

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TAŞKIN RİSK HARİTALARININ CBS YAZILIMLARI YARDIMIYLA
BELİRLENMESİ

Mehmet Selim GEYİKLİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

MALATYA

ARALIK – 2015

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TAŞKIN RİSK HARİTALARININ CBS YAZILIMLARI YARDIMIYLA
BELİRLENMESİ

Mehmet Selim GEYİKLİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

ARALIK – 2015

Tezin Başlığı: Taşkın Risk Raritalarının CBS Yazılımları Yardımıyla Belirlenmesi

Tezi Hazırlayan: Mehmet Selim GEYİKLİ

Sınav Tarihi: 24.12.2015

Yukarıda adı geçen tez jürimizce değerlendirilerek İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Sınav Jüri Üyeleri

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Ö.Faruk DURSUN

İnönü Üniversitesi

Doç. Dr. Mahmut FIRAT

İnönü Üniversitesi

Prof. Dr. M. Emin EMİROĞLU

Fırat Üniversitesi

Prof. Dr. Alaattin ESEN

Enstitü Müdürü

ONUR SÖZÜ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Taşkın Risk Raritalarının CBS Yazılımları Yardımıyla Belirlenmesi” başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün kaynakların hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Mehmet Selim GEYİKLİ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TAŞKIN RİSK HARİTALARININ CBS YAZILIMLARI YARDIMIYLA BELİRLENMESİ

Mehmet Selim GEYİKLİ

İnönü Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Sayfa: 64

2015

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ö. Faruk DURSUN

Bu çalışmada, Derme Deresi'nin, Malatya İli İçme Suyu Kaynağı Kaptaj Tesisi civarı için taşkın analizleri yapılmıştır. Çalışma kapsamında hem sayısallaştırılan haritalar hem de araziden alınan ölçümler kullanılarak Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımları yardımıyla taşkın seviyeleri belirlenmiştir. CBS yazılımı olarak ArcGIS ve NetCAD-GIS yazılımları taşkın hesaplamaları için ise HEC-RAS, HEC-GeoRAS yazılımları kullanılmıştır. Derme havzasına ait Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) oluşturulmuş ve ArcGIS yazılımına ait Hidroloji Modülü yardımıyla Derme Deresi'ne ait Hidrolojik karakteristikler belirlenmiştir. Havzaya ait 1/25000 ölçekli harita NetCAD ortamında sayısallaştırılarak Derme Deresi'nde kesitler tanımlanmıştır. Tanımlanan bu kesitlerle HEC-RAS ortamında dere yatağının üç boyutlu modeli elde edilmiş ve Q_{10} , Q_{25} , Q_{50} , Q_{100} , Q_{500} taşkın tekerrür debilerine göre analizler yapılmıştır. Yapılan bu taşkın ön değerlendirme çalışmasının ardından dere yatağında arazi ölçüm cihazlarıyla noktasal ölçümler yapılmış, elde edilen noktasal değerler NetCAD ortamına aktarılarak gerçek ölçülere göre dere kesitleri çıkarılmıştır. ArcGIS yazılımına entegre olarak çalışan HEC-Georas modülü ile çalışma alanına ait su yüzü kotlarına göre taşkın risk haritaları elde edilmiştir. Elde edilen taşkın seviyeleri üzerinde yorum yapılarak bazı önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Derme Deresi, Hidroloji, Taşkın, CBS, HEC-RAS, HEC-Georas.

ABSTRACT

MSc Thesis

DETERMINATION OF FLOOD RISK MAPS BY USING GIS SOFTWARE

Mehmet Selim GEYİKLİ

Inonu University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering

Page: 64

2015

Supervisor : Assist. Prof. Dr. Ö. Faruk DURSUN

In this study, flood analyses near Derme Stream have been made for the Drinking Water Supply Catchment Facility of Malatya Province. Within the scope of the study, flood levels have been provided with the help of Geographical Information System (GIS) software by using digitized maps and measurements taken in the field. Arc-GIS and NetCAD-GIS were used for GIS software, and HEC-RAS and HEC-GeoRAS softwares have been utilized for flood analysis. Digital Elevation Model (DEM) of Derme basin has been created and hydrological characteristics of Derme Stream has been provided by ArcGIS Hydrology module. 1/25000 scaled map of the basin has been digitized with NetCAD and sections have been designated on Derme Stream. With these sections, 3D model of the stream bed has been created in HEC-RAS and analysis have been made according to recurring flood flow values of Q_{10} , Q_{25} , Q_{50} , Q_{100} , Q_{500} . Following this preliminary flood assessment, measurements have been taken in the stream bed with field measuring devices, and real size stream sections of the stream bed have been created by transferring these point measures to NetCAD. Flood risk maps have been created according to the water surface levels of the study area by using Arc-GIS HEC-Georas module. Proposals have been made by interpreting the obtained flood levels.

Keywords: Derme Stream, Hydrology, Flood, GIS, HEC-RAS, HEC-Georas

ÖNSÖZ

Bu çalışmamda araştırma sürecinde değerli bilgi ve tecrübeleriyle desteğini esirgemeyen danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Ö. Faruk DURSUN'a sonsuz teşekkürlerimi ve saygılarımı arz ederim.

Çalışma ve araştırma sürecimde CBS ve CAD yazılımlarında, yazılımsal ve donanımsal desteklerini esirgemeyen, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Harita Mühendisliği Bölümü Yrd. Doç. Dr. Tekin SUSAM'a ve Harita Mühendisi Alparslan ACAR'a,

İlgili dökümanlar ve HEC yazılımı konusunda bilgi ve birikimlerini esirgemeyen, DSİ 72. Şube Müdürlüğü Harita Mühendisi Namık Hanoğlu'na, DSİ 92. Şube Müdürlüğü İnşaat Yüksek Mühendisi Yasemin ERMİŞ'e ve İnşaat Teknikeri Erol ERİNÇ'e,

Arazi ölçümleri için yardımlarını esirgemeyen, İnönü Üniversitesi Malatya Meslek Yüksekokulu Harita ve Kadastro Bölümü Öğr. Gör. Buğra KAĞIZMANLI'ya, Öğr. Gör. Kürşat KAYA'ya ve bölüm öğrencilerine,

Analizlerim boyunca yazılımsal ve donanımsal desteklerini esirgemeyen, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü Öğr. Gör. İlker GÜNAY'a ve Mimarlık Bölümü Arş. Gör. Aygün KALINBAYRAK ERCAN'a,

Yüksek Lisans süreci boyunca ihtiyacım olan bilgi birikimini paylaşan, yol gösteren ve her türlü konuda destek olan çok kıymetli arkadaşım, Canik Başarı Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Arş. Gör. Vahdettin DEMİR'e

Eğitim-öğretim hayatım boyunca bana her konuda destek veren çok kıymetli aileme teşekkürlerimi bildirmeyi bir borç bilirim.

Mehmet Selim GEYİKLİ

İÇİNDEKİLER

ÖZET	III
ABSTRACT	IV
ÖNSÖZ	V
İÇİNDEKİLER.....	VI
SİMGELER VE KISALTMALAR	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ	IX
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	20
3.1 Çalışma Alanı	20
3.2 Verilerin Temini.....	23
3.2.1. Topoğrafik Veriler	23
3.2.2. Hidrometrik Veriler	23
3.3 Yöntem	26
3.3.1. Global Mapper 15	26
3.3.2. ArcGIS 10.2 Hydrology	27
3.2.3. HEC-RAS 4.1 ve HEC-GeoRAS 10.2	28
3.2.4. NetCAD 5.2 GIS	30
3.2.5. CORS (GPS).....	30
3.2.6. Total Station (Elektronik Uzunluk Ölçer)	32
3.2.7. SYM (Sayısal Yükseklik Modeli) ve DÜA (Düzensiz Üçgen Ağı) Haritaları.....	32
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	34
4.1. Ham Verilerin İşlenmesi	34
4.2. 1/25000 Ölçekli Haritanın Sayısallaştırılması ve İşlenmesi.....	39
4.3. HEC-RAS Analizleri.....	40
4.4. HEC-RAS Analizleri Sonuçları.....	43
4.5. Arazi Ölçümleri	43
4.6. HEC-GeoRAS Analizleri	45
4.7. HEC-GeoRAS Analizleri Sonuçları.....	49
5. SONUÇLAR.....	55
6. KAYNAKLAR.....	57
ÖZGEÇMİŞ.....	64

SİMGELER VE KISALTMALAR

AGİ	Akım Gözlem İstasyonu
AHY	Analitik Hiyerarşi Yöntemi
CAD	Computer Aided Design
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
CORS	Continuously Operating Reference Stations
DEM	Digital Elevation Model
DHI	Danish Hydraulic Institute
DMİ	Devlet Meteoroloji İstasyonu
DSİ	Devlet Su İşleri
DÜA	Düzensiz Üçgen Ağı
EİEİ	Elektrik İşleri Etüt İdaresi
ESRI	Enviromental System Research Institute
FESWMS	Finite-Element Surface-Water Modeling System
GPS	Küresel Konumlandırma Sistemi
HD	Hidrodinamik
HEC	Hydrologic Engineering Center
HEC-RAS	Hydrologic Engineering Center- River Analysis System
HGK	Harita Genel Komutanlığı
LIDAR	Light Detection and Ranging
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 derecesi dir.
RAS	River Analysis System
SRTM	Shuttle Radar Topographic Mission
SYM	Sayısal Yükseklik Modeli
TIN	Triangulated Irregular Network
TM	Thematic Mapper
UA	Uzaktan Algılama
XS	Cross Section
YAMA	Yıllık Anlık Maksimum Akım

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Derme deresinden bir görüntü.	22
Şekil 3.2. Malatya içme suyu kaynağı alanına ulaşımı sağlayan köprü.....	22
Şekil 3.3. Global Mapper programı.	27
Şekil 3.4. ArcGIS Hydrology Menüsü.....	28
Şekil 3.5. HEC-RAS 4.1 penceresi.	29
Şekil 3.6. HEC-GeoRAS penceresi.	29
Şekil 3.7. NetCAD 5.2 açılış penceresi.....	30
Şekil 3.8. Bir CORS cihazı örneği.....	31
Şekil 3.9. Bir Total Station cihazı örneği.	32
Şekil 3.10. DEM'in hücresel boyutu.....	33
Şekil 3.11. TIN haritası örneği.	33
Şekil 4. 1. .adf uzantılı ham veride eşyükselti eğrilerinin tanımlanması	34
Şekil 4. 2. Çalışma bölgesine ait DEM haritası.....	35
Şekil 4. 11. Çalışma alanına ait 1/25000 ölçekli haritanın sayısallaştırılması	39
Şekil 4. 12. Dere yatağında tanımlanan enkesitler ve bölgenin uydu görüntüsü	39
Şekil 4. 13. Çıkarılmış enkesit örnekleri (0+100 km, 0+125 km)	40
Şekil 4. 14. HEC-RAS programına kesitlerin tanımlanması.....	40
Şekil 4. 15. Dere yatağının 3 boyutlu modeli.....	41
Şekil 4. 16. En kritik kesit olarak belirlediğimiz köprü	41
Şekil 4. 17. Sırasıyla Q_{10} (a), Q_{50} (b), Q_{100} (c), Q_{500} (d) debileri için mevcut köprüde oluşan taşkın seviyeleri	42
Şekil 4. 18. Önerilen köprüde Q_{500} debisi gelmesi durumu	43
Şekil 4. 19. CORS cihazı ile arazide noktasal ölçümlerin alınması	44
Şekil 4. 20. CORS cihazıyla alınan noktasal ölçümlerin Net-CAD programına aktarılarak kesitlerin belirlenmesi.....	44
Şekil 4. 21. Çalışma alanına ait TIN haritası.....	45
Şekil 4. 22. Akarsu güzergâhının katman olarak tanımlanması	46
Şekil 4. 23. Akarsuda kesitlerin tanımlanması	46
Şekil 4. 24. Dere kesitlerinin arazi ölçümlerine göre uyarlanması.....	47
Şekil 4. 25. Çalışma alanına ait Taşkın debileri analizi sonrası 3 boyutlu dere.....	48
Şekil 4. 26. Q_{10} taşkın tekerrür debisi için taşkın alanı.....	49
Şekil 4. 27. Q_{10} taşkın tekerrür debisi için su derinlikleri.....	49
Şekil 4. 28. Q_{25} taşkın tekerrür debisi için taşkın alanı	50
Şekil 4. 29. Q_{25} taşkın tekerrür debisi için su derinlikleri.....	50
Şekil 4. 30. Q_{50} taşkın tekerrür debisi için taşkın alanı	51
Şekil 4. 31. Q_{50} taşkın tekerrür debisi için su derinlikleri.....	51
Şekil 4. 32. Q_{100} taşkın tekerrür debisi için taşkın alanı	52
Şekil 4. 33. Q_{100} taşkın tekerrür debisi için su derinlikleri.....	52
Şekil 4. 34. Q_{500} taşkın tekerrür debisi için taşkın alanı	53
Şekil 4. 35. Q_{500} taşkın tekerrür debisi için su derinlikleri.....	53

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Yeşilyurt DMİ günlük maksimum yağışlar (DSİ, 1991).....	21
Çizelge 3.2. Cowan yönteminde kullanılan katsayılar tablosu (Bulu ve Yılmaz 2002).	24
Çizelge 3. 3. Harmonik eğim hesap tablosu.....	25
Çizelge 4.1. Taşkın derinliklerinin karşılaştırılması.....	54

1. GİRİŞ

Taşkınlar birçok bölge ve ülkede insanların ekonomik ve sosyal hayatını etkileyen önemli doğal afetlerden birisidir (Özdemir, 2007). Su miktarının, doğal ve yapay olarak geçmesi istenen yatakların kapasitesini aşması su basmalarına, sellere ve taşkınlara sebep olur (Şen, 2003). Belirli bir akarsuyun doğal yatak kapasitesi üstündeki debiyi geçirememesi sebebiyle suların yataktan çıkarak çevresindeki canlılara, yerleşim yerlerine, tarım arazilerine zarar vermesi, yerleşmiş olan yaşam düzenini bozması ve aksatması durumuna taşkın denir.

Doğal afetlerden biri olan taşkın, akarsuyun muhtelif nedenlerden dolayı yatağından taşarak, yerleşim yerlerine, çevresindeki arazilere, altyapı tesislerine ve canlılara zarar vermek suretiyle, etki bölgesinde normal sosyal ve ekonomik faaliyetleri kesintiye uğratabilecek büyüklükte bir akış oluşturmaya olayı şeklinde de ifade edilmektedir (Ecer ve Yenigün, 2007).

Sel ve taşkın ülkemizde, depremlerden sonra en büyük can ve mal kayıplarına neden olan doğal afetlerdir. Taşkın afetlerini yalnızca meteorolojik oluşumlara bağlı olarak ifade etmek doğru değildir. Özellikle Türkiye gibi ekonomik gelişme faaliyetini yoğun bir biçimde devam ettiren ülkelerde, sanayileşme ve sektör çeşitliliğinin beraberinde getirdiği kentleşme yoğunluğu, akarsu havzalarının muhtelif kesimlerindeki insan faaliyetlerinin çeşitliliğini ve yoğunluğunu da büyük ölçüde arttırmaktadır. Bu durum ise havza bütünündeki hidrolojik dengeyi bozmakta ve sonuçta büyük miktarda can ve mal kaybına yol açan taşkın felaketleri yaşanmaktadır (Özcan, 2008).

Türkiye'nin farklı meteoroloji, jeoloji ve topografik şartları; deprem, taşkın, kuraklık, yangın, tayfun, heyelan, erozyon, yıldırım gibi çeşitli doğal afetlerle karşı karşıya olmasına neden olmaktadır. Afetleri oluşturan doğa olaylarını önleyebilmek mümkün değildir, ancak afetlerden korunma önlemlerinin alınması, sonrasında oluşacak can ve mal kayıplarının azaltılmasına yardımcı olacaktır. Ülkemizde taşkın afetleri, depremlerden sonra en çok can ve ekonomik kayıplara olmasının yanı sıra hidrolojik afet olarak çevreye ve insanlara en çok zarar veren türdür (Uçar vd. 2010).

Türkiye'de büyük taşkınlar bölgesel, topografya, iklim ve yağış alanı büyüklüğü faktörlerinin birleşiminden oluşur. Kuzey, batı ve güney sahillerimizdeki

denizlerden iç kısımlara doğru uzaklaştıkça atmosferdeki nem azalır. Akdeniz ve Karadeniz sahillerinde olduğu gibi nemli hava akışına dik, yüksek kotlu bölgelerde şiddetli yağışlar ve büyük taşkınlar oluşur. Büyük havzaların önemli taşkınları mevsimlik kar birikiminin yağmur ile birleşimi sonucu, ani kar erimeleri sebebiyle oluşur. Küçük havzaların büyük taşkınları ise konvektif fırtınaların oluşturduğu şiddetli yağışlar sonucu oluşur (Kutoğlu, 2006).

Taşkınlar ülkemizde ve dünyanın birçok bölgesinde ciddi hasarların ve kayıpların nedenleri arasında olduğundan, taşkın karakteristikleri ve taşkın altında kalabilecek alanlar arasındaki ilişkinin, taşkın nedenli felaketlerle uygun mücadele gereğiyle detaylı bir şekilde araştırılması gerekmektedir. Taşkın ve taşkın alanları üzerine yapılacak detaylı bir çalışma; hidrolojik, hidrolik, topoğrafik ve diğer ilişkili unsurların zaman ve alan boyutunda analizini gerekli kılmaktadır. Son zamanlarda, sayısal modellerle taşkın yatağı belirleme tekniği taşkınların nerede ve ne kadar bir süre sonra oluşacağının daha doğru tahmini için kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntem sayesinde, taşkın tahminlerinin daha doğru ve daha kısa sürede yapılması ve taşkından etkilenecek alanların daha doğru olarak belirlenmesi mümkün olmaktadır. Bu türden bir çalışma için, hidrolojik/hidrolik modeller ile Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ideal bir destek oluşturmaktadır (Onuşluel vd. 2010).

Malatya içme suyu kaynağı, Malatya şehir merkezine 19 km mesafede, 1205 metre yükseltide, Yeşilyurt İlçesi Gündüzbey beldesi güneyindeki Kozluk Köyü sınırları içerisinde yer alan, Beydağı eteklerinden çıkan su kaynağıdır. Roma İmparatorluğu döneminden bugüne kadar Malatya'nın içme ve sulama suyu ihtiyacını karşılayan ana kaynaktır (URL-1 2015).

Malatya ili Yeşilyurt ilçesi Gündüzbey beldesi sınırları içinde bulunan Malatya içme suyu kaynağının, hemen yanından geçen ve içme suyundan artan sularla da beslenen Derme Deresinin geçmiş zamanlar içerisinde taşkınlarla maruz kaldığı görülmüştür. Dolayısıyla Derme deresinin taşkın durumlarının incelenmesi, olası taşkınların Malatya içme suyu kaynağı olan kaptaj tesisine verebileceği zararlar açısından değerlendirilmesi oldukça önemlidir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

CBS, mekânsal ve/veya öznitelik bilgilerinin toplanması, işlenmesi, düzenlenmesi, analizi ve raporlanması (harita vb.) için kullanılan bir teknoloji olup, mühendislik, istatistik, idare (yönetim), işletme, jeoloji, şehir planlama, acil yönetim, navigasyon gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Özellikle arazi üzerine uygulanabilen tüm mühendislik çalışmalarında elle yapılamayacak birçok düzenleme, analiz ve haritalama işinde kullanıcıya kolaylık sağlayan ve yanlışla payını azaltan yardımcı bir teknolojik araçtır. En önemli unsuru kullanıcı olan bu sistemde, yeterince mekânsal ve nitelik bilgileri mevcut ise; bu bilgilerin analizi birçok mühendislik probleminin çözümünde kullanılabilir. CBS'nin su kaynaklarındaki kullanım alanlarından (su kalitesi analizi, sistem optimizasyonu, hidrolojik modelleme, taşkın analizi vb.) biri olan taşkın analizindeki kullanımına yönelik çalışmalar da, özellikle son yıllarda artmaktadır. CBS'de taşkın anında farklı debilerin ne kadar su seviyesine ulaşacakları, kısacası su yüzü profilleri tespit edilemeyeceğinden programlama dilleri yardımıyla, hidrolik analizlerin yapılacağı programlara geçiş için alt programlar (HEC-GeoRAS vb. gibi) geliştirilmiş ve CBS'ye entegre edilmiştir. Bu şekilde çeşitli modellemeler yapılabilmektedir.

Bugüne kadar CBS'nin ve hidrolik modellerin bir arada kullanımıyla ilgili, ilk olarak; Djokic, Beavers ve Deshakulakarni (1994), Arc/HEC-2 olarak bilinen 1 boyutlu zamanla değişmeyen akış analizi yapan ve bunu bir CBS programı olan ArcGIS'te hazırlanan arazi verilerinin üzerinde uygulayan bir yazılım geliştirmişlerdir. Daha sonraki yıllarda Windows tabanında çalışan Hydrologic Engineering Center tarafından geliştirilen Hydrologic Engineering Centers River Analysis System (HEC-RAS), HEC-2'nin yerine kullanılmaya başlanmıştır (Onușluel, 2005).

Türkiye'de, HEC-RAS yazılımı ilk kez Yazıcılar ve Önder (1998) tarafından, Bartın nehrinde taşkın anında oluşabilecek su yüzü seviyelerinin hesaplanması için kullanılmıştır. Bulunan su yüzü kotlarına göre tespit edilen taşkın alanı, 1998'de Bartın Merkez'de yaşanan taşkın anında oluşan ve haritalanan gerçek alanlarına oldukça yakın sonuçlar vermiştir (Yazıcılar ve Önder, 1998).

Büyükkaracıġan (1997), taşkın frekans analizinde kullanılan deġiřik daġılımların Konya Havzası yıllık pik akım serilerine uygulayıp karşılaştırılmasını yapmıştır. Büyükkaracıġan çalışmasında, taşkın frekans analizindeki baġımsızlık tezinin geerliliġini incelemek amacıyla, baġımlılık testleri uygulanmıştır. Bu zellik ancak, tekil bir fırtına sisteminin meydana getirdiġi iki veya daha fazla taşkın pik debisi deġerinden sadece bir tanesinin veri grubuna girmesiyle saġlanabileceġinden, baġımsızlık tezinin Konya Havzası için geçerli olduġu kanaatine varılmıştır. En uygun olasılık daġılım modelinin belirlenmesi amacıyla, iki ve üç parametrelili Log-normal, Gumbel, Pearson Tip 3, Log-Pearson Tip 3, Log Boughton, Log-Logistik ve ekstrem deġerler daġılımları 12 istasyona ait yıllık pik akım serilerine uygulanmıştır. Bu daġılımların oġunun parametreleri, momentler, maksimum olabilirlik, olasılık aġırlıklı momentler ve L momentler yöntemleri ile tahmin edilmiştir. Modellerin en uygununu belirlemek amacıyla, klasik uygunluk testleri Ki-kare ve Kolmogorov-Smirnov testleri de hesaplanmıştır. Bu deġerlendirmelere göre, Log-Pearson Tip 3'n diġer pik akım seri daġılımlarına göre daha uygun olduġu sonucuna varılmıştır (Büyükkaracıġan, 1997).

Evans (1998) HEC-RAS paketinin bu dönemdeki son aşamasını geliştirmiştir. Bu pakette HEC ve CBS yazılımlarının ıktıları bir diġerinde kullanılabilir hale gelmiştir. Böylece oluşturulan arazi modelinden kesit geometrileri çıkarılmış, sonra hidrolik modelleme HEC-RAS'ta yapılmış ve ıktılar CBS'ye aktarılarak görsel anlamda bulunan sonuçlar ifade edilebilmiştir. Yine aynı yılda, Amerika'da Environmental Systems Research Institute (ESRI) tarafından Evans'ın çalışmaları ilderletilmiş ve ArcView-GIS'te alışan HEC-RAS uzantıları oluşturulmuştur (Onuşluel, 2005). ArcView, ArcGIS yazılımının bir paketi olup diġer iki paketten (ArcEditor ve ArcInfo) daha az kapsamlıdır ve sadece harita üzerindeki analizler, raporlama ve haritalandırma işlerini yapabilir. Sırasıyla daha fazla fonksiyonel olan yazılım paketleri; ArcEditor (harita dışında çeşitli editör seçenekleri de bulunmaktadır), ve ArcInfo'dur (tüm ArcGIS fonksiyonlarına sahiptir) (CBS. 2004). Uzantılarla her iki programın çıktısı, diġeri için uygun hale getirildikten sonra ise, HEC-RAS ve ArcView yazılımları geliştirilen kodlarla bir arada çalıştırılmış ve kullanıldıġı çalışmalar hız kazanmıştır.

Onüçyıldız (1999), Türkiye akarsularında seçilen belli istasyonların pik debilerini kullanarak taşkın debilerinin belirlendiği bir araştırmada, Yıllık Anlık Maksimum Akım (YAMA) değerlerine sadece Log-Pearson Tip 3 dağılımını uygulamış ve herhangi bir uygunluk testi uygulanmadan debileri elde etmiştir. İncelenen 1545 adet YAMA değerinin gözlendiği istasyonlarda 281 (%18,2)'inin taşkın debisi olduğu kanaatine varılmıştır. Onüçyıldız tarafından, bu çalışma ile elde edilen bilgiler doğrultusunda membadan gelen taşkın sularının, bir nevi erken uyarı ile mansaba haber verilerek, taşkın sularına karşı gerekli önlemlerin alınması sonucu zararların azaltılabileceği önerilmiştir (Onüçyıldız, 1999).

Correia vd. (1999), iki bölümden oluşan çalışmalarının ilk bölümünde taşkın yataklarının önemi ve çeşitli senaryolara göre modellenmesinin şehir hayatı için gerekliliğini vurgulamışlardır. İkinci bölümünde ise bu konuda CBS teknolojisi ile yapılabileceklerden ve sağladığı kolaylıklardan bahsedilmiştir. Taşkın yönetimiyle ilgili yeterli bilgi ile alternatif senaryoların üretilmesinin yerel yönetimler ve karar vericiler açısından önemi vurgulanmıştır. Taşkın afet yönetimiyle ilgili kapsamlı bir çalışma bulunmaktadır. Böylece bu çalışmanın gerekliliği konusunda farkındalık artmaya başlamıştır (Correia vd., 1999).

Azagra vd. (1999) Texas'ta Waller Nehir Havzası'nı çalışma alanı olarak seçip, bu havzanın topoğrafik verilerinden oluşturdukları Triangulated Irregular Network (TIN) adı verilen üçgen interpolasyonlardan meydana gelen arazi modeli ve hava fotoğraflarıyla HEC-RAS'a girdi olarak kullanacakları kesitleri belirlemişler ve hidrolik model sonuçlarını ArcView'e girerek, iki ve üç boyutlu taşkın risk haritalarını oluşturmuşlardır. Ancak Azagra ve diğerlerine göre hava fotoğraflarını kullandıkları için yaptıkları çalışma pek tatmin edici olmamıştır, çünkü HEC-RAS'a girilen kesitler doğruyu tam olarak yansıtmadığı için bulunan su yüzü seviyeleri de doğru olmamaktadır (Azagra vd. 1999).

CBS kullanılarak, taşkın risk haritalarının oluşturulması, taşkın risklerinin ortaya konulması için, Türkiye'deki ilk uygulamada Baga (1999), Çayboğazı Havzası'nın Muğla Fethiye İlçesi'nde, Danish Hydraulic Institute (DHI) ve ESRI tarafından geliştirilen Mike 11 GIS modülünü kullanmış ve çeşitli durumlara (taşkın seddesi olması ve olmaması) göre taşkın risk haritalarını hazırlamıştır (Baga vd.

1999). Aynı havzada Doğanoğlu (2000) taşkın risk haritalarını oluşturmak için çalışmalar yapmıştır. Bu çalışmada da taşkın haritaları, CBS ve hidrolik modelin bir arada kullanılmasıyla çeşitli tekerrürlü debiler için oluşturulmuştur (Doğanoğlu, 2000).

McLin vd. (2001) Pajarito Platosu'nda (Meksika) 100 yıllık yineleme dönemine sahip taşkın debisinin oluşturabileceği taşkın alanlarını tespit edebilmek için ArcView ve HEC bileşimi bir model hazırlamışlardır. Çalışma alanının hidrolojik analizleri HEC tarafından geliştirilen Hydrologic Modeling System (HEC-HMS) ile yaptıktan sonra taşkın debisini tespit eden araştırmacılar, HEC-RAS hidrolik modeli ile taşkın anında su seviyelerinin hangi kotlara ulaşacağını bulmuşlardır. Daha sonra da ArcGIS'te bu su yüzü kotları işaretlenerek taşkın alanları 2 boyutlu olarak üşten görüntülenmiş ve riskleri ortaya konmuştur (McLin vd. 2001).

Sinnakaudan vd. (2002) Malezya'da Kinta Nehri'nin bir alt havzası olan Pari Kolu'nda taşkın risk haritalarını belirlemişlerdir. Kullanılan yöntemde ilk önce, bölgenin sayısal verileri HEC-6 paket programına girilmiş ve hidrolik hesapları yapılmıştır. Bu şekilde bulunan su yüzü kotları AVHEC-6 isimli ArcView programının bir uzantısı ile alınıp ArcView 3.1'e aktarılmış ve afet anında oluşacak taşkın alanları modellenmiştir. Gelişen teknoloji sayesinde hidrolik modele veriler teker teker elle girilmeyip, oluşturulan arazi modelinden doğrudan aktarılıp, analizleri yapıldıktan sonra geri alınıp risk haritalarının 2-3 boyutlu olarak oluşturulmasıdır. Aynı zamanda programların versiyonları da ilerlemiş, hataları azaltılmış, aktarımlar sırasında yaşanan kayıplar azalmış ve sonuçların yansıtılması sırasında gereken görsel özellikleri de artmıştır (Sinnakaudan vd. 2002).

Turan (2002) Ulus Havzası'nda taşkın risk haritalarını oluşturmak için, taşkın analizi yapan Mike 11 Hidrodinamik (HD) Modülü ve CBS'yi bir arada kullanmıştır. Bu çalışmada da yine hidrolik modelden çıktı olarak alınan taşkın anındaki su seviyeleri CBS'ye girilerek oluşacak taşkın sahaları belirlenmiştir (Turan, 2002).

Tate vd. (2002) Texas'ta Waller Nehri'nde taşkın sahalarını belirlemek için arazi modellerini oluşturmuşlardır. Arazi modelinin oluşturulması için CBS'den, hidrolik modelin oluşturulabilmesi için de HEC-RAS'tan yararlanılmıştır. Sayısal

yükseklik haritası topoğrafik verilerden CBS’de oluşturulmuş ve HEC-RAS’tan alınan akım seviyeleri de Digital Elevation Model (DEM) isimli sayısal arazi modeline girilip taşkın risk haritaları bahsedilen havza için üretilmiştir. Tate aynı zamanda 1999 yılında taşkın sahalarının belirlenebilmesi için HEC-RAS ve ArcView’in bir arada çalışmasını sağlayacak alt programlar da geliştirmiştir (Tate vd. 2002).

Seçkin (2002), belirli yineleme dönemleri için gelecek taşkın debilerini, öncelikle havzalarını alt bölgelere ayırarak, Log Lojistik, Log-Pearson Tip 3, Pearson 3, Wakeby, Log Boughton, Gumbel ve Log Normal dağılımlarını kullanarak hesaplamış, en uygun dağılımı bulmak için de Kolmogorov- Smirnov, Cramer Von Mises ve Chi2 testlerini uygulamıştır. Devlet Su İşleri (DSİ) ve Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ)’ nin 20 yıla yakın değeri olan ölçüm istasyonlarını seçmiş ve analizlerini bu veriler üzerinde yapmıştır (Seçkin, 2002).

Wiles vd.’nin (2002) Ohio Swan Nehir Havzası’nda taşkın zararlarını bir HEC Modeli ve CBS teknikleri kullanarak araştırdıkları çalışma, CBS’nin ve hidrolik modellerin hidrolojide kullanımıyla ilgili yapılan çalışmalardan biridir. Bu çalışma kapsamında araştırmacılar, taşkınla ilgili havza üzerinde 30 yılı aşkın bir süre içerisindeki kullanım alanında yarattığı zararları incelemişlerdir. Havza üzerinde oluşan taşkınları HEC-RAS hidrolik modeli ve bir yüzey akış modelini içinde barındıran CBS programıyla analiz etmişler ve 1973’te oluşan 100 yıl tekerrürlü bir yağışın meydana getirdiği yüzey akışı ile 1995 yılındaki 10 yıl tekerrürlü bir yağışın meydana getirdiği yüzey akış hacminin aynı değerde olduğunu görmüşler. Bu yüzden Swan Havzasının alansal olarak daha fazla kullanımı olduğundan yüzey akış katsayısının büyüdüğünü ve sızma miktarının azalma oranını tespit edip, daha fazla akışın meydana geldiğini göstermişlerdir (Wiles vd. 2002).

Kaleyci (2004) Değirmendere Havzası’nda taşkın frekans analizi ve taşkın sahalarının belirlenmesi adlı bir yüksek lisans tez çalışması yapmıştır. Bu çalışmada taşkın tahmin hesapları için, hem istatistikî yöntemler hem de birim hidrograf yöntemleri kullanılmıştır. Değirmendere Havzası’nda bulunan 7 adet Akım Gözlem İstasyonunun (AGİ) noktasal ve bölgesel taşkın frekans analizi istatistikî yöntemlerle yapılmış ve 500, 1000, 10000 yıl yineleme dönemli taşkın debileri belirlenmiştir.

Sentetik birim hidrograf yöntemlerinden, Devlet Su İşleri (DSİ) Sentetik ve Mockus Metotları da uygulanarak aynı yineleme dönemli debiler elde edilmiştir. Bulunan taşkın debileri HEC-RAS bilgisayar programıyla değerlendirilerek, su yüzü kotları incelenmiş ve derelerin sağ ve sol sahilllerinde bazı bölgelerin sular altında kalacağı öngörülmüştür (Kaleyci, 2004).

Knebl vd. (2004) sık taşkınların yaşandığı bir yer olan 10000 km²'lik San Antonio Nehir Havzası'nda HEC-HMS ile yağıştan akış değerinin bulunduğu bir model kurmuşlardır. 2002 yılı yazında havzada meydana gelen büyük taşkın olayı değerlendirilmiş ve modellenmiştir. Daha sonra HEC-HMS'den elde edilen yağış hidrografi HEC-RAS'a girilerek unsteady (zamanla değişen) akım durumunda hidrolik analiz gerçekleştirilmiştir. Taşkın anında oluşacak su yüzü profillerinin modellenmesi ise NEXRAD Level III ve CBS teknikleri kullanılarak yapılmıştır (Knebl vd. 2004).

Kılınç ve Şahin (2005), İstanbul Kurbağalı Dere'nin taşkın sahalarını belirlemek için CBS'yi kullanmışlardır. Bu tür çalışma yapılırken en önemli parametrenin veriler olduğu dile getirilmiştir. Kılınç ve Şahin'in bu çalışmalarında, 100 yıllık taşkın debileri hesaplanırken sadece DSİ Sentetik metottan yararlanılmıştır. Bulunan taşkın debisi elde edilmiş olan dere kesitleriyle birlikte HEC-RAS yazılımına girilerek hidrolik analizleri yapılmış ve taşkın sahaları belirlenmiştir (Kılınç ve Şahin, 2005).

Onuşluel (2005), İzmir Karşıyaka İlçesindeki Bostanlı Nehir Havzasının taşkın alanlarının HEC-RAS ve CBS yöntemleriyle belirlenmesi ve görsel olarak ortaya konulmasını amaçlayan bir doktora tez çalışması yapmıştır. Onuşluel, on yıl öncesine kadar yapılan taşkın sahası belirleme metotlarının içerdiği zorlukları ve teknolojidenden uzaklığını dile getirmiştir. Bu çalışmada, hidrolojik ve hidrolik yazılımlardan elde ettiği verileri, CBS tabanında kendi deyimiyle "otomatize taşkın yatağı belirleme tekniği" ile biraz daha karmaşık ama bir o kadar da teknik bir yolla göstermeyi amaçlamıştır. Bu çalışmada, HEC-RAS hidrolik modeli İzmir Bostanlı Havzası'ndaki kritik yerlere zamanla değişen ve zamanla değişmeyen akım simülasyonlarının oluşturulması amacıyla uygulanmıştır. Taşkın pik değerleri ve taşkın hidrografları HEC-HMS ile elde edilmiş ve bu model çıktıları HEC-RAS

modelinde girdi olarak kullanılmıştır. HEC-RAS modelinden elde edilen su derinlikleri daha sonra ArcView sistemine uygun yardımcı programlar ile aktarılmış ve böylece taşkın altında kalabilecek olan alanlar belirlenerek görsel hale getirilmiştir (Onuşluel, 2005).

Oral, vd. (2005), Bartın ve Silifke Havzaları'nda görülen taşkınların doğal ortama verdikleri zararları en aza indirmek için CBS teknolojisi yardımıyla çeşitli önerilerde bulunmuşlardır. Plansız yerleşme, kontrolsüz nüfus artışı vb. sebeplerle, kontrolsüz arazi kullanımının taşkınlara neden olduğunu ve bunun da zararları arttırdığını vurgulayan bu çalışma, Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) 90 m çözünürlüklü sayısal eğim modelleri, Ikonos uydu görüntüleri, bölgelerin mevsimsel yağış verileri, sayısal topoğrafik haritaları, uzaktan algılama teknikleri ve ArcGIS programlarını kapsamaktadır. Bu çalışma sonrasında Türkiye'de yaşanan taşkın felaketlerinin önlenmesi ve bu felaketlerden doğacak zararın en aza indirgenmesi için CBS tabanlı "karar destek sistemleri" kurulması önerilmiştir (Oral vd. 2005).

Overton (2005), Avustralya'da Murray Nehri'nin New South Wales ile Alexandrina Gölü arasında kalan, bentlerle ve çeşitli tarımsal amaçlı su alma yapıları ile düzenlenen ve taşkın risklerinin belirlenmesine ihtiyaç duyulan 600 km'lik bir bölümünde, 1 ila 5 km' lik parçalarının taşkın risk haritalarının çıkarılmasıyla ilgili bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada üretilen model; uzaktan algılama, CBS ve hidrolik modellerden oluşmaktadır. Landsat uydu görüntülerinin kullanıldığı bu modelde en az akım değerinden, 13 yıllık yineleme dönemine sahip debi değerine kadar tüm değerler test edilmiş ve riskler ortaya çıkarılmıştır (Overton, 2005).

Yang vd. (2005). HEC-2'nin taşkın haritalarının tespitinde gereken zamanla değişmeyen akımların su yüzeylerinin tespiti için kullanıldığı son çalışma, Yang vd.'nin (2005), Kanada'nın Ottawa bölgesinin yakınlarındaki güney nehir sisteminin bir alt havzası olan Bear Brook'taki uygulamalarıdır. Araştırmacılar HEC-2 programı ile buldukları su yüzü seviyelerini HEC-RAS'a transfer etmişler ve CBS'ye aktarabilmek için yeniden yapılandırmışlardır. Haritalara altlık olarak CBS'de, SYM ve TIN oluşturmuşlardır. Sonuç olarak 6 farklı senaryo için su yüzü profillerini oluşturulan TIN üzerinde 3 boyutlu olarak göstermişlerdir (Yang vd. 2005).

Casas (2006), verilerin çözünürlüğündeki kalitenin hidrolik model üzerindeki etkilerini araştırmak üzere çalışmalar yapmıştır. Bu araştırma yapılırken 3 farklı yükseklik haritası oluşturma yöntemi denenmiş ve 7 adet SYM oluşturulmuştur. Çalışmada arazi modeli hazırlanırken kullanılan veri türleri; GPS kullanılarak üretilen harita, bir diğeri Light Detection and Ranging (LIDAR, radarın radyo dalgaları yerine lazer dalgalarını kullanarak nesnenin uzaklığını ölçmeye yarayan aktif bir algılayıcı (Duran ve Daban 2007)) ile elde edilen yüksek çözünürlüklü lazer yükseklik verisi ile oluşturulan harita, sonuncusu ise 1/5000 ölçekli sayısal yükseklik haritasıdır. Bu 3 veri türünden yararlanarak oluşturulan arazi modellerinden alınan topoğrafik bilgiler ve hidrolik koşullar bir boyutlu analiz yapan HEC-RAS paket programında değerlendirilip, su yüzü seviyeleri bulunmuş ve eldeki değerlerle karşılaştırılıp çeşitli Manning pürüzlülük değerlerinin denenmesiyle tespit doğruluğu sağlanmıştır. Eş yükselti eğrilerinden oluşan arazi modelinin sonuçları 4-5 m kadar yanlış sonuçlar verirken toplam taşkın arazilerinde %50'lik bir yanlış orana sahip olmuştur. GPS ölçümleriyle oluşturulan haritanın sonuçları ise toplam taşkın alanlarında %8'lik bir yanlış orana sahip çıkarken, yüksek çözünürlüklü LIDAR verilerinden oluşturulan arazi modellerinden yapılan hidrolik analizin sonuçları gerçek su yüzü seviyelerine göre sadece 0,3 m kadar yanlış sonuçlara neden olmuştur (Casas vd. 2006).

Gutry-Korycka vd. (2006) Vistula Nehri'nde (Varşova, Polonya) bir boyutlu analiz yapan hidrolik model olan HEC-RAS ile 100 yıl yineleme dönemine sahip debiye göre buldukları su yüzü profillerini, önceden CBS'de hazırlanan sayısal yükseklik modellerinin üzerine ekleyerek taşkın risk haritalarını üretmişlerdir (Gutry-Korycka vd. 2006).

Machado ve Ahmad (2006) Kolombiya'da Atrato Nehri'nde meydana gelecek taşkınların etkilerini belirlemeye çalışmışlardır. Bu çalışmada taşkın debilerini bulabilmek için çeşitli istatistiksel metotlar kullanılmış, bulunan bu debiler HECRAS hidrolik modeline girilmiş ve çıkan sonuçlar CBS'de gösterilmiştir. Bu sayede 10, 25 ve 50 yıl yineleme dönemli debilerin taşkın risk haritaları oluşturulmuş ve 50 yıl yineleme dönemine sahip 3054 m³/s'lik debi sonucunda nehrin su yükseklikleri sol sahilde 3,7 m, sağ sahilde de 3,1 m olarak ortaya çıkmıştır. Bu

yüzden çeşitli yapısal önlemlerin alınması gerektiği çalışmada vurgulanmıştır (Machado ve Ahmad, 2006).

Sanyal ve Lu (2006) çalışmalarında hangi bölgelerin taşkın risk haritalarının çıkarılması gerektiğinin tespiti için uğraşmışlardır. Muson iklimine sahip Hindistan'ın Gantetic Batı Bengal Bölgesi'nin uygulama alanı olarak seçildiği çalışmada, özellikle taşkınların sürekli etkili olduğu, veri konusunda sıkıntı olan yörelerde en ekonomik şekilde taşkın risk haritalarının hazırlanması için uygulanacak yöntem bulunmaktadır. Ulaşılabilen taşkın envanteri ve CBS kullanılarak risk taşıyan bölgeler harita üzerinde belirlenmiştir. CBS'de nüfus yoğunluğu, ana ulaşım yolları, vb. haritalar yüksek çözünürlüklü hava fotoğraflarından tespit edilerek, üst üste çakıştırılmış ve ilk aşamada taşkın riskinin en fazla olduğu kritik bölgeler tespit edilmiştir. Taşkın risk haritalarının tespiti her yere yapılamayacağından öncelikli olarak nerelerin risklerinin belirlenmesi gerektiğini ortaya koyan bir çalışmadır (Sanyal ve Lu, 2006).

Alho vd. (2007), İzlanda'da Jökulhlaup adı verilen buzullarda meydana gelen erime sonucu oluşan akımın yerleşim yerlerinde meydana getireceği taşkın riskini araştırmışlardır. Bu tip taşkınlar buzdağlarının birden volkanik çöküntülerle göçmesi ve buzulların altında kalan göllerin akışa geçmesiyle oluşmaktadır. Kuzey İrlanda'da bir nehirde oluşan bu akımın su yüzü modellemesi HEC-RAS programı ile gerçekleştirilmiş ve taşkın anında meydana gelecek su yüzü profilleri tespit edilmiştir. 39 saat süren 14 km³ hacme ve 180000 m³/s'lik maksimum taşkın debisine sahip akım modellenmiştir. Sonuçta toplam 460 km²'lik alanın taşkın analizi yapılmış, riskli yerler tespit edilmiştir. 120 km'lik bir ana kola sahip olan taşkın alanında akımın ortalama hızı 2,8 m/s bulunmuştur (Alho vd. 2007).

Dingguo vd. (2007), Poyang Gölü Bölgesi'nde 1/50000 ölçekli topoğrafik haritalardan oluşturulan modelleri ve CBS fonksiyonlarını kullanarak taşkın riski taşıyan tarımsal bölgelerin tespitini amaçlamışlardır. Riskli bölgelerin tespitinde kırsal nüfus ve işlenmiş alan oranları, endüstriyel iş alanları, vb. haritalar oluşturulmuş ve CBS'de üst üste çakıştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda taşkın alanlarında bulunan 180 bucağın %56'sı taşkın hassasiyetine (kırılğanlığına) sahip çıkmıştır (Dingguo vd. 2007).

Hardmeyer ve Spencer (2007), taşkın afetinin zararlarının tespitinde risk tabanlı analizi CBS kullanarak gerçekleştirmişler ve Rhode Adası'nda (USA) taşkın alanlarını belirlemişlerdir. Bölge için aynı yerleşim modelinin geçmişteki hızıyla devam etmesi halinde taşkın hasarlarının %50 kadar artabileceğini belirtmişlerdir. Olası taşkın zararları belirlenip, karar vericilerin konut yerleşimlerini güvenli bölgelere almalarını sağlayabilmek için önerilerde bulunulmuştur (Hardmeyer ve Spencer, 2007).

Özdemir (2007), Havran Çayı Havzasının (Balıkesir) CBS ve uzaktan algılama yöntemleriyle taşkın ve heyelan risk analizini gerçekleştirmiştir. Yapılan çalışmada Havran İlçe merkezi ve ovası için taşkın risk haritaları oluşturulurken CBS, HECRAS ve HEC-GeoRAS yazılımlarından yararlanılmıştır. 1/25000 ölçekli topoğrafik verilerin yanı sıra Havran Çayı yatağındaki GPS verileri ve uydu görüntüleri, ArcGIS, ArcGIS'in bir uzantısı olarak çalışan ve HEC-RAS'a girilecek geometrik verilerin hazırlandığı Hec-GeoRAS ve HEC-RAS yazılımları kullanılarak, farklı senaryolara bağlı taşkın haritalamaları yapılmıştır. Çalışmada kullanılan verilerin hassasiyeti doğrultusunda oluşturulan haritaların doğruluğunun etkilendiğini ifade etmişlerdir (Özdemir, 2007).

Sole vd. (2007), Basilicata Bölgesinin (İtalya) ana nehir kolunda 30, 200 ve 500 yıl yineleme dönemlerine sahip debilere göre; Mike 11, Mike 21 ve HEC-RAS paket programlarıyla hidrodinamik simülasyonları gerçekleştirip su yüzü profillerini elde etmiş ve CBS'de haritalandırıp farklı risk haritaları elde etmişlerdir. Çalışmanın amacı bu hidrolik analiz yapan programların taşkın risk haritalaması konusundaki farklılıklarını ortaya koymaktır. Bu amaçla 1500'den fazla nehir yatağı kesiti ve 3 ayrı program kullanılarak 30, 200 ve 500 yıl yineleme dönemlerine sahip debiler için su yüzü seviyeleri bulunup CBS'de haritalandırılmıştır (Sole vd. 2007).

Balabanova vd. (2008), Mike 11 yazılımını kullanarak buldukları su seviyelerini ArcView Programı ile hazırlamış oldukları SYM'ye girmiş ve Bulgaristan Novi Iskar Sahası için taşkın analizi yapmışlardır. Bölge için önemli bir problem olan taşkını modelleyip risk haritalarını oluşturmuşlardır. Ancak haritaları yalnızca iki boyutlu olarak üretebilmişlerdir (Balabanova vd. 2008).

Dursun (2008), Çalışmasında, 16 Mayıs 1991 günü Elazığ ili Arıcak ilçesinde meydana gelen ve 11 kişinin ölümüne ve 4'ü tamamen olmak üzere 14 konutun hasar görmesine sebep olan taşkın olayının nedenleri araştırılmıştır. Çalışma için gerekli veriler DSİ 9. Bölge Müdürlüğü arşivinden temin edilmiştir. Analiz yapılırken dere yatağının boy ve enkesiti, dere yatağının kesitini daraltan karayolu köprüsünün kesiti ve akış verileri kullanılmıştır. Analizler HEC-RAS yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar ile gerçek veriler karşılaştırılarak yorumlanmıştır. Sonuç olarak dere yataklarına yapılan müdahalelerin olumsuz sonuçlar oluşturduğu, sebepleriyle birlikte ortaya koyulmaya çalışılmıştır (Dursun, 2008).

Lastra vd. (2008), Kuzey İber Yarımadası'nda yaptıkları çalışmalarında Sarria Nehir Havzası'nın (155 km²) kentsel yerleşim bölgesi olan 4 km'lik nehir kolunda hidrolojik model (HEC-HMS) analizlerini gerçekleştirdikten sonra buldukları debileri hidrolik modelde (HEC-RAS) kullanmışlardır. Bulunan su yüzü seviyelerinin meydana getireceği taşkın alanlarının tespiti için herhangi bir CBS metodundan yararlanamadıkları için alansal riskleri gösterememişlerdir. Ancak su yüzü seviyelerinden yola çıkarak tarihsel taşkın debileri ile karşılaştırmalar yapmışlardır. Türkiye'den farklı olarak 1918'den beri yaşanan taşkınların tüm debileri ve oluşturdukları seviyeler bilindiğinden tüm taşkınları modellemek ve kalibrasyonunu yapabilmek daha kolay olmuştur. Sonuç olarak; bölge için yineleme dönemi 10 yıldan az olan taşkınlar için modelde bulunan su yüzü seviyeleri ortalama olarak gerçeğin % 44 üzerinde çıkarken, yineleme dönemi arttıkça gerçeğe yaklaşılmaya başlamıştır. 500 yıl ve üzeri yineleme dönemine sahip taşkınlar ise gerçek değerin % 20 daha altında çıkmıştır (Lastra vd. 2008).

Özcan (2008), Sakarya il sınırlarını da içerisine alan Sakarya Nehri alt havzasındaki taşkın risk analizini, Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yöntemlerinden yararlanılarak gerçekleştirmiştir. Risk analizi çalışmasında, Hidrolik ve Hidrolojik Model ile birlikte Çok Kriterli Karar Verme Analiz (MCDA) metodu kullanılmıştır. 1999 ve 2006 yıllarına ait Spot uydu görüntüleri kullanılarak havzanın arazi kullanımı ve değişimi gözlemlenmiştir. 18.09.2005 ve 24.10.2006 tarihlerinde alınan stereo Spot uydu görüntülerinden Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) elde edilmiş ve MCDA metodunda girdi olarak kullanılmıştır. Topoğrafik haritalardan üretilen Sayısal Arazi Modeli (SAM),

havzanın akış modeline girdi verisi olarak Hidrolik ve Hidrolojik Modelleme için kullanılmıştır. Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri verilerinin birlikte değerlendirilmesi ile havzanın 5, 10, 20 ve 100 yıllık tekerrürlü taşkın debileri hesaplanmış, kanalın geometrik modeli çıkarılmış ve elde edilen verilere göre hidrolik modelleme yapılarak taşkın risk haritaları oluşturulmuştur. MCDA metodunda, havzaya ait fiziksel parametreler kullanılarak Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY) uygulanmış ve Sakarya Nehri alt havzasında taşkın riski taşıyan alanlar belirlenmiştir. Uygulanan iki yöntem karıştırılıp sonuçlar değerlendirilmiştir (Özcan, 2008).

Sheffer vd. (2008), geçmişte Fransa'nın Gardon Irmağı'nda yaşanan büyük taşkınların hidrolik analizini HEC-RAS paket programıyla gerçekleştirmiştir. Geçen 500 yıl boyunca havzada, radyo-karbon birikimi ve jeolojik katmanların durumu göz önüne alındığında en az 5 tane büyük taşkın olayının meydana geldiğini anlamışlardır. Bu taşkınların en az 3'ünün 6850-7100 m³/s'lik debiye, en az iki büyük taşkın ise 8000 m³/s'nin üzerinde debiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Hidrolik analizler sonucu, 2002 Eylül ayında yaşanan ve 21 kişinin bu havzada hayatını kaybettiği büyük taşkın felaketinde su seviyesinin nehir yatağında 3 m civarında yükseldiği gözlemlenmiştir. Sonuç olarak araştırmacılar jeolojik ve hidrolik araştırmaları sonucu, kayıtlarda gözlenen maksimum taşkın debisine sahip olan 2002 taşkınının bu havza için en büyük değer olmadığını ve tarihte daha da büyüklerinin de yaşandığını tespit etmişlerdir (Sheffer vd. 2008).

Aggett ve Wilson (2009), Naches Irmağı'nın çakıl yataklı bir kolunda (Washington) yüksek çözünürlüklü LIDAR görüntülerini kullanarak hazırladıkları sayısal arazi modelinden, HEC-GeoRAS ile aldıkları topoğrafik kesitlerden faydalanarak, hidrolik analizleri HEC-RAS programı ile gerçekleştirmiş ve tekrar HEC-GeoRAS ile çıktıları olarak taşkın risk haritalarını oluşturmuşlardır. Literatürdeki son çalışmalarda, LIDAR görüntülerinin çözünürlüğü $\pm 0,5$ m olarak tespit edilmiştir. Bu metot ile araştırmacılar, LIDAR tabanlı görüntülerden oluşturulacak sayısal yükseklik modellerinin kalitesini ve sonuçların ne kadar iyileştirildiğini ortaya koymaktadırlar (Aggett ve Wilson, 2009).

Akar vd. (2009), İstanbul Beykoz sınırındaki Yeniçiftlik Nehir Havzası'nda 10, 50 ve 100 yıl tekerrürlü debilerin oluşturacağı taşkın alanlarını tespit etmişlerdir. Analizlerin gerçekleştirildiği topoğrafik veriler 1/25000 ve 1/5000 çözünürlüklü uydu fotoğrafları ve arazi gözlemlerinden oluşmaktadır. Topoğrafik verilerden elde edilen arazi modelinden kesitler çıkarılmış ve HEC-GeoRAS alt programıyla hidrolik analizlerin gerçekleştirilmesi için HEC-RAS'a aktarılmıştır. Hidrolik model ile tespit edilen su yüzü profilleri tekrar CBS' ye aktarılmış ve IKONOS uydu görüntülerinden elde edilen arazi kullanım haritasıyla karşılaştırılıp, nerelerin sular altında kalabileceği 3 farklı senaryo için gösterilmiştir. Bu çalışma sonunda Yeniçiftlik Nehir Havzası'nda yaklaşık 9 km'lik nehir kolunun taşkın haritaları üretilmiştir (Akar vd. 2009).

Cook ve Merwade (2009), HEC-RAS ve Finite-Element Surface-Water Modeling System (FESWMS) programlarını kullanarak, taşkın haritalarının üretilmesi, gereken yerlere ulaştırılması ve yenilenmesi konularına açıklık getirmişlerdir. Bu yöntemde kullanılan haritalar LIDAR görüntüleri ile üretilen topoğrafik verilerden elde edilmiştir. Tüm Amerika'yı kapsamayan LIDAR verileri, çalışmanın yapıldığı alanlar olan Kuzey Carolina'daki Strouds Nehri ve Texas'ta bulunan Brazos Irmağı için mevcut olup, hidrolik analizler için gerekli olan topoğrafik kesitler bu sayede elde edilmiştir. Çalışmanın amacı taşkın haritalarının hazırlanması konusunda yeni hidrolik, topoğrafik uygulamaları göstermektir. Bu yüzden HEC-RAS programının yanı sıra iki boyutlu hidrolik analiz yapan modeller de kullanılmıştır. Yatay ve düşeyde farklı çözünürlüğe sahip, farklı batimetrik detayları olan 6 adet topoğrafik veri seti, HEC-RAS ve iki boyutlu hidrolik analiz yapan FESWMS modeli ile analiz edilmiştir. İki farklı uygulama alanında yapılan analizler karşılaştırılmış ve taşkın haritalarındaki farklılıkların FESWMS ve HEC-RAS programları arasındaki küçük farklardan meydana geldiği belirlenmiştir (Cook ve Merwade, 2009).

Solaimani (2009) çalışmasında, Zaremrood Irmağı'nın 4 km'lik son bölümünde (Tajan Irmağı'nın membası, İran) 2-5-10-25-50 ve 100 yıl tekerrürlere sahip taşkın debilerinin oluşturacağı taşkın alanlarını HEC-RAS/HEC-GeoRAS paket programlarını ve CBS yöntemlerini kullanarak tespit etmiştir. Çalışmasında,

taşkın alanlarının tespitinde kullanılan son teknolojilerden olan bu yöntemin pratikliğini göstermektedir (Solaimani, 2009).

Uçar (2010), çalışma alanı olan Trabzon Değirmendere Havzası'nın arazi modellemeleri ve sonuçların sunumu, bir CBS programı olan ArcGIS 9.3 ile, hidrolik analizleri de HEC-RAS 4.0 ile gerçekleştirilmiştir. Özellikle Mačka ilçe merkezinde; yapılaşmanın dere yatağının tam kenarında olması ve mevcut köprülerin dar olan dere yatağını daha da küçültmesinden dolayı, olası maksimum taşkın anlarında yapıların çok zarar göreceğı tespit edilmiştir. Çalışmada yerleşim yerlerinin modellenmesi için kullanılan 1/2000 ölçekli haritadaki eksik veriler, arazi çalışmalarında belirlenmiş ve sayısallaştırılarak analizlere dâhil edilmiştir. Bu sayede arazinin 3 boyutlu modeli, ArcGIS ile oluşturulmuştur. Bu modelden alınan tüm topoğrafik veriler, ArcGIS üzerinde çalışan HEC-GeoRAS modülü yardımıyla hidrolik analiz yapılabilen HEC-RAS'a aktarılmıştır. İstatistikî yöntemlerle bulunan çeşitli tekerrürlere sahip debi değerleri de hidrolik modele girilerek su seviyeleri tespit edilmiştir. Sonuçlar HEC-GeoRAS yardımıyla ArcGIS'e aktararak taşkın risk haritaları elde edilmiştir. Risk taşıyan birçok yerleşim yeri tespit edilmiş, çeşitli yapısal ve yapısal olmayan çözüm önerilerinde bulunulmuştur (Uçar, 2010).

Batur (2011), Meriç Nehri'nde 16 şubat 2010 tarihinde meydana gelen taşkın olayını, optik uydu görüntüleri kullanılarak incelemiştir. Taşkın öncesi, taşkın dönemi ve taşkın sonrasını kapsayan çok zamanlı Landsat 5 TM (Thematic Mapper) görüntüleri kullanılarak taşkından etkilenen alanlar belirlenmiş, yine bu görüntüler yardımıyla arazi örtüsü ve taşkın haritaları oluşturulmuş, çeşitli değerlendirmeler yapılmıştır. Taşkın öncesi, taşkın dönemi ve taşkın sonrasına ait uydu görüntülerine kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma yöntemleri uygulanmıştır. Elde edilen tarım alanı verileri ile DSİ XI. Bölge Müdürlüğü-Edirne'nin yersel çalışmaları sonrasında bulunan sonuçlar karşılaştırılmıştır. Kontrollü sınıflandırma yöntemiyle bulunan taşkından etkilenen tarım alanlarının, DSİ XI. Bölge Müdürlüğü-Edirne verileri ile karşılaştırılması sonucunda %91 gibi yüksek bir doğruluk oranına sahip olduğu belirlenmiş ve optik uydu görüntülerinin taşkın çalışmalarında etkin bir şekilde kullanılabileceğı gösterilmiştir (Batur, 2011)

Tuncer (2011), Su yüzü profilini belirlemek için kullanılan Standart Adım Yöntemi ve Manning Formülünün modellemesi için HEC-RAS programı kullanmıştır. Uygulama alanı olarak İstanbul Küçükçekmece ilçesinde bulunan Nakkaş Deresi belirlenmiştir. İstanbul açısından önemi büyük olan bölgede, 2009 yılındaki taşkın sonucunda büyük can ve mal kayıpları oluşmuştur. Bu çalışmada, Standart Adım Yöntemi ve Manning Formülünün uygulaması ayrıca bir Excel çalışma sayfası hazırlanarak yapılmıştır. Aynı Excel çalışma sayfası kullanılarak ortalama akım hızı için kullanılan Basitleştirilmiş Universal Yöntem ve Keulegan Formülü ile birlikte HEC-RAS'ta olduğu gibi Standart Adım Yöntemi ile su seviyeleri tespit edilmiştir. Tüm bu hesaplamalar Excel çalışma sayfası içerisinde yapılmıştır. Çalışmanın sonuçları HEC-RAS çıktıları ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlar karşılaştırıldığında, Manning Formülünden elde edilen su seviyelerinin Keulegan ve Basitleştirilmiş Universal Yönteme göre daha düşük olduğu görülmüştür. Seçilen çalışma alanı içerisinde tasarlanmış olan kaplamalı trapez kanal kapasitesinin çalışmada kullanılan bütün yöntemlerle elde edilen su yükseklikleri için yeterli olduğu sonucuna varılmıştır(Tuncer, 2011).

Kaya (2012), Giresun ili sınırları içerisinde bulunan Pazarsuyu deresi örneği üzerinde, meteoroloji ve akım verilerine dayalı senaryolar üzerinden gerçekleştirilecek simülasyonlar ile taşkın risk haritalarının üretilmesini amaçlamıştır. Çalışmada kentsel alanlar için daha uygun olacak şekilde geliştirilen taşkın modelleme yöntemi ve bu modele dayalı olarak Java dilinde yazılan simülasyon programı, YU ve Lane tarafından geliştirilen JFLOW modeli esas alınarak kullanılmıştır. ArcGIS ortamında simülasyon girdi altlıkları oluşturulmuş ve gerçekleştirilen simülasyonlar ile Taşkın Risk Haritaları üretilerek Pazarsuyu deresi boyunca taşkın riski olan alanlar tespit edilmiştir. Taşkın risk haritalarının bindirildiği uydu görüntüsü üzerindeki sınıflandırmalar kontrollü bir şekilde yapılarak taşkın riski altındaki konut ve işletme amaçlı kullanılan yapılar, yollar, tarım arazileri ile varsa ikincil risk unsurları belirlenmiştir (Kaya 2012).

Bağdatlı (2013), Marmara Denizine kıyısı olan, Marmara Havzası içerisinde yer alan Tekirdağ merkez ilçe sınırları dahilindeki dere yatakları ve bunlara ilişkin havza alanlarının CBS teknikleriyle havza karakteristiklerinin belirlenmesi ve oluşabilecek taşkın risk faktörlerinin ortaya konularak alınabilecek önlemler tavsiye

edilmiştir. Çalışma sahasının imar sınırları içerisinde olması ve imara açılacak bölgelerde dere yataklarında oluşabilecek taşkın risklerinin de göz önüne alınmasına dikkat çekilen bu çalışmayla, merkezi yönetim birimlerine planlama aşamalarında destek sağlayacak bir CBS veri tabanı oluşturulmuştur. Bu araştırmada Belediye imar sahası sınırları içerisinde bulunan 12 adet dere yatağına ilişkin havza hidrolojik karakteristikleri ve taşkın risk faktörleri ortaya konulmuştur. Havza karakteristiklerinin belirlenmesinde 1/25.000 ölçekli sayısal topoğrafik haritalar ve toprak haritaları kullanılmıştır. Merkez ilçe sınırları içerisinde yer alan dere yataklarına ilişkin havza karakteristikleri Arc GIS yazılımı yardımıyla belirlenmiştir. Araştırma sahasına ilişkin olarak bilgisayar destekli modellemelerin ortaya konulmasıyla veri akışında güncellemelerin ve bilgi alış verişinin sağlanması bu çalışmanın amaçlanan hedefler arasında yer almaktadır. (Bağdatlı, 2013).

Civelek (2013), Arazi modellemeleri ve sonuçların sunumu, bir CBS programı olan ArcGIS 9.3.1 ile, hidrolik analizleri de Hydrologic Engineering Centers River Analysis System (HEC-RAS) 4.1 ile gerçekleştirilmiştir. Arazi modelinin oluşturulduğu topoğrafik veriler; DSİ'den "İzmir İli, Tire İlçesi Tarım Arazilerinin Karacaali Çayı Taşkınlarından Korunması" işi kapsamında temin edilen haritalardan, Harita Genel Komutanlığı'ndan (HGK) temin edilen 1/25000'lik haritalardan elde edilmiştir. Bu sayede arazinin 3 boyutlu modeli, ArcGIS ile oluşturulmuştur. Bu modelden alınan tüm topoğrafik veriler, ArcGIS üzerinde çalışan HEC-GeoRAS modülü yardımıyla hidrolik analiz yapılabilen HEC-RAS'a aktarılmıştır. Mockus yöntemi ile bulunan çeşitli tekerrürlere sahip debi değerleri de hidrolik modele girilerek su seviyeleri tespit edilmiştir. Sonuçlar HEC-GeoRAS yardımıyla ArcGIS'e aktarılarak taşkın risk haritaları elde edilmiştir (Civelek, 2013).

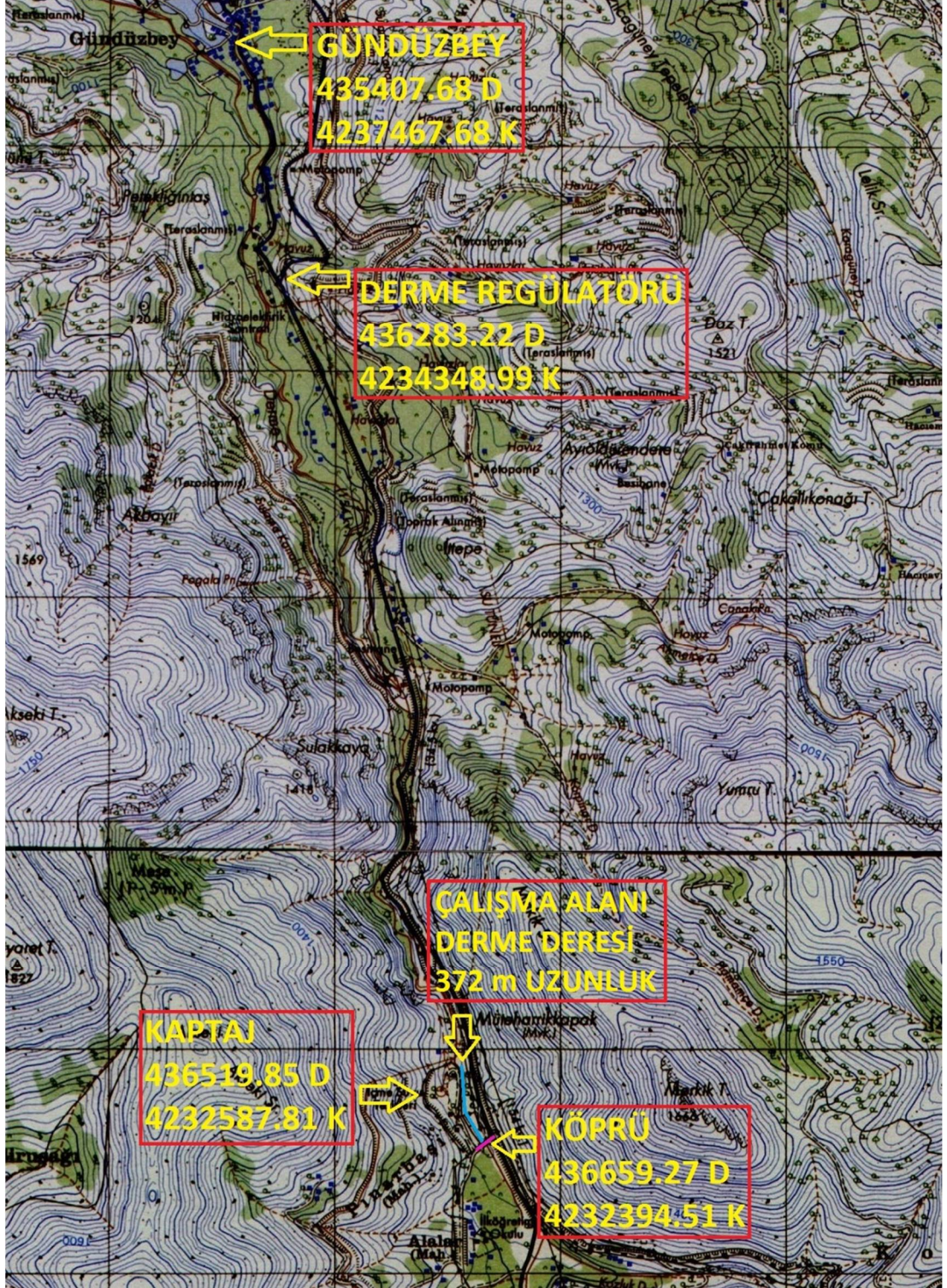
Ismael (2013), Büyük Zap Nehri Havzasının özelliklerini Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) kullanarak belirlemiştir. Büyük Zap Nehri yaklaşık olarak 26.325 km² su toplama alanı ve 460 km civari uzunluğu ile Türkiye ve Irak topraklarından akar. Van Gölünün yakınlarında yer alan ve deniz seviyesinden 4.168 m yükseklikte dağlık alanlarından kaynaklanan Büyük Zap Nehri, Hewler (Erbil) şehrinin güney batısında, Irak topraklarında Dicle Nehri'ne karışır. Araştırmacı ArcGIS içinde yer alan alansal analiz araçları kullanılarak, arazi ön-işleme (preprocessing) modelleri, yani bosluklari doldurma (fill sinks), akış yönü (flow direction), akış birikimi (flow

accumulation), dere ağıları (stream networks), havza sınırları (watershed boundary), dijital yükseklik modelinden (DEM) faydalanılarak elde edilmiştir. Alt-havzaların haritası, alt-havzaların özellikleri, nehir ağı haritası ve nehir ağı özellikleri gibi hidrolojik işlemler ArcHydro araçları kullanılarak hesaplanmıştır. Öte yandan, eğim haritası, Thiessen poligon haritası, Thiessen poligon alanları gibi hidrolojik analizler Arc Toolbox kullanılarak tanımlanmıştır. Havzanın hidrolojik analizleri, nehir üzerinde bulunan beş adet akım gözlem istasyonundan elde edilen yıllık ortalama debiler ve havzasının içinde ve etrafında bulunan yirmi dört adet yağış istasyonunda ölçülen yıllık toplam yağış verileri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada yıllık ortalama debi değerleri aylık ortalama debilerden, yıllık toplam yağışlar ise aylık toplam yağışlardan elde edilmiştir. Akarsu akım ölçümleri kaynak alınarak, yağış-akış katsayıları beş alt-havza için rasyonel method ile elde edilmiştir. Bütün havza için bu katsayı, 0.53 olarak bulunmuştur (Ismael, 2013).

Bayazıt vd. (2014), Sakarya Havzasının alt havzası olan Porsuk Havzasına ismini veren Porsuk Çayının Eskişehir ili için oluşturduğu taşkın risk haritalarının Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yöntemlerinden faydalanılarak oluşturulması hedeflenmiştir. Ayrıca, Porsuk Çayının Eskişehir ili ve civarında neden olabileceği taşkın seviyesi belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma için gerekli olan bazı veriler Eskişehir DSİ 3. Bölge Müdürlüğü arşivlerinden temin edilmiştir. Analizler için Porsuk Çayı yatağının enkesiti HEC-RAS yazılımına aktarılmıştır. Porsuk Çayının 50, 100 ve 1000 yıl tekerrürlü taşkın debi değerleri programa girilerek analiz sonuçları elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar gerçek arazi yapısıyla karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak nehrin taşkın anında oluşturacağı su seviyesi ve yerleşim birimleri için oluşturacağı risk ortaya koyulmaya çalışılmıştır (Bayazıt vd. 2014).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Çalışma Alanı



Şekil 3. 1. Çalışma Alanı Haritası

Şekil 3.1’de çalışma alanı haritası gösterilmektedir.

Topoğrafya: Çalışma alanında yukarı havza çok engebelerlidir. Yeşilyurt ilçe merkezinde rakım 1000 m olup, Güneye gidildikçe yükselti artar, en yüksek tepe 2148 m yüksekliğindeki Tani tepesidir. Diğer önemli yükseltiler: Kırmızıpınartepe 2096 m, Üçpınartepe 1992 m, Pohutepe 1875 m, Karataş dağı 1788 m'dir (DSİ, 1991).

Jeoloji: İnceleme alanı kuzeyinde yaygın bulunan istif Yeşilyurt dolaylarından başlayarak Kuzey, Kuzeydoğu ve Kuzeybatıya doğru geniş alanlarda mostra vermiştir. Eosen yaşlı heterojen birimlerdir. Altta taban çakıltası ile başlar. Üstünde resifal kireçtaşı, kumtaşı, şeyl arakatkılı, killi kireçtaşı ile son bulur. Eosen istifi üzerine açısız uyumsuzlukla Miyosen yaşlı marn, killi kireçtaşı gelmektedir. Bu genç çökeller çalışma alanı kuzeyinde pliokuarterner yaşta kabul edilen çakıltası ile örtülmüştür. İnceleme alanında Derme deresi vadisi, sağ ve sol yamacında traverten yer almaktadır. Özellikle sağ yamaçta alüvyon bitkisel toprak ile örtülüdür. Çalışma alanı oldukça engebeli bir topoğrafyaya sahip oluşu, erozyonu arttırmıştır. Alüvyon, Derme deresi vadisinde oldukça dar ve az derinlikte olmasına karşın Keklice, Kozluk ve Memecan dere içinde daha geniş ve 20-80 m kalınlıktadır (DSİ, 1991).

Yağış: Derme deresinde kesit alınan noktaya en yakın DMİ istasyonu Yeşilyurt'ta bulunmaktadır. Yeşilyurt DMİ'nin 1965-1982 yılları arası günlük maksimum yağış değerleri Çizelge 3.1.'de verilmiştir. 1982 yılından sonra Yeşilyurt DMİ istasyonu kapatılmıştır. Bu çizelgeye göre kaydedilen günlük maksimum yağış 1970 yılında ve 55.4 mm olarak ölçülmüştür.

Çizelge 3.1. Yeşilyurt DMİ günlük maksimum yağışlar (DSİ, 1991).

Yıl	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973
Yüks. (mm)	27.8	51.6	27,5	46.1	43.8	<u>55.4</u>	39.3	39.2	28
Yıl	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Yüks. (mm)	36.9	41.2	34.4	43.8	23.5	45.9	35.6	26.5	33.2

Malatya'da 15.05.1991 tarihinde 21:30 - 22:35 ve 3:27 - 6:00 saatleri arasında 6 mm'lik yağış, 16.05.1991 tarihinde ise 11:56 - 12:05 ve 15:34 - 14:40 saatleri arasında 70 mm'lik yağış kaydedilmiştir (DSİ, 1991). Kaptajın hemen membaında

kaptaj alanına geçmek için kullanılan bir köprü olduğu tespit edilmiş ve yerinde, köprünün ölçüleri alınıp modellenmiştir.



Şekil 3. 2. Derme deresinden bir görüntü

Şekil 3.2'de Derme deresi üzerinde kaptaj ulaşım yolu bağlantısını sağlayan köprü üzerinden alınmış görüntü verilmiştir. Sol sahilde ihata duvarı ile çevirili olarak görünen kısım kaptaj alanıdır. Şekil 3.3'te kaptaj ulaşımını sağlayan köprü görülmektedir. Taşkın açısından kritik bir kesit olduğu düşünülen bu köprünün bulunduğu kısımda da derenin enkesiti çıkarılmıştır.



Şekil 3. 3. Malatya içme suyu kaynağı alanına ulaşımı sağlayan köprü

3.2 Verilerin Temini

3.2.1. Topoğrafik Veriler

Çalışma alanı belirlendikten sonra yapılması gereken ilk çalışma, havzanın topoğrafik haritalarının elde edilmesidir. Çalışma havzasının fiziksel karakteristiklerini elde etmek için, Harita Genel Komutanlığı'nın (HGK), bölgeye ait 1/25000 ölçekli sayısal haritaları, İnönü Üniversitesi tarafından temin edilmiştir.

Çalışma alanını dijital ortamda işleyebilmek için Devlet Su İşleri (DSİ) kurumundan bölgeye ait .adf uzantılı dosya elde edilmiştir. Bu .adf dosyası daha sonra, çeşitli işlemlerde kullanılmak üzere, Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) ve Düzensiz Üçgen Ağı (DÜA) haritalarına dönüştürülmüştür.

Çalışma havzasında, üzerinde çalışılacak Derme Deresi yatağının gerçek boyutlarının elde edilebilmesi için arazide, İnönü Üniversitesi Malatya Meslek Yüksekokulu Harita ve Kadastro Bölümü hocaları ve öğrencileriyle birlikte, ağırlıklı olarak CORS cihazıyla, CORS cihazının uydu ile bağlantı kuramadığı noktalarda Total Station cihazıyla noktasal ölçümler alınmış ve raporlanmıştır. Bu değerler daha sonra çeşitli yazılımlara işlenmiştir.

3.2.2. Hidrometrik Veriler

Bu çalışmada DSİ(1991) tarafından belirlenmiş olan hidrolojik veriler kullanılmıştır. Derme deresinde, DSİ tarafından 1940 yılında işletmeye açılan Derme Regülatörünün bulunduğu noktanın hemen membaında enkesit alınmış ve bu kesit dikkate alınarak taşkın hesapları yapılmıştır (DSİ 1991). Enkesit alınan eksene göre Derme deresinin yağış alanı 71.975 km² dir. Çalışma alanı boyunca akarsuyun pürüzlülük katsayısı Cowan yöntemi yardımıyla 0.129 olarak tahmin edilmiş, harmonik eğimi, sentetik birim hidrograf yöntemiyle 0.0041 olarak hesaplanmıştır.

Cowan Formülü (Cowan, 1956) denklem (1)'de verilmiştir.

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

Burada;

n : pürüzlülük katsayısı

n₀ : Akarsu yatağındaki malzemenin cinsi

n₁ : Kanal düzensizlik derecesi

n_2 : Kanal yarıçapındaki değişim

n_3 : Engellerin benzer etkileri

n_4 : Bitki örtüsü

m : Kanal kıvrım derecesi dir.

Denklem (1)'e göre $n=(0.025+0.010+0.013+0.030+0.025)*1.25$

Çizelge 3.2'de verilmiş olan değerler kullanılarak n pürüzlülüğü 0.129 olarak hesaplanmıştır.

Derme deresinin, aynı kesitte Mockus yöntemiyle hesaplanan yinelemeli taşkın debileri aşağıda verilmiştir (DSİ, 1991).

$$A= 71.975 \text{ km}^2$$

$$Q_5= 63 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$L= 17 \text{ km}^2$$

$$Q_{10}= 85.68 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$L_c= 7.2 \text{ km}^2$$

$$Q_{25}= 117.18 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$CN= 80$$

$$Q_{50}= 142.8 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$S= 0.055 \text{ (DSİ, 1991).}$$

$$Q_{100}= 169.68 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{500}= 227.8 \text{ m}^3/\text{s (DSİ, 1991).}$$

Çizelge 3.2. Cowan yönteminde kullanılan katsayılar tablosu (Bulu ve Yılmaz 2002).

Kanal Koşulları		Değerler	
Kanalın İçerdiği Malzeme	Toprak	n_0	0.020
	Kaya		0.025
	Kum		0.024
	Çakıl		0.028
Düzensizlik Derecesi	Pürüzsüz	n_1	0.000
	Önemsiz		0.005
	Orta		0.010
	Şiddetli		0.020
Kanal Yarıçapındaki Değişimler	Aşamalı	n_2	0.000
	Ara sıra değişen		0.005
	Sık değişen		0.010-0.015
Engellerin Benzer Etkileri	İhmal edilebilir	n_3	0.000
	Önemsiz		0.010-0.015
	Kayda değer		0.020-0.030
	Şiddetli		0.040-0.060
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
Kıvrım Derecesi	Önemsiz	n_5	1.000
	Kayda değer		1.150
	Şiddetli		1.300

Sentetik Birim Hidrograf yöntemiyle harmonik eğim hesabı formülü, denklem 2’de verilmiştir.

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

Çizelge 3.3’de harmonic eğim hesap tablosu gösterilmektedir.

Çizelge 3. 3. Harmonik eğim hesap tablosu

Kesit No.	H1	H2	ΔH	L=10	Si=ΔH/L	√Si	1/√Si
1	1234.5	1233	1.5	37.2	0.0403226	0.2008048	4.9799598
2	1233	1231.9	1.1	37.2	0.0295699	0.171959	5.8153402
3	1231.9	1231.3	0.6	37.2	0.016129	0.1270001	7.8740079
4	1231.3	1231.2	0.1	37.2	0.0026882	0.0518476	19.287302
5	1231.2	1230	1.2	37.2	0.0322581	0.1796053	5.5677644
6	1230	1229.16	0.84	37.2	0.0225806	0.1502686	6.6547513
7	1229.16	1227.82	1.34	37.2	0.0360215	0.1897933	5.2688893
8	1227.82	1225.17	2.65	37.2	0.0712366	0.2669018	3.7466967
9	1225.17	1223.12	2.05	37.2	0.0551075	0.2347499	4.2598523
10	1223.12	1222.18	0.94	37.2	0.0252688	0.1589617	6.2908241
11	1222.18	1221	1.18	37.2	0.0317204	0.1781023	5.6147505
12	1221	1220.64	0.36	37.2	0.0096774	0.0983739	10.1653
13	1220.64	1220.25	0.39	37.2	0.0104839	0.1023908	9.7665048
14	1220.25	1220.1	0.15	37.2	0.0040323	0.0635001	15.748016
15	1220.1	1219.8	0.3	37.2	0.0080645	0.0898027	11.135529
16	1219.8	1219.1	0.7	37.2	0.0188172	0.1371758	7.2899148
17	1219.1	1218.25	0.85	37.2	0.0228495	0.1511604	6.6154898
18	1218.25	1217.05	1.2	37.2	0.0322581	0.1796053	5.5677644
19	1217.05	1216	1.05	37.2	0.0282258	0.1680054	5.9521905
20	1216	1215.5	0.5	37.2	0.0134409	0.1159347	8.6255435
Σ							156.22639

Burada;

H₂: Akarsu kesitinin en yüksek kotu

H₁: Akarsu kesitinin en düşük kotu

ΔH: Kesitteki kot farkı

L: Akarsu uzunluğu (m)

S_i: Her kesitteki kot farkının, akarsu toplam uzunluğuna oranı

S: Eğim

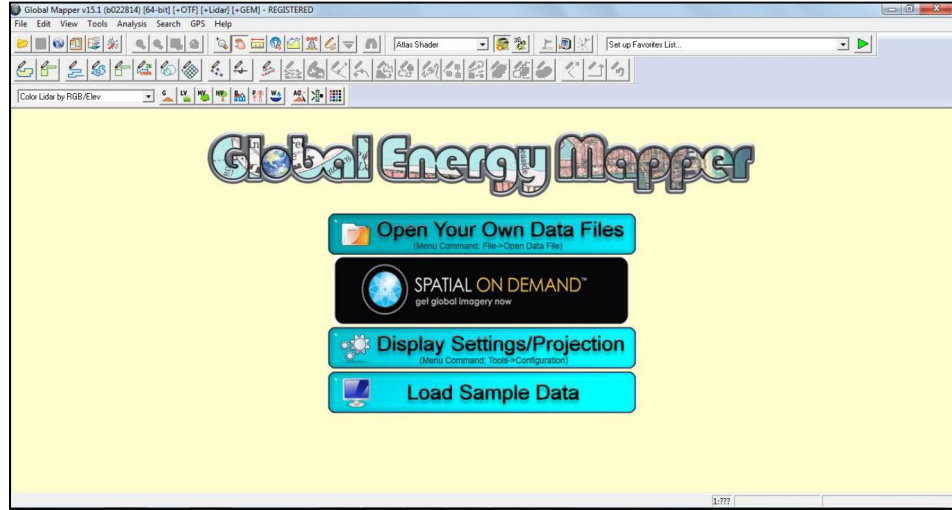
$$\text{Denklem (2)'ye göre } S = \left(\frac{10}{156.22639}\right)^2 = 0.0041$$

3.3 Yöntem

Bu tez çalışması iki aşamalı olarak gerçekleşmiştir. Birinci aşamada Derme Deresi'nin başlangıcından Derme Regülatörü'ne kadar olan kısmının taşkın analizleri 1/25000 ölçekli Raster haritaların sayısallaştırılması ve bu sayısal haritalardan elde edilen enkesitlerin kullanılması ile gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada taşkın riskinin görüldüğü mevkinin sadece Malatya içme suyu Kaptaj Tesislerinin olduğu belirlenmiştir. Bu kesim dışında taşkın riski tespit edilmemiştir. Derme Deresi'nin mansabına doğru olan güzergahı boyunca taşkın riski bulunan yerler DSİ tarafından taşkın koruma tesisleri inşa edilerek ıslah edilmiştir. Geri kalan kısımlarda Derme Vadisi tarım arazileri ve yerleşim birimleri üst kotlarda yer aldıkları için taşkın riski bulunmamaktadır, dolayısıyla bu çalışma ile taşkın riskinin mevcut olduğu belirlenen İçme Suyu Kaptaj Tesisleri civarı için daha hassas olarak taşkın analizleri yapılması gerektiği düşünülmüştür. Çalışmaların daha hassas yapılabilmesi için ise yerinde arazi okumaları yapılarak en gerçekçi enkesitler çıkarılmıştır. Bu çalışmaların yapılması aşamasında kullanılan yazılımlar ve cihazlar ile arazi çalışmaları aşağıda anlatılmıştır.

3.3.1. Global Mapper 15

Global Mapper programı ile birçok vektör ve raster dosya formatını görüntüleyebilir ve bu verileri birçok formata dönüştürebilir, düzenlenebilir ve çıktı alınabilir. Aynı zamanda GPS ile verileri takip edilebilir (Blue Marble Geographics, 2013). Bu program sayesinde batimetri haritası oluşturulabilir (Şekil 3.4).



Şekil 3. 4. Global Mapper programı

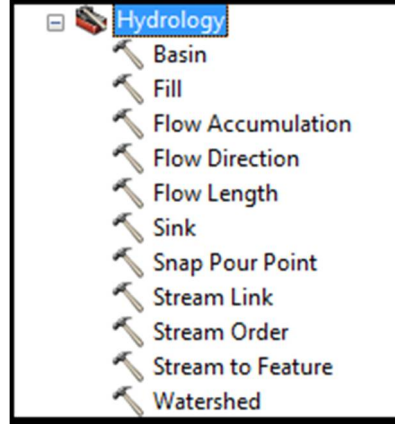
Global Mapper Genel Özellikleri (Blue Marble Geographics, 2013);

- Katman mantığı ile çalışması sebebiyle veriler katmanlar halinde (rastır, vektör, dem vs.) açabilir ve farklı projeksiyon sistemlerindeki verileri bile tek bir projeksiyon altında toplayarak üst üste gösterebilir ya da istenilen katmanda çalışıp diğer katmanlar kapatılabilir.
- Veriler çalışma sayfası olarak kaydedilip ileride üzerinde değişiklikler yapılabilir kalınan yerden devam edilebilir.
- Verilerimizin projeksiyonunu değiştirip istediğimiz formatta kaydedip çalışabiliriz.
- Veri üzerinde bölgenin alanı, çevresi ya da uzaklığını ölçüp işlem yapılabilir.
- Üç boyutlu nokta veri setlerini (enlem, boylam ve yükseklik) otomatik olarak üçgenleme (triangulation) ile gridlenmesini yapabilir. İstenilen formatta kaydedilebilir olup bir çok uzantıyı da tanımaktadır.

3.3.2. ArcGIS 10.2 Hydrology

ArcGIS' te yüzey hidrolojik analizi "Hydrology Modeling" modülü ile yapılır. Bir yüzeyin şekli suyun bu yüzeyde nasıl hareket edeceğini belirler. ArcGIS Hydrology Modeling uzantısı; yüzeyin fiziksel karakteristiğini tanımlama imkanı verir (Şekil 3.5). Bu modül sayısal arazi modelini veri olarak kullanarak bir drenaj sisteminin

şeklini belirler ve bu sistemi sayılarla ifade etme olanağı sağlar. Sayısal Arazi Modelindeki her bir grid için bu gride gelen üst kotların ve bu gridin katıldığı alt kotların tanımlanması ile akısa geçen su yolu tanımlanır. Böylelikle hidrolik modellemeye esas teşkil eden su bölümü çizgileri ve su mecraları tanımlanmış olur. Suyun hareketini modelleyebilmek için öncelikle suyun nereden gelip nereye gideceğinin bilinmesi gerekir (URL-2, 2015).

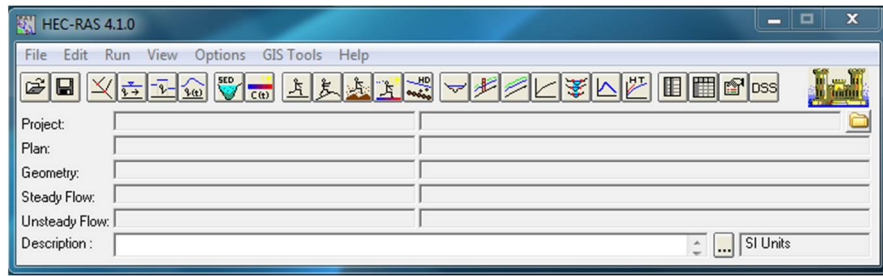


Şekil 3. 5. ArcGIS Hydrology Menüsü

3.2.3. HEC-RAS 4.1 ve HEC-GeoRAS 10.2

Amerikan Hidrolojik Mühendislik Merkezi, nehir ağlarında su yüzeyi profillerinin çıkarılması için HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System) isimli bir hidrolik model geliştirmiştir (Anonim, 2001). Program tek boyutlu kararlı ve kararsız akımların analizini, sediment taşınımı analizi ve su sıcaklığı analizini yapılabilmektedir. Su yüzeyi profillerinin elde edilmesi için 1995 yılından bu yana HEC-RAS programı kullanılmaktadır. Program ilk kullanılmaya başlandığından itibaren çeşitli versiyonları ile güncellenmiştir. HEC-RAS programı genel olarak, grafiksel kullanıcı arayüzü oluşturmayı, farklı hidrolik analizleri yapmayı, bilgi depolama ve yönetmeyi, sonuçları grafik veya rapor olarak vermeyi sağlamaktadır. HEC-RAS programı ile; kararlı akım şartları altında su yüzeyi profilinin elde edilmesi, kararsız akım şartları altında su yüzeyi profilinin elde edilmesi, sınır şartları değişebilen akım durumunda sediment taşınım hesaplanması ve su kalitesi analizi gibi analizler yapılabilmektedir. Modelin sahip olduğu özellikler arasında veri depolanması ve yönetimi, görsel ve yazılı rapor verebilme ve analiz sonuçlarının farklı amaçlar için taşınabilmesi yer almaktadır. Ayrıca model oldukça

iyi tasarlanmış bir görsel kullanıcı arayüzüne sahiptir. HEC-RAS su yolu ağı veya tek bir nehir kolu için hem düzgün değişen hem de düzensiz değişen akım analizlerini gerçekleştirmektedir. Model ayrıca kritikaltı nehir, kritiküstü nehir ve karışık akım rejimlerine göre su yüzeyi profillerini çıkarmaktadır. Bu analizleri gerçekleştirirken tek boyutlu enerji denklemleri veya momentum denklemleri kullanılabilir. Enerji denklemlerinde aşınma katsayıları kullanılarak enerji kayıpları hesaplanmaktadır. HEC-RAS modeli için gerekli coğrafi veriler CBS teknolojileri kullanarak hazırlanabilir. Bu şekilde veri girişi daha hızlı ve hatasız olarak gerçekleştirilmektedir. Şekil 3.6'da HEC-RAS 4.1 programı penceresi gösterilmektedir.



Şekil 3. 6. HEC-RAS 4.1 penceresi

Environmental System Research Institute (ESRI) ile HEC firmaları tarafından ortaklaşa geliştirilen HEC-GeoRAS alt programı ArcView programı altında çalışmakta ve HEC-RAS için geometrik veri üretebilmektedir. HEC-GeoRAS, HEC-RAS sistemi için tasarlanmış bir CBS ara yüzüdür. HEC-RAS, çok kollu ve prizmatik olmayan enkesitli akarsularda, tek boyutlu hidrodinamik hesapları yapabilecek şekilde tasarlanıp geliştirilmiştir. Sistem; nehir rejimi, taşkın rejimi ya da hidrolik sıçrama gibi karışık rejim durumlarında hesap yapabilmektedir. Birçok hidrolik yapı ve su seviyesi kontrol elemanının su yüzü profiline etkisini de hesaplayabilmektedir. Kararlı akım hidrolik analiz bileşeni, Manning formülüne dayanmaktadır. Aynı zamanda program, HEC-RAS su yüzeyi profillerini de CBS ortamına taşımaktadır (Anonim, 2000). Şekil 3.7'de HEC-GeoRAS penceresi gösterilmektedir.

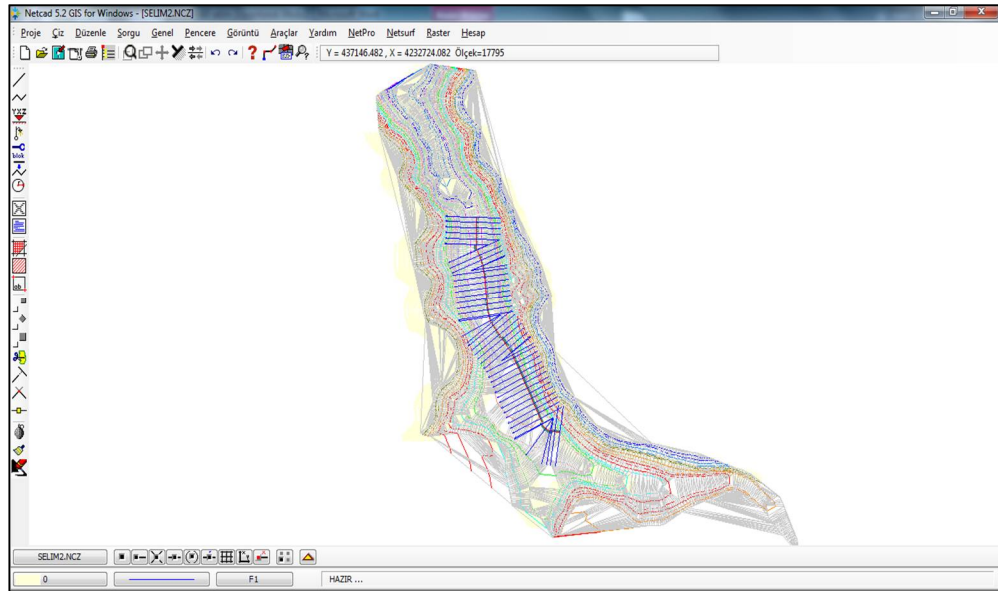


Şekil 3. 7. HEC-GeoRAS penceresi

3.2.4. NetCAD 5.2 GIS

Netcad, haritacılıkta önemli bir vektörel çizim programıdır. Yapılan haritacılık işlemlerine göre bir çok versiyonu vardır. Elbette ki sadece çizim yapmakla kalmayıp haritacılık hesapları olan yan ve küçük nokta hesabı, dönüşüm hesabı, kübaj hesabı, alan hesabı gibi işlemler gerçekleştirilebilmektedir (Ünel, 2006). Şekil 3.8’de bir NetCAD 5.2 çalışması örneği görülmektedir.

Kartografya ile iç içe olan CBS için Netcad 5.2 GIS yazılımı geliştirilmiştir. Bu versiyonu ile CBS’de multimedya uygulaması gerçekleştirilmektedir. Yani farklı ortamlarda hazırlanan verileri görüntüleyebilen bir sistem kurulabilmektedir. Bu sistemde bir binanın fotoğrafı, video görüntüsü verilebileceği gibi binanın ismini sesle vermek de mümkün olabilmektedir (Ünel, 2006).



Şekil 3. 8. NetCAD 5.2 çalışması örneği

3.2.5. CORS (GPS)

Global Konum Belirleme Sistemi (GPS), dünya üzerinde veya yakınında bir noktanın, her türlü hava koşulunda, en az dört veya daha fazla GPS uydusundan alınan verilerle konum ve zaman bilgilerini sağlayan uzay tabanlı uydu navigasyon sistemidir. Bu sistem Amerika Birleşik Devletleri tarafından sağlanmakta ve GPS alıcısı olan herkesin erişimine açık bir hizmettir. Başlangıçta 3 yörüngede 24 uydu (SV) olarak tasarlanan GPS, sonradan 6 yörüngeye çıkartılmıştır (URL-1). Günümüzde ise GPS, 30’dan fazla uydu ile dünya ölçeğinde kullanılan güvenilir ve

yüksek doğruluklu bir hizmettir. Son yıllarda teknolojiye ve maliyette büyük ilerlemeler kaydedilmiş ve GPS kullanıcı sayısı milyarlaraya ulaşmıştır (Bonhoure vd. 2009).

Başlangıçta askeri bir proje olarak ortaya çıkan GPS günümüzde hem askeri alanda hem de sivil alanda kullanılmaktadır. Sivil uygulamaların birçoğunda GPS'in üç temel bileşeninden biri veya daha fazlası kullanılır. Bu bileşenler mutlak konum, bağıl hareket ve zaman transferidir. Sivil uygulamalara örnek olarak ölçme işlemleri, harita yapımı, navigasyon, GPS takip sistemleri, afet yönetimi, acil hizmetler, robotlar, tektonik hareketlerin incelenmesi vb. uygulamalar gösterilebilir. Askeri uygulamalara örnek olarak ise navigasyon, hedef takibi, füze ve mermi rehberliği, arama kurtarma çalışmaları, keşif gibi uygulamalar gösterilebilir (URL-3). Şekil 3.9'da bir CORS cihazı örneği gösterilmiştir.



Şekil 3. 9. CORS cihazı örneği (URL-3)

3.2.6. Total Station (Elektronik Uzunluk Ölçer)

Total Station adı verilen cihazlarla yüksek hassaslıkta 3B koordinat ölçmeleri yapmak mümkündür. Ancak detay noktalarının teker teker ölçülmesi, ölçme süresi problemini beraberinde getirmiştir. Endüstriyel ölçmeler, röleve çalışmaları ve 3B modelleme gibi çalışma alanlarında kullanılmak üzere, hassasiyetten ödün vermeden ölçme süresini kısaltan ve verilerin işleme sürecini kolaylaştıran bir takım ölçme ekipmanları geliştirilmiştir (Akyol, 2011). Şekil 3.10’da bir total station cihazı örneği gösterilmiştir.

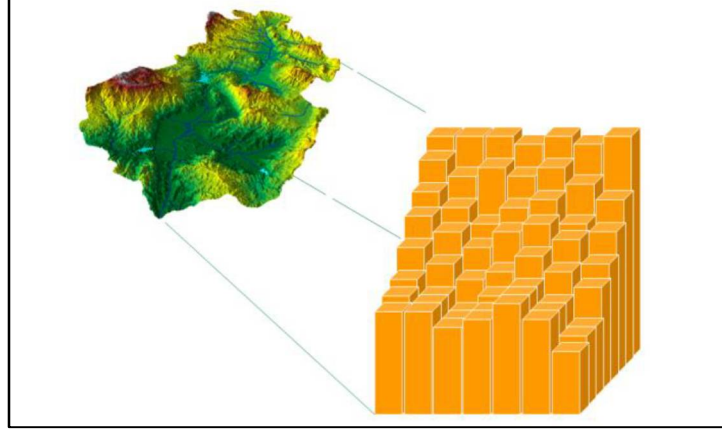


Şekil 3. 10. Total Station cihazı (URL 4)

3.2.7. SYM (Sayısal Yükseklik Modeli) ve DÜA (Düzensiz Üçgen Ağı) Haritaları

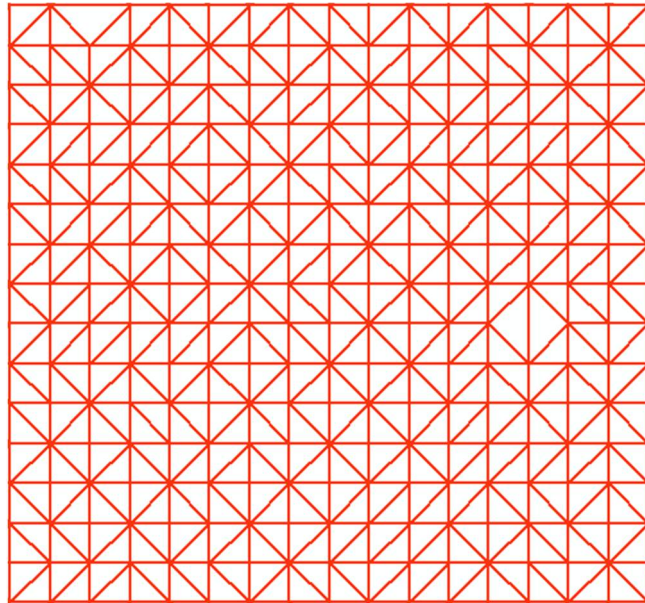
Bir sayısal yükseklik modeli yeryüzünün sürekli bir biçimde değişen topoğrafik yüzeyini üç boyutlu gösteren bir yapıdır. Bu model, üç boyutlu uygulamalar için genel bir veri kaynağıdır. Sayısal yükseklik modeli, raster veri özelliğinde olup bir arazi yüzeyini en iyi temsil eden düzenli/düzensiz aralıklarla yapılmış çok sayıda yükseklik ölçümünden oluşmaktadır. Kısaca, her bir pikselin

yükseklik (kot) değerine sahip olan sürekli yüzeylere dönüştürülmesidir. Şekil 3.11’de DEM’in hücresel boyutu ile yükseklik değerlerine sahip piksel dağılımı görülmektedir. Şekilde görüldüğü gibi her bir piksel sahip olduğu yükseklik değerine bağlı olarak temsil edilmektedir (Sargın 2013).



Şekil 3. 11. DEM’in hücresel boyutu (Sargın 2013)

CBS’de TIN üçgen modelleme üzerinde çeşitli katmanlar tanımlandıktan sonra bir ara program olan HEC-GeoRAS ile belli aralıklardaki kesitlerin HEC-RAS’a gönderilmesinde ve su yüzü seviyeleri elde edildikten sonra tekrar HEC-GeoRAS ile alınıp ArcGIS’te haritalandırma işlemlerinde altlık olarak kullanılır (Sole vd. 2007). Şekil 3.12’de bir TIN haritası örneği gösterilmiştir.

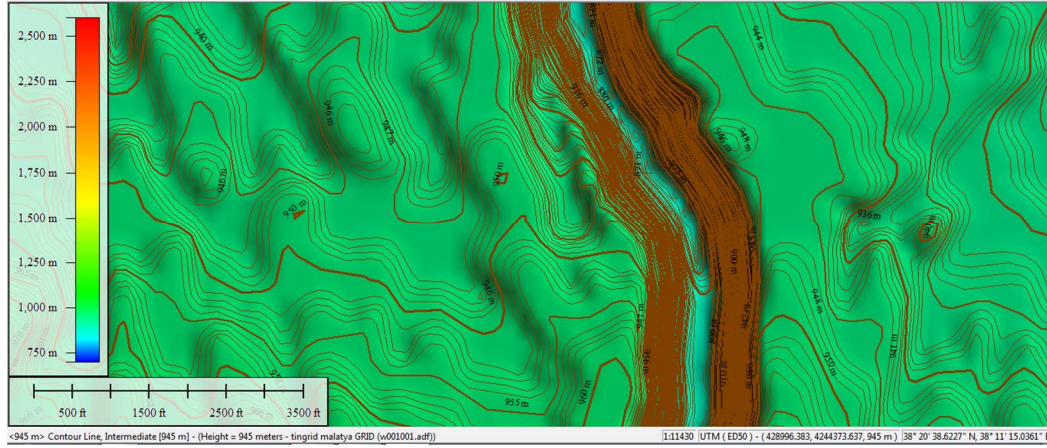


Şekil 3. 12. TIN haritası örneği

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

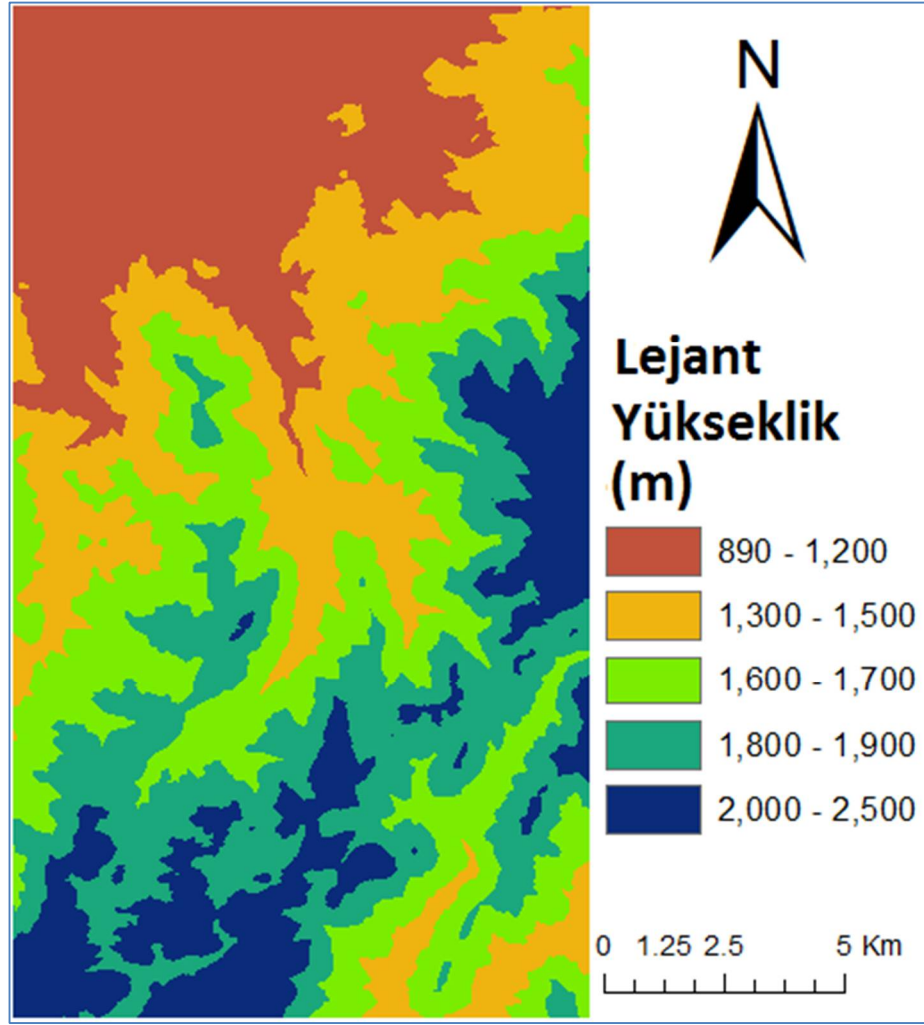
4.1. Ham Verilerin İşlenmesi

Devlet Su İşleri kurumundan elde edilen .adf uzantılı ham verilerin, CBS programlarında verimli bir şekilde kullanılabilmesi için Global Mapper programı ile Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) oluşturulmalıdır. SYM modelinin oluşturulabilmesi için öncelikle .adf dosyası üzerinde eşyüksekti eğrileri tanımlanmıştır (Şekil 4.1).



Şekil 4. 1. .adf uzantılı ham veride eşyüksekti eğrilerinin tanımlanması

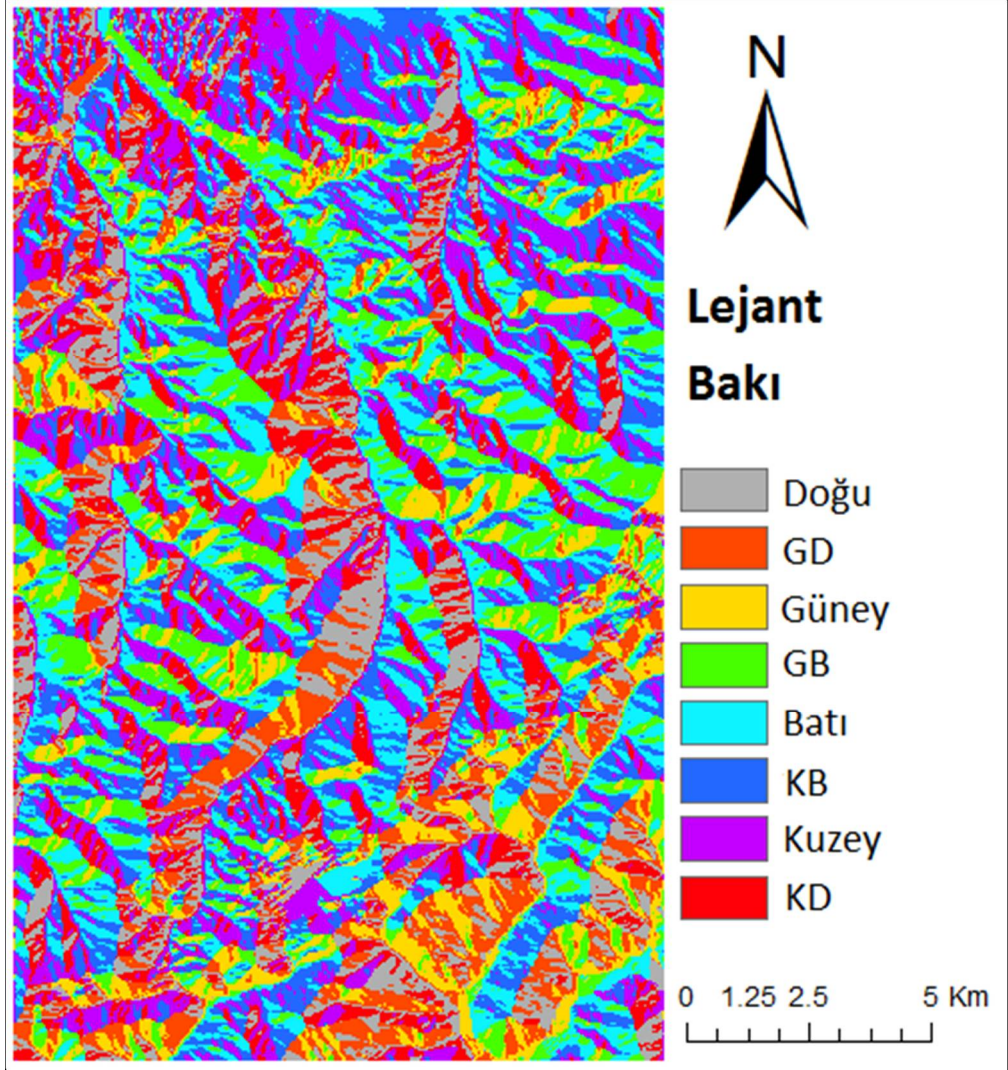
Eşyüksekti eğrileri tanımlanan bu dosya, CBS programlarından ArcGIS'te işlenebilmesi için Global Mapper programı ile, 5*5 m hassasiyetteki DEM dosyası şeklinde dışa aktarılmıştır (Şekil 4.2).



Şekil 4. 2. Çalışma bölgesine ait DEM haritası

“Spatial Analyst Tools” içerisindeki “Hydrology” modülünden “Fill Sinks” komutu ile, DEM’de yer alan boşluk hatalarının giderilmiş ve akışın oluşması için sağlıklı zemin hazırlanmıştır.

“Flow Direction” komutu ile havzanın bakı haritası çıkarılarak havza yöneyi ve akım yönü elde edilmiştir (Şekil 4.3).



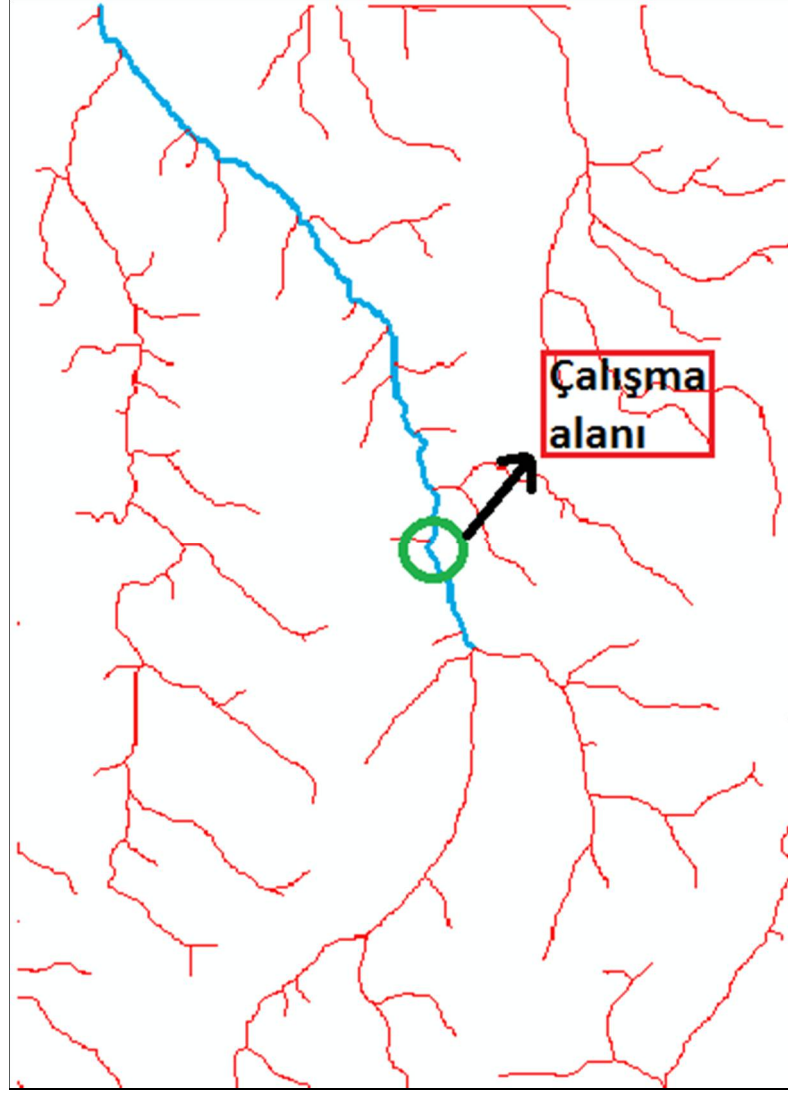
Şekil 4. 3. Havzanın bakı haritası

“Flow Accumulation” komutu ile bir hücrenin su toplama alanında yer alan hücre sayısı hesaplanarak alanı ve nehir kolları belirlenmeye başlanmıştır.

Bağıl dereleri tanımlamak için “Spatial Analyst Tool”dan “Conditional” seçeneğinin, “Con” komutu seçilip uygulanmıştır.

“Hydrology - Stream Order” komutuyla havza akış sırası tanımlanmıştır.

“Stream to Feature” komutuyla akış sırası tanımlanan akımların özellikleri belirlenmiştir. Gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra akarsuyun anadere ve yan kolları elde edilmiştir. Mavi ile görünen anadere, kırmızı ile görünenler yan kollarıdır. (Şekil 4.4).

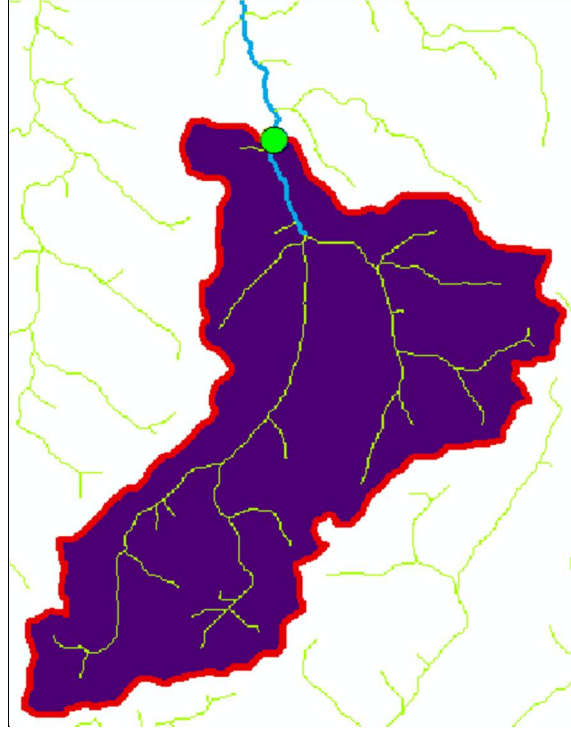


Şekil 4. 4. Akarsu anadere ve yan kolları

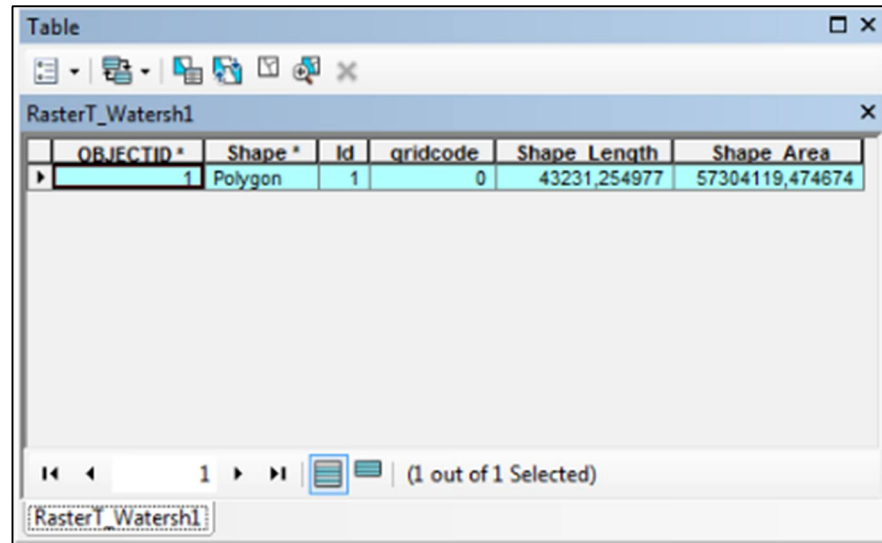
Havza parametrelerini elde etmek için “Editor” aracı ile akarsuda önceden belirlediğimiz referans noktası olan köprünün bulunduğu koordinata bir Akım Gözlem İstasyonu (AGİ) tanımlanmıştır.

“Snap Pour Point” komutu ile çalışma alanındaki en yüksek akış birikim hücreleri tanımlanmıştır.

Önceden referans noktası olarak seçtiğimiz köprüde tanımlanan AGİ nokta verisi, “Raster” veriye dönüştürülerek AGİ’ye kadar olan su toplama havzası belirlenmiş (Şekil 4.5) ve havzanın hidrolojik parametreleri elde edilmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4. 5. Köprü kesiti için su toplama havzası



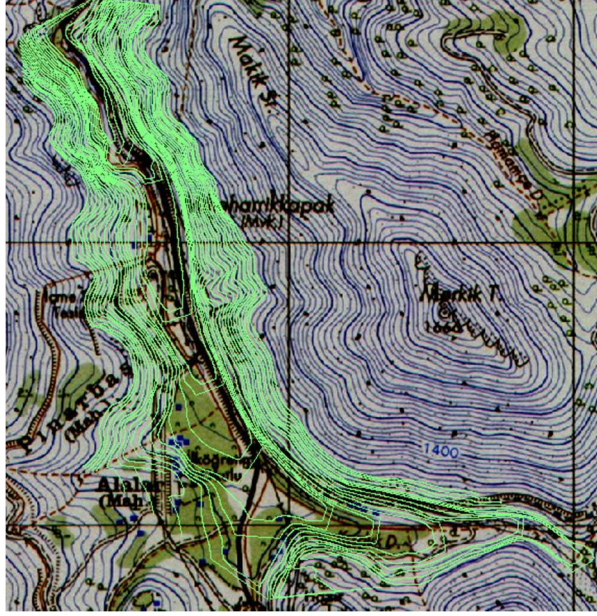
OBJECTID*	Shape*	Id	gridcode	Shape Length	Shape Area
1	Polygon	1	0	43231,254977	57304119,474674

Şekil 4. 6. Havzanın hidrolojik parametreleri

Şekil 4.10’da görüldüğü üzere, Şekil 4.9’da gösterilen çalışma havzasının çevre uzunluğu 43.2 km, havzanın drenaj alanı 57.3 km² olarak hesaplanmıştır.

4.2. 1/25000 Ölçekli Haritanın Sayısallaştırılması ve İşlenmesi

Harita Genel Komutanlığı tarafından hazırlanmış olan, bölgeye ait 1/25000 ölçekli raster harita, NetCAD programında “NetSurf, NetPro, Rasvek ve NetHesap” modülleri kullanılarak sayısallaştırılmış ve bölgenin eşyüksekti eğrileri tanımlanmıştır (Şekil 4.11).



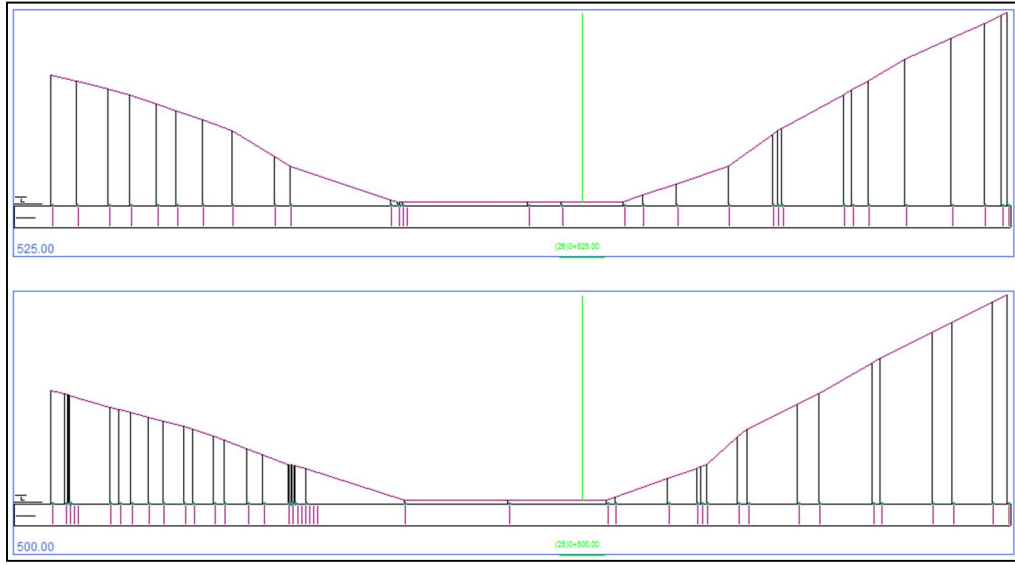
Şekil 4. 3. Çalışma alanına ait 1/25000 ölçekli haritanın sayısallaştırılması

Sayısallaştırılan bu haritada dere yatağı tanımlanmış, dere yatağında enkesitler tanımlanmış ve çalışma bölgesi uydu görüntüsüyle beraber Şekil 4.12’te gösterilmiştir. Kapalı daire içerisine alınan alan, olası taşkınlardan korunması gereken kaptaj tesisi alanıdır.



Şekil 4. 4. Dere yatağında tanımlanan enkesitler ve bölgenin uydu görüntüsü

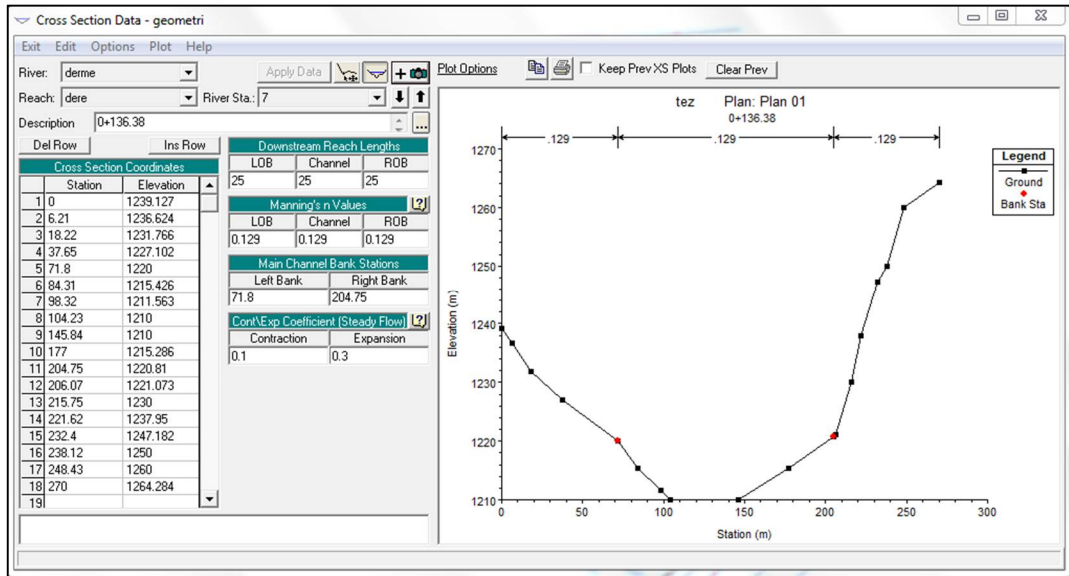
NetCAD programında tanımlanan enkesitler, analizler sonucu çıkarılmış ve raporlanmıştır. Şekil 4.13'te çıkarılan enkesitlerin örnekleri görülmektedir.



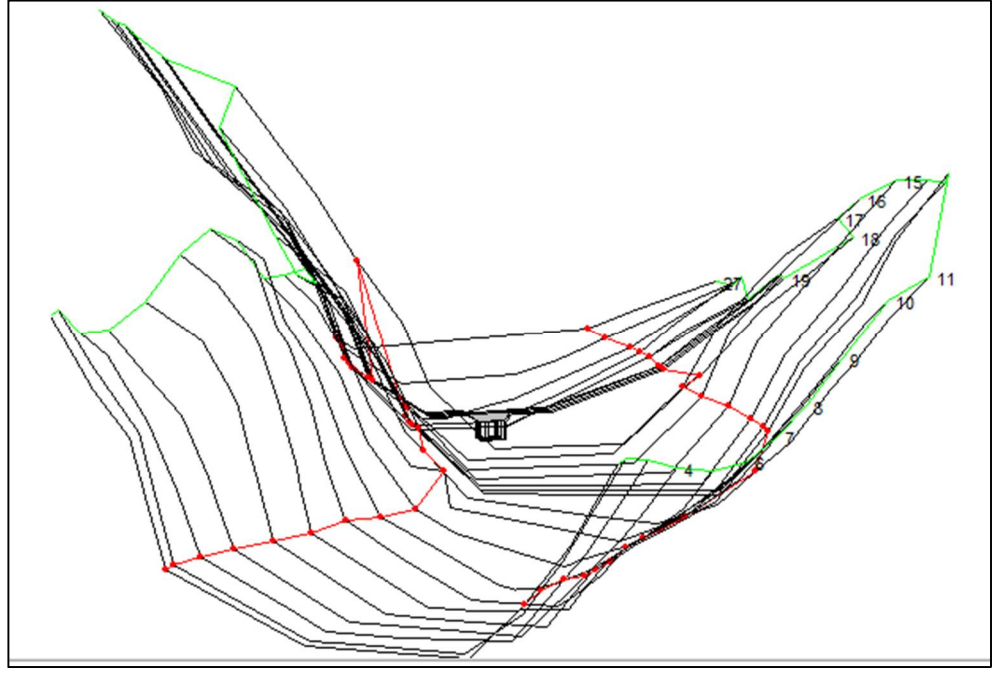
Şekil 4. 5. Çıkarılmış enkesit örnekleri (0+100 km, 0+125 km)

4.3. HEC-RAS Analizleri

NetCAD Programı ile çıkarılan bu enkesitlerin, enkesit raporlarından alınan değerleri HEC-RAS programına girilip her bir enkesit programa tanımlanmış (Şekil 4.14) ve dere yatağının 3 boyutlu modeli çıkarılmıştır (Şekil 4.15). Önceden referans nokta olarak belirlediğimiz köprünün de, yerinde ölçüleri alınarak HEC-RAS programında modellenmiştir (Şekil 4.16).



Şekil 4. 6. HEC-RAS programına kesitlerin tanımlanması



Şekil 4. 7. Dere yatağının 3 boyutlu modeli

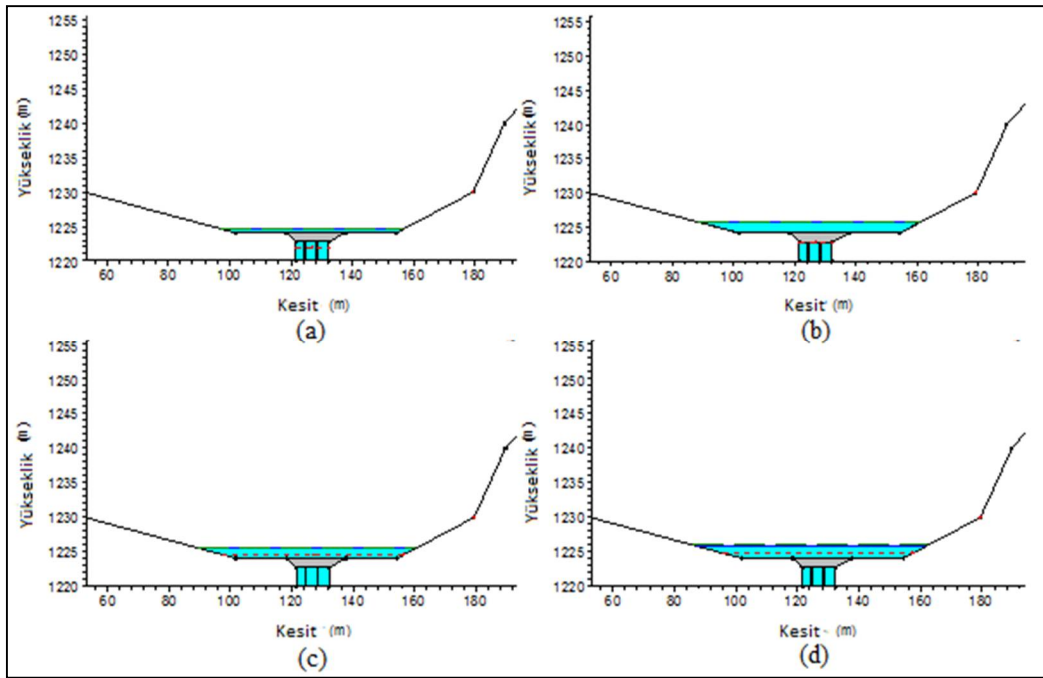


Şekil 4. 8. En kritik kesit olarak belirlediğimiz köprü

Yerinde yapılan ölçümlere göre Şekil 4.18’de gösterilen bu köprünün, 10.7 m açıklığında ve 5 m genişliğinde, taşıyıcı kiriş altından talvege kadar 3.4 m yüksekliğinde ve 2 adet orta ayaklı olduğu belirlenmiştir. Bu boyutlardaki bir köprü modeli, yukarıda HEC-RAS programına bir kesit olarak tanımlanmıştır.

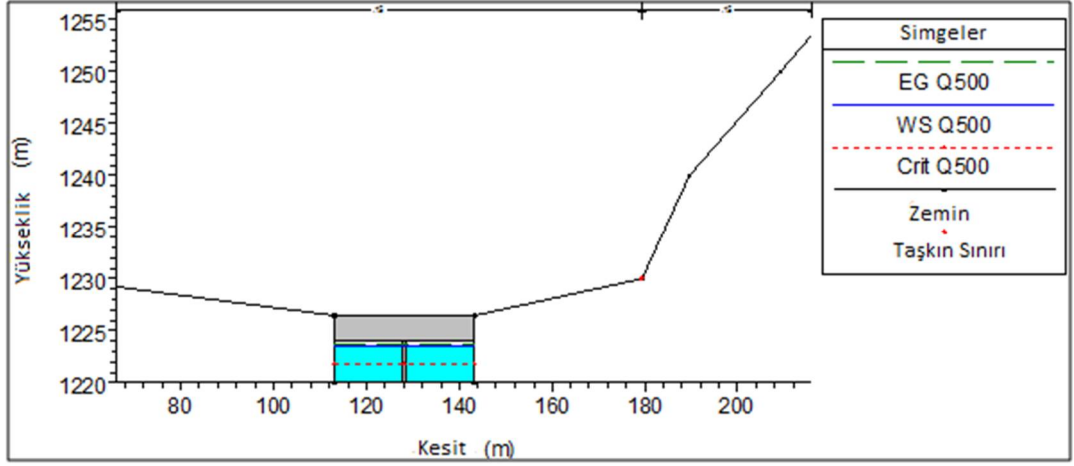
DSİ 9. Bölge Müdürlüğü Malatya Derme deresi 16 Mayıs 1991 Taşkınına Ait Envanter Raporu'ndan elde edilen, "Mockus" yöntemiyle hesaplanmış yinelemeli taşkın debilerinden, sırasıyla Q_{10} , Q_{50} , Q_{100} , Q_{500} debileri, HEC-RAS programına tanıtılıp analiz yaptırılmış ve taşkın su yüzü seviyeleri elde edilmiştir.

Şekil 4.17 incelendiğinde Malatya içme suyu kaynağının bulunduğu kaptaj tesislerin ulaşımın sağlandığı yolun Derme deresi ile kesiştiği noktada mevcut bulunan köprünün kesitinin yetersiz olduğu görülmektedir. Q_{10} taşkın debisi bile bu kesitten geçememektedir. Yerinde yapılan gözlemlerde bu tesisin fiziki durumunun da uygun görünmediği ve ayaklarında oyulmalar meydana geldiği tespit edilmiştir.



Şekil 4. 9. Sırasıyla Q_{10} (a), Q_{50} (b), Q_{100} (c), Q_{500} (d) debileri için mevcut köprüde oluşan taşkın seviyeleri

Yapılan bu taşkın ön değerlendirme çalışmalarında mevcut köprünün yıkılıp yerine 30 m uzunluğunda, 7 m genişliğinde, kiriş altı yüksekliği 4 m, tek orta ayaklı bir köprü inşa edilmesi durumunda, Q_{500} debisinin rahatlıkla geçebileceği tespit edilmiştir. Şekil 4.18'de Q_{500} taşkın debisi için toplam enerji yüksekliği seviyesinin de köprü altı kirişin altında kaldığı görülmektedir.



Şekil 4. 10. Önerilen köprüde Q_{500} debisi gelmesi durumu

4.4. HEC-RAS Analizleri Sonuçları

Yapılan analizler sonucu, HEC-RAS yazılımıyla taşkın tekerrür debileri için maksimum su yükseklikleri sırasıyla; Q_{10} için 4.8 m, Q_{25} için 5.33 m, Q_{50} için 5.72 m, Q_{100} için 5.81 m, Q_{500} için 7.12 m olacağı tespit edilmiştir.

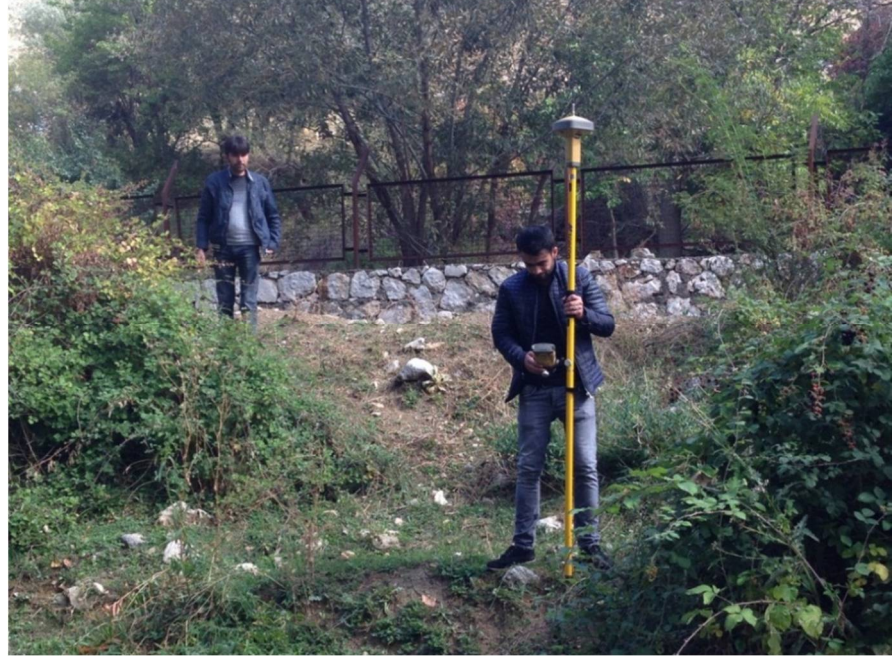
Yapılan bu taşkın öndeğerlendirme çalışmasında Malatya içme suyu kaynağı kaptaj tesislerine Derme deresi geçişinin sağlandığı 10.7 m uzunluğunda, 5 m genişliğinde, 3.4 m kiriş altı yüksekliğinde ve 2 adet orta ayağı bulunan mevcut köprü'nün, Derme Deresi'nde en kritik kesit olduğu belirlenmiştir. Q_{10} , Q_{50} , Q_{100} , Q_{500} debileri için taşkın analizleri HEC-RAS yazılımı yardımıyla yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar; hem köprü'nün yüksekliğinin az olması hem de dere kesitinin yetersiz olması nedeniyle taşkın riski olduğunu göstermiştir. Mevcut durumda köprüden Q_{10} taşkın debisi bile geçememektedir. Ayrıca yerinde yapılan incelemelerde köprü ayaklarından birinin, temelinde oyulmalar meydana geldiği tespit edilmiştir.

Mevcut köprü'nün yerine çeşitli boyutlarda köprüler modellenmiş ve en uygun boyutlardaki köprü'nün; 30 m uzunluğunda, 7 m genişliğinde, kiriş altı yüksekliği 4 m, tek orta ayaklı boyutlarında olduğu tespit edilmiştir. Bu boyutlarda modellenen bir köprü'nün, Q_{500} taşkın debisini dahi rahatlıkla karşılayabileceği anlaşılmıştır.

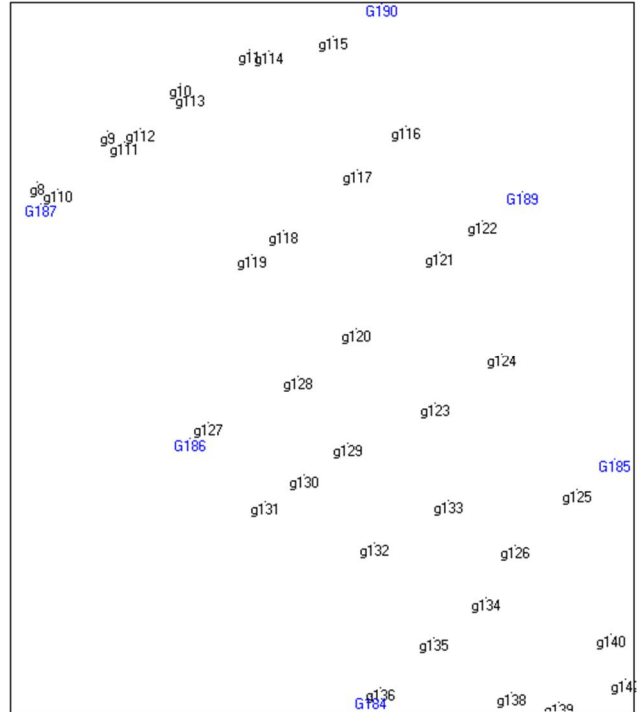
4.5. Arazi Ölçümleri

Yapılan taşkın ön değerlendirme çalışmaları tamamlandıktan sonra, bölgenin taşkın risk haritalarını belirlemek üzere, çalışma bölgesinde dere yatağının kesitlerini

çıkarmak için, "CORS" isimli cihazla X,Y koordinatlarında ve Z kotunda noktasal ölçümler alınmış (Şekil 4.19) ve alınan bu noktalar, dere kesitlerinin çıkarılması amacıyla cihazdan Net-CAD programına aktarılmıştır (Şekil 4.20).



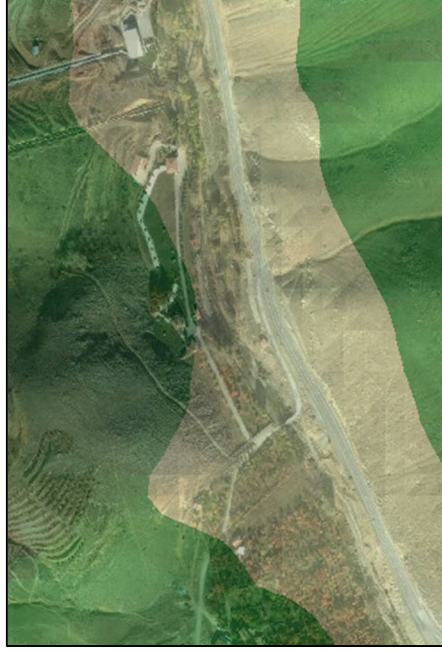
Şekil 4. 11. CORS cihazı ile arazide noktasal ölçümlerin alınması



Şekil 4. 12. CORS cihazıyla alınan noktasal ölçümlerin Net-CAD programına aktarılarak kesitlerin belirlenmesi

4.6. HEC-GeoRAS Analizleri

ArcGIS programıyla, DEM haritası üzerinde gerekli dönüşümler uygulanarak, çalışma alanına ait Düzensiz Üçgen Ağı yani TIN (Triangulated Irregular Network) haritası elde edilmiş ve uydu görüntüsüyle karşılaştırılarak TIN haritasının doğruluğu teyit edilmiştir (Şekil 4.21). Bu aşamadan sonra ağırlıklı olarak, ArcGIS ile HEC-RAS programları arasında bir köprü görevi gören ve ArcGIS programının bir yan modülü olan HEC-GeoRAS modülü ile çalışılacaktır.



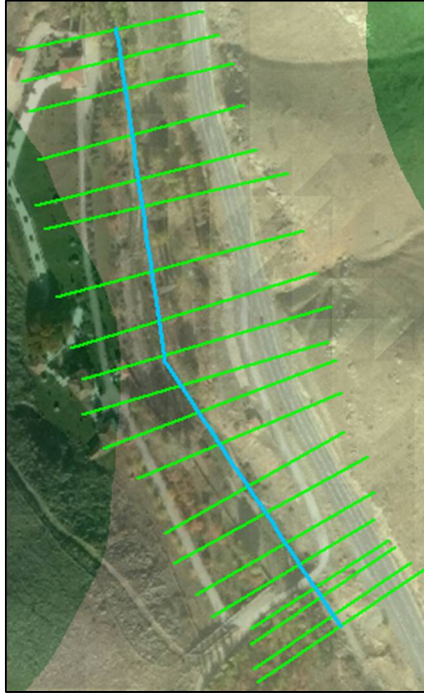
Şekil 4. 13. Çalışma alanına ait TIN haritası

HEC-GeoRAS modülünün “RAS Geometry” seçeneğinin “Create RAS Layers” kısmındaki, “Stream Centerline” ve “Bank Line” komutlarıyla akarsu güzergahı ve yamaçlar, katman olarak tanımlanmış ve 3 boyutlu hale getirilmiştir (Şekil 4.22).



Şekil 4. 14. Akarsu güzergâhının katman olarak tanımlanması

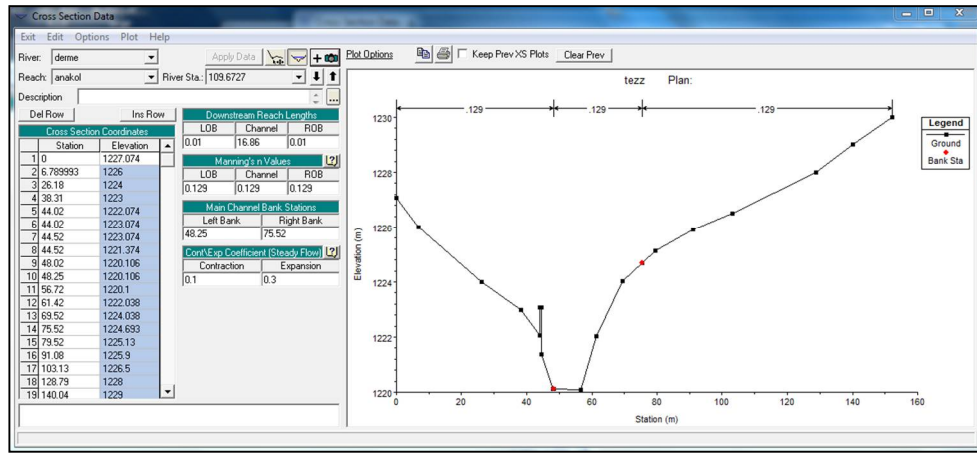
“RAS Geometry” seçeneğinin “Create RAS Layers” kısmındaki “XS Cut Line” komutuyla dere üzerinde kesitler tanımlanmış ve 3 boyutlu hale getirilmiştir (Şekil 4.23).



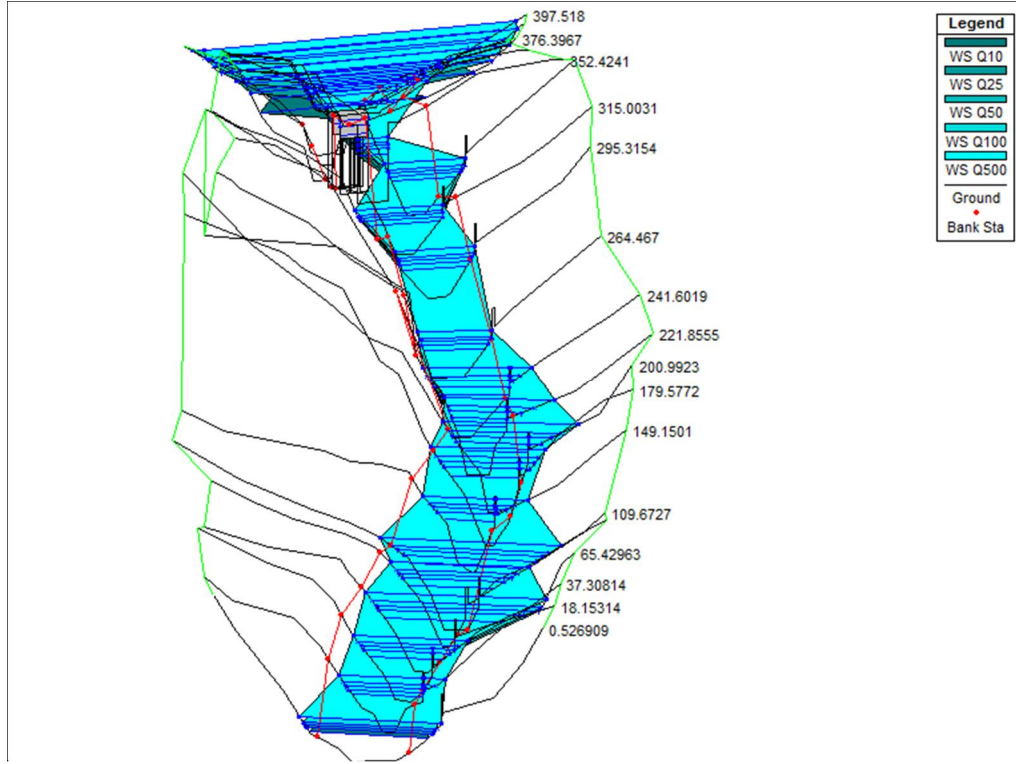
Şekil 4. 15. Akarsuda kesitlerin tanımlanması

“RAS Geomertry” seçeneğinden “Export RAS Data” komutu ile, tanımlanan kesitlerin arazide yapılan gerçek ölçümlere göre HEC-RAS programı yardımıyla düzenlenmesi için dışarıya aktarılmıştır.

HEC-RAS programına, Hec-GeoRAS ile dışa aktarılan dosya çağırılarak her bir kesit üzerinde, arazinin gerçek ölçülerine uygun olacak şekilde gerekli düzenlemeler yapılmıştır (Şekil 4.24). Dere yatağının 3 boyutlu modeli çıkarılarak, önceden elde edilen Q_{10} , Q_{25} , Q_{50} , Q_{100} , Q_{500} taşkın tekerrür debileri HEC-RAS programına girilerek analizler yaptırılmış ve taşkın su yüzü kotları elde edilmiştir (Şekil 4.25).



Şekil 4. 16. Dere kesitlerinin arazi ölçümlerine göre uyarlanması



Şekil 4. 17. Çalışma alanına ait Taşkın debileri analizi sonrası 3 boyutlu dere kesiti durumu

HEC-RAS'ta "File" seçeneğinin "Export GIS Data" komutu ile yapılan hesaplamalar, HEC-GeoRAS'ta taşkın alanı ve taşkın derinliklerini belirlemek üzere dışarıya aktarılmıştır.

HEC-RAS'tan dışa aktarılan dosyanın ArcGIS ortamına uyumlu çalışabilmesi için, HEC-GeoRAS modülünde "Import RAS Sdf File" komutuyla gerekli dönüşümler yapılarak çalışma dosyası, ArcGIS ortamına çağırılmıştır.

RAS Mapping → Inundation Mapping → Water Surface Generation komutu, seçilen profil için su yüzeyi kotlarını içeren bir alan oluşturur. Bu aşamada elde edilen TIN haritası, poligonun dış noktalarını birbirlerine bağlayarak bu alanı belirlenmiştir.

RAS Mapping → Inundation Mapping → Floodplain Delineation komutu ile sırasıyla Q_{10} , Q_{25} , Q_{50} , Q_{100} ve Q_{500} taşkın tekerrür debileri durumu için, su altında kalacak alanlar ve su derinlikleri belirlenmiştir. Belirlenen bu değerler sırasıyla Q_{10} , Q_{25} , Q_{50} , Q_{100} ve Q_{500} taşkın tekerrür debileri için aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir.

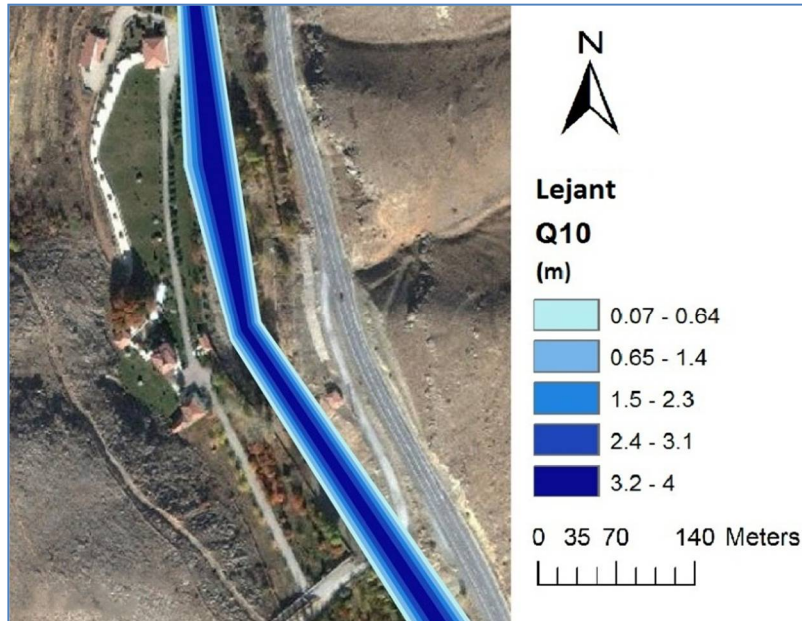
4.7. HEC-GeoRAS Analizleri Sonuçları

Q_{10} taşkın tekerrür debisi için taşkın risk sınır alanı 10555.6 m^2 ve taşkın çevresi 850 m 'dir (Şekil 4.26).



Şekil 4. 18. Q_{10} taşkın tekerrür debisi için taşkın alanı

4 m'ye kadar yükselen, Q_{10} taşkın tekerrür debisi için su derinlikleri Şekil 4.27'da gösterilmiştir.



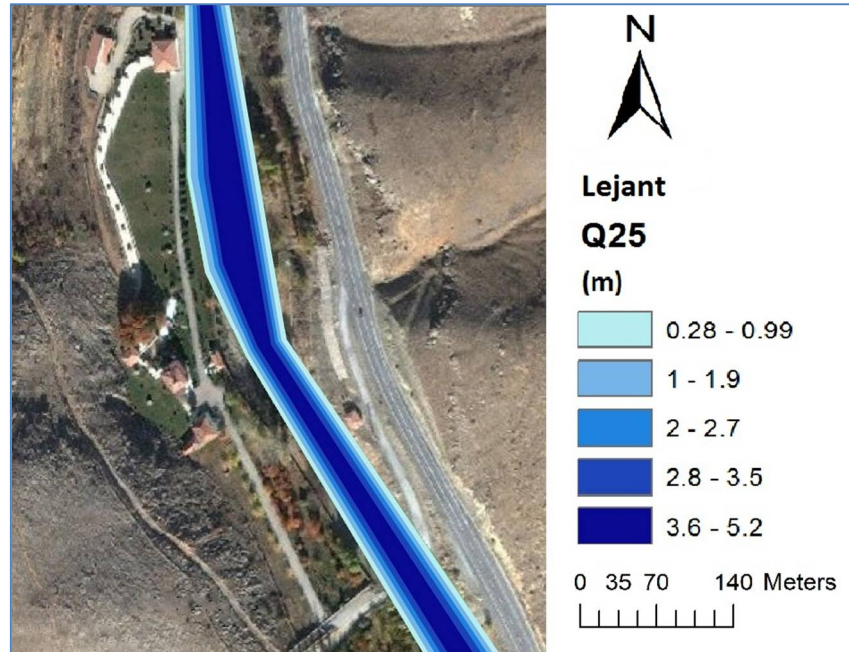
Şekil 4. 19. Q_{10} taşkın tekerrür debisi için su derinlikleri

Q_{25} taşkın tekerrür debisi için taşkın risk sınır alanı 13317.4 m² ve taşkın çevresi 859.4 m'dir (Şekil 4.28).



Şekil 4. 20. Q_{25} taşkın tekerrür debisi için taşkın alanı

5.2 m'ye kadar yükselen, Q_{25} taşkın tekerrür debisi için taşkın derinlikleri Şekil 4.29'de gösterilmiştir.



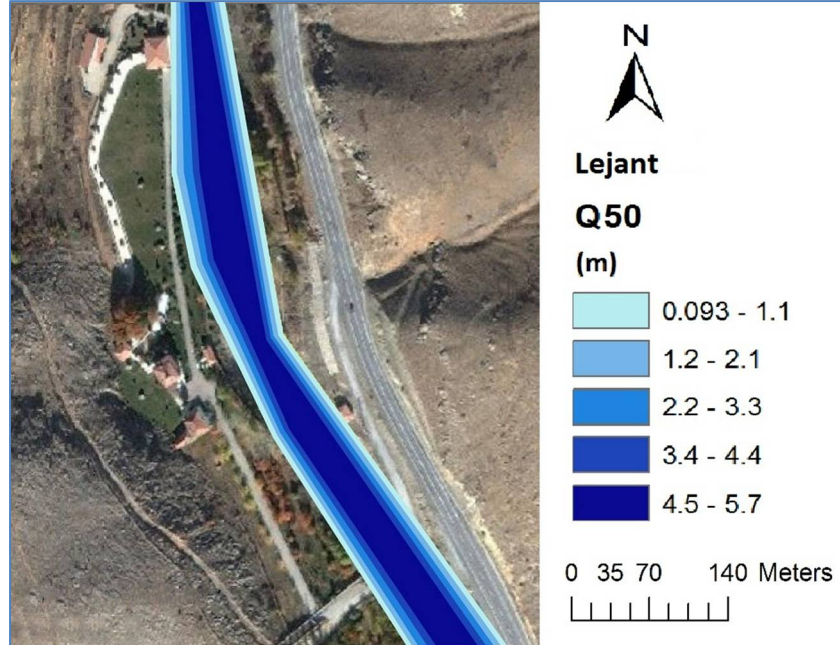
Şekil 4. 21. Q_{25} taşkın tekerrür debisi için su derinlikleri

Q_{50} taşkın tekerrür debisi için taşkın risk sınır alanı 16591.24 m² ve taşkın çevresi 872.96 m'dir (Şekil 4.30).



Şekil 4. 22. Q_{50} taşkın tekerrür debisi için taşkın alanı

5.7 m'ye kadar yükselen, Q_{50} taşkın tekerrür debisi için taşkın derinlikleri Şekil 4.31'de gösterilmiştir.



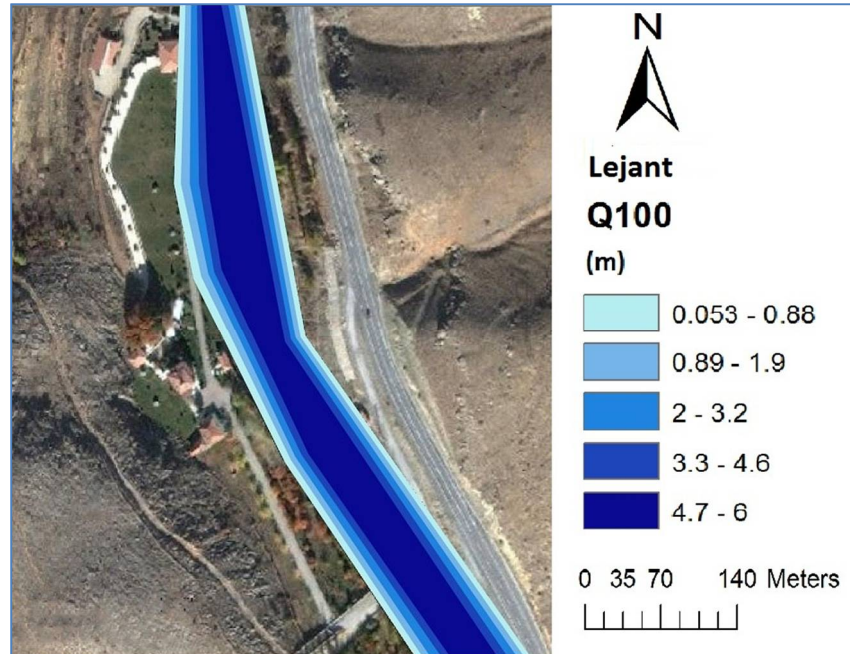
Şekil 4. 23. Q_{50} taşkın tekerrür debisi için su derinlikleri

Q_{100} taşkın tekerrür debisi için taşkın risk sınır alanı 20586.6 m² ve taşkın çevresi 888.98 m'dir (Şekil 4.32).



Şekil 4. 24. Q_{100} taşkın tekerrür debisi için taşkın alanı

6 m'ye kadar yükselen, Q_{100} taşkın tekerrür debisi için taşkın derinlikleri Şekil 4.33'te gösterilmiştir.



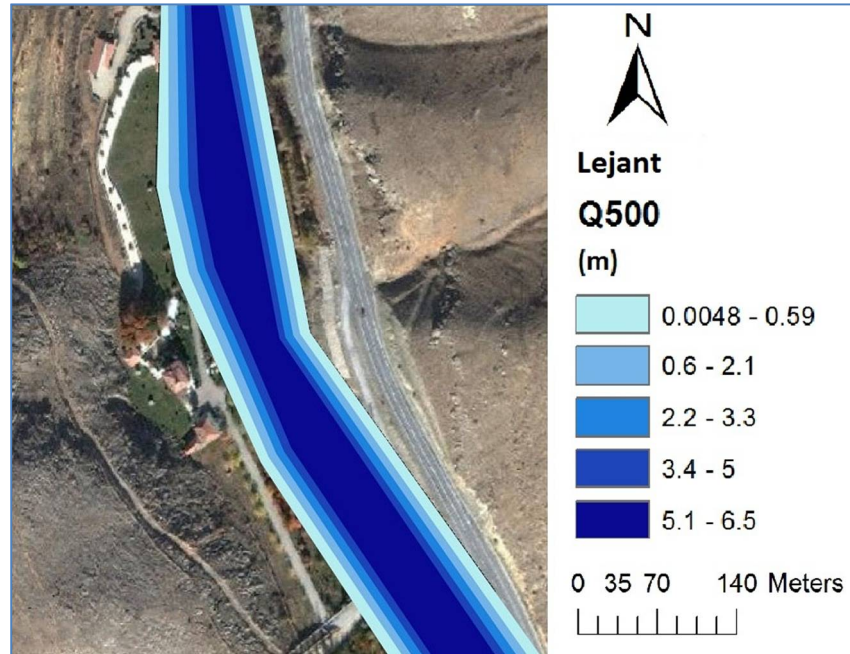
Şekil 4. 25. Q_{100} taşkın tekerrür debisi için su derinlikleri

Q_{500} taşkın tekerrür debisi için taşkın risk sınır alanı 26031.87 m² ve taşkın çevresi 916.8 m'dir (Şekil 4.34).



Şekil 4. 26. Q_{500} taşkın tekerrür debisi için taşkın alanı

6.5 m'ye kadar yükselen, Q_{500} taşkın tekerrür debisi için taşkın derinlikleri Şekil 4.35'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 27. Q_{500} taşkın tekerrür debisi için su derinlikleri

Hem 1/25000 ölçekli haritanın sayısallaştırılması durumu için hem de araziden alınan ölçümler durumu için yapılan taşkın analizleri sonrası elde edilen su yükseklikleri, taşkın tekerrür debilerine göre Çizelge 4.1’de gösterildiği gibidir.

Çizelge 4.4. Taşkın derinliklerinin karşılaştırılması.

	Sayısallaştırılmış Harita Durumu (m)	Arazi Ölçümleri Durumu (m)
Q ₁₀	4.8	4
Q ₂₅	5.33	5.2
Q ₅₀	5.72	5.7
Q ₁₀₀	5.81	6
Q ₅₀₀	7.12	6.5

Görüldüğü gibi her iki durum için de taşkın yükseklikleri hemen hemen aynı değerler çıkmıştır. Bu durum da bize, yapılan çalışmaların doğruluğunu göstermektedir.

5. SONUÇLAR

- Çalışma alanı boyunca akarsuyun pürüzlülük katsayısı Cowan yöntemi yardımıyla 0.129 olarak tahmin edilmiş, harmonik eğimi sentetik birim hidrograf yöntemiyle 0.0041 olarak hesaplanmıştır.
- Kaptaj tesisinin hemen membaında bulunan köprünün, 10.7 m açıklığında ve 5 m genişliğinde, taşıyıcı kiriş altından talvege kadar 3.4 m yüksekliğinde ve 2 adet orta ayaklı olduğu belirlenmiştir.
- Derme Deresinin, referans noktası olarak seçilen köprüye kadar olan havza alanı 57.3 km² ve çevre uzunluğu 43.2 km olarak hesaplanmıştır.
- Taşkın öndeğerlendirme çalışmalarına göre yapılan taşkın analizleri sonucu maksimum su yükseklikleri; Q10 için 4.8 m, Q25 için 5.33 m, Q50 için 5.72 m, Q100 için 5.81 m, Q500 için 7.12 m olarak ölçülmüştür. Aynı değerler HEC-Georas ile yapılan taşkın analizleri sonucu; Q10 için 4 m, Q25 için 5.2 m, Q50 için 5.7 m, Q100 için 6 m, Q500 için 6.5 m olarak ölçülmüştür.
- Taşkın öndeğerlendirme çalışmaları incelendiğinde mevcut köprü kesitinin, Q10, Q50, Q100, Q500 taşkın tekerrür debilerini karşılayamadığı gözlemlenmiştir. Bu taşkın durumlarında kaptajın hemen membaında bulunan köprünün, kaptaj için büyük bir tehdit olduğu düşünülmektedir. Olası bir taşkın durumunda Derme deresinin sahilinde bulunan kaptaj bölgesinin, köprünün yetersiz kesitinden kaynaklı su kabarmasından dolayı sular altında kalacağı, içme suyu tesisinin zarar görebileceği ve rüsubatla dolacağı, bu rüsubatın da içme suyu şebekesine karışıp su kalitesini düşüreceği, yer yer şebeke boruları içerisinde tıkanmalara neden olacağı ve şebekeye uzun süre su verilememe riskinin bulunduğu tahmin edilmektedir. Bu tür zararların önüne geçmek için mevcut köprünün yıkılıp yerine daha geniş açıklığa sahip bir köprü inşa edilmesi gerektiği düşünülmüş ve bu çalışmada önerilen bir köprü kesiti için Hec-RAS yazılımı ile taşkın analizi yapılmıştır. Mevcut köprünün yıkılıp yerine 30 m uzunluğunda, 7 m açıklığında, 4 m kiriş altı yüksekliğine sahip ve tek orta ayaklı, bir köprü inşa edilmesi durumunda, Q₅₀₀ debisinin rahatlıkla geçebileceği tespit edilmiştir ve bu ölçülerde bir köprü inşa edilmesi önerilmektedir.

- Arazide alınan ölçümlerle düzenlenen topoğrafya durumunda, yapılan taşkın analizleri sonucu Q500 taşkın tekerrür debisi gelmesi halinde suyun 6.5 m'ye kadar yükseldiği tespit edilmiş, suyun kaptaj tesisinin içlerine kadar yayıldığı gözlemlenmiştir. Olası bir taşkın durumunda kaptaj tesisinin çok büyük maddi hasara uğrayabileceği tahmin edilmektedir. Olası taşkın zararlarının önüne geçebilmek için; pik debiye ulaşma zamanını artırmak amacıyla, kesitlerin genişletilmek üzere yeniden düzenlenmesi ya da taban pürüzlülük katsayısını azaltmak amacıyla daha pürüzsüz taban malzemesi ile kaplanması gibi dere ıslah çalışmalarından en uygun olanı, yerinde yapılacak etüt çalışmaları sonrası tespit edilip uygulanması önerilmektedir.

6. KAYNAKLAR

Aggett, G.R., Wilson, J.P., “Creating and Coupling a High-Resolution DTM with a 1-D Hydraulic Model in a GIS for Scenario-Based Assessment of Avulsion Hazard in a Gravel-Bed River”, *Geomorphology*, 113: 21-34 (2009).

Akar, I., Maktav, D., Kalkan, K., Ozdemir, Y., “Determination of Land Use Effects on Flood Risk by Using Integration of GIS and Remote Sensing”, *RAST 2009: Proceedings of the 4th International Conference on Recent Advances In Space Technologies*, 23-26 (2009).

Akyol, O., Düşük Maliyetli Lazer Tarayıcı Sistemi Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2011.

Alho, P., Roberts, M.J., Kayhko, J., “Estimating the Inundation Area of a Massive, Hypothetical Jokulhlaup From Northwest Vatnajökull, Iceland”, *Natural Hazards*, 41 (1): 21-42 (2007).

Anonim, 2000. Hydrologic Engineering Center HEC-GeoRAS Users Manual, U.S. Army Corps of Engineers (USACE), Davis, California.

Anonim, 2001. Hydrologic Engineering Center HEC-RAS River Analysis System Users Manual, U.S. Army Corps of Engineers (USACE), Davis; California.

Azagra, E., Olivera, F., Maidment, D., “Floodplain Visualization Using TINs”, *CWR Online Report 99-5*, The University of Texas, 7-14, 23-53 (1999).

Bonhoure, B., Boulanger, C., and Legenne, J., (2009). GPS-GIOVE Mixed PVT Experimentation, ION GNSS 2009, Galileo Signal Structure Gps-Galileo Interoperability and PPP and Network-Based RTK-2 Sessions, Savannah, Georgia, USA, September 22-25.

Blue Marble Geographics (2013). Global Mapper, Getting Started Guide. Adres: <http://www.bluemarblegeo.com/knowledgebase/globalmapper/GM_Getting_Started_Guide_v15.pdf>

Baga, İ., Usul, N., Sorman, Ü., “Application of MIKE 11 Model on Çayboğazı Basin in Turkey”, *DHI Third User Conference*, Denmark, 14 (1999).

Bağdatlı, M. C., “Tekirdağ İli Marmara Kıyı Havza Karakteristikleri ve Taşkın Risk Faktörlerinin Belirlenerek Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Veri Tabanının Oluşturulması”, Doktora Tezi, **Biyosistem Mühendisliği Ababilim Dalı**, Tekirdağ, (2013).

Balabanova, S., Koshinchanov, G., Dimitrov, D., “GIS Tools and Hydraulic Modeling Usage in Flood Simulation Via DHI Mike 11 Platform (On the Example of Novi Iskar Area)”, **Edirne Taşkın Konferansı**, 143-152 (2008).

Batur, E., “Uzaktan Algılama ve CBS Entegrasyonu İle Taşkın Alanlarının Belirlenmesi: Meriç Nehri Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, **Hava Harp Okulu, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü**, İstanbul, (2011).

Bayazıt, Y., Bakış, R., Koç, C., Kaya, T., “Porsuk Çayının Eskişehir İli Taşkın Haritalarının Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Oluşturulması”, **Uluslararası Katılımlı 4. Ulusal Baraj Güvenliği Sempozyumu**, Elazığ, 731-737 (2014).

Bulu, A., Yılmaz, E., "Serbest Yüzeyle Akımlarda Pürüzlülük Katsayısının Belirlenmesi" Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi, 2002, Sayı 420-421-422. 79-81.

Büyükkaracıoğlu N., “Taşkın Frekans Analizinde Kullanılan Değişik Dağılımların Konya Havzası Yıllık Pik Akım Serilerine Uygulanıp Karşılaştırması”, Yüksek Lisans Tezi, **Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, Konya, 3,9 (1997).

Casas, A., Benito, G., Thorndycraft, V.R., Rico, M., “The Topographic Data Source of Digital Terrain Models as a Key Element in the Accuracy of Hydraulic Flood Modelling”, **Earth Surface Processes and Landforms**, 31 (4): 444-456 (2006).

CBS (2004). İşlem Coğrafi Bilgi Sistemleri Eğitim Birimi, “ArcGIS 9 Uygulama Dokümanı”, **İşlem Şirketler Grubu**, Ankara, 32 (2004).

Civelek, C., “Taşkın Kontrolünde Tasarım Debinin Ekonomik Kriterlere Göre Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, Manisa, (2013).

Cowan, W.L. 1956 “Estimating hydraulic roughness coefficients: Agricultural Engineering” 377,p. 473–475

Cook, A., Merwade, V., “Effect of Topographic Data, Geometric Configuration and Modeling Approach on Flood Inundation Mapping”, *Journal of Hydrology*, 377: 131–142 (2009).

Correia, N.F., Saraiva, M.G., Silva, N.F., Ramos I. “Floodplain Management in Urban Developing Areas: Part II. GIS-Based Flood Analysis and Urban Growth Modelling” *Water Resources Management*, (13): 23-37 (1999).

Dingguo, M.A., Jie, C., Zhang, W.J., Zhang, W.J., Zheng, L., Liu, Y., “Farmers' Vulnerability to Flood Risk: A Case Study in the Poyang Lake Region”, *Journal of Geographical Sciences*, 17 (3): 269-284 (2007).

Doğanoğlu, V.İ., “Coupling of GIS With a Hydraulic Model for Flood Inundation Mapping”, Yüksek Lisans Tezi, *Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 46-58 (2000).

DSİ (1991). DSİ 9. Bölge Müdürlüğü Malatya Derme deresi 16 Mayıs 1991 Taşkınına Ait Envanter Raporu (Yayınlanmamış).

Duran, C., Daban, F., “Hava LIDAR (Light Detection And Ranging) Verilerin Jeomorfolojik Ve Ekolojik Ortam Analizlerinde Kullanım Olanakları”, *Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, KTÜ, Trabzon, 1, 2 (2007).

Dursun, Ö., (2008). “Elazığ ili Arıcak ilçesinde 1991 yılında meydana gelen taşkın olayının incelenmesi.”, *5. Dünya Su Formu Bölgesel Hazırlık Süreci Türkiye Bölgesel Su Toplantıları*, 24-25 Temmuz, Samsun.

Ecer, R. Yenigün, K., (2007). Gap Bölgesinde Kentsel Altyapının Bir Taşkın Örneğinde İrdelenmesi; Nedenler ve Öneriler, s.186, TMMOB Afet Sempozyumu, 5-7 Aralık, Ankara.

Gutry-Korycka, M., Magnuszewski, A., Suchozbrski, J., Jaworski, W., Marcinkowski, M., Szydłowski, M., “Numerical Estimation of Flood Zones in the

Vistula River Valley, Warsaw, Poland”, *Climate Variability and Change - Hydrological Impacts, IAHS Publication*, 308: 191-195 (2006).

Hardmeyer, K., Spencer, M.A., “Using Risk-Based Analysis and Geographic Information Systems to Assess Flooding Problems in an Urban Watershed in Rhode Island”, *Environ Manage*, 39: 563-574 (2007).

Ismael, P., “Büyük Zap Suyu Havzası'nın Hidrolojik Özelliklerinin CBS ile belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Gaziantep, (2013).

Kaya, Ç. M., “Giresun Pazarsuyu Örneğinde, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Entegrasyonu İle Taşkın Risk Haritalarının Üretilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon, (2012).

Kaleyci, H., “Değirmendere Havzası’nda Taşkın Frekans Analizi ve Taşkın Sularının Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon, 38, 39 (2004).

Kılınç, İ., Şahin, V., “İstanbul’daki Kurbağalı Dere’nin Taşkın Sahasını Belirlemede HEC-RAS Kullanılması”, *I. Ulusal Taşkın Sempozyumu*, Ankara, 317-325 (2005).

Knebl, M.R., Yang, Z.L., Hutchison, K., Maidment, D.R., “Regional Scale Flood Modeling Using NEXRAD Rainfall, GIS, and HEC-HMS/RAS: A Case Study for The San Antonio River Basin Summer 2002 Storm Event”, *Journal of Environmental Management*, 75 (4): 325-336 (2004).

Kutoğlu, H. Y. (2006). Taşkınlar Hidrolojisi, Meteoroloji Mühendisleri Odası, Dünya Meteoroloji Günü, 21-23 Mart, Ankara.

Lastra, J., Fernandez, E., Diez-Herrero, A., Marquinez, J., “Flood Hazard Delineation Combining Geomorphological and Hydrological Methods: An Example in the Northern Iberian Peninsula”, *Natural Hazards*, 45: 277-293 (2008).

Machado, M.S., Ahmad, S., “Flood Hazard Assessment of Atrato River in Colombia”, *Water Resources Management*, 21 (3): 591-609 (2006).

McLin, S.G., Springer, E.P., Lane, L.J., “Predicting Floodplain Boundary Changes Following the Cerro Grande Wildfire”, *Hydrological Processes*, 15: 2967–2980 (2001).

Onuşluel, G. (2005). “Floodplain Management Based On The HEC-RAS Modeling System”, Doktora Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, 6 (2005).

Onuşluel Gül G. Gül A., (2010). İzmir Bostanlı Havzası İçin Taşkın Alanlarının Hec-HMS ve Hec-RAS Modelleri ile Belirlenmesi, II. Ulusal Taşkın Sempozyumu, 267-274, Afyonkarahisar, 22-24 Mart 2010.

Onüçyıldız, M., “Türkiye Akarsularında Taşkın Debilerinin Belirlenmesi”, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 13-20 (1999).

Oral, V., Koike, K., Yenigün, O., “Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Bartın ve Silifke-Göksu Nehri Havzaları’nda Görülen Taşkınların Analizi için Kullanımı”, *I. Ulusal Taşkın Sempozyumu*, Ankara, 345-353 (2005).

Overton I.C., “Modelling Floodplain Inundation on a Regulated River: Integrating GIS, Remote Sensing and Hydrological Models”, *River Research and Applications*, 21 (9): 991 1001 (2005).

Özcan, O., “Sakarya Nehri Alt Havzası’nın Taşkın Riski Analizinin Uzaktan Algılama ve CBS İle Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü*, İstanbul, (2008).

Özdemir, H., “Havran Çayı Havzası’nın (Balıkesir) CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Taşkın ve Heyelan Risk Analizi”, Doktora Tezi, *İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul, 3-8 (2007).

Özdemir, H. (2007). Taşkınların Haritalanmasında Hec-GeoRAS ve Hec-RAS’ın Kullanımı: Havran Çayı Örneğİ (Balıkesir). TMMOB Harita Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, KTÜ, Trabzon, 30 Ekim-02 Kasım 2007.

Sanyal, J., Lu, X.X., “Remote Sensing and GIS-Based Flood Vulnerability Assessment of Human Settlements: A Case Study of Gangetic West Bengal, India”, *Hydrological Processes*, 19 (18): 3699-3716 (2006).

Sargın, A. H., Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Teknoloji Dairesi Başkanlığı, “Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Taşkın Riski Ön Değerlendirmesi”, 2013.

Seçkin, N., “Ceyhan ve Seyhan Havzalarının Bölgesel Taşkın Frekans Analizi”, *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 11, 12 (2002).

Sheffer, N.A., Rico, M., Enzel, Y. “The Palaeoflood Record of The Gardon River, France: A Comparison With The Extreme 2002 Flood Event”, *Geomorphology*, 98 (1-2): 71-83 (2008).

Sinnakaudan, S.K., Ab Ghani, A., Kiat, C.C., Ahmad, M.S.S., Zakaria, N.A., “Integrated Triangular Irregular Network (ITIN) Model For Flood Risk Analysis Case Study: Pari River, Ipoh, Malaysia”, *Advances in Hydraulics and Water Engineering*, 1-2: 656-660 (2002).

Solaimani, K., “Flood Forecasting Based on Geographical Information System”, *African Journal of Agricultural Research*, 4 (10): 950-956 (2009).

Sole, A., Giosa, L., Copertino, V., “Risk Flood Areas, A Study Case: Basilicata Region”, *River Basin Management IV - WIT Transactions On Ecology And The Environment*, 104: 213-228 (2007).

Şen, Z. (2003). Su Bilimi ve Yöntemleri ; Su Vakfı Yayınları, İstanbul.

Tate E.C., Maidment D.R., Olivera F., Anderson D.J., “Creating a Terrain Model for Floodplain Mapping”, *Journal of Hydrologic Engineering*, 7: 100-108 (2002).

Tuncer, İ., “Açık Kanallarda Su Yüzü Profilinin Belirlenmesi, Nakkaş Dere Örneğinde Bir Hec-RAS Uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, (2011).

Turan, B., “Obtaining Inundation Maps by Integration of GIS and Hydrologic and Hydrologic-Hydraulic Model”, Yüksek Lisans Tezi, *Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 50, 90, 121 (2002).

Uçar, İ., “Trabzon Değirmendere Havzası’nda Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Bir Hidrolik Model Yardımıyla Taşkın Analizi Yapılması”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, (2010).

Uçar, İ., Gürer, İ. (2010). Taşkın Alanlarının Modellenmesi, Trabzon Maçka Örneği, II. Ulusal Taşkın Sempozyumu, 393-403, Afyonkarahisar, 22-24 Mart 2010.

URL-1 (2015) <<http://www.maski.gov.tr/sayfa.asp?id=193>>, Alındığı Tarih 15 Nisan 2015.

URL-2 (2015) <http://kellylab.berkeley.edu/docts/HydrologyAnalysis.pdf>, alındığı tarih 21.09.2015. Hydrology Modelling Sample Extensions.

URL-3 (2015) <http://www.wikipedia.org>, alındığı tarih: 01.11.2015.

URL-4 (2015) <http://www.uksurveyingequipment.com>, alındığı tarih: 1.11.2015

Ünel. F., Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Multimedya, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2006.

Wiles, J.J., Levine, N.S., “A Combined GIS and HEC Model for the Analysis of the Effect of Urbanization on Flooding: The Swan Creek Watershed, Ohio”, ***Environmental and Engineering Geoscience***, 8 (1): 47-61 (2002).

Yang, J., Townsend, R.D., Daneshfar, B., “A GIS-Based Approach to River Network Floodplain Delineation”, ***River Basin Management III – WIT Transactions on Ecology and the Environment***, 83: 517-524 (2005).

Yazıcılar, F., Önder, H. (1998). “Taşkın Yatakları Planlamasında HEC-RAS Bilgisayar Programı ile Su Yüzü Profili Hesaplanması-Bartın Nehrinde Bir Uygulama”, ***Su Mühendisliği Problemleri Semineri (V)***, Fethiye, Muğla, 13 (1998).

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Mehmet Selim GEYİKLİ

Doğum Yeri ve Tarihi : Malatya - 30.09.1988

Adres: 600 Evler Mah. Divan 3. Sok. No: 6/3 TOKAT

E-Posta: selimgeyikli@gmail.com

Lisans: Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümünden 2013 yılında mezun olmuştur.

Mesleki Deneyim:

- Ağustos 2013 - Ocak 2014 EST Yapı Denetim’de Kontrol Elemanı
- Ocak 2014 - Ekim 2014 Ak Yapı Denetim’de Kontrol Elemanı
- Ocak 2015’den beri Gaziosmanpaşa Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü’nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.