

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**GİRESUN PAZARSUYU ÖRNEĞİNDE, COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VE
UZAKTAN ALGILAMA ENTEGRASYONU İLE TAŞKIN RİSK
HARİTALARININ ÜRETİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Harita Müh. Çağla Melisa KAYA

**MAYIS 2012
TRABZON**

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

GİRESUN PAZARSUYU ÖRNEĞİNDE, COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VE
UZAKTAN ALGILAMA ENTEGRASYONU İLE TAŞKIN RİSK
HARİTALARININ ÜRETİLMESİ

Harita Mühendisi Çağla Melisa KAYA

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"HARİTA YÜKSEK MÜHENDİSİ"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 07.05.2012
Tezin Savunma Tarihi : 25.05.2012

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Oğuz GÜNGÖR

Trabzon 2012

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Harita Mühendisliği Anabilim Dalında

Çağla Melisa KAYA tarafından hazırlanan

**GİRESUN PAZARSUYU ÖRNEĞİNDE, COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VE
UZAKTAN ALGILAMA ENTEGRASYONU İLE TAŞKIN RİSK
HARİTALARININ ÜRETİLMESİ**

**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 25 / 05 / 2012 gün ve 1455 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Doç. Dr. Oğuz GÜNGÖR

Üye : Doç. Dr. Fevzi KARSLI

Üye : Doç. Dr. Abdülaziz GÜNEROĞLU

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Giresun Pazarsuyu Örneğinde, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Entegrasyonu İle Taşkın Risk Haritalarının Üretilmesi” başlıklı bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Harita Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek lisans tezimin danışmanlığını üstlenerek, tez çalışması süresince üst görüşü ve önerileri ile yol gösteren, değerli katkıları ile bana destek olan, tez çalışmam boyunca ilgi ve yardımını esirgemeyen değerli hocam Sayın Doç. Dr. Oğuz Güngör’e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Lisans ve yüksek lisans eğitimi boyunca görüş, öneri ve birikimlerinden faydalandığım, insani ve ahlaki değerleri ile de örnek edindiğim, tez çalışmam boyunca bilimsel ve manevi desteğini esirgemeyen değerli hocam Sayın Prof. Dr. Çetin Cömert’e teşekkür ederim.

Mesleki eğitim hayatımın ilk döneminden itibaren, bilimsel ve manevi desteğini esirgemeyen, tez çalışması süresince üst görüşü ve önerileri ile yol gösteren, birlikte çalışmaktan onur duyduğum, ayrıca tecrübelerinden yararlanırken göstermiş olduğu hoşgörü ve sabırdan dolayı değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Hasan Tahsin Bostancı’ya teşekkür ederim.

Tezimin gerçekleştirilmesinde ve sonuçlandırılmasında her türlü bilimsel desteği esirgemeyen, değerli katkıları ile bana destek olan, değerli hocam Sayın Dapeng Yu’ya teşekkür ederim. Ayrıca çalışmam süresince yüksek lisans bursiyeri olarak destek aldığım TÜBİTAK’a teşekkür ederim.

Tez çalışması sırasında yardım ve katkılarını gördüğüm değerli arkadaşlarım Arş.Gör. Leyla Çöl ve Arş.Gör. A. Güneş Kaya’ya teşekkür ederim. Ayrıca tez çalışması süresince manevi desteğini esirgemeyen aileme sonsuz teşekkür ederim.

Çağla Melisa KAYA

Trabzon 2012

TEZ BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Giresun Pazarsuyu Örneğinde, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Entegrasyonu İle Taşkın Risk Haritalarının Üretilmesi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Doç. Dr. Oğuz GÜNGÖR’ün sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 07/05/2012

Harita Müh. Çağla Melisa KAYA

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	III
TEZ BEYANNAMESİ	IV
İÇİNDEKİLER	V
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
TABLolar DİZİNİ	XI
SEMBOLLER DİZİNİ	XII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Problemin Tanımı.....	2
1.3. Çalışmanın Amacı.....	3
1.4. Metodoloji.....	3
1.5. Temel Kavram ve Tanımlar.....	4
1.6. Taşkın ve Taşkın Türleri.....	7
1.6.1. Lokal Taşkınlar.....	11
1.6.2. Nehir Taşkınları.....	12
1.6.3. Kıyısal Taşkınlar.....	12
1.6.4. Ani Taşkınlar.....	13
1.7. Taşkın Risk Yönetimi.....	16
1.7.1. Taşkın Risk Haritaları.....	17
1.7.2. Taşkın Risk Haritalarının Oluşturulmasında Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Rolü	19
1.7.3. Taşkın Risk Haritalarının Üretilmesinde UA ve CBS Teknikleri Kullanılarak Yapılan Çalışmalar.....	20
1.8. Taşkın ve Türkiye.....	23
1.8.1. Karadeniz Bölgesi ve Taşkınlar.....	27
1.8.2. Doğu Karadeniz Havzası ve Özellikleri.....	28

	<u>Sayfa No</u>
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	32
2.1 Taşkın Risk Yönetimi ve Risk Haritalama İçin Gerekli Veriler.....	33
2.1.1 Simülasyona Konu Ana Bölümler.....	37
2.2. Taşkın Modellemesi.....	39
2.2.1. Modelin Tanımlanması.....	41
2.3. Çalışmada Kullanılan Veriler.....	49
2.4. Veri Altlıklarının Oluşturulması.....	51
3. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	56
3.1. Pazarsuyu Deresi I. Bölüm Simülasyon Sonuçları.....	56
3.2. Pazarsuyu Deresi II. Bölüm Simülasyon Sonuçları.....	60
3.3. Pazarsuyu Deresi III. Bölüm Simülasyon Sonuçları.....	62
3.4. Pazarsuyu Deresi IV. Bölüm Simülasyon Sonuçları.....	64
3.5. Pazarsuyu Deresi V. Bölüm Simülasyon Sonuçları.....	66
3.6. Pazarsuyu Deresi VI. Bölüm Simülasyon Sonuçları.....	68
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	71
5. KAYNAKLAR.....	75
ÖZGEÇMİŞ	

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

GİRESUN PAZARSUYU ÖRNEĞİNDE, COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VE UZAKTAN ALGILAMA ENTEGRASYONU İLE TAŞKIN RİSK HARİTALARININ ÜRETİLMESİ

Çağla Melisa KAYA

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Oğuz GÜNGÖR
2012, 83 Sayfa

Diğer birçok afet türü gibi taşkınlar da temelde doğa kaynaklı olaylardır. Doğa kaynaklı olayların “doğal denge”si dışında sonuçlar üreterek insan yaşamını olumsuz yönde etkilemesi çoğu zaman, trajik bir biçimde, insan-doğa ilişkisi ve insan kaynaklı diğer bazı faaliyetlerden kaynaklanmaktadır. Bu etkileşim ve ilişkinin göz ardı edildiği, risklerin ve risk altındaki unsurların bütüncül olarak ele alınmadığı küçük ölçekli düzenlemeler ve tek başına alınmış fiziksel önlemler, taşkınların neden olduğu zararları önlemede yeterli olmamaktadır. Taşkın ve taşkınla mücadelenin ele alındığı birçok akademik çalışmanın yanı sıra, Birleşmiş Milletler(BM), Federal Acil Durum Yönetim Ajansı(FEMA) ve Dünya Meteoroloji Örgütü(WMO) gibi kuruluşlar tarafından bu yetersizlik dile getirilerek, taşkın kaynaklı kayıpları en aza indirebilmenin ancak “bütünleşik taşkın yönetimi” yaklaşımının benimsenmesi ile mümkün olabileceği ifade edilmektedir. Taşkın yönetimin temel gerekliliği ve en kritik aşaması ise taşkından etkilenecek unsurların belirlendiği taşkın risk haritalarının hazırlanmasıdır. Bu çalışmada, vurgulanan bu gereklilikten hareketle, Giresun ili sınırları içerisindeki Pazarsuyu deresi örneği üzerinde, meteoroloji ve akım verilerine dayalı senaryolar üzerinden gerçekleştirilecek simülasyonlar ile taşkın risk haritalarının üretilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada YU ve Lane tarafından JFLOW modeli esas alınarak kentsel alanlar için daha uygun olacak şekilde geliştirilen taşkın modelleme yöntemi ve bu modele dayalı olarak Java dilinde yazılan simülasyon programı kullanılmıştır. Simülasyon girdi altlıkları ArcGIS ortamında oluşturulmuş ve gerçekleştirilen simülasyonlar ile Taşkın Risk Haritaları üretilerek Pazarsuyu deresi boyunca taşkın riski olan alanlar belirlenmiştir. Taşkın risk haritalarının bindirildiği uydu görüntüsü üzerinde kontrollü sınıflandırma yapılarak taşkın riski altındaki konut ve işletme amaçlı yapılar, tarım arazileri ve yollar ile varsa ikincil risk unsurları belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Taşkın, Taşkın Modelleme, Taşkın Simülasyonu, Taşkın Risk Haritası, Uzaktan Algılama, Coğrafi Bilgi Sistemleri

Master Thesis

SUMMARY

PRODUCING OF FLOOD RISK MAPPING FOR PAZARSUYU CREEK, GİRESUN,
TURKEY, USING THE INTEGRATION OF REMOTE SENSING AND GEOGRAPHIC
INFORMATION SYSTEMS

Çağla Melisa KAYA

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Geomatic Graduate Program
Supervisor: Assoc. Prof. Oğuz GÜNGÖR
2012, 83 Pages

Like other disaster, floods are basically related to natural events. Mostly, natural-source events, by generating results that outside of the "natural balance" adversely affect human life. This is caused by some human induced activities and human-nature relationship. That is reckoned without interaction and relationship and potential risks and risk factors would not be considered comprehensively small-scale arrangements and just physical measures are not enough to prevent damages caused by floods. As well as numerous academic studies about flood and flood prevention, United Nations (BM), Federal Emergency Management Agency (FEMA) and World Meteorological Organization (WMO) stated that to minimize losses from flood is possible to adoption of "Integrated Flood Management" approach.

The basic necessity and most critical phase of flood management is preparation of flood risk maps of flood affected elements is determined. In this study, the movement emphasized this requirement, Pazarsuyu creek and its basin in Giresun province, located in Eastern Black Sea Region of Turkey, is selected for this study and flood simulations and flood risk maps are produced for this pilot area. The flood inundation model used (FloodMap, Yu and Lane 2006) has a similar structure to that of JFLOW model (Bradbrook et al., 2004) ; yet it is modified to be also used in topographically complex urban area where structural features such as buildings and houses are present. Simulation input pads created in ArcGIS and with results of the simulations by producing flood risk map, hazardous areas were determined in through Pazarsuyu creek. Flood risk maps superimposed to classified image and buildings, roads and agricultural lands that affected by flood were determined by using this method.

Key Words: Flood, Flood Modeling, Flood Simulation, Flood Risk Map, Remote Sensing, Geographic Information Systems

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. 1900-2010 yılları arasında dünya genelinde meydana gelen doğal afetler.....	8
Şekil 2. 2001-2011 yılları arasında dünya genelinde meydana gelen doğal afetlerin genel dağılım çizelgesi.....	9
Şekil 3. 2001-2011 yılları arasında dünya genelinde meydana gelen doğal afetlerin etkileri ve neden olduğu can kaybı grafiği.....	9
Şekil 4. Şehirleşmenin su döngüsü üzerindeki etkisi.....	11
Şekil 5. Misis ipi Nehrinin normal akım ve taşkın anına ait uydu görüntüleri...	12
Şekil 6. Deprem sonrası oluşan kıyı taşkını Japonya-2011.....	13
Şekil 7. Ani Taşkın oluşumunun şematik gösterimi.....	14
Şekil 8. Taşkın risk yönetimi uygulama adımları.....	16
Şekil 9. Taşkın risk yönetimi döngüsü.....	17
Şekil 10. Risk haritalanma, değerlendirme ve planlama döngüsü.....	18
Şekil 11. Örnek taşkın risk haritaları.....	19
Şekil 12. Afet İşleri Genel Müdürlüğü'ne göre ülkemizde yaşanan sel zararının illere göre dağılımı.....	24
Şekil 13. Türkiye genelinde 1956-97 yılları arasında onar yıllık periyotlara göre oluşan toplam sel sayısı.....	25
Şekil 14. Türkiye genelinde 1956-97 yılları arasında onar yıllık periyotlara göre oluşan toplam ölü sayısı.....	25
Şekil 15. Türkiye genelinde 1956-97 yılları arasında onar yıllık periyotlara göre oluşan toplam ekonomik kayıp.....	26
Şekil 16. Türkiye de yaşanan çeşitli taşkın olaylarına ait görüntüler.....	27
Şekil 17. Karadeniz Bölgesinde Yaşanan çeşitli Taşkın Görünümleri.....	28
Şekil 18. Doğu Karadeniz Havzası uydu görüntüsü.....	29
Şekil 19. Doğu Karadeniz Havzası akarsu ağı.....	30
Şekil 20. Türkiye'de 1955-2008 yılları arasında meydana gelen taşkınların havza bazında her 1000 km ² 'lik birim alanlardaki yoğunluğu.....	30
Şekil 21. Pazarsuyu Deresi'nin görüntü sınıflandırılması ile elde edilen hali.....	37
Şekil 22. Uydu görüntüsü üzerinde Pazarsuyu'nun simülasyona konu ana bölümleri.....	38

Şekil 23.	Pazarsuyu'nun simüle edilen bölgelerlerine ait sayısal yükseklik modeli.....	39
Şekil 24.	Bir boyutlu kanal akımı ve iki boyutlu raster temsilin kombine edildiği hibrid modelin şematik gösterimi.....	41
Şekil 25.	Dere kesiti üzerinde manning parametrelerinin gösterimi.....	42
Şekil 26.	Hücreler arasındaki akının şematik gösterimi.....	43
Şekil 27.	Taşkın Yatağında hücre düğümleri arasındaki akıma geçen suyun ilerlemesinin şematik gösterimi.....	45
Şekil 28.	Pazarsuyu deresine ait DEM ile 1/25000 ölçekli topografik haritadan üretilen havzaya ait DEM'in birleştirilmesi ile üretilen DEM	51
Şekil 29.	Pazarsuyu deresi dijital yükseklik modeli.....	52
Şekil 30.	Kontrollü sınıflandırma yöntemi ile elde edilen sınıflandırılmış havza görüntüsü.....	53
Şekil 31.	Kontrollü sınıflandırma yöntemi ile sınıflandırılmış Pazarsuyu deresi görüntüsü.....	53
Şekil 32.	Simülasyon programının taşkın modelleme yöntemi ve koşum seçeneklerinin belirlendiği model arayüzü	54
Şekil 33.	Simülasyon programının çıktı arayüzü.....	55
Şekil 34.	Simülasyon programı koşum anı arayüz	55
Şekil 35.	Pazarsuyu Deresi I. bölüm simülasyon sonuçları.....	57
Şekil 36.	Pazarsuyu Deresi I. bölüme ait suyun geri çekilmesini gösteren simülasyon sonuçları.....	58
Şekil 37.	Pazarsuyu Deresi I. bölüm simülasyon sonucu.....	59
Şekil 38.	Pazarsuyu Deresi II. bölüm simülasyon sonuçları.....	60
Şekil 39.	Pazarsuyu Deresi I. bölüm simülasyon sonucu.....	61
Şekil 40.	Pazarsuyu Deresi III. bölüm simülasyon sonuçları.....	62
Şekil 41.	Pazarsuyu Deresi III. bölüm simülasyon sonucu.....	63
Şekil 42.	Pazarsuyu Deresi IV. bölüm simülasyon sonuçları.....	64
Şekil 43.	Pazarsuyu Deresi IV. bölüm simülasyon sonucu.....	65
Şekil 44.	Pazarsuyu Deresi V. bölüm simülasyon sonuçları.....	66
Şekil 45.	Pazarsuyu Deresi V. bölüm simülasyon sonucu.....	67
Şekil 46.	Pazarsuyu Deresi VI. bölüm simülasyon sonuçları.....	68
Şekil 47.	Pazarsuyu Deresi VI. bölüm simülasyon sonucu.....	69
Şekil 48.	Pazarsuyu Deresi simülasyon sonucu.....	70

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Taşkına neden olan faktörler.....	10
Tablo 2. Taşkın türleri ve nedenleri.....	15
Tablo 3. DSİ taşkın verilerine göre Doğu Karadeniz Havzası taşkınları.....	31
Tablo 4. Taşkın risk yönetimi ve risk haritalama için gerekli veriler.....	33
Tablo 5. Giresun meteoroloji istasyonunda standart zamanlarda gözlenen en büyük yağış değerleri (mm).....	50
Tablo 6. Pazarsuyu deresi boyunca, simülasyona konu bölümlerin taşkından etkilenme oranları.....	70

SEMBOLLER DİZİSİ

BM	: Birleşmiş Milletler
EU	: European Union
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
ÇKKVA	: Çok Kriterli Karar Verme Analizi
DEM	: Digital Elevation Model
DMİ	: Devlet Meteoroloji İşleri
DSİ	: Devlet Su İşleri
EFD	: EU Flood Directive
EİEİ	: Elektrik İşleri Etüt İdaresi
EXCIMAP	: European Exchange Circle on Flood Mapping
FEMA	: Federal Emergency Management Agency
GWP	: Global Word Partnership
SYM	: Sayısal Yükseklik Modeli
OTP	: Ortak Tarım Politikası
UA	: Uzaktan Algılama
UNDP	: United Nations Development Programme
WMO	: World Meteorological Organization

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Taşkınlar diğer birçok afet türü gibi, dünyanın oluşumundan itibaren ola gelen, doğa kaynaklı olaylardır. Tarih boyunca küresel, bölgesel ya da lokal ölçekteki hidrolojik, meteorolojik, jeolojik ve tektonik kökenli çeşitli doğa olayına bağlı olarak taşkınların meydana geliş sıklığında ve etki düzeylerinde dönemsel farklılıklar söz konusu olmuştur. Buna karşılık üretim, tüketim, doğal kaynakların kullanımı ve yerleşim biçimlerindeki değişimler, taşkınların insan yaşamı üzerindeki etkisini giderek artırmıştır. Günümüzde ise doğa kaynaklı olayların “doğal denge”si dışında sonuçlar üreterek insan yaşamını olumsuz yönde etkilemesi çoğu zaman, trajik bir biçimde, insan-doğa ilişkisi ve insan kaynaklı diğer bazı faaliyetlerden kaynaklanmaktadır. Son yıllarda küresel ısınmaya bağlı olarak atmosfer ve iklim koşullarında meydana gelen olağan dışı değişimlerin dünya genelinde yaşanan taşkın olaylarını artırması buna somut bir örnek olarak gösterilebilir(IPCC, 2001; IPCC, 2002; Atalık, 2004; UNEP, 2006; DSİ, 2006; DPT, 2007).

Hidrolojik yapı, bitki örtüsü, topografik yapı, bölge jeolojisi, meteorolojik ve atmosferik koşullar gibi faktörler taşkınları tetikleyen ya da doğrudan neden olan unsurlardır. Bunların yanında kentsel ve kırsal yerleşim ve arazi kullanım şekilleri, su kaynaklarının yönetim şekli ile bazı tarımsal ve endüstriyel faaliyetler taşkınların oluşum biçimlerine ve etki düzeylerine tesir ederek taşkın kaynaklı kayıpları artırmaktadır. Dolayısıyla taşkınla mücadelede tüm bu faktörlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu etkileşim ve ilişkinin göz ardı edildiği, olası risklerin ve risk altındaki unsurların bütüncül olarak ele alınmadığı küçük ölçekli düzenlemeler ve tek başına alınmış fiziksel önlemler, taşkınların neden olduğu zararları önlemede yeterli olmamaktadır.

İnsanlığın günümüzde dahi, taşkınlara bağlı can ve mal kayıplarıyla tam olarak öngörülemeyen bir anda, yerde ve şekilde karşılaşılıyor olması yukarıda değinilen yetersizliğin en iyi göstergesidir. Bu noktadan hareketle birçok akademik çalışmanın yanı sıra, Birleşmiş Milletler(BM), Federal Acil Durum Yönetim Ajansı(FEMA) ve Dünya Meteoroloji Örgütü(WMO) gibi kuruluşlar tarafından, taşkın kaynaklı kayıpları en aza indirebilmenin ancak, taşkın öncesi, taşkın anı ve sonrasına yönelik hazırlık, planlama,

önleme, müdahale, kurtarma, iyileştirme ve yeniden yapılandırma faaliyetlerinin sistemli bir şekilde organize edildiği “bütünleşik taşkın yönetimi” yaklaşımının benimsenmesi ile mümkün olabileceği ifade edilmektedir. Taşkın yönetimin temel gerekliliği ve en kritik aşaması ise taşkından etkilenecek unsurların belirlendiği taşkın risk haritalarının üretilmesidir.

Bu çalışmada, vurgulanan bu gereklilikten hareketle, Giresun ili sınırları içerisindeki Pazarsuyu deresi örneği üzerinde, meteoroloji ve akım verilerine dayalı senaryolar üzerinden gerçekleştirilecek simülasyonlar ile taşkın risk haritalarının üretilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada Yu ve Lane tarafından JFLOW modeli esas alınarak kentsel alanlar için daha uygun olacak şekilde geliştirilen taşkın modelleme yöntemi ve bu modele dayalı olarak Java dilinde yazılan simülasyon programı kullanılmıştır. Simülasyon girdi altlıkları CBS kullanılarak oluşturulmuş ve gerçekleştirilen simülasyonlar ile taşkın risk haritaları üretilerek Pazarsuyu deresi boyunca taşkın riski olan alanlar belirlenmiştir. Taşkın risk haritalarının bindirildiği uydu görüntüsü üzerinde kontrollü sınıflandırma yapılarak taşkın riski altındaki konut ve işletme amaçlı yapılar, tarım arazileri ve yollar ile varsa ikincil risk unsurları belirlenmiştir.

1.2. Problemin Tanımı

Taşkın yönetiminde en temel gereklilik; taşkın risk alanlarının, olası risklerin ve risk altındaki unsurların doğru bir şekilde belirlenmesidir. Kuşkusuz bunun taşkın olayı meydana gelmeden önce yapılması ve taşkın esnasında taşkına etki eden unsurlardaki değişimlerin izlenerek risklerin gerçek zamanlı olarak yeniden belirlenmesi gerekmektedir. Böyle bir iş sürecinin veri ve hizmetlere anlık erişimi gerektirdiği açıktır. Ancak bunu olanaklı kılabilecek konumsal veri altyapıları henüz ülkemizde mevcut değildir. Bu durum konumsal veriye dayalı bütün iş süreçlerinde karşılaşılan en temel sorundur.

Ayrıca ülkemizde taşkın ve sel olaylarının öncesi, olay anı ve sonrasında planlama ve yönetimi için yetkili bir kurum olmamakla birlikte kurumlar arasında görev ve yetki dağılımı da belirgin değildir. Buna bağlı olarak taşkın risk haritalarının üretimi için gerekli olan bir veri bazen farklı kurumlar tarafından sunulurken gerekli olan bir başka verinin hiçbir kurum tarafından sunulmadığı durumlar söz konusu olabilmektedir.

Diğer başlıca sorunlar, taşkın risk haritaları için temel altlık niteliğindeki birçok verinin yeterli doğruluk ve ayrıntı düzeyinde olmayışı, güvenilir ve güncel olmayışı ile sayısal ortamda olmayışı şeklinde sıralanabilir. Bu sorunlara bağlı olarak taşkın risk haritaları hızlı ve yeterli doğrulukta üretilmemektedir.

1.3. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada, uzaktan algılama ve görüntü işleme teknikleri ile Coğrafi Bilgi Sistemleri olanakları kullanılarak Giresun Pazarsuyu deresi örneği üzerinde, hidrolojik ve meteorolojik verilere dayalı senaryolar üzerinden gerçekleştirilecek simülasyonlar ile taşkın risk alanlarının ve risk altındaki unsurların belirlenmesi ve taşkın risk haritalarının üretilmesi amaçlanmıştır.

1.4. Metodoloji

Bu yüksek lisans tez çalışmasında literatür taraması ağırlıklı olarak; makale ve yayınlar, yerli ve yabancı doğal afetlerle mücadele örgütlerinin çalışmaları(FEMA, WMO vb.), daha önce yazılmış tezler, uygulayıcı kurumlara ait yayınlar, konuyla ilgili internet kaynakları incelenerek yapılmıştır. Ayrıca çalışmayla ilgili yönetmelik ve kararname gibi yazılı düzenlemeler araştırılmıştır.

Tez kapsamında gerçekleştirilen uygulamada ise sırasıyla aşağıdaki gibi bir yol izlenmiştir.

- Türkiye ve Doğu Karadeniz Bölgesi özelindeki taşkın olaylarının incelenmesi ve mevcut durum tespiti.
- Uygulama alanının seçimi ve veri temini.
- Sayısal yükseklik ve arazi modellerinin oluşturulması.
- Nehir ve nehir havzası karakteristiğinin belirlenmesi.
- Taşkın modelleme yönteminin seçimi.
- Simülasyon modelinin belirlenmesi.
- Hidrolojik ve meteorolojik verilere dayalı senaryolar üzerinden simülasyonların gerçekleştirilmesi.
- Taşkın sınırlarının ve riskli alanların belirlenmesi.

- Uydu görüntüsü üzerinden risk altındaki unsurların belirlenerek risk haritalarının üretilmesi.

1.5. Temel Kavram ve Tanımlar

Bu bölümde yer alan kavram ve tanımlamaların tamamı, bir bütünlük arz etmesi için, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nca 2009 yılında düzenlenen Kent Şurasına yönelik olarak Afetlere Hazırlık ve Kentsel Risk Yönetimi Komisyonu tarafından hazırlanmış olan rapor ve eklerinden alınmıştır.

Acil Durum (Emergency): İvedilikle müdahale etmeyi ve acil yardım faaliyetlerini yürütmeyi gerektiren, yerleşim birimlerinin, kurum ve kuruluşların iş yapma kapasitesini ciddi bir şekilde durdurma potansiyeli veya etkisi olan ancak yerel imkânlar ile baş edilebilecek, durum, hal ve olaylar.

Acil Durum Yönetimi (Emergency Management): Afet olayının meydana gelmesinden hemen sonra başlayarak, etkilenen toplumların tüm ihtiyaçlarını (enkaz kaldırma, arama ve kurtarma, ilk yardım, tahliye, temel ihtiyaç malzemelerinin temini, kargaşa ve düzensizliğe karşı güvenliğin sağlanmasına yardımcı olma, idari ve teknik hizmet desteği sağlama vb.) zamanında, hızlı ve etkili olarak Afet Acil Yardım Planlarının öngördüğü acil durum servisleri tarafından yerine getirilmesini sağlayan yönetim süreci.

Acil Yardım Planları (Emergency Relief Plans): Afet ve acil durumlara hızlı, etkili ve koordineli olarak müdahale edebilmek ve etkilenen toplumların acil yardım ihtiyaçlarını zamanında, hızlı ve etkili olarak karşılayabilmek için, mahalle, ilçe veya il düzeyinde yerleşmelerin karşı karşıya buldukları tüm tehlikeleri ve muhtemel afetlerde uğranacak kayıp ve zararları afet senaryolarıyla gerçekçi biçimde ortaya koyan, kimlerin, ne zaman, nerede, hangi görev ve yetki ile hangi imkân ve kaynakları kullanarak olaya müdahale edeceklerini belirleyen, eğitim ve tatbikatlarla sürekli yenilenen ve geliştirilen belgeler.

Afet (Disaster): İnsanlar için fiziksel, ekonomik, sosyal ve çevresel kayıplar doğuran, normal yaşamı ve insan faaliyetlerini durdurarak veya kesintiye uğratarak toplumları etkileyen, etkilenen topluluğun yerel imkân ve kaynaklarını kullanarak baş edemeyeceği doğal veya insan kökenli olaylar ile sonuçları.

Afet Bilgi Sistemleri (Disaster Information Systems): Afetlerin her safhasında fiziksel, ekonomik, sosyal ve çevresel kayıpları en aza indirmek için konuyla ilgili verilerin

ve bilginin eş güdüm içinde zamanında sağlandığı, analiz edildiği ve değişiminin sanal bir ağ ortamında kolaylıkla yapılabildiği bütünleşik ve teknolojik sistemler.

Afet Döngüsü (Disaster Continuum): Bir afeti izleyen ve bir sonraki afete kadar birbirini takip eden Müdahale, İyileştirme, Yeniden inşa, Zarar azaltma ve Hazırlık aşamalarının tümü.

Afet Riski (Disaster Risk): Belirli bir tehlikenin, belli bir mekânda gelecekte belirli bir zaman süresi içerisinde meydana gelmesi halinde, bunların insanlara, insan yerleşmelerine ve doğaya zarar veya hasar verebilirlikleri ile orantılı olarak oluşabilecek kayıpların olasılığıdır. Afet riski matematiksel olarak “Risk= Tehlike Olasılığı x Zarar Görebilirlik” olarak ifade edilir.

Afet Riskini Belirleme (Disaster Risk Assessment): Afet riskinin nicel ya da nitel yollarla (matematiksel/nicel olarak Risk = Tehlike x Değer (etkilenebilecek unsurlar) x Zarar Görebilirlik (etkilenme oranı)) belirlenmesi ya da hesaplanması ve kabul edilebilir olup olmadığının değerlendirilmesi. Afet riskinin belirlenebilmesi için öncelikle afete yol açabilecek tehlikelerin neler oldukları; yerleri, büyüklükleri, oluş sıklıkları, tekrarlanma süreleri ve etkileyebilecekleri alanlar belirlenmeli, bu tehlikeden etkilenebilecek nüfus, yapı ve alt yapılar, ekonomik ve sosyal değerler, çevre, v.b. tüm değerlerin envanterini çıkarmak gerekir. Tehlikenin gerçekleşmesi halinde bu değerlerin uğrayabilecekleri fiziksel, sosyal, ekonomik ve çevresel kayıplar böylece önceden tahmin edilebilir.

Afet Senaryoları (Disaster Scenarios): Afet riskini belirleme çalışmaları sonucunda elde edilen ve farklı büyüklük ve konumlardaki tehlikelerin gerçekleşmesi halinde meydana gelebilecek tüm zarar ve kayıpları tahmin etmeye yarayan değerlendirme ve irdelemeler.

Afet Tehlikesi (Disaster Hazard): Belli bir zaman ve mekânda can ve mal kayıpları ile fiziksel, toplumsal, ekonomik ve çevresel kayıp ve zararlara yol açabilecek doğal ve insan kökenli olayların olma olasılığı.

Afet Yönetimi (Disaster Management): Afet etkisi doğurabilecek olayların önlenmesi veya zararlarının azaltılması amacıyla afetlere / acil durumlara hazırlık ve onların olası zarar / risklerinin azaltılması ile birlikte afetler / acil durumlardan sonra müdahale etme ve iyileştirme gibi çalışmaların tümünde yapılması gereken çalışmaların toplumun tüm kesimlerini kapsayacak şekilde planlanması, yönlendirilmesi, desteklenmesi, koordine edilmesi, gerekli mevzuat ve kurumsal yapıların oluşturulması veya

yeniden düzenlenmesi, etkin ve verimli bir uygulamanın sağlanabilmesi için toplumun tüm kurum ve kuruluşlarıyla, kaynaklarının bu ortak amaçlar doğrultusunda çalışılması.

Afete Duyarlı Planlama (Disaster Sensitive Planning): Yerleşime açılması düşünülen veya yerleşik alanlardaki tüm afet tehlike ve risklerini dikkate alan, bu tehlike ve risklerin önlenmesi, dışlanması veya olası zararlarının azaltılması amacıyla hazırlanan, kısa, orta ve uzun vadeli hedef, politika, strateji ve faaliyetleri belirleyerek eylem planlarının temelini oluşturan planlama modeli ve süreci.

Afete Hazırlık (Disaster Preparedness): Afetlere zamanında, hızlı ve etkili olarak müdahale edebilmek, olası kayıpları en aza indirmek, riski azaltmak için afet öncesinde yapılması gereken planlama, eğitim, tatbikat, erken uyarı sistemlerinin kurulması, acil yardım malzeme stokları, halkın bilgilendirilmesi ve bilinçlendirilmesi gibi faaliyetlerin sürekli ve sürdürülebilir olarak yürütüldüğü süreç.

Afete Maruz Bölge (Disaster – Prone Area): Deprem, yangın, sel, heyelan, kaya düşmesi, çığ ve benzeri tehlikeler nedeniyle afete uğramış olduğu veya uğrayabileceği, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, (su baskınları için Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü) teknik heyetleri tarafından tespit edilen ve afete maruz olduğu Bakanlığın teklifi üzerine Bakanlar Kurulunca kararlaştırılan bölge.

Afete Müdahale (Disaster Response): Afetin oluşundan hemen sonra başlayıp, mümkün olan en kısa süre içerisinde çok sayıda insanın hayatını kurtarmayı, yaralıların tedavilerini sağlamayı, açıkta kalanların barınma, beslenme, korunma, ısınma, haberleşme, ulaşım, tahliye, güvenlik, psikolojik ve sosyal destek, gibi hayati gereksinimlerini karşılamayı amaçlayan faaliyetler.

Ani Sel (Flash Flood): Şiddetli yağışın başlamasını takip eden ilk 6 saatlik süre içerisinde nehir, dere ve kuru derelerdeki suların süratle yükselmesi sonucu hızla gelişen sel.

Arazi Kullanımı (Land-Use): Bir yerleşim alanının kullanım türlerini (konut, park, ticaret, sanayi, donatı alanları vb.) ifade etmek ve mekânsal planlama faaliyetlerinde kullanılmak üzere tanımlanmış arazi sınıfları.

Arazi Kullanım Planlaması (Land-Use Planning): Yerleşmelerin genel arazi kullanım biçimleri, gelişme yön ve büyüklükleri, başlıca bölgeleme kararları, bölgelerin gelecekteki nüfus yoğunlukları ile yapılaşmanın genel özellikleri, ulaşım sistemi gibi konularda ilke ve kararları belirleyen planlama faaliyeti.

Bütünleşik Afet Yönetimi (Integrated or Comprehensive Disaster Management): Tüm tehlikeleri dikkate alan, afet yönetiminin zarar azaltma, hazırlık, müdahale ve iyileştirme aşamalarında yapılması gereken çalışmalar ve alınması gereken önlemleri, toplumun tüm güç ve kaynaklarını kullanarak gerçekleştirmeye çalışan bir yönetim süreci.

Erken Hasar Tahmin Sistemleri (Early Damage Estimation Systems): Afet ile ilgili gerçek zamanlı gözlem ve erken uyarı sistemleriyle bütünleştirilmiş, bir afet sonrasında kısa sürede hasar ve kayıp tahminleri yaparak olaya zamanında, hızlı ve etkili olarak müdahale etmeyi amaçlayan sistemler.

Erken Uyarı (Early Warning): Gelmekte olan tehlikenin, kaynağı, yeri, zamanı, şiddeti veya büyüklüğü, olasılığı, muhtemel etkileri belirlenerek, insanların bu tehlikelere karşı, zamanında ve gerektiği gibi davranmalarına imkân tanıyacak şekilde haberdar edilmesi. Meteorolojik ve teknolojik afetlerin büyük ölçüde tahmini ve erken uyarısı mümkündür.

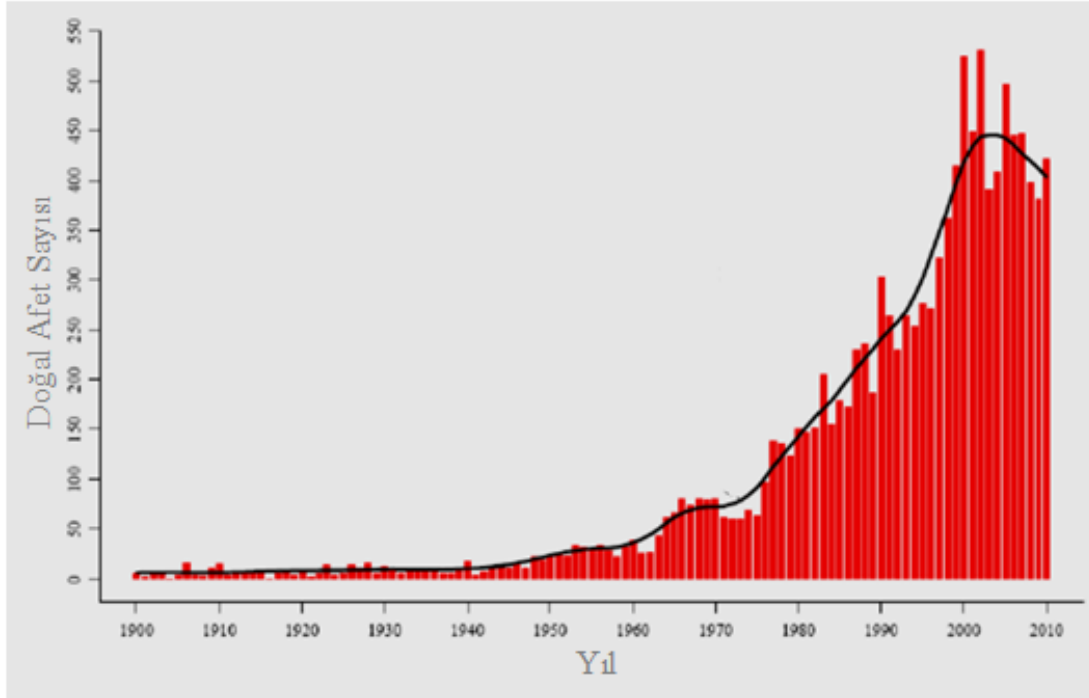
1.6. Taşkın ve Taşkın Türleri

Afetler kısaca, toplumun sosyo-ekonomik faaliyetlerini önemli ölçüde aksatan, yaralanmalara, can ve mal kayıplarına neden olan doğal ve teknolojik olaylar olarak tanımlanabilir. Bu tanıma ve modern meteoroloji literatürüne göre, her türlü sel, taşkın ve fırtına, hortum, orman yangını, sıcak hava dalgası, hava kirliliği, kimyasal ve nükleer serpintiler, asit yağışları, çığlar, deniz ve göl su seviye yükselmeleri, yıldırım, meteorolojik koşullara bağlı ulaşım aksaklıkları ve trafik kazaları, El Niño gibi büyük ölçekli iklim olayları, kuraklık, dolu ve don olayı gibi meteorolojik karakterli doğa olayları da birer doğal afettir. Diğer bir deyişle deprem, volkan patlamaları ve kaya düşmesinin dışındaki 28 çeşit doğal afet meteoroloji ile çok yakından ilişkilidir. Kısaca, meteorolojik şartlar ile doğrudan ve dolaylı olarak ilişkili olan doğal afetlerin tümü, meteorolojik afetler veya meteorolojik karakterli doğal afet olarak adlandırılır(TUJJB, 2003). Meteorolojik afet türlerinden olan taşkın olayı, Avrupa Taşkın Direktifinde (European Flood Directive - EFD) gerçekte su ile kaplı olmayan bir bölgenin ani ve beklenmedik bir şekilde geçici olarak su ile kaplanması olarak tanımlanmaktadır.

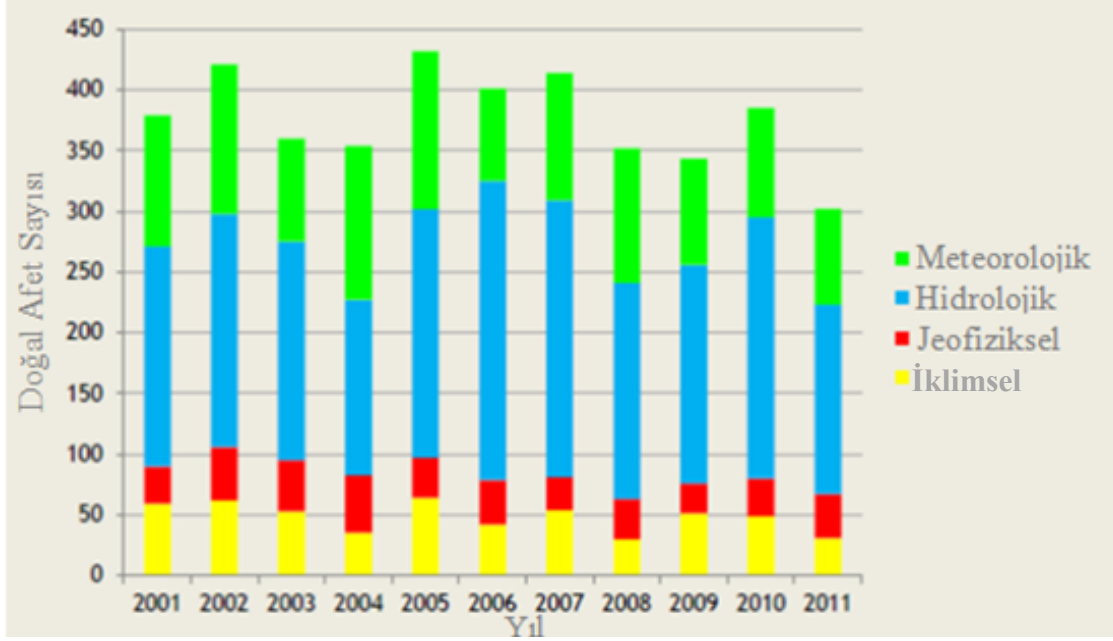
Taşkın felaketi büyüklüğü, sıklığı, oluşumu, can ve mal kaybı ile sosyo-ekonomik aktivitelere verdiği zararlarla dünyanın en büyük küresel tehlikesi olarak kabul edilmektedir (Jeb ve Aggarwal, 2008). Taşkınlar en çok hayat kaybına sebep olan doğal

afetlerin sıralanmasında tropikal siklonlar ve depremlerden sonra üçüncü sırada gelmektedir (Shamaoma, 2005). Ancak Birleşmiş Milletler Kalkınma Programında (United Nations Development Programme - UNDP, 2004), 1980 ile 2000 yılları arasında meydana gelen taşkınların depremlerden daha fazla can kaybına sebep olarak tropikal siklonlardan sonra ikinci sırada can kaybına neden olan doğal felaketler olarak belirtilmiştir. Trend analizleri büyük taşkın felaketleri ve kayıplarının son yıllarda çok büyük oranda arttığını ortaya koymaktadır (Berz, 1999). Son otuz-kırk yılda taşkın olaylarının sıklığı ve şiddetinin artmasına bağlı olarak dünya genelinde taşkınların neden olduğu can ve mal kayıpları büyük oranda artmıştır (EM-DAT, 2012; Jeb ve Aggarwal, 2008; Katayama 1994). Sadece geçtiğimiz son on yılda taşkın felaketinden kaynaklanan zararların telafisi için 250 milyar doların üzerinde maddi kaynak harcanmıştır (Jeb ve Aggarwal, 2008). 2011 yılında Japonya’da depremin ardından meydana gelen kıyusal taşkın olayında ise maddi kaybın 300 milyar dolar civarında olduğu tahmin edilmektedir (URL-1, 2011).

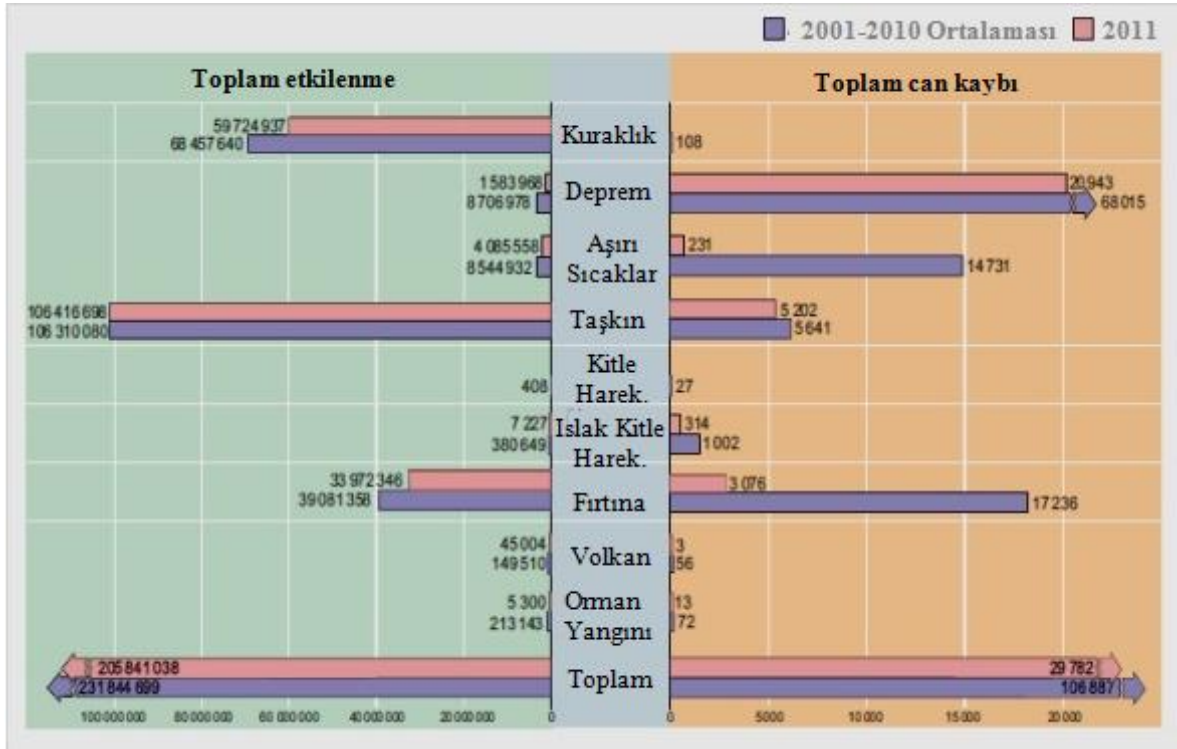
Aşağıda verilen grafiklerden, doğal afetlerin son 30 – 40 yılda çok belirgin olarak arttığı(Şekil 1), son on yıldaki afetlerin büyük çoğunluğunun meteorolojik kökenli afetler olduğu(Şekil 2) ve taşkın kaynaklı afetlerden dolayı çok sayıda insanın yaşamını kaybettiği ya da zarar gördüğü(Şekil 3) anlaşılmaktadır.



Şekil 1. 1900-2010 yılları arasında dünya genelinde meydana gelen doğal afetler (EMDAT, 2012).



Şekil 2. 2001-2011 yılları arasında dünya genelinde meydana gelen doğal afetlerin genel dağılım çizelgesi (EM-DAT, 2012).



Şekil 3. 2001-2011 yılları arasında dünya genelinde meydana gelen doğal afetlerin etkileri ve neden olduğu can kaybı grafiği (EM-DAT, 2012).

Taşkın olayı farklı nedenlere bağlı olarak meydana gelebilmektedir. Dünya Meteoroloji Organizasyonu ve Global Su Birliği (WMO/GWP) taşkına neden olan faktörleri, hidrolojik, meteorolojik ve insana bağlı etkiler olarak üç ana başlık altında ele alarak Tablo 1’deki şekliyle sınıflandırmıştır(WMO/GWP, 2008).

Tablo 1. Taşkına neden olan faktörler (WMO/GWP, 2008).

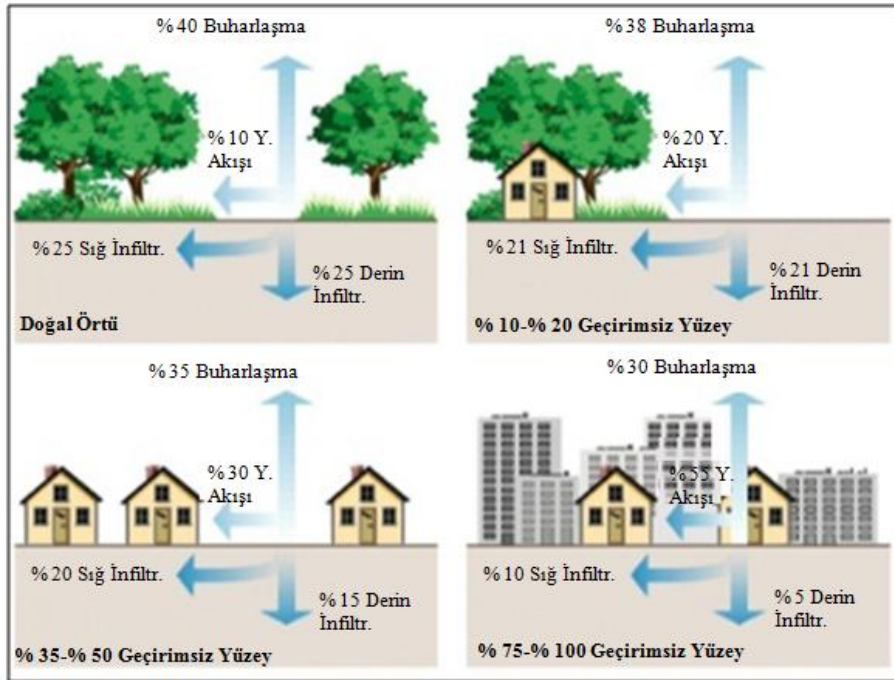
Meteorolojik Faktörler	Hidrolojik Faktörler	Taşkının olayını ağırlaştırıcı İnsan Faktörü
<ul style="list-style-type: none"> • Yağış • Siklonik fırtınalar • Küçük ölçekli fırtınalar • Sıcaklık • Kar yağışı ve kar erimesi 	<ul style="list-style-type: none"> • Toprağın nem oranı • Fırtına öncesi yeraltı su seviyesi • Yüzeyin doğal sızma oranı • Su geçirmez alanların varlığı • Kanal kesit şekli ve pürüzlülük • Yatağından taşan akım için kanal ağının varlığı ya da yokluğu • Havzanın çeşitli yerlerinde yüzeysel akımın senkronizasyonu • Drenajı engelleyen yüksek gelgit. 	<ul style="list-style-type: none"> • Arazi kullanım değişiklikleri (Ormansızlaştırma ve şehirleşmeden kaynaklanan yüzeyin sızdırmasının engellenmesi) akımı artırır ve sedimantasyona sebep olabilir • Taşkın yatağının işgal edilmesiyle akımın engellenmesi • Alt yapının olmaması veya bakımsız/yetersiz olması • Memba yakınında yapılan çok etkili drenajlar akım yüksekliğini artırması. • İklim değişikliğinin taşkın ve yağışın sıklığını ve büyüklüğünü etkilemesi • Şehirlerdeki mikro klima etkisinin yağışı tetiklemesi

WMO/GWP yukarıda belirtilen taşkına sebebiyet veren faktörlerin bir ya da bir kaçının neden olduğu taşkınları genel olarak dört kategoriye ayırmıştır;

- Lokal taşkınlar
- Nehir taşkınları
- Kıyısal taşkınlar
- Ani taşkınlar

1.6.1. Lokal Taşkınlar

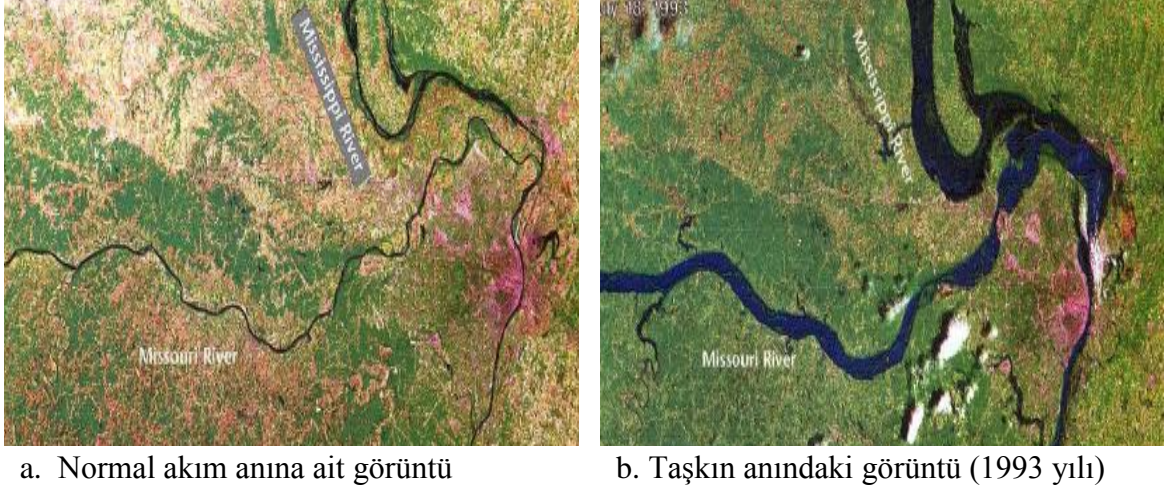
Daha çok toprağın geçirirliğini engelleyen yapıların yüzeyi kapladığı, şehirleşmenin olduğu alanlarda meydana gelen lokal taşkınlar, şehir taşkınları olarak da adlandırılmaktadır. Mevsimsel yağışların devam ettiği süre boyunca yoğun ve şiddetli yağışlarla beraber, yüzeyin geçirirliliğinin olmadığı ya da çok azaldığı alanlarda yağışın topraktan sızamayıp, yüzey akımına sebep olduğu taşkın türüdür. Yapılaşmanın su döngüsüne ve buna bağlı olarak lokal taşkına etkisi şematik olarak Şekil 4’ de gösterilmektedir. Lokal taşkınlar genellikle yüzey geçirirliliğinin azaldığı alanlarda meydana gelmesinin yanı sıra yapılaşma için yanlış yer ser seçimi ve arazi kullanımına bağlı olarak çok hızlı gelişerek şehirlerin bir bölümünün, su altında kalmasına neden olur (Dowell III vd., 1996, Moore vd., 1995 ve Hankin 2008). Türkiye de özellikle İzmir, Antalya, Adana, Trabzon ve Rize illerinde lokal taşkınlar sık meydana gelmektedir.



Şekil 4. Şehirleşmenin su döngüsü üzerindeki etkisi (WMO/GWP, 2008).

1.6.2. Nehir Taşkınları

En yaygın olan taşkın türüdür (URL-2, 2011). Şiddetli yağışlar, kar ve buz erimelerin tetiklediği akımın ana toplanma havzasının taşıma kapasitesini aşarak, yatağından taşması olayıdır. Şekil 5’de Misisipi üzerinde meydana gelen nehir taşkını gösterilmektedir. Toprağın geçirimsizliği, yüzeyi kaplayan bitki örtüsü, toprak kullanım şekli nehir taşkının büyüklüğü ve şiddetini önemli ölçüde etkilemektedir (WMO/GWP, 2008). Nehirleri çevreleyen düzlükler genellikle verimli topraklar ve yerleşilmesi kolay alanlar olduğundan, nehir havzalarında yoğun yapılaşma olmaktadır. Bu da, yerleşmenin yoğunluğuna paralel olarak, taşkının neden olacağı hasarı arttırmaktadır.



Şekil 5. Misisipi Nehrinin normal akım ve taşkın anına ait uydu görüntüleri (Eren, 2010).

1.6.3. Kıyusal Taşkınlar

Genel olarak kıyı alanı boyunca meydana gelen taşkınlardır. Şiddetli yağışa sebep olan tropikal fırtına ve kasırgalar, büyük dalgalar oluşturan volkanik patlamalar veya depremler okyanus sularının kıyıya doğru hareket etmesine ve kıyusal taşkına neden olmaktadır (URL-2, 2011). Kıyusal taşkınlar çok güçlü ve yüksek dalgalarla birlikte çok büyük su kütlelerinin kıyıya doğru hareketine neden olduğundan çok büyük hasarlara neden olmaktadır (Arenal vd., 1998). Ayrıca kıyı taşkınlarının sebep olduğu yüksek dalgalar nehir ve drenaj sistemlerinin deşarjına engel olarak nehir ve lokal taşkınların

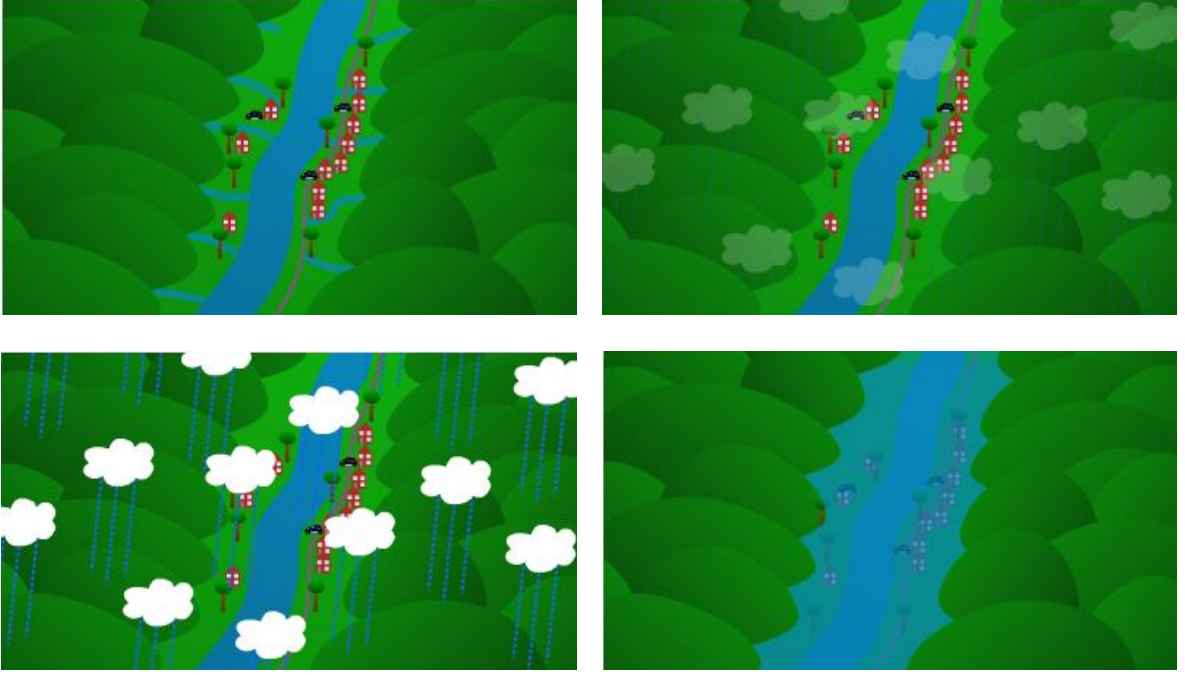
yaşanmasına neden olabilmektedir (WMO/GWP, 2008). 2011 yılında Japonya’da, deprem sonrası meydana gelen kıyısal taşkın, bu taşkın türünün yıkıcı etkilerinin ne denli büyük olabileceğini gözler önüne sermiştir.



Şekil 6. Deprem sonrası oluşan kıyı taşkını Japonya-2011 (URL-4)

1.6.4. Ani Taşkınlar

Çok şiddetli yağışlar, bulut patlamaları, toprak kaymaları, buz kütlelerinin ani salınımı, baraj yıkılmaları ya da taşkın koruma çalışmalarının başarısızlığından kaynaklanan, dağlık alanlardaki membadan harekete geçen yüzeysel akımın çok hızlı birikimi sonucu ani taşkınlar meydana gelmektedir. Su seviyesindeki yüksek akım şiddetinin neden olduğu ani yükselmeyi takiben su yüksekliğinde hızlı bir azalma olur. Deşarjlar çok hızlı maksimum seviyeye ulaşır ve hemen hemen aynı hızda azalır (WMO/GWP, 2008). Ani taşkınlar meydana geldiği alanda ağır hasarlara neden olmasının yanında sediment taşınımı ve erozyonlara neden olabilmektedir. Ani taşkınlardan korunmaya yönelik risk planlamalarında, meteorolojik verilerin gerçek zamanlı takibi ve arazi kullanımının bilgisi büyük önem taşımaktadır (Kourgialas N.N., ve Karatzas G. P., 2010). Ani taşkınların oluşumu Şekil 7’de şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 7. Ani taşkın oluşumunun şematik gösterimi (URL-3, 2011).

Avrupa Dönüşümlü Taşkın Haritalama Birliği, (European Exchange Circle on Flood Mapping- EXCIMAP) ise taşkın türlerini şu şekilde tanımlamaktadır (EXCIMAP, 2007);

- Nehir taşkınları (taşkın yatağında meydana gelen taşkınlar)
- Deniz sularının taşkını
- Dağdan ya da yüksek alanlardan gelen yüzeysel akımın neden olduğu taşkınlar
- Akdeniz havzasında kısa süreli ani taşkınlar
- Yer altı suları taşkınları
- Göl taşkınları

Aynı kaynakta taşkınların nedenleri, etkileri ve ilgili parametreler taşkın türlerine bağlı olarak Tablo 2’de verildiği şekilliyle sınıflandırılmıştır.

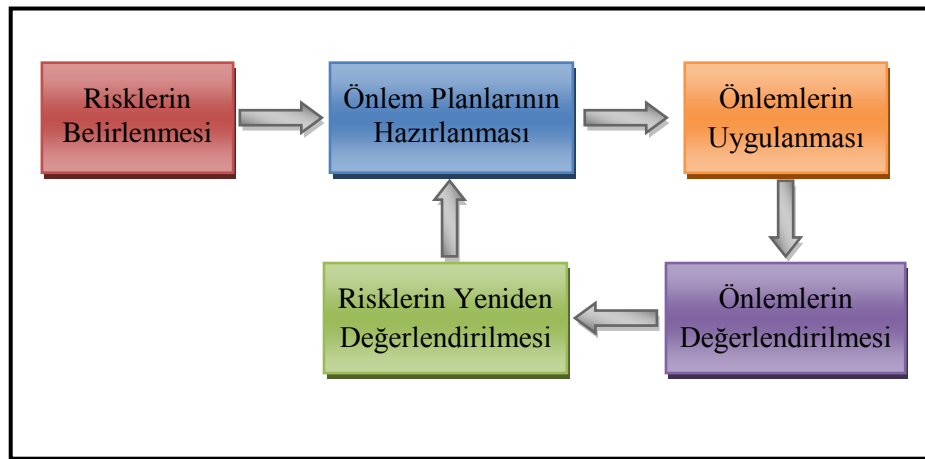
Tablo 2. Taşkın türleri ve nedenleri (EXCIMAP, 2007)

Taşkın Türü	Taşkının Nedenleri	Taşkının etkileri	İlgili Parametreler
Nehir taşkınları (taşkın yatağında meydana gelen taşkınlar)	<ul style="list-style-type: none"> Yoğun yağmurlar ve/veya kar erimeleri Buz sıkışması, tıkanıklık Koruma amaçlı yapılan yapıların yıkılması 	<ul style="list-style-type: none"> Nehir havzası dışına su taşması (durgun ya da hareketli) 	<ul style="list-style-type: none"> Genişlik Suyun derinliği Suyun şiddeti Sel yayılımı (selin ilerlemesi)
Deniz sularının taşkını	<ul style="list-style-type: none"> Fırtınanın büyümesi Tsunami Yüksek dalgalar 	<ul style="list-style-type: none"> Kıyı hattı boyunca suyun taşması (durgun ya da hareketli) Tarım arazilerinin tuzlanması 	<ul style="list-style-type: none"> Genişlik Suyun derinliği Suyun şiddeti Sel yayılımı (selin ilerlemesi)
Dağdan ya da yüksek alanlardan gelen yüzeysel akımın neden olduğu taşkınlar	<ul style="list-style-type: none"> Bulut patlamaları Göl taşkınları Havzadaki yamaç instabilitesi Debris akışı 	<ul style="list-style-type: none"> Su ve sediment taşması Taşkın hattı boyunca erozyon 	<ul style="list-style-type: none"> Genişlik Suyun derinliği Suyun şiddeti Sel yayılımı (selin ilerlemesi) Sediment birikimi
Akdeniz havzasında kısa süreli ani taşkınlar	<ul style="list-style-type: none"> Bulut patlamaları 	<ul style="list-style-type: none"> Su ve sediment taşması Taşkın hattı boyunca erozyon 	<ul style="list-style-type: none"> Genişlik Suyun derinliği Suyun şiddeti Sel yayılımı (selin ilerlemesi) Sediment birikimi
Yer altı suları taşkınları	<ul style="list-style-type: none"> Komşu su kütlelerindeki yüksek su seviyesi 	<ul style="list-style-type: none"> Taşkın yatağındaki durgun su birikimi(uzun süreli taşkın) 	<ul style="list-style-type: none"> Genişlik Suyun derinliği
Göl taşkınları	<ul style="list-style-type: none"> Kaynağa ya da rüzgarlara bağlı olarak su seviyesindeki yükselme 	<ul style="list-style-type: none"> Durgun suyun gölün dışına taşması 	<ul style="list-style-type: none"> Genişlik Suyun derinliği

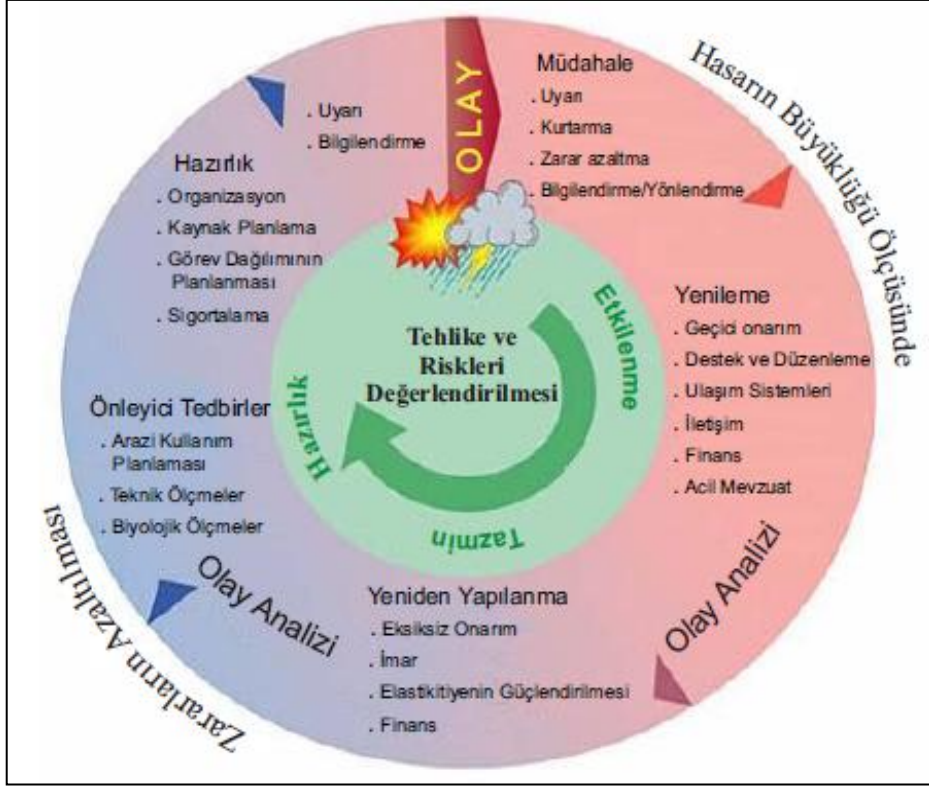
1.7. Taşkın Risk Yönetimi

Avrupa Taşkın Direktifinde (EFD) taşkın riski; taşkın meydana gelme olasılığı ile insan sağlığı, çevre ve ekonomik aktivitelere vereceği olumsuz sonuçların kombinasyonu olarak tanımlanmıştır. Son zamanlara kadar dünya genelinde birçok yetkili kurum ve kişi taşkın riskinden korunmanın, yeterince yüksek ve güçlü yapılan taşkın koruma duvarlarıyla mümkün olacağını kabul etmekteydi (Vanneuville vd., 2005). Ancak, son otuz kırk yılda artan taşkın olaylarıyla (Jeb ve Aggarwal, 2008) tek başına alınan fiziksel koruma önlemlerinin, taşkın hasarlarından korunmak için yeterli olmadığı anlaşılmıştır. Federal Acil Durum Yönetim Ajansı, Dünya Meteoroloji Örgütü ve Global Su Birliği taşkından bütünüyle kaçınılmasının mümkün olmadığını ve taşkından doğacak zararların en aza indirilmesi için taşkın risk yönetiminin zorunlu olduğunu belirtmiştir (FEMA, 2009; WMO/GWP, 2008).

Taşkın risk yönetimi taşkın risklerinin hidrolojik, jeolojik, meteorolojik, topografik, nüfus ve ekonomik kriterlerin tamamı dikkate alınarak taşkından korunma plan ve stratejilerinin en etkili biçimde oluşturulmasını ve uygulanmasını ifade etmektedir (Faber R., 2006; Sane ve Huokuna, 2008; Strubbe J. vd., 2005; SEPA, 1998; Fuchs vd., 2009). WMO/GWP, (2008) taşkın yönetim adımlarını temel olarak aşağıdaki şekillerde tanımlamaktadır (Şekil 8 ve Şekil 9).



Şekil 8. Taşkın risk yönetimi uygulama adımları (WMO/GWP, 2008).



Şekil 9. Taşkın risk yönetimi döngüsü (WMO/GWP, 2008).

Riskleri en aza indirmek için alınacak tedbirlerin planlanması ve uygulanmasından önce, risk yönetiminin ilk adımı taşkın risklerinin bütünüyle anlaşılması, analiz edilmesi ve değerlendirilmesidir. Bu da taşkın risk alanlarını ve risk altındaki parametrelerini açık bir şekilde gösteren taşkın risk haritaları ile mümkündür (WMO/GWP, 2008).

1.7.1. Taşkın Risk Haritaları

Taşkın risk haritaları çeşitli olasılıklar dahilinde, taşkınımın etki alanını adresleyerek, taşkından etkilenecek toplam nüfusu, riskli alanlardaki unsurları, bu alanlardaki faaliyet türlerini ve bunlara bağlı olarak taşkınımın sebep olacağı olası kötü sonuçları belirterek (EXCIMAP, 2007; Balabanova ve Vassilev, 2010), can ve mal kaybını en aza indirecek önlemler almayı sağlar (FEMA, 2009). Taşkın risk haritaları, risk yönetimi için gerekli temel altlığı oluşturmasının yanısıra; taşkından etkilenecek alanları riskin büyüklüğüne göre sınıflandırarak, arazi kullanımı ve yapılaşma planlarının doğru biçimde hazırlanması için ön bilgi oluşturur.



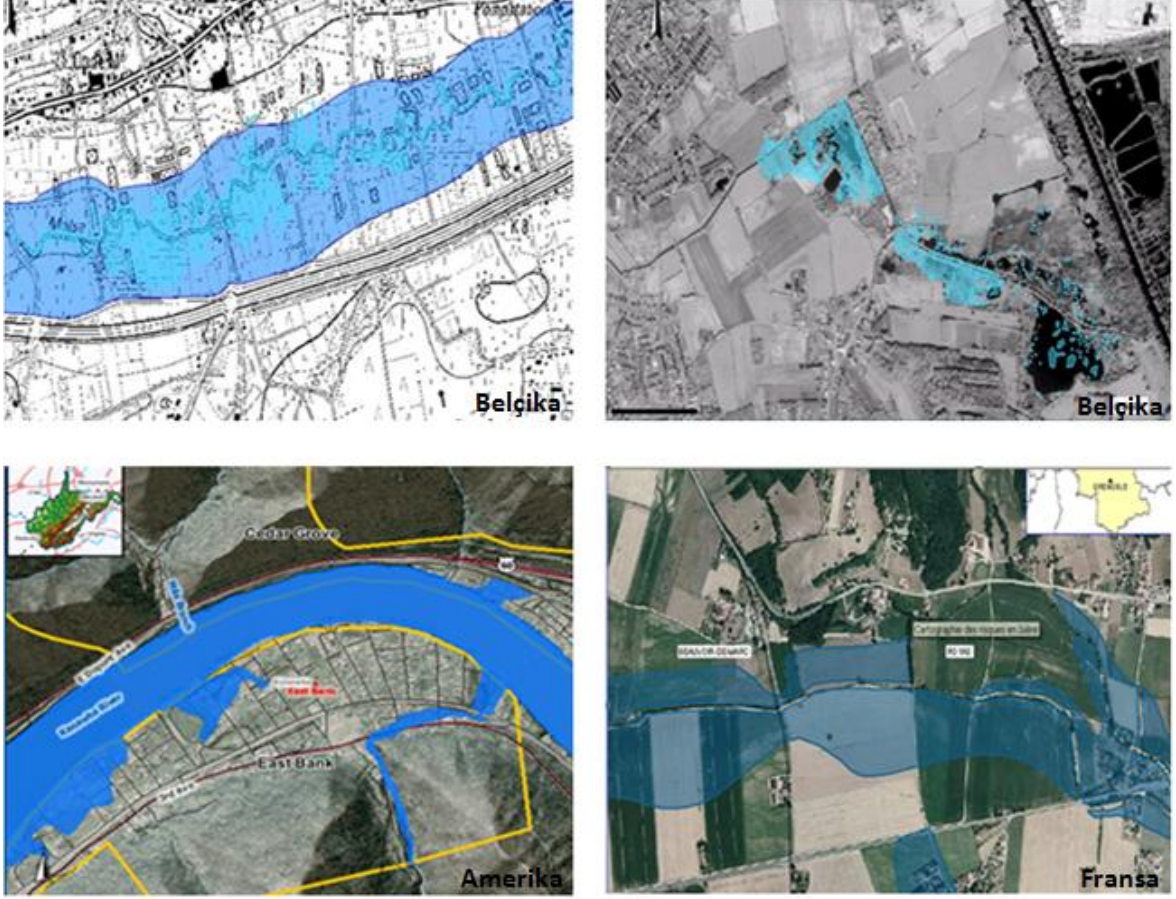
Şekil 10. Risk haritalanma, değerlendirme ve planlama döngüsü (FEMA, 2009)

Risk haritalarının, taşkın sonucu oluşacak hasarları en aza indirebilmek için, güncel olmaları, yeterli doğrulukta ve gerekli ayrıntı düzeyinde üretilmesi gerekir. Ancak iklim ve çevre koşullarının değişmesiyle beraber, taşkın risklerinin büyüklüğü, şiddeti ve konumu daimi olarak değişmektedir. Dolayısıyla teknoloji alanındaki gelişmelerden faydalanarak, değişen iklim ve çevre koşullarına paralel olarak risk haritalarının daimi olarak güncellenmesi gerekmektedir.

FEMA taşkın risklerinin doğru bir şekilde belirlenebilmesi için taşkın risk haritalarının,

- Fiziksel değişimler; köprü, menfez, taşkın koruma setleri ve havzanın karakteristiğine etki edecek tüm suni yapılar ile erozyon, orman yangınları vb.
- İklim değişiklikleri; Yağış verilerindeki değişimler (yağışların türü, sıklığı ve şiddetindeki değişimler.)

- Mühendislik metodolojisinde ki değişiklikler; fırtına ve taşkın olayı gibi doğa olaylarının daha iyi anlaşılmasını ve modellenmesini sağlayabilecek bilgisayar programlarındaki yenilikler, söz konusu olduğunda güncellenmesi gerektiğini belirtmiştir (FEMA, 2009).



Şekil 11. Örnek taşkın risk haritaları

1.7.2. Taşkın Risk Haritalarının Oluşturulmasında Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Rolü

Uzaktan algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) taşkın risk haritalarının hazırlanmasında önemli rol oynamaktadır (Schumann ve Di Baldassarre, 2010; Ho vd., 2010). Uzaktan algılama, çalışma alanı ile ilgili arazi kullanımı, şekli, havzanın büyüklüğü, akarsu ağı vb. verileri sağlarken (Schumann ve Baldassarre, 2010), CBS; havzanın hidrolojik yapısının modellenmesi, konumsal ve öznel bilgilerin depolanması,

değerlendirilmesi, işlenmesi, analizi, yorumlanması ve güncellenmesi için gerekli ortamı sağlamaktadır (Jeb ve Aggarwal, 2008).

Dünya genelinde taşkın ile ilgili yapılan çalışmalarda, özellikle son on yılda, Uzaktan algılama tekniklerinin uygulanması büyük ilgi görmüş (Amini,2010), taşkın yönetiminde risklerin elimine edilmesi için, gerçek zamanlı taşkın haritalarının hazırlanmasında çok güçlü bir araç haline gelmiştir (Yamagata ve Akiyama, 1988). Taşkın risk haritalarının hazırlanmasında önemli bir yer tutmasının yanı sıra taşkın süresince taşkın izlenmesi (Sandholt vd., 2003) ve taşkın sonucunda oluşan zararların şiddeti ve büyüklüğünün belirlenmesinde de uzaktan algılama teknikleri kullanılmaktadır (Wang vd., 2002).

Uzaktan algılama teknikleri ile elde edilmiş veriler; afet öncesi zarar azaltmaya yönelik olarak, tehlike ve risk haritalaması, planlama ve afet senaryolarının hazırlanması; afet anında, erken hasar tespiti, kriz yönetimi, lojistik destek, kurtarma çalışmaları için alternatiflerin belirlenmesi, mevcut tehlikenin izlenmesi ve haritalanması; afet sonrasında ise hasar tespiti, yeni yerleşim yerlerinin belirlenmesi ve tehlikenin izlenmesiyle sivil savunma ekiplerine destek çalışmalarında kullanılmaktadır (Tekin vd., 2007; Karataş, 2008).

Farklı alt havzalardan oluşan büyük hidrolojik havzalar, havza modellenmesi ve sonuçların görselleştirilmesi için parametre kalibrasyonu ile veritabanı geliştirilmesi için önemli bir çalışma gerektirir (Merzi ve Aktaş, 2000). Yağış ve iklim karakteristiğindeki değişimler, arazi kullanım karakteristiğinin değişmesi, havza karakteristiğinde değişikliğe sebep olacak yapıların inşası (baraj, koruma setleri, menfez vb.) ile doğa olayları (erozyon, orman yangınları vb.) taşkın modellenmesine ek zorluklara neden olur. Buna karşın, coğrafi bilgi sistemleri yukarıda sayılan zorlukları, veri depolama, analiz, güncelleme ve yönetim olanaklarıyla gidermekte (Merzi ve Aktaş, 2000) taşkın sonucunda oluşabilecek hasarı ve büyüklüğünü 1, 2 ve 3 boyutlu yaklaşımlarla görselleştirmektedir (Duan vd., 2007).

1.7.3. Taşkın Risk Haritalarının Üretilmesinde UA ve CBS Teknikleri Kullanılarak Yapılan Çalışmalar

French vd. (2006), Güney Kaliforniya'da ki Rosamond Gölü taşkını belirlemede eşik yağış uygunluğunu test ettikleri çalışmada; toprak tipi, bitki cinsi ve yoğunluğuna dayalı, yükselti sınırını belirlemek ve havza sınırlarını çizmek için UA'yı kullanmışlardır.

NOAA uydularından elde edilen iklim verileri ile Landsat 4 ve 5 TM uydu görüntüleri, kış yağışları ile taşkın arasındaki ilişkiyi incelemek için kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan yöntemin, taşkın sıklığı ve süresini tahminlemede kullanılabileceği gösterilmiştir (Karataş vd., 2008).

Usul (2008), Coğrafi Bilgi Sistemleri teknolojilerinin taşkın analizlerinin yanı sıra görselleştirmedeki önemini vurgulamış ve örnek olarak Çayboğazı Havzasında coğrafi bilgi sistemleri olanakları kullanılarak gerçekleştirilen çalışmayı açıklamıştır. Bu çalışma da arazinin topografik ve hidrolojik yapısının modellenmesinde coğrafi bilgi sistemleri kullanılmış ve CBS olanakları ile görselleştirilmiş taşkın analiz sonuçlarının herkes tarafından kolayca anlaşılabilir olduğu belirtilmiştir.

Akar ve Maktav (2008), İstanbul'un Beykoz ilçesi sınırları içerisinde yer alan Yeniçiftlik Deresi havzasının 3.66 km² lik bölümünü kapsayan çalışma alanında, taşkın araştırmasına yönelik farklı iki yöntem uygulamış ve bu yöntemler karşılaştırılmıştır. Kullanılan yöntemlerden bir tanesi, ArcGIS 9.2 yazılımının Spatial Analysis modülü kullanılarak gerçekleştirilmiş, karar vericilere çok sayıda ve karmaşık konularla ilgili karar verebilmeleri konusunda yardımcı olan çok kriterli karar verme analizi (ÇKKVA) diğer yöntemi ise, uygulamaları HECGeoRAS (ArcGIS 9.2) ve HECRAS 4.0 (Hydrologic Engineering Centers River Analysis System) hidrolik yazılımlarında gerçekleştirilen hidrolojik modellemelerden oluşturmaktadır. Çalışma sonucunda her iki yönteminde birbirine benzer sonuçlar verdiği ve daha çok veri kullanılarak iki yönteminde doğruluk ve güvenilirliğinin artırılması gerektiğini vurgulamışlardır.

Özdemir (2007), hidrolik modellemeleri yapılan değişik senaryolara ait verileri, CBS ortamına aktararak her bir senaryoya ait taşkınların dağılım alanları, derinlik ve hacimlerini bulmuş, ayrıca Quickbird uydu görüntüsü ve arazi çalışmalarıyla oluşturulan Havran Çayı yatağı kenarındaki arazi kullanım özellikleri ve bunlara ait ekonomik değerleri CBS ortamında değerlendirerek her bir senaryonun risk analizini yapmıştır.

Özcan vd., (2007) uzaktan algılama verileri, yersel çalışmalar ve farklı veri grupları Coğrafi Bilgi Sistemi ortamında modelleyerek Aşağı Sakarya Havzası'nda taşkın risk analizi gerçekleştirmiştir. Modelleme aşamasında, Çok Kriterli Karar Verme Analizi ve Hidrolojik Modelleme yöntemleri kullanmış ve sınır koşullarına göre yöntemlerin karşılaştırmasını yapmıştır.

Evans, vd. (2007), coğrafi bilgi sistemlerinin stratejik taşkın risk yönetiminde ne kadar geniş yelpazede uygulama alanı olduğunu belirtmiştir. CBS ortamı kullanarak iki

boyutlu taşkın modelleme yaklaşımları ve senaryoların testleri ile riskleri değerlendirmiş ve yine CBS ile taşkın risk ve taşkın tehlike haritalarını oluşturmuştur.

Byrne vd. (1980), Colditz (2003) ve Amini (2010) uzaktan algılama verilerinin taşkın yatağı ve taşkın eğilimli alanlarının belirlenmesinde küçük ve orta ölçekli harita olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Şorman ve Dođanođlu (2001), Batı Karadeniz Bölgesi'nde meydana gelen bir taşkın öncesi ve sonrasına ait uydu görüntülerini kullanarak, kontrollü sınıflandırma yöntemiyle su altında kalan alanları belirlemişlerdir. Benzer şekilde Islam ve Sado (2000), NOAA-AVHRR görüntülerini ve coğrafi bilgi sistemi olanaklarını kullanarak taşkın tehlike haritaları üretmişlerdir.

Atay ve Ayhan (2004) IKONOS uydu görüntüsünün taşkın risk bölgelerinin belirlenmesindeki performansını araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, çalışma alanının çevresel karakteristiği ve yerleşimi hakkında bilgi elde edilerek, olası bir taşkın durumunda riskli bölgelerin tespitini sağlamışlardır.

Tunay ve Ateşoğlu (2004), 1992 ve 2000 tarihli Landsat 5 TM uydu verilerini kullanarak, Kozcağız ve Ulus Çayı taşkın sahalarındaki değişimlerin analizini yapmışlardır. Uydu verileri üzerinden elde edilen bilgilerin CBS ortamında analizleri yapılmış, ortaya çıkan sonuçlar doğrutusunda meydana gelen değişimlerin boyutu belirlenmiştir (Karataş vd., 2008).

Amini (2010) geniş alanı kaplayan bir sel olayında sayısal yükseklik modeli(DEM) kullanarak, ürettiği taşkın derinlik haritalarını, sınıflandırılmış yüksek çözünürlüklü IKONOS uydu görüntüsü üzerine bindirerek taşkın olayından sonra su altında kalan alanları belirlemiştir.

Imhof vd. (1987), Landsat-Multispectral Scanner (MSS) ile birlikte L-band radar verisi kullanılarak, aşığı Ganges Nehri boyunca oluşan taşkın sınırlarını haritalamışlardır(Karataş vd., 2008). Winsnet vd. (1974), taşkın izlemede NOAA-AVHRR verilerinin kullanılabileceğini göstermişlerdir. Xiao ve Chen (1987), Songhua Nehir havzasında, NOAA uydusunun band 1 ve band 2 arasındaki görüntü farklarını kullanarak, meydana gelen taşkın boyutlarını belirlemeyi başarmışlardır(Karataş vd., 2008).

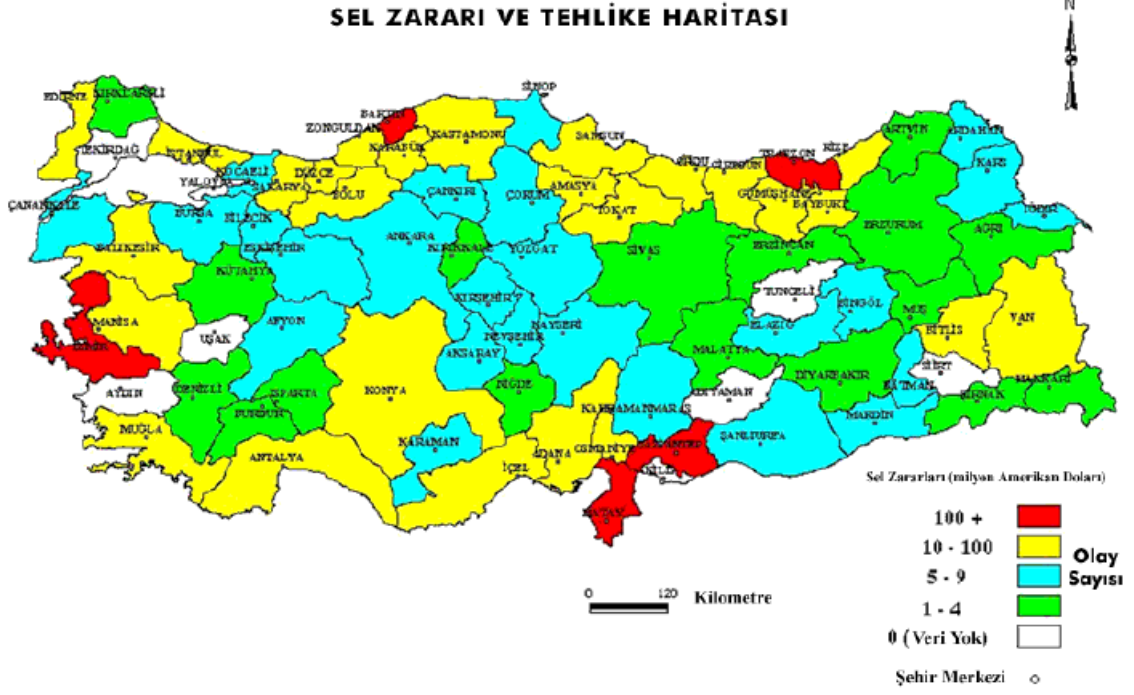
Zhange vd. (2002), National Profesional Operational Integrated Monitoring System (NPOIS) de Çin'in taşkın felaketinin takibi ve tahmini için uydu görüntülerini kullanarak geniş kapsamlı bir çalışma yapmıştır. Yüksek konumsal ve spektral çözünürlükteki optik görüntüleri (SPOT, Landsat) arazi haritasını çıkarmış, Cloud-Penetrating Microwave (JER-

1, Radarsat, ERS-1/2) görüntüleri ile taşkın genişliğini gösteren haritaları üretmiş ve DEM ile karşılaştırarak taşkın derinliğini ve taşkın tehlike haritalarını üretmiştir. Ayrıca yüksek zamansal çözünürlüklü uydu görüntüleriyle (AVHRR/NOAA) taşkınların yoğun olarak meydana geldiği mevsimde günlük takibi yapılmış ve bu çalışmalar sonucunda; arazi kullanım haritaları, taşkın haritaları, taşkın tehlike haritaları ve taşkın zararlarını gösteren haritalar üretmiştir (Shamaoma, 2005).

Son yıllarda HYDROTEL (Fortin vd., 2001), CASC2D (Downer vd., 2002) vb. gibi UA ve CBS ile uyumlu hidrolojik modeller geliştirilmiş veya güncellenmiştir (Karataş vd., 2008). Liu ve De Smedt (2005), Belçika'da, Barebeek havzasında test edilen alansal dağılımlı bir hidrolojik modelle ekstrem taşkın karakteristiklerini belirlemek için gerekli parametreler olan, arazi kullanımı ve toprak örtüsü parametrelerini, UA ile elde etmişlerdir (Karataş vd., 2008).

1.8. Taşkın ve Türkiye

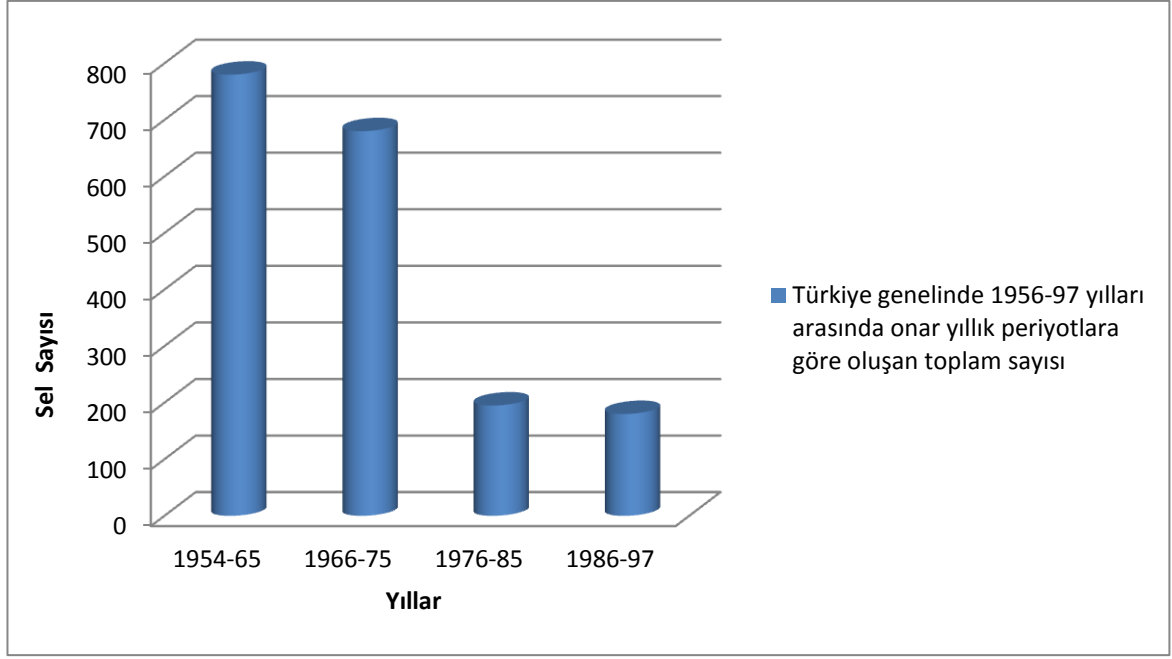
Türkiye, konumu, jeolojik yapısı, topografyası ve iklim özellikleri nedeniyle doğal afetlerin sık yaşandığı ülkelerden biridir. Türkiye, öncelikle deprem olmak üzere, heyelan, sel, erozyon, kuraklık, kaya ve çığ düşmesi gibi doğal afetleri ile karşı karşıyadır. Geçmişte bu gibi doğal afetler sonucunda çok sayıda can kayıpları, yaralanmalar ile büyük sosyal ve ekonomik kayıplar yaşamıştır. 1990 ile 2003 yılları arasında meydana gelen deprem, çığ düşmesi, çamur akması, su baskını gibi doğal afetlerde Afet İşleri Genel Müdürlüğü kaynaklarına istinaden, en azından 19.964 kişi hayatını kaybetmiş, 1.078.200 kişi evsiz kalmış, yaklaşık 17,5 milyar ABD Doları kayıp meydana gelmiştir (Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afetlere Hazırlık ve Kentsel Risk Yönetimi Komisyonu, 2009).



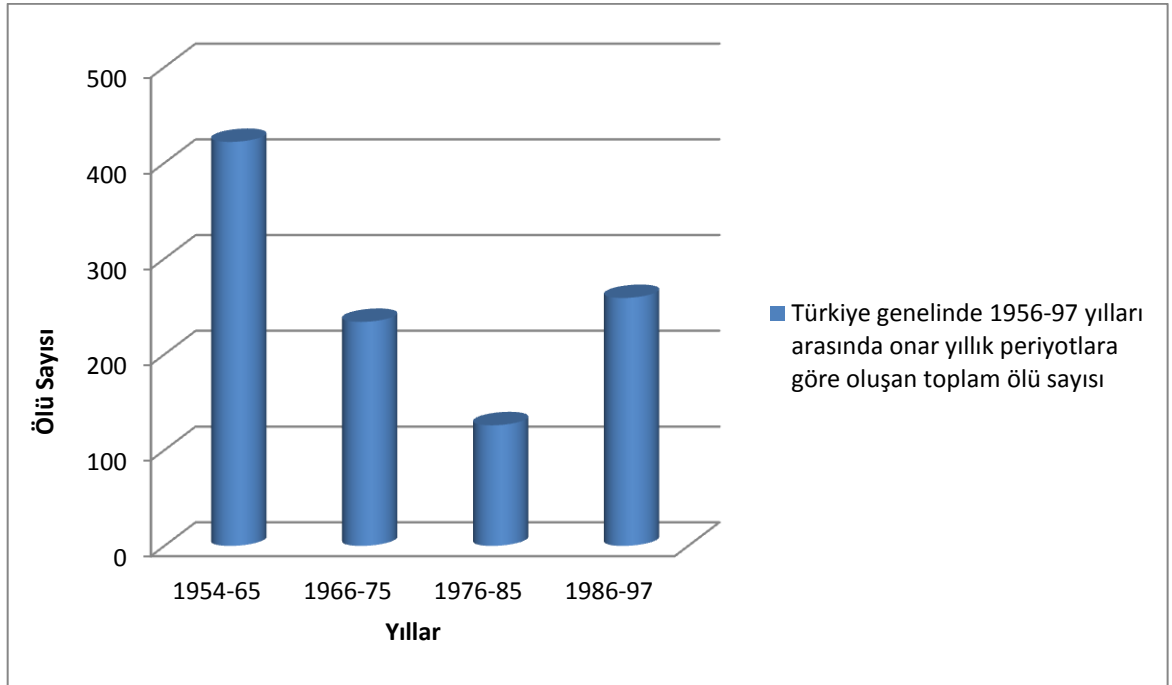
Şekil 12. Afet İşleri Genel Müdürlüğü'ne göre ülkemizde yaşanan sel zararının illere göre dağılımı (Kadıoğlu, 2008).

Global ısınmanın neden olduğu iklim değişikliklerinin yanı sıra arazi kullanımındaki değişiklikler, dünya genelinde olduğu gibi Türkiye'de de son zamanlar da taşkın olaylarının şiddeti ve sıklığı artmıştır. 1955-2007 yılları arasındaki sel istatistikleri incelendiğinde, bu dönemde Türkiye'de 1308 adet su baskını olayı yaşandığı görülmektedir. Bu olaylar nedeniyle en az 1,235 kişi hayatını kaybetmiş ve 61 bin konut yıkılmış veya kullanılmaz hale gelmiştir (Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afetlere Hazırlık ve Kentsel Risk Yönetimi Komisyonu, 2009). 1989-2009 yılları meydana gelen 369 sel olayı ise yaklaşık 2.1 milyar dolar maddi zarara neden olmuştur (Özkaldı, 2010).

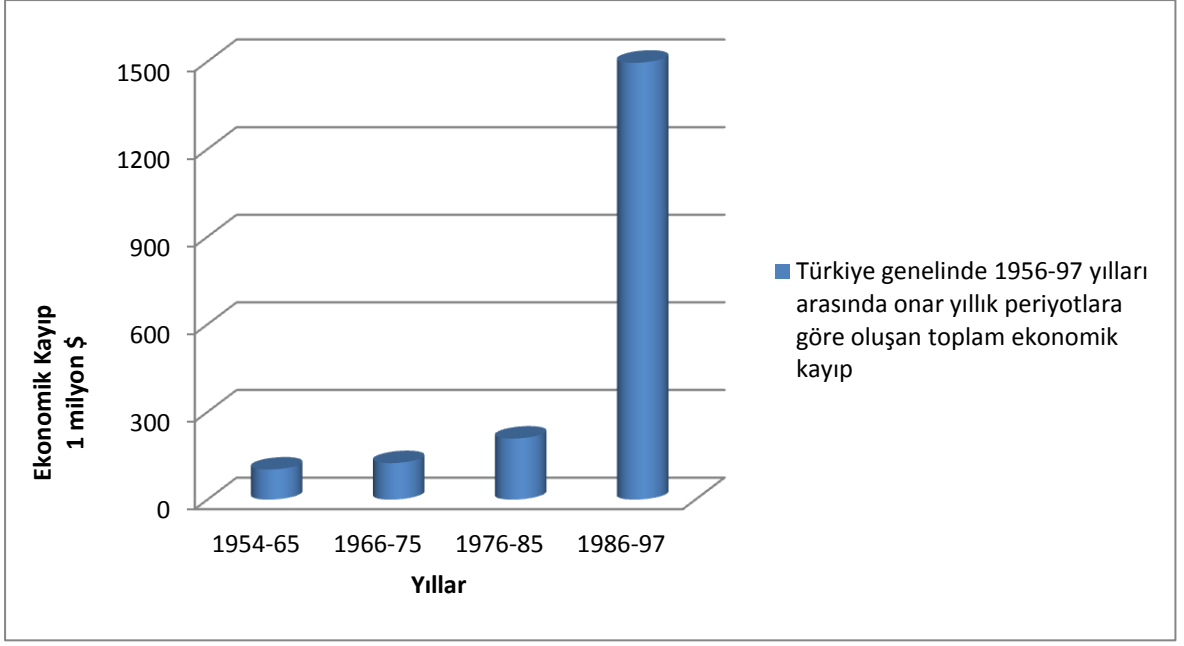
Kadıoğlu (2008), DSİ taşkın yıllıklarına göre Türkiye genelinde 1956-1997 yılları arası onar yıllık periyotlara göre sel ve ölü sayıları ile birlikte maddi zararların değişimini araştırmıştır. 1956-1997 yılları arasındaki taşkın olaylarını kapsayan bu çalışmada elde edilen bulgular, meydana gelen taşkınlar ve neden oldukları can ve mal kayıplarını gösterir grafikler şeklinde aşağıda sunulmuştur.



Şekil 13. Türkiye genelinde 1956-97 yılları arasında onar yıllık periyotlara göre oluşan toplam sel sayısı



Şekil 14. Türkiye genelinde 1956-97 yılları arasında onar yıllık periyotlara göre oluşan toplam ölü sayısı



Şekil 15. Türkiye genelinde 1956-97 yılları arasında onar yıllık periyotlara göre oluşan toplam ekonomik kayıp

Türkiye’de uzun yıllardır, afet yönetiminin gereğini vurgulayan ve bu konuda önemli çalışmalar yürüten Kadioğlu (2008)’na göre; maalesef Türkiye’de bugün ne hava şartlarını, ne iklimi, ne de nehirlerimiz ve göllerimizdeki su seviyelerini takip edip sele, “sel” demek, onları izlemek ve önceden haber vermekle resmen görevli herhangi bir kurum veya kuruluşumuz bulunmamaktadır. 1937 yılında kurulan DMİ Genel Müdürlüğü’nü ve 3127 sayılı Teşkilat ve Görevleri Hakkındaki Kanunda, “... hava ve deniz seferlerini korumak ve memleketin hava hadiseleriyle ilgili haberleri vermektir” denilirken 8/11/1986 tarihli ve 3254 sayılı kanunla değiştirilen DMİ Teşkilat ve Görevleri Hakkındaki Kanunda artık sadece “meteorolojik destek” den bahsedilmektedir. 3254 sayılı kanunda belirlenen, amaç ve görevleri arasında sel ile birlikte fırtına, kuraklık, don, dolu, vb. gibi 28 adet meteorolojik afet ile ilgili herhangi bir açıklama veya görev tanımı yoktur. Türkiye’de hala sel tahmini için gerekli olan, yağış miktarını DMİ, akışa geçen yağış miktarını ise DSİ gibi farklı kurumlar ölçmektedir. Diğer bir deyişle, Türkiye’de meteorolojik gözlemler DMİ, DSİ, EİEİ gibi farklı kamu kurumları tarafından yapılmaktadır. Bu dağınık yapı büyük kaynak israfının yanında ülkemizde “gözleme ve uyarı” faaliyetlerinin gerek ve yeter düzeyde yapılamamasına neden olmaktadır. Oysaki Türkiye’de havza ölçeğinde toprağın nem durumunu, kar örtüsünü, fırtınanın etkili olma süresini, yağmış ve yağacak olan yağışın miktarlarını vb. belirleyip tahmin eden ve nehirlerdeki akışı ve yükselmeleri sayısal

modeller ile bir bütün içinde sürekli olarak takip edip taşkın uyarıları yapacak şekilde donatılmış ve görevlendirilmiş bir kurum ya da organizasyona olan ihtiyaç ortadadır.



Şekil 16. Türkiye de yaşanan çeşitli taşkın olaylarına ait görüntüler

1.8.1. Karadeniz Bölgesi ve Taşkınlar

Karadeniz üzerinden gelen nemli hava kütleleri, kıyıya paralel uzanan yüksek dağların kuzey kesimlerine bol miktarda yağış bırakmaktadır. Yağışlar belirli mevsimlerde değil her mevsim meydana gelmekte ve yıllık 2000-2500 mm yağış miktarı ile bölgeyi ülke genelinde en fazla yağış alan bölge yapmaktadır. Karadeniz Bölgesinin topografyasının dağlık, engebeli ve eğimin fazla olması yağışların, yüzeyde hızla akışa geçerek sele dönüşmesine neden olmakta ve bölge genelinde sık meydana gelen taşkın olayları önemli ölçüde can ve mal kaybıyla sonuçlanmaktadır. Özellikle Doğu Karadeniz Bölgesinde, Karadeniz bölgesi içinde en fazla yağışı alması ve yüzey eğimlerinin çok fazla olması nedeniyle, taşkın olayları çok sık tekerrür etmektedir. 1975-2005 yılları arasında

meydana gelen 14 farklı taşkın ve bu taşkınlar sonucu oluşan heyelanlar nedeniyle bölgede 212 kişi hayatını kaybetmiştir. Bu zaman diliminde Türkiye genelinde aynı sebeple oluşan can kaybı 593'tür (DSİ, 2005; Önsoy vd., 2008) Bu rakamlar sadece 1975-2005 yılları arasında Türkiye genelinde yaşanan taşkınlar sonucu oluşan can kayıplarının %35'inin Doğu Karadeniz Havzasında yaşandığını göstermektedir (Önsoy vd., 2008).



Şekil 17. Karadeniz Bölgesinde yaşanan çeşitli taşkın görünümleri

1.8.2. Doğu Karadeniz Havzası ve Özellikleri

Doğu Karadeniz, Çoruh ve Yeşilırmak havzalarıyla Karadeniz arasında uzanmakta olup, Trabzon, Rize illerinin tamamını, Ordu ilinin tamamına yakını, Giresun, Gümüşhane ve Artvin illerinin bir kısmını içine almaktadır (Fakıoğlu ve Kağncıoğlu, 2009). Doğu Karadeniz Havzası Türkiye'nin kuzeydoğu kesiminde 40°50' - 41°34' kuzey

enlemleri ile 36°43'-41°35' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Bölgenin kuzeyini Karadeniz, güneyini ise Doğu Karadeniz dağları sınırlamaktadır (Altınkaynak, 2008). Havza genelinde yağış ortalaması yaklaşık 1000 mm dolayındadır. Havza içinde m²'ye düşen yağış ortalamaları; DMİ Genel Müdürlüğü verilerine göre (1971-2000) Ordu; 1029 mm, Giresun 1231mm, Trabzon 808 mm, Rize ili 2221 mm, Artvin–Hopa 2203 mm olup, en yüksek yağışlar Rize'de 2400 mm en düşük yağışlar Trabzon çevresinde 700 mm civarındadır (Fakıoğlu ve Kağnıcıoğlu, 2009). Havzanın toplam yağış alanı 24 077 km², ortalama akış ise 14,90 milyar m³'tür. Yağış alanı ülkemizin yaklaşık %3,1'ine, akış miktarı açısından ise yaklaşık %7'sine tekabül etmektedir. Havzanın denizden ortalama yüksekliği 900 m'dir (Fakıoğlu ve Kağnıcıoğlu, 2009).

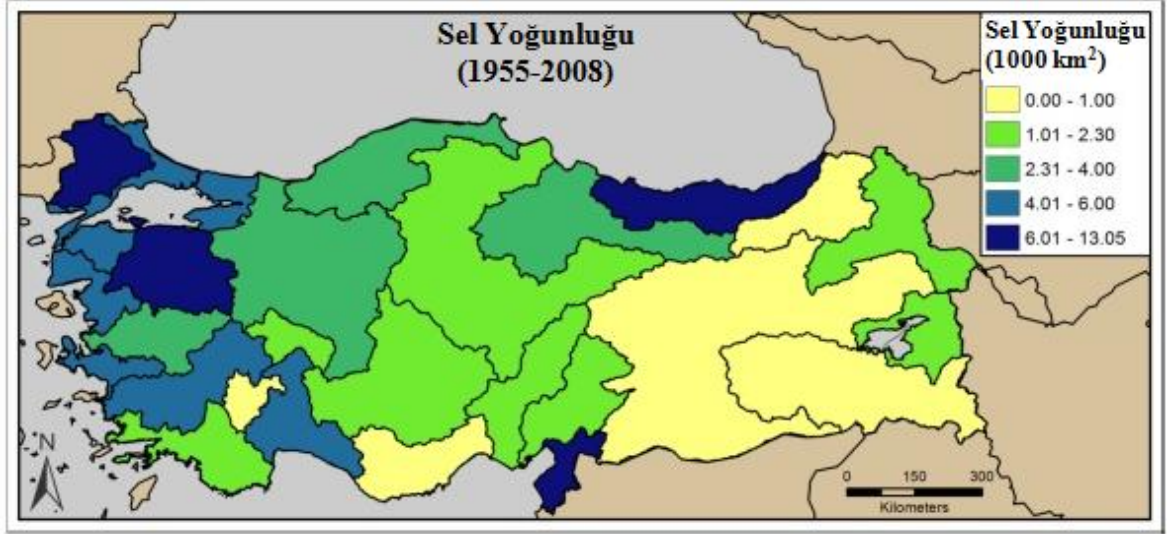
Havzanın ortalama eğimi Karadenize doğru %3-4 mertebesindedir. 500 m kotunun üstünde eğim daha da artmaktadır. Havza içerisinde irili ufaklı birçok alt havza bulunmaktadır. Havzada bulunan derelerin ortalama uzunlukları 60-80 km arasında değişmektedir(Fakıoğlu ve Kağnıcıoğlu, 2009). Havza geneli nüfus yoğunluğu Türkiye ortalamasının altında olup, havza genelinde yerleşimler sahil boyunca yoğunluk arz etmektedir (Fakıoğlu ve Kağnıcıoğlu, 2009).



Şekil 18. Doğu Karadeniz Havzası uydu görüntüsü (Google Earth, 20.11.2011)



Şekil 19. Doğu Karadeniz Havzası akarsu ağı (Önsoy vd., 2008).



Şekil 20. Türkiye’de 1955-2008 yılları arasında meydana gelen taşkınların havza bazında her 1000 km²’lik birim alanlardaki yoğunluğu (DMİ, 2011)

Doğu Karadeniz Havzası Taşkınları;

Havzada 1955 ile 2005 yılları arasında toplam 50 taşkın olayı meydana gelmiştir. Bu taşkınlar sonucunda 258 kişi hayatını kaybetmiş ve 791.022.263 (2008 fiyatları ile) maddi zarar ortaya çıkmıştır (Önsoy vd., 2008). Yaşanan bu taşkın olayları ve neden oldukları kayıplar Tablo 3’de olay tarihleriyle birlikte verilmiştir.

Tablo 3. DSİ taşkın verilerine göre Doğu Karadeniz Havzası taşkınları (1955-2005)
(Önsoy vd., 2008)

No	Tarih	Can Kaybı	Taş. Sah. (10 ³ m ²)	Zarar (2008YTL)	No	Tarih	Can Kaybı	Taş. Sah. (10 ³ m ²)	Zarar (2008YTL)
1	02.09.1956	-	-	1,587,884	26	30.07.1977	6	3470	152,317
2	20.05.1959	-	-	1,452,474	27	03.01.1979	-	24	48,533
3	25.08.1959	-	-	3,943,815	28	14.06.1981	-	200	4,008,380
4	31.12.1962	-	-	94,742	29	04.09.1982	-	80	171,755
5	02.01.1963	6	-	0	30	19.07.1983	27	2573	3,615,370
6	11.06.1963		-	726,027	31	21.07.1983	-	100	505,688
7	21.09.1963	2	-	484,949	32	01.07.1988	-	193	2,487,701
8	25.06.1965	2	-	2,388,165	33	21.07.1988	3	61	396,286
9	05.07.1966	6	-	1,837,956	34	01.08.1988	-	180	564,015
10	17.07.1967		-	283,057	35	02.08.1988	-	115	105,436
11	27.07.1967	-	-	178,982	36	27.04.1990	-	158	2,291,428
12	09.04.1968	-	-	80,528	37	20.06.1990	57	74358	547,391,473
13	17.07.1971	-	-2	1,333,805	38	31.07.1992	-	-	402,836
14	22.06.1972	-	-	188,494	39	27.06.1994	-	1100	2,003,715
15	14.06.1973	-	1256	1,607,394	40	08.08.1994	-	15	768,083
16	07.07.1973	-	4384	1,007,200	41	06.07.1995	4	170	2,037,241
17	14.07.1973	-	3610	8,125,119	42	31.07.1995	5	670	4,877,014
18	14.07.1973	7	-	60,886	43	31.08.1995	2	150	5,401,762
19	01.06.1974	7	5293	65,235	44	08.08.1998	50	1365	69,991,739
20	06.06.1974	-	-	8,193	45	12.11.2001	10	-	13,133,507
21	06.06.1974	-	-	809,321	46	24.07.2002	27	-	17,881,127
22	28.07.1974	-	70	69,868	47	10.06.2004	-	-	2,534,072
23	19.08.1974	6	2780	808,769	48	02.08.2005	10	-	34,000,643
24	12.06.1975	-	2125	72,637	49	21.08.2005	4	-	48,544,458
25	19.05.1977	-	1146	255,582	50	03.10.2005	7	-	236,605
						TOPLAM	258	105 646	791,022,263

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Taşkın risk haritalarının üretilmesi; ilgili nehir ve nehir havzası karakteristiğinin belirlenmesi, bu karakteristiğe uygun taşkın modelleme yönteminin seçilmesi, taşkın modeli ve olası senaryolar için gereksinimleri karşılayabilecek simülasyon modellerinin tasarlanması ve geliştirilmesi, hidrolojik ve meteorolojik verilere dayalı senaryolar üzerinden gerçekleştirilecek simülasyonlar sonucu taşkın risk alanlarının ve risk altındaki unsurların belirlenmesi genel adımlarından oluşmaktadır. Sıralanan bu iş adımlarından anlaşılacağı üzere taşkın risk haritalarının üretilmesi farklı birçok kurumun ürettiği, sunduğu ya da sunmakla yükümlü olduğu veri ve hizmetleri gerektirmektedir. Diğer bir boyut bu hizmetlerin kurumsal düzeyde iyi bir organizasyon dahilinde yürütülmesi gerekliliğidir. Ülkemizde böyle bir kurumsal organizasyon bulunmadığı gibi veri ve hizmetlere anlık ve etkin erişimi olanaklı kılacak birlikte işlerlik altyapıları da mevcut değildir. Özellikle konumsal veri altyapıları bağlamında bunun henüz tek bir kurum bazında dahi gerçekleştirilememiş olması, kurumlar tarafından ya da daha üst düzeyde ortaya konulmuş bir yol haritasının veya kabul görmüş bir metodolojinin olmayışı, ulusal düzeyde konumsal veri altyapılarının(UKVA) ne zaman işlerlik kazanacağı yönündeki belirsizliği sürdürmektedir(Cömert,1995;1996;1998; Akıncı, 2006; Bostancı ve Cömert 2007; Bostancı, 2010).

Taşkın risk haritalarının üretilmesi için gerekli veri alt yapıları mevcut CBS olanakları ile de gerçekleştirilebilir (Sheng, 2006; Knebl vd., 2004; Prathumchai ve Samarakoon, 2005). Burada temelde ortaya çıkacak sorun güncellik sorunudur. Mevcut işleyişte herhangi bir bilgi sistemi kurulurken gerekli veriler toplanmakta ve daha sonra belirli periyotlarla veri tabanlarının güncellenmesi sağlanmakta/amaçlanmaktadır. Bu başarılsa bile değişiklikler ancak güncellemeler sonrası sisteme yansımaktadır. Taşkın öncesi planlama çalışmalarının yanı sıra olay anında taşkın sınırlarının ve risk altındaki parametrelerin doğru biçimde belirlenmesi ve hızlı kararlar alınması için de verilerin güncel ve doğru olması son derece önemlidir. Bu noktada, konumsal verilere güncel, doğru, güvenilir, hızlı ve kolay ulaşılabilmesini sağlayan uydu teknolojileri öne çıkmaktadır. Taşkın risk haritalarının oluşturulması için gereken arazi topografyası, bitki örtüsü, akarsu ağı, yapılaşma bilgileri vb. konumsal veriler uydu görüntülerinden elde edilebilmektedir. Bu da uydu görüntülerini, planlama ve afet senaryolarının hazırlanması;

afet anında erken hasar tespiti, kriz yönetimi, mevcut tehlikenin izlenmesi ve haritalanmasının (Tekin vd., 2007; Karataş, 2008) yanı sıra afet öncesi zarar azaltmaya yönelik olarak tehlike ve risk haritalarının hazırlanması için gerekli güncel verilerin elde edilmesinde önemli bir araç haline getirmektedir.

Bu noktada öncelikle taşkın risk yönetimi ve risklerin belirlenmesi için gerekli olan verilerin belirlenmesi ve bu verilerin kullanım amacı ve taşkın risk haritalarının gerektirdiği ayrıntı düzeyi ve doğruluk açısından yeterli olup olamayacağının, bu verileri üretmek ve sunmak yükümlü kurumlar ve bunların veri ve hizmet sunum biçimlerinin belirlenmesi gerekmektedir.

2.1. Taşkın Risk Yönetimi ve Risk Haritalama İçin Gerekli Veriler

Bu başlık altında taşkın risklerinin belirlenmesi, risk haritalarının oluşturulması ve taşkın yönetimi için gerekli veriler ve bunların kullanım amaçları belirlenmiş ve tablosal olarak aşağıda sunulmuştur.

Tablo 4. Taşkın risk yönetimi ve risk haritalama için gerekli veriler

Veri	Kullanım Amacı
Topografik Harita	Sayısal yükseklik ve arazi modellerinin oluşturulması. Nehir ve havza karakteristiğinin belirlenmesi. Havza yağış alanı ve akıma geçecek su miktarının hesabı. Taşkın senaryolarının doğru biçimde simüle edilmesi. Taşkın risk sınırlarının belirlenmesi. Risk altındaki unsurların belirlenmesi. Risk ve risk altındaki varlıkların transferi için planlama. Taşkın sırası, öncesi ve sonrası için önlem ve müdahale planlarının hazırlanması.
Kadastral Altlıklar ve Mülkiyet Verisi	Toprak kullanım planlamaları ve arazi yönetimi Risk altındaki unsurların belirlenmesi Hasar tespiti

Tablo 4' ün devamı

<p>Hava fotoğrafları ve Uydu görüntüleri</p>	<p>Arazi ve Arazi üzerindeki varlıklara ait kolay hızlı ve güncel veri elde edebilme Taşkın vereceği zararları ve risk altındaki varlıkları doğru bir şekilde belirleyebilmek Taşkın senaryolarının doğru biçimde simüle edilmesi Taşkın izleme Taşkın anı ve sonrası için müdahale planlarının hazırlanması Risk ve risk altındaki varlıkların transferi için planlama Yapılaşma planlamaları Toprak kullanım planlamaları ve arazi yönetimi</p>
<p>Arazi kullanım bilgisi</p>	<p>Taşkın hızı, ilerlemesi, etki alanını belirleyebilmek Taşkın vereceği zararları ve risk altındaki varlıkları doğru bir şekilde belirleyebilmek Arazi kullanım planlamasının yapılması Taşkın vereceği hasarları en aza indirebilmek için risk ve Risk altındaki varlıkların transferi için planlama Müdahale, önlem ve destek planlarının hazırlanması Finansal planlama Taşkın senaryolarının doğru biçimde simüle edilmesi Toprak kullanım planlamaları ve arazi yönetimi</p>
<p>Akarsu ağı</p>	<p>Taşkın hızını, süresini, yayılımını ve etki alanını belirlemek; Taşkın senaryolarının doğru biçimde simüle edilmesi Taşkın sırası, öncesi ve sonrası için doğru planlama yaklaşımları geliştirmek Risk ve risk altındaki varlıkların belirlenmesi, transferi</p>
<p>Meteorolojik veriler</p>	<p>Meteorolojik faktörlerin taşkın oluşum hızı, süresi ve etki alanına etkisini belirleyerek, çeşitli yağış miktarlarında alınacak önlemlerin belirlenmesi Müdahale, önlem ve destek planlarının hazırlanması Taşkın senaryolarının doğru biçimde simüle edilmesi</p>

Tablo 4' ün devamı

Akım verileri ve yan kollardaki su seviyeleri	<p>Taşkın oluşumunu, hızını, süresini, yayılımını ve etki alanını belirleyerek;</p> <p>Taşkın senaryolarının doğru biçimde simüle edilmesi</p> <p>Önlem ve müdahale planlarının hazırlanması</p> <p>Taşkına neden olacak meteorolojik etkileri doğru değerlendirebilmek</p> <p>Yan derelerin taşkına etkisini belirlemek.</p>
Demografik veriler	<p>Risk altındaki nüfusun belirlenebilmesi,</p> <p>Taşkın sırası, öncesi ve sonrası için önlem ve müdahale planları hazırlamak</p> <p>Risk altındaki nüfusun transferi</p>
Ulaşım ve alt yapı ağları (elektrik, su, doğal gaz vb..)	<p>Taşkından zarar görecekt ulaşım ve alt yapı ağlarının belirlenmesi</p> <p>Önlem planlarının hazırlanması</p> <p>Taşkın sonrası yapılacak müdahalelerin belirlenmesi</p> <p>İkincil bir hasara neden olacak altyapı ağları(doğal gaz vb..) için önlem alınması ve planlama</p>
Haberleşme ve iletişim ağları	<p>Haberleşme ve iletişim sürekli olarak aktif olmasının sağlanması</p> <p>Bilgilendirilme ve uyarı</p>
Daha önce meydana gelen taşkınlara ait zarar kayıtları, hava fotoğrafları, uydu görüntüleri ve haritalar	<p>Gelecekte meydana gelebilecek taşkın olayları, riskleri ve olası zararları doğru şekilde tayin edebilmek.</p> <p>Taşkın senaryolarının doğru biçimde simüle edilmesi</p> <p>Toprak kullanım planlamaları ve arazi yönetimi</p> <p>Risk ve risk altındaki varlıkların transferi için planlama</p> <p>Müdahale, önlem ve destek planlarının hazırlanması</p>
Okul, hastane, fabrika vb..	<p>Risk altındaki okul, hastane, fabrika vb.'nin belirlenmesi</p> <p>Risk altında olan okul, hastane, fabrika vb.. transferi</p> <p>Önlem müdahale ve destek planlamaları geliştirebilmek</p>
Atık sahalarının belirlenmesi	<p>Taşkın vereceği dolaylı zararların belirlenmesi (kirlilik, hastalık yayılması vb.), tedbir, önleme ve müdahale</p>

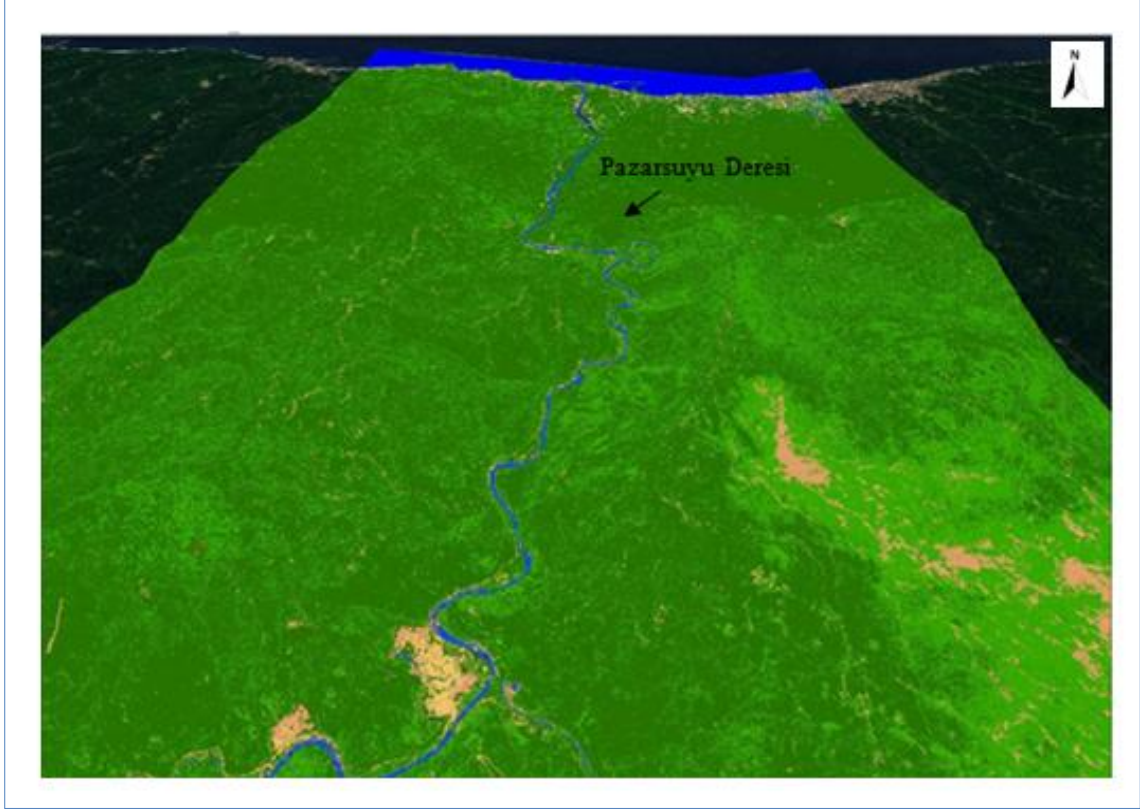
2.1. Çalışma Alanının Tanıtımı

Pazarsuyu vadisi yörenin en büyük vadilerinden olup, Doğu Karadeniz Bölgesinde Giresun ili Bulancak ilçesinde bulunmaktadır. Bulancak ilçesi, Doğu Karadeniz bölgesinin tipik coğrafik yapısını göstermekte olup, doğuda Giresun ili, batıda Piraziz ilçesi, güneybatıda Ordu ili, güneydoğuda Dereli İlçesi ve kuzeyde Karadeniz ile çevrilidir. Yüzölçümü 608 Km²'dir. Yıllık yağış ortalaması 1000.00 mm civarındadır (DSİ, 2008).

Pazarsuyu vadisinin 2000 m'den daha yüksek arazilerinin hemen hemen tamamı mera alanları olarak, bu yüksekliğin altında kalan arazilerin ormanlık alanların dışında kalanları ise, tarım alanı olarak kullanılmakta ve genellikle fındık tarımı yaygın olarak yapılmaktadır. Vadinin hemen her kısmı, yerleşim yeri ve tarım alanı olarak kullanılmaktadır. Yöre insanının en önemli geçim kaynağı fındık yetiştiriciliğidir ve yerleşim birimlerinin civarındaki araziler, fındık yetiştiriciliği için ideale yakın tarım arazisi konumundadır (DSİ, 2008).

Derenin, çalışmaya konu güzergâhı 430541-4531700 ve 428814-4524999 metre koordinatları arasında olup Pazarsuyu deresi boyunca kuzeyde Pazarsuyu köyü köprüsünden başlayarak güneyde Süme köyüne kadar devam etmektedir. Güzergâh uzunluğu 10769 m'dir. Ortalama mecra eğimi $I=0,7'$ dir. Derenin mecra genişliği değişkenlik göstermekte olup, en dar yeri 13 m, en geniş yeri 82 m olup, genellikle 20-30 m civarındadır (DSİ, 2008).

Pazarsuyu deresi üzerinde yapılan pilot uygulama Pazarsuyu güzergâhı boyunca 430541-4531700 ve 428814-4524999 metre koordinatları arasında, üç ana bölüm belirlenerek bu bölümlerde riskli alanlar belirlenmiştir.



Şekil 21. Pazarsuyu Deresi'nin görüntü sınıflandırılması ile elde edilen hali

2.1.1 Simülasyona Konu Ana Bölümler

Pazarsuyu deresi üzerinde 3 ana kısım olmak üzere 6 bölüm (simülasyon koşumunun daha hızlı ve doğru sonuçlar vermesi için üç ana kısım 6 bölüme bölünerek simülasyonda koşturulmuştur) üzerinde taşkın riski olan alanların belirlenmesi sağlanmıştır;

I. Bölüm: 430541-4531700 ve 429865-4529345 metre koordinatları arasında olup, Pazarsuyu deresi boyunca, kuzeyde Pazarsuyu köyü köprüsünden başlayarak, güneyde Pazarsuyu köyü mevkiğine kadar devam eder. Güzergâh uzunluğu 2434 m'dir. Ortalama mecra eğimi, $I = \%0,6$ 'dır. Pazarsuyu deresi, bu kısımda ada oluşturmuştur. Derenin bu kısımdaki mecra genişliği değişkenlik göstermektedir. En dar yeri 23m, en geniş yeri 78 m olup, genellikle 40 m civarındadır. Şev eğimi, alüvyal düzlüklerin olduğu yanlarda düşük, yamaç arazilerin bulunduğu sahillerde ise yüksektir (DSİ, 2008).

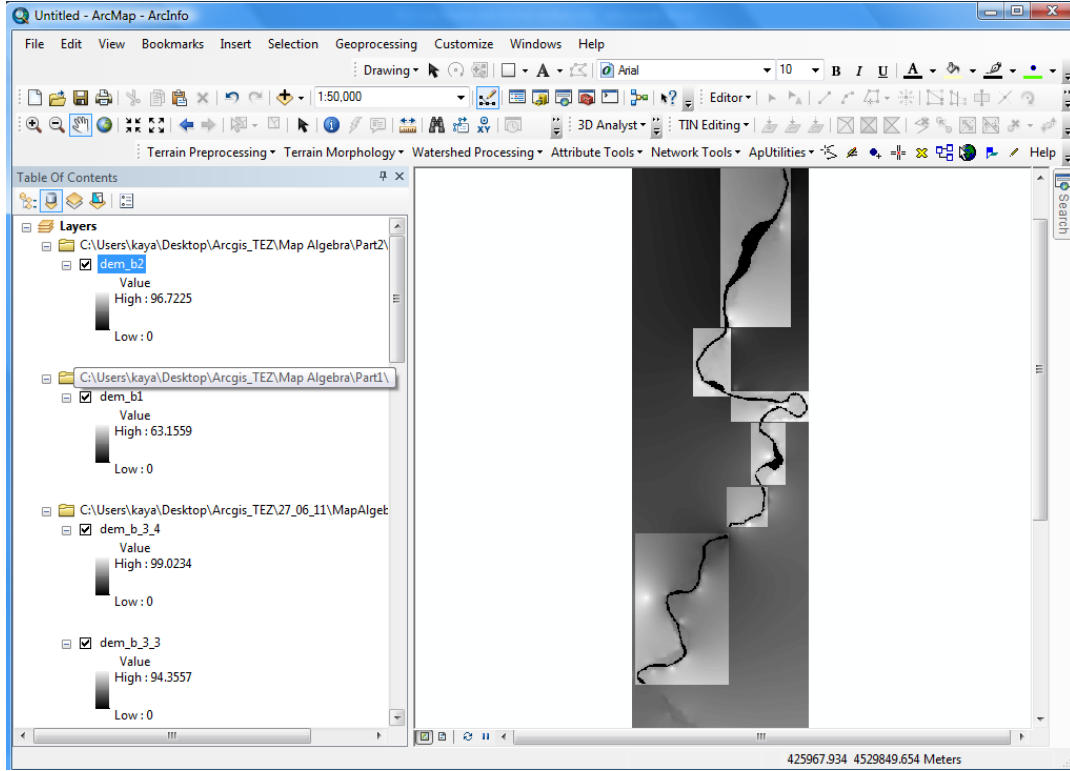
II. Bölüm: 429868-4529340 ve 429906-4526831 metre koordinatları arasında olup, Pazarsuyu deresi boyunca, kuzeyde Pazarsuyu köyünden başlayarak, Yıldızlı köyü Akkaya mevkiğine kadar devam eder. Güzergâh uzunluğu 5548 m'dir. Ortalama mecra eğimi,

$\dot{I}=\%0,6$ 'dır. Pazarsuyu deresi, bu kısımda I. Kısıma benzer şekilde ada oluşturmuştur. Pazarsuyu köprüsünün yaklaşık 6 km güneyinde Akkaya mevkinde bulunan ada, eskiden Bulancak Belediyesi tarafından çöp sahası olarak kullanılmıştır. Çöp sahasındaki çöpler, sel sırasında, mansap kısımlara doğru taşınmaktadır. Çöp sahası ile mansap arasındaki dere güzergâhının mecrası tamamen çöp artıklarıyla kirletilmiş durumdadır (DSİ,2008). Derenin bu kısımdaki mecrası genişliği değişkenlik göstermektedir. En dar yeri 18m, en geniş yeri 80 m olup, genellikle 30-35 m civarındadır.

III. Bölüm: 429886-4526720 ve 428841-4524861 metre koordinatları arasında olup, Savkaya muhitindeki Pazarsuyu –Harmanlı DSİ-AGİ istasyonu yanından başlar kuzeye doğru, Süme köyünde sağ sahildeki düz arazi sonuna kadar devam eder (DSİ,2008). Güzergâh uzunluğu 2887 m, mecrası eğimi $\dot{I}=\%0,8$ olarak belirlenmiştir. Mecra eğiminde genelde değişiklik olmayıp, aynı seviyede devam etmektedir. Mecra genişliği, 10 ile 47 m arasında değişkenlik göstermektedir. Ortalama mecrası genişliği 23 metredir.



Şekil 22. Uydu görüntüsü üzerinde Pazarsuyu'nun simülasyona konu ana bölümleri



Şekil 23. Pazarsuyu'nun simüle edilen bölgelerine ait sayısal yükseklik modeli.

2.2. Taşkın Modellemesi

Kırsal alanlara oranla, kentsel alanlarda risk altındaki parametrelerin daha fazla olması kentsel alanlara yönelik taşkın modelleme yönlemlerinin önemini arttırmaktadır. Ancak, kentselleşme ile birlikte artan yapı unsurları; taşkın yönü, hızı ve genişliği üzerinde önemli değişikliklere neden olmakta ve taşkın modellemesini zorlaştırmaktadır (Özcan ve Musaoğlu, 2010). Yapılaşma ile birlikte yüzey geçirgenliği, akıma karşı direnç, akım yönündeki engeller, iklim üzerindeki sera etkisi vb. parametreler değiştiğinden taşkınların oluşumu ve gelişimini modellemek zor ve karmaşık hale gelmektedir. Modelleme sonuçlarının gerçeğe en yakın değerleri vermesi için arazi üzerindeki varlıkların en doğru biçimde temsil edilmesi gerekmektedir. Yüzey pürüzlülüğü (*roughness parameter*) olarak tanımlanan arazi üzerindeki yapılaşma yoğunluğu, bitki örtüsü (Lane and Richards, 1998; Lane vd., 1999), ve diğer yüzey parametrelerinin temsili taşkın alanlarının ve taşkın ilerlemesinin tahmini için en önemli parametrelere biri olarak kabul edilmektedir (Straatsma. ve Baptist, 2008). Yüksek çözünürlükteki uydu görüntüleri, hidrolojik, jeolojik vb. verilerin elde edilmesinin yanı sıra yüzey pürüzlülüğü

olarak temsil edilen arazi üzerindeki varlıkların yoğunluğunun belirlenmesi için önemli bir kaynak oluşturmaktadır (Ho L. T. K., vd., 2010).

Uzaktan algılama yöntemleriyle elde edilmiş yüksek çözünürlüklü görüntülerin arazi yüzeyinin temsilindeki gelişen kullanılabilirliği (Marks ve Bates, 2000) ile hidrolojik modellerin uygulamasındaki karmaşıklıkların temsilinde ki gelişmeler (Bates vd., 1995) iki boyutlu taşkın modelleme yöntemleri ile taşkın haritalarının hazırlanmasında büyük kolaylık sağlamakta ayrıca iki boyutlu taşkın modelleme yöntemlerini taşkın yönetiminde önemli bir araç haline getirmektedir (Bradbrook vd., 2004).

İki boyutlu taşkın modelleri küçük ölçekli yapılarla (bina,duvar vb..) kaplı yüzeylerin modellenebilmesi için olanak sağlamakla birlikte, su basacak alanların tahmininde de tek boyutlu modellemelere göre daha iyi sonuçlar verdiği yapılan çalışmalarla gösterilmiştir (Yu ve Lane, 2006).

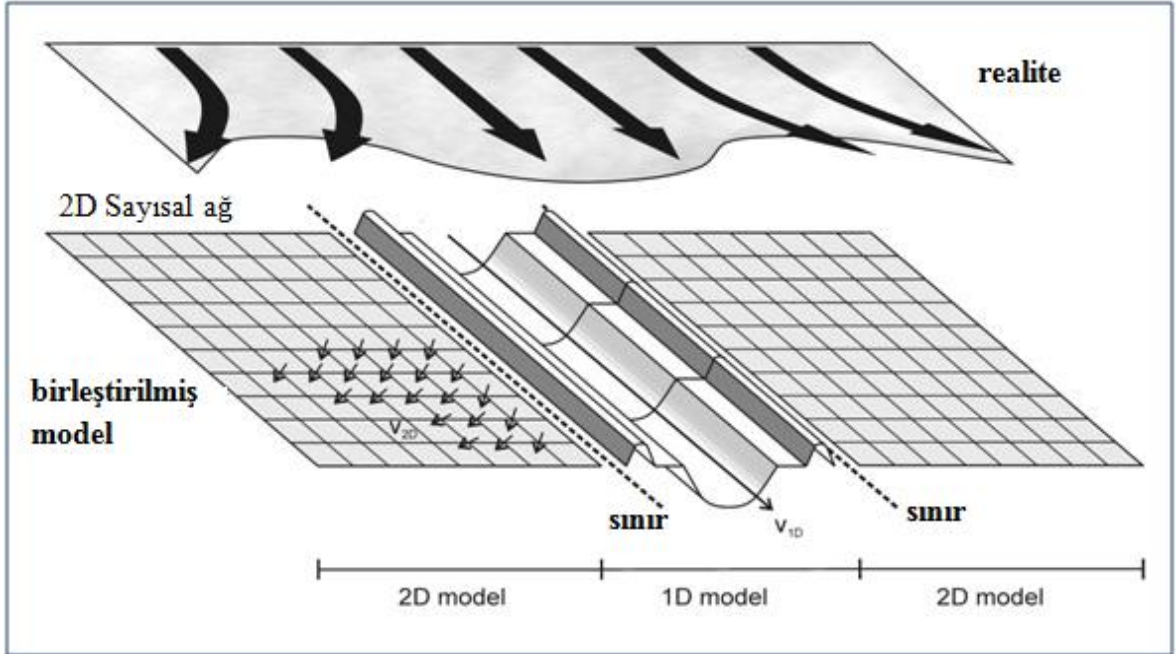
Bu çalışmada yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsü ve topografik veriler kullanılarak raster tabanlı iki boyutlu difüzyon dalga modeli ile yapılaşmanın olduğu nehir havzasında taşkın zamanına bağlı olarak nasıl ilerleyeceği ve taşkın genişliğinin ne kadar olacağı simüle edilmektedir. Ayrıca, nehirler genellikle birbirine paralel iki hat değil, kısım kısım daralan ya da genişleyen kıvrımlı yapılara sahip olduğundan taşkın modellemelerinde bu durumun göz önüne alınarak modelleme yapılması çok önemlidir. Bu çalışmada kullanılan raster tabanlı taşkın modelleme simülasyonunda akış güzergâhı boyunca derenin doğal yapısına uygun olarak, sayısal yükseklik modelinden yararlanılarak, kesitler alınmış (Bradbrook vd.,2004) ve derenin akım güzergâhı bu kesitlerle belirlenmiştir.

Difüzyon dalga yaklaşımı ilk kez Cunge vd., (1976) tarafından daha sonrada benzer yaklaşımlar Estrela ve Quintas (1994) ve Bechteler vd., (1994) tarafından kullanılmıştır (Yu ve Lane, 2006). Raster tabanlı difüzyon dalga modelinin mantığı temel olarak; taşkın alanında harekete geçen suyun komşu iki hücre arasındaki su yüzeylerinin yükseklik farkına ve *manning denklemlerine* bağlı olarak yayılımıdır.

Nehir yatağının dışında akıma geçen su, taşkın sahasının topografik özelliklerine göre yönlendirken yerçekimi, eylemsizlik ve sürtünme kuvveti akımın hızını etkilemektedir. Taşkın modelleme çalışmalarında bu gibi kriterlerin tamamını yada birkaçının temsil edildiği St.Venant ve Manning gibi hidrolik denklemleri kullanmak modelin doğruluğunu arttırmaktadır (Bradbrook vd.,2004). Manning denklemlerinde kullanılan manning katsayısı ile arazi yüzeyini kaplayan bitki örtüsü (Mason vd., 2003), toprak kullanım türü (yapılaşma yoğunluğu, tarım vb..) yüzey pürüzlülüğü temsil edilebilmektedir.

2.2.1. Modelin Tanımlanması

Bu çalışmada kullanılan model Bradbrook vd., (2004) tarafından geliştirilen JFLOW modeli ile aynı yapıdadır. JFLOW modeli daha önce Bates ve De Roo, 2000; Horritt ve Bates, 2001a, tarafından geliştirilen tek boyutlu LISFLOOD modeline benzerdir. Ancak, JFLOW modeli LISFLOOD modeline göre, nehir kanalının hakkında ön bilgiye sahip olma zorunluluğunun olmaması (minimal olabilir), ıslaklık parametresinin(%wet) temsili, modelin doruluğu vb. yanlarıyla avantaj sağlamaktadır (Bradbrook vd.,2004). Raster tabanlı bir model olan JFLOW modeli, bir boyutlu kanal akımı temsili ile iki boyutlu difüzyon dalga modelinin kombine edildiği hibrid model kullanmaktadır (Şekil 24). Model temel olarak nehir içindeki akımın, yatağından taşması durumunda zamana bağlı olarak ilk su baskınına maruz kalacak alanların tahmini esasına dayanmaktadır. Raster tabanlı model olan JFLOW modeli, hesaplamaları hücre bazında yaptığından piksel çözünürlüğü modelin doğruluğunu etkilemektedir. Kaba çözünürlüklerde hücreye giren suyun birikimi ve taşması doğru hesaplanamamaktadır (Bradbrook vd.,2004).



Şekil 24. Bir boyutlu kanal akımı ve iki boyutlu raster temsilin kombine edildiği hibrid modelin şematik gösterimi (Kamrath vd., 2005)

Çalışmada kullanılan JFLOW ile aynı yapıda olan model kentsel alanlarda taşkın modellemesine uygun olarak Yu ve Lane (2006) tarafından java programında kodlanarak, modifiye edilmiştir. Tanımlamalar ve model anlatımı Bradbrook *vd.*, (2004) ve YU ve Lane (2006)'dan alınmıştır.

Manning denklemlerinin genel ifadesi;

$$Q = \frac{AR^{\frac{2}{3}}S^{0.5}}{n} \quad (1)$$

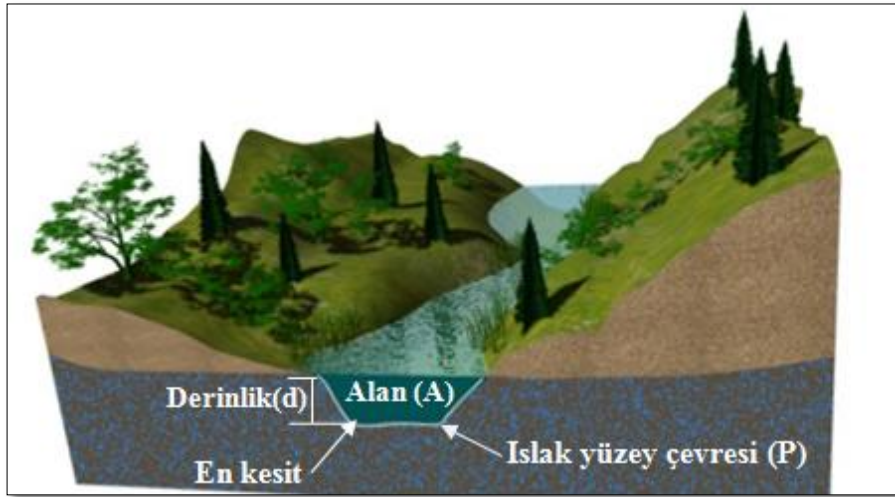
$Q(m^3s^{-1})$: Debi

$A(m^2)$: Kesit alanı

$R(m)$: Hidrolik yarıçap

S : Hidrolik eğim (enerji eğimi)

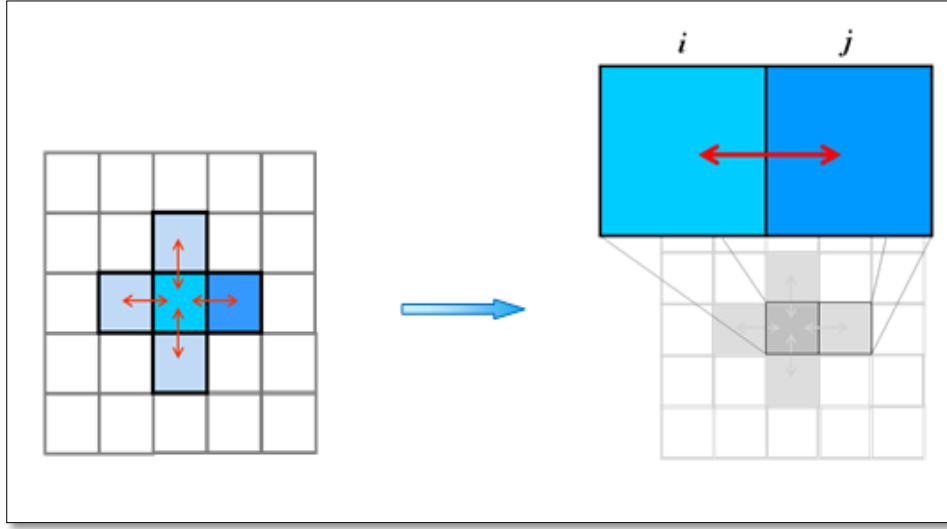
n : Manning pürüzlülük katsayısı (yüzey parametresi)



Şekil 25. Dere kesiti üzerinde Manning parametrelerinin gösterimi

$$Q_{i,j} = \frac{A_{i,j}R_{i,j}^{2/3}S_{i,j}^{1/2}}{n} \quad (1.1)$$

- $Q_{i,j}$: İki hücre (i ve j) arasındaki debi,
 $A_{i,j}$: Hücre arayüzünde kesit alanı,
 $R_{i,j}$: Hücre arayüzünde hidrolik yarıçap,
 $S_{i,j}$: Hücreler arasında su yüzeyi eğimi water,
 n : Manning pürüzlülük katsayısı (Wilson vd., 2005).



Şekil 26. Hücreler arasındaki akının şematik gösterimi (Wilson vd., 2005)

Nehrin kesitlere bölünerek debinin ayrı ayrı hesaplanması hidrolojik analizlerde yaygın bir uygulamadır (Bradbrook vd., 2004). Bradbrook vd.,(2004) ve Yu (2006) eğer taşkın alanı w çözünürlüğünde düzenli gridlerle bölümlenmiş ise iki hücre yüzeyi arasındaki debi ayrı bir panel olarak belirlenebilir.

Islak alanın hesaplanması;

$$A = wd \quad (2)$$

w : Hücre genişliği

d : Akım derinliği

Hidrolik yarıçapın hesabı;

$$R = \frac{A}{P} = \frac{wd}{w} = d \quad (3)$$

$P(m)$: Islaklık parametresi(ıslak çevre).

Buradan Manning denklemi;

$$Q = \frac{wd^{\frac{5}{3}}S^{0.5}}{n} \quad (4)$$

olarak elde edilir.

Düzenli yapıdaki bir grid hücre ve ona bitişik dört hücre göz önüne alındığında ortagonal yönlerdeki hücreler i ve j olarak adlandırılmaktadır. (4) numaralı denklemi çözmek için derinlik ve hidrolik eğim değerlerinin elde edilmesi gerekmektedir. Her dik yöndeki hidrolik eğim iki hücre merkezi arasındaki mesafenin böldüğü hücreler arasındaki su seviyesindeki farkından belirlenmektedir (hidrolik eğim ve su yüzü eğiminin birbirine paralel olduğu kabulü - 5a ve 5b numaralı eşitlikler). Eğer, kaynak hücreden komşu hücreye olan hidrolik eğim(S) pozitif olursa, suyun hücre dışına akımına izin verilmektedir.

$$S_i = \frac{h_{i,j} - h_{i\pm 1,j}}{w} \quad (5a)$$

$$S_j = \frac{h_{i,j} - h_{i,j\pm 1}}{w} \quad (5b)$$

i ve j yönlerindeki hidrolik eğimin toplam vektörünün belirlenmesiyle, akım yönü belirlenmektedir. Akıma(suyun çıkışına), sadece hidrolik eğimlerin vektörel toplamıyla tanımlanan komşu iki dik yönde izin verilmektedir. Eğimin i ve j yönlerindeki vektörel toplamı;

$$S = \sqrt{S_i^2 + S_j^2} \quad (6)$$

Her dört yöndeki etkin derinlik (d), su seviyesinin i ve j yönleri boyunca zemin seviyelerinden olan yüksekliği ile belirlenmektedir.

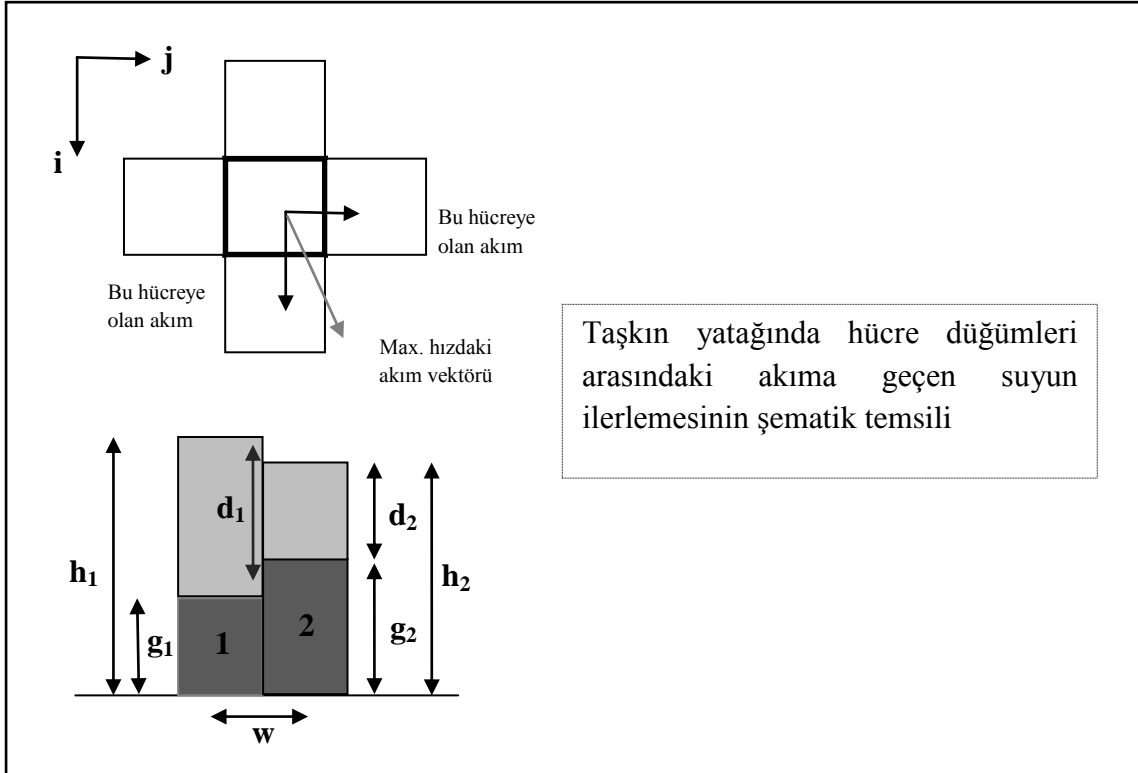
$$d_i = h_{i,j} - \max [g_{i,j} \quad g_{i+1,j}] \quad (7a)$$

$$d_j = h_{i,j} - \max [g_{i,j} \quad g_{i,j+1}] \quad (7b)$$

d : etkin derinlik;

h : su yüzeyinin yüksekliği

g : zemin yüksekliği



Şekil 27. Taşkın yatağında hücre düğümleri arasındaki akıma geçen suyun ilerlemesinin şematik gösterimi (Bradbrook vd., 2004)

Akım yönündeki (suyun çıkış yönündeki) d ise dik eğim doğrultusunda ki akımın etkin derinliklerinin aritmetik ortalaması olarak hesaplanmaktadır.

$$d = \frac{d_i S_i^2 + d_j S_j^2}{S^2} \quad (8)$$

(6) ve (8) denklemleri, (4) denkleminde yerine yazıldığında, düzenli gridlere bölünmüş manning denklemi çözülür. Buradan her zaman adımında (time step), komşu hücrelerin ikisine doğru olası akımı vererek, her bir gridin iki dik yönü için akım vektörü çözülebilmektedir;

$$Q_i = Q \frac{S_i}{S} = \frac{wd^{\frac{5}{3}}S_i}{nS^{0.5}} = \frac{wd^{\frac{5}{3}}\left(\frac{h_{i,j}-h_{i\pm 1,j}}{w}\right)}{n\left[\left(\frac{h_{i,j}-h_{i\pm 1,j}}{w}\right)^2 + \left(\frac{h_{i,j}-h_{i,j\pm 1}}{w}\right)^2\right]^{\frac{1}{4}}} \quad (9a)$$

$$Q_j = Q \frac{S_j}{S} = \frac{wd^{\frac{5}{3}}S_j}{nS^{0.5}} = \frac{wd^{\frac{5}{3}}\left(\frac{h_{i,j}-h_{i,j\pm 1}}{w}\right)}{n\left[\left(\frac{h_{i,j}-h_{i\pm 1,j}}{w}\right)^2 + \left(\frac{h_{i,j}-h_{i,j\pm 1}}{w}\right)^2\right]^{\frac{1}{4}}} \quad (9b)$$

(9a) ve (9b) denklemleriyle, her zaman adımı için, hesaplama alanında ki hücrelerin içinde ve dışındaki akılar bulunmakta ve her zaman adımının başında (10) numaralı eşitlikten hücrelerin her birinde değişen su derinliği hesaplanmaktadır.

$$\Delta d = \frac{(\sum_{d=1}^4 Q_{in\ i,j}^d - \sum_{d=1}^4 Q_{out\ i,j}^d - Q_{in\ flow})\Delta t}{w} \quad (10)$$

$\Delta t(s)$: zaman adımı

Bir grid hücresinin su derinliği hücrenin bütünü üzerindeki, ortalama derinlik olarak hesaplanmaktadır. Hücre ilk su aldığı anda, ıslaklık hücre içersinde ön kenara doğru ilerlemektedir. Birçok durumda, bu aşamada hücrenin sadece bir kısmı ıslanmış olacağından, bu problem elimine edilmezse, su taşkın yatağına çok hızlı bir şekilde yayılacaktır. Suyun hücreden çıkarken ki akım hacmi, suyun hücreye girdiğindeki akım hacminden büyük olduğunda, hücre kurur ve muhtemelen (9a) ve (9b) eşitliklerinden hesaplanan su derinliği(d) sıfır ya da negatif bir değere düşebilir. Bu durum da modelde iki

ayrı problem yaratmaktadır. Şüphesiz derinlik negatif değeri alamaz ancak daha önemlisi izole edilmiş yapay yamaların oluşumundan kaçınmak için kuruma süresince kısmen ıslak olan hücrelerin doğru bir şekilde korunması gerekmektedir. Burada kullanılan model Bradbrook vd. (2004) ile devam etmektedir.

Modelde, minimum derinlik belirlenerek bunun altında suyun akışına izin verilmemekte böylece ıslanma süreci ve kuruma daha gerçekçi bir şekilde simüle edilmektedir. Yani simülasyon da su altında kalan alanların simülasyon boyunca, ıslak olarak kalması sağlanmaktadır. Bir hücre su ile dolduğunda, suyun tamamının diğer hücreye akımına izin verilmemektedir.

Bradbrook vd.,(2004); her hücrenin sahip olduğu %wet değeri vardır ve hücre ilk ıslandığında (11) eşitliğinden hesaplanmaktadır;

$$\%wet = \min \left(1, \frac{v\Delta t}{\Delta x} \right) \quad (11)$$

Islaklık parametresi 1 değerine (hücrenin bütünüyle ıslak olmasını ifade eder) ulaşmaya kadar, suyun hücre dışına akımına izin verilmemektedir. Burada v değeri, her bir grid hücresi için genişlik ve derinlik parametreleri ile (9a) ve (9b) eşitliklerinden elde edilen hızların vektörel toplamını ifade etmektedir. Islaklık parametresi, su bir hücreye geçtiğinde her adımda güncellenmektedir. Bu parametre suyun hücre dışına akımı için gerekli ancak yeterli değildir. Minimum su derinliği belirlenir ve bu derinliğe ulaşmadan önce akıma izin verilmemektedir. Aynı zamanda hücrenin kuruluğu içinde su derinliği hesaplanmaktadır (Bradbrook vd., 2004). Her zamansal adımda, hücreye net giren ve çıkan toplam akım hesaplanmaktadır. Eğer su miktarı minimum derinliğe kadar azalırsa hücreden çıkan akım bir kuruma faktörü (d_f) tarafından ölçeklenmektedir;

$$d_f = \frac{w^2(d-d_{min})}{\sum_1^4 Q_{ini,j}^d - \sum_1^4 Q_{outi,j}^d - Q_{inflow}} \quad (12)$$

Kuruluk faktörü ile taşkın yatağında, kuruma oldukça kütle dönüşümünü sağlamaktadır. Yukarıda ki çözüm planında belirgin şekilde görüldüğü gibi modelin doğruluğu ve kararlılığı için *Courant şartının* (Courant ve Friedrichs, 1948) uygulanması gerekmektedir. Courant şartı akımın hücre genişliğinde ilerlemesi için daha az zaman adımı gerektirmektedir. Eğer zaman adımı Courant şartını sağlamayacak kadar çok

genişse, suyun etkilerinin hidrodinamik temsilinde değişiklik olmaksızın su birikecektir. Bu nedenle courant şartı, modelin uygulanması sırasında her zaman adımında (13) eşitliğinden belirlenmelidir.

$$\Delta t \leq \frac{w}{v + \sqrt{gd}} \quad (13)$$

d : suyun maksimum etkin derinliği

Momentumun kesin bir uygulaması olmadığı için (13) eşitliğinde kullanılan \sqrt{gd} teriminin kullanımı zorunlu değildir. Bir sonraki adımın uzunluğunu belirlemek için maksimum değerler kullanılır;

$$\Delta t = \frac{w}{\text{Max}(v) + \sqrt{g\text{Max}(d)}} \quad (14)$$

Courant koşulunun kayıtsız şartsız her nokta için sağlanacağı garanti edilmez ayrıca simülasyon boyunca, zaman aralığındaki (14 numaralı eşitlikteki), yakın monoton azalma yavaşlamaya neden olmaktadır. Bu yüzden model performansını arttırmak için, (13) numaralı eşitlikten önceki zaman adımı sırasında tahmin edilen maksimum değere göre zaman aralığı 14 numaralı eşitlik kullanılarak tekrar değerlendirilmektedir. Maksimum Courant sayısı aşağıdaki formülden elde edilir.

$$\text{Courant number} = \frac{(v + \sqrt{gd})\Delta t}{w} \quad (15)$$

Bu her grid hücresi için her zaman adımında değerlendirilir ve her hesaplama adımındaki maksimum courant sayısı olarak maksimum değer bulunmaktadır. Eğer 14 nolu eşitlik kullanılarak zaman adımı belirlendiyse, bir zaman adımı süresince maksimum courant sayısı birden büyük olur, yine 14 nolu eşitlikten belirlenecek bir sonraki zaman adımı f faktörü ile ölçeklenmektedir. Bu maksimum courant numarasının birden daha küçük olmasına neden olmamasına rağmen, stabil çözümler için genellikle yeterlidir. Eğer bir zaman adımındaki maksimum courant sayısı birden daha küçük (courant sayısının

küçük olması grid hücrelerinin çoğu için normaldir) ise zaman adımı 14 nolu eşitlikten sonra 16 nolu eşitlik kullanılarak bulunmaktadır.

$$time\ step^{t+1} = time\ step^{t+1}(from\ Equation(3)) \times 0.9/Max(Courant\ number^t) \quad (16)$$

Böylece, zaman adımındaki küçülmenin oranı azaltılabilir ve simülasyon hızı önemli ölçüde arttırılmaktadır. Bu çerçevede gerçekleştirilen simülasyonların tümünün oldukça stabil/kararlı olduğu görülmektedir.

Courant koşulunun kayıtsız şartsız her nokta için sağlanacağı garanti edilmez ayrıca simülasyon boyunca zaman adımlarında (14) numaralı eşitliğin yakın monoton azalması yavaşlamaya neden olmaktadır. Bu yüzden model performansını arttırmak için, (13) numaralı eşitlikten önceki zaman adımı sırasında tahmin edilen maksimum değere göre zaman aralığı (14) numaralı eşitlik kullanılarak tekrar değerlendirilmektedir.

2.3. Çalışmada Kullanılan Veriler

Giresun ili, Bulancak ilçesinde bulunan Pazarsuyu havzası üzerinde sık sık meydana gelen taşkınların olası genişliğini ve buna bağlı olarak da risk altındaki alanları belirlemek için yapılan bu çalışmada, Pazarsuyu deresi boyunca taşma olayının meydana geldiği altı bölüm için risk haritaları üretilmiştir. Risk haritasının üretilmesinde kullanılan yükseklik modeli, DSİ tarafından hizmet alım suretiyle yersel ölçme yöntemleriyle üretilen European Datum 1950 (ED50) ve 3 derece dilimli Universal Transversal Merkator (UTM) projeksiyonunda akarsuyun her iki tarafı için kırkar metre genişlikli şeritvari sayısal hâlihazır altlıklardan hazırlanmıştır. Üretilen yükseklik modelinin doğruluğu, ölçü doğruluğu ve nokta sıklığı oranındadır. Çalışmada kullanılan uydu görüntüsü, 1 metre konumsal çözünürlüklü, WGS84 datumunda ve 6 derece dilimli Universal Transversal Merkator (UTM) projeksiyonunda 2008 yılına ait pan-sharpened IKONOS uydu görüntüsüdür. Akarsuya ait hidrolojik veriler, 2212, 2237, 22-64, ve 2253 nolu akarsu gözlem istasyonlarının 1961 ve 2004 yılları arasında 43 yıllık akım verileridir. Meteorolojik veriler ise Bulancak DMİ istasyonunda, 1966-2000 yılları arasında kaydedilen yağış verileridir. Havzaya ait jeoloji, iklim ve arazi kullanımı ile ilgili veriler

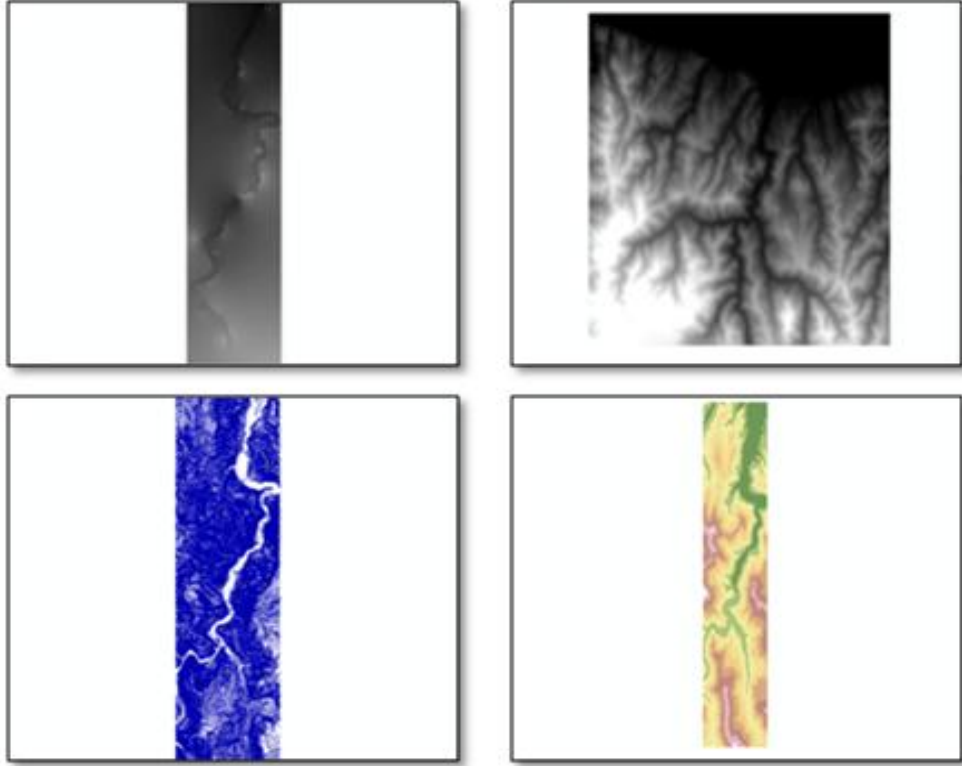
Giresun devlet su isleri müdürlüğü tarafından Pazarsuyu taşkın koruma planları için hazırlanmış raporlardan temin edilmiştir.

Tablo 5. Giresun meteoroloji istasyonunda standart zamanlarda gözlenen en büyük yağış değerleri (mm)

GÖZLEM YILI	DAKİKA				S A A T											
	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +	
2000	11.0	13.6	16.3	23.8	30.9	33.2	40.2	50.4	58.8	65.3	67.1	68.4	68.4	68.4		
1999	9.1	10.1	15.8	20.4	26.1	28.9	38.4	45.0	49.2	51.1	59.2	66.9	68.6	69.8		
1998	6.9	8.0	10.2	16.2	22.0	38.1	45.8	55.1	56.7	60.7	81.9	100.3	104.0	105.1		
1997	4.7	7.1	8.8	9.8	11.2	16.0	17.2	21.1	24.9	27.3	33.1	42.1	52.6	68.6		
1996	19.2	30.2	36.8	45.9	51.2	59.1	65.1	68.3	68.3	68.3	68.3	73.9	74.0	75.4		
1995	10.4	15.5	20.2	29.9	32.0	34.0	34.0	34.2	35.4	35.4	35.5	47.4	55.2	59.3		
1994	8.5	10.0	14.7	18.4	28.0	35.8	35.9	41.2	42.8	43.5	47.7	57.7	69.4	72.7		
1993	4.7	7.8	9.3	16.0	22.4	32.3	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	52.5	63.5	70.8		
1992	12.8	16.1	18.2	35.3	60.8	87.2	87.7	87.7	87.7	87.7	87.7	95.6	136.9	137.1		
1991	6.6	8.3	8.8	11.0	17.6	25.0	28.5	30.8	32.0	32.9	34.1	36.4	58.9	72.4		
1990	7.4	12.5	17.6	28.9	32.8	44.4	44.5	51.1	52.7	52.8	53.5	53.5	53.5	65.7		
1989	11.9	17.3	19.7	26.7	39.7	52.9	53.8	62.8	63.3	64.6	64.6	64.6	64.6	85.8		
1988	11.5	19.1	24.2	37.0	47.3	50.9	77.7	78.2	78.2	78.2	78.2	78.2	78.2	78.2		
1987	5.9	10.8	12.8	15.5	20.5	21.2	25.3	25.8	26.8	26.9	32.8	39.8	47.8	50.8		
1986	8.7	11.0	11.1	12.6	17.9	22.4	30.9	35.0	39.0	40.1	40.7	40.8	41.3	95.4	*	
1985	7.0	12.0	15.0	20.0	22.9	24.7	25.3	25.4	25.4	25.4	27.2	37.1	45.5	53.8		
1984	11.6	15.3	20.6	30.9	43.3	54.5	56.2	56.2	56.2	56.2	56.2	56.2	56.2	60.8		
1983	5.1	8.7	11.8	14.7	15.7	20.5	27.9	32.5	34.2	36.5	40.5	44.5	47.7	53.7		
1982	4.6	7.1	9.7	12.9	17.8	24.6	35.6	36.9	38.6	39.6	44.8	46.1	48.8	50.7		
1981	10.7	16.1	22.8	44.1	60.9	83.5	88.1	114.0	114.0	114.0	114.0	128.8	160.4	160.9		
1980	10.6	13.1	14.1	20.6	31.1	32.7	32.7	32.8	32.8	32.8	32.8	32.8	38.8	47.4		
1979	10.6	19.2	22.5	27.1	31.9	40.5	43.5	46.2	49.4	49.8	49.8	62.1	72.9	72.9		
1978	3.0	5.0	6.0	10.1	16.6	19.7	26.2	31.4	32.2	36.4	42.3	46.9	47.8	48.5		
1977	9.8	17.8	24.6	41.5	62.3	63.9	64.5	66.2	67.4	68.5	72.3	72.3	76.5	77.0		
1976	3.5	6.0	8.0	13.5	18.6	21.5	25.3	28.2	31.6	34.5	37.4	42.7	53.0	61.2		
1975	14.3	20.7	22.8	31.5	34.0	35.8	37.0	38.8	39.6	39.6	39.6	42.3	46.5	56.7		
1974	6.4	7.2	11.7	17.3	18.9	32.8	36.7	40.2	43.7	47.1	52.0	56.5	61.4	61.7		
1973	5.0	9.1	13.3	22.1	39.0	49.5	50.5	52.0	55.1	55.3	55.5	63.1	66.6	79.1		
1972	12.8	21.0	30.4	49.5	71.3	84.6	84.6	84.6	84.6	84.6	84.6	84.6	84.6	84.6		
1971	5.1	7.2	9.1	17.0	21.7	27.5	32.1	33.7	34.1	35.8	39.7	39.7	41.1	55.9		
1970	7.3	10.1	13.1	19.4	26.6	33.1	44.9	46.6	47.3	47.3	47.3	47.3	66.8	66.8		
1969	5.9	9.6	12.0	17.0	22.6	23.7	25.2	25.2	25.7	25.7	31.9	34.9	48.9	52.8		
1968	11.5	17.1	23.6	43.1	47.0	68.5	71.1	72.1	72.3	72.3	86.9	88.0	98.0	98.0		
1967	14.4	23.1	24.4	24.4	25.0	26.8	39.8	41.3	41.3	56.8	60.5	63.0	63.0	63.0		
1966	12.8	20.8	25.1	41.7	59.7	71.2	77.5	84.9	86.1	86.9	86.9	86.9	98.2	110.5		
N	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	35.0	
Y-ORT	8.9	13.3	16.9	25.1	33.2	41.1	45.9	49.5	50.9	52.4	55.4	60.4	68.2	73.4	74.0	
Y-EB	19.2	30.2	36.8	49.5	71.3	87.2	88.1	114.0	114.0	114.0	114.0	128.8	160.4	160.9	160.9	
Std.S	3.7	5.9	7.1	11.4	15.9	20.0	20.0	21.8	21.4	21.1	21.2	21.9	26.2	24.7	24.6	
Car.K	0.5	0.8	0.7	0.7	0.9	1.0	0.9	1.1	1.0	0.9	0.8	1.2	2.0	2.0	1.9	
U.D.F	LN3	LP3	G	LP3	LP3	LP3	LN2	LP3	G2P	G	G2P	G	LP3	G2P	G2P	
2	8.6	12.1	15.8	22.7	29.5	36.2	42.1	44.6	47.3	49.2	52.5	57.0	61.2	66.1	67.0	
5	11.9	17.6	23.0	33.4	44.1	54.1	59.8	64.1	67.0	70.5	71.8	79.1	82.4	88.2	89.3	
10	13.8	21.4	27.7	40.8	54.7	67.6	71.8	78.2	79.5	84.5	83.6	93.7	99.4	105.0	105.8	
25	16.0	26.3	33.7	50.6	69.1	86.7	87.3	97.6	94.7	102.3	97.8	112.1	124.6	127.5	127.7	
50	17.5	30.1	38.2	58.2	80.6	102.5	99.0	113.1	105.7	115.5	107.7	125.8	146.2	144.8	144.5	
100	19.0	34.0	42.6	65.9	92.8	119.6	110.8	129.5	116.3	128.6	117.3	139.4	170.5	162.4	161.4	
PLF	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	0.7	0.8	0.7	0.8	0.8	0.9	1.0	1.0	1.0	
PLV	0.1	0.2	0.2	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	1.0	1.0	

2.4. Veri Altlıklarının Oluşturulması

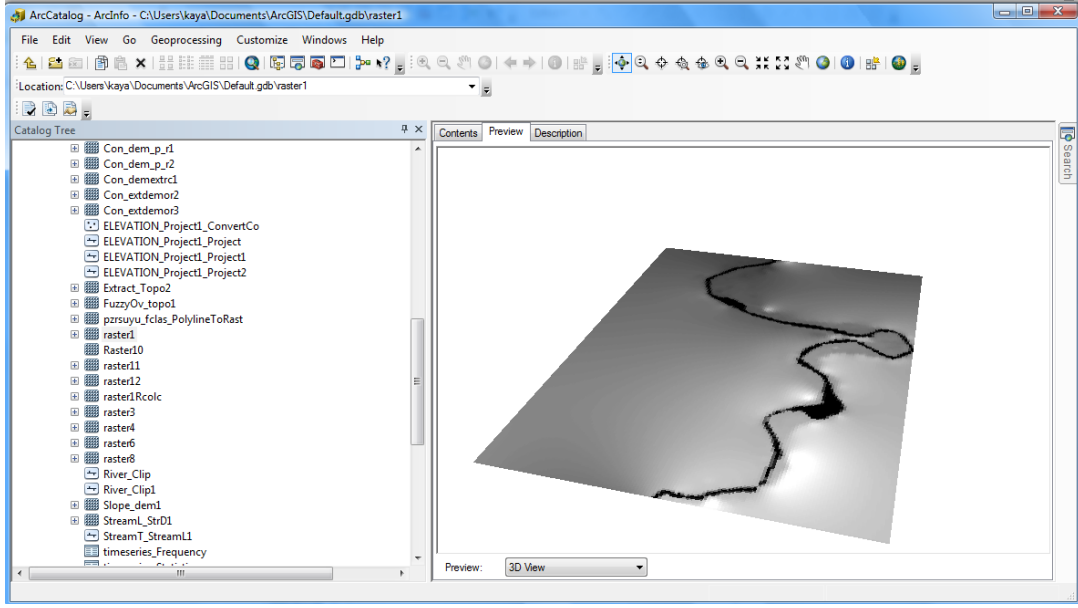
Çalışmada kullanılan raster tabanlı difüzyon dalga modeline uygun olarak, akıma geçen suyun yüzeyde nasıl ilerleyeceği en iyi şekilde simüle edebilmek için, sayısal yükseklik modelleri (SYM) konumsal interpolasyon yöntemi kullanılarak, raster formda sürekli yüzeyler olarak üretilmiştir (Şekil 28). Pazarsuyu üzerinde yaklaşık on bin nokta kullanılarak, konumsal interpolasyon metoduyla üretilen SYM ile 1/25000 ölçekli topografik haritadan yine konumsal interpolasyon yöntemi ile üretilen SYM çalışma alanına söz konusu olan bölgenin en doğru ve geniş temsilinin sağlanması için birleştirilmiştir (Şekil 28).



Şekil 28. Pazarsuyu deresi ve havza için üretilen sayısal yükseklik modelleri ile bunların birleştirilmesi ile elde edilen SYM

Sayısal yükseklik modeli üretildikten sonra, taşkın olaylarının sık meydana geldiği akarsuyun üç bölümü için altlıklar ayrı ayrı oluşturulmuştur. Her bir bölüme söz konusu olan dere parçaları line formundan öncelikle poligon formuna daha sonra raster formuna dönüştürülmüştür. Raster formatında temsil edilen her bölüme ait dere parçaları

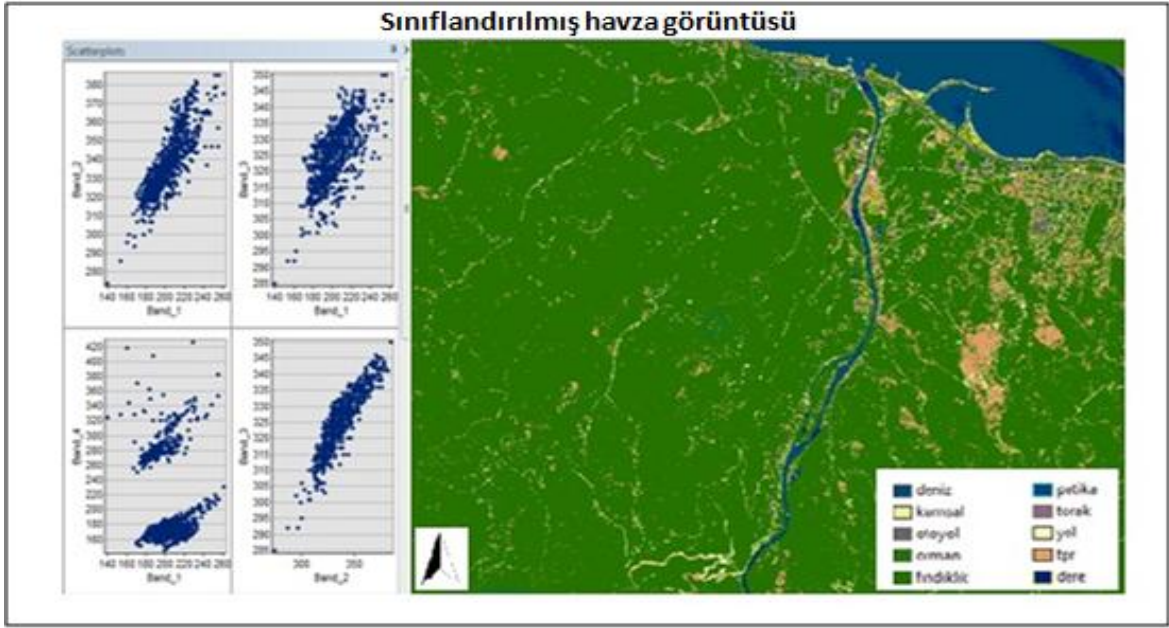
kullanılarak ArcGIS yazılımında raster veriler üzerinde işlemler yapmayı sağlayan map algebra fonksiyonuyla sayısal yükseklik modellerinde dereyi temsil eden pikseller sıfır değerine atanmış ve ikinci kez map algebra fonksiyonu kullanılarak sıfırla temsil edilen derenin piksel değerlerine 100 (hydro ID) diğer kısımlara 0 ile temsil edilmiştir. Böylece dereyi temsil eden ve etmeyen pikseller sınıflandırılarak ayrılmıştır(Şekil 29).



Şekil 29. Pazarsuyu deresi dijital yükseklik modeli

Map algebra fonksiyonu ile elde edilen veriler yine ArcGIS yazılımı kullanılarak, simülasyonda girdi parametreleri olarak kullanılmak üzere ASCII formatına dönüştürülmüştür.

Geometrik ve radyometrik düzeltmeleri daha önce yapılmış olan 1 metre çözünürlüklü IKONOS uydu görüntüsüne çeşitli görüntü işleme uygulamaları yapılmıştır. Görüntüdeki detayların daha iyi anlaşılabilmesi ve yorumlanabilmesi için Erdas programı kullanılarak histogram eşitleme yöntemiyle görüntü iyileştirme, fiziksel farklılıklar arasındaki ayrımı artırarak görüntünün görsel yorumlanabilirliğini arttırabilmek amacıyla da filtreleme yöntemi ile görüntü zenginleştirme yapılmıştır. Bu işlemlerden sonra, görüntüde farklı yansıma değerleri ile temsil edilen objeler ArcGIS yazılımı kullanılarak, kontrollü sınıflandırma yöntemi ile sınıflandırılmıştır. Şekil 30'da gösterilmektedir.



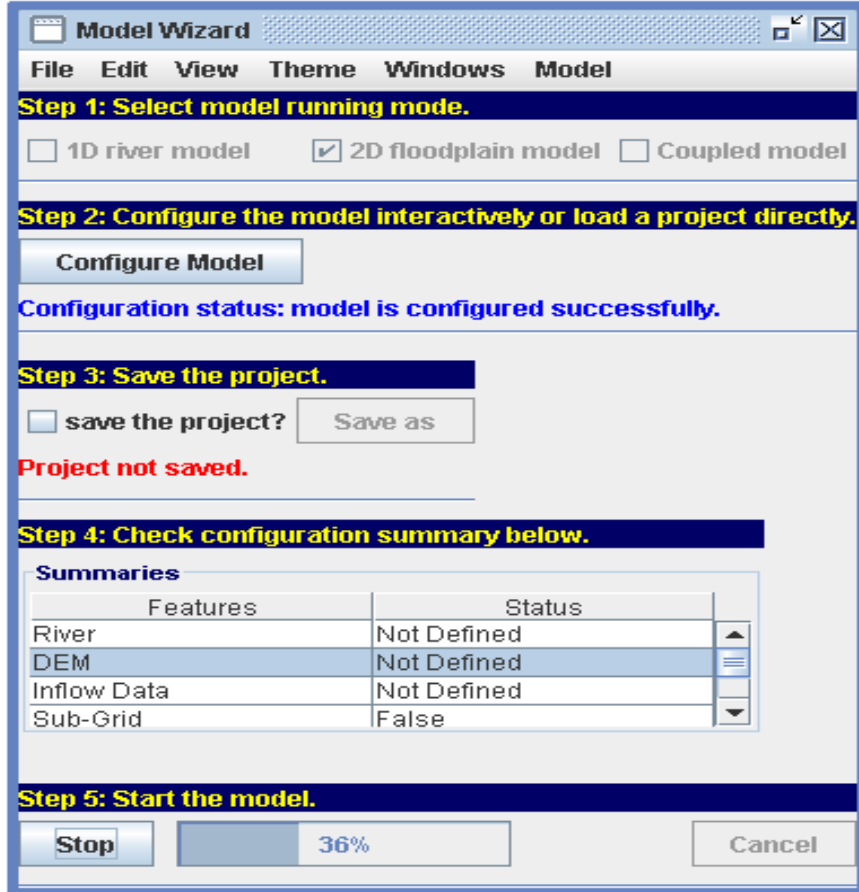
Şekil 30. Kontrollü sınıflandırma yöntemi ile elde edilen sınıflandırılmış havza görüntüsü



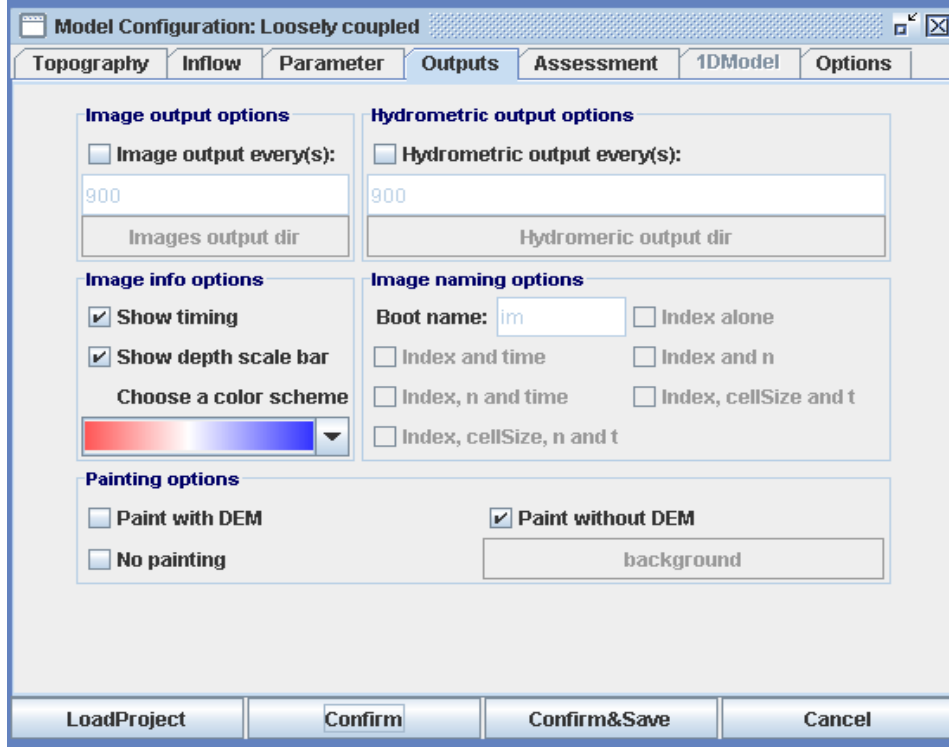
Şekil 31. Kontrollü sınıflandırma yöntemi ile sınıflandırılmış Pazarsuyu deresi görüntüsü

Veri altlıklarının üretilmesi tamamlandıktan sonra, bütün veriler Yu tarafından JFLOW modeli ile aynı yapıda olan ve kentsel alanlara uygun olarak Java programında geliştirilen 2D Diffusion Wave Flood Model'i kullanılarak simüle edilmiştir.

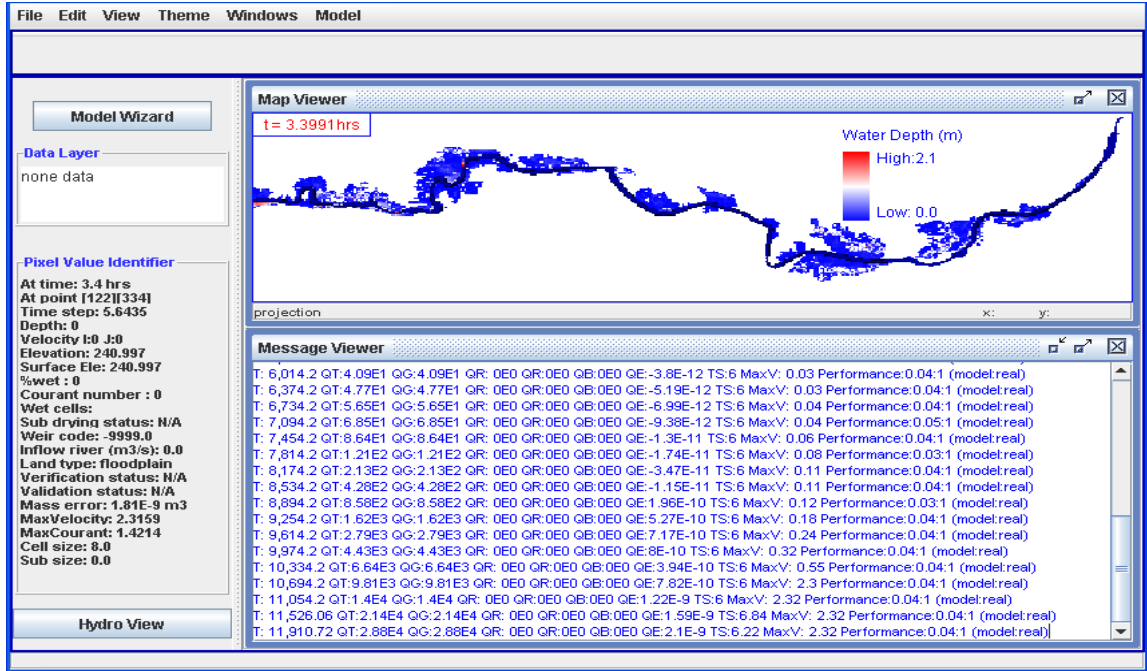
Modellenecek nehir ve ait olduğu havzaya ait veri ve parametrelerin girildiği, taşkın modelleme yöntemi ve koşum seçeneklerinin belirlendiği model arayüzü (Şekil 32), modelin konfigüre edildiği çıktı ürün ve formatlarının belirlendiği arayüz(Şekil 33) ve koşum anında üretilen sonuçları gösteren arayüze (Şekil 34) ait örnek ekran görüntüleri aşağıda verilmiştir.



Şekil 32. Simülasyon programının taşkın modelleme yöntemi ve koşum seçeneklerinin belirlendiği model arayüzü



Şekil 33. Simülasyon programının çıktı arayüzü



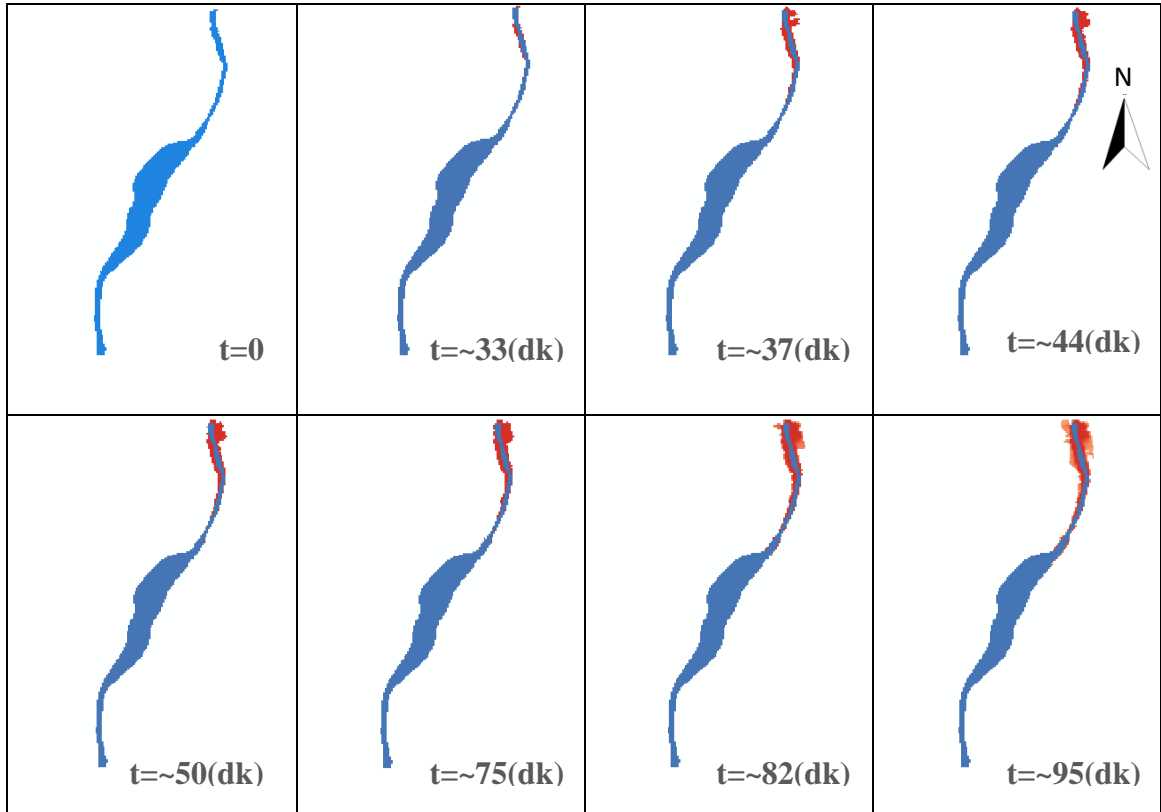
Şekil 34. Simülasyon programı koşum anı arayüzü

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Uygulamada kullanılan Java tabanlı simülasyon programının esas aldığı taşkın modeline uygun olarak ArcGIS ortamında düzenlenen konumsal altlıklar, simülasyon programının en iyi performansı sağladığı ASCII formatına dönüştürülerek Java programında Pazarsuyu'nun birinci kısmı için suyun ilerleyişini gösteren simülasyon (Kırmızı renk riskli alanları, mavi renk taşkın risklerinin az olduğu alanları göstermektedir) sonuçları;

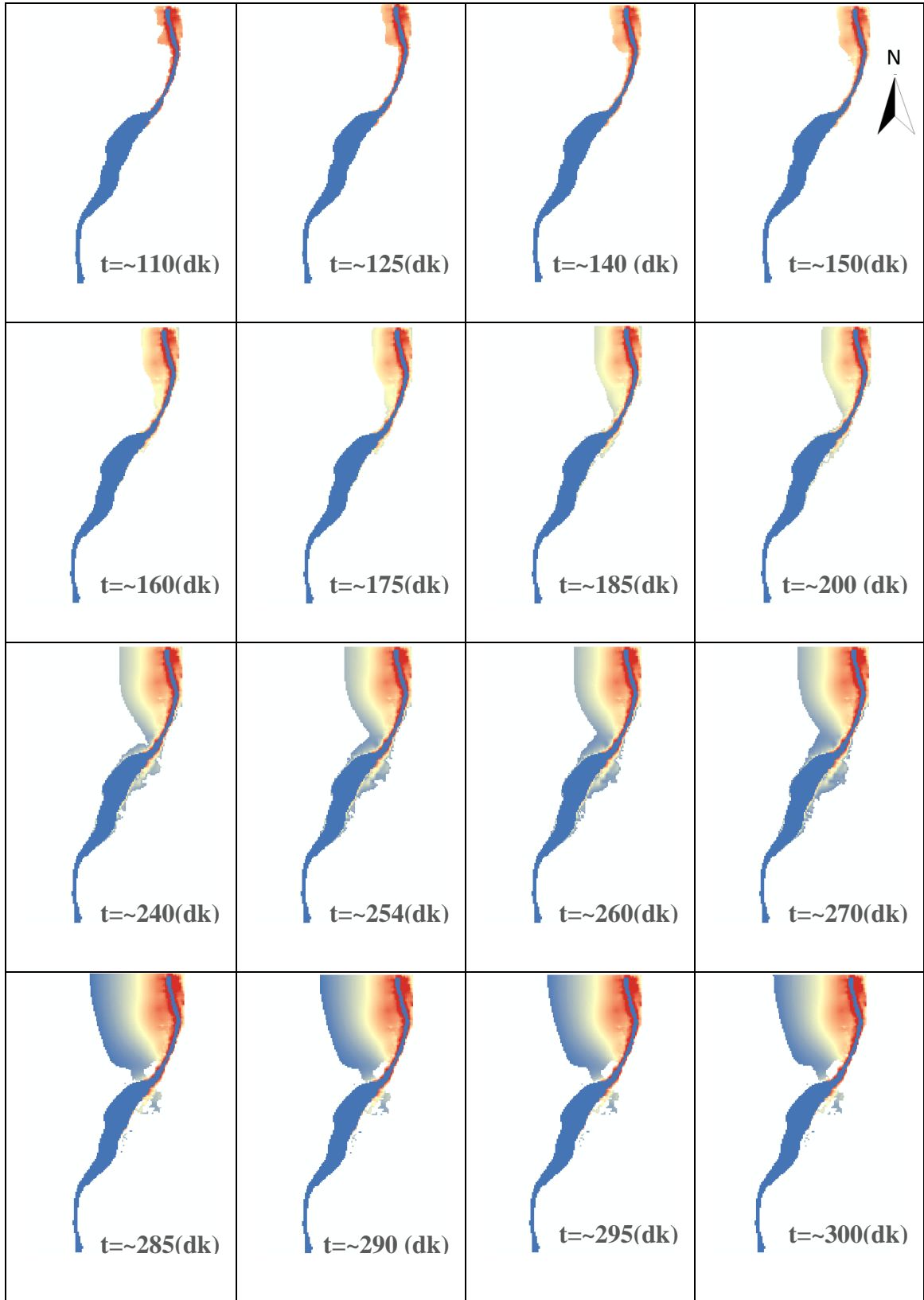
Pazarsuyu deresi boyunca çalışmaya konu bütün bölümler için simülasyon ayrı ayrı koşturulmuştur. Simülasyon sonuçları, sınıflandırılmış uydu görüntüsü üzerine bindirilerek taşkın riski olan bölgeler belirlenmiştir.

3.1. Pazarsuyu Deresi I. Bölüm Simülasyon Sonuçları

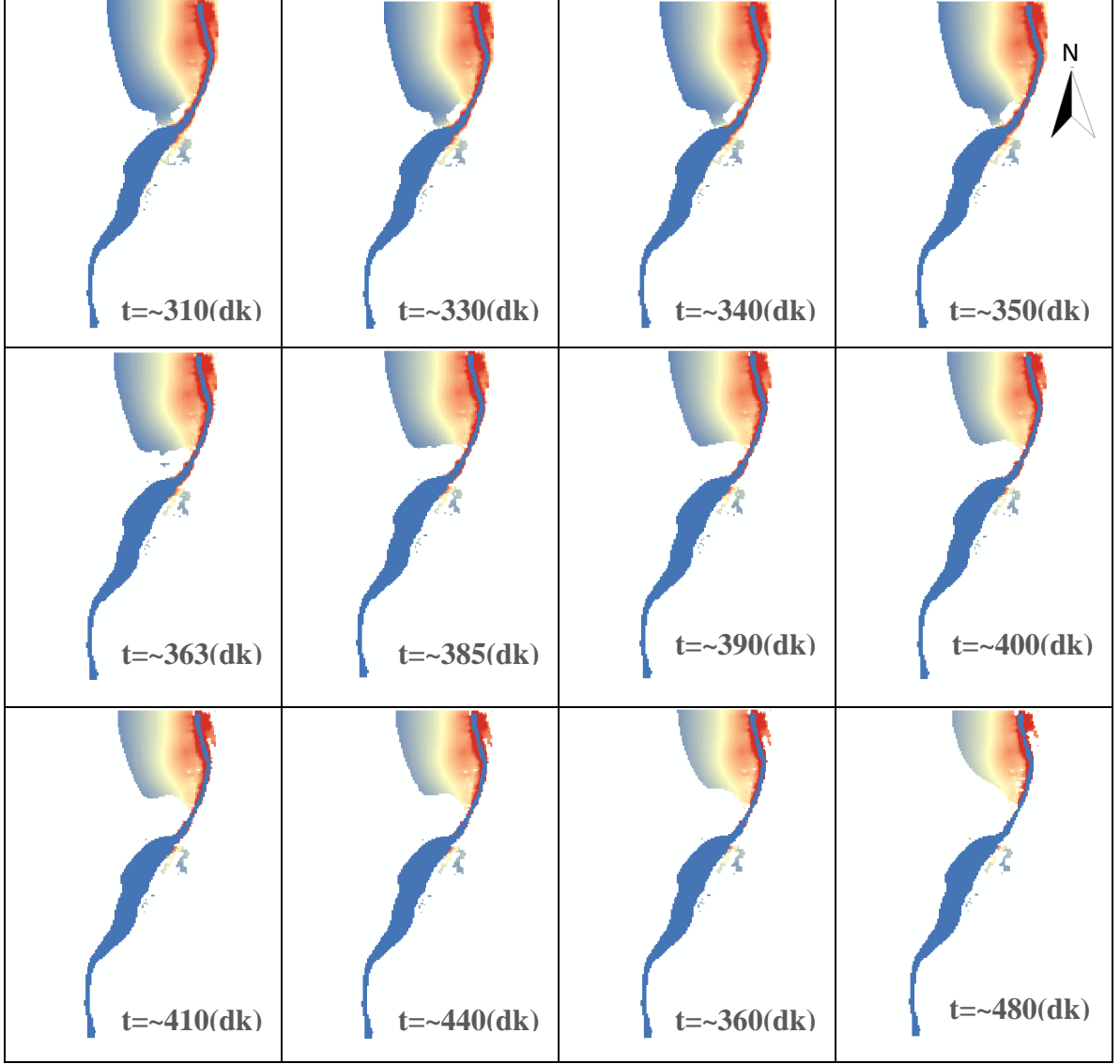


Şekil 35. Pazarsuyu Deresi I. bölüm simülasyon sonuçları

Şekil 35'in devamı



Pazarsuyu deresinin birinci kısmı için suyun geri çekilmesini gösteren simülasyonun sonuçları;



Şekil 36. Pazarsuyu Deresi I. bölüme ait suyun geri çekilmesini gösteren simülasyon sonuçları



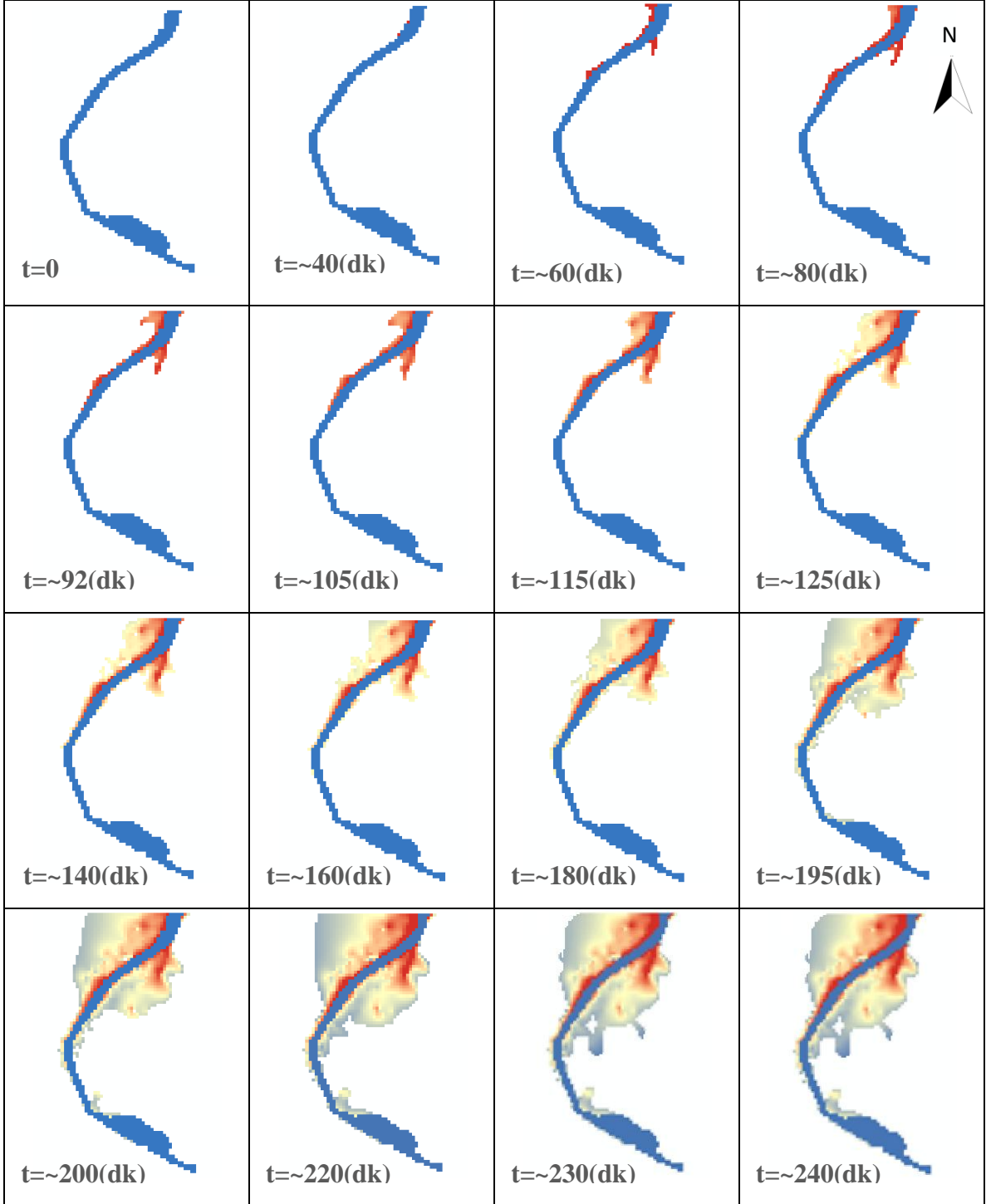
Şekil 37. Pazarsuyu Deresi I. bölüm simülasyon sonucu

Pazarsuyu deresi I. Bölümünde koşturulan simülasyon sonuçlarına göre bu bölümde, arazinin yükseklik değerlerine bağlı olarak, taşkın yaklaşık 5 saatte maksimum su yüksekliğine ulaşarak, 104073 m² alanı su altında bırakmaktadır. Taşkın meydana geldiği alanda 26 hane 4 işletme 2420 m yol ve 29360 m² tarım arazisi taşkından etkilenmektedir.

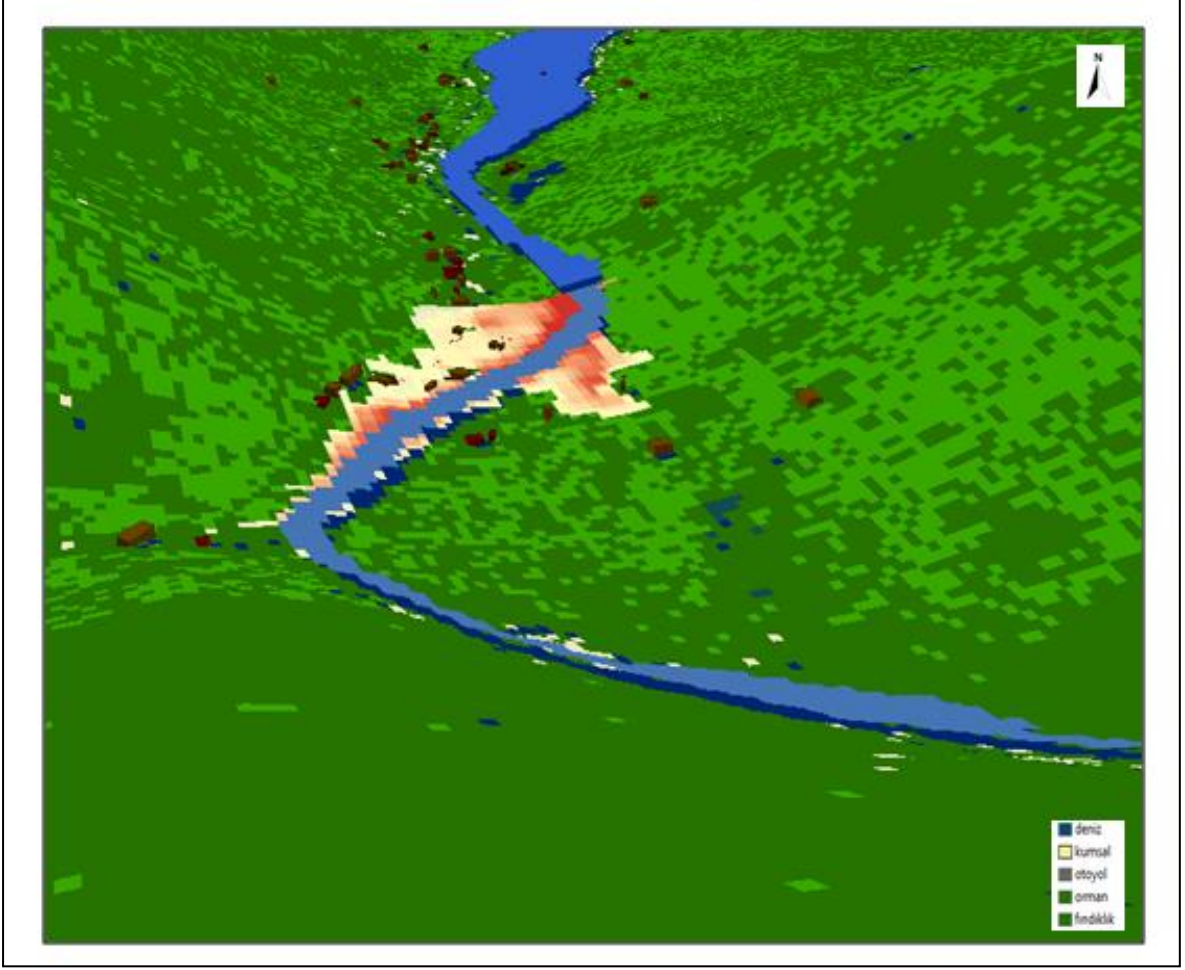
Maksimum seviyeye ulaşma süresi	: ~5 saat
Su altında kalan alan	: 104073m ²
Etkilenen tarım arazisi	: 29360m ²
Etkilenen yol	: 2420 m
Etkilenen toplam bina sayısı	: 30
Mesken amaçlı bina sayısı	: 26
İşletme amaçlı yapı sayısı	: 4

3.2. Pazarsuyu Deresi II. Bölüm Simülasyon Sonuçları

Pazarsuyu deresi II. Bölümünde koşturulan simülasyon sonuçlarına göre bu bölümde taşkın yaklaşık 4 saatte maksimum seviyeye ulaşmakta ve 59452 m² alanı kaplamaktadır. İlk 4 saatten sonra, akıma geçen su azalmaya başlamaktadır.



Şekil 38. Pazarsuyu deresi II. bölüm simülasyon sonuçları



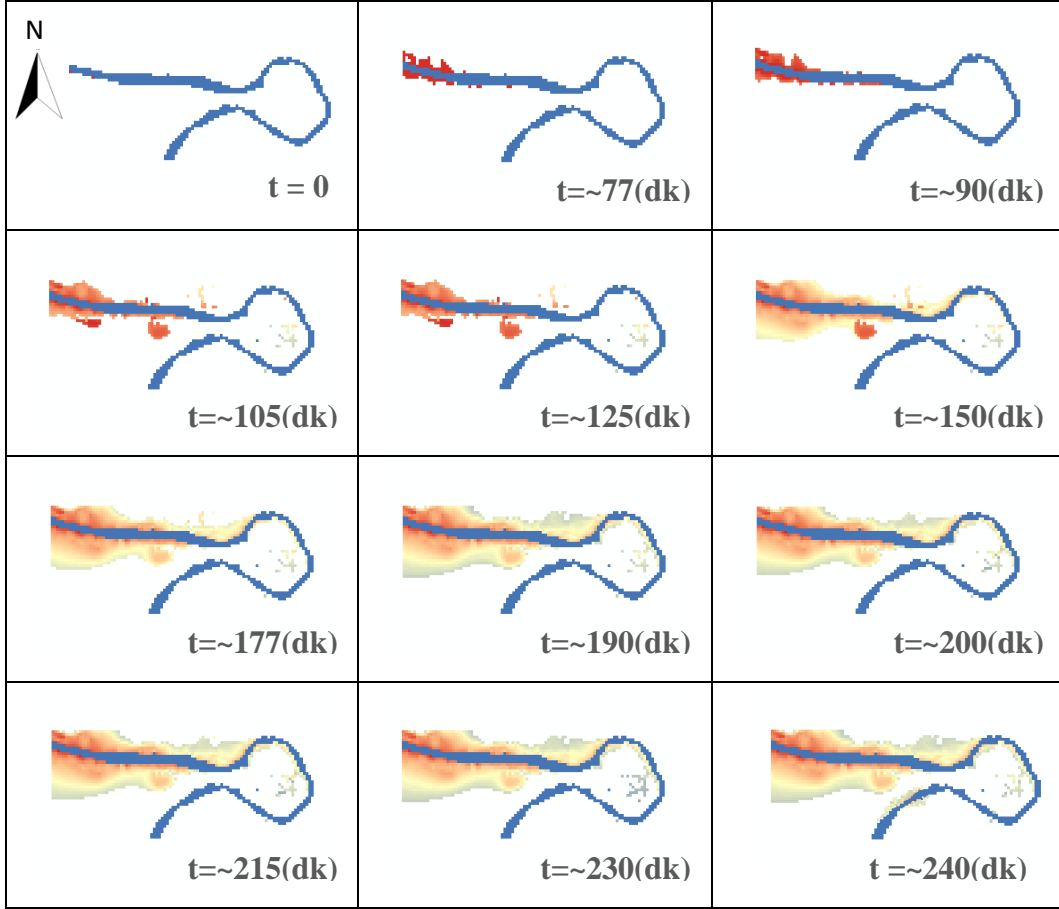
Şekil 39. Pazarsuyu Deresi II. bölüm simülasyon sonucu

Maksimum seviyeye ulaşma süresi	: ~4 saat
Su altında kalan alan	: 59452 m ²
Etkilenen tarım arazisi	: 15190 m ²
Etkilenen yol	: 601 m
Etkilenen toplam bina sayısı	: 16
Mesken amaçlı bina sayısı	: 15
İşletme amaçlı yapı sayısı	: 1

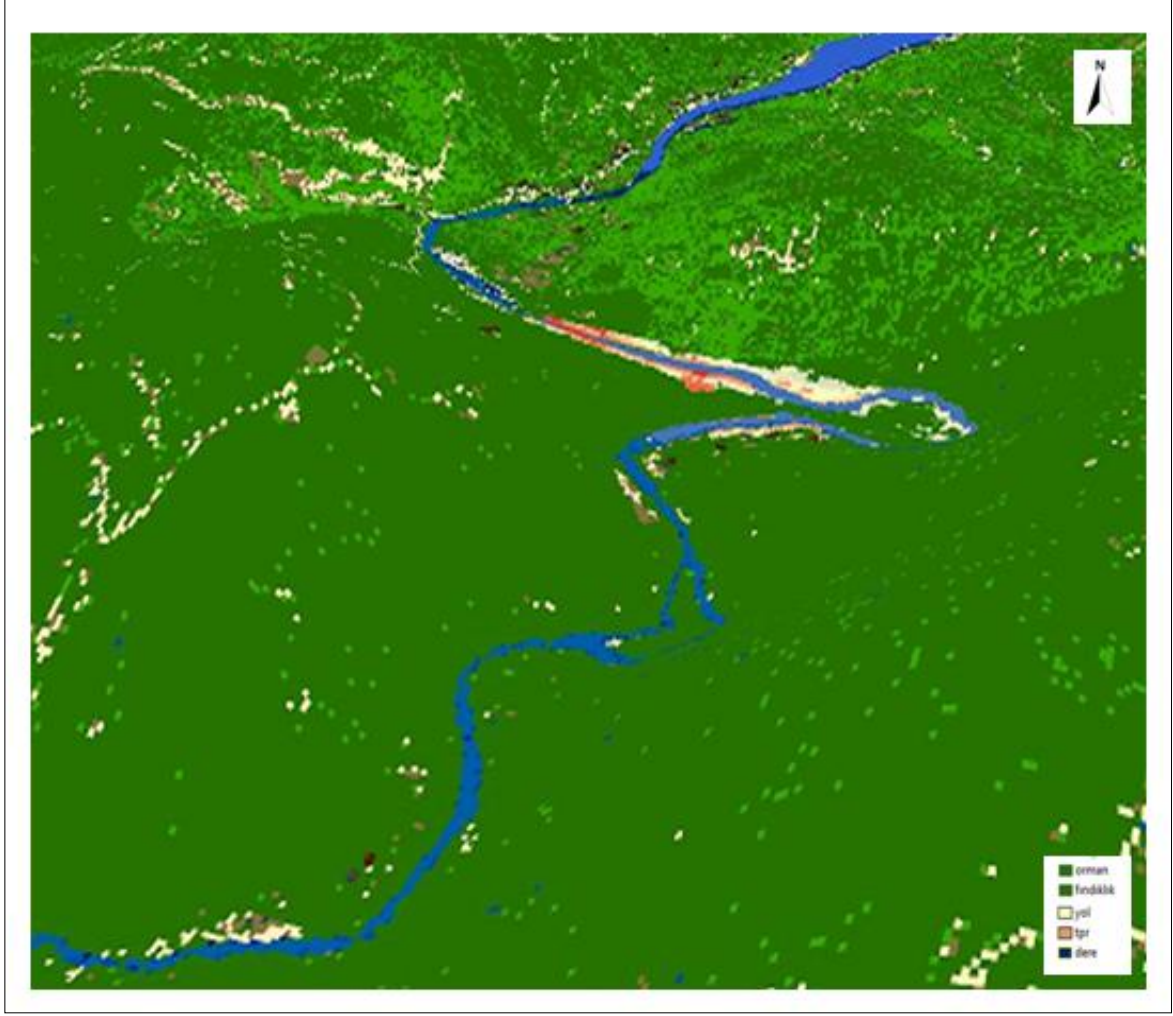
Ayrıca taşkınım etkileme alanı içerisinde daha önce Bulancak Belediyesi tarafından çöp sahası olarak kullanılan Akkaya mevki de bulunmaktadır. Taşkınım meydana gelmesiyle birlikte sahadaki çöpler Pazarsuyuna karışarak Pazarsuyu boyunca dereyi ve çevresini kirletecektir.

3.3. Pazarsuyu Deresi III. Bölüm Simülasyon Sonuçları

Pazarsuyu deresi III. Bölümünde koşturulan simülasyon sonuçlarına göre bu bölümde, arazinin yükseklik değerlerine bağlı olarak, taşkın yaklaşık 4. saatte maksimum su seviyesine ulaşarak 44751 m² alanı su altında bırakmaktadır. Taşkın meydana geldiği alanda 8956 m² tarım arazisi taşkından etkilenmektedir.



Şekil 40. Pazarsuyu Deresi III. bölüm simülasyon sonuçları

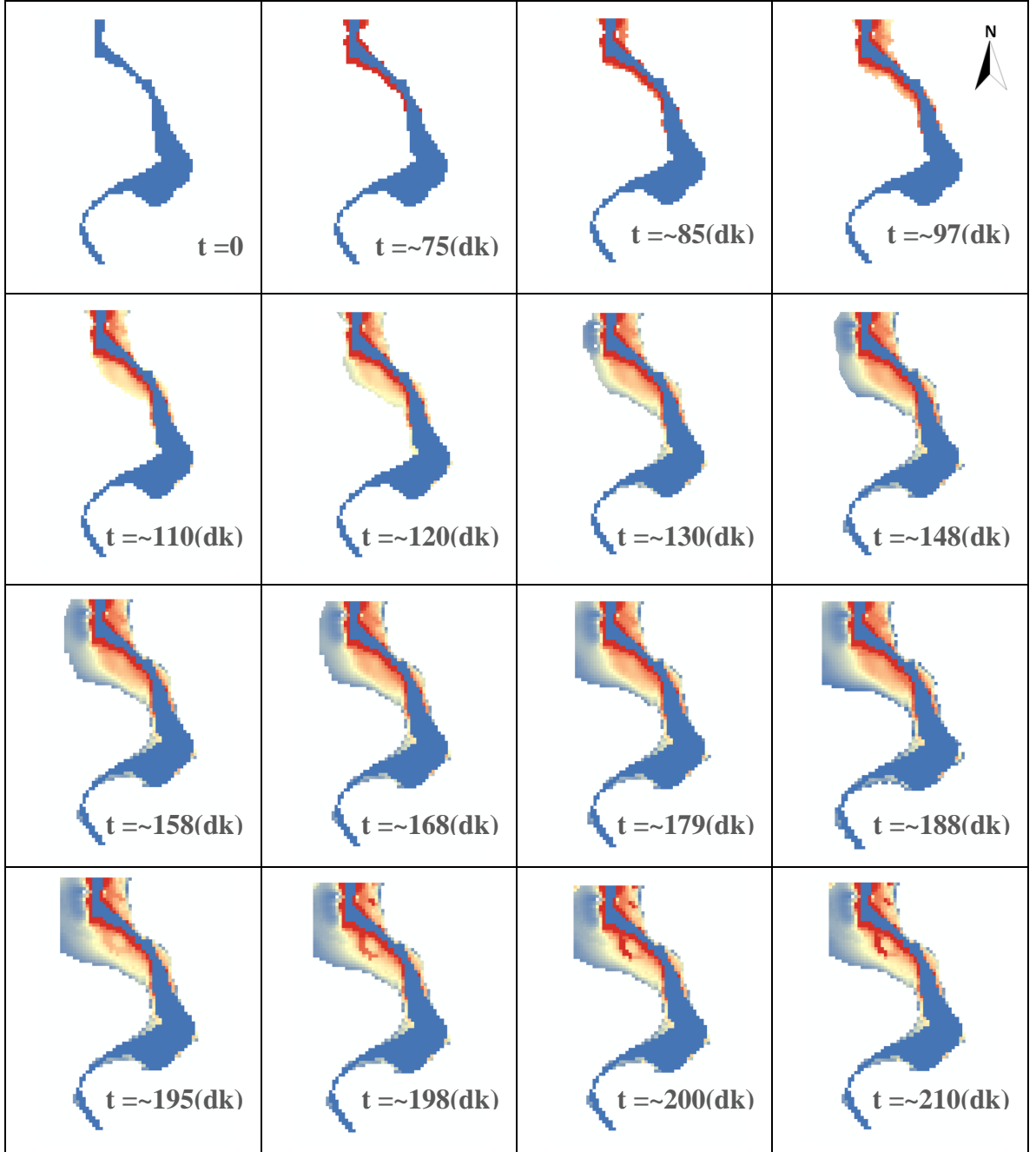


Şekil 41. Pazarsuyu Deresi III. bölüm simülasyon sonucu

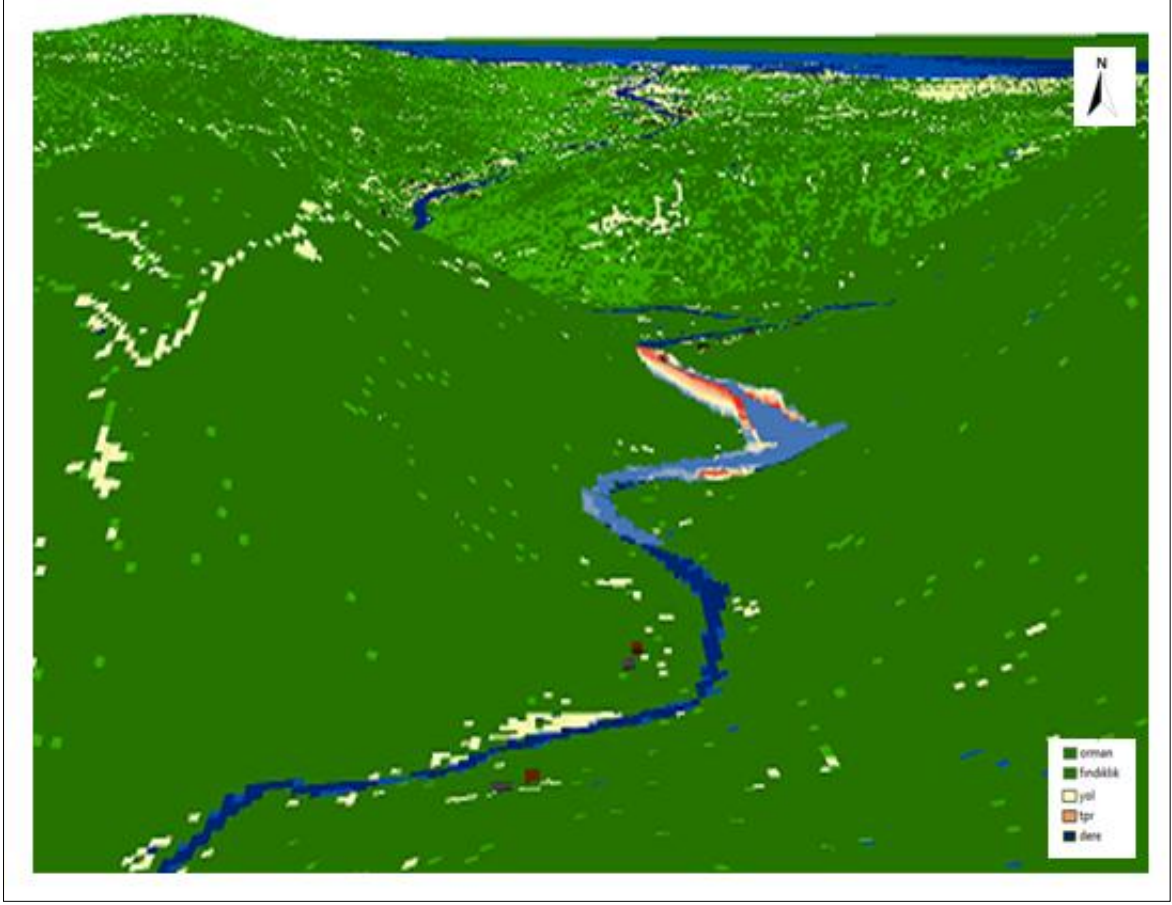
Maksimum seviyeye ulaşma süresi	: ~4 saat
Su altında kalan alan	: 44751 m ²
Etkilenen tarım arazisi	: 8956 m ²
Etkilenen yol	: -
Etkilenen toplam bina sayısı	: -
Mesken amaçlı bina sayısı	: -
İşletme amaçlı yapı sayısı	: -

3.4. Pazarsuyu Deresi IV. Bölüm Simülasyon Sonuçları

Simülasyon sonuçlarına göre bu bölümde, arazinin yükseklik değerlerine bağlı olarak, taşkın yaklaşık 3.5 saatte maksimum seviyeye ulaşarak 39095 m² alanı su altında bırakmaktadır. Taşkın etkilediği alanda 2 hane ve 302 m yol bulunmaktadır. Taşkın meydana geldiği alanda 11154 m² tarım arazisi taşkından etkilenmektedir.



Şekil 42. Pazarsuyu Deresi IV. bölüm simülasyon sonuçları

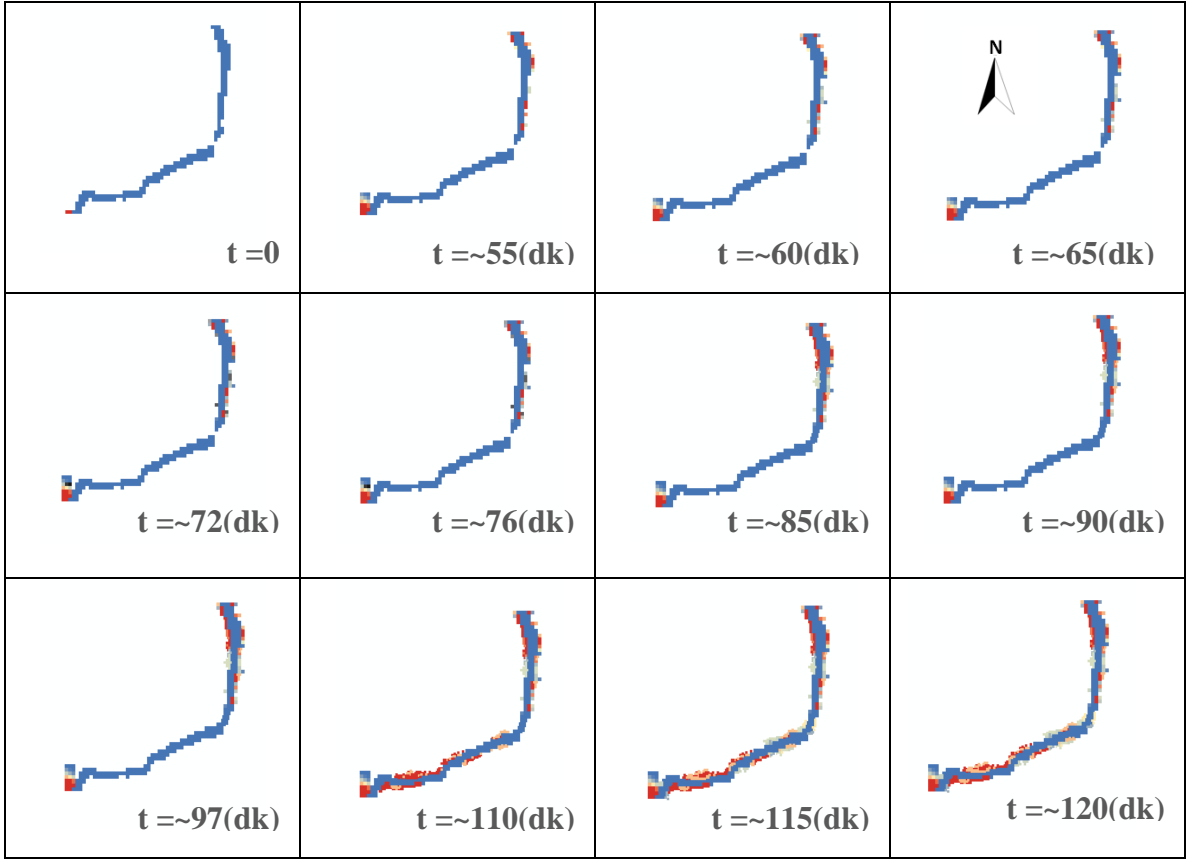


Şekil 43. Pazarsuyu Deresi IV. bölüm simülasyon sonucu

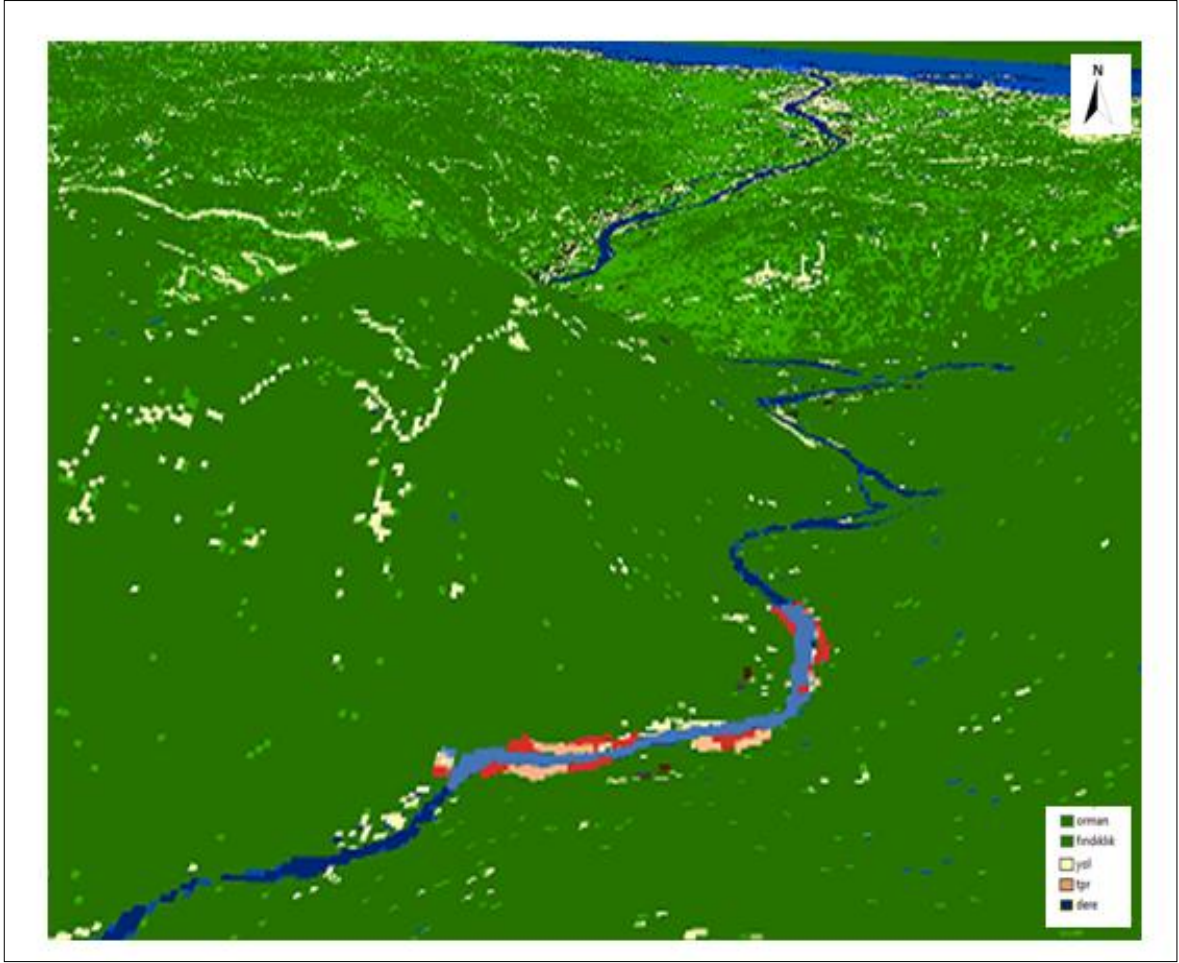
Maksimum seviyeye ulaşma süresi	: ~3.5 saat
Su altında kalan alan	: 39095 m ²
Etkilenen tarım arazisi	: 11154 m ²
Etkilenen yol	: 302 m
Etkilenen toplam bina sayısı	: 2
Mesken amaçlı bina sayısı	: 2
İşletme amaçlı yapı sayısı	: -

3.5. Pazarsuyu Deresi V. Bölüm Simülasyon Sonuçları

Pazarsuyu deresi V. Bölümünde koşturulan simülasyon sonuçlarına göre bu bölümde taşkın riski diğer bölümlere oranla çok düşüktür. Taşkın meydana geldiği alanda yapılaşma unsuru bulunmamakla birlikte akıma geçen su yaklaşık 2 saatte 9536 m² alan su altında kalmaktadır.



Şekil 44. Pazarsuyu Deresi V. bölüm simülasyon sonuçları

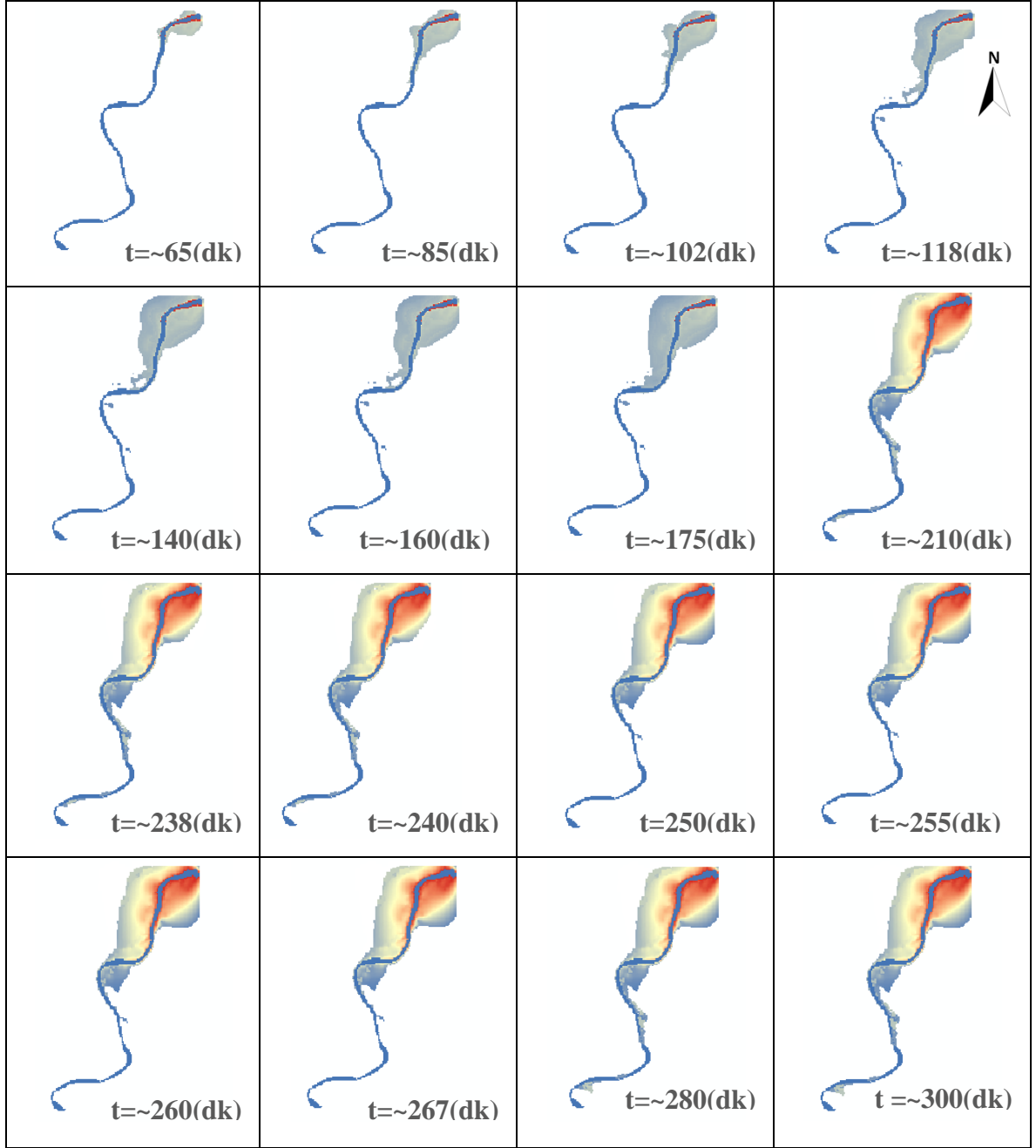


Şekil 45. Pazarsuyu Deresi V. bölüm simülasyon sonucu

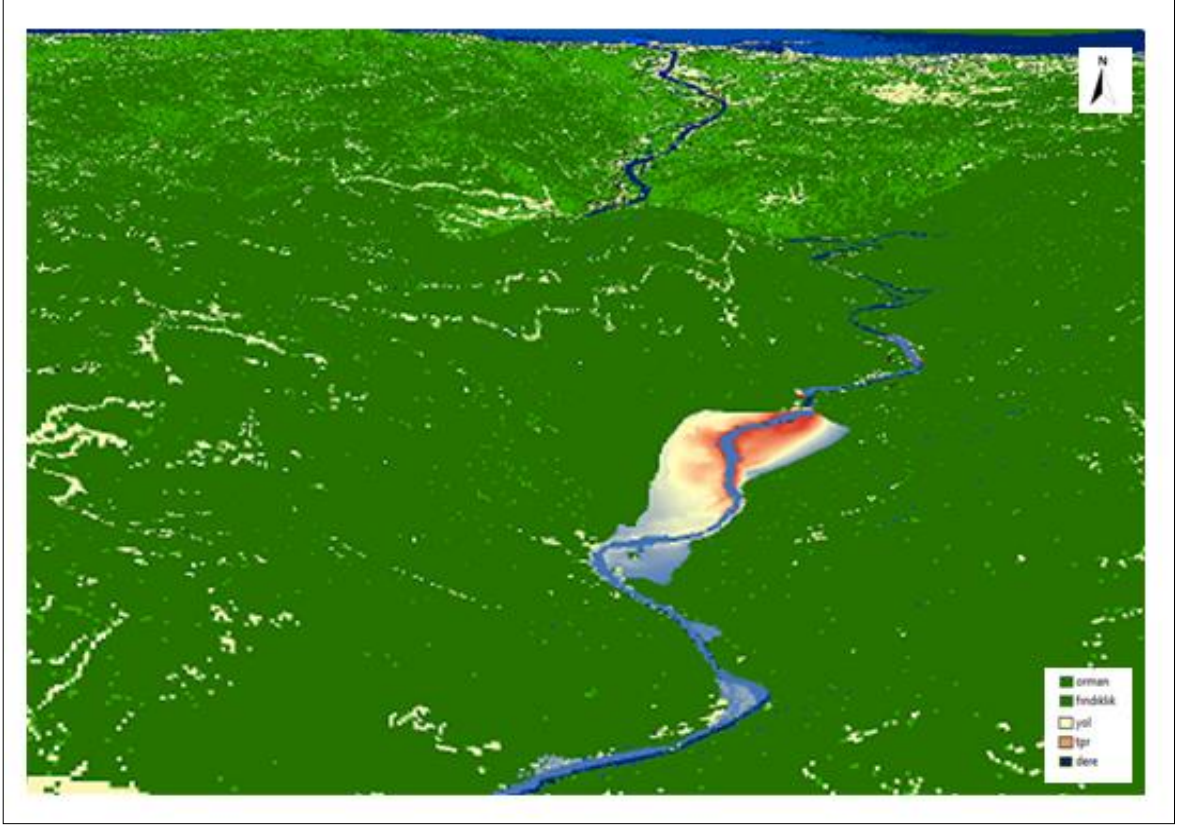
Maksimum seviyeye ulaşma süresi	: ~2 saat
Su altında kalan alan	: 9536 m ²
Etkilenen tarım arazisi	: -
Etkilenen yol	: -
Etkilenen toplam bina sayısı	: -
Mesken amaçlı bina sayısı	: -
İşletme amaçlı yapı sayısı	: -

3.6. Pazarsuyu Deresi VI. Bölüm Simülasyon Sonuçları

Pazarsuyu deresi VI. bölümünde koşturulan simülasyon sonuçlarına göre bu bölümde, arazinin yükseklik değerlerine bağlı olarak, akıma geçen su yaklaşık 5 saatin sonunda 89706 m² alanı etkilemektedir. Taşkının meydana geldiği alanda 62705 m² tarım arazisi bulunmaktadır.



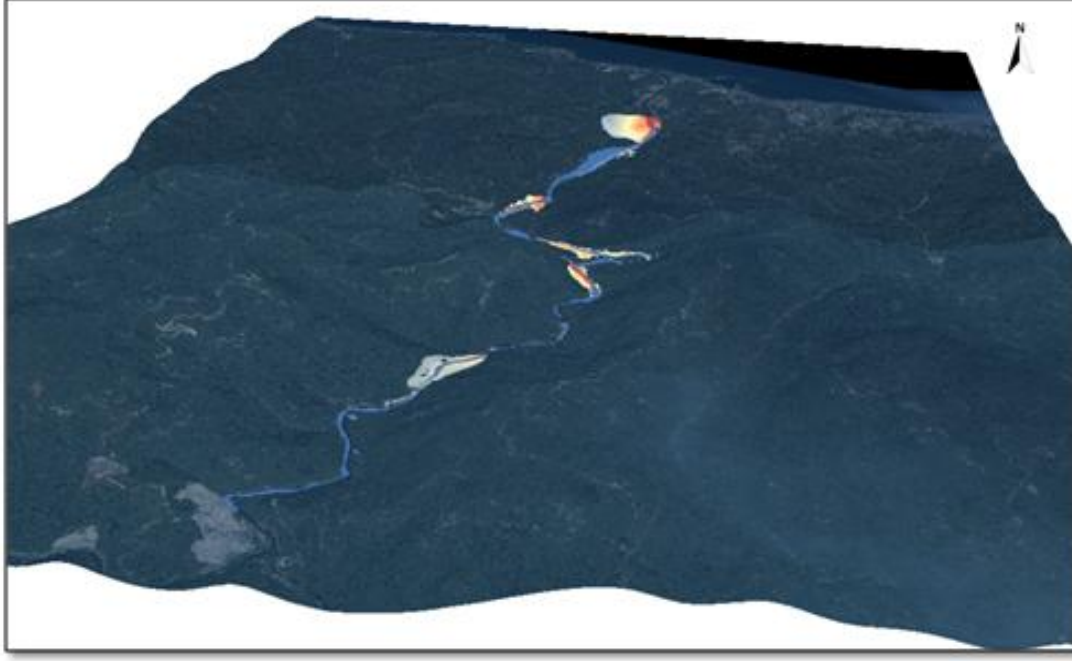
Şekil 46. Pazarsuyu Deresi VI. bölüm simülasyon sonuçları



Şekil 47. Pazarsuyu Deresi VI. bölüm simülasyon sonucu

Maksimum seviyeye ulaşma süresi	: ~5 saat
Su altında kalan alan	: 89706 m ²
Etkilenen tarım arazisi	: 62705 m ²
Etkilenen yol	: -
Etkilenen toplam bina sayısı	: -
Mesken amaçlı bina sayısı	: -
İşletme amaçlı yapı sayısı	: -

Pazarsuyu deresi boyunca çalışmaya konu bölümler için simülasyon ayrı ayrı koşturulmuştur. Simülasyon sonuçları, sınıflandırılmış uydu görüntüsü üzerine bindirilerek taşkın riski olan bölgeler belirlenmiştir.



Şekil 48. Pazarsuyu Deresi'nin tamamı için taşkın riski simülasyon sonucu

Tablo 6. Pazarsuyu deresi boyunca, simülasyona konu bölümlerin taşkından etkilenme oranları

	I. Kısım	II. Kısım	III. Kısım	IV. Kısım	V. Kısım	VI. Kısım	Toplam
Taşkın ilerleme süresi	~5	~4	~4	~3.5	~2	~5	
Su altında kalan alan	104073m ²	59452 m ²	44751 m ²	39095 m ²	9536 m ²	89706 m ²	346613 m ²
Tarım arazisi	29360m ²	15190 m ²	8956 m ²	11154 m ²		62705 m ²	127365 m ²
Etkilenen yol	2420 m	601 m		302 m			3323m
Bina sayısı	30	16		2			48
Konut sayısı	26	15		2			43
İşletme sayısı	4	1					5

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Son yıllarda, taşkın olaylarının meydana geliş sıklığı, şiddeti ve neden oldukları kayıplar bakımından, dünya genelinde, belirgin bir artış söz konusudur. Mevcut koşul ve olanaklar çerçevesinde taşkın ve sel olaylarını tümüyle engellemek mümkün olmamakla birlikte doğru yöntem ve yaklaşımların benimsenmesi ile taşkın kaynaklı kayıpları azaltmak mümkündür. Bu bağlamda, taşkın anı ve sonrasına yönelik hazırlık, planlama, önleme, müdahale, kurtarma, iyileştirme ve yeniden yapılandırma faaliyetlerinin sistemli bir şekilde organize edilmesi anlamına gelen “bütünleşik taşkın yönetimi” yaklaşımı dünya genelinde genel kabul görmektedir.

Bütünleşik yönetim, yönetilecek konu ya da sürecin tüm taraflarının yetki ve sorumluluklarının kesin sınırlarla belirlenmesi, yetki ve sorumluluk alanındaki tüm faaliyetlerinin eksiksiz olarak yerine getirilmesinin sağlanması yanında bunların hızlı, etkin ve en ekonomik yoldan gerçekleştirilmesini de kapsar/amaçlar. Dolayısıyla bu çerçevede taşkın yönetimi ve taşkın yönetimi için en temel gereksinim olan taşkın risk haritalarının üretilmesi işi içinde geçerli olmalıdır.

Bu tez çalışmasının temel çıkış noktası da taşkın risk haritalarına olan gereksinim ve taşkın risk haritalarının doğru ve hızlı bir şekilde üretilmesi gerekliliği olmuştur. Bu nedenle tez çalışması kapsamında öncelikle Türkiye’deki mevcut durum, bütünleşik yönetim ilkeleri çerçevesinde, organizasyonel yapı, kurumsal yetki ve sorumluluklar, veri ve hizmet kalitesi ve sunum biçimleri gibi temel kriterler çerçevesinde irdelenmiştir. Buna göre taşkın yönetimi alanında ya da daha üst ölçekte bütünleşik yönetimin gerektirdiği organizasyonel bir yapı veya sorumlu bir kurum olmadığı gibi, belirgin bir kurumsal sorumluluk veya görev dağılımı mevcut değildir. Taşkın yönetimi kapsamındaki faaliyetler birbirinden bağımsız olarak farklı kurum ve kuruluşlar tarafından yürütülmektedir. Bu çerçevede Devlet Su İşleri, Devlet Meteoroloji İşleri ve Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı taşkın yönetimi faaliyetleri açısından doğrudan sorumluluğu olan kurumlardır. Bu kurumların yanı sıra Elektrik İşleri Etüt İdaresi, Harita Genel Komutanlığı, Maden Teknik Arama, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, TÜRKSAT AŞ ve yerel yönetimler ise temel veri sağlayıcı kurumlardır.

Kurumların sorumluluk ve yetki alanları belirgin bir biçimde tanımlanmadığından, veri ve hizmet üretiminde bazı alanlarda kesişmeler bazı alanlarda ise boşluklar

oluşmaktadır. Veri ve hizmet üretim ve sunumu ise geleneksel yapı içerisinde yürütülmektedir. Konumsal veri altyapılarının tek bir kurum bazında dahi işlerlik kazanmamış olmasından dolayı Afet ve Acil durum yönetimi için hayati önem taşıyan, güncel ve doğru verilere anlık ve etkin erişim mümkün olmamaktadır. Dolayısıyla mevcut yapı içerisinde taşkın yönetiminin ya da taşkın risk haritalarının üretilmesi işlerinin tümüyle bütünleşik yönetimin yaklaşımı içerisinde gerçekleştirilmesi olanaksızdır. Kuşkusuz bu sonuç ürünlerinin ve bağlı olarak da alınacak kararların doğruluk ve güvenilirliğini olumsuz yönde etkilemektedir.

Tespit edilen diğer bir sorun verilerin kapsam ve niteliği ile ilgilidir. Taşkın risk haritaları için en temel altlıklardan olan topoğrafik haritalar için ülke genelini kapsayan en büyük ölçek 1/25000 dir. Bu ölçekte sağlanan ayrıntı düzeyi ve doğruluk birçok faaliyet açısından yeterli değildir. Bu haritaların tamamı sayısal olmakla birlikte çoğu alan için güncelliğini yitirmiştir. Gerek havza sınırlarının gerekse akarsu ağının bu altlıklar üzerinden elde edildiği düşünüldüğünde güncellik ve doğruluk sorunu bu temel girdiyi de etkilemektedir. Ayrıca üzerinde enerji, sulama veya koruma amaçlı tesis inşa edilmemiş ya da bu amaçla projelendirilmemiş akarsuların boy ve en kesit bilgileri bulunmamaktadır. Dolayısıyla bu akarsuların herhangi bir noktasındaki debinin bağlı olarak da taşkın riskinin istenen doğrulukta hesaplanması mümkün değildir. Doğruluk ve güncellik sorunu, arazi örtüsü ve arazi kullanımı, kadastral durum, jeolojik durum, toprak haritaları vb. alanlarda da geçerlidir. Datum ve format farklılıkları ise bu sorunlara göre daha kolay çözümlenebilir niteliktedir. Ayrıca akım gözlem istasyonları ile meteorolojik gözlem istasyonlarının dağılım sıklığı, konumlandırılmaları, bu istasyonlardan toplanabilen veri çeşitliliği, gözlem, ölçme ya da yayımlama periyotları ile elde edilen verilerin formatları, doğrulukları ve bunlara erişim olanakları açısından da önemli eksiklikler söz konusudur.

Sıralanan sorun ve eksiklikler nehir ve havza karakteristiğinin doğru bir şekilde belirlenmesini, uygun taşkın ve simülasyon modelinin seçimini, doğru senaryolar geliştirilmesini ve sonuç olarak üretilecek taşkın risk haritalarının güvenilirliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca bu yapı içerisinde taşkın risk haritalarının üretilmesi külfetli ve oldukça zor bir iştir. Ancak taşkın risk haritalarının üretilmesi için tüm bu sorunların çözümünün beklenilemeyeceği de açıktır.

Kaldı ki konumsal veri altyapıları işlerlik kazansa dahi konumsal altlıklara bağlı sorunların büyük bir bölümü geçerliliğini koruyacaktır. Taşkın yönetimi ve risk haritalama gibi iş süreçleri için veri ve hizmetlere anlık erişim ancak güncel ve doğru veriye

erişiliyorsa anlamlı olacaktır. Dolayısıyla veri paylaşımının yanında verinin elde edilmesinin de hızlı, kolay, ekonomik ve güvenilir bir yöntem ile gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Uzaktan algılama ve görüntüleme teknik ve olanakları günümüzde artık bu ihtiyacı karşılayacak düzeydedir. Hava fotoğrafları, uydu ve LİDAR görüntüleri ile sabit ya da hareketli algılayıcılardan(sensör) elde edilen verilerin çeşitliliği ve doğruluğunun her geçen gün daha da arttığı ve bu artışın süreceği göz önünde bulundurulursa yakın bir gelecekte risk ve acil durum yönetimi için gerekli konumsal altlıkların önemli bir bölümünün bu teknoloji ve olanaklar kullanılarak elde edileceği açıktır. Konuyla ilgili tüm çalışmalarda temelde verilerin elde edilme şekliyle ilgili olan ancak iş sürecinin diğer birçok adımını da etkileyecek nitelikte olan bu boyutun da dikkate alınması gerekmektedir.

Bu tez çalışmasında yersel altlıkların yanında yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsü kullanılarak, Pazarsuyu deresi örneği üzerinde, meteoroloji ve akım verilerine dayalı senaryolar üzerinden gerçekleştirilecek simülasyonlar ile taşkın risk haritalarının üretilmesi hedeflenmiş ve gerçekleştirilmiştir. Uydu görüntüsünden risk altındaki alanların ve riske maruz unsurların belirlenmesinin yanında Pazarsuyu deresinin halihazır altlıkların kapsamı dışında kalan memba kısmındaki sınırlarının belirlenmesi noktasında da yararlanılmıştır.

Çalışmada Yu ve Lane tarafından JFLOW modeli esas alınarak kentsel alanlar için daha uygun olacak şekilde geliştirilen taşkın modelleme yöntemi ve bu modele dayalı olarak Java dilinde yazılan simülasyon programı kullanılmıştır. Simülasyon girdi altlıkları ArcGIS ortamında oluşturulmuş ve gerçekleştirilen simülasyonlar ile taşkın risk haritaları üretilerek Pazarsuyu deresi boyunca taşkın riski olan alanlar belirlenmiştir. Taşkın risk haritalarının bindirildiği uydu görüntüsü üzerinde kontrollü sınıflandırma yapılarak taşkın riski altındaki konut ve işletme amaçlı yapılar, tarım arazileri ve yollar ile varsa ikincil risk unsurları belirlenmiştir.

Yüksek lisans tezi olarak yürütülen bu çalışma kapsamında edinilen bilgi ve birikimler ile varılan sonuçlar çerçevesinde, katkı sağlayacağı düşünülen bazı önerilere aşağıda yer verilmiştir.

Konumsal veri altyapıları ivedilikle işler kılınmalıdır. Sadece afet ve acil durumu yönetimi için olan gereksinim ve burada yapacağı katkı dahi KVA'ları gerçekleştirmek için yeterli bir amaç ve gerekliliktir.

Türkiye'de, birçok alanda olduğu gibi, afet ve acil durum yönetimi ve konunun daha özel boyutu olan taşkın yönetimi alanındaki kurumsal ve organizasyonel eksiklik bir an önce giderilmelidir. Ayrıca taşkın yönetimi ile ilgili tüm iş süreçleri, taşkın olayının

doğasının gerektirdiği biçim ve ayrıntıda fakat yine aynı gereklilikten kaynaklanan bütünsellikte ele alınarak metodolojik bir biçimde yürütülmelidir.

Ülkemiz için hemen hemen her alandaki en temel ve önemli sorunlardan olan veri yeterliliği, güncelliği, güvenilirliği ve doğruluğu ile ilgili sorunlar taşkın yönetimi ve risk haritalarının üretilmesi bağlamında da mevcut ve kritik düzeydedir. Diğer birçok alandan farklı olarak afet ve acil durumlardaki eksiklik ve hataların çok ciddi ve telafisi mümkün olmayan sonuçlar doğurduğu yine bilinen bir gerçektir. Bu çerçevede başta temel altlıklar olmak üzere tüm verilerin güvenilir, hızlı, etkin ve ekonomik bir yoldan biran önce güncellenmesi ve iyileştirilmesi gerekmektedir. Bunu sağlamada, şu andaki en etkin yol olarak genel kabul gören, uzaktan algılama ve görüntüleme teknoloji ve olanaklarından en üst düzeyde faydalanılmalıdır.

Dolayısıyla ülkemizde gerek kurumsal bazda gerekse akademik ve teknik düzeyde yapılacak olan çalışmalarda konunun bu boyutunun mutlaka dikkate alınması ve bu bağlamdaki olanakların ve sağlanabilecek katkıların belirlenmesi ve vurgulanması gerekir.

Taşkın risk yönetimi ve bağlı olarak risklerin belirlenmesi ve giderilmesi çok kapsamlı ve oldukça zor bir süreç olmakla birlikte mevcut birçok eksikliğin giderilmesi beklenmeksizin en azından asgari doğruluk düzeyinde olsa da tüm risk bölgeleri için taşkın risk haritaları üretilmelidir. Hiç değilse başlangıç olarak öncelikle yağış ve taşkın tahmin sistemleri kurularak gerekli gözleme, uyarı ve izlemeler yapılmalıdır.

Taşkın öncesi, taşkın anı ve sonrası için bu süreçlere etki eden tüm parametreler ve bunlar üzerindeki değişimler ile kararsızlık ve belirsizlik durumlarının dikkate alındığı, önleme, müdahale, kurtarma ve zarar azaltma senaryolarını da kapsayan bir çerçevede, veri toplama ve erişimi için alternatif teknoloji ve olanakları kullanılarak gerçekleştirilecek daha geniş kapsamlı bir çalışma sonucu elde edilecek taşkın risk haritaları daha doğru ve yararlı olacaktır. Böyle bir çalışma sonucu risk haritalarının üretimine yönelik metodolojik bir yaklaşımın ortaya konulabilmesi de mümkün olacaktır.

5. KAYNAKLAR

- Akar, İ. ve Maktav D., 2008. Taşkın Araştırmalarında Çok Kriterli Karar Verme Analizi ve Hidrolojik Modellemelerin Uzaktan Algılama ve CBS Entegrasyonu ile Karşılaştırılması, 2. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2008), (erişim adresi: <http://www.uzalcbs2008.org>), Ekim, Kayseri.
- Akıncı, H., 2006. Konumsal Veri Altyapıları Web Servisleri İle Gerçekleştirilebilir Mi? Mevcut Durum Analizi ve Gelecek Yönelimlerinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, K.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon
- Altınkaynak, L., 2008. Son 80 Yılda Trabzon ve Çevresinde (Dere Yatakları Boyunca) Meydana Gelen Sel Ve Heyelan Olaylarına Genel Bir Bakış, Taşkın, Heyelan ve Dere Yataklarının Korunması Konferansı, Ağustos, Trabzon, Bildiriler Kitabı: 131-146.
- Amini, J., 2010. A Method for Generating Floodplain Maps Using IKONOS Images and DEMs, International Journal of Remote Sensing, 31, 9, 2441–2456.
- Arenal, I. M., Parrado R. P., García I. S., Concepción O. G., Pérez M. B., Allen Y. J., Padrón P. B., Hernández A. L. P. ve Otero C. R. 1998. The Coastal Floods In The Cuban Territory, The Most Sensitive Areas And The Possible Impact Of The Climate Change, Institute of Meteorology, Küba
- Atalık, A., 2004. Küresel Isınma, Su Kaynakları ve Tarım Üzerine Etkileri, ZMO, İstanbul
- Atay, G. ve Ayhan, E., 2004. Using Satellite Images to Determine Environmental Characteristics of an Area: An Application, ISPRS XXth Congress, İstanbul
- Balabanova, S. ve Vassilev V., 2010. Creation of Flood Hazard Maps, BALWOIS 2010, Makedonya.
- Barton, I.J. ve Bathols, J.M., 1989. Monitoring Floods with AVHRR, Remote Sensing of Environment, 30, 89-94.
- Bates, PD, Anderson MG ve Hervouet J-M., 1995, Initial Comparison of Two 2-Dimensional Finite Element Codes For River Flood Simulation, Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Water, Maritime and Energy, 112, 238–248.
- Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afetlere Hazırlık ve Kentsel Risk Yönetimi Komisyonu, 2009, Afetlere Hazırlık ve Kentsel Risk Yönetimi Komisyonu Raporu, Ankara, 139s.
- Berz, G., 1999. Flood Disasters: Lessons from the Past – Worries for the Future. Geosciences Research Group, Munich Reinsurance Company, D-80791, Almanya

- Bechteler, W, Hartmaan, S. ve Otto AJ., 1994. Coupling of 2D and 1D Models and Integration Into Geographic Information Systems (GIS). In Proceedings of the 2nd International Conference on River Flood Hydraulics, White WR, Watts J (eds). Wiley: Chichester; 155–165.
- Bostancı, H.T., Cömert, Ç. ve Akıncı, H., 2007. UKVA İçin Tapu ve Kadastro Web Servislerinin Tasarımı ve Geliştirilmesi, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 11. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 2007, Ankara
- Bradbrook, K. F. , Lane, S. N. , Waller, S. G. ve Bates, P. D., 2004. Two Dimensional Diffusion Wave Modelling of Flood Inundation Using A Simplified Channel Representation, International Journal of River Basinn Management, 2, 3, 211 - 223.
- Byrne, G.F., Crapper, P.F. ve Mayo K.K., 1980. Monitoring Land-Cover Change by Principal Component Analysis of Multi-Temporal Landsat Data, Remote Sensing of Environment, 10, 175–184.
- Colditz, R.R., 2003, Land Cover And Geomorphological Floodplain Mapping of the Lower Panuco Basin, Mexico, Utilizing Remote Sensing And Gis-Methods Diplomarbeit, Bayerische Julius-Maimilians-Universität Würzburg, Almanya, yayınlanmamış.
- Courant, R. ve Friedrichs KO., 1948. Supersonic Flow and Shock Waves, InterScience Publishers: New York.
- Cömert, Ç. ve Banger, G., 1995. Türkiye için Ulusal Konumsal Veri Altyapısı, Devlet İstatistik Enstitüsü Araştırma Sempozyumu, Kasım, Ankara, Bildiriler Kitabı: 6-10
- Cömert, Ç., 1996. Ulusal Konumsal Veri Altyapısı için Veri Değişim Standardının Belirlenmesi, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Cömert, Ç. ve Banger, G., 1996. Ulusal Konumsal Veri Altyapısı, 2. Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Eylül, İstanbul, Bildiriler Kitabı: 49-61
- Cömert, Ç., 1998. Ulusal Konumsal Veri Altyapısı üzerine, TMMOB HKMO Bülteni, Temmuz, 84-86.
- Cunge, JA, Holly, Jr. ve Verwey, A., 1976. Practical Aspects of Computational River Hydraulics, Pitman: Londra.
- Downer, C.W., Ogden, F.L., Martin, W. ve Harmon, R.S., 2002. Theory, Development, and Applicability of the Surface Water Hydrological Model CASC2D, Hydrol. Process., 16, 255-275.
- Doswell, III C. A., Brooks H. E. ve Maddox R. A., 1996. Flash Flood Forecasting: An Ingredients-Based Methodology, Weather and Forecasting, 11, 560-581.
- DSİ, 1998. DSİ Taşkın Yıllıkları (1970–1997) , Ankara.
- DSİ, 2005. DSİ In Brief 1954-2005, 2005, Ankara.

- DSİ, 2005. DSİ 22. Bölge Müdürlüğü Doğu Karadeniz Taşkın Raporları.
- DSİ, Kurum web sitesi, <http://www.dsi.gov.tr>., 15 Mayıs 2011
- DPT 2007. 9. Kalkınma Planı Toprak ve Su Kaynakları Kullanımı ve Yönetimi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara.
- Duan, M., Zhang J. ve Liu Z., Aekakkararungroj A., 2007. Use Of Remote Sensing And Gis For Flood Hazard Mapping In Chiang Mai Province, Kuzey Tayland.
- EPA, Environmental Protection Agency, <http://www.epa.gov>, 23 Kasım 2011
- Eren, Y., 2007. Su taşkınları, Ders Notları, Selçuk Üniversitesi.
- Ergünay, O., 2007. Türkiye'nin Afet Profili, Tmmob Afet Sempozyumu, Aralık Ankara, Bildiriler Kitabı, 1-14
- Estrela, T. ve Quintas L., 1994. Use of GIS in the Modelling of Flows on Floodplains. In Proceedings of the 2nd International Conference on River Flood Hydraulics, White WR (ed.). Wiley: Chichester; 177-189.
- ESCAP-UN, UN Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, <http://www.unescap.org/>, 7 Aralık 2011.
- EXCIMAP, 2007. Handbook On Good Practices For Flood Mapping In Europe, Endorsed by Water Directors, November, Hollanda.
- Evans, S.Y., Gunn, N. ve Williams D., 2007. Use of GIS in Flood Risk Mapping, National Hydrology Seminar '07, İrlanda.
- Faber, R., 2006. Flood Risk Analysis: Residual Risks And Uncertainties In An Austrian Context, University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Viyana
- Fakıoğlu, S. ve Kağnıcıoğlu N., 2009. Doğu Karadeniz ve Coruh Havzalarının Hidroelektrik Enerji Üretimi Açısından Değerlendirilmesi, Doğu Karadeniz Bölgesi Hidroelektrik Enerji Potansiyeli ve Bunun Ülke Enerji Politikalarındaki Yeri, Kasım, Trabzon, 40-51.
- FAO, 2002. Crops and Drops: Making the Best Use of Water for Agriculture, Rome.
- FEMA, 2009. Risk Mapping, Assessment, and Planning (Risk MAP) Multi-Year Plan: Fiscal Years 2010-2014, Fiscal Year 2009 Report to Congress.
- Fortin, J.P., Turcotte, R., Massicotte, S., Moussa, R., Fitzback, J., and Villeneuve, J.P., 2001. A Distributed Watershed Model Compatible with Remote Sensing and GIS data, I: Description of the Model, *J. Hydrol. Eng.* , 6, 91-99.

- Freissinet, C., 2009. The EU Flood Directive, ASEM WATERNET, WP3 "Flood"
- French, R.H., Miller, J.J., Dettling, C. ve Carr, J.R., 2006. Use of remotely sensed data to estimate the flow of water to a playa lake, Journal of Hydrology, 325, 67-81.
- Fuchs, S., Spachinger K., Dorner W., Rochman J. ve Serrhini K., 2009, Evaluating Cartographic Design in Flood Risk Mapping, Environmental Hazards, 8 ,52–70.
- Hankin, B., Waller, S., Astle, G. ve Kellagher, R., 2008. Mapping space for water: screening for urban flash flooding, J. Flood Risk Manage., 1, 13–22.
- Ho, L. T. K., Umitsu M. ve Yamaguchi Y. , 2010. Flood Hazard Mapping By Satellite Images and Srtm Dem In The Vu Gia – Thu Bon Alluvial Plain, Central Vietnam, International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science, 38, 8.
- Imhof, M.L., Vermillion, C., Story, M.H., Choudhury, A.M., Gafoor, A. ve Polycon, F., 1987. Monsoon Flood Boundary Delineation and Damage Assessment Using Space Borne Imaging Radar and Landsat Data Photogramm, Engng. Rem. Sens., 53, 405-413.
- IPCC, 2001. Climate Change: The Scientific Basis and Synthesis Report, The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Report
- IPCC, 2002. "Climate Change and Biodiversity", IPCC Technical Paper V
- Islam, M. ve Sado K., 2000. Flood hazard assessment in Bangladesh using NOAA AVHRR data with GIS, Hydrological Processes, 14, 605–620.
- Islam, M. ve Sado K., 2000, Development of Flood Hazard Maps of Bangladesh Using NOAA-AVHRR Images with GIS, Hydrological Sciences-Journal-des Sciences Hydrologiques, 45,3.
- Jeb, D. N. ve Aggarwal P., 2008. Flood Inundation Hazard Modelling of the River Kaduna Using Remote Sensing and Geographic Information Systems, Journal of Applied Sciences Research, 4, 12, 1822-1833.
- Kadioğlu, M., 2008. Sel ve Heyelan Risk Yönetimi, Taşkın, Heyelan ve Dere Yataklarının Korunması Konferansı, Ağustos, Trabzon, Bildiri Kitabı: 101-129.
- Kadioğlu, M., 2007. İklim Değişiklikleri ve Etkileri, Tmmob Afet Sempozyumu, Kasım, Ankara, Bildiriler Kitabı: 47-56.
- Kamrath, P., Huber N.P., Kufeld M., Schüttrumpf H. ve Köngeter J., 2005. Interlinked Modelling of Large Floods by Combining One and Two-Dimensional Diffusive Wave-Approaches, Institute of Hydraulic Engineering and Water Resources Management, RWTH Aachen University , Almanya.

- Karataş, B. S., Akkuzu E. ve Çamoğlu G., 2008. Taşkın Belirlemede Uzaktan Algılamının Kullanım Olanakları, Taşkın, Heyelan ve Dere Yataklarının Korunması Konferansı, Ağustos, Trabzon, Bildiriler Kitabı: 131-146.
- Katayama, T., 1994. International Decade for Natural Disaster Reduction: Working Against Time, UNU University Lectures (Tokyo: The United Nations University).
- Knebl, M.R. Yang Z.L., Hutchison K., ve Maidment D.R., 2004. 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, 325–336.
- Kourgialas, N.N. ve Karatzas G. P., 2010. Flood Management and a GIS Modelling Method to Assess Flood-Hazard Areas—A Case Study, Hydrological Sciences Journal, 56, 2.
- Lane, SN. ve Richards, KS. 1998. Two-dimensional modelling of flow processes in a multi-thread channel. Hydrological Processes 12, 1279–1298.
- Liu, Y.B. ve De Smedt, F., 2005. Flood Modeling for Complex Terrain Using GIS and Remote Sensed Information, Water Resources Management, 19, 605–624.
- Marks, KJ. ve Bates PD., 2000. Integration of High-Resolution Topographic Data With Floodplain Flow Models, Hydrological Processes 14, 2109–2122.
- Martini, F. ve Roo, A. D., 2007. Good Practice for Delivering Flood-Related Information to the General Public, EXCIFE, İtalya.
- Mason, DC, Cobby, DM, Horritt, MS. ve Bates, PD. 2003. Floodplain Friction Parameterization In Two-Dimensional River Flood Models Using Vegetation Heights Derived From Airborne Scanning Laser Altimetry. Hydrological Processes, 17, 1711–1732.
- Merzi, N. ve Aktas T. M., 2000. Geographic Information Systems (GIS) for the Determination of Inundation Maps of Lake Mogan, International Water Resources Association Water International, 25, 3, 474-480.
- Moore, J.T., S.M. Nolan, F.H. Glass, Ferry D.L. ve Rochette S.M., 1995. Flash flood-producing high-precipitation supercells in Missouri. Preprints, 14th Conf. Wea. Analysis and Forecasting Amer. Meteor. Soc., (J4)7-12.
- Navalgund, R.R., Jayaraman, V. ve Roy, P.S., 2007. Remote sensing applications: An overview, Current Science, 93, 12, 1747-1766.
- Önsoy, H., Kömürcü M., Kankal M., Yüksek Ö. ve Filiz H M., 2008. Doğu Karadeniz Havzasında Oluşan Taşkınların Nedenleri ve Çözüm Önerileri, Taşkın, Heyelan ve Dere Yataklarının Korunması Konferansı, Ağustos, Trabzon, Bildiri Kitabı: 73-79.

- Özcan, O. ve Musaoglu N., 2010. Vulnerability Analysis of Floods in Urban Areas Using Remote Sensing and GIS, Remote Sensing for Science, Education, Rainer Reuter (Editor) and Natural and Cultural Heritage, 379-386.
- Özcan, O., Musaoğlu N. ve Şeker D. Z., 2009. Taşkın Alanlarının Cbs ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Belirlenmesi ve Risk Yönetimi; Sakarya Havzası Örneği, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Mayıs, Ankara.
- Özdemir, H., 2007. Farklı Senaryolara Göre Taşkın Risk Analizi: Havran Çayı Örneği (Balıkesir), TMMOB Afet Sempozyumu, Aralık, Ankara, Bildiriler Kitabı: 155-165.
- Özdemir, H., 2010. SCS CN Yağış-Akış Modelinin CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Uygulanması: Havran Çayı Havzası Örneği (Balıkesir), Cografî Bilimler Dergisi, 5, 2, 1-12.
- Özkaldi, A., 2010. Hidrolojik Erken Uyarı Sistemleri ve Dsi Genel Müdürlüğü Uygulamaları, II. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Ulusal Taşkın Sempozyumu, (erişim adresi: <http://www.dsi.gov.tr/docs/sempozyumlar/II.ulusal-taskin-sempozyumu>), Mart, Afyonkarahisar.
- Prathumchai, K. ve Samarakoon L., 2005. Application of Remote Sensing and GIS Techniques for Flood Vulnerability and Mitigation Planning in Munshiganj District of Bangladesh, ACRS2005, Viyetnam.
- Rath, S. ve Bajat B., 2004. Between Sensing, Forecasting And Risk Assessment: An Integrated Method To Model High Resolution Data For Floodplain Representations In Hydrodynamic Simulations.
- Sandholt, I., vd., 2003. Remote Sensing Techniques for Flood Monitoring in the Senegal River Valley, Danish Journal of Geography, 103, 1, 71-81.
- Sane, M. ve Huokuna M., 2008. Procedure For Identifying Automatically Possible Flood Risk Areas, Thematic Workshop on Flood Mapping, Eylül, Dublin.
- Schumann, G. ve G. Di Baldassarre, 2010. The Direct Use of Radar Satellites for Event-Specific Flood Risk Mapping, Remote Sensing Letters, 1,2, 75-84.
- SEPA, 1998. Flood Risk Assessment Strategy, SEPA Policy No 22, Version 1.
- Shamaoma, H., 2005. Extraction of Flood Risk-related Base-Data from Multi-Source Remote sensing Imagery, Yüksek Lisans Tezi, Internatinnal Institute for Geo-Information Science and Earth Observation, Hollanda.
- Sheng, J., 2006. GIS-based Flood Risk Analysis Across Large Metropolitan Areas, University of Southern California.

- Şorman, A. Ü. ve Dođanođlu V., 2001. Determination of Flood Inundated Areas Using RS Techniques in the Western Black Sea Region of Turkey, Turk. J. Engin. Environ. Sci., 25, 379- 389.
- Straatsma, M.W. ve Baptist M.J., 2008. Floodplain Roughness Parameterization Using Airborne Laser Scanning And Spectral Remote Sensing, Remote Sensing of Environment, 112, 1062–1080.
- Strubbe, J. Mostaert K. ve Maeghe K., 2005. Flood Management In Flanders with Special Focus on Navigable Waterways, Third International Symposium on Floods Defence, Mayıs, Hollanda.
- Tekin, B.M., Nurlu, M., Özsaraç, V., Kuterdem, N. K. ve Aksoy, N., 2007. Doğal Afetlerde Uydu Görüntülerinin Kullanımı ve International Charter Space and Major Disasters, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafı Bilgi Sistemleri Kongresi, Ekim-Kasım, KTÜ, Trabzon.
- Tunay, M. ve Ateşoğlu, A., 2004. Bartın İli Taşkın Sahalarındaki Değişimin Uzaktan Algılama Verileriyle İncelenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 60-72.
- Turođlu, H., 2005. Bartın'da Meydana Gelen Sel ve Taşkınlara Ait Zarar Azaltma ve Önleme Önerileri, Türkiye Kuvaterner Sempozyumu, İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, Haziran, İstanbul, Bildiri Kitabı: 104-110.
- UNDP, 2004. United Nations Development Programme, Reducing Disaster Risk, A challenge for development, New York, USA.
- UNEP, UNEP web sitesi <http://www.unep.org>, 15 Eylül 2011.
- Usul N., 2008, Caybogazi Havzasında Hidrolojik-Hidrolik Model ve Cbs İle Taskin Calismasi , Taşkın, Heyelan ve Dere Yataklarının Korunması Konferansı Ağustos, Trabzon, Bildiri Kitabı: 147-159.
- URL-1, www.worldnewsco.com, 30 Mayıs 2011
- URL-2, <http://library.thinkquest.org/03oct/02054/floodtype>, 29 Mayıs 2011
- URL-3, www.floodsite.net/juniorfloodsite/html/en/student/thingstoknow/hydrology/flashfloods.html, 29 Mayıs 2011
- URL-4, <http://www.biriyilik.com/sanat/resim-sanat/japonya-tsunami-resimleri-mart-2011-43589.html/attachment/japonya-tsunami-2011-12>, 30 Mayıs.2011.
- URL-5, <http://www.klashabergazetesi.com/asayis/rizede-sel-felaketi>, 17 Haziran 2011.
- URL-6, <http://www.haberler.com/karadeniz-de-sel-felaketi-haberi/>, 25 Eylül 2011.
- URL-7, <http://www.terrainmap.com/newsinfo.html>, 28 Mayıs 2011,

- URL-8, <http://www.floodsite.net/juniorfloodsite/html/en/student/thingstoknow/index.html>, 22 Haziran 2011.
- URL-9, <http://itk.wxc.com/products/webhd/?host=keyc>, 20 Haziran 2011.
- URL-10, <http://www.worldnewsco.com/>, 22 Ekim 2011.
- URL-12, <http://www.meted.ucar.edu/hydro/basic/Routing/printversion/04-streamproperties.html>, 5 Kasım 2011.
- Vanneuville ,W., De Rouck K., Maeghe K., Deschamps M., De Maeyer Ph. ve Mostaert F., 2005. Spatial Calculation of Flood Damage and Risk Ranking, In: Conference Proceedings of Agile2005, 8th Conference on Geographic Information Science, 549–556.
- Varol, N., 2007. Doğal ve Teknolojik Afetler Konusunda Toplumun Bilinçlendirilmesi ve AFEM’ in Rolü, Tmmob Afet Sempozyumu, Aralık, Ankara, Bildiriler Kitabı: 127-132.
- Wang, Y., Colby J. D.ve Mulcahy K. A., 2002. An Efficient Method for Mapping Flood Extent in A Coastal Floodplaing Using Landsat TM and DEM Data International, Journal of Remote Sensing, 23, 18, 3681–3696.
- Winsnet, D.R., McGinnis, D.F. and Pritchard, J.A., 1974. Mapping of the 1973 Mississippi river floods by NOAA-2 satellite, Water Resources Bulletin, 10, 1040–1049.
- WMO/GWP, 2008. Associated Programme on Flood Management, Urban Flood Risk Management-A Tool for Integrated Flood Management, APFM Technical Document No. 11, Flood Managment Tool Series
- Xiao, Q. ve Chen, W., 1987. Songhua River monitoring with metrological satellite imagery, Remote Sensing Information, 37-41.
- Yamagata, Y. ve Akiyama, T., 1988. Flood Damage Analysis Using Multi-Temporal Landsat Thematic Mapper Data, International Journal of Remote Sensing, 9, 503–514.
- Yu, D. ve Lane, S. N., 2006. Urban fluvial flood modelling using a two-dimensional diffusion-wave treatment, part 1: mesh resolution effects, Hydrological Processes, 20, 1541–1565.
- Yüksek, Ö., Kankal, M., Önsoy, H. ve Filiz, M. H., 2008. Doğu Karadeniz Havzası Taşkınları Üzerine Genel Bir Değerlendirme, Taşkın, Heyelan ve Dere Yataklarının Korunması Konferansı, Ağustos Trabzon, Bildiriler Kitabı: 17-28.
- Wilson, M., Alsdorf, D., Bates, P., ve Horritt, M., 2005, Use of Satellite Altimeter Data for Validating Large Scale Hydraulic Models.

Zhang, Q., Molenaar M. ve Tempfli K., 2002, Heirearchical image object-based structural analysis toward urban land use classification using high-resolution imagery and airborne LIDAR data, The 3. International Symposium on Remote of Urban Areas, İstanbul, Türkiye, 251-258.

ÖZGEÇMİŞ

1987 Elazığ'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini İzmir'de tamamladı. 2004–2005 eğitim-öğretim yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Gümüşhane Mühendislik Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü'nü kazandı. 13 Haziran 2008 tarihinde aynı bölümden fakülte ikincisi olarak mezun oldu. 2008-2009 eğitim-öğretim yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Harita Mühendisliği Anabilim dalında Yüksek lisans programına başladı. 2011 yılında yüksek lisans tezi konusu ile ilgili İngiltere Loughborough üniversitesinde Dr. Dapeng YU ile çalışmalarda bulundu. 2009 yılında Gümüşhane Üniversitesi Harita Mühendisliği Bölümüne Araştırma görevlisi olarak atandı. Halen bu görevine devam etmekte olup iyi derecede İngilizce bilmektedir.