gözlemlere göre yapılan üçüncü bir yöntem kullanılmıştır. Böylece üç ayrı yöntemle değerlendirmeler yapılmıştır. Hazırlanan risk haritalarına göre Batman şehrinin kurulduğu alan bütün hidrografik kökenli afetler açısından çok risklidir.

Bu çalışmada uygulanan ilk yöntem sel ve seyelan riskini belirlemede uygundur. Fakat taşkın riskinin tespitinde uygun değildir. Bu yöntemde taşkın riskini belirlemede önemli olan akım verileri kullanılmamaktadır. Hasar ve morfolojik gözlemlere göre oluşturulan taşkın riski haritaları yerleşme alanları için daha sağlıklı sonuçlar vermektedir. Bu nedenle taşkın riski olan alanların belirlenmesinde morfolojik gözlemler bir

zorunluluktur. Sel ve taşkın riskinin yüksek olmasında jeomorfolojik faktörler birinci derecede etkili olmaktadır. Batman şehrinin birikinti yelpazesinin kök kesimine kurulmuş olması ve İluh Deresi yatağına yapılan müdahalelerle yatak morfolojisinin bozulması taşkın riskini artırmıştır.

Batman şehri ve çevresinde sel riskinin yüksek olduğu alanların oranı ile seyelan riskinin yüksek olduğu alanların oranı (% 84) birbirine eşittir. Bu yönü ile oluşturulan risk haritaları dikkat çekicidir (Şekil 9). İluh Deresi Havzası'nda sel riskinin olduğu yüksek alanlarda erozyon, alçak ve düz alanlarda ise toprak birikimi dikkat çekicidir. Son sel ve taşkından sonra bazı cadde ve sokaklarda 100 cm'ye varan çamur birikimi erozyon ve afetin şiddetini göstermektedir.



Şekil 9. Batman şehri ve çevresinde sel, seyelan ve taşkın riskinin oransal bölünüşü
(Figure 9. Proportional distribution of the risk of rainwash and torrent in Batman city and its surroundings)

2006 yılında yaşanan sel ve taşkın sonrasında oluşan zararın dikkate alınarak hazırlandığı taşkın riski haritasına göre, Batman şehrinde toplam 39 mahallenin 22'si sel ve taşkın açısından yüksek risklidir. Bu ise şehrin %50'den fazlasının sel ve taşkın açısından çok riskli olduğunu göstermiştir.

Taşkın risk analizlerinde havza geneli değerlendirilmelidir. İluh Deresi'nin yatak eğimi ve genişliği, havza alanı, sızma kapasitesi ve yağış şiddetine göre yapılan hesaplamalarda 2006 yılına ait pik debi yaklaşık 450 m³/sn çıkmıştır. İluh Deresi Kanal kapasitesinin 3 katına eşit olan bu debiye göre yapılan hidrolojik modellemenin doğru sonuçlar ortaya koyduğu görülmüştür. Bu pik debiye göre sadece İluh Deresi 150 hektarlık şehirsal alanda 4.000'den fazla bina ve 40.000'den fazla insanı etkilemiştir.

Türkiye'de su ile ilgili afetlerin % 30'unu sel ve taşkın felaketi oluşturmaktadır. Bu yüksek riske karşı ülkemizde sel ve taşkın konusunda yeterli araştırma ve önleme çalışmaları yapılmamaktadır. Sel ve taşkın konusunda yapılan çalışmaların büyük bölümü atık su ve küçük kanal çalışmalarından ibarettir. Hızlı şehirleşme dikkate alınarak özellikle kentsel alanlarda hidrografik kökenli doğal afetler araştırılıp, sel ve taşkın riski haritaları oluşturulmalıdır. Bu kapsamda imar uygulamalarında zemin ve diğer etütler gibi sel ve taşkın etütleri de istenmelidir.

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENT)

Bu çalışma, TÜBİTAK tarafından 107Y072 nolu proje kapsamında desteklenmiştir. Bu destek ve yardımları için TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA (REFERENCES)

1. Kızılay Afet raporu 2007, (Güneydoğu Anadolu Bölgesel Sel Afeti Raporu, 2007)
2. Ecer, R. ve Yenigün, K., (2007). Gap Bölgesi'nde Kentsel Altyapının Bir Taşkın Örneğinde Değerlendirilmesi; Nedenler ve Öneriler, TMMOB Afet Sempozyumu, Sayfa: 185-200, Ankara
3. Şahinalp, M., (2007). Neden ve Sonuçlarıyla Şanlıurfa İlinde Yaşanan Sel Felaketleri (28, 29 Ekim, 1 Kasım 2006), Türk Coğrafya Dergisi, Sayı 49, Sayfa: 89-122
4. Türkoğlu, N., (2009). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde 31 Ekim-1 Kasım Tarihlerinde Meydan Gelen Taşkınların Analizi, e-Journal of New World Sciences Academy Social Sciences, 4, (4), 4A0015, 2009, 243-254
5. Tonbul, S. ve Sunkar, M., (2008). Batman Şehrinde Yer Seçiminin Jeomorfolojik Özellikler ve Doğal Risk Açısından Değerlendirilmesi, Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu 2008 (Prof. Dr. M. ARDOS Anısına) Çanakkale, Bildiriler Kitabı, Sayfa:103-114,
6. Sunkar, M. ve Tonbul, S., (2009). Batman'da Yaşanan Taşkın (31 Ekim - 1Kasım 2006) İle Meteorolojik Olaylar Arasındaki İlişkiler. 2009, 3. Ulusal Kar Kongresi (17-19 Şubat 2009) Erzurum, T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Sayfa:121-130
7. Sunkar, M. ve Tonbul, S., (2010a). Batman'da 31 Ekim-1 Kasım 2006 Tarihinde Yaşanan Taşkın Nedenleri, II. Ulusal Taşkın Sempozyumu 22-24 Mart 2010 Afyonkarahisar, Tebliğler Kitabı, Sayfa: 349-361,
8. Sunkar, M. ve Tonbul, S., (2010b). Hydrographic Analysis Of Iluh Creek Causing Flood And Torrent Events In Batman, The 2nd International Geography Symposium (GEOMED 2010), June 2-5, 2010 Kemer-Antalya, Turkey
9. Ceylan, A. Alan, A. ve Uğurlu, A., (2007). Causes and Effects of Flood Hazards in Turkey, International Congress on River Basin Management Antalya, 22-24 Mart 2007, Sayfa: 415-423
10. Turoğlu, H. ve Özdemir, H., (2005). *Bartın'da Sel ve Taşkınlar. Sebepler, Etkiler, Önleme ve Zarar Azaltma Önerileri*, ISBN 975-9060-04-3, İstanbul, Çantay Kitapevi
11. Turoğlu, H., (2007). Flood and Flash Flood Analysis For Bartın River Basin, International Congress on River Basin Management, İstanbul, pp: 505-514,
12. Özdemir, H., (2007). Taşkınların Haritalanmasında HEC-GEORAS ve HEC-RAS'ın Kullanımı: Havran Çayı Örneği (Balıkesir), TMMOB, Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Ulusal Coğrafya Bilgi Sistemleri Kongresi, 30 Ekim-02 Kasım 2007, Trabzon,
13. Akar, İ. ve Maktav, D., (2008). Taşkın Araştırmalarında Çok Kriterli Karar Verme Analizi ve Hidrolojik Modellemelerin Uzaktan Algılama ve CBS Entegrasyonu İle Karşılaştırılması, 2. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2008), 13-15 Ekim 2008, Kayseri
14. Özcan, O, Musaoğlu, N., ve Şeker, D. Z., (2009). Taşkın Alanlarının CBS ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Belirlenmesi ve Risk Yönetimi: Sakarya Havzası Örneği, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 12. Türkiye Harita Bilimsel Teknik Kurultayı, 11-15 Mayıs 2009, Ankara
15. Akay, O., (2010). Akarsu Kaynaklı Taşkın Alanlarının Belirlenmesinde HEC-GEORAS Ve CBS Kullanımı, II. Ulusal Taşkın Sempozyumu, 22-24 Mart 2010 Afyonkarahisar, Tebliğler Kitabı, Sayfa: 227-236, Afyonkarahisar
16. Keskin, F. ve Darama, Y., (2010). Dalaman Ovasının Taşkın Riski Açısından Değerlendirilmesi, II. Ulusal Taşkın Sempozyumu, 22-24 Mart 2010 Afyonkarahisar, Tebliğler Kitabı, Sayfa: 161-170, Afyonkarahisar

17. Onuluel-Gl, G. ve Gl, A., (2010). İzmir Bostanlı Havzası İçin Taşkın Alanlarının Hec-Hms Ve Hec-Ras Modelleri İle Belirlenmesi, II. Ulusal Taşkın Sempozyumu, 22-24 Mart 2010 Afyonkarahisar, Tebliğler Kitabı, Sayfa: 267-274, Afyonkarahisar
18. Özdemir, O. N. ve Nadiroğlu, C., (2010). Göksu Havzası Taşkın Analizi, II. Ulusal Taşkın Sempozyumu, 22-24 Mart 2010 Afyonkarahisar, Tebliğler Kitabı, Sayfa: 203-210, Afyonkarahisar
19. Knighton, D., (1996). Fluvial Forms and Processes, ARNOLD, ISBN 0 7131 6405 0, ISBN 0 470 24965 X (Willey) London
20. Sarma, P., (1999). Flood risk zone mapping of Dikrong sub basin in Assam, http://www.gisdevelopment.net/application/natural_hazards/floods (02.07.2010)
21. Gren, C., (2000). Flood Risk Management in the Context of Integrated Water Resource Management (IWRM), http://www.fhrc.mdx.ac.uk/resources/docs_pdfs/wuhanfin.pdf (02.07.2010)
22. Hansson, K., Ekenberg, L., (2002). Flood Mitigation Strategies for the Red River Delta, Presented at The Commons in an Age of Globalisation, The Ninthy Conference of the International Association for the Study of Common property, Victoria Falls, Zimbabwe
23. Ekenberg, L., Brouwers, L. Danielson, M., Hansson, K., Johansson, J., Riabacke, A., Vari, A., (2003). Flood Risk Management Policy in the Upper Tizsa Basin: A System Analytical Approach Simulation and Analysis of Three Flood Management Strategies, International Institute for Applied System Analysis, Schlossplatz 1, A-2361 Laxaburg, Avustria
24. Turner-Gillepspie, D.F., Smith, J. A., Bates, P. D., (2003). Attenuating reaches and the regional flood response of an urbanizing drainage basin, Advances in Water Resources, Volum 26, Issue 6, PAGES 673-684, Elsevier Science B. V.
25. Turoğlu, H., (2005). Bartın'da Meydan Gelen Sel ve Takınlara Ait Zarar Azaltma ve Önleme Önerileri, Türkiye Kuvaterner Sempozyumu V, İTÜ/aybe Avrasya Yer Bilimleri Enstirüsü, Sempozyum Kitabı, s: 104-110 , İstanbul
26. Petrucci, O. and Polemio, M., (2009). The role of meteorological and climatic condition in the occurrence of damaging hydro-geologic event in Southern Italy, Natural Hazards and Earth System Sciences, 9, 105-118
27. Ferrante, M., Ubertini, L., Guzzetti, F., and Napolitano, F., (1998). Flood Risk Assessment in Urban Areas, 3rd International CIS Symposium, CNR-NSF, Capri, 1997, 167-180,
28. Sugumaran, R., Davis, C.H., Meyer J. ve Prato T., (2000). 'High Resolution Digital Elevation Model and a Web-Based Client-Server Application for Improved Flood Plain Management, *IEEE Geoscience & Remote Sensing Symposium IGARSS (2000)*.
29. Usace (US Army Corps Engineers), (2002) HEC-RAS River Analysis System, User's Manual, Davis, USA
30. Merwade, V., (2009). Tutorial on Using HEC-GeoRAS with ArcGIS 9.3, Prepared by School of Civil Engineering, Purdue University web.ics.purdue.edu/~vmerwade/education/georastutorial.pdf (02.08.2010).
31. Batman Bayındırlık İl Müdürlü Afet Raporu, 2007