

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**AKIM GÖZLEM İSTASYONU BULUNMAYAN TAŞKIN HAVZALARINDAKİ
DEĞİŞİMLERİN TAŞKIN RİSKİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ: RİZE,
GÜNEYSU ÖRNEĞİ**

DOKTORA TEZİ

**Çağla Melisa KAYA
Trabzon- 2017**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**AKIM GÖZLEM İSTASYONU BULUNMAYAN TAŞKIN HAVZALARINDAKİ
DEĞİŞİMLERİN TAŞKIN RİSKİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ: RİZE,
GÜNEYSU ÖRNEĞİ**

Çağla Melisa KAYA

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"DOKTOR (HARİTA MÜHENDİSLİĞİ)"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 30.11.2017
Tezin Savunma Tarihi : 22.12.2017**

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Oğuz GÜNGÖR

Trabzon 2017

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FENBİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
Çağla Melisa KAYA tarafından hazırlanan**

**AKIM GÖZLEM İSTASYONU BULUNMAYAN TAŞKIN HAVZALARINDAKİ DEĞİŞİMLERİN
TAŞKIN RİSKİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ: RİZE, GÜNEYSU ÖRNEĞİ**

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 05/12/2017 gün ve 1730 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
DOKTORA TEZİ olarak Kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan: Prof. Dr. Oğuz GÜNGÖR

Üye : Prof. Dr. Bülent BAYRAM

Üye : Doç. Dr. Halil AKINCI

Üye : Doç. Dr. Tayfun DEDE

Üye : Yrd. Doç. Dr. Esra TUNÇ GÖRMÜŞ

**Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ
Enstitü Müdürü**

ÖNSÖZ

“Akım Gözlem İstasyonu Bulunmayan Taşkın Havzalarındaki Değişimlerin Taşkın Riskine Etkisinin Belirlenmesi: Rize, Güneysu Örneği” başlıklı bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Harita Mühendisliği Anabilim Dalında Doktora tezi olarak hazırlanmıştır. Doktora tezimin danışmanlığını üstlenerek, tez çalışması süresince bana destek olan değerli hocam Sayın Prof. 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, değerli hocam merhum Sayın Prof. Dr. Aslan DİLAVER’e teşekkür ederim. Mesleki eğitim hayatımın ilk döneminden itibaren, bilimsel ve manevi desteğini esirgemeyen, tez çalışması süresince üst görüşü ve önerileri ile yol gösteren değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Hasan Tahsin BOSTANCI’ya teşekkür ederim. Üst görüşü ile her zaman yol gösterici olan hocam Sayın Prof. Dr. Çetin Cömert’r teşekkür ederim. Tez çalışması süresince üst görüşü ve önerileri ile yol gösteren ve birlikte çalışmaktan onur duyduğum değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Nehir VAROL’a teşekkür ederim. Bilimsel desteğini esirgemeyen, bilimsel duruşunu örnek edindiğim değerli hocam Sayın Prof. Dr. Gökmen TAYFUR’a teşekkür ederim. Tez çalışmamda desteğini esirgemeyen ve azmini örnek edindiğim Sayın Dr. Feray ŞENDERİN’e teşekkür ederim. Tez savunmamın öncesinde tecrübeleriyle ve üst görüşü ile yoluma ışık tutan hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Mehmet Güven KOÇAK’a teşekkür ederim. Gerek kamusal alandaki gerek akademik alandaki bilgisiyle desteğini esirgemeyen Sayın Dr. Emre AKÇALI’ya teşekkür ederim. Kamusal alandaki bilgilerinden ve görüşlerinden faydalandığım Sayın Aydın BEKTAŞ’a teşekkür ederim. Tez çalışmamda doktora bursiyeri olarak destek aldığım TÜBİTAK’a değerli katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca yardım ve katkılarını gördüğüm, kıymetli dostum Sayın Öğr. Gör. Leyla DERİN’e teşekkür ederim. Manevi desteklerini esirgemeyen değerli arkadaşlarım Sayın Araş. Gör. Besime YÜCEL’e ve Sayın Araş. Gör. Özge TOLGA’ya teşekkür ederim. Varlığıyla mutluluk ve motivasyon kaynağı olan yeğenim Yiğit Çağlar KAYA’ya teşekkür ederim. Ayrıca tez çalışmam süresince manevi desteğini esirgemeyen bana yürümeyi öğrettiği gibi hayatta sağlam durmayı da öğreten Annem’e sonsuz teşekkür ederim.

Çağla Melisa KAYA
Trabzon 2017

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Doktora Tezi olarak sunduğum “Akım Gözlem İstasyonu Bulunmayan Taşkın Havzalarındaki Değişimlerin Taşkın Riskine Etkisinin Belirlenmesi: Rize, Güneysu Örneği” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. 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. 30/11 /2017

Çağla Melisa KAYA

İÇİNDEKİLER TABLOSU

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ	IV
ÖZET.....	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ	XIII
KISALTMALAR VE SEMBOLLER DİZİNİ.....	XVI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1 Giriş.....	1
1.2 Problemin Tanımı	3
1.3. Tezin Amacı.....	5
1.4. Metodoloji.....	5
1.5. Temel Kavram ve Tanımlar	6
1.6. Taşkın ve Taşkın Türleri	10
1.7 Taşkın Riski ve Taşkın Tehlikesi.....	17
1.8 Taşkın ve İnsan	23
1.9 Sürdürülebilir Taşkın Yönetimi	24
1.10 Literatür Taraması.....	26
1.11 Taşkın Çalışmaları, Türkiye.....	35
1.11. 1 Paydaş Kurum ve Kuruluşlar	47
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	49
2.1 Çalışma Alanı.....	51
2.2 Çalışmada Kullanılan Veri ve Altlıklar.....	55

2.2.1	Görüntü Sınıflandırma	59
2.3	Hidrograf Simülasyonu	62
2.3.1	Genetik Algoritma.....	64
2.4	Taşkın Modelleme.....	69
2.4.1	Hidrolik ve Hidrolojik Yöntemler.....	69
2.4.1.1	Hidrolik Yöntemler	69
2.4.1.2	Hidrolojik Yöntemler	73
2.4.2	Taşkın Modelleme ve HEC-RAS.....	73
2.5	Taşkın Zonları ve Kırılabilirlik.....	84
2.5.1	Havza Kırılabilirliğinin İrdelenmesi ve Dirençlilik Kavramı.....	84
2.5.2	Arazi Kullanım Yönteminin, Taşkın Havzasının Kırılabilirliği Üzerindeki Etkisinin Önemi.....	84
3.	BULGULAR VE TARTIŞMA	86
3.1	Güneysu Deresi Üzerinde Meydana Gelen Önemli Taşkın Olayları.....	87
3.2	Kırılabilirlik Açısından Arazi Kullanımının ve Nüfus Değişiminin İncelenmesi	105
4.	SONUÇ VE ÖNERİLER	150
5.	KAYNAKLAR	156
	ÖZGEÇMİŞ	172

Doktora Tezi

ÖZET

AKIM GÖZLEM İSTASYONU BULUNMAYAN TAŞKIN HAVZALARINDAKİ DEĞİŞİMLERİN TAŞKIN RİSKİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ: RİZE, GÜNEYSU ÖRNEĞİ

Çağla Melisa KAYA

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Oğuz GÜNGÖR
2017, 171 Sayfa

Taşkın olayları zaman içinde değişen çok sayıda durum değişkeni ve sürücü değişkeninin etkisi altında meydana geldikleri için önceden kesin olarak belirlenemeyen özellik göstermektedirler. Bu bakımdan, taşkın çalışmalarında probablistik (olasılıkçı) yaklaşımların kullanılması büyük önem taşımaktadır. Bununla birlikte hidrolojik olayların fiziksel yönlerini inceleyerek taşkın olaylarının temsilde matematik modellerin kullanıldığı deterministlik (gerekirci) yaklaşımın benimsenmesi gerekmektedir. Deterministlik ve probablistik yaklaşımların bir arada kullanıldığı taşkın modelleme çalışmaları için gerekli ilk adım, gerekli doğal verilerin temin edilmesi için ölçümlerin yapılmasıdır. Bunun için yeterli ölçüde ve prezisyonda bir ölçme ağıının kurulması gerekmektedir. Gözlem istasyonlarından elde edilen veriler olmadan taşkın olayını hassas doğruluklu olarak modellemek ve taşkın tehlike, taşkın risk haritalarını üretmek mümkün değildir. Ancak etkin ve sürdürülebilir taşkın risk yönetimi çalışması için taşkın tehlike ve risk haritalarının üretilmesi gerekmektedir. Özellikle dik yamaçlara sahip, dar ve derin vadi boyunca akan, yüksek eğim ve akış hızına sahip vahşi derelerde taşkın olayını modellemek ve risk altındaki unsurları belirlemek oldukça zordur. Bu tip akarsularda gözlem istasyonlarının bulunmaması, bilinmeyen değişkenlerin çokluğu ve aralarındaki ilişkilerin karmaşıklığı, taşkın risk haritalarının yapılmasını daha da zorlaştırmaktadır.

Bu doktora tez çalışması kapsamında, memba kısmında Akım Gözlem İstasyonu (AGİ) bulunmayan Güneysu Deresi için taşkın modelleme çalışması gerçekleştirilmiş ve zamansal boyutta taşkın risk değişiminin analizi yapılarak arazi kullanım yönteminin taşkın risk haritalarının üretimindeki önemi ortaya konulmuştur. Sürdürülebilir Taşkın Yönetimi için bölgeye özgü fiziksel olmayan öneriler ortaya konulmuştur. Çalışmada taşkın modelleme, hidrograf simülasyonu, demografik bilgiler, UA teknikleri ve CBS kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir Taşkın Risk Yönetimi, Afet, Uzaktan Algılama, Coğrafi Bilgi Sistemleri

PhD Thesis

SUMMARY

DETERMINING THE EFFECT OF CHANGES ON FLOOD RISK IN FLOOD BASINS HAVING NO GAUEGD STATIONS; CASE STUDY RIZE, GÜNEYSU

Çağla Melisa KAYA

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Geomatic Graduate Program
Supervisor: Prof. Dr. Oğuz GÜNGÖR
2017, 171 pages.

Since flood events occur under the influence of time varying state/driving variables, they cannot be determined precisely in advance. In this respect, the use of probabilistic approaches is of great importance in flood studies. Furthermore, deterministic approaches in which mathematical models are used to represent flood events by examining the physical aspects of hydrological events need to be adopted. The first step for flood modeling studies where deterministic and probabilistic approaches are used is to make measurements to obtain the necessary natural data. To do so, it is necessary to establish a measurement network in a sufficient size and precision. It is not possible to accurately model the flood event and to produce flood hazard and flood risk maps without generating data from gauged stations. However, flood hazard and risk maps need to be produced for effective and sustainable flood risk management. It is very difficult to model the flood event and identify the elements at risk particularly in mountain rivers with high slope and flow rate, flowing along narrow and deep valleys with steep slopes. The lack of gauged stations in such rivers, the multiplicity of unknown variables and the complexity of the relationships between them make it more difficult to generate flood risk maps

In this dissertation, a flood modeling study was carried out for the Güneysu Stream, which does not have the gauged station at the upstream part. In addition, the importance of land use change in flood risk map generation was exhibited and the temporal variation of flood risk change was analyzed. Regional non-physical recommendations for Sustainable Flood Management were presented. In this study, flood modelling, hydrograph simulation, demographic information, Remote Sensing techniques and Geographical Information Systems were used.

Keywords: Sustainable Flood Risk Managment, Disaster, Geographic Information Systems, Remote Sensing

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. 1900-2015 Yılları arasında dünya da taşkın afetinden etkilenen toplam kişi sayısı, EM-DAT (EM-DAT, 2016).	10
Şekil 2. 1900-2015 Yılları arasında dünya da taşkın afetininin neden olduğu toplam can kaybı, (EM-DAT, 2016).	11
Şekil 3. 1900-2015 yılları arasında Taşkın afetinin dünya genelinde neden olduğu toplam ekonomik zarar, (EM-DAT,2015).	11
Şekil 4. Taşkın afetine etki eden doğa ve insan kaynaklı faktörler.....	15
Şekil 5. Türkiye’de afet türlerinin görülme sıklığı (EM-DAT 1990-2014)	37
Şekil 6. 1955 – 2012 yılları arasında Türkiye’de Yaşanan Taşkınlar Neticesindeki Can Kayıpları (OSİB, 2015).....	38
Şekil 7. 1955 – 2012 yılları arasında Türkiye’de yaşanan taşkınlar nedeniyle su altında kalan alanlar(OSİB, 2015)	38
Şekil 8. 1955 – 2012 yılları arasında Türkiye’de taşkınların neden olduğu hasarlar.....	39
Şekil 9. Tokat-Turhal 50 yıllık taşkın risk haritası (SYGM,2015).....	46
Şekil 10. Tokat-Turhal 500 yıllık taşkından etkilenen nüfus haritası (SYGM, 2015)	46
Şekil 11. Çalışma alanı haritası.....	53
Şekil 12. Taşkın havzasında meydana gelen taşkınlar nedeniyle oluşan zararlar.	55
Şekil 13. Akış Diyagramı	58
Şekil 14. Kontrollü sınıflandırma eğitim alanlarının belirlenmesi	60
Şekil 15. Kontrollü sınıflandırma iş adımları	61
Şekil 16. Aşağı istasyon gözlemlenen hidrograf ve model tarafından üretilen yukarı istasyon hidrografi	66
Şekil.17. a: Ağustos 2015 taşkınına ait taşkın hidrografi kullanılarak üretilen taşkın simülasyonu ve meydana gelen taşkın hadisesinin karşılaştırılması. b: Yüksek riskli alanda kaldığı tespit edilen Güneysu Kibledağ köyü c: çay fabrikası ve meydana gelen taşkında oluşan zarar	67

Şekil 18 a. Taşkın modelleme sonucu belirlenen taşkın tehlikesi altında olan alanlar, b: Güneysu İlçesi futbol sahasının bulunduğu alanda sağ sahilde bulunan zarar görmüş taş istinat duvarı.....	67
Şekil 19. a: Taşkın modelleme sonucu belirlenen taşkın tehlikesi altında olan alanlar, b: Ulucami mahallesinde orta ayağı tahrip olan köprü, zarar gören karayolu bölümü ve taş istinat duvarı	68
Şekil 20. a: Taşkın modelleme sonucu belirlenen taşkın tehlikesi altında olan alanlar, b: Pekmezli köprüsünün sağ sahilde bulunan taş istinat duvarı yaklaşık 60 metre hasar görmüştür.....	68
Şekil 21. a: Güneysu Havzası Arazi Yükseklik Modelinden Üretilen Bakı Haritası, b: Fac (Flow accumulation Grid) (Akış birikimi 0 olan hücreler lokal topografik yükseklikler ve sırtları ifade etmektedir)	77
Şekil 22. a: HEC-GeoRAS SYM üzerinden enkesitlerin alınması, b: HEC-RAS model elemanlarının oluşturulması	77
Şekil 23. 2 yıllık tekerrür periyoduna göre yapılan simülasyon sonuçlarına göre bazı en kesit profilleri.	78
Şekil 24. Güneysu deresi güzergahı ve Hecras model görünümü	79
Şekil 25. HecRas steady analiz simülasyon sonuçları çıktı aşamaları.....	79
Şekil 26. Güneysu Deresi Ağustos-2015 taşkınına ait taşkın simülasyonu (Saat 00:00-04:00 arası) ve memba kısmında derinlik profili	81
Şekil 27. Taşkın simülasyonu sonucu, T-25, Güneysu Deresi, Rize	82
Şekil 28. Hava fotoğrafları üzerine bindirilmiş taşkın simülasyonu sonucu, 3 boyutlu gösterim, Kibledağ Köyü- Salarha Deresi birleşimi, Güneysu, Rize.....	83
Şekil 29. Taşkın havzası arazi kullanım değişimi figüratif gösterim	85
Şekil 30. 14 Temmuz 1973 Taşkın sahasını gösterir harita (DSİ taşkın yıllıkları)	88
Şekil 31. 30 Temmuz 1977 Taşkın sahasını gösterir harita (DSİ taşkın yıllıkları)	90
Şekil 32. 6 Temmuz 1995 Taşkın sahasını gösterir harita (DSİ taşkın yıllıkları)	92
Şekil 33. 31 Ağustos 1995 Taşkın sahasını gösterir harita (DSİ taşkın yıllıkları)	94
Şekil 34. Ekim 1996, Aylık yağış miktarını gösterir grafik, Rize	96
Şekil 35. Kasım 2001, Aylık yağış miktarını gösterir grafik, Rize.....	97

Şekil 36. 11-12.11.2001 Taşkın sahasını gösterir temsili harita (DSİ taşkın yıllıkları)	98
Şekil 37. 24 Ağustos 2015 taşkınına ilişkin saatlik debi büyüklüğünü gösterir grafik	101
Şekil 38. 24 Ağustos 2015 23/08/2015, 23:00 -15:00 arasında Güneysu yağış miktarı ..	101
Şekil 39. Kasım 2015 Ağustos ayı aylık yağış miktarını gösterir grafik	102
Şekil 40. 11/ 11/ 2015 07 :00 -13/11/2015, 23:00 - 24/08/2015, 18:00 saatleri arasında saatlik yağış miktarını gösterir grafik	103
Şekil 41. Taşkın havzasında meydana gelen taşkınlar nedeniyle oluşan zararlar (DSİ taşkın raporları, DSİ sunumları).	104
Şekil 42. 1971 Yılı amenajman planı meşcere haritasından üretilen arazi kullanım haritası	108
Şekil 43. 1984 Yılı amenajman planı meşcere haritasından üretilen arazi kullanım haritası	109
Şekil 44. 2007 Yılı amenajman planı meşcere haritasından üretilen arazi kullanım haritası	110
Şekil 45. 1971-1984-2007 Yılı Amenajman Planı Meşcere Haritasından Üretilen Arazi Kullanım Haritasına Göre Arazi Kullanım Durumları.....	111
Şekil 46. Güneysu paftası, 1973.....	113
Şekil 47. 1973-2009 yılları arasında belirlenen Güneysu deresi boyunca taşkın riski taşıyan alan sınırları içerisinde yer alan bina kullanım türleri	114
Şekil 48. Güneysu 1973 paftası ve 2009 yılı halihazır çakışık harita	115
Şekil 49. Taşkın simülasyon sonucu üretilen su altında kalması muhtemel alanların 2009 yılı halihazır haritasından elde edilen binalar ile çakıştırılmış harita	116
Şekil 50. Su altında kalması muhtemel alanlar, 2009 yılı halihazır haritasından elde edilen dere yakınında bulunan mesken, fabrika, dini tesis, okul ve resmi binalar ile hava fotoğrafının üst üste çakıştırılarak üretilen harita	117
Şekil 51. Taşkın simülasyon sonucu üretilen su altında kalması muhtemel alanların 2014 yılı halihazır haritasından elde edilen binalar ile çakıştırıldığı harita	119
Şekil 52. Taşkın simülasyon sonucu ile 2009 yılı ve 2014 yılına ait halihazır haritasından elde edilen binalar ile 2016 yılına ait hava fotoğrafının üst üste çakıştırılarak üretilen harita.....	120

Şekil 53. ARCGIS yazılımı kullanılarak belirlenen risk alanı içerisinde kalan ve 100-150 metreye kadar yakın civarında yer alan sağlık ve eğitim kurumları.	121
Şekil 54. 2007-2016 yılları arasında 0-14 ve 65+ yaş gurubu nüfus yoğunluğu değişimi .	127
Şekil 55. 2007-2016 yılları arasında Güneysu ilçesi nüfus değişimi	127
Şekil 56. Kibledağı, Başköy, Ortaköy ve Yenicami Köyleri Nüfus Değişimi, 2007- 2016	129
Şekil 57. 25-44 Yaş arası Okuma Yazma Bilmeyen Kişi Sayısı, Güneysu, Rize	131
Şekil 58. 45- 59Yaş arası okuma yazma bilmeyen kişi sayısı, Güneysu, Rize	132
Şekil 59. 25-59 Yaş arası okuma yazma bilmeyen kişi sayısı, Güneysu, Rize	132
Şekil 60. 25-29 Yaş arasındaki kişilerin eğitim düzeyine ilişkin grafik, Güneysu, Rize...	134
Şekil 61. 30- 39 Yaş arasındaki kişilerin eğitim düzeyine ilişkin grafik, Güneysu, Rize..	135
Şekil 62. 40- 49 Yaş arasındaki kişilerin eğitim düzeyine ilişkin grafik, Güneysu, Rize..	136
Şekil 63. 50-59 Yaş arasındaki kişilerin eğitim düzeyine ilişkin grafik, Güneysu, Rize...	137
Şekil 64. 60-64 Yaş arasındaki kişilerin eğitim düzeyine ilişkin grafik, Güneysu, Rize...	138
Şekil 65. Nüfus yoğunluğu ve eğitim-sağlık kurumlarının dağılımını gösterir harita.....	141
Şekil 66. Bina katmanı ile çakıştırılmış Bakı haritası, Güneysu, Rize.....	143
Şekil 67. Eğim haritası üzerinden taşkın riski taşıyan alanların gösterimi.....	144
Şekil 68. 1981-2016 yılları arasında Rize yıllık alansal yağışları (MGM, 2016)	148

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. EM-DAT kayıtlarına göre 1900-2016 Yılları arasında Dünya genelinde meydana gelen doğal afetlere ilişkin bilgiler	12
Tablo 2. Taşkın olayına sebep olan temel faktörler.....	14
Tablo 3. Taşkın türleri ve nedenleri (EXCIMAP, 2007).....	16
Tablo 4. Literatürde risk ve tehlike ilgili önemli tanımlamalar (Chrichton (1999), Stenchion (1997) ve UNDHA (1992) tanımlamaları Kelman (2003)'e benzerdir (Brooks (2003))	17
Tablo 5. Dirençlilik kavramının farklı disiplinlerce yapılmış tanımlamaları (CARRI Report, 2013).....	20
Tablo 6. Taşkın yönetimi genel iş adımları	25
Tablo 7. EM-DAT kayıtlarına göre 1900- 2016 yılları arasında Türkiye’de gözlenen afetlere ilişkin bilgiler	36
Tablo 8. Türkiye’nin Akarsu Havzaları, (OSB, 2014)	39
Tablo 9. Ulusal havza yönetim stratejisi hedefleri için performans göstergeleri ve kurumsal sorumluluklar, (UHYS,2014).....	43
Tablo 10. Çalışmada kullanılan veri türleri ve kullanım amacı	56
Tablo 11. Hidrolik modellemede kullanılan belli başlı hidrolik model çeşitleri (Asselman, 2009).....	70
Tablo 12. Cowan metodu pürüzlülük katsayıları (Cowan, 1956).	75
Tablo 13. Güneysu deresi boyunca pürüzlülük katsayısı değerleri	76
Tablo 14. Hec-GeoRAS arayüzü kullanılarak, taşkın havzası arazi kullanım türüne göre üretilen manning pürüzlülük katsayıları tablosu.	80
Tablo 15. Taşkın yağış alanı civardaki istasyonlarına ait günlük yağış değerleri, 1973	87
Tablo 16. 14 Temmuz 1973 Rize taşkını ile ilgili günlük yağış değerleri (mm)	88
Tablo 17. Taşkın yağış alanı civardaki istasyonlarına ait günlük yağış değerleri, Temmuz 1977	89
Tablo 18. 30 Temmuz 1977 Rize taşkını ile ilgili günlük yağış değerleri (mm)	89
Tablo 19. Taşkın yağış alanı civar istasyonlara ait günlük yağış değerleri, 6 Temmuz 1995	91

Tablo 20. 6 Temmuz 1995 Rize taşkını ile ilgili günlük yağış değerleri (mm)	92
Tablo 21. Taşkın yağış alanı ve civardaki istasyonlarına ait günlük yağış değerleri, 31Ağustos 1995)	93
Tablo 22. 31 Ağustos 1995 Rize taşkını ile ilgili günlük yağış değerleri (mm).....	94
Tablo 23. 11-12.11.2001 Tarihli taşkınına ilişkin Rize ve Pazar MGİ gözlem değerleri ...	96
Tablo 24. Ulucami ve Küçükcamı mahalleleri dahil olmak üzere Güneysu nüfus ve bina kullanımına ilişkin bilgiler,1986	105
Tablo 25. Adacami köyü nüfus ve bina kullanımına ilişkin bilgiler,1986	105
Tablo 26. Pazarköy'ü nüfus ve bina kullanımına ilişkin bilgiler,1986	105
Tablo 27. Pekmezli Köyü'nün nüfus ve bina kullanımına ilişkin bilgiler,1986	106
Tablo 28. Ulucami ve Küçükcamı mahalleleri dahil olmak üzere Güneysu nüfus ve bina kullanımına ilişkin bilgiler,1988	106
Tablo 29. 1986 ve 1988 yılları nüfus ve bina kullanımına ilişkin bilgiler	107
Tablo 30. 1971 Yılı amenajman planı meşcere haritasından üretilen arazi kullanım haritasına göre arazi kullanım durumu	108
Tablo 31. 1984 Yılı amenajman planı meşcere haritasından üretilen arazi kullanım haritasına göre arazi kullanım durumu	109
Tablo 32. 2007 Yılı amenajman planı meşcere haritasından üretilen arazi kullanım haritasına göre arazi kullanım durumu	110
Tablo 33. 1973 paftasına göre Güneysu Deresi taşkın sahası içinde yer alan bina kullanım türleri	113
Tablo 34. 2009 halihazır haritasına göre, Güneysu Deresi taşkın sahası içinde yer alan bina kullanım türleri	114
Tablo 35. Rize Güneysu ilçesinde, eğitim kurumlarına ilişkin bilgiler (mavi renk ile yazılmış okullar, kapanmış okulları ifade etmektedir)	122
Tablo 36. Simülasyon sonuçlarına göre taşkın riski taşıyan alanlar ve yakın civarında (100- 150 m kuşağında) yer alan sağlık ve eğitim binalarına ilişkin bilgiler	124
Tablo 37. 2007-2016 Yılları arasında 0-14 ve 65+ yaş guruplarına ilişkin nüfus yoğunluğu	126
Tablo 38. Kibledağı, Başköy, Ortaköy ve Yenicami köyleri nüfus bilgileri, 2007- 2016	128
Tablo 39. 25-44 Yaş arası okuma yazma bilmeyen kişi sayısı, Güneysu, Rize	130

Tablo 40. 45-59 Yaş arası okuma yazma bilmeyen kişi sayısı, Güneysu, Rize	131
Tablo 41. Rize İli'nde meydana gelmiş günlük en yüksek yağış miktarı ve en yüksek kar erimesi (URL-3, 2017)	149



KISALTMALAR VE SEMBOLLER DİZİNİ

AB	Avrupa Birliği
AFAD	Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
AGİ	Akım Gözlem İstasyonu
ASHRP	Anadolu Su Havzası Rehabilitasyon Projesi
ARGE	Araştırma, Geliştirme
ARGE-KR	Araştırma Kurumları
BİD	Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı
BM	Birleşmiş Milletler
BSGM	Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü
BÜGEM	Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
CBS-EYBS	CBS Tabanlı Entegre Yönetim Bilgi Sistemi
ÇDP	Çevre Düzeni Planı
ÇEM	Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü
ÇEDGM	Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü
ÇMUEP	Çölleşme ile Mücadele Ulusal Eylem Planı
ÇŞB	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
ÇYGM	Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü
DSHRP	Doğu Anadolu Havza Rehabilitasyon Projesi
DB	Dünya Bankası
DKMP	Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü
DSİ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
EM-DAT	Emergency Events Database
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu
EXCIMAP	European Exchange Circle on Flood Mapping
FEMA	Federal Acil Durum Yönetim Ajansı
GSMH	Gayri Safi Milli Hasıla
GTHB	Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı
GZFT	Güçlü-Zayıf Yönler, Fırsatlar-Tehditler
HYK	Havza Yönetim Kurulu

HB	Havza Birlikleri
HES	Hidroelektrik Santral
HKEP	Havza Koruma Eylem Planı
İAADM	İl Afet ve Acil Durum Müdürlükleri
KB	Kalkınma Bakanlığı
MEUS	Meteorolojik Erken Uyarı Sistemi
MGİ	Meteorolojik Gözlem İstasyonu
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MİGEM	İçişleri Bakanlığı Mahalli İdareler Genel Müdürlüğü
MPGM	Mekansal Planlama Genel Müdürlüğü
NHYP	Nehir Havzası Yönetim Planı
OECD	Ekonomik İş birliği ve Kalkınma Teşkilatı
OGI	Otomatik Gözlem İstasyonu (Meteorolojik)
OGM	Orman Genel Müdürlüğü
ORKOOP	Türkiye Ormancılık Kooperatifleri Merkez Birliği
OSİB	Orman ve Su İşleri Bakanlığı
ÖİKR	Kalkınma Planı Özel İhtisas Komisyonu Raporu
SB	Sulama Birlikleri
SGB	Strateji Geliştirme Başkanlığı
STK	Sivil Toplum Kuruluşları
STY	Sürdürülebilir Taşkın Yönetimi
SYGM	Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
SYKK	Su Yönetimi Koordinasyon Kurulu
TAGEM	Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü
TAYH	Tarımsal Altyapı Hizmetleri
TRGM	Tarım Reformu Genel Müdürlüğü
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TVKGM	Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü
UA	Uzaktan Algılama
UÇEP	Ulusal Çevre Eylem Planı
UHYKK	Ulusal Havza Yönetimi Koordinasyon Kurulu
UHYS	Ulusal Havza Yönetim Stratejisi
UHYS-EP	Ulusal Havza Yönetim Stratejisi Eylem Planı
UHYS-TK	Ulusal Havza Yönetim Stratejisi Teknik Komitesi
UHYS-YK	Ulusal Havza Yönetim Stratejisi Yönlendirme Komitesi

UBSEP	Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi ve Eylem Planı
WMO	Dünya Meteoroloji Örgütü
YY	Yerel Yönetimler
A	: Islak Alan
g	: Yer çekimi katsayısı
L	: Akarsu Uzunluğu
N	: Gözlem Sayısı
η, α ve β	: Parametreler
Q	: Debi
Q_b	: Taban Akım Debisi
$Q_d(t)$	: Aşağı Akım Debisi
$q_l(t)$	: Yanal Akım Debisi
Q_{p_u}	: Dağılımın Pik Değeri
$Q_u(t)$	: Yukarı Akım Debisi
S	: Depolama Alanı
So	: Boyuna yatak eğimi (yerçekim kuvvetini ifade eder),
Se	: Enerji (veya sürtünme) eğimi,
$S(t)$	: t anındaki Depolama Hacmi
t	: Zaman
T_l	: Dalga Varış Zamanı
t_{p_u}	: Pik Değerinin Oluştığı Zaman
V	: Belirli Piksel Sınıf
W	: Nehir Kesit Genişliği
w	: Derinlik
Y_i	: Kovaryans Matrisi
Z_i	: Ortalama Vektör

1.GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Taşkınlar, meydana geldiği alanlarda büyük ve küçük ölçekli sosyal ve ekonomik felaketlere yol açarak insan yaşamını olumsuz etkileyen doğal afetlerin başında gelmektedir. Neden olduğu can ve mal kayıplarının yanı sıra, yaşam alanları, iletim hatları, kanalizasyon, sulama ağı, ulaşım ağı, tarım ve ticarvdanlarına vb. verdiği zararlar göz önüne alındığında uzun vadede büyük iş gücü ve zaman kaybına da yol açmaktadır. Taşkın afetinden korunmak için neredeyse dünyanın her yerinde uygulanan fiziksel önlemlerin özellikle son yirmi yılda tek başına yetersiz olduğu anlaşılmıştır (Jeb ve Aggarwal, 2008; Uddin vd., 2013; Liu vd., 2014; Papagiannaki vd., 2015; Rogelis vd., 2015). Diğer doğal afetlerde olduğu gibi taşkınlardan da bütünüyle korunmak mümkün olamamaktadır; ancak zararları en aza indirmek mümkündür. 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 “Sürdürülebilir Taşkın Yönetimi (STY)” yaklaşımı ile mümkün olacağı ifade edilmiştir.

Yeryüzünün sürekli bir değişim içinde olması ve iklim koşullarının değişken doğası, taşkın ile ilgili yapılan çalışmaların sürdürülebilir yapıda olmasını gerektirmektedir. İklim koşulları ve taşkın havzasının özellikleri, taşkın afetinin meydana geliş şekli ve sonuçlarını etkileyen temel parametrelerin başında gelmektedir. Buna bağlı olarak literatürde taşkın afeti ile ilgili birçok çalışma, iklimsel olayların tetiklediği taşkın afetinin taşkın havzasında neden olacağı zararları araştırmaktadır. Bu amaçla birçok taşkın modelleme yöntemi geliştirilmiştir. Geliştirilen modellerin doğruluk oranları arasında henüz bir standart oluşturulamamış olup taşkın afetinin, taşkın havzasını ne kadar ve ne oranda etkileyeceği temel araştırma alanlarından birini oluşturmaktadır.

Basit anlamda taşkın afeti, bir biriktirme sistemine giren su miktarının (x) biriktirme hacmini aşması durumunda sisteme verdiği hasarın oranı olarak ifade edilebilir. Burada ifade edilen sistem kavramı ile birbirleriyle olan ilişkileri nedeniyle birbirini etkileyen ve çevresinden belirli bir sınırla ayrılmış olan akarsu havzasını ifade etmektedir. İnsanın varlığı,

havzaların hidrolojik çevrimini değiştirebilmektedir. Doğal bitki örtüsündeki değişiklik (örn.; orman alanlarının yok edilmesi) infiltrasyon, terleme ve yüzey akışını değiştirmektedir. Özellikle orman alanlarının yok edilerek yüzey akışını arttıracak müdahalelerin gerçekleştiği alanlarda taşkınların büyüdüğü görülmüştür.

Rasgele karakterdeki meteorolojik değişkenlere bağlı olarak tetiklenen taşkın olaylarının fiziksel yönü matematik modellerin kullanılarak taşkın olayının yaklaşık olarak modellenmesine imkan vermektedir. Taşkın modelleme çalışmaları, özellikle taşkın tehlikesi ve risk haritalarının üretilmesi için gerçekleştirilmesi gereken birincil aşamadır. Taşkın modelleme probablistik karakterdeki taşkın olayının deterministlik olarak düşünülmesi yoluyla, taşkın afetinin yaklaşık olarak tahmin edilebilmesini ve olası zararların belirlenebilmesini sağlamaktadır. Örnek olarak, akım gözlem istasyonlarından kaydedilen 40 yıllık ölçme kayıtları kullanılarak 100 yılda meydana gelebilecek en büyük taşkın olayını belirlemek mümkün değildir. Ancak olasılıkçı yaklaşımla 100 yıllık taşkın debisinin tahmin edilmesi ve bu denli büyük debili bir taşkın hangi alanları su altında bırakacağını taşkın modelleme ile belirlenmesi mümkündür. Bu büyüklükteki bir taşkın sistem üzerinde hangi noktalarda deşarj olacağı, nasıl hareket edeceği ve ne tür kayıplara neden olacağını belirlenmesi ise sistemin fiziksel özelliklerine bağlı olarak değişecektir (Bayazit, 1974; Brakenridge vd., 1998; Hunter vd., 2005; YU vd., 2015; Liu vd., 2015). Bu bakımdan akım gözlem istasyonlarında kaydedilen verilerden yola çıkılarak tahmin edilen maksimum büyüklükteki tekerrür debileri ile akarsu yatağı ve akarsu havzasının fiziksel özelliklerinin hassas bir şekilde temsil edilmesi, taşkın modelleme çalışmaları için kritik bir önem taşımaktadır.

Etkin ve sürdürülebilir bir taşkın yönetimi, meydana gelmesi muhtemel taşkın olaylarının gerçeğe en yakın biçimde tahmin edilmesini ve olması muhtemel kayıpların tespit edilerek mümkün seviyede zararların en aza indirilebilmesini sağlamalıdır. Böyle bir yaklaşım için ihtiyaç duyulan akım gözlem istasyonu verilerinin olmaması bu çalışmaların gerçekleştirilmesinde önemli bir sorun teşkil etmektedir. Hidrolojik olayların çok çeşitli etkenlere bağlı olması ve çok karışık yapıda olan doğal ilişkilere sahip olmasının yanı sıra böylesine temel bir verinin eksikliği çalışmayı çok daha fazla güçleştirmektedir. Bununla birlikte, dik yamaçlara sahip, dar ve derin vadi boyunca akan, yüksek eğim ve akış hızına sahip vahşi derelerde taşkın olayını modellemek ve risk altındaki unsurları belirlemek oldukça zordur. Bu tip akarsularda memba akım gözlem istasyonlarının bulunmaması, bilinmeyen değişkenlerin çokluğu ve aralarındaki ilişkilerin karmaşıklığından dolayı taşkın

risk haritalarının yapılmasını daha da fazla zorlaştırmaktadır.

Bu çalışmada uygulama alanı olarak seçilen ve vahşi dere özelliği gösteren Güneysu Deresi'nin memba kısmında AGİ bulunmamaktadır. Taşkın hidrografları 2015 yılında geliştirilen ve Tiber nehri üzerinde yaklaşık 35 km mesafeli iki istasyon arasında test edilmiş olan geriye doğru taşkın öteleme metodu kullanılmıştır. Söz konusu yöntemin eğim oranlarının ve akarsu kanal özelliklerinin pek değişiklik göstermediği akarsular da kullanılmasının mümkün olduğu ve başarılı sonuçlar verdiği gösterilmiştir. Ancak yöntemin vahşi dereler üzerinde uygulanabilirliği bilinmemektedir. Bu çalışmada yöntemin, kısa mesafeli vahşi dere üzerinde uygulanmasının mümkün olduğu görülmüştür. Modelden elde edilen sonuçların doğruluğu, geçmiş yıllarda meydana gelen taşkın hadiselerinin neden olduğu zararların ve etki alanlarının karşılaştırılmasıyla test edilmiştir.

1.2. Problemin Tanımı

Hidrolojik olaylardan biri olan taşkın olayları zaman içinde değişen çok sayıda durum değişkeni ve sürücü değişkeninin etkisi altında meydana geldikleri için önceden kesin olarak belirlenemeyen özellik göstermektedirler. Bu bakımdan, taşkın çalışmalarında probablistik yaklaşımların kullanılması büyük önem taşımaktadır. Bununla birlikte hidrolojik olayların fiziksel yönlerini inceleyerek taşkın olaylarının temsilinde matematik modellerin kullanıldığı deterministik yaklaşımın benimsenmesi gerekmektedir. Deterministik ve probablistik yaklaşımların bir arada kullanıldığı taşkın modelleme çalışmaları için gerekli ilk adım, gerekli doğal verilerin temin edilmesi için ölçümlerin yapılmasıdır. Bunun için yeterli ölçüde ve prezisyonda bir ölçme ağına kurulması gerekmektedir. Ancak ülkemizde ve gelişmekte olan birçok ülkede yeterli sayıda akım gözlem istasyonu bulunmamaktadır. Japonya'nın yüz ölçümü 377.962 km² olup, su seviye istasyon sayısı 2000, yağış gözlem istasyonu sayısı 2500 civarında, Fransa'nın yüz ölçümü; 643.841 km² olup, 5000 civarı ölçme istasyonu ile hidrogeomorfoloji verilerini günde iki kez güncellemekte iken ülkemiz 783.562 km² yüz ölçümüne sahip olup kurulan yeni istasyonlarla birlikte yaklaşık olarak 1400 AGİ'ye sahiptir. Gözlem istasyonlarından elde edilen veriler olmadan taşkın olaylarında kullanılacak taşkın debilerini tahmin etmek ve taşkın olaylarını yüksek doğruluklu olarak modellemek ve taşkın risk haritalarını üretmek oldukça zordur.

Özellikle dik yamaçlara sahip, dar ve derin vadi boyunca akan, yüksek eğim ve akış hızına sahip vahşi derelerde taşkın olayını modellemek ve risk altındaki unsurları belirlemek

pek kolay değildir. Bu tip akarsularda gözlem istasyonlarının bulunmamasının yanısıra meteorolojik verilerin de bulunmaması, bilinmeyen değişkenlerin çokluğu ve aralarındaki ilişkilerin karmaşıklığı, taşkın risk haritalarının yapılmasını daha da zorlaştırmaktadır. Ancak ülkemizin de tabi olduğu Avrupa taşkın direktiflerinde ifade edildiği gibi etkin bir taşkın risk yönetimi için bütün akarsu havzalarında taşkın tehlike ve taşkın risk haritaları üretilmesi gerekmektedir.

Ülkemizde ve Avrupa Taşkın Direktiflerinin uygulanmasına tabi olan ülkelerde taşkın risk haritalarının altı yılda bir yenilenmesi kararı uygulanmaktadır. Bu yaklaşımda üretilen risk haritalarının gelecek altı yıllık süre için riski temsil ettiği kabul edilmektedir. Taşkın risk haritalarının üretilmesi için geleceğe yönelik meydana gelmesi muhtemel olayların tahmininde probablistik yaklaşım, özellikle taşkın debilerinin frekans analizinde kullanılmaktadır. Yani gelecekte meydana gelmesi düşük olasılıklı ancak yüksek yıkıcı etkiye sahip taşkın debilerine göre taşkın modelleme yapılarak risk haritaları hazırlanmaktadır. Ancak taşkın riski, taşkın meydana gelme büyüklüğünden ziyade taşkın etkili olduğu alanlardaki varlıkların zarar görme sayısı ve niteliğini ifade etmektedir. Bu bakımdan taşkın debileri her ne kadar olasılıkçı yaklaşımla tahmin edilse de, mevcut arazi koşullarına göre belirlenen ve arazi kullanım türündeki değişimi dikkate almayan (bina artış oranı ve yönü, nüfus yoğunluğu, ekonomik faaliyet türünün değişimi, sağlık ve eğitim kurumları vb.) bir yaklaşım, olması muhtemel taşkın risklerini temsil etmekte yetersiz kalacaktır.

Bu nedenle her akarsu taşma havzasının arazi kullanımının taşkın zararlarını arttırıcı etkileri belirlenmelidir. Ancak özellikle kırsal ve vahşi derelerde meydana gelen taşkınlar ve neden oldukları kayıplara ilişkin bilgi eksikliği riskin zamansal analizini belirlemeyi pek mümkün kılmamaktadır. Boudou vd., (2016)'da ifade ettiği üzere; bir doğa olayının afete dönüşmesine neden olan güvenlik açığı, arazi üzerinde meydana gelen değişimin bir sonucu olarak görülmelidir.

Belirsiz tarihsel verilerle taşkın afetini anlamak ve değerlendirmek mümkün olmadığı için geçmişte meydana gelen taşkınlar göz önünde bulundurularak, yıllar içinde maruz kalma oranlarının nasıl değiştiğinin belirlenmesi ve taşkın risklerinin tayin edilmesinde bu bilgilere göre bir kestirim yapılması gerekmektedir.

1.3. Tezin Amacı

Bu çalışmada, memba kısmında akış gözlem istasyonu bulunmayan akarsular için taşkın riski taşıyan alanların, akarsu mansap hidrografi, seviye ve akarsu geometrik özelliklerinin bilinmesi durumunda belirlenmesinin mümkün olup olmadığı araştırılmıştır. Önerilen metodolojinin mikro ölçekte uygulanabileceğinin ve AGİ bilgileri olmasa dahi söz konusu metodoloji ile taşkın simülasyonlarının yapılarak taşkın riskinin belirlenebileceğinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Ayrıca zamansal boyutta taşkın risk değişiminin analizi yapılarak arazi kullanım yönteminin taşkın risk haritalarının üretiminde sürücü değişkenler gibi değerlendirilmesinin önemi vurgulanmaya çalışılmış ve riskin değişimi zamansal boyutta analiz edilerek, “Sürdürülebilir Taşkın Yönetimi” için bölgeye özgü fiziksel olmayan öneriler ortaya konulması amaçlanmıştır.

1.4. Metodoloji

Bu doktora tez çalışmasında literatür taraması ağırlıklı olarak; makale ve yayınlar, yerli ve yabancı doğal afetlerle mücadele örgütlerinin çalışmaları (FEMA, WMO, WHO 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:

- Doğu Karadeniz Bölgesindeki taşkın olaylarının incelenmesi ve mevcut durum tespiti.
- Uygulama alanının seçimi ve veri temini.
- Sayısal yükseklik modellerinin oluşturulması.
- Nehir ve nehir havzası karakteristiğinin belirlenmesi.
- Geriye doğru taşkın öteleme yöntemiyle taşkın hidrograflarının üretilmesi
- Farklı hidrolojik senaryolar üzerinden taşkın simülasyonlarının gerçekleştirilmesi.
- Akarsu taşkın havzasında doğa ve insan kaynaklı meydana gelen arazi değişimlerinin, taşkın riski ve sonuçları üzerindeki etkisinin belirlenmesi.

- Simülasyon ve analiz sonuçlarını bir arada değerlendirerek yerel sürdürülebilir taşkın yönetimi ve planlama çalışmalarına temel altlık niteliğinde sistemin dezavantajlarının/zayıf noktalarının ortaya konulması ve bu dezavantajlar göz önünde bulundurularak yerel risk azaltma önlemleri için önerilerin ortaya konulması.

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 (Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afetlere Hazırlık ve Kentsel Risk Yönetimi Komisyonu, 2009) 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 toplulukların 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 toplulukların acil yardım ihtiyaçlarını zamanında, hızlı ve etkili olarak karşılayabilmek için, mahalle, ilçe veya il düzeyinde yerleşmelerin karşı karşıya bulundukları 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 toplulukları

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 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 envanterinin çıkarılması 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 yapılanmaların 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.

Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ulusal Havza Yönetim Stratejisi'nin (UHYS) uygulanması çerçevesinde (2014-2023) havza yönetimi ve stratejilerine ilişkin tanımlar aşağıdaki şekildedir (OSB, 2014);

Alt Havza: Havzanın sularını denize boşaltan ana akarsuya bağlı, daha küçük akarsular veya göller için su toplama alanıdır.

Aşağı Havza: Akarsu havzasında ana nehrin deniz veya göle döküldüğü alt bölümüdür.

Ekosistem Hizmetleri: Ekosistemler tarafından gerçekleştirilen ve yerkürede çevrenin dengeli ve kararlı bir durumda devam etmesinde, tedarik edici (gıda, su, vb.), düzenleyici (iklimin, hava kalitesinin, su akışının düzenlenmesi, suyun temizlenmesi, toprak kalitesinin korunması, hastalıkların önlenmesi, vb.), destekleyici (besin ve su zincirleri, bitkilerin tozlaşması, vb.) ve kültürel (rekreasyon, estetik, eğitsel değerler, vb.) faydalar ve hizmetler sağlayan etkinlikler ve süreçlerdir.

Havza: Doğal sınırları içinde, iklim, jeoloji, topoğrafya, toprak, flora ve faunanın sular ile etkileşim içinde olduğu, suyun ayrım çizgisinden denize aktığı noktaya, kapalı havzalarda ise suyun toplandığı nihai noktaya göre suyun toplanma alanıdır.

Havza Master Planı (DSİ): Havza su potansiyeli ve kalitesi, toprak kaynakları, su kullanımları ve ihtiyaçlarının etüt edilmesi, belirlenen potansiyelin değerlendirilme öncelikleri ile olabilecek su ihtiyacının tespiti, ihtiyacın karşılanma yöntemleri ile proje formülasyonları ve bunların teknik, ekonomik ve çevresel yapılabilirliğinin incelenmesini içeren planlardır.

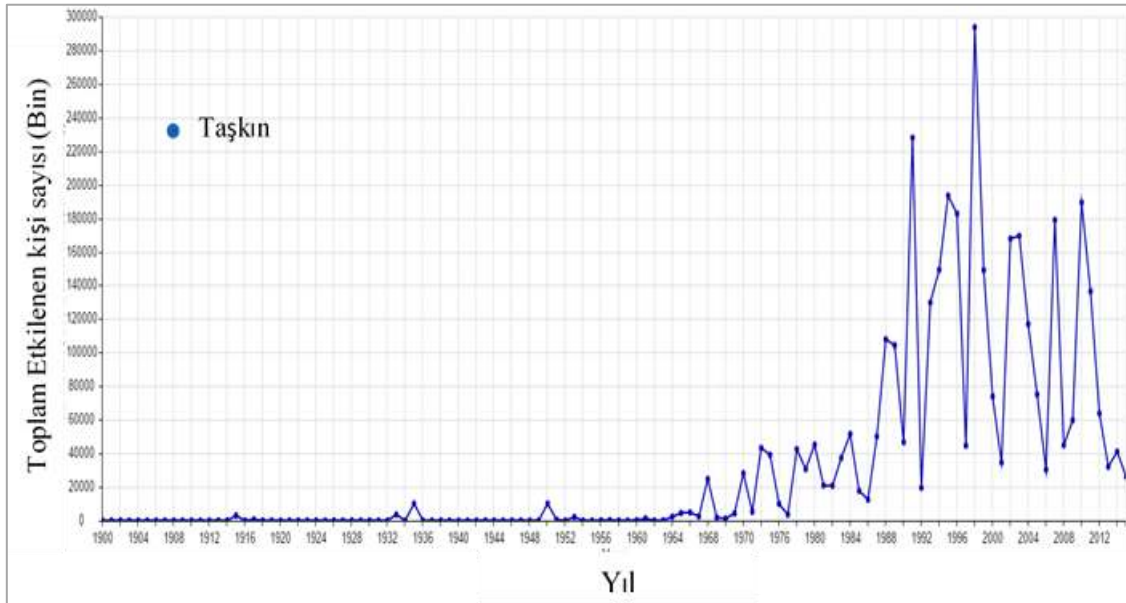
Havza Yönetimi: Havzaların sağladığı hidrolojik işlevlerin ve hizmetlerin muhafaza edilmesi, toprak, su, biyolojik çeşitlilik ve diğer doğal kaynaklarının ve varlıklarının toplum yararına sürdürülebilir olarak yararlanılmasıdır.

Havza Yönetim Kurulu: Havza düzeyinde önemli havza yönetim kararlarının ortaklaşa alınması, uygulama sonuçlarının izlenmesi, değerlendirilmesi ve eşgüdümün sağlanması ile ilgili çalışmaları gerçekleştirmek üzere, havza yöresindeki ilgili kamu kurumları ile diğer paydaşlardan (STK'lar, bilim kuruluşları, yerel yönetimler, vb.) oluşan kuruldur.

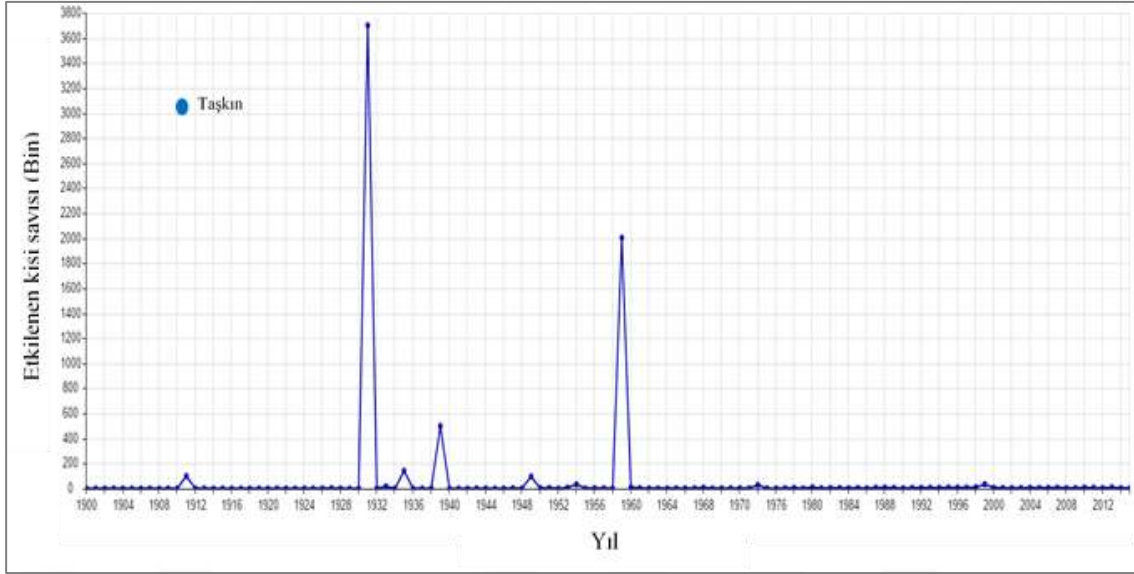
Sürdürülebilir Kalkınma: Yaşam kalitesinin, çevredeki yaşamı destekleyici doğal sistemlerin taşıma kapasitesi içerisinde kalacak şekilde iyileştirilmesidir.

1.6. Taşkın ve Taşkın Türleri

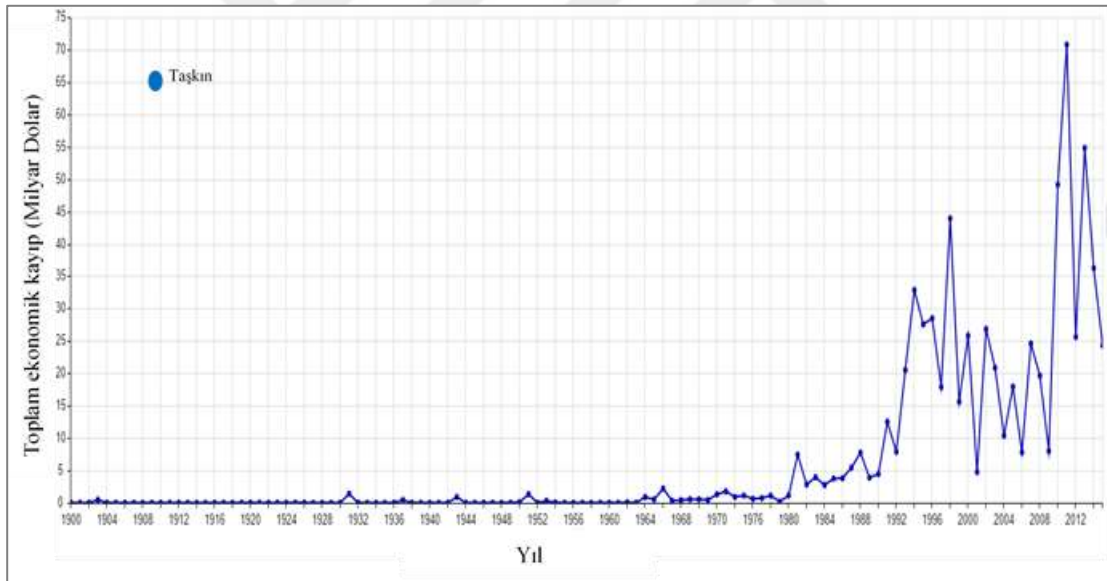
Meteorolojik afet türlerinden biri olan taşkın olayı, Avrupa Taşkın Direktifinde (2007); gerçekte su ile kaplı olmayan bir bölgenin ani ve beklenmedik bir şekilde geçici olarak su ile kaplanması olarak tanımlanmaktadır. Yağış, siklonik fırtınalar, küçük ölçekli fırtınalar, sıcaklık, kar erimesi ve kar yağışı gibi meteorolojik olaylar taşkın olayını tetikleyen meteorolojik faktörlerin başında gelmektedir (WMO/GWP, 2008). Son 50 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), Şekil 1.



Şekil 1. 1900-2015 Yılları arasında Dünya’da taşkın afetinden etkilenen toplam kişi sayısı, EM-DAT (EM-DAT, 2016).



Şekil 2. 1900-2015 Yılları arasında Dünya’da taşkın afetinin neden olduğu toplam can kaybı, (EM-DAT, 2016).



Şekil 3. 1900-2015 yılları arasında taşkın afetinin dünya genelinde neden olduğu toplam ekonomik zarar, (EM-DAT,2015).

Birleşmiş Milletler Kalkınma Programında (2004), 1980 ile 2000 yılları arasında meydana gelen taşkın olaylarının depremlerden daha fazla can kaybına neden olduğu ifade edilerek, tropikal siklonlardan sonra ikinci sırada can kaybına neden olan doğal felaket olarak belirtilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. EM-DAT kayıtlarına göre 1900-2016 Yılları arasında Dünya genelinde meydana gelen doğal afetlere ilişkin bilgiler

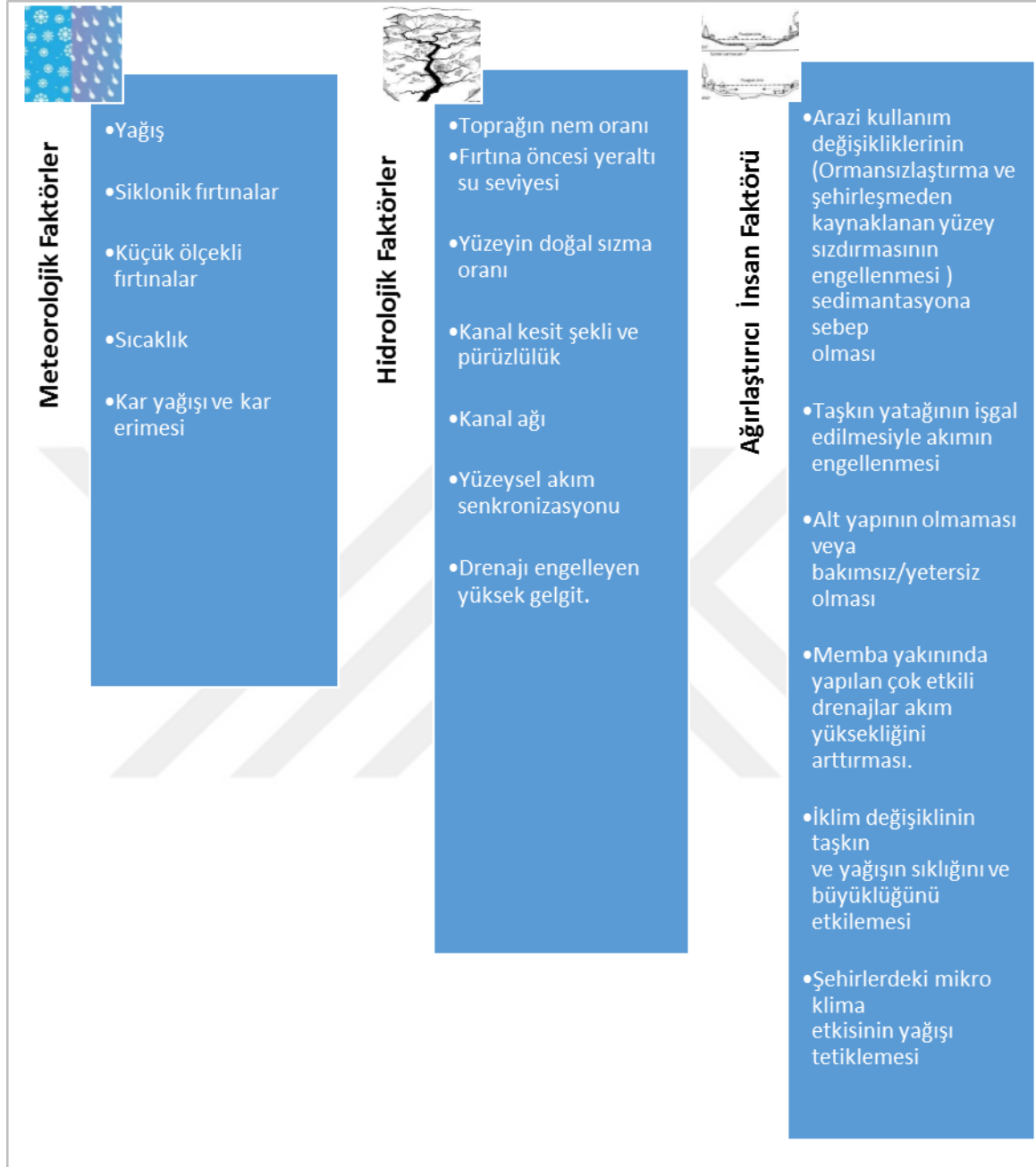
AFET TÜRÜ	Olay	Olay Sayısı	Toplam Olay Sayısı	Toplam etkilenen kişi sayısı	Toplam Zarar ('000 US\$)
Deprem	Zemin Hareketi	77	89236	6924329	24685400
Epidemik	Bakteriel salgın	1	11	150	0
Epidemik	Viral salgın	5	602	104705	0
Epidemik	Parazitik salgın	2	0	100000	0
Ekstrem sıcaklık olayları	Soğuk hava dalgaları	3	69	0	0
Ekstrem sıcaklık olayları	Sıcak hava dalgaları	2	14	300	1000
Ekstrem sıcaklık olayları	Şiddetli kış şartları	2	17	8150	0
Taşkın	--	15	946	372620	65000
Taşkın	Ani taşkınlar	11	252	1341382	1892000
Taşkın	Nehir taşkınları	19	210	64521	238500
Toprak kayması	Heyelan	10	293	13481	26000

Tablo 1'in devamı

Kütle Hareketi	Çığ	3	407	1075	0
Fırtına	Konvektif fırtına	6	53	13636	2200
Yangın	Orman yangınları	5	15	1150	0

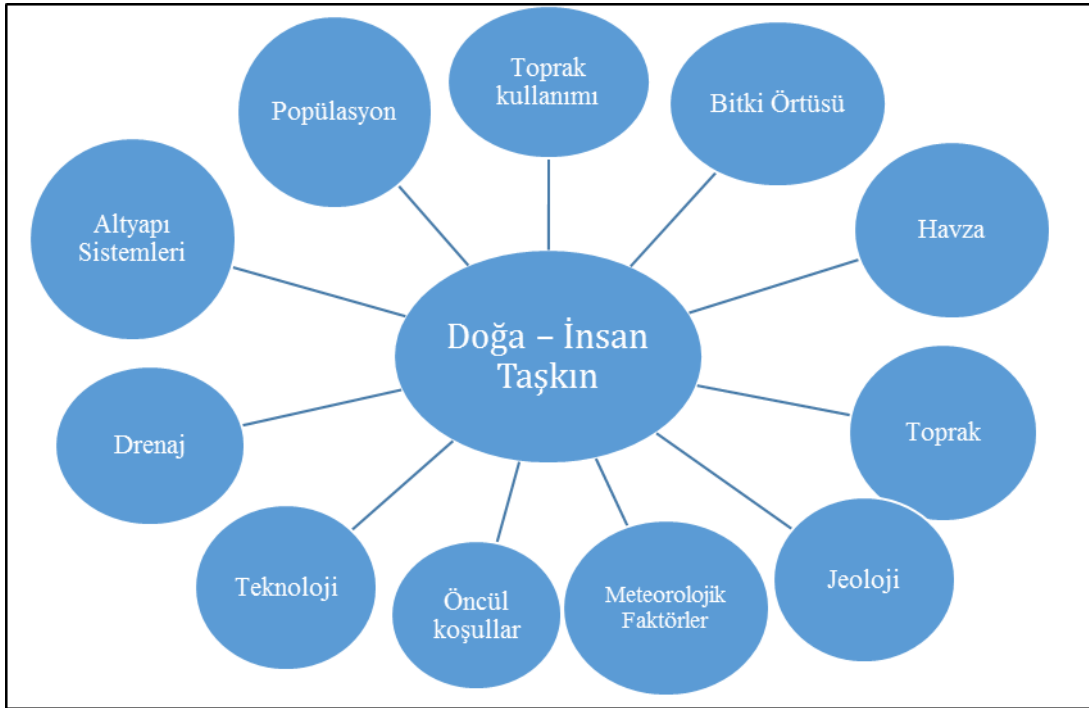
Dünya Meteoroloji Organizasyonu ve Global Su Birliği (WMO/GWP) taşkına neden olan faktörleri hidrolojik, meteorolojik ve insana bağlı etkiler olarak üç ana başlık altında ele alarak Tablo 2'deki şekliyle sınıflandırmıştır (WMO/GWP, 2008).

Tablo 2. Taşkın olayına sebep olan temel faktörler



Birçok kaynakta ifade edildiği üzere akarsu havzası yağışı akışa dönüştüren bir sistemdir. Akışın taşkına dönüşmesi ise yağış ve topografik koşullara bağlı iken, afete dönüşmesi insan ve insan aktiviteleriyle olan ilişkisine dayanmaktadır. Bu yönüyle değerlendirildiğinde taşkın afetinin, meteorolojiden bitki örtüsüne, hidrolojik özelliklerden teknolojiye kadar birçok koşulla ilgili olduğunu söylemek mümkündür (Şekil 4). Avrupa Dönüşümlü Taşkın Haritalama Birliği, (European Exchange Circle on Flood Mapping-EXCIMAP) taşkın türlerini aşağıdaki şekilde sınıflandırmıştır (EXCIMAP, 2007);

- Nehir taşkınları,
- 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,



Şekil 4 Taşkın afetine etki eden doğa ve insan kaynaklı faktörler

Taşkın türlerine bağlı olarak, taşkınların nedenleri, etkileri ve ilgili parametreler detaylı olarak Tablo 3’te gösterilen şekilde sınıflandırılmıştır.

Tablo 3. Taşkın türleri ve nedenleri (EXCIMAP, 2007)

Taşkın Türü	Taşkını Tetikleyen Etkenler	Taşkının Etkileri	İlgili Parametreler
Nehir taşkınları (taşkın yatağında meydana gelen taşkınlar)	- Yoğun yağmurlar ve/veya kar erimeleri - Buz sıkışması, tıkanıklık - Koruma amaçlı yapılan yapıların yıkılması	Nehir havzası dışına su taşması (durgun ya da hareketli)	- Genişlik - Derinlik - Suyun şiddeti - Sel yayılımı (selin ilerlemesi)
Deniz taşkını	- Fırtınanın büyümesi - Tsunami - Yüksek dalgalar	- Kıyı hattı boyunca suyun taşması (durgun ya da hareketli) - Tarım arazilerinin tuzlanması	- Genişlik - Derinlik - Suyun şiddeti - Sel yayılımı (selin ilerlemesi)
Dağdan ya da yüksek alanlardan gelen yüzeysel akımın neden olduğu taşkınlar	- Bulut patlamaları - Göl taşkınları - Havzadaki yamaç instabilitesi - Debris akışı	- Su ve sediment taşması - Taşkın hattı boyunca erozyon	- Genişlik - Derinlik - Suyun şiddeti - Sel yayılımı (selin ilerlemesi) - Sediment birikimi
Akdeniz havzasında kısa süreli, ani taşkınlar	Bulut patlamaları	- Su ve sediment taşması - Taşkın hattı boyunca erozyon	- Genişlik - Derinlik - Suyun şiddeti - Sel yayılımı - Sediment birikimi
Yer altı suları taşkınları	Komşu su kütlelerindeki yüksek su seviyesi	Taşkın yatağındaki durgun su birikimi (uzun süreli taşkın)	- Genişlik - Derinlik
Göl taşkınları	Kaynağa ya da rüzgârlara bağlı olarak su seviyesindeki yükselme	Durgun suyun gölün dışına taşması	- Genişlik - Derinlik

1.7. Taşkın Riski ve Taşkın Tehlikesi

“Tehlike” ve “risk” taşkın afeti ile ilgili çalışmalarda sıklıkla karıştırılan iki kavram olmakla birlikte bazı durumlarda birbiri yerine kullanılmaktadır. Ancak taşkın tehlike ve taşkın riski, birbiri ile ilişkili olmakla birlikte karıştırılmaması gereken önemli iki kavramdır. Taşkın tehlikesi, meydana gelmesi muhtemel bir taşkın olayının gerçekleşmesi durumunda taşkın derinlik, hız ve büyüklüğü göz önünde tutularak çevresel etkilenmeyi ifade ederken; taşkın riski taşkın meydana gelme olasılığı ile insan sağlığı, çevre ve ekonomik aktivitelere vereceği olumsuz sonuçların kombinasyonunu ifade etmektedir (Avrupa Parlamentosu, 2007). Taşkın riskinin belirlenmesi, taşkınla alakalı (hazırlık, planlama, yönetim, vb.) her türlü aşamada yol gösterici temel çalışmalardan biri olup, genel olarak düşük risk, orta risk ve yüksek risk olarak sınıflandırılmaktadır. Literatürde risk ve tehlike ile ilgili bazı önemli tanımlamalar Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. Literatürde risk ve tehlike ilgili önemli tanımlamalar (Chrichton (1999), Stenchion (1997) ve UNDHA (1992) tanımlamaları Kelman (2003)’e benzerdir (Brooks (2003))

Yazar (lar)	Risk Tanımı
Smith, 1996	Olasılık x Zarar (Belirli bir tehlikenin ortaya çıkma olasılığında) Tehlike = potansiyel tehdit
IPCC, 2001	Olasılık fonksiyonu ve farklı etkilerin büyüklüğü
Morgan ve Henrion, 1990	"Risk bir yaralanma ya da kayıp ihtimaline maruz kalma ihtimalini içermektedir"
Random House, 1966	
Adams, 1995	"Olumsuz bir etkinin olasılığını ve büyüklüğünü birleştiren bir bileşik önlem"
Crichton, 1999	"Risk, kayıp olasılığıdır ve üç unsura bağlıdır; tehlike, kırılabilirlik ve maruz kalma"

Tablo 4'ün devamı

Jones ve Boer, 2003; Helm, 1996	Olasılık*Sonuç
	Tehlike: zarara neden olma potansiyeline sahip bir olay, örn. tropik siklonlar, kuraklıklar, sel baskınları veya hastalık yaratan organizmaların salgınına yol açan koşullar.
Downing vd., 2001	“Belli bir alana özgü bir tehlike ve referans dönemi için tahmin edilen kayıplar (can kaybı, yaralanma, mal kaybı, ekonomik faaliyetin bozulması)”
	“Tehlike: Tehlikeli bir olay, ya da belirli bir zaman aralığında ve alanda potansiyel olarak hasar verebilecek bir olgunun oluşma ihtimali.”
Downing vd., 2001	“Tehlikenin oluşma ihtimali, Tehlike = insanlara ve onların refahına yönelik potansiyel tehdit”
Stenchion, 1997	"Risk, basitçe, istenmeyen bir olayın meydana gelme olasılığı olarak tanımlanabilir" “Önemli husus tehlikeye karşı savunmasızlığın dikkate alınmasını içermesidir.”
UNDHA, 1992	"Belirli bir bölge ve referans dönemi için belirli bir tehlike nedeniyle beklenen kayıplar (can kaybı, yaralanma, mal kaybı, ekonomik faaliyetin bozulması). Matematiksel hesaplamalara dayanarak, risk tehlike ve kırılganlığın ürünüdür. "

Tehlike ve risk kavramlarına benzer şekilde kırılganlık ve dirençlilik kavramlarının kullanılmasında da zaman zaman karışıklık yaşanmaktadır. Bu nedenle bu iki kavram da bu bölümde açıklanmaktadır.

Başlangıçta yoksulluk araştırmaları için geliştirilen “vulnerability” kavramı (Müller, 2012), zamanla doğal afetlerle ilgili tehlike çalışmaları için en önemli kavramlardan biri haline gelmiştir (Dewan, 2013). 1970’li yıllarda coğrafyada özellikle insan ve doğa

arasındaki etkileşimi tanımlamak için kullanılmıştır ancak 1981 yılında Timmerman'ın çalışmasından sonra birçok araştırmacı tarafından doğa kaynaklı afetlere maruz kalan alanlarda kırılganlığı anlamak, karakterize etmek ve haritalandırmak için birçok çalışma yapılmıştır (Dewan, 2013). IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), (2001) raporunda, kırılganlığı; bir sistemin iklim değişiklikleri ve ekstrem olayların olumsuz etkilerine karşı ne kadar duyarlı olduğu ve başa çıkma derecesi olarak tanımlarken; güvenlik açığını, bir sistemin maruz kaldığı iklim değişikliğinin karakteri, büyüklüğü ve oranının, onun hassasiyetinin ve adapte olma kapasitesinin bir fonksiyonu olarak tanımlamaktadır. T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı ise Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğünde (2014) vulnerability kavramını zarar görebilirlik olarak değerlendirmiştir ve fiziksel, sosyal ve ekonomik boyutta ele almıştır;

- “Fiziksel zarar görebilirlik (Physical Vulnerability) İnsan eliyle oluşturulmuş yapı, altyapı, çevre, tarım, sanayi, üretim vb. fiziksel unsurların zarar görebilirlikleri ile insan topluluklarının fiziksel kapasitelerini kapsamaktadır,
- Sosyal zarar görebilirlik (Social Vulnerability) Bireylerin ve toplumun, psikolojik, sosyolojik ve demografik faktörler nedeniyle maruz kalabilecekleri, ölçülmesi güç ve hatta imkânsız olan, hasar veya zarar görebilirlik derecesidir,
- Ekonomik zarar görebilirlik (Economic Vulnerability) Toplulukların ekonomik olarak yaşamlarını nasıl düzenledikleri, geçimlerini sağlama imkânları ile kapasitelerinin nasıl olduğu gibi faktörleri içermektedir” (AFAD, 2014)

Ancak, literatürde dirençlilik ve vulnerability arasındaki ilişkiler genellikle belirsizdir ve aynı terimin kullanıldığı zaman dahi farklı anlamlar söz konusu olabilmektedir. Bu nedenle dirençlik kavramına ilişkin tanımlamalar aşağıda yer almaktadır.

Dirençlilik, Birleşmiş Milletler, Afet Risk Azaltma Uluslararası Ofisi (UNISDR)'ne göre; tehlikelere maruz kalmış bir sistemin, topluluğun veya toplumun, kendi temel yapılarını ve işlevlerini koruma ve onarma dahil, bir tehlikenin etkileri karşısında zamanında ve etkin bir şekilde direnme, soğurma, uyum geliştirme ve iyileşme becerisi olarak tanımlanmaktadır. Farklı disiplinler tarafından dirençlilik/esneklik kavramına ilişkin çeşitli tanımlamalar Tablo 5'te detaylı olarak verilmiştir.

Tablo 5. Dirençlilik kavramının farklı disiplinlerce yapılmış tanımlamaları (CARRI Report, 2013)

Birinci yazar, Yayın yılı	Alan	Tanımlama
Gordon, 1978	Fiziksel	Herhangi bir kırılma ya da deformasyona uğramaksızın şekilsel veya hacimsel değişimlere direnç göstermesi, gerilme enerjisini depo etme yeteneği
Bodin, 2004	Fiziksel	Bir sistemin, kaç osilasyona ihtiyaç duyulmadığına bakılmaksızın, denge durumuna geri dönüş hızı
Holling, 1973	Ekolojik Sistem	Bir sistem içinde ilişkilerin sürekliliği; sistemlerin durum değişkenlerinin, sürücü değişkenleri ve parametrelerin değişimlerini absorbe etme kabiliyetinin bir ölçüsüdür
Holling, 1995	Ekolojik Sistem	Tampon kapasitesi veya bir sistemin sistemdeki bozulmayı/sapmayı absorbe etme yeteneği veya bir sistemin yapısını değiştirmeden önce absorbe edilebilecek bozulmanın büyüklüğü
Abel, 2001	Ekolojik Sistem	Gelecekte yaşanan bozunmalara direnme yeteneği
Waller, 2001	Ekolojik Sistem	Meydana gelen olumsuz etkiye pozitif uyarlanma, güvenlik açığının olmaması değil, doğal bir özellik değildir, statik değildir
Brock, 2002	Ekolojik Sistem	Karar vericilerin tüketim ve üretim faaliyetlerinin bir fonksiyonu olarak durumlar arasındaki geçiş ihtimali
Anderies, 2004	Ekolojik Sistem	Bir sistemin korunmasını/muhafaza edilmesini veya sürdürülme durumunu karşılıklı takviye eden süreçlerden ve yapılardan bir dizi farklı süreç ve yapılara dönüştürmek için gereken değişim veya bozulma miktarı

Tablo 5'in devamı

Klein, 2003	Ekolojik Sistem	Gerilime maruz kalmış bir sistemin iyileşme ve orijinal durumuna dönme kabiliyeti; yani (i) bir sistemin absorbe edebileceği bozunma miktarı ve aynı koşullar içinde kalması (ii) sistemin kendi kendini düzenleme yeteneğine sahip olma derecesi
Ott, 2004	Ekolojik Sistem	Doğal sermayenin uzun vadede korunması/muhafaza edilmesiveya sürdürülmesi
Walker, 2004	Ekolojik Sistem	Bir sistemin bozucu müdahaleleri absorbe etme kapasitesi ve aynı işlev, yapı ve karakteri devam ettirmek için değişim geçirirken yeniden organize olması
Adger, 2005	Ekolojik Sistem	Bağlı sosyal ekolojik sistemlerin, tekrarlayan bozucu etkileri absorbe etme kapasitesi ... temel yapıları, işlevleri korumak için..
Longstaff, 2005	Ekolojik Sistem	Beklenmedik bir olay karşısında bir kişinin, grubun veya kuruluşun varlığını sürdürebilme (veya daha az veya fazla stabil kalması) yeteneği ... Esneklik çok iyi adapte olan (belirli stratejiler söz konusu değildir) ve çeşitli kaynaklara sahip sistemlerde bulunan
Resilience Alliance, 2006	Ekolojik Sistem	Bir sistemin bozucu müdahaleleri absorbe etme kapasitesi ve esas olarak aynı işlev, yapı ve karakteri muhafaza etmek için değişim geçirirken yeniden organize olma
Resilience Alliance, 2009	Ekolojik Sistem	Bir sistemin, farklı süreçler dizisi tarafından kontrol edilen niteliksel olarak farklı bir duruma düşmeden bozunumu tolere etme kapasitesi.

Tablo 5'in devamı

Norris, 2008	Toplum	Uyarıcı kapasiteler setini, bir arıza sonrasında pozitif bir iş görme ve uyum yörüngesine bağlayan bir süreç
	Bireysel	
Rose, 2007	Ekonomik	(Dinamik) Dayanıklılık: bir varlık veya sistemin istenen durumu elde etmek için şiddetli bir şoktan kurtulma hızı Statik ekonomik esneklik: Bir varlığın veya sistemin şok edildikten sonra fonksiyonunu sürdürme (örn., Üretime devam etme) kabiliyeti İşsel esneklik: Krizlerle başa çıkma becerisi, Uyarlamalı esneklik: yaratıcılık veya ekstra gayret temelinde işlevi sürdürmek için kriz durumlarında varlık veya sistemin yeteneği
Masten, 1990	Bireysel	Zorlayıcı veya tehditkar durumlara rağmen başarılı bir adaptasyon süreci, kapasitesi veya sonucu
Egeland, 1993	Bireysel	Yüksek riskli duruma, kronik strese veya uzun süreli veya ciddi travmaya rağmen başarılı bir adaptasyon, pozitif işlev veya yetki kapasitesi
Butler, 2007	Bireysel	Hafifletici koşullar altında iyi adaptasyon; bir meydan okumayı takiben temel işleve dönen bir kurtarma yörüngesi

Doğal afetler alanındaki araştırmacılar duyarlılık kavramı ile ilgili daha çok risk kavramına odaklanırken, sosyal bilimler alanlarında yer alan araştırmacılar daha çok savunmasızlık açısından değerlendirmektedirler (Downing vd., 2001; Allen, 2003; Brooks; 2003). Farklı disiplinler tarafından "kırılganlık/duyarlılık" terimi farklı olguları ifade etmektedir; sosyal bilimciler duyarlılığı insanın stres veya değişimle başa çıkma yeteneğini belirleyen sosyo-ekonomik faktörlerin bir kümesini temsil ettiği şeklinde değerlendirmeye eğilimliken (Allen, 2003), iklim bilimcileri savunmasızlığı genellikle hava ve iklimin

etkilenme ihtimalleri ve etkileri açısından değerlendirmektedir (Nicholls vd., 1999, Brooks; 2003). İklim değışiklikleri (bağı doğa afetlerin), yaşam alanları üzerindeki etkileri ve bunlarla ilgili tepkiler ile ilgili bilgi birikimine sahip farklı disiplinlerde yer alan araştırmacılar tarafından duyarlılık geniş kapsamlı bir kavramsal çerçeve sunmaktır. "Vulnerability" teriminin farklı kullanımlarından kaynaklanan karışıklık, yaygın olarak kullanılan "social vulnerability", "biophysical vulnerability" (Brooks; 2003) - "physical vulnerability" arasında ayırım yaparak üstesinden gelinmektedir. "Vulnerability" ile ilgili farklı disiplinlerce yapılmış tanımlamar için Timmermann (1981), Liverman (1990), Cutter (1996), Hewitt (1997), Adger (1999), Kelly ve Adger (2000), Kasperson ve Kasperson (2001), Olmos (2001), Downing vd. (2001), Moss vd. (2001), Downing vd. (2001), UNEP (2002), Ford (2002), Turner vd. (2003), Cardona (2003), Prowse (2003), Allen, (2003), Brooks (2003), Downing ve Patwardhan (2004), O'Brien vd. (2004) ve Kasperson vd. (2005), önemli literatür çalışmalarıdır.

1.8. Taşkın ve İnsan

En eski medeniyetlerden itibaren insanlık, yerleşim yeri olarak su kaynaklarına yakınlık, yumuşak iklim koşulları, biyolojik çeşitlilik, ulaşım ve tarıma elverişli alanların varlığından dolayı göl, nehir ve deniz kıyılarını tercih etmiştir. Su kaynaklarına en uzak bölgeler olan çöllerde meydana gelen taşkınlar göz önünde tutulduğunda su kaynaklarının yakınında kurulmuş yerleşim alanlarının taşkın olayı ile ilişkisi kaçınılmaz olmaktadır. Ancak taşkın olayı ve insan arasındaki ilişki sadece kaynağa yakın yerlerde kurulmuş yerleşim alanları ile kurulmuş yakınlık ilişkisi değildir. Ani ve şiddetli yağışlar, uzun süren yağışlar, kasırgalar, kar erimeleri vb. gibi nedenler taşkını meydana getirirken, akarsu yollarının değıştirilmesi, ormansızlaştırma, çarpık kentleşme, akarsu yataklarının doldurulması, plansız/kontROLSÜZ yapılaşma (Aksoy, 2010) koşulları taşkını büyüklüğünü ve şiddetini arttıran önemli unsurlardır. İnsan ve insan ile ilgili aktivitelerde uzakta meydana geldiğinde taşkın adını alan doğa olayı, nüfus ve/veya aktiviteleri doğrudan ya da dolaylı olarak etkilediğinde afet adını almaktadır. Afetler fiziksel hasarların yanı sıra uzun süreli psikolojik hasara neden olan, çok boyutlu olarak değerlendirilmesi gereken olaylardır.

Dünya genelinde meydana gelen taşkın olaylarının türü, sayısı ve sıklığı değışmekle birlikte, taşkın afetine maruz kalan ülkelerin başında muson iklimine sahip Çin gelmektedir. Çin'de 1931 yılında; 3,7 milyon, 1959 yılında; 2 milyon, 1990 yılında; 500 bin, 1935 yılında

142 bin, 1911 yılında 100 bin, 1949 yılında 57 bin insan yaşamını yitirmiştir (Aksoy, 2010). 1995-2005 yılları arasındaki döneme bakıldığında dünya genelinde 2745 taşkın afeti meydana gelmiştir, bu taşkın olaylarında yaklaşık 7 milyon kişi hayatını kaybetmiş, 1.2 kişi yaralanmış ve 100 milyondan fazla kişi evsiz kalmıştır (Aksoy, 2010; El Nino Fische', 1997).

1.9. Sürdürülebilir Taşkın Yönetimi

“Sürdürülebilir” kelimesi ilk kez 1972 yılında Birleşik Krallık'ta basılan “A Blueprint for Survival” adlı kitapta insanın geleceği bağlamında kullanılmıştır. Sürdürülebilirlik (Sustainability) kavramı ilk kez 1978 yılında Birleşmiş Milletler dokümanlarında geçmiştir ve 1978 yılından sonra birçok bilimsel çalışma ve politik raporlarda kullanılmaya başlamıştır (Kidd, 1992). Sürdürülebilirlik kelimesi kökleri itibari ile içinde birçok anlamı barındırdığından, her analistin sürdürülebilirlik ile nedemek istediğinin açıklamasına ihtiyaç duyulmaktadır (Kidd, 1992).

Sürdürülebilir taşkın yönetimi; meydana gelmesi muhtemel taşkın olaylarıyla oluşacak taşkın risklerini azaltmaya yönelik, kapsamlı ve sürekli analiz, müdahale, önlem, değerlendirme ve hazırlıkların kombinasyonu (Tsakiris, 2009) olarak tanımlanabilir. Taşkınların meteorolojik kökenli bir afet olması ve yeryüzünün değişken yapısı, teknolojik gelişmeler, artan nüfus gibi parametrelerden etkilenmesi/sonuçlarının değişmesi nedeniyle taşkın önlem ve planlama çalışmalarının dinamik bir yapıda olmasını, özetle; sürdürülebilir taşkın yönetimi yaklaşımını gerekli kılmıştır. Sürdürülebilir taşkın yönetimi, çevresel koşullar ile birlikte sağlık, kırılganlık, sigortalama, dolaylı taşkın hasarları vb. konularını içeren kapsamlı bir çalışma gerektirmektedir. Bununla birlikte, taşkın yönetimi, toplum beklentileri ve mevzuat hükümlerine göre zararların mümkün olduğunca azaltılmasına yönelik çalışmalar olmasını ve selin sağladığı fırsatlardan da yararlanarak su toplama verimliliğini artırmak için stratejilerin ve özel eylemlerin geliştirilmesini içermelidir. Taşkın çalışmaları, taşkın yönetimi ile ilgili kararların ülke ve bölge kararları ile uyumlu, bütüncül yapıda olması ile birlikte havza özelliklerine (topografya, arazi kullanımı, nehir ağı, yerleşim, ekonomik koşullar, demografik yapı, nüfus vb.) göre planlanması ve dinamik olarak yapılması, taşkın yönetiminin sürdürülebilir yapıda olmasını sağlayacaktır. Taşkın yönetimi detaylı birçok aşamayı içermekle birlikte, genel iş adımları Tablo 6Tablo 1’da verilmiştir.

Tablo 6. Taşkın yönetimi genel iş adımları

Hazırlık ve Zarar Azaltma	• Risklerin Anlaşılması • Dokümantasyon ve Haritalama • Taşkın Koruma Yapıları • Sigortalama • Erken Uyarı Sistemleri • Drenaj ve Altyapı Sistemleri • Mevzuat ve Kanun Uygulamaları • Organizasyon ve Planlama • Kaynak Dağılımı • Haberleşme Sistemleri • Arazi Kullanım Planlaması • Acil Durum Planlamaları • Afet Anı Güvenli Bölgelerin Belirlenmesi • Halkın Bilgilendirilmesi • Teknolojik yatırımlar
Müdahale	• Acil Durum Yönetimi • Uyarı • Kurtarma • Taşıma/Sevk • Yönlendirme • Haberleşme • Olay takip • Dolaylı etkilerin belirlenmesi ve müdahalesi

Tablo 6'nın devamı

Yenileme ve Yeniden Yapılanma	• Uyumlu Taşkın Kontrol/Korunma Yapılarının İnşası • Taşkın Sonuçlarına Göre Bilgilendirme Uyarı ve Tedbir • Altyapı Sistemlerinin Arttırılması • İmar • Taşkın kırılğanlığının belirlenmesi ve azaltıcı tedbirler • Veri Yönetimi • Yağış Analizi • Taşkın Analizi • Finans • Geçici Onarım-İlk Müdahale • Eksiksiz Onarım • Acil Durum Yeterliliğinin Analizi • Sigorta Sistemlerinin Araştırılması • Sağlık desteği/ Fiziksel ve Psikolojik • Dolaylı Etkilerin Giderilmesine Yönelik Çalışmalar
---	---

1.10. Literatür Taraması

Todorovic ve Rousselle (1971), taşkın pik aşırılıklarının bağımsız, aynı dağılıma sahip rastgele değişkenler olduğu ve bu değişkenlerin oluşumunun Poisson yasasına tabi olduğu varsayımına dayanan stokastik modelini önermiştir. Modelin uygulanabilirliğini Batı Virginia'daki Alderson'da Greenbrier Nehrinin 72 yıllık kaydına uygulayarak test etmişlerdir.

Beran ve Sutcliffe (1972), günlük yağış verileri ve İngiliz Meteoroloji Ajansı tarafından hesaplanan toprak nemi açığı değerlerini kullanarak, tuzsuz alanlara yönelik meydana gelmesi olası taşkınların büyüklüğünü ve sıklığını tahmin etmede öngörülen bir

değişken olarak kullanılması amacıyla yağış ve toprak nemi açığına dayanan yağış endeksi belirlemişlerdir.

Babcock ve Mitchell (1980), taşkın tehlikesi ve taşkın olaylarının mülk değerlerine etkisini irdelemişlerdir. Çalışma alanı olarak uzun bir taşkın öyküsüne sahip güneybatı Ontario'da (Kanada) kentsel bir alan belirlenmiştir. Taşkın olayları ve mülk değerleri arasındaki ilişki 1974 yılında yaşanan sel olayının öncesi ve sonrasındaki riskli bölgelerdeki satış fiyatları ve algılanan uzun vadeli mülk değerlendirmeleri üzerinden değerlendirilmiştir ve sonuçlar istatistiksel olarak irdelenmiştir.

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

Gardiner vd. (1987), matematik modelleri kullanarak taşkın hafifletme için çevreye duyarlı alternatifleri irdelemişlerdir. Çalışma, havzanın bütüncül değerlendirilmesi, hidrolojik analiz ve kompleks nehir, kanal ve göl sistemi için bir boyutlu hidrolik model inşası ile birlikte çevresel kaynakların kapsamlı değerlendirmesini içermektedir. Bununla birlikte, dokuz mahalli idare (İngiltere) ve ilgili çevrede birçok çıkar grubunun görüş ve tavsiyesini içermektedir.

Imhof vd. (1987), Landsat-Multispectral Scanner (MSS) ile birlikte L-band radar verisini kullanarak, aşağı 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)

Muzik (1996), belirli bir varış süresi içinde havza çıkışında boşalmaya katkıda bulunan kümülatif drenaj alanı için; zaman-alan grafiğinin doğru bir şekilde belirlenmesi için CBS kullanmanın mümkün olduğunu belirtmiştir. Yağış haritalaması için CBS imkanları kullanıldığından, üniform bir yağış alanı dağılımının olduğu varsayımına gerek duyulmamıştır. Havzaya düşen yağış miktarından, birim hidrografları jeomorfoklimatik (geomorphoclimatic) yaklaşımla hesaplanmıştır. Elde edilen hidrograflar gözlenen taşkın hidrograflarına çok yakın sonuçlar vermiştir.

Profeti ve Heather Macintosh (1997), nehir havzasının hidrolojik modellenmesi ve sel olaylarının izlenmesinde uydu veri kullanım olanak ve avantajlarını araştırmışlardır. Çalışma alanı olarak taşkın olaylarının sıklıkla yaşandığı Fucecchio Marsh (Toskana, İtalya)

seçilmiştir. Toprak su içeriği tahmini için Landsat TM verisi ve ani sel olaylarını analiz etmek için ERS SAR verisi kullanılmıştır.

Correia vd. (1998), Livramento havzasında (24 km²) CBS entegrasyonu ile taşkın alanlarını belirlemişlerdir. Yağış akış hesaplamaları için hidrolojik model, taşkın modelleme için hidrolik model (HEC 2) kullanmışlardır. Elde edilen veriler Idrisi GIS yazılımı ile değerlendirilmiş ve taşkından etkilenmesi muhtemel alanlar tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar ışığında Hidrolojik ve Hidrolik modellerin CBS ile birleştirilmesinin taşkın yönetimi çalışmaları için sağladığı avantajları ortaya koymuşlardır.

Nicholls vd. (1999), sera gazı ve iklim değişikliğinin çeşitli senaryolar üzerinden deniz seviyesindeki yükselmeye etkisi ve bu yükselmenin neden olacağı kıyı alanlarının kaybını ve taşkın riskini araştırmışlardır. Çalışmada küresel deniz seviyesindeki yükseliş senaryoları, Hadley Center'ın iki Genel Sirkülasyon Modeli (GCM) çalışmasından türetilmiştir: (1) HadCM2 sera gazı tek topluluk denemesi ve (2) HadCM3 sera gazı tek deneyidir. 1990 ve 2080 yılları arasında 38 cm'lik bir yükselme hesaplanmış, bölgesel ve global sonuçları analiz edilmiştir.

Şorman ve Doğanoğlu (2001), batı Karadeniz Bölgesi'nde meydana gelen bir taşkının 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 CBS olanaklarını kullanarak taşkın tehlike haritaları üretmişlerdir.

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)

Milly vd. (2002), antropojenik değişimlerin, atmosferik bileşimdeki radyatif etkilerinin iklim değişikliklerine, özellikle de küresel su döngüsünün yoğunlaşmasına etkisi ve dolayısıyla sel riskinde artışa neden olmasını araştırmışlardır. Sera gazları ve doğrudan radyasyon etkileri ile ilişkili olarak hem akış ölçümleri hem de insan kaynaklı iklim değişikliğinin sayısal simülasyonları kullanılarak, meydana gelmesi muhtemel taşkın tehdidi

ile ilgili değişiklikleri analiz etmişlerdir. Yirminci yüzyılda taşkın sıklığının önemli ölçüde arttığını tespit edilmiştir.

Zhang 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 yapmışlardır. Yüksek konumsal ve spektral çözünürlükteki optik görüntüleri (SPOT, Landsat) kullanarak arazi haritasını çıkarmış, Cloud-Penetrating Microwave (JER- 1, Radarsat, ERS-1/2) görüntüleri ile taşkın genişliğini gösteren haritaları üretmiş ve SYM 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).

Van Der Sande vd. (2003), Hollanda'nın güney kesiminde yer alan Maastricht Şehri'nin Itteren ve Borgharen bölgelerinde UA teknikleri (Ikonos, 1mx1m) ve taşkın modelleme (Lisflood-FP) yöntemlerini kullanarak risk altındaki gayrimenkulleri tespit edilmişlerdir.

Dutta vd. (2003), dağıtılmış hidrolojik modelleme yöntemi, taşkın modelleme, taşkın zarar analizi, ve hasar fonksiyonlarını kullanarak taşkın hasar analizi (ekonomik kayıplar) yapmışlardır. Çalışma için Japonya'da taşkın olaylarının sıklıkla yaşandığı orta büyüklükteki bir nehir havzası seçilmiştir.

Vis vd. (2003), taşkın risk yönetimi için taşkın katlanabilirlik/esneklik özellikleri üzerinde durmuşlardır. De Brujin'in (2002); taşkınla savaşmak yerine onunla yaşamayı öğrenmek ve uygun stratejilerin geliştirilmesi önerisiyle paralel bir çalışmadır. Çalışmada esnekliği arttırmak için "Green river" adı verilen nehir boşalma havzasını genişleten ek kanallar önerilmiştir. Mavi yerine yeşil renk ile temsil edilmesinin nedeni, taşkın olayları dışında su ile kaplı olmamasıdır.

Benito vd. (2004), Avrupa Komisyonu tarafından finanse edilen SPHERE projesinin bir parçası olarak geliştirilen yeni bir metodolojik yaklaşım önermektedirler. Avrupa'da sıklığı artan sel felaketleri geçmişte meydana gelen sel felaketleri hakkında hidrolojik verilere yönelik kritik ihtiyacı doğurmuştur. Benito vd., bu gereklilikten hareketle hidrolojik değişkenlik ve ekstrem taşkınlar hakkında 100 ila 10.000 yıl arasında bilgi verebilen palaeoflood (geçmişe ait kalıntılardan taşkın büyüklük tahmini) teknikleri ile ölçüm

istasyonu kayıtlarının bir arada kullanılması ve çok disiplinli yaklaşımlarla değerlendirilmesine yönelik yeni bir metodoloji önermişlerdir.

Atay ve Ayhan (2004), IKONOS uydu görüntüsünün taşkın risk bölgelerinin belirlenmesindeki performansını araştırmışlardır. Meydana gelmesi mutemel taşkın senaryoları için 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 doğrultusunda meydana gelen değişimlerin boyutu belirlenmiştir (Karataş vd., 2008).

Tingsanchali ve Karim (2005), Bangladeş'in güneybatı bölgesindeki Gorai ve Arial Khan nehir havzası için taşkın tehlikesi ve risk değerlendirmesi gerçekleştirmişlerdir. Taşkın simülasyonu hidrodinamik model (Mike11) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Nehirlerdeki ve taşkın alanındaki maksimum su basması derinliği belirlenmiştir. Taşkın tehlike değerlendirmesi, taşkın derinliği ve süresi dikkate alınarak yapılmıştır. Çalışma alanı, daha küçük arazi birimlerine bölünerek, her bir kara birimi için, taşkın derinliği ve süresi göz önünde tutularak tehlike indeksi ve tehlike faktörü belirlenmiştir.

SUI (2005), akım gözlem istasyonu bulunmayan taşkın havzaları için, havzanın topografik özellikleri ve meteorolojik verileri kullanarak pik debilerin hesaplanmasını olanak sağlayan bir yaklaşım önermiştir.

French vd. (2006), Rosamond Gölü taşkınının belirlenmesinde 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).

Reed vd. (2007), Ani taşkınların tahmininde doğruluğu arttıracak bir yaklaşım geliştirmeyi amaçlamışlardır. Çalışmada, sekiz yıl boyunca sürekli saatlik akış verisi ve farklı 247 olaydan elde edilen pik akımlarına ait verilerle sentetik test senaryolarını analiz edilmiştir. Ani sel olayları için yüksek çözünürlüklü, dağıtılmış hidrolojik modellerin kullanılabilirliği ve doğruluğu ortaya koymuşlardır.

Jonkman vd. (2007), hidrodinamik ve ekonomik zarar analiz modellerini entegre şekilde kullanarak taşkın yönetimi çalışmaları için zarar tahmin modellemesi yapmışlardır.

Çalışmada taşkından kaynaklanan doğrudan ve dolaylı zararlar irdelenmiştir. CBS olanakları da kullanarak muhtemel taşkın kayıpları belirlenmiştir.

Özdemir (2007), Havran Çayı yatağı kenarındaki arazi kullanım özellikleri ve bunlara ait ekonomik değerleri CBS ortamında değerlendirerek her bir senaryoya ait taşkın risk analizini gerçekleştirmiştir.

Özcan (2007), UA verileri, yersel çalışmalar ve hidrolojik verileri CBS ortamında modelleyerek Aşağı Sakarya Havzası için taşkın risk analizi gerçekleştirmişlerdir. Modelleme aşamasında, Çok Kriterli Karar Verme Analizi ve Hidrolojik Modelleme yöntemleri kullanmış ve sınır koşullarına göre yöntemlerin karşılaştırmasını yapmıştır.

Evans vd. (2007), CBS ile taşkın modelleme ve çeşitli senaryolar üzerinden taşkın risk ve taşkın tehlike haritalarını üretmişlerdir.

Birkhead vd. (2007), Nil Nehri üzerinde, bir boyutlu hidrolik modelleme ile taşkın yayılım alanını belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda hidrolik modelleme yöntemlerinin taşkın yatağı sistemlerinin analizinde yararlı olacağı ortaya konmuştur.

Kadıoğlu (2008), afet yönetimi için bütünsel afet risk yönetimi yaklaşımlarının geliştirilmesi aracılığıyla sel, heyelan ve çığ tehlikelerini ve bunların risklerini vurgulamıştır. Ayrıca sel, heyelan ve çığ afeti için yapılması gereken risk yönetimi çalışmalarını ana hatları ile ele almıştır.

Artinyan ve Habets (2008), Arda Nehri üzerinde, baraj işletmelerine yönelik akımların önceden (üç gün) tahmin edilmesine yönelik bir metot geliştirilmesini amaçlamışlardır. SVAT modeli kullanılarak akım verileri tahmin edilmiştir. Çalışmada kar erimesi, evapotranspirasyon yağış sıcaklık verileri kullanılmıştır.

Usul (2008), CBS teknolojilerinin taşkın analizlerinin yanı sıra veri depolama ve görselleştirmedeki önemini vurgulamıştır. Çayboğazı Havzasında CBS olanakları kullanılarak gerçekleştirilen çalışma üzerinden CBS olanakları ile görselleştirilmiş taşkın analiz sonuçlarının herkes tarafından kolayca anlaşılabilir olduğunu belirtmiştir.

Akar ve Maktav (2008), İstanbul'un Beykoz ilçesi sınırları içerisinde yer alan Yeni çiftlik Deresi havzasının 3.66 km²'lik bölümünü kapsayan çalışma alanında, taşkın araştırmasına yönelik farklı iki yöntem uygulamış ve bu yöntemler karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda her iki yöntemin de birbirine benzer sonuçlar verdiği ve daha çok veri

kullanılarak iki yöntemin de doğruluk ve güvenilirliğinin artırılması gereğini vurgulamışlardır.

Das (2009), muskingum metodunun verilen aşağı istasyon verisinden, yukarı istasyon hidrografını tahmin etmedeki başarısını analiz etmiştir.

Vojinovic ve Tutulic (2009), Hollanda'nın St. Martin kenti için 10, 100 ve 200 yıllık tekerrür periyotları için taşkın simülasyonu gerçekleştirmiş ve LIDAR verisi kullanarak risk ve zarar haritaları üretmişlerdir. Çalışmada taşkın modelleme 1 ve 2 boyutlu yaklaşımlar uygulanmıştır ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Ludlow (2009), UA ve CBS entegrasyonu ile birlikte SCS-CN yağış-akış metodunu kullanarak meydana gelmesi muhtemel pik akımlarını ve sel sularının varış zamanının tahminini yapmıştır. Çalışmada Hydrologic Modeling System (HEC-HMS) ara yüzünden faydalanılmıştır.

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

Canovas vd. (2011), dendrojimorfik kanıtlar (ağaçlardaki yara izi) ve 2 boyutlu hidrolik modeller kullanarak, ani taşkınların yaşandığı dağlık alanlarda, pik deşarjını tahmin etmeye yönelik metodoloji önermişlerdir.

D'Oria ve Tanda (2012); Zucco vd. (2015), akarsuların yukarı istasyon (memba) alanları için, aşağı istasyon (mansap) hidrograflarına dayalı olarak hidrograf tahmini için farklı metotlar önermişlerdir. Ölçüm istasyonu bulunmayan alanlarda taşkın haritalarının üretilmesinde kritik öneme sahip hidrograf verilerinin elde edilmesi için önemli çalışmalardır.

Hung vd. (2012), taşkın afetine sıklıkla maruz kalan Mekong Havzası (Vietnam) üzerinde çalışmışlardır. Tarihi taşkın olayları, etkileri, taşkın karakteristiği irdelenerek, bu bilgilerden taşkın yayılım haritalarının üretilebileceği üzerinde durulmuştur. Bu noktadan hareketle taşkın sahasına istasyon kurulmuş ayrıca TerraSAR-X uydu görüntüleri de kullanarak taşkın alanlarının mevsimsel değişimi incelenmiştir. Çalışmada taşkınların meydana gelmesinde hidrolik ve hidrolojik etkilerin rolü irdelenmiştir.

Akıncı ve Erdoğan (2012), gerçek zamanlı taşkın tahmin ve risk yönetimi uygulamalarının gerçekleştirilebilmesi için ilgili tüm kurumlar arasında konumsal veri ve servis paylaşımına olanak sağlayan Konumsal Veri Altyapılarının taşıdığı önemi

vurgulayarak, taşkınların meydana gelmesinde etkili olan hidrolojik, meteorolojik ve fizyolojik faktörleri ifade etmişlerdir. Söz konusu faktörleri, taşkın risk yönetimi için ihtiyaç duyulan veriler olarak dikkate alarak, bu verileri üreten kamu kurumlarını belirlemişlerdir. Son olarak, ORCHESTRA (Open Architecture and Spatial Data Infrastructure for Risk Management) mimarisi dikkate alınarak ORCHESTRA web servislerine dayalı bir taşkın tahmin sistemi önermişlerdir.

Doğan vd. (2013), Aşağı Sakarya Nehir yatağının son 113 km'lik kısmı için, 100 yıl tekerrürlü olası taşkın taşıma kapasitesini araştırmışlardır ve baraj yıkılması durumunda oluşabilecek muhtemel taşkın senaryoları üzerinden risk analizleri yapmışlardır.

Opolot (2013), taşkın yönetimi için UA ve CBS kullanımının sağladığı avantaj ve kısıtları araştırmıştır. UA tekniklerinin fiziki olarak erişilemeyen alanlarda dahi taşkın olayına ilişkin mekansal verilere erişmek için daha ucuz ve daha hızlı seçenekler sunarken, CBS tekniklerinin, daha basit bir biçimde veri analiz etme, sorgulama ve sunma konularında hidrolojik modellerin kullanımını kolaylaştırdığını ifade etmiştir. Özellikle taşkın yönetiminde UA ve CBS tekniklerinin kullanımının genel olarak sınırlı olduğu gelişmekte olan ülkelerdeki ilgili kişi ve kuruluşlar tarafından bu yöntemlerin kullanılması ve uygulama potansiyelini arttırmak amacını da içeren geniş kapsamlı yapılmış bir çalışmadır.

De Bruijn, Diermanse ve Beckers (2014), nehir deltalarında taşkın riskinin değerlendirilmesi için yeni bir yöntem tartışmıştır ve Monte Carlo'ya dayalı taşkın risk analizi çerçevesinde hem fırtına etkileri hem de nehir taşkın dalgalarını göz önünde bulunduran ve taşkın riskinde hidrodinamik etkileşimden kaynaklanan etkileri içeren bir yöntem sunmuşlardır. Ön görülen yöntem taşkın ölüm riskini analiz etmek için Rhine–Meuse deltasına, uygulanmıştır.

De Brujin vd. (2014), etkin ve doğru bir taşkın yönetimi planlaması için çok yönlü yaklaşım önerilmişlerdir. Çalışmada bu amaçla taşkın tehlike ve zarar haritalarının; can kaybı haritaları (Flood Fatality Map) ile birleştirilmesi önerilmektedir.

Sakın (2014), Avrupa Birliği üye ülkeleri ve ülkemizdeki Taşkın Riski Yönetiminde yetki, görev, sorumluluk dağılımı ve mevcut uygulamaları karşılıklı incelemiştir. Bu amaçla Almanya, İngiltere, Fransa ve Romanya'nın yasal çerçeve, taşkın riski yönetimi genel çerçevesi, yetki dağılımı ve taşkın risk yönetiminde sorumlu başlıca kurum ve kuruluşlar ile Türkiye'deki yasal çerçeve (kanunlar, yönetmelikler ve diğer belgeler), taşkın yönetiminin genel çerçevesi ve yetki dağılımı araştırılmıştır. Elde edilen bilgilerden faydalanılarak

ülkemizdeki Taşkın Riski Yönetiminde yetki, görev ve sorumluluk dağılımı ile ilgili bir öneri sunulmuştur.

Kienzler vd. (2015), 2002 Ağustos ayında Danube ve Elbe nehirlerinde yaşanan ekstrem taşkın afetinden sonra 2005-2011 yılları arasında yaşanan taşkın olayları üzerinden, Almanya’da yapılan taşkın çalışmaları (önlem, hazırlık, dayanım, sonuçları vb.) ve gelinen durumu araştırmışlardır.

Grosso vd. (2015), Portekiz için, farklı etkilenme faktörlerini temsil eden değişkenlere dayalı olarak, taşkın sosyal duyarlılık endeksi oluşturmayı amaçlamışlardır. Çalışma Portekiz Sigorta Şirketleri Birliği (APS) tarafından desteklenen, İklim Değişikliği Senaryolarına göre Taşkın Haritaları Üretilmesi Projesi (CIRAC) kapsamında geliştirilen ulusal güvenlik açığı endeksinin bir bileşenidir.

Albano, Sole ve Adamowski (2015), taşkın afetine karşı esnekliğin artırılmasında halkın bilgilendirilmesi/bilinçlendirilmesi amacıyla CBS ile birleştirilmiş web tabanlı bir farkındalık sistemi (WebGIS); READY; Risk, Ekstrem olaylar, Uyum, Kendini Savunma (READY : Risk, Extreme Events, Adaptation, Defend Yourself) önermişlerdir. Bu sistemle tehlike/risk veri tabanını kolaylıkla sorgulayabilme, görüntüleyebilme imkânı sağlayarak vatandaşların esneklik kabiliyetini geliştirilmesi ve taşkın riski hakkında kamuoyunun genel olarak bilgilendirmesini amaçlamışlardır.

Papagiannaki vd. (2015), gelişmiş kentsel alanlarda ani gelişen taşkınlar ile yağış şiddeti arasındaki korelasyon incelenmişlerdir. 10, 30, 60 dk. ve 24 saatlik sürelerde biriken yağış miktarı ile acil durum yardım merkezine gelen telefonlar arasındaki ilişki irdelenerek yağış şiddeti ile taşkın neden olduğu hasarlar arasında bağ kurulmuştur. Buradan hareketle yağış şiddetinin yaralanma/zarar görme göstergesi olarak değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır.

Shah, Rahman ve Chowdhury (2015), sürdürülebilir taşkın yönetimi için; taşkın yönetim uygulamaları, uygulama stratejileri ve gelişen teknolojik imkanları bir arada değerlendirmişlerdir. Taşkın risk yönetiminin sürdürülebilirliği için karşılaşılan zorluklar ve kısıtları ortaya koymuşlardır. Ayrıca sınırlandırıcı koşulları minimize etmek için dinamik sürdürülebilir taşkın yönetimi yaklaşımını önermişlerdir.

Kaya, Gungor ve Yu (2016), Giresun Pazarsuyu örneği üzerinden, UA ve CBS yeteneklerini kullanarak taşkın etki alanını tespit etmişlerdir. Belirlenen risk alanları ile demografik verileri birleştirerek risk altındaki grupları belirlemişlerdir. Bölge halkının

toprak kullanım özellikleri ve eğitim gibi kriterleri göz önünde bulundurularak taşkın zararlarını azaltmaya yönelik bölgesel bir yaklaşımı önermişlerdir.

Zhang vd. (2017), gelgit olaylarının sıklıkla yaşandığı akarsu ağına sahip kentsel alanlara yönelik taşkın analizi çalışması yapmışlardır. 2D hidrodinamik modellerle birleştirilen nehir şebekesi drenaj ünitesi (RNDU) modeli önerilmiştir. Modelin doğrulaması Çin'in Puxi bölgesinde yapılmıştır. Simülasyon sonuçları; sigorta, taşkın kontrol planlaması için üretilecek risk haritalarında kullanılabilecek doğrulukta sonuçlar vermiştir.

Abbas vd. (2016), Hindistan, Pakistan ve Bangladeş'te taşkın çalışmaları ile ilgili politik ve planlama süreçleri ve bilimsel araştırmaları değerlendirmektedir. Sistematik bir gözden geçirme temel alınarak, üç ülkenin mevcut taşkın yönetim sistemini karşılaştırmışlardır. Çalışmada, literatürdeki veriler ışığında Bangladeş'in taşkın felaketine karşı etkili bir yönetim yapısı geliştirdiğini ve Pakistan'ın sel yönetimi planlamasına yaklaşımının büyük ölçüde yetersiz olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu yetersizlik, esas olarak, kurumsal koordinasyon eksikliğinin yanı sıra, politik ve planlama süreçlerindeki koordinasyonsuzluğa atfedilmektedir. Ayrıca örnek çalışma üzerinden Pakistan'da sel olayına odaklanan bilimsel araştırmalara desteğin zayıf olduğunu, Bangladeş ve Hindistan'da sel yönetimi stratejilerini formüle etmek için araştırma desteklerinin mevcut olduğunu göstermişlerdir. Bu bulgulara dayanarak, kurumsal koordinasyon, topluluk katılımı ve bilgiye dayalı araştırma geliştirme gereksinimini vurgulayan alternatif bir çerçeve önermektedirler.

Kuhlicke, Callsen ve Begg (2016), Almanya da taşkın risk yönetimi ile ilgili kamusal problemleri tartışmışlardır. Taşkın risk yönetimine katılım uygulamalarının genel olarak Saksonya ve Almanya'da oldukça politik olduğunu belirtmişlerdir. Mevcut kurumsal yapının karar verme süreçlerine çok sınırlı katılım sağlamaya imkan verirken, "bir şeyler ters gider ("something goes wrong") " durumunda, sorumlu idarelerin taşkın risk yönetimine katılan paydaşlara sorumluluk devretme imkanı verdiğini ifade etmişleridir.

1.11. Taşkın Çalışmaları, Türkiye

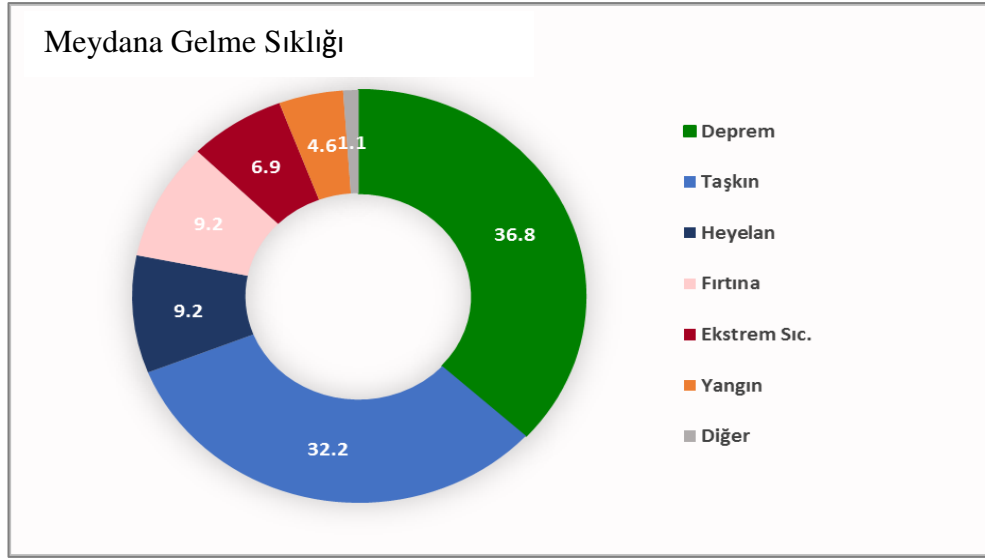
Türkiye, topografyası, konumu, jeolojik yapısı ve iklim özellikleri nedeniyle doğal afetlerin sık yaşandığı ülkelerden biridir. Depremler başta olmak üzere heyelan, sel, erozyon, kuraklık, çığ ve kaya düşmesi gibi doğal afetleri ile karşı karşıyadır (Tablo 7 ve Şekil 5).

Ülkemizde bu gibi doğal afetler sonucunda çok sayıda can kayıpları, yaralanmalar (sosyal ve fiziksel) ve büyük ekonomik kayıplar yaşanmıştır.

Tablo 7. EM-DAT kayıtlarına göre 1900- 2016 yılları arasında Türkiye’de gözlenen afetlere ilişkin bilgiler

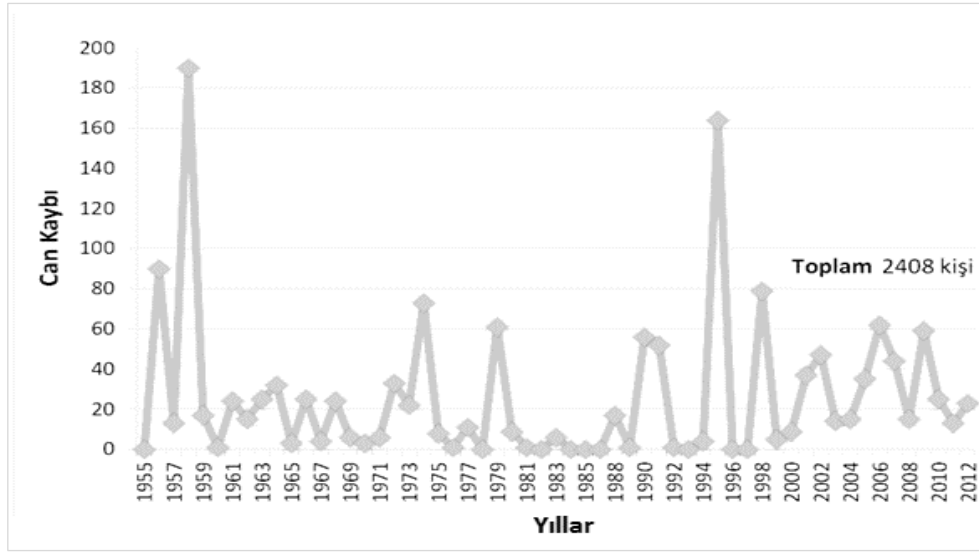
Afet Türü	Olay Sayısı	Ölü Sayısı	Etkilenen Sayısı	Toplam Hasar ('000 US\$)
Deprem	77	89236	6924329	24685400
Aşırı Sıcaklık	7	100	8450	1000
Taşkın	45	1408	1785023	2195500
Heyelan	10	293	13481	26000
Kütle Hareketleri	3	407	1075	?
Fırtına	6	53	13636	2200
Orman Yangınları	5	15	1150	?

1990 ile 2003 yılları arasında meydana gelen deprem, çığ, çamur akması, su baskını gibi doğal afetlerde Afet İşleri Genel Müdürlüğü kaynaklarına istinaden, en az 19.964 kişi hayatını kaybetmiş, 1.078.200 kişi evsiz kalmış ve yaklaşık 17,5 milyar ABD Doları ekonomik kayıp meydana gelmiştir (Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afetlere Hazırlık ve Kentsel Risk Yönetimi Komisyonu, 2009).

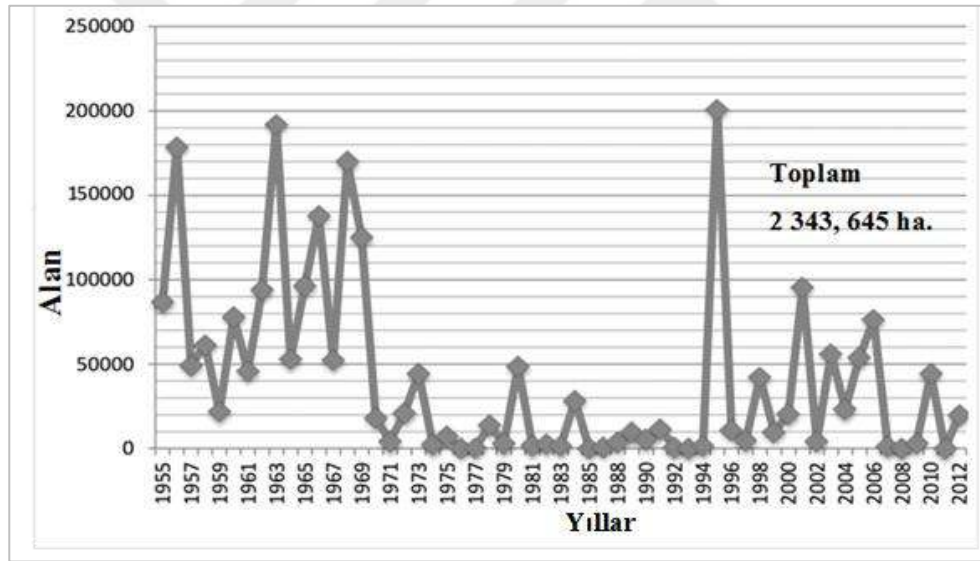


Şekil 5. Türkiye’de afet türlerinin görülme sıklığı (EM-DAT 1990-2014)

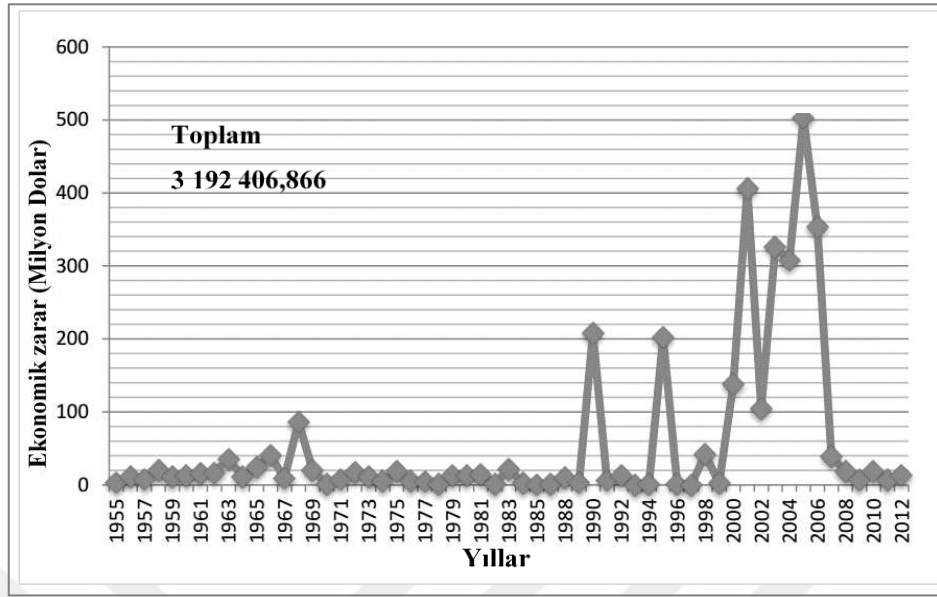
Küresel ısınmanın neden olduğu iklim değişiklerinin yanı sıra geçim için doğal kaynaklara bağımlı olan kırsal nüfustaki artış, doğal kaynaklara ve orman örtüsüne müdahaleler, doğal döngü ve süreçleri etkileyecek yapılaşma, arazi kullanımındaki değişiklikler, dünya genelinde olduğu gibi Türkiye’de de son zamanlarda taşkın olaylarının şiddeti ve sıklığını arttırmıştır. 1955-2007 yılları arasındaki sel istatistikleri incelendiğinde, 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 arasında meydana gelen 369 sel olayı ise yaklaşık 2.1 milyar dolar maddi zarara neden olmuştur (Özkaldı, 2010). Ayrıca, 1955-1973 yılları arasında yaşanan 1219 taşkın olayında 533 kişi, 1974-1992 döneminde yaşanan 379 taşkın olayında ve 1992-2012 yılları arasında yaşanan 810 taşkın olayında ise 650 kişi yaşamını yitirmiştir (Girayhan, 2015). Taşkın başına düşen ortalama can kaybı; 1955-1973 dönemi için, 2.28, 1974-1992 dönemi için 1.27 ve 1992-2012 dönemi için 1.24’tür (OSİB, 2015; Girayhan, 2015). 1955-2012 yılları arasında meydana gelen taşkınların neden olduğu kayıplar grafiksel olarak Şekil 6, Şekil 7 ve Şekil 8’de gösterilmektedir.



Şekil 6. 1955 – 2012 yılları arasında Türkiye’de yaşanan taşkınlar neticesindeki can kayıpları (OSB, 2015)



Şekil 7. 1955 – 2012 yılları arasında Türkiye’de yaşanan taşkınlar nedeniyle su altında kalan alanlar (OSB, 2015)



Şekil 8. 1955 – 2012 yılları arasında Türkiye’de taşkınların neden olduğu ekonomik hasarlar (OSB, 2015)

Türkiye 25 hidrolojik havzaya bölünmüştür ve bu havzaların yıllık ortalama akışı yaklaşık 186 milyar m³’tür (OSB, 2014). Bu akım miktarının yaklaşık üçte birini oluşturan Fırat-Dicle havzasından sonra yıllık akış miktarı olarak Doğu Karadeniz, Doğu Akdeniz ve Antalya Havzaları gelmektedir. Ancak alansal büyüklük olarak Fırat-Dicle havzasını, Kızılırmak ve Sakarya havzaları takip etmektedir (OSB, 2014). Türkiye’nin havzaları Tablo 8’ de verilmiştir.

Tablo 8. Türkiye’nin Akarsu Havzaları, (OSB, 2014)

Nehir Havzası Adı	Yağış alanı		Yıllık Ortalama akış		Ortalama Yıllık verim
	(km ²)	%	(km ³)	(%)	
Meriç-Ergene Havzası	14,560	1.9	1.33	0.7	2.9
Marmara Havzası	24,100	3.1	8.33	4.5	11.0
Susurluk Havzası	22,399	2.9	5.43	2.9	7.2

Tablo 8'in devamı

Kuzey Ege Havzası	10,003	1.3	2.09	1.1	7.4
Gediz Havzası	18,000	2.3	1.95	1.1	3.6
Küçük Menderes Havzası	6,907	0.9	1.19	0.6	5.3
Büyük Menderes Havzası	24,976	3.2	3.03	1.6	3.9
Batı Akdeniz Havzası	20,953	2.7	8.93	4.8	12.4
Antalya Havzası	19,577	2.5	11.06	5.9	24.2
Burdur Gölü Havzası	6,374	0.8	0.50	0.3	1.8
Akarçay Havzası	7,605	1.0	0.49	0.3	1.9
Sakarya Havzası	58,160	7.5	6.40	3.4	3.6
Batı Karadeniz Havzası	29,598	3.8	9.93	5.3	10.6
Yeşilırmak Havzası	36,114	4.6	5.80	3.1	5.1
Kızılırmak Havzası	78,180	10.0	6.48	3.5	2.6
Konya Kapalı Havzası	53,850	6.9	4.52	2.4	2.5
Doğu Akdeniz Havzası	22,048	2.8	11.07	6.0	15.6
Seyhan Havzası	20,450	2.6	8.01	4.3	12.3
Asi Havzası	7,796	1.0	1.17	0.6	3.4
Ceyhan Havzası	21,982	2.8	7.18	3.9	10.7
Fırat-Dicle Havzası	184,918	23.7	52.94	28.5	8.3
Doğu Karadeniz Havzası	24,077	3.1	14.90	8.0	19.5
Çoruh Havzası	19,872	2.6	6.30	3.4	10.1

Tablo 8'in devamı

Aras Havzası	27,548	3.5	4.63	2.5	5.3
Van Gölü Havzası	19,405	2.5	2.39	1.3	5.0
TOPLAM	779,452	100.0	186.05	100.0	

Ülkemizde su toplama havzalarının çevresel bozunum sürecini durdurmak, toprak, yeraltı ve yerüstü su kaynaklarını korurken toplum için maksimum faydayı sağlamak, olası afetlerden kaynaklanan zararları en aza indirmek amacıyla havzanın ekosistem bütünlüğünü gözeterek sürdürülebilir havza yönetimi için çalışmalar (Ulusal Havza Yönetim Stratejileri, UHYS) yapılmaktadır. Havzalarının yönetimi ile ilgili paydaş olan başlıca kamu kuruluşları (Bakanlıklar ve bunların havza ile ilgili öncelikli birimleri) ile diğer ana paydaşlar hakkında bilgi Orman ve Su İşleri Bakanlığı, UHYS (2014)'te aşağıdaki şekliyle özetlenmiştir.

Orman ve Su İşleri Bakanlığı (OSİB): Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü (ÇEM); Orman Genel Müdürlüğü (OGM); Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ); Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (SYGM); Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü (DKMP); Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM); Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı (BİD); Strateji Geliştirme Başkanlığı (SGB); Türkiye Su Enstitüsü (SUEN).

Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı: Tarım Reformu Genel Müdürlüğü (TRGM); Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü (BÜGEM); Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) ve Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü (BSGM), Eğitim Yayın ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı, CBS Daire Başkanlığı.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı: (Mekânsal Planlama Genel Müdürlüğü; Çevresel Etki Değerlendirmesi İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü; Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü; Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü, İller Bankası Genel Müdürlüğü), Altyapı Hizmetleri Genel Müdürlüğü.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı: Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü (MİGEM)

Kültür ve Turizm, İçişleri, Milli Eğitim ve Sağlık Bakanlıkları

Başbakanlık: Hazine Müsteşarlığı; Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı

Kalkınma Bakanlığı

İçişleri Bakanlığı: Mahalli İdareler Genel Müdürlüğü

Yerel İdareler: Valilikler, Kaymakamlıklar, İl Özel İdareleri, Belediyeler, diğer birimler

Bölge Kalkınma İdareleri

Kalkınma Ajansları

Diğer Paydaşlar:

- Sivil Toplum Kuruluşları (biyolojik çeşitlilikle ve kırsal kalkınma ile ilgili STK'lar, dernekler vb.)
- Meslek Kuruluşları, odalar,
- Havza Birlikleri (HB),
- Havzalarda yaşayan kırsal topluluklar,
- Kentsel topluluklar,
- Bilim ve eğitim kuruluşları (TÜBİTAK, Üniversiteler, Araştırma Enstitüleri, vb.),
- İlgili özel sektör kurum ve kuruluşlarıdır.

Ulusal Havza Yönetim Stratejilerinin ana amaçlarından biri de doğal afetler ve zararlarına karşı önlem ve mücadele mekanizmalarının entegrasyonu, geliştirilmesi ve etkinleştirilmesidir (Amaç 6). Bu kapsamda havzalarda taşkın koruma, önleme, zarar azaltma çalışmaları önemli bir yer tutmaktadır. UHYS içerisinde taşkın çalışmaları ile ilgili sorumlu kurum/kuruluşlar UHYS, (2014) 'te aşağıdaki şekilde verilmiştir (Tablo 9).

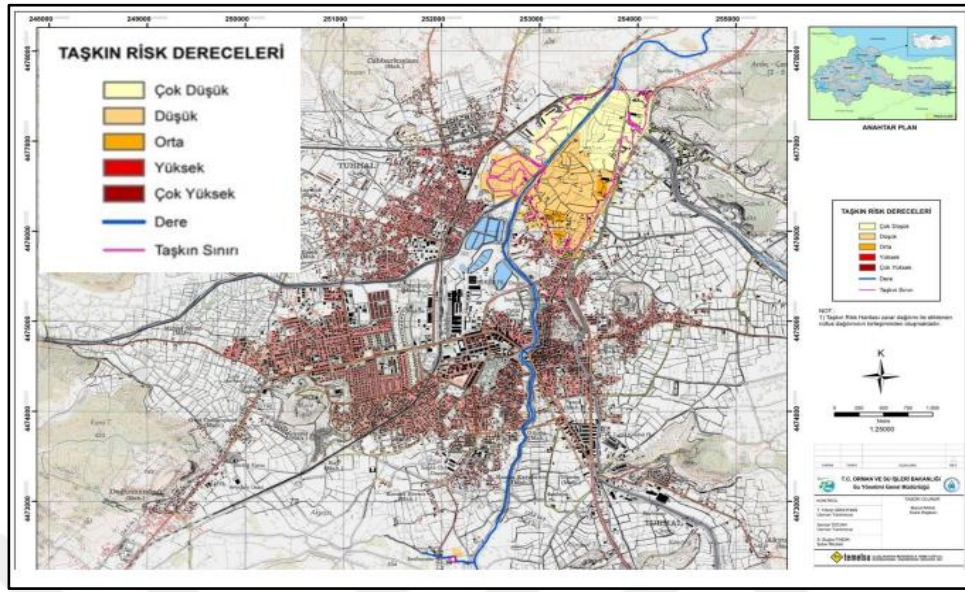
Tablo 9. Ulusal havza yönetim stratejisi hedefleri için performans göstergeleri ve kurumsal sorumluluklar, (UHYS,2014)

Gösterge Birimi, Yılı, Değeri						Kurumsal Sorumluluklar	
	2014-15 Kısa Vadeli Hedefleri	2016-23 Uzun Vadeli Hedefleri	2023 yılı sonunda ulaşılacak değer (miktar)	Birincil derecede sorumlu kurum		İş birliği yapacak ve katkı sağlayacak kurumlar, paydaşlar	Birim
Doğal ve insan kaynaklı afetler için havzalar itibariyle bütünleşik afet tehlike ve risk haritalarını tamamlamak.						AFAD	DSİ, ÇEM, OGM, SYGM, MGM, YY, MİGEM, HB, STK, ARGE-KR, Üniversiteler, Belediyeler
Afet tehlike ve risk haritaları için hazırlanan broşür sayısı.	10						
Dönem sonunda afet tehlike ve risk haritaları tamamlanan il sayısı	-	2023	81	81			
Havza bazlı “Taşkın Risk haritaları ve Yönetim Planları”nı ilgili kurum ve kuruluşlar iş birliği ile tamamlamak.						SYGM AFAD	DSİ, ÇEM, OGM, SYGM, MGM, ARGE-KR, YY, Üniversiteler, Belediyeler
Taşkın risk haritaları ve yönetim planları tamamlanmış havza sayısı.		3	2023	22	25		

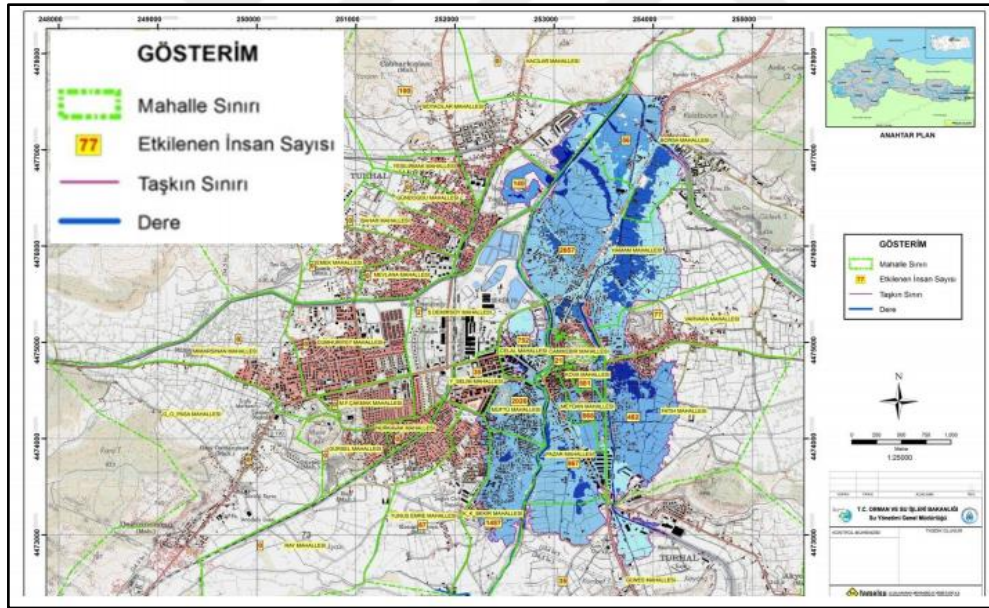
Tablo 9'un devamı

<i>Havzalarda afet (sel, taşkın, çığ, vb.) tahmin ve erken uyarı sistemlerinin kurulması ve güçlendirilmesini sağlamak.</i>					AFAD MGM DSİ		SYGM, ÇEM, OGM, YY, HB, STK, Üniversiteler, ARGE-KR
<i>Afet uyarı sistemi kurulmuş havza sayısı.</i>	16	2023	9	25			
<i>Havzalarda derelerin ıslahı, taşkınların önlenmesi ve düzenlenmesi için gerekli ve uygun su yapılarını tesis etmek.</i>							<i>OGM, ÇEM, MGM, AFAD, YY, HB, Belediyeleri</i>
<i>Toplam taşkın koruma tesisleri sayısı.</i>		7.100	2023	2.900	10.000		
<i>Yukarı havza alanlarında doğal afetlere karşı havza ıslahı, sel, çığ ve heyelan projelerini hazırlamak ve uygulamak.</i>						ÇEM OGM	<i>DSİ, SYGM, MGM, ARGE-KR, YY, Üniver. Beled.</i>

Ülkemizde geçmişten bugüne kadar taşkınla ilgili birçok muhtelif çalışma yapılmıştır. Ancak son yıllarda, başta Avrupa Birliği ülkeleri olmak üzere birçok ülkede olduğu gibi, 2007/60/EC sayılı taşkın direktifleri kapsamında yerel düzeyde taşkın kontrolü yaklaşımından, havza düzeyinde taşkın yönetimi yaklaşımına geçiş başlamıştır. Bu yaklaşımın ilk adımı olarak 20 Şubat 2010 tarih ve 27499 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Akarsu ve Dere Yataklarının Islahı konulu Başbakanlık Genelgesinde yer alan “Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğünün görev, yetki ve sorumluluk alanı dahilindeki bütün akarsu ve dereler, havzaları bazında taşkın riski ve muhtemel taşkın zararları yönüyle değerlendirilerek, acil, kısa, orta ve uzun vadede ıslah edilmesi gerekli olanlar tespit edilecektir.” talimatı kabul edilebilir (Sakin, 2014). Taşkın haritalarının hazırlanmasına yönelik yapılan ilk çalışmalar Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından 2011 yılında Samsun il ve ilçelerinde başlamıştır ve Karadeniz bölgesinde yer alan nüfus yoğunluğu yüksek olan il ve ilçelerde öncelikli olarak devam etmiştir (Kaya vd., 2016). Üretilen haritalar ulusal düzeyde tamamlanmamış olmakla birlikte çalışmalara devam edilmektedir. Bununla birlikte 2011 yılında 645 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile Orman ve Su İşleri Bakanlığı bünyesinde “Taşkınlarla ilgili strateji ve politikaları belirlemek, ilgili mevzuatı ve taşkın yönetim planlarını hazırlamak” ve “Su yönetiminin ulusal ve uluslararası düzeyde koordinasyonunu sağlamak” ile görevli Su Yönetimi Genel Müdürlüğü kurulmuştur. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü; 2007/60/EC sayılı Taşkın Risklerinin Değerlendirilmesi ve Yönetilmesi Hakkında AB Direktifi’nin (Taşkın Direktifi) aktarılması konulu kapasite geliştirme eşleştirme projesi ile taşkın yönetimi ile ilgili ilk kapsamlı adımı atmıştır. Yürütülen çalışmalar dört temel aşamadan oluşmaktadır; bunlar, taşkın riski ön değerlendirme raporlarının hazırlanması, tehlike haritalarının hazırlanması, risk altındaki varlıkların belirlenmesi ve risk haritalarının üretilmesi, taşkın yönetim planlarının hazırlanmasıdır (Girayhan, 2015). Havza bazında yapılan ilk çalışmalar; Yeşilirmak havzası (başlangıç tarihi: 07/10/2013) ve Antalya havzasında (başlangıç tarihi: 27/01/2014) taşkın yönetim planının hazırlanması çalışmalarıdır. Yeşilirmak Havzası projesi büyük oranda tamamlanmış olmakla birlikte, Antalya Havzasında çalışmalar devam etmektedir. Bununla birlikte Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetim Genel Müdürlüğünce hazırlanan “Ulusal Taşkın Yönetimi Stratejisi ve Eylem Planı” önemli aşmalardan biridir. Taşkın yönetimi planlaması kapsamında diğer bir önemli aşama; taşkın haritalarının üretilmesidir (OSB, 2015). Üretilen haritalar da tekerrür periyodu genel olarak Q50, Q100 ve Q500 kullanılmaktadır (Şekil 9 ve Şekil 10).



Şekil 9. Tokat-Turhal 50 yıllık taşkın risk haritası (SYGM,2015)



Şekil 10. Tokat-Turhal 500 yıllık taşkından etkilenen nüfus haritası (SYGM, 2015)

DSİ, Doğu Karadeniz bölgesinde bazı dere yataklarına yapılan menfi müdahalelerin (kesiti yetersiz köprü, menfez ile kesiti daraltan yapı ve dolgular) taşkın alanına etkisinden dolayı bu dere yatakları için üretilen taşkın tehlike haritalarını, mevcut ve müdahalesiz durum olarak iki farklı şekilde hazırlamaktadır. Ayrıca, DSİ tarafından üretilen taşkın haritalarının bir kısmı ani ve yavaş baraj yıkılma senaryolarını içermektedir. Üretilen taşkın

tehlike haritaları genel olarak DSI'nin acil müdahale planı dahilinde, Bölge Taşkın Planlarına eklenmektedir ve AFAD, belediyeler ve ilgili valilikler ile paylaşılmaktadır. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'nce üretilen taşkın tehlike haritalarında risk ve etki seviyesine göre bölgeler, çok yüksek, yüksek, orta, düşük, çok düşük olarak bölgelere ayrılmıştır ve her bölge farklı renklerle (sarı ve kırmızı renk aralığıyla) temsil edilmektedir. Bununla birlikte Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nce üretilen taşkın tehlike haritalarında risk ve etki seviyesine göre bölgeler çok yüksek, yüksek, orta, düşük ve çok düşük olarak sarı ve mavi renk aralığıyla temsil edilmektedir. Ülkemizde taşkın çalışmalarıyla ilgili farklı kurumlarca yürütülen çalışmalar arasında tam bir koordinasyon sağlandığını söylemek mümkün olmamakla birlikte, kurumlar arası yürütülen bu şekilde benzer çalışmalar bulunmaktadır.

1.11. 1. Paydaş Kurum ve Kuruluşlar

Ülkemizde taşkınla ilgili çalışmalar geçmişten günümüze kadar muhtelif kurumlarca yapılmıştır. Taşkın yönetiminde ülke genelinde sorumluluk Orman ve Su İşleri Bakanlığı'na ait olmakla birlikte, Bakanlık çalışmalarını Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü ve Orman Genel Müdürlüğü aracılığıyla sürdürmektedir (Sakin, 2014).

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü bünyesinde birçok yapısal tedbir planlanmakta ve uygulanmaktadır. Yürütülen çalışmalar daha çok taşkın öncesi yürütülen taşkın koruma ve kontrol amaçlı yapısal faaliyetlerden oluşmaktadır; bunlardan bazıları taşkın koruma amaçlı baraj ve gölet yapımı, depolama tesislerinin bakım onarımı, koruma seddelerinin yapımı ve dere temizliğidir. Bununla birlikte DSI; ulusal düzeyde strateji ve planların hazırlanması, bölge taşkın planları, hidrometrik ve meteorolojik gözlem çalışmaları, taşkın envanteri, imar planları ile ilgili taşkın etütleri, 4370 Sayılı Taşkın Suları ve Su Baskınlarına Karşı Korunma Kanunu çerçevesinde yapılan çalışmalar, 4373 sayılı Kanun çerçevesinde yoğun taşkın riski altındaki sahaların Bakanlar Kurulu Kararı alınarak her türlü yapılaşmaya yasak alan olarak ilan edilmesi için gerekli çalışmalar, 7269 Sayılı Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanun, 4122 Sayılı Milli Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Seferberlik Kanunu çerçevesinde yapılan çalışmaları da yürütmektedir (Özoral, 2006).

Su Yönetimi Genel Müdürlüğü; Taşkınlarla ilgili strateji ve politikaları belirlenmesi, Taşkın Direktifi'nin aktarılması ve uygulanması, ulusal ve uluslararası düzeyde

koordinasyonun sağlanması, taşkın yönetim planlarının hazırlanması, ilgili mevzuatların düzenlenmesi, su kaynaklarının korunması ve kullanımına ilişkin politikaların belirlenmesi, havza bazında nehir havza yönetim planları hazırlanması/hazırlatılması vb. hususlarda önemli görevleri yürütmektedir.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü, taşkınların meteorolojik kökenli bir afet olması dolayısıyla önceden tahmin edilebilmesinden dolayı, ani taşkın ve erken uyarı sistemi için meteorolojik ölçüm toplama ve bilgi verme hususunda önemli çalışmaları yürütmektedir.

Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü (ÇEM); Taşkın kontrolü faaliyetleriyle ilgili politika ve stratejiler belirlemekte, havza ıslahlarına yönelik plan ve projeler yapmaktadır. Ayrıca, havzalarda rüsubat birikimini önleyecek faaliyetlerin uygulanması, üniversitelerle birlikte araştırma geliştirme çalışmalarının yürütülmesi, yukarı havza sel eylem olanlarının hazırlanması, takibi, kontrolü ve sürdürülmesi ile ilgili çalışmaları yürütmektedir (Sakın, 2014).

Orman Genel Müdürlüğü'nün taşkın yönetimi ile ilgili çalışmalarının temelini havza ıslahı ve yağışın üst havzada tutularak aşağı havzaya intikalinin önlenmesini sağlamakla ilgili yapısal tedbirlerin uygulamaları oluşturmaktadır.

Bu kurumlarla birlikte; Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Kalkınma Bakanlığı, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Kültür ve Turizm Bakanlığı, İçişleri Bakanlığı, Milli Eğitim Bakanlığı, Sağlık Bakanlığı, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, bakanlıklara bağlı alt birimler, Valilikler, Belediyeler, taşkınla ilgili çalışmalarını yürüten önemli paydaşlardır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu tez çalışmasında yapılan çalışmalar genel olarak beş aşamadan oluşmaktadır. Aşağıda yapılan çalışmalar ve ihtiyaç duyulma nedenleri kısaca özetlenmiştir:

- Hidrograf bir akarsu kesitinde akış miktarının zamanla değişimini gösteren grafikdir. Debi olarak da ifade ettiğimiz akış miktarı m^3/s olarak ifade edilmektedir. Birimden de anlaşılacağı üzere debi, bir kesitten birim zamanda geçen akışkanın hacmini ifade etmektedir. Debi'nin hesaplanabilmesi için geliştirilen akım ölçer ("Flow Meter") Nikola Tesla tarafından 1916 yılında tasarlanmış olup 1921 yılında patenti alınmıştır. Bu çalışma konusu için bu bilginin önemi, taşkın modelleme çalışmaları için anahtar veri niteliğinde veri sağlayan AGİ'lerle ilgili en eski kayıtların 100 yıllık dahi temin edilemeyeceği gerçeğidir. Zaman zaman yanlış yorumlanan, 100 yıllık veya 500 yıllık tekkerür debileri ile ilgili ifadeler, bu kadar yıla ait taşkın debi kayıtlarını ifade etmemekte olup, gözlem istasyonlarında 10 yıllık, 20 yıllık ya da 50 yıllık gibi süreler boyunca kaydedilen verilere dayanarak tahmin edilen muhtemel 25 yıllık, 100 yıllık, 500 yıllık vb. taşkın debisini ifade etmektedir. Ancak söz konusu çalışma alanında akım gözlem istasyonu bulunmamaktadır. Çalışmada hidrograf tahmini için Reverse Flow Routing modelleme yöntemi kullanılmıştır. Literatürde yer alan ve havza özellikleri kullanılarak tahmin edilen hidrograf hesap yöntemleri tercih edilmemiştir. Bunun nedeni özellikle vahşi dere havzaları için sık ölçüm ağına sahip olması beklenen meteorolojik gözlem istasyonlarının da bulunmamasıdır.
- Kullanılan yöntemin doğruluğunun testi 2015 yılına ait taşkın debi kayıtları kullanılarak yapılmıştır. 2015 yılı mansap kayıtları kullanılarak, memba hidrografları üretilmiştir. Üretilen hidrograflar kullanılarak taşkın modelleme gerçekleştirilmiştir. Üretilen sonuçlar CBS ortamına aktararak taşkın tehlikesinin yüksek oranda olduğu alanlar ve zarar görmesi muhtemel unsurlar hava fotoğrafları üzerinden belirlenmiştir. Bu alanlar ile 2015 yılı taşkın afetine ilişkin Devlet Su İşleri raporları ve meydana gelen zararlara ilişkin fotoğraflar karşılatılarak yöntemin başarısı test edilmiştir. Model yaklaşık olarak yüzde seksen oranında doğruluklu tahminde bulunmuştur.

- Hidrograf modelinde üretilen debi verileri kullanılarak öncelikle geçmiş yıllara ait taşkın olaylarının yeniden canlandırılması yapılmıştır. Bu aşama için önemli husus geçmiş olaylara ilişkin taşkın modelleme yaparken, modelleme dönemine ilişkin kanal ve arazi örtüsü özelliklerinin hassas olarak bilinmesi gerekliliğidir. Çünkü taşkın modelleme hesaplamaları iki temel denkleme dayanmaktadır; süreklilik ve momentum denklemleri. Bu denklemlerin hesaplanmasında, hesap kolaylığı maksadıyla bazı ihmallere ya da kabuller yapılabilirken, bazı parametrelerin doğru olarak belirlenmesi oldukça önemlidir. Manning katsayısı, pürüzlülük parametresi, gerçeğe en yakın taşkın modellemesi için doğru olarak belirlenmesi gereken parametrelerin başında gelmektedir. Pürüzlülük katsayısının kanal içinde ve akış yüzeyinde alacağı değerler arazi kullanımı, bitki örtüsü, yataktaki malzeme cinsi, kanal kesit değişimi, kanaldaki engeller, kanal kıvrımı, yüzeyin malzeme cinsine göre değişmektedir. Bu koşullar geçmiş yıllara ait halihazır haritalar, kanal kesitleri, fotoğraflar ve raporlardan faydalanılarak belirlenmiştir. Geçmiş yıllara ait bölgenin arazi örtüsü ve varlıkları hakkında genel bilgi ayrıca Google Earth görüntülerinden de araştırılmıştır. Geçmiş tarihli modellerde o döneme ait halihazır haritalar kullanılarak üretilen sayısal yükseklik modelleri kullanılmıştır ve aynı zamanda HEC-RAS model elemanları da bu döneme ait SYM üzerinden üretilmiştir. Bu aşamada bölgeye ait geçmiş tarihli hava fotoğrafları veya yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri olmadığı için farklı formattaki birçok veriden sağlanan bilgiler kullanılmıştır. Bu durum çok fazla zaman kaybına sebep olmakla birlikte çalışma alanı için yeterli bilgilerin sağlanamamasına da neden olmuştur. Bu nedenle kanal malzeme cinsinin belirlenmesinde kısmen güncel hava fotoğraflarından faydalanılmıştır. Geçmişe yönelik taşkın olaylarının canlandırması yolu ile taşkın sahaları ve o dönem içinde risk altında kalan alanlar yaklaşık olarak belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmaların amacı arazi kullanım yöntemine bağlı olarak taşkın etki alanının değişimi ve riskinin zamansal değişiminin tespit edilmesidir.
- Taşkın modelleme ve taşkın riskinin analiz çalışmalarının ihtiyaç duyduğu arazi kullanımına ve arazi örtüsüne ilişkin bilgilerin tamamını arazide ölçerek elde etmek ekonomik olmayacağı gibi fazla zaman kaybına neden olacaktır. Bu bakımdan, 2016 yılına ait yer örnekleme aralığı 30 cm olan hava fotoğrafları kullanılmıştır. Kullanılan hava fotoğraflarına ait nokta bulutundan elde edilen yükseklik modeli taşkın modelleme çalışmaları için altlık oluşturmaktadır. Hassas konumsal

çözünürlüğe sahip bu veriler çalışmanın en önemli aşamasını oluşturmaktadır. Bunun nedeni su baskınına uğraması muhtemel alanların belirlenmesi için kullanılan taşkın model elemanlarının bu yükseklik modeline göre üretilmesidir. Ayrıca modelin diğer önemli parametreleri; dere, yamaçlar, güzergâh (akım yolu), en kesitler, arazi kullanımı, yanal yapılar, seddeler, manning pürüzlülük parametresinin belirlenmesi için gerekli bilgiler, engeller ve köprüler 2016 yılına ait 3 derece dilimli UTM projeksiyonunda WGS 84 datumunda, yer örnekleme alanı 30 cm olan hava fotoğraflarından üretilmiştir. Çalışmada UA bu amaçla, yani taşkın modelleme için gerekli model katmanlarının ve parametrelerinin üretilmesi için ve meydana gelmesi muhtemel taşkın olayları sonucunda olması muhtemel zararların belirlenmesi için kullanılmıştır. Ayrıca Reverse Flow Routing modelinin doğruluğunun test edilmesinde zarar alanlarının tespiti ve karşılaştırılmasında kullanılmıştır. Çalışmada görüntünün sınıflandırılmasının nedeni taşkın modelleme yazılımında kullanılan LU parametresinin doğru olarak belirlenmesi için arazi kullanımının belirlenerek her guruba ait arazi örtüsünün özelliklerine göre pürüzlülük parametresinin atanmasıdır.

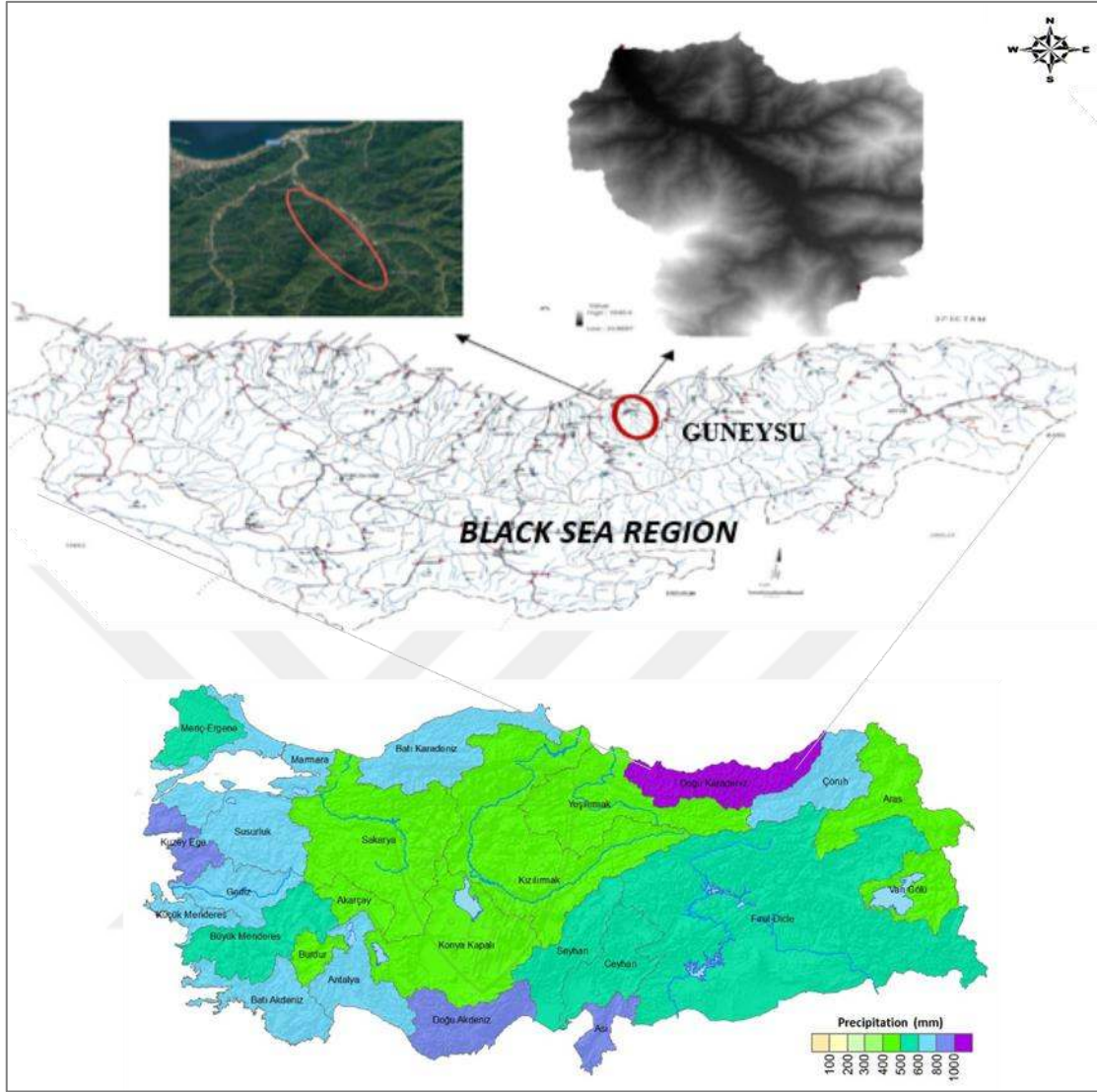
- Üretilen 25 yıllık, 100 yıllık ve 500 yıllık tekerrür periyoduna ilişkin taşkın modelleme çalışmaları geçmiş yıllara ilişkin taşkın yayılım alanlarının tahmini için yapılan bir modelleme değildir. Bu tekerrür periyodunun kullanılmasının nedeni bölgede meydana gelen taşkınların tekerrür periyodunun genel olarak 2 yıl olması ve bu alanda yüksek şiddetli olarak nitelendirebileceğimiz gelecekte meydana gelmesi muhtemel büyük taşkın tekerrür periyodunun 25 yıl, 100 yıl ve 500 yıl olarak tahmin edilmesidir. Böyle bir taşkın meydana gelmesi durumunda olması muhtemel zararlar ve risk alanı içinde bulunan unsurlar belirlenmiştir. Olması muhtemel kayıpların en aza indirilmesi için bölgeye özgü fiziksel olmayan sürdürülebilir zarar azaltma önlemleri önerilmiştir.

2.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı; Rize ili, Güneysu İlçesi sınırları içerisinde, 40°34'32.4"D ve 41°01'17.5"K koordinatları ile 40°37'58.9" D ve 40°57'29.4"K koordinatları arasında bulunmaktadır (Şekil 11). İlçe Merkezi sahilinden yaklaşık 10 km güneydoğu yönünde dere boyunca, oldukça dar bir vadide ve taşkın sahası içerisinde yer almaktadır. Çalışmaya konu akarsu uzunluğu yaklaşık 10 km'dir. Akarsu genişliği membadan mansaba kadar daralma ve

genişleme göstermekte olup ortalama genişlik yaklaşık 20-30 metredir. Rize merkezden güney yönüne doğru yaklaşık 7. km'den sonra dere genişliği 20 metrenin altına düşmektedir. Vadi boyunca uzanan dere yatağının yamaç eğimleri oldukça fazladır. Havza genel olarak dağlık ve sarp bir topoğrafyaya sahiptir. Havzanın güneybatı, güneydoğu ve güney bölümünde yükseklikler fazla olup, kuzey yönünde azalmaktadır. Topoğrafya, kıyı düzlüğünün hemen arkasından değişmektedir ve bu alanlarda yükseklik birdenbire 150-200 m'yi bulmaktadır. Buradan itibaren arazi, giderek daralan akarsu vadilerini oluşturmaktadır. Havza derin vadilerle yarılmış dağlık saha şeklindedir. Akarsu boyunca eğim yaklaşık %30'dur. Ancak memba kısmına yakın alanlarda eğim oranı %40-50 civarındadır.





Şekil 11. Çalışma alanı haritası

Havzaya hâkim iklim, Doğu Karadeniz Havzasının iklim özelliklerine sahiptir. Doğu Karadeniz Havzası, Çoruh ve Yeşilırmak havzalarıyla Karadeniz arasında uzanmakta olup, Trabzon ve Rize illerinin tamamını, Ordu ilinin tamamına yakını, Giresun, Gümüşhane ve Artvin illerinin bir kısmını içine almaktadır (Fakıoğlu ve Kağnıcıoğlu, 2009). Bölgenin kuzeyini Karadeniz, güneyini ise Doğu Karadeniz dağları sınırlamaktadır (Altınkaynak, 2008). Havzada aylık maksimum yağış değerleri 800 mm, yıllık maksimum yağış değerleri ise 4000 mm'nin üzerine çıkabilmektedir (Gürgen, 2004). DMİ Genel Müdürlüğü verilerine göre (1971-2000) havza içinde m²'ye düşen yağış ortalamaları; Ordu 1029 mm, Giresun 1231 mm, Trabzon 808 mm, Rize 2221 mm, ve 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 ise yaklaşık %7'sine tekabül etmektedir (Fakıoğlu ve Kağnıcıoğlu, 2009).

Güneysu havzasının iklimi yumuşaktır ve ortalama sıcaklıklar kışın 4 C⁰, yazın ise 25 C⁰ civarında olup yıllık sıcaklık ortalaması ise 14 C⁰'dir.. Taşkınlar genellikle ilkbahar ve sonbahar aylarında gerçekleşmektedir. Ani ve şiddetli yağışlar, uzun süren yağışlar ve kar erimeleri nedeniyle meydana gelen taşkınların tekerrür aralığı iki yılda birdir.

Havzanın arazi kullanım türü genel olarak tarım arazileri, orman sahaları, yerleşim yerleri, mera arazileri ve kayalık alanlardan oluşmaktadır. Yerleşim yerleri Karadeniz Bölgesi'nin genelinde olduğu gibi dağınık halde olup tarım arazileri genellikle çay ve sebze üzerinedir. Havzada hakim tarım ürünü çaydır ve çay tarımının bir kısmı orman arazilerinden açılmıştır. Bir kısım sebze tarımı ise derenin taşkın sahası içinde yapılmaktadır. Orman arazilerinde hakim ağaç türü Kayın olmakla birlikte diğer yaygın türler Kestane (*Castanea Sativa*), Kızılağaç (*Alnus glutinosa*) ve Ladindir (*Picea orientalis*). Güneysu Deresi'nin membadan mansaba kadar şevlerde bitki örtüsü bulunurken dere yatağında yer yer kum, çakıl, taş, ağaç gövde/ kökü ve kaya iriliğinde rüsubat birikimi olmaktadır. Rüsubat, yatakta oyulmalara neden olduğu gibi, tarım arazilerine de zarar vermektedir (Şekil 12).

Dere güzergâhı boyunca gözlenen litolojik birimler ise Üst Kretase yaşlı Çatak Formasyonu (Gri-yeşil renkli andezit, andezitik bazalt lav ve piroklastları ile ara tabakalı bulunan kırmızı-bordo renkli çamurtaşı, silttaşı, gri renkli marn ve kumtaşları) ve Paleosen yaşlı Kaçkar Granitoyidi'dir (Genellikle gri, yeşilimsi gri, yer yer pembemsi renkte, çok kırıklı, çatlaklıdır) (DSİ, 2015). Ayrıca havza geneli, Bayındırlık Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü tarafından 1996 yılında yayınlanan "Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası"na göre 4. derece deprem bölgesinde yer almaktadır.



Şekil 12. Taşkın havzasında meydana gelen taşkınlar nedeniyle oluşan zararlar (DSİ,2015).

2.2. Çalışmada Kullanılan Veri ve Altılıklar

Hidrolojik özellikler, bitki örtüsü, topografik yapı, jeoloji, meteorolojik ve atmosferik koşullar gibi faktörler taşkınları tetikleyen veya şiddetini arttıran unsurlardır. Bu faktörlerin yanısıra kentsel ve kırsal yerleşim özellikleri, arazi kullanım türü, su kaynaklarının yönetim şekli ile tarımsal/endüstriyel faaliyetler de taşkınların oluş biçimlerine ve etki düzeylerine tesir ederek taşkın kaynaklı kayıpları artırmaktadır.

Bu nedenle birçok akademik çalışma ve Birleşmiş Milletler (BM), Federal Acil Durum Yönetim Ajansı (FEMA) ve Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) gibi kuruluşların da ifade ettiği gibi taşkınla mücadele çalışmalarında tüm faktörlerin bütüncül olarak ele alınması 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.

Taşkın nedeniyle meydana gelebilecek olası hasarların doğru bir şekilde belirlenebilmesi için; taşkın risk alanlarının, olası risklerin ve risk altındaki unsurların detaylı olarak tespit edilmesi gerekmektedir. Kuşkusuz bunun taşkın olayı meydana gelmeden önce yapılması ve taşkın esnasında taşkına etki eden unsurlardaki değişimlerin izlenerek risklerin gerçek zamanlı olarak belirlenmesi gerekmektedir. Böyle bir çalışma risk altındaki unsurların doğru bir şekilde belirlenmesini sağlarken arazi kullanımındaki değişimlerin taşkın riskini nasıl etkilediğinin de belirlenmesini sağlayacaktır. Bu çalışmada bu amaçla Tablo 10'da yer alan veriler kullanılmıştır.

Tablo 10. Çalışmada kullanılan veri türleri ve kullanım amacı

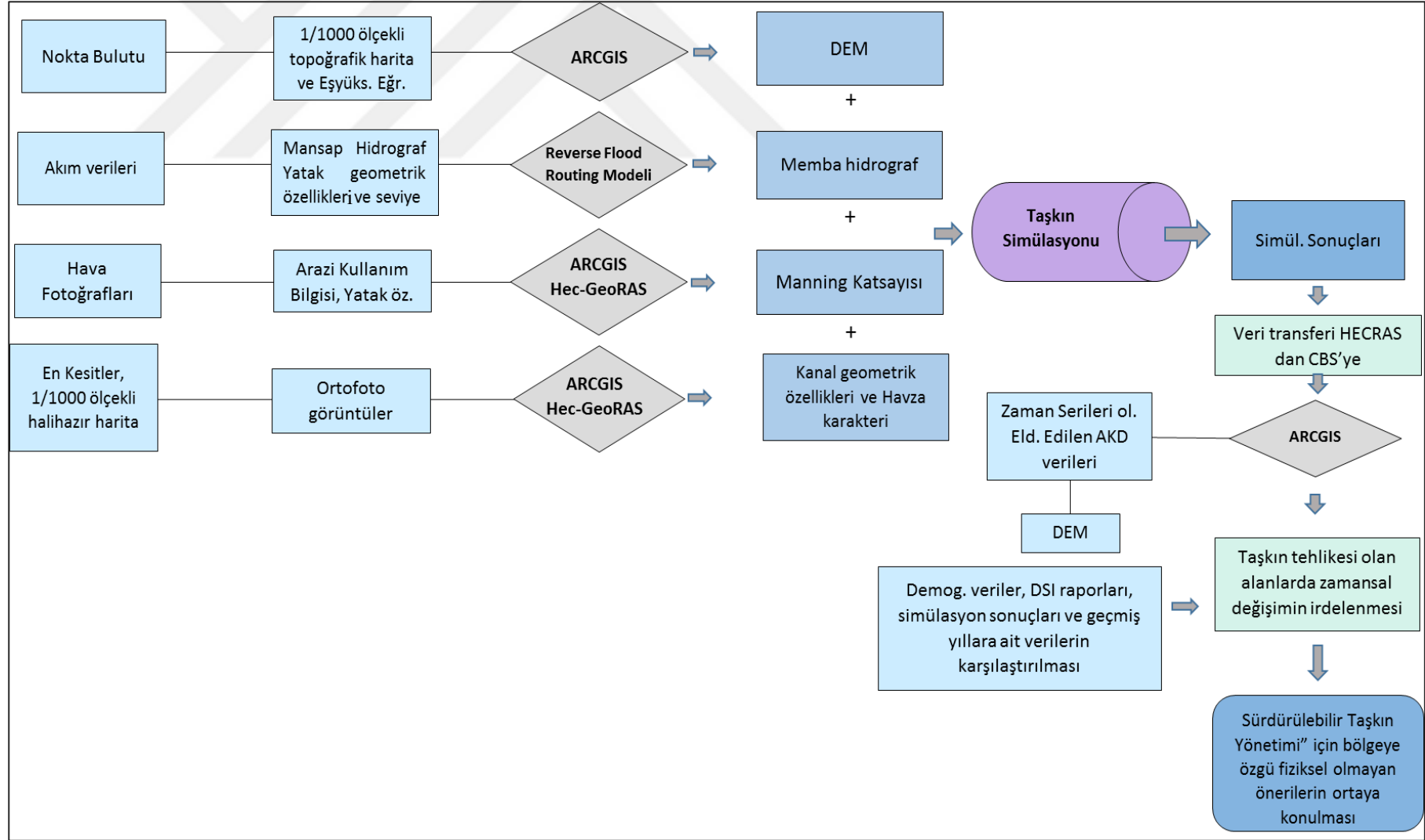
Kullanılan Veri	Kullanım Amacı
Topografik harita (1973 yılına ait 1/2000 ölçekli harita ve 2008, 2009 ve 2014 yıllarına ait 1/1000 ölçekli halihazır harita)	Sayısal Yükseklik Modelinin oluşturulması
	Nehir ve havza karakteristiğinin belirlenmesi
	Havza yağış alanı hesabı
	Taşkın senaryolarının doğru biçimde simüle edilmesi
	Taşkın risk sınırlarının belirlenmesi
	Risk altındaki unsurların belirlenmesi
Hava fotoğrafları (UTM -WGS84 datumunda, GSD: 30 cm)	Arazi ve arazi üzerindeki varlıklara ait bilgilerin çıkarımı
	Taşkının vereceği zararların ve risk altındaki varlıkların doğru bir şekilde belirleyebilmek
	Taşkın senaryolarının doğru biçimde simüle edilmesi
	Pürüzlülük parametresinin tayin edilmesi

Tablo 10'un devamı

Arazi kullanım bilgisi 1971, 1984 ve 2007 yıllarına ait arazi kullanım haritaları, yersel fotoğraflar ve hava fotoğrafları	Taşkın hızı, ilerlemesi ve etki alanının belirlenmesi
	Taşkın senaryolarının doğru biçimde simüle edilmesi
	Pürüzlülük parametresinin tayin edilmesi
	Taşkının vereceği zararların ve risk altındaki varlıkların doğru bir şekilde belirlenebilmesi
Akarsu güzergahı	Taşkın hızı, süresini, yayılımı ve etki alanının belirlenmesi
	Taşkın senaryolarının doğru biçimde simüle edilmesi
	Risk ve risk altındaki alanların belirlenmesi
Meteorolojik veriler (Geçmiş tarihli taşkınlara ilişkin yaklaşık yağış verileri)	Meteorolojik faktörlerin taşkın oluşum hızı, süresi ve etki alanına etkisini belirleyerek, çeşitli yağışın taşkın oluşumuna etkisinin irdelenmesi
Demografik veriler	Risk altındaki nüfusun belirlenebilmesi,
	Risk altındaki nüfusun özelliklerinin belirlenmesi
Daha önce meydana gelen taşkınlara ait zarar kayıtları, hava foto., uydu görün. ve haritalar	Gelecekte meydana gelebilecek taşkın olayları, risklerin ve olası zararların doğru şekilde tayin edebilmek
	Taşkın senaryolarının doğru biçimde simüle edilmesi
	Risk ve risk altındaki varlıkların belirlenmesi
Okul, hastane, fabrika vb..	Risk altındaki okul, hastane ve fabrika binalarının belirlenmesi

Çalışmada kullanılan verilerin kullanım aşamaları Şekil 13'te akış diyagramında gösterilmektedir.

Şekil 13. Akış diyagramı



2.2.1. Görüntü Sınıflandırma

Taşkın modelleme ve taşkın risk çalışmalarının ihtiyaç duyduğu arazi kullanımına ve arazi örtüsüne ilişkin bilgilerin tamamını arazide ölçerek elde etmek ekonomik bir yöntem değildir. Bu nedenle 2016 yılına ait, yer örnekleme aralığı 30 cm olan hava fotoğrafları kullanılmıştır. Kullanılan hava fotoğraflarına ait nokta bulutundan elde edilen yükseklik modeli taşkın modelleme çalışmaları için altlık oluşturmaktadır. Yüksek konumsal çözünürlüğe sahip bu veriler çalışmanın en hassas aşamasını oluşturmaktadır. Bunun nedeni su baskınına uğraması muhtemel alanların belirlenmesi için kullanılan taşkın model elemanlarının bu yükseklik modeline göre üretilmesidir. Ayrıca modelin diğer önemli parametreleri; dere, yamaçlar, güzergâh (akım yolu), en kesitler, arazi kullanımı, yanal yapılar, seddeler, manning pürüzlülük parametresinin belirlenmesi için gerekli bilgiler, engeller ve köprüler, 2016 yılına ait 3 derece dilimli UTM projeksiyonunda WGS 84 datumunda olan ve yer örnekleme alanı 30 cm olan hava fotoğrafları kullanılarak üretilmiştir.

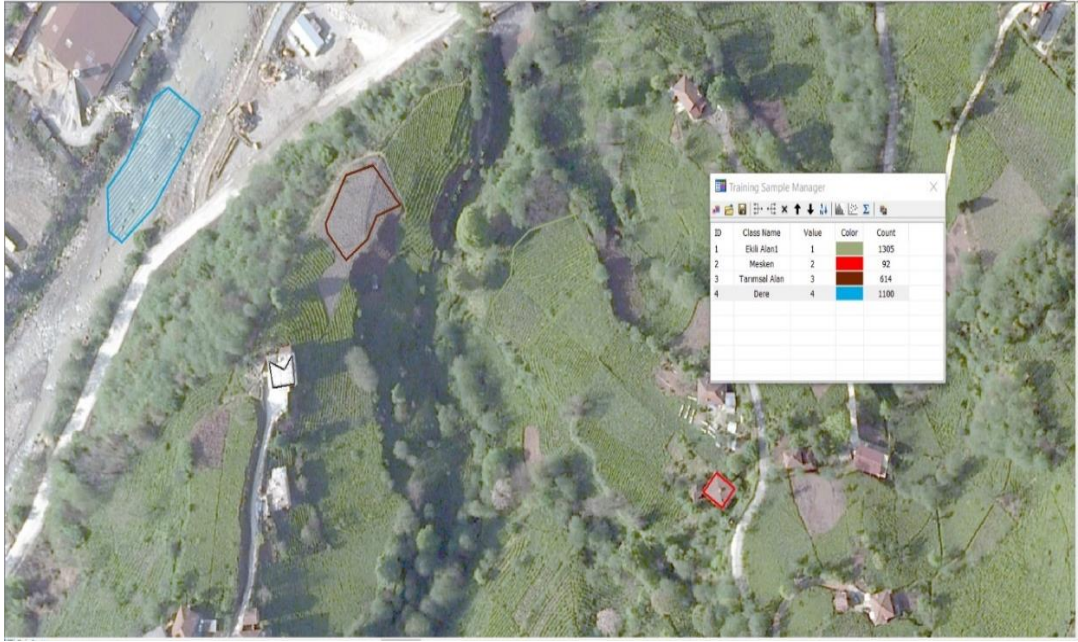
Çalışmada UA taşkın modelleme için gerekli model katmanlarının ve parametrelerinin üretilmesi, yükseklik modelinin üretilmesi ve meydana gelmesi muhtemel taşkın olaylarının neden olacağı zararların belirlenmesi için kullanılmıştır. Ayrıca Reverse Flow Routing modelinin doğruluğunun test edilmesinde ve zarar alanlarının tespiti ve karşılaştırılmasında da kullanılmıştır.

Çalışmada hava fotoğraflarının sınıflandırılmasının nedeni, taşkın modelleme yazılımında kullanılan land use parametresinin doğru olarak belirlenmesi için arazi kullanımının gruplandırılarak, her grubun sahip olduğu arazi örtüsünün özelliklerine göre pürüzlülük parametresinin atanmasıdır.

Görüntü Sınıflandırma yeryüzü nesnelerinin farklı spektral yansıtma değerlerine dayalı olarak çeşitli istatistiksel analiz yöntemler, karar verme algoritmaları vb. kullanarak görüntünün spektral değerlerini gruplara ayırma işlemidir. Sınıflandırma işlemi nesne tabanlı ve piksel tabanlı olarak uygulanabilmektedir. Pikselleri segmentlere ayırma aşamasında gruplandırarak renk, komşuluk, sıklık gibi çeşitli özellikleri de kullanan nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi, piksellerin sadece istatistiksel analizine dayanan piksel tabanlı sınıflandırma yöntemine göre daha başarılı sonuçlar vermektedir (Kalkan ve Maktav, 2010). Ancak iki yöntemden hangisinin seçileceği çalışmadan beklenen hassasiyet, zaman ve mevcut imkanlara göre değişebilmektedir. Bununla birlikte sınıflandırma işlemi kontrollü

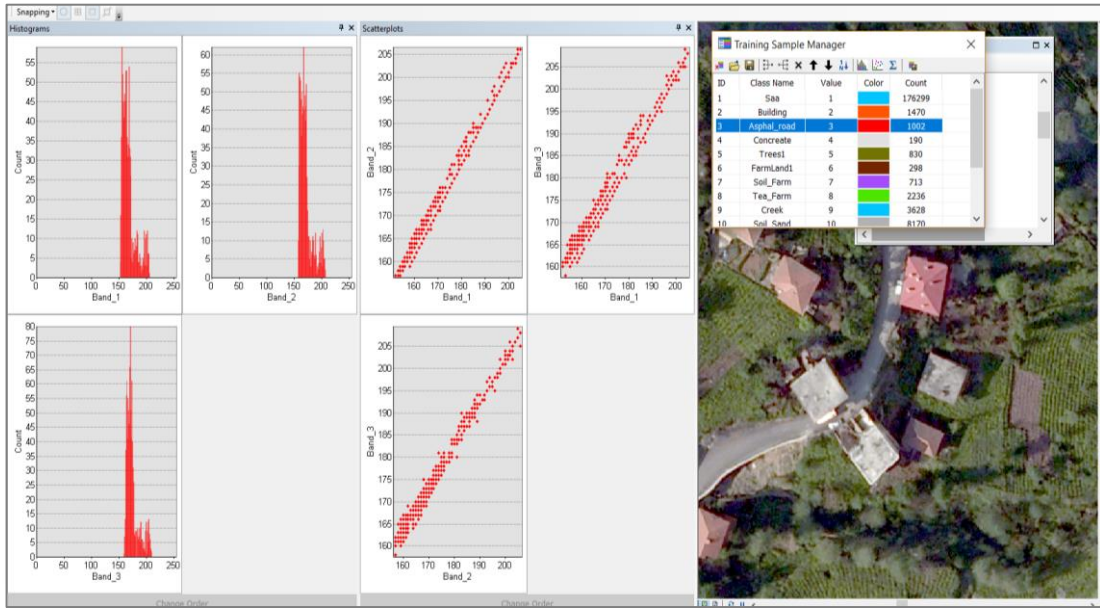
ve kontrolsüz sınıflandırma olarak iki şekilde uygulanabilmektedir. Kontrollü sınıflandırma işleminde kullanıcı arazi hakkındaki ön bilgi, haritalar, arazi doğrulama bilgisi veya çeşitli hava fotoğraflarından faydalananarak görüntü üzerinden örüntüleri doğrudan seçmektedir. Yazılım seçilen bu örüntülere benzer piksel değerlerini bularak sınıflandırma işlemini yapmaktadır.

Genellikle arazi hakkında fazla ön bilgi bulunmadığı durumlarda kullanılan kontrolsüz sınıflandırma yöntemi, doğrudan veriye bağımlıdır ve daha ziyade bilgisayar tarafından otomatik olarak yapılan sınıflandırma işlemidir. Bu doktora çalışması kapsamında kullanılan görüntülerin tamamında kontrollü sınıflandırma yöntemi kullanılmıştır. Öncelikle arazi üzerinde bilinen sınıfları temsil edecek “eğitim alanları” olarak adlandırılan yararlı bilgi sınıfları belirlenmiş ve bu sınıfların spektral ayırt edilebilirliği incelenmiştir (Şekil 14 ve Şekil 15).



Şekil 14. Kontrollü sınıflandırma eğitim alanlarının belirlenmesi

Belirlenen eğitim alanları program tarafından her sınıf için spektral özellikleri tanımlayan bir sayısal yorumlama anahtarı olarak kullanılmıştır. Eğitim sınıfları belirlendikten sonra sınıflandırma aşamasına geçilmiştir.



Şekil 15. Kontrollü sınıflandırma iş adımları

Sınıflandırma yöntemi olarak Maksimum Likelihood (En Yüksek Olasılık) yöntemi (MLC) kullanılmıştır. En yüksek olasılık yöntemi Bayes sınıflandırmasına dayanmaktadır.

Sınıflar, Bayes sınıflamasında C_i olarak tanımlanmıştır; burada $i = 1 \dots N$; N ; ölçüm vektörü belirli bir piksel sınıfını belirlemek için sınıf sayısını temsil eder. Koşullu olasılıklar;

$$P(C_i|v), i=1 \dots N \quad (1)$$

Bir piksel için etiketleme yapabildiğimizden daha fazla bir koşul olasılığı $P(C_i | v)$ kümesi varsa, karar verme kuralına göre:

$$v \in -C_i \text{ if } P(C_i|v) > P(C_j|v) \text{ for all } j \neq i \quad (2)$$

Denklem (2) de, v ölçüm vektörüne sahip piksel, $P(C_i | v)$ kümesinin en büyük olasılığı ise, C_i sınıfının bir üyesidir.

Koşullu olasılık fonksiyonu, sınıfsal koşullu olasılık $P(C_i | v)$ kümesinin her sınıf için etiketli eğitim verisinden tahmin edilir. İstenen $P(C_i | v)$ ve mevcut $P(C_i | v)$, Bayes teoremiyle ilgili eğitim verisinden hesaplanır:

$$P(C_i|v) = P(v|C_i)P(C_i)/P(v) \quad (3)$$

$P(C_i)$, C_i sınıfına ait bir pikselin görüntünün herhangi bir yerinde bulunma olasılığıdır; $P(v)$, görüntüde v ölçüm vektörü olan bir piksel bulma ihtimalidir. $P(v)$;

$$P(v) = \sum_{i=1}^N P(v|C_i)P(C_i) \quad (4)$$

2 numaralı denklemde, denklem 3 yazıldığında;

$$vC - C_i \text{ if } P(v|C_i)P(C_i) > P(v|C_j)P(C_j) \text{ for all } j \neq i \quad (5)$$

Eğitim verilerinin bilinmesinden dolayı 5 nolu denklem daha kabul edilebilirdir. MLC için sınıf koşullu fonksiyon $P(v | C_i)$ için bir olasılık modeli gerekir. Bu nedenle, $P(v|C_i)$ gauss dağılımı olarak da bilinen çok değişkenli normal dağılım olarak kabul edilir.

Bir N boyutlu uzay için, çok değişkenli Gauss dağılım fonksiyonu;

$$P(v|C_i) = (2\pi)^{-\frac{N}{2}} |Y_i|^{-\frac{1}{2}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} (v - Z_i)^T Y_i^{-1} (v - Z_i) \right\} \quad (6)$$

Z_i : Ortalama vektör (C_i sınıfına ait)

Y_i : kovaryans matrisidir (C_i sınıfına ait).

2.3. Hidrograf Simülasyonu

Taşkın modelleme, taşkın tehlikesi altındaki unsurların önceden belirlenmesi ve zarar azaltma çalışmaları için yapısal olmayan temel önlemlerden biridir. Hidrograf verisi doğal nehirlerde taşkın modelleme çalışmaları için anahtar veridir. Özellikle yukarı istasyon alanındaki akış gözlem istasyonlarından elde edilen hidrograf verisi doğru bir modelleme yapılması için kritik verilerden biridir. Ancak ülkemiz gibi gelişmekte olan ülkelerin

birçoğunda olduğu gibi özellikle memba kısmında akış gözlem istasyonu olmamasından dolayı hidrograf verisi temin edilememektedir. Memba kısmında gözlenen hidrografların tahmini için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Ancak bazı yöntemler hidrografın hesabı için çeşitli ek veriler gerektirmekle birlikte, bazı modellerin hesaplama hassasiyeti kabadır. Bu doktora çalışmasında kullanılan metodun seçilmesinin nedeni, hidrograf simülasyonu için sadece akarsu geometrik özellikleri, aşağı istasyon seviye bilgisi ve aşağı istasyon hidrograf verilerine ihtiyaç duymasıdır. Yöntem İtalya’da bulunan yaklaşık 30 km mesafeli Tiber Nehri üzerindeki Ponte Nuovo ve Monte Molino istasyonları arasında uygulanmıştır (Tayfur., 2016). Simülasyon sonuçları modelin hem aşağı hem de yukarı istasyondaki hidrografları tahmin edebilmekte başarılı olduğunu göstermiştir.

Bu çalışmada kullanılan geriye doğru hidrograf simülasyonu Zucco vd. (2015) tarafından geliştirilen geriye doğru taşkın öteleme metodu kullanılarak yapılmıştır. Ayrıca metodun açıklanmasında ve uygulanmasında Tayfur (2016) ve Tayfur (2015)’den faydalanılmıştır.

Modelin anlatımı; Zucco vd. (2015); Tayfur (2015) ve Tayfur (2016) ile devam etmektedir;

Pearson Tip III dağılım fonsiyonu yukarı (upstream) hidrograf temsili için kullanılmıştır:

$$Q_u(t) = Q_{pu} * \left(\frac{t}{t_{pu}} \right) \exp \left(\frac{1 - \frac{1}{t_{pu}}}{y - 1} \right) + Q_b \quad (6)$$

$Q_u(t)$; Yukarı akım debisi,

Q_{pu} ; Dağılımın pik değeri,

Q_b ; Taban akım debisi,

t_{pu} ; Pik değerinin oluştuğu zaman.

Birinci eşitlikten anlaşıldığı üzere Q_{pu} , t_{pu} ve Q_b olmak üzere tahmin edilmesi gereken üç parametre vardır.

Süreklilik denkleminde dayanarak, temel öteleme denklemi olarak aşağıdaki denklem elde edilir (Zucco vd. 2015).

$$\left[Q_u(t - T_l) + q_l(t)L \right] - Q_d(t) = \frac{dS}{dt} \quad (7)$$

$Q_d(t)$; Aşağı akım debisi,
 $q_l(t)$; Yanal akım debisi,
 L ; Akarsu uzunluğu,
 S ; Depolama alanı ,
 T_l ; Dalga varış zamanı,
 t ; Zaman.

7 Numaralı eşitlikten aşağı istasyon deşarjı aşağıdaki gibi ifade edilir;

$$Q_d(t) = \left[Q_u(t - T_l) + q_l(t)L \right] - \frac{S(t) - S(t - T_l)}{T_l} \quad (8)$$

Burada; $S(t - T_l)$, $(t - T_l)$ anındaki depolama hacmini ve $S(t)$, t anındaki depolama hacmini gösterir.

$$S(t) = \eta W L h_d(t) \quad (9)$$

Denklem sistemini kapatmak için; depolama hacmi (S) aşağı istasyon akım derinliğine (Moramarco ve Melone, 1999) ve yanal akım debisi aşağı istasyon akım debisine (Tayfur ve Moramarco, 2008) ilişkilendirilebilir (Tayfur, 2016):

$$q_l(t)L = \alpha_3 Q_d^{\beta_3}(t) \quad (10)$$

η, α ve β ; Parametreler,

W ; Nehir kesit genişliği ve

$h_d(t)$; Aşağı istasyon akım derinliğidir.

2.3.1. Genetik Algoritma

Genetik algoritma (GA), doğal seleksiyonun biyolojik süreçlerinden ve en güçlü kişinin hayatta kalması prensibinden esinlenen doğrusal olmayan bir arama ve optimizasyon yöntemidir. Nispeten az varsayım yapar ve fonksiyonların türevlenebilirlik ve süreklilik gibi matematiksel özelliklerine dayanmaz. Bu durum daha genel olarak uygulanabilir ve sağlam olmasını sağlamaktadır [Liong vd., (1995); Goldberg, (1999)].

GA'nın temel birimleri 'bit', 'gen', 'kromozom' ve 'gen havuzundan' oluşur. Gen, Bit'lerden $[0 \text{ ve } 1]$ oluşan, optimize edilecek bir model parametresini (veya bir karar

değişkenini) temsil eder. Genlerin kombinasyonu, her bir değişken için olası bir çözüm olan her birinin kromozomunu oluşturur. Sonunda, kromozom seti gen havuzu oluşturur.

GA operasyonları temel olarak "başlangıç gen havuzunun oluşturulması", 'Her kromozom için uygunluğun değerlendirilmesi', 'seçim', 'çaprazlama' ve 'mutasyon' lardan oluşmaktadır. GA ile ilgili daha detaylı bilgi Goldberg (1989) ve Tayfur (2012) 'den elde edilebilir.

GA, belirtilen kısıtlamaların altında nesnel bir işlevi en aza indirebilir (veya en yükseğe çıkarabilir). Bu çalışmanın amacı için Genetik Algoritma, ortalama mutlak hata (MAE) fonksiyonunu en aza indirgeyerek sunulan modellerin parametrelerinin ve katsayılarının optimum değerlerini elde etmek için kullanılmıştır:

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| Q_{d_{model}} - Q_{d_{observed}} \right| \quad (11)$$

N ; Gözlem sayısı,
 $Q_{d_{model}}$; Model tarafından üretilen aşağı istasyon hidrografi,
 $Q_{d_{observed}}$; Gözlemlenen aşağı istasyon hidrografi.

Çalışmada kullanılan geriye doğru taşkın öteleme yöntemi ile hidrograf simülasyonu kısaca aşağıdaki şekilde özetlenebilir;

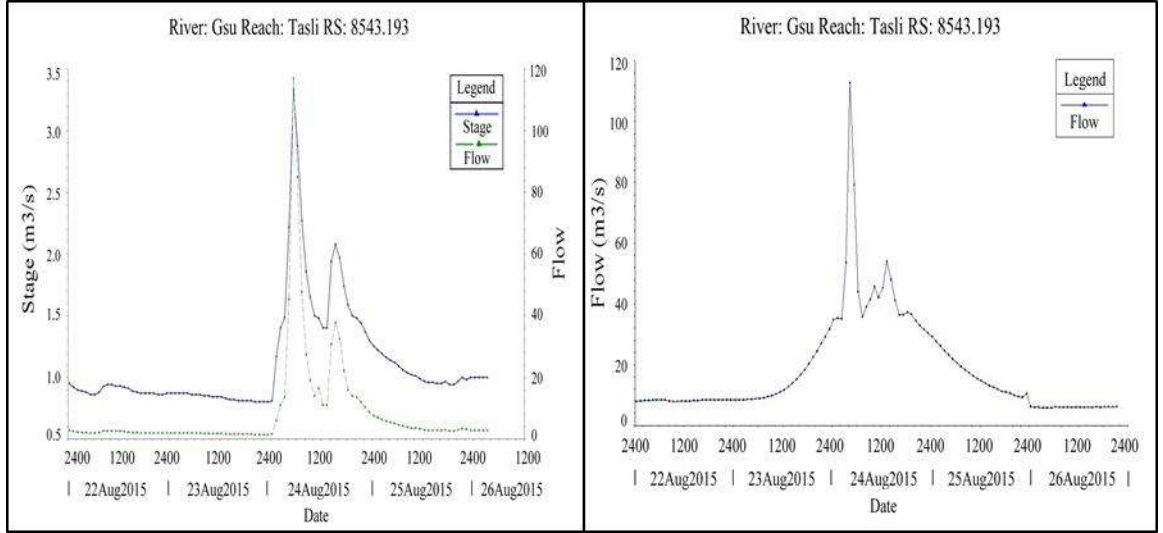
1. İterasyona başlamak için, parametrelere başlangıç değerler ve katsayılar atanır: Q_{p_u} , t_{p_u} , η , α_3 , β_3 .
2. 6 numaralı eşitlik kullanılarak yukarı istasyon hidrografi hesaplanır $Q_u(t)$.
3. 9 numaralı eşitlik kullanılarak hem $S(t)$ hemde $S(t-T_l)$ için depolama hacmi hesaplanır.
4. 10 numaralı eşitlik ile yanal akım debisi $q_l(t)$ hesaplanır.
5. 8 Numaralı eşitlik kullanılarak aşağı istasyon hidrografi $Q_d(t)$ hesaplanır.

$$6. \quad MAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| Q_{d_{model}} - Q_{d_{observed}} \right| \quad \text{fonksiyonu ile hata hesaplanır. Burada; } N$$

gözlem sayısını, $Q_{d_{model}}$ modelin hesapladığı debiyi ve $Q_{d_{observed}}$ ölçülen debiyi göstermektedir.

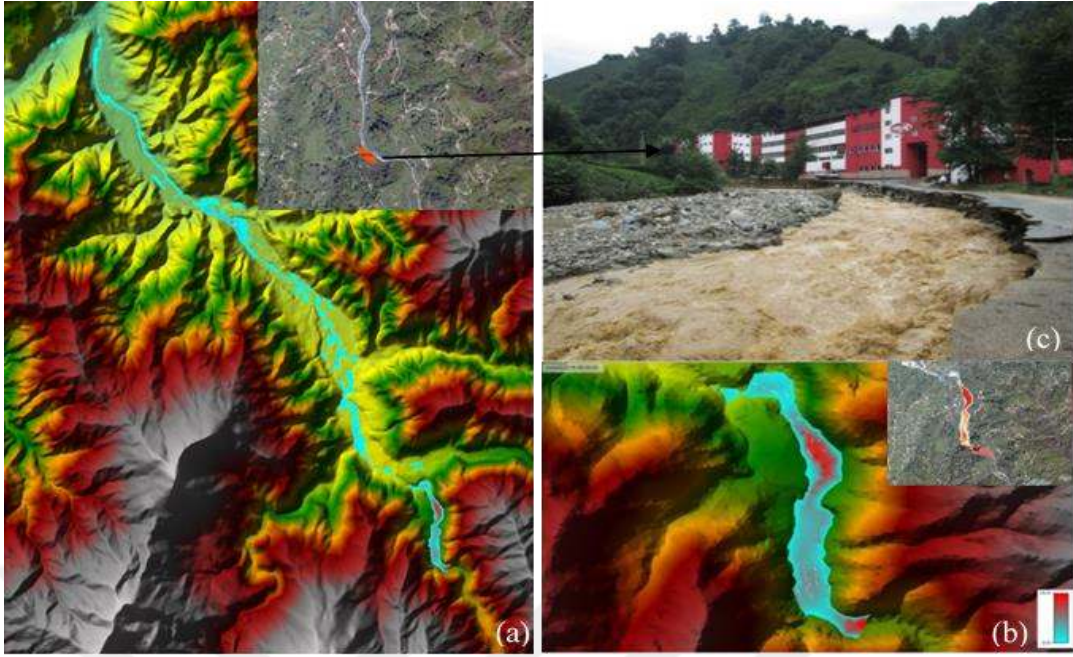
7. Hata fonksiyonu minimize edilinceye kadar Adım 2 den Adım 7'ye kadar işlemlere devam edilir.
8. Hata minimize edildiğinde, iterasyon işlemi sonlandırılır ve parametrelerin en iyi değerleri not edilir (Tayfur, 2016).

GA'daki tekli iterasyon, 2'den 5'e kadarki adımları içermektedir. Belirli sayıda iterasyonun sonunda (önceden belirlenmiş tolerans sınırını tatmin ederek), aşağı istasyon hidrografi, gözlemlenen aşağı istasyon hidrografına mümkün olduğunca yakın olarak üretilmiştir. Burada en iyi çözüm ile sonuçlanan parametre ve katsayı değerleri optimal değerler olarak ayrılmıştır. Daha sonra, elde edilen optimum parametre değerleri denklem (6)'da yukarı istasyon hidrografi üretmek için kullanılmıştır, (Şekil 16).



Şekil 16. a. Aşağı istasyon gözlemlenen hidrograf b. Model tarafından üretilen yukarı istasyon hidrograf (Ağustos, 2015)

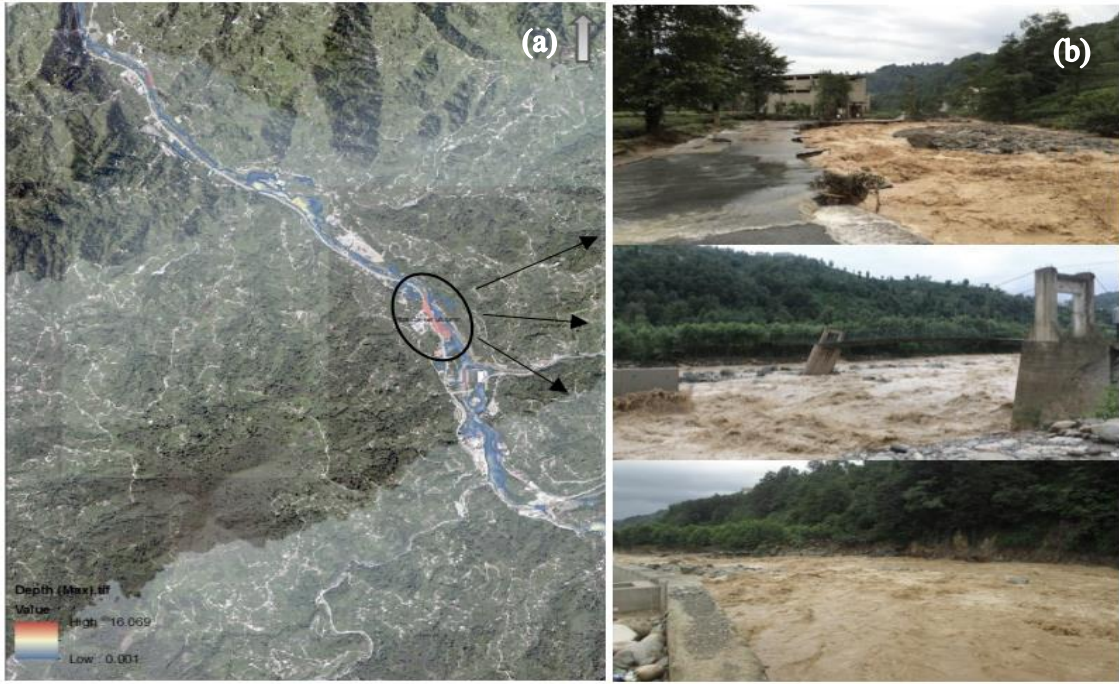
Üretilen sonuçlar CBS ortamına aktarılarak taşkın tehlikesinin yüksek oranda olduğu alanlar ve zarar görmesi muhtemel unsurlar hava fotoğrafları üzerinden belirlenmiştir. Bu alanlar ile 2015 yılı taşkın afetine ilişkin Devlet Su İşleri raporları ve meydana gelen zararlara ilişkin fotoğraflar karşılaştırılarak yöntemin başarısı belirlenmiştir (Şekil.17, Şekil 18, Şekil 19 ve Şekil 20). Model yaklaşık olarak yüzde seksen oranında doğruluklu tahminde bulunmuştur.



Şekil.17.a. Ağustos 2015 taşkınına ait taşkın hidrografi kullanılarak üretilen taşkın simülasyonu ve meydana gelen taşkın hadisesinin karşılaştırılması. b. Yüksek riskli alanda kaldığı tespit edilen Güneysu Kibledağ köyü c. Çay fabrikası ve meydana gelen taşkında oluşan zarar



Şekil 18. a. Taşkın modelleme sonucu belirlenen taşkın tehlikesi altında olan alanlar, b. Güneysu İlçesi futbol sahasının bulunduğu alanda sağ sahilde bulunan zarar görmüş taş istinat duvarı.



Şekil 19. a Taşkın modelleme sonucu belirlenen taşkın tehlikesi altında olan alanlar, b: Ulucami mahallesinde orta ayağı tahrip olan köprü, zarar gören karayolu bölümü ve taş istinat duvarı



Şekil 20. a. Taşkın modelleme sonucu belirlenen taşkın tehlikesi altında olan alanlar, b: Pekmezli köprüsünün sağ sahilde bulunan taş istinat duvarı yaklaşık 60 metre hasar görmüştür

2.4. Taşkın Modelleme

2.4.1. Hidrolik ve Hidrolojik Yöntemler

2.4.1.1. Hidrolik Yöntemler

Hidrolik, yani yayılı yöntemler: süreklilik ve momentum denklemlerini bir arada kullanarak akarsu boyunca stabil yapıda olmayan taşkın dalgasının zamanla değişimini belirlemede kullanılan yöntemlerdir. Ancak bu denklem takımının çözümü pek kolay olmadığından bazı ihmallere yapılarak çeşitli yaklaşık yöntemler kullanılmaktadır. Yapılan sadeleştirme derecesine göre Hidrolik modeller; kinematik dalda, difüzyon dalgası ve dinamik dalga modelleri olarak üç gruba ayrılmaktadır. Kinematik dalga modelinde; momentum denkleminde atalet kuvvetleri ve basınç kuvveti ihmal edilerek yerçekimi ve sürtünme kuvvetlerinin dengede olacağı varsayılırken; difüzyon dalga modelinde, zamanla değişen akımın momentum denkleminde yer alan yerel ve konvektif ivmeleri ihmal edilmektedir. Son olarak, dinamik dalga modeli yerçekimi, sürtünme kuvvetlerinin yanında atalet ve basınç kuvvetlerinin hepsinin momentum denkleminde çözümünü içermektedir (Yücel, 2015; Girayhan, 2015). Hidrolik yöntemler genel olarak taban eğimi yüksek olan akarsularda arzu edilen hassasiyet ve doğrulukta sonuçlar vermezken, taban eğimi fazla olan akarsularda hidrolojik yöntemler daha iyi sonuçlar vermektedir (Onuşluel Gül, 2011). Hidrolik Modellemede kullanılan belli başlı hidrolik model çeşitleri Tablo 11’de verilmektedir.

Tablo 11. Hidrolik modellemede kullanılan belli başlı hidrolik model çeşitleri (Asselman, 2009, Girayhan 2015)

Yöntem	Tanım	Uygulama Alanı	Örnek Modeller	Girdi Verileri	Çıktılar	Hes. Süresi
1 B	St.Venant Denkleminin 1B çözümü	Havza bazında taşkın modelleme	MIKE 11 HEC-RAS SOBEK-CF Infoworks RS(ISIS)	Yerinde alınmış akarsu ve taşkın alanına ait kesit bilgileri , Membadaki taşkın hidrografi, Mansap seviye hidrografi	Her bir kesitte su derinliği ve ort. hız bilgileri, SYM yüzeyi üstünde su derinliği, taşkın hidrografi	Dakika
1B+	Depo hücreleri yöntemiyle taşkın alanlarının modellenmesi	Havzanın durumuna göre yüzlerce km.ye kadar nehir taşkını modelleme çalışmaları, ayrıca geniş aralıklı en kesitlerle beraber geniş alanlarda kullanılabilir.	MIKE 11 HEC-RAS SOBEK-CF Infoworks RS(ISIS)	1 Boyutlu modellerle aynı	1 Boyutlu modellerle aynı	Dakika-Saat
2B-	2 Boyutta süreklilik ve momentumun korunumu (taşınım ivmesine sahip değildir)	Geniş alanların modellenmesi, Şehir taşkın. modellenmesi.	LISFLOOD-FP	SYM membadaki taşkın hidrografi, Mansaptaki seviye debi hidrografi	Yayılm alanı Su derinlikleri Mansap hidrografi	Saat

Tablo 11'in devamı

2B NC	Sığ yüzey denklemlerinin (SWE) 2 Boyutta korunumsuz formda çözümü	100 kilometreye kadar taşkın model. kullanılabilir. Büyük hücre boyutlarıyla geniş alanların modellenmesinde de kullanılabilir. Baraj yıkılma analizleri için uygun değildir.	TUFLOW	SYM Membadaki taşkın hidrografi Mansaptaki seviye debi hidrografi	Yayılım alanı, Her bir hesap noktasında ortalama hızlar, Su derinlikleri, Mansap hidrografi	Saat-Gün
2B C	Sığ yüzey denklemlerinin (SWE) 2 Boyutta korunumlu formda çözümü	2B NC modeliyle aynı alanlarda uygulanabilir. Ek olarak baraj yıkılmalarında da kullanılabilir.	MIKE 21 TELEMAC SOBEK-OF Delft-FLS Infoworks	SYM Membadaki taşkın hidrografi, Mansaptaki seviye debi hidrografi	Yayılım alanı, Su derinlikleri, Su derinliğine göre hızlar, Mansap hidrografi	Saat-Gün
2B+	2 Boyutta süreklilik ve momentumun korunumu çözümlerine ek olarak dikey hızlarında süreklilik denklemleriyle çözümü	Genellikle kıyıların modellenmesinde kullanılmaktadır. Ayrıca araştırma amaçlı nehir modellerinde de kullanılır.	TELEMAC 3D Delft-3D	SYM Membadaki taşkın hidrografi, Koy,körfez veya giriş yapılarındaki hız dağılımları, Mansaptaki seviye debi hidrografi	Yayılım alanı su derinlikleri her bir yönde (x,y,z) su hızları, Mansap hidrografi	Gün

Tablo 11'in devamı

3B	Navier-Stokes denklemlerinin 3 boyutta çözümü	Lokal taşkın alanlarında hız vektörlerinin 3 boyutta elde edilmesi	CFX FLUENT PHEONIX	SYM Membadaki taşkın hidrografi, Koy,körfez veya giriş yapılarındaki hız dağılımları ve kinetik enerji dağılımları Mansaptaki seviye debi hidrografi	Yayılm alanı, Su derinlikleri Her bir yönde (x,y,z) su hızları ve hesaplama yapılan hücrelerde kinetik enerji dağılımları, Mansap hidrografi	Gün
-----------	---	--	--------------------------	---	--	-----

2.4.1.2 Hidrolojik Yöntemler

Hidrolojik (toplu) yöntemler, sadece akımın süreklilik denklemini kullanmaktadır. Yapılan bazı ek kabullerle belirli kesitlerde stabil olmayan akımın zamanla değişimi belirlenmektedir (Onuşluel Gül, 2011). Bu yöntem akarsu, iklim koşulları-suyun çevrimi ve arazi özelliklerini bir arada ele alan ve birbirileri ile ilişkilerini kuran ve hidrolik yaklaşımlara göre daha fazla faktörü hesaplamalarda dikkate alan bir yöntemdir. Hidrolojik yöntemler özellikle taban eğimi büyük ve akım derinliği küçük olan akarsularda iyi sonuç vermektedir (Onuşluel Gül, 2011).

Hidrolojik yöntemler, dağılımlı modeller, yarı-dağılımlı modeller ve bütünleşik modeller olarak üçe ayrılmaktadır. Dağılımlı modeller; mekânsal değişimleri dikkate almaktadır, Yarı-dağılımlı modeller sadece mekânsal değişimleri dikkate alırken diğer özellikleri ihmal etmektedir. Bütünleşik modeller yüzey ve yeraltı sularını bir bütün olarak temsil eden modellerdir.

Hidrolojik modeller yaygın olarak doğadaki çevrimi etkileyen yağış, buharlaşma, sızma, yeraltı suyundan beslenme, toprak nemi gibi koşulları dikkate alan yöntemler olduğu için bir nehir havzası ya da alt havza için kullanılmaktadır. Hidrolojik yöntemleri kullanan taşkın modelleme yazılımları oldukça yaygındır. Bunlardan bazıları; HEC-RAS, SWMM (Amerika Çevre Koruma Ajansı tarafından geliştirilmiştir), AVSWAT (Neitsch, 2001) ve VIC (Liang ve Xie, 2001) ücretsiz olarak sunulmaktadır (Girayhan, 2015).

2.4.2. Taşkın Modelleme ve HEC-RAS

Taşkın yönetimi uygulamalarının en önemli aşamalarından biri meydana gelmesi muhtemel taşkın olaylarının etkileyeceği alanların ve risk altındaki unsurların belirlenmesidir. Bu alanların belirlenmesi uygun ve doğru seçilmiş taşkın modelleme yöntemiyle üretilmiş tehlike ve risk haritaları ile mümkün olmaktadır. Avrupa Birliği Taşkın Direktiflerinde (2007) çalışmanın amacına uygun modelleme yönteminin seçilmesi gereğini vurgulanmıştır. Bu çalışmada taşkın modelleme çalışmaları için HEC-RAS yazılımı kullanılmıştır. HEC-RAS yazılımı ilk versiyonu 1995 yılında yayınlanan ve Su Kaynakları Enstitüsü'nün (IWR) bir kolu olan Hidrolojik Mühendislik Merkezi tarafından geliştirilmiştir (Efe ve Önen, 2015). HEC-RAS doğal akarsular için; düzenli akım su yüzü profillerinin hesabı, değişken akım modellemesi, hareketli katı sınır sediment taşınım

modellenmesi ve su kalitesi analizlerini yapabilmektedir (HEC User Guide, 2010; Üyüklüoğlu vd., 2015). Yazılım kararlı akım durumunda, su yüzeyi profilinin belirlenmesinde kritik altı akım, kritik üstü akım ve karışık çözüm yaklaşımlarını sunmaktadır (Efe ve Önen; 2015). Su yüzü profillerinin hesaplanması için bir boyutlu enerji denklemi kullanılmakla birlikte enerji kayıplarının hesaplanması için manning denklemindeki sürtünme katsayısı ve daralma/genişleme katsayıları kullanılmaktadır. Bununla birlikte akım rejiminin ani değiştiği durumlarda momentum denklemi kullanılmaktadır. (HEC User Guide, 2010; Üyüklüoğlu vd., 2015; Efe ve Önen, 2015; Tuncer, 2011) Manning pürüzlülük katsayısı (n) belirlenmesinde ülkemizde de sıkça kullanılan yöntem; Cowan metodudur (Üyüklüoğlu vd., 2015) ve bu çalışmada Cowan metodundan (Tablo 12) faydalanılmıştır.

Süreklilik ve Momentum denklemleri;

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (12)$$

$$\frac{1}{A} \frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{1}{A} \frac{\partial (\frac{Q^2}{A})}{\partial x} + g \frac{\partial W}{\partial x} = g(S_0 - S_e) \quad (13)$$

Q : Debi,

A : Islak alan,

g : Yer çekimi katsayısı,

w : Derinlik,

So : Boyuna yatak eğimi (yerçekim kuvvetini ifade eder),

Se : Enerji (veya sürtünme) eğimi,

$\frac{\partial W}{\partial x}$, $\frac{1}{A} \frac{\partial Q}{\partial x}$ and $\frac{1}{A} \frac{\partial (\frac{Q^2}{A})}{\partial x}$; Basınç gradyanını ve momentum denkleminin yerel ve

konvektif hızlanma terimlerini temsil etmektedir.

Tablo 12. Cowan metodu pürüzlülük katsayıları (Cowan, 1956).

Yataktaki Malzeme Cinsi	Beton	Ort. Dane Çapı (mm)	-	nb	0.012-0.018
	Kaya		-		-
	Sert Toprak		-		0.025-0.032
	İri Kum		1--2		0.026-0.035
	İnce Çakıl		-		-
	Çakıl		2--64		0.028-0.035
	İri Çakıl		-		-
	İri Taş		64--256		0.030-0.050
	Yumru Kaya		>256		0.040-0.070
Kanal Şev Durumu	Pürüzsüz			n1	0.000
		Beton Duvar			0.003
	Önemsiz	Taş Duvar			0.005
		İstifli Taş Tahkimat			0.008
	Orta	Ağaçsız Kaya/toprak Yamaç			0.010
		İstifsiz Taş Tahkimat			0.015
	Şiddetli	Ağaçlı Yamaç			0.020
Kanal Kesit Değişimi	Aşamalı			n2	0.000
	Ara Sıra				0.005
	Sık Değişen				0.010-0.015
Kanaldeki Engeller (Birikinti, Tümsek,	İhmal	Engel/Kesit Alanı x100	>%5	n3	0.000
	Önemsiz		%5-15		0.010-0.015
	Kayda Değer		%15-50		0.020-0.030
	Şiddetli		>%50		0.040-0.060
Kanal Bitki Örtüsü	Düşük			n4	0.005-0.010
	Orta				0.010-0.025
	Yüksek				0.025-0.050
	Çok Yüksek				0.050-0.100
Kanal Kıvrımı	Önemsiz		1-1,2		1.000
	Kayda Değer	Dere	1,2-1,5		1.150
	Şiddetli		>1,5		1.300

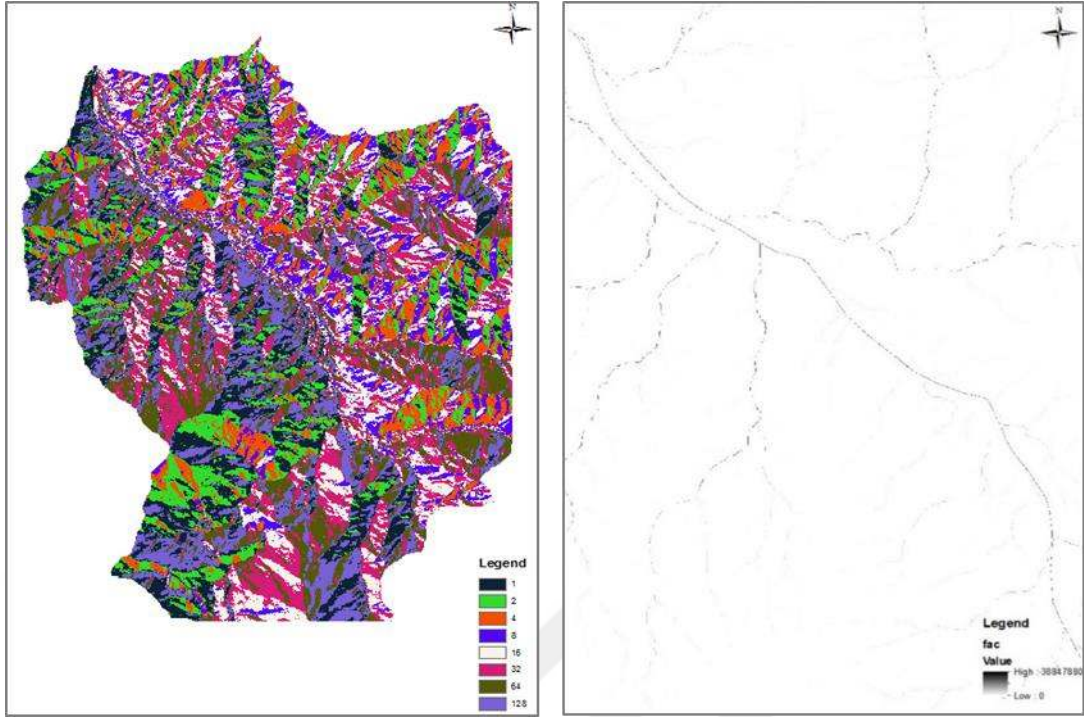
Tablo 12’de verilen katsayılar (nb, n1, n2, n3, n4, m) tek tek belirlendikten sonra Denklem (14)’te yerine konarak pürüzlülük katsayısı (n) elde edilir (Tablo 13).

$$n = m \cdot (nb + n1 + n2 + n3 + n4) \quad (14)$$

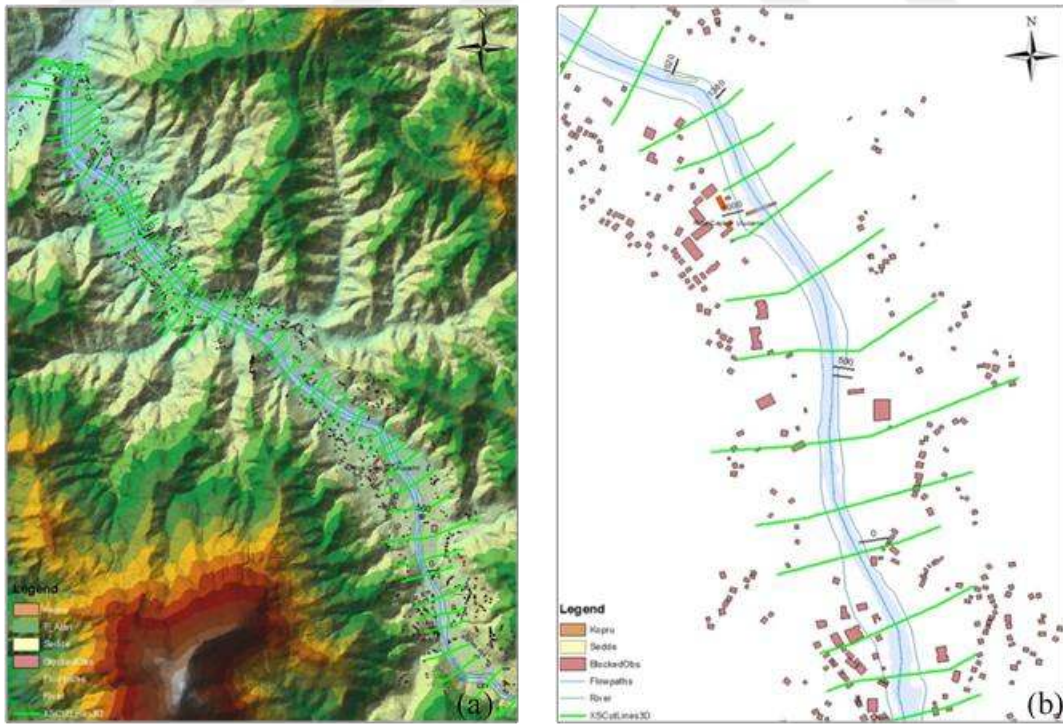
Tablo 13. Güneysu deresi boyunca pürüzlülük katsayısı değerleri

Güneysu Deresi	n_b	n₁	n₂	n₃	n₄	m	n
Km 0+000* – 1+367	0.030	0.005	0.000	0.010	0.015	1.12	0.067
Km 1+367 – 3+700	0.028	0.004	0.005	0.000	0.010	1.06	0.050
Km 3+700 – 10+000	0.026	0.002	0.005	0.000	0.005	1.00	0.038

HEC-RAS yazılımı ArcGIS yazılımı ile entegre kullanılabilmektedir. Hec-GeoRAS ara yüzü, taşkın modelleme için gerekli olan verilen hazırlanması ve işlenmesi için büyük kolaylık sağlamaktadır. Veriler dijital yükseklik modeline dayalı olarak üretilmektedir, bu nedenle konumsal çözünürlüğün yüksek doğruluklu olması simülasyon sonuçlarının da doğruluğunu arttırmaktadır. Ayrıca havza ve alt havzaların belirlenmesi, akış güzergahının belirlenmesi, akım ağının belirlenmesi, akarsu eğim, havza bakı haritalarının üretilmesi için HEC-HMS ara yüzünün kullanılması mümkündür. Ayrıca HEC-RAS taşkın modelleme yönteminin ücretsiz olması, yazılımın ekonomik avantajıdır. Özellikle HEC-RAS 4 ve sonrasında yayınlanan sürümler taşkın modelleme çalışmaları için önemli gelişmeler katetmiştir. Köprü, menfez, su bendi, dolu savak gibi akımı etkileyebilecek yapıların akıma etkisi, hidrolik sıçrama vb. modellenmektedir. Yukarıda ifade edilen avantajlar nedeniyle bu doktora çalışması kapsamında üretilen akarsu güzergahı, akarsu havzası, dijital yükseklik modeli, akış yönü, en kesitler, köprü, sedde, akarsu depolama alanları vb. ArcGIS yazılımı; Hec-GeoRAS ve HEC-HMS ara yüzleri kullanılarak üretilmiştir (Şekil 21, Şekil 22).

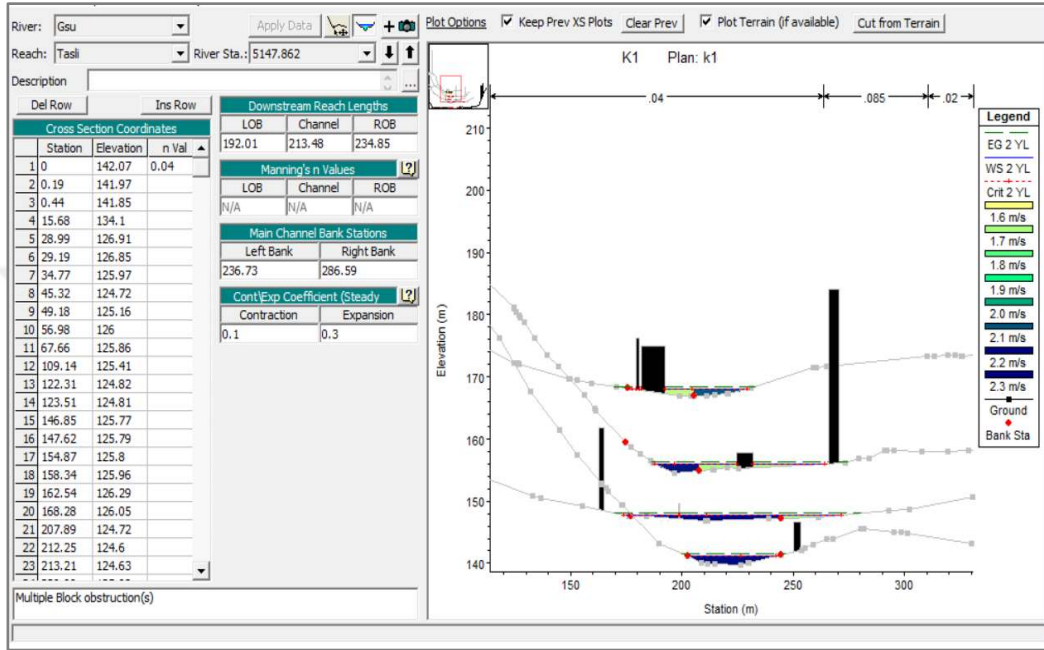


Şekil 21. a: Güneysu Havzası Arazi Yükseklik Modelinden Üretilen Bakı Haritası, b: Fac (Flow accumulation Grid) (Akış birikimi 0 olan hücreler lokal topografik yükseklikler ve sırtları ifade etmektedir)

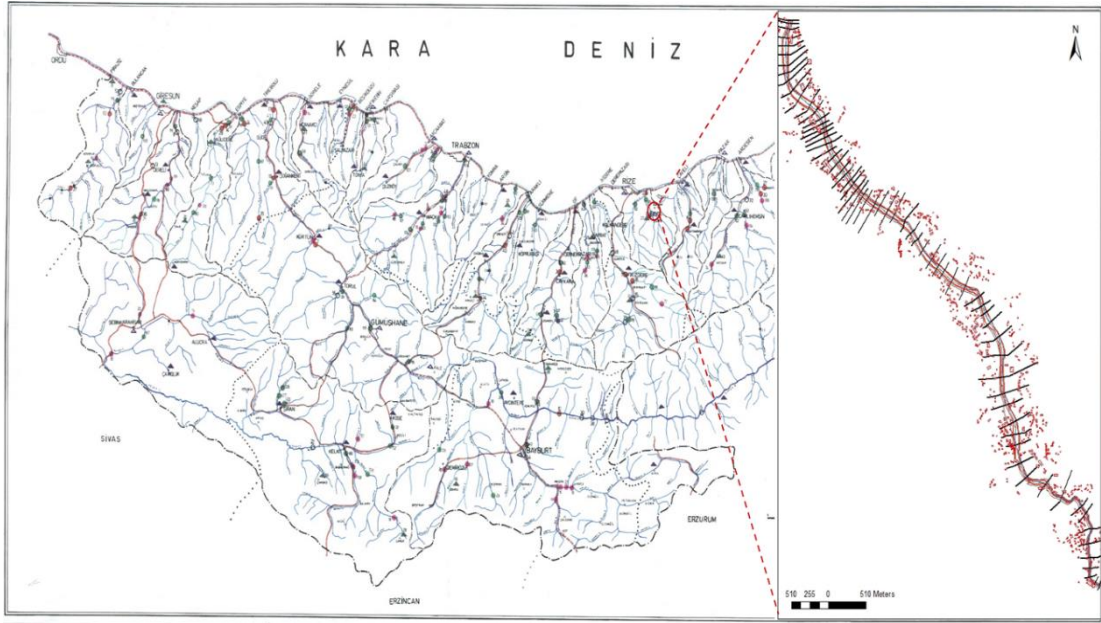


Şekil 22. a: HEC-GeoRAS SYM üzerinden enkesitlerin alınması, b: HEC-RAS model elemanlarının oluşturulması

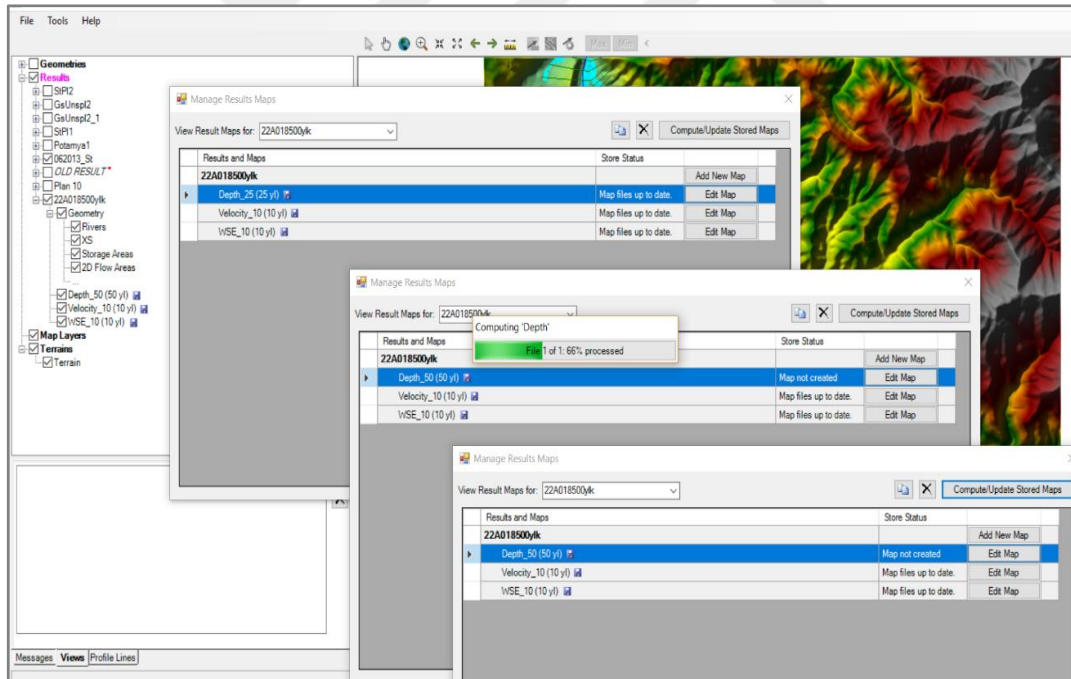
Su altında kalacak alanlar, HEC-RAS yazılımı kullanılarak tahmin edilmiştir. Taşkın simülasyonu için gerekli altlıklar ve veriler modele aktarıldıktan sonra, düzenli akım (Steady flow) ve düzensiz akım (Unsteady flow) simülasyonları gerçekleştirilmiştir (Şekil 23, Şekil 24 ve Şekil 25).



Şekil 23. 2 yıllık tekerrür periyoduna göre yapılan simülasyon sonuçlarına göre bazı en kesit profilleri.



Şekil 24. Güneysu deresi güzergahı ve HEC-RAS model görünümü



Şekil 25. HEC-RAS steady analiz simülasyon sonuçları çıktı aşamaları

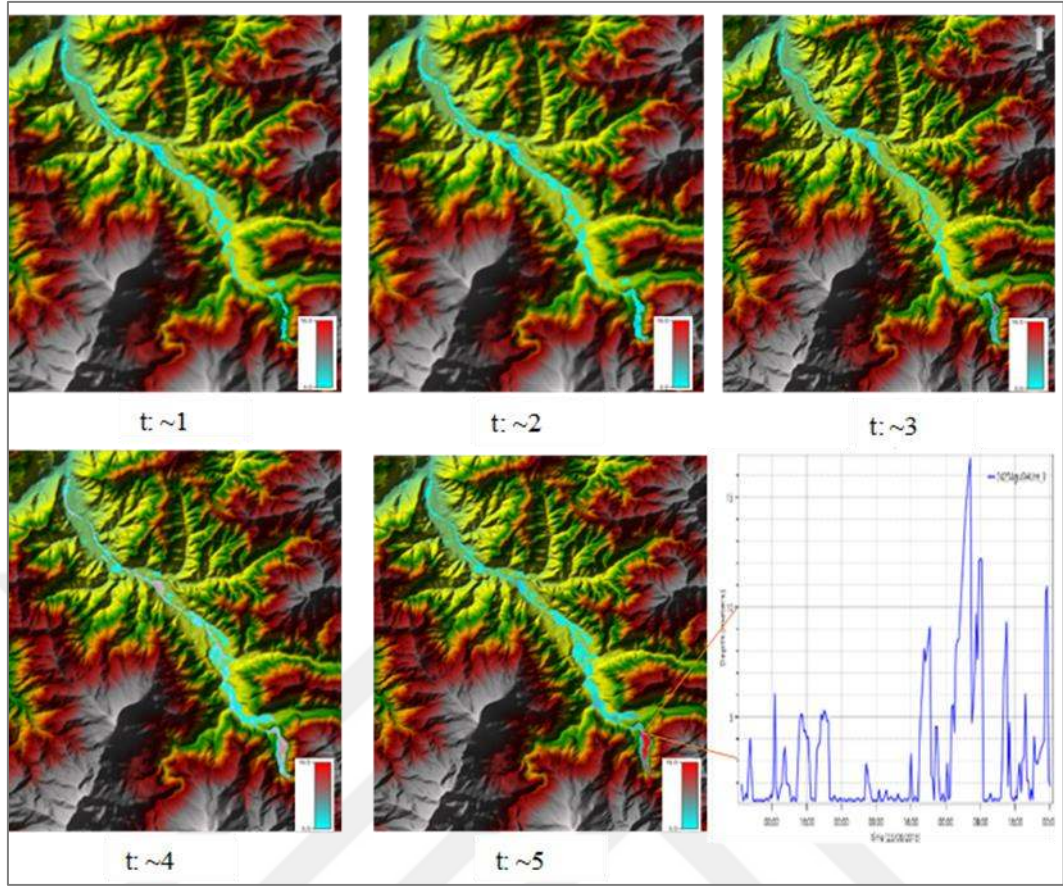
Düzenli akım modellemesi 2, 5, 25, 100 ve 500 yıllık tekerrür debileri için gerçekleştirilmiştir Düzensiz akım simülasyonu geçmiş tarihlere ait taşkın debi kayıtları temin edilebilen bütün taşkın olayları için gerçekleştirilmiştir.

2012 yılı ve sonrasında meydana gelen taşkın afetlerinin simülasyonu için kayıt aralığı yarım saatten daha az süre olan akım verileri kullanılmıştır. Taşkın havzası arazi kullanım türü, hava fotoğrafları kullanılarak Hec-GeoRAS arayüzünde tanımlanmıştır. Manning pürüzlülük katsayıları tablosu bu verilerden türetilmiştir (Tablo 14).

Tablo 14. Hec-GeoRAS arayüzü kullanılarak, taşkın havzası arazi kullanım türüne göre üretilen manning pürüzlülük katsayıları tablosu.

OBJECTID	LUCODE	N_Value	HydroID
25	1	0.0200000	3677
26	2	0.0500000	3678
27	3	0.0600000	3679
28	4	0.0300000	3680
29	5	0.0700000	3681
30	6	0.0780000	3682
31	7	0.0250000	3683
32	8	0.0850000	3684
33	9	0.0400000	3685
34	10	0.0350000	3686
35	11	0.0130000	3687
36	12	0.0170000	3688

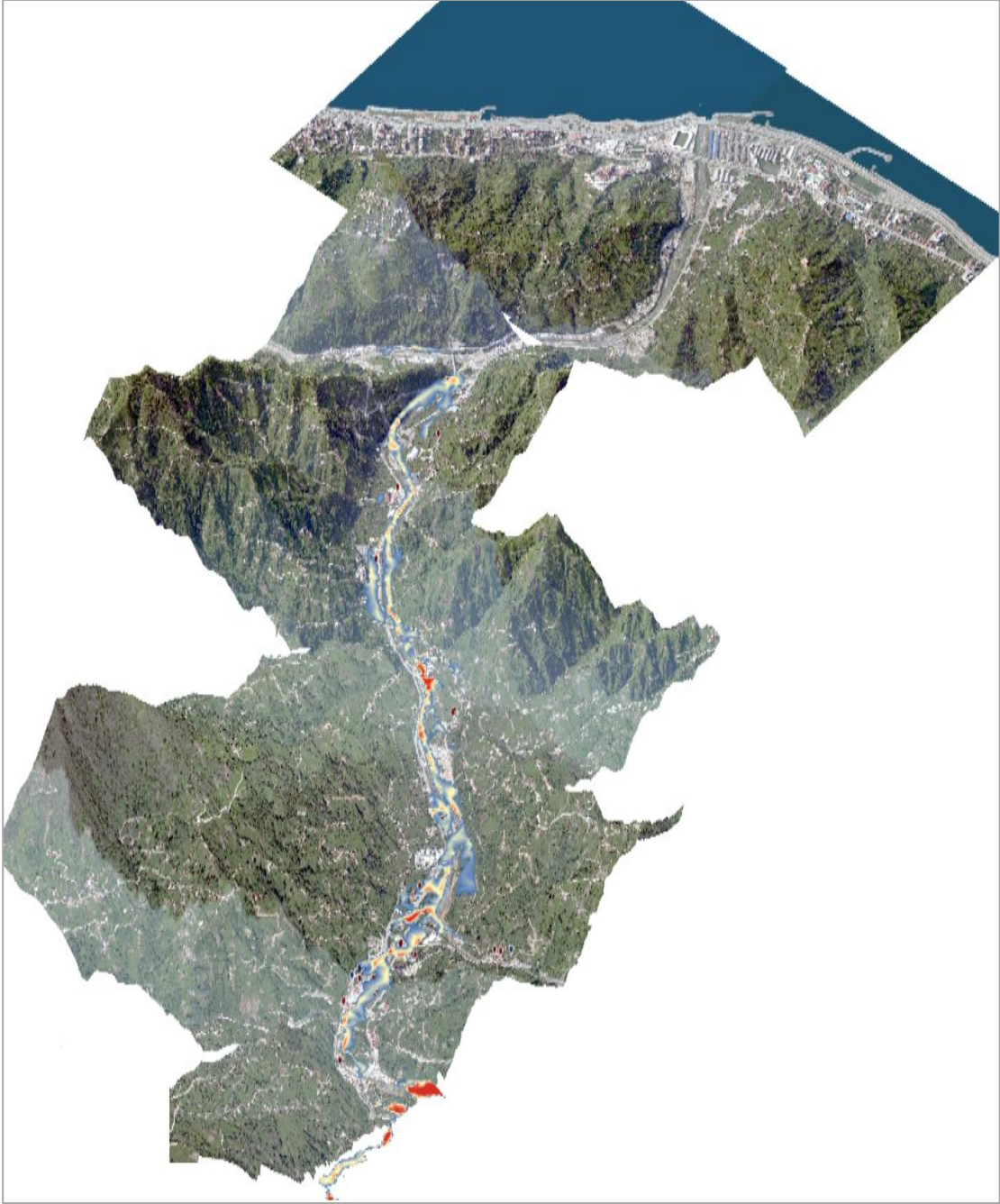
HEC-RAS yazılımı kullanılarak tahmin edilen su altında kalması muhtemel alanlara ilişkin simülasyon sonuçları Şekil 26, Şekil 27 ve Şekil 28’de gösterilmektedir.



Şekil 26. Güneysu Deresi Ağustos-2015 taşkınına ait taşkın simülasyonu (Saat 00:00-04:00 arası) ve memba kısmında derinlik profili



Şekil 27. Taşkın simülasyonu sonucu, T-25, Güneysu Deresi, Rize



Şekil 28. Hava fotoğrafları üzerine bindirilmiş taşkın simülasyonu sonucu, 3 boyutlu gösterim, Kibledağ Köyü- Salarha Deresi birleşimi, Güneysu, Rize

2.5. Taşkın Zonları ve Kırılganlık

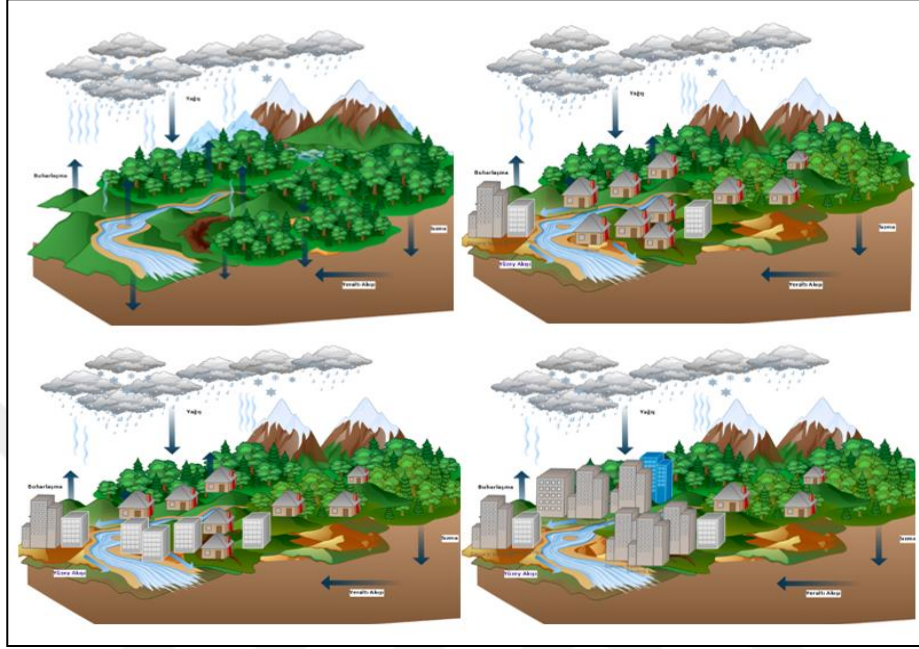
2.5.1. Havza Kırılganlığının İrdelenmesi ve Kırılganlık Kavramı

Kırılganlık kavramı sosyal, biyolojik ve fiziksel maruz kalmayı içine alan geniş bir çalışma alanına sahiptir. Ancak genel olarak belirli bir sistemin belirli bir tehlikeye veya tehlike sınıfına karşı zarar görebilme/yaralanma hassasiyeti şeklinde değerlendirilmesi mümkündür. Tehlike, bu tez çalışması kapsamında özellikle iklim etkileri (aşırı ve ani yağışlar, kar erimeleri vb.) ve taşkın olayı çerçevesinde değerlendirildiğinden, duyarlılık kavramıyla daha çok fiziksel hassasiyete odaklanılmıştır. Ancak nehir sistemi, arazi kullanımı gibi antropojenik faktörlerin büyüklüklerine aracılık ettiğinden, taşkın sonuçlarının salt fiziksel hassasiyet ile değerlendirilmesi yerine demografik verilerinde göz önünde tutulduğu geniş kapsamlı bir değerlendirme yapılmıştır. Bu tez çalışması kapsamında “vulnerability” genel manasından yola çıkarak; “doğal veya sosyal bir sistemin iklim değişikliğinden/bir tehlikeden/tehlike sınıfından hasar almaya duyarlılığının derecesi” kırılganlık ve duyarlılık olarak ifade edilmiştir/kabul edilmiştir. Bunun nedeni her ne kadar hasar görebilirliğe olan duyarlılık olarak ifade edilse de “vulnerability” kavramı içerisinde yıkıcı etkilerle birlikte olumlu etkileri (uyum sağlama, tolere etme kapasitesi) de yer almaktadır, yani bir sistemin ne kadar zarar görebilirliği incelenirken kavramın doğası gereği sistemin uyum sağlama yeteneği de araştırılmaktadır. Söz konusu araştırma havzanın çalışmaya konu bölümünün farklı yıllar için yapılmış taşkın senaryolarına göre tekrar edilmiştir. Bunun nedeni; bu çalışma ile taşkın alanındaki zarar görebilirliğin zamansal arazi değişimine bağlı olarak nasıl değiştiğinin incelenmesi ve ortaya konulmasıdır. Yapılan çalışmalar bulgular ve tartışma bölümünde detaylı olarak verilmiştir.

2.5.2. Arazi Kullanım Yönteminin Taşkın Havzasının Kırılganlığı Üzerindeki Etkisinin Önemi

Akarsu ve taşkın alanı birbirini etkileyen bütünleşik bir sistem olarak düşünülmelidir (Brakenridge vd., 1998; Hunter vd., 2005; YU vd., 2015; Liu vd., 2015). Akarsu özellikleri, ait olduğu havzanın özelliklerine göre değişim göstereceğinden, akarsuda meydana gelmesi muhtemel taşkın olayları da havza özelliklerine bağlı olarak farklılık gösterecektir (Brakenridge vd., 1989; Thomas ve Nicholas, 2002; Hunter vd., 2005; YU vd., 2015; Liu

vd., 2015). Özellikle arazi kullanımı ve topografyanın hızla değiştiği alanlarda taşkın afetinin, taşkın havzasında neden olacağı zararlar da buna bağlı olarak değişecektir.



Şekil 29. Taşkın havzası arazi kullanım değişiminin figüratif gösterimi

Bu gereklilikten hareketle, bu çalışmada taşkın afetinin taşkın havzası üzerindeki etkisi ile birlikte, taşkın havzasında meydana gelen doğa ve/veya insan kaynaklı değişimlerin, taşkın riski üzerindeki etkisinin ne olduğu ve olacağı sorusu araştırılmıştır.

Bu amaçla taşkın havzasında meydana gelen arazi kullanım değişiklikleri belli periyotlarla belirlenerek, bu değişimlerin dikkate alındığı farklı taşkın simülasyonları gerçekleştirilmiştir. Böyle bir çalışma taşkın havzasının uzun yıllar takibine ihtiyaç duyduğundan taşkın havzasında meydana gelen toprak kullanım değişiminin izlenmesi, detaylı ve geniş kapsamlı arazi ölçmelerini gerektirmektedir. Ancak geçmiş yıllara ait detaylı yersel arazi ölçümleri ve arazi kullanım haritalarını her çalışma alanı için bulunması mümkün olmamaktadır. Bu verilerin var olduğu alanlarda ise mevcut bilgiler yakın periyotlarla yenilenmediğinden, arazi kullanımındaki doğa ve insan kaynaklı değişimleri zamansal boyutta gözlemlemek oldukça zordur. Bu nedenle hava fotoğrafları ile birlikte, amenajman planları, halihazır haritaları, geçmiş yıllara ait taşkın haritaları ve raporlar kullanılarak taşkın havza değişimi ve yönü belirlenmiştir.

3.BULGULAR VE TARTIŞMA

Taşkın havzasına ait arazi kullanım yönteminde meydana gelen değişimlerden kaynaklanan güvenlik açığının, taşkın riski ve sonuçları üzerindeki etkisinin bilinmesi taşkın çalışmaları için oldukça önemlidir. Taşkın afetinin değerlendirilmesi ve bölgenin geçmiş yıllardaki güvenlik açığını anlamak uzun vadeli zarar azaltma stratejilerinin geliştirilmesi için önemli bir adımdır.

Belirsiz tarihsel verilerle taşkın afetini anlamak ve değerlendirmek mümkün değildir. Geçmişte meydana gelen taşkınlar göz önünde bulundurularak, yıllar içinde maruz kalma oranlarının nasıl değiştiği belirlenmelidir. Bu değerlendirmeye birlikte burada temel iki soru oldukça önemlidir;

- Sel etki alanı içinde, zarara maruz kalan paydaşların neden olduğu bir güvenlik açığı var mıdır?
- Taşkın etki alanı, taşkın yönetim politikalarının ön gördüğü planlamadan ne kadar farklı bir gelişim göstermiştir?

Böyle bir çalışmanın gerçekleştirilebilmesi için geçmişten günümüze kadar olan arazi kullanım şeklinin ve topoğrafyanın hassas olarak bilinmesi gerekmektedir. Bu nedenle, geçmiş yıllara ait paftalar, taşkın raporları, uydu/hava fotoğrafları ve halihazır haritalar kullanılmıştır. Güneysu deresinde afete neden olan taşkın olaylarının şiddeti, süresi, etki alanları ve neden olduğu kayıplar araştırılmış, güncel arazi durumlarıyla karşılaştırılarak arazi kullanımındaki değişikliklerin taşkın riskini nasıl etkilediği belirlenmiştir.. Arazi kullanım yöntemindeki değişimlerin, taşkın nedeniyle oluşacak hasarları arttırıcı rolü analiz edilmiştir. Güneysu Deresi ve bağlı akarsularda meydana gelen taşkınlara ilişkin genel bilgiler ve doğurduğu sonuçlar alt başlıklar halinde aşağıda detaylandırılmaktadır.

3.1. Güneysu Deresi Üzerinde Meydana Gelen Önemli Taşkın Olayları ve Sonuçları

Bu bölümde irdelenen geçmiş yıllarda meydana gelen taşkın olaylarına ait fotoğraflar, meydana gelen zararlar, taşkın etki alanını gösterir haritalar, yağış verileri ve sayısal bilgiler Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'ne ait; taşkın raporları, taşkın sunumları, sempozyum sonuç bildirileri, internet sitesi ve taşkın yıllıklarından sağlanmıştır.

14 Temmuz 1973 tarihinde, cumartesi günü meydana gelen taşkın saat 19:00 sularında başlamış, yaklaşık olarak 4 saat sürmüştür. Yağışlar sağanak halinde meydana gelmiştir, yağışlara ilişkin detaylı bilgiler Tablo 15 ve Tablo 16’da özetlenmiştir. Şiddetli yağışlar nedeniyle Güneysu deresinin taşkın havzasında, taşkın izlerinden faydalanılarak debinin 241.7 m³/s’ye ulaştığı tespit edilmiştir. Yaşanan taşkın afeti ile birlikte Pazar köyünde, heyelanlar meydana gelmiş ve bölgede çoklu afet yaşanmıştır. Afetler neticesinde; toplamda 3 ev (Pazar köyünde 2 ev) yıkılmış, 7 kişi hayatını kaybetmiş, hayvan kayıpları olmuş ve 135 dekar arazi sular altında kalmıştır. Zarar gören alanlar; bağ, bahçe, arazi ve ağaçlık alanlardan oluşmakta olup birçok yük ve yolcu taşıma yolu hasar görmüştür. 2003 rakamlarıyla elli beş (55) trilyon ekonomik kayıp kaydedilmiştir. 14 Temmuz 1973 yılında meydana gelen taşkın afetine ilişkin harita Şekil 30’da verilmiştir.

Taşkın yağış alanı ve civardaki istasyonlarına ait günlük yağış değerleri Tablo 15’de ve Rize günlük yağış değerleri Tablo 16’da verilmiştir.

Tablo 15. Taşkın yağış alanı civarındaki istasyonlara ait günlük yağış değerleri, 1973

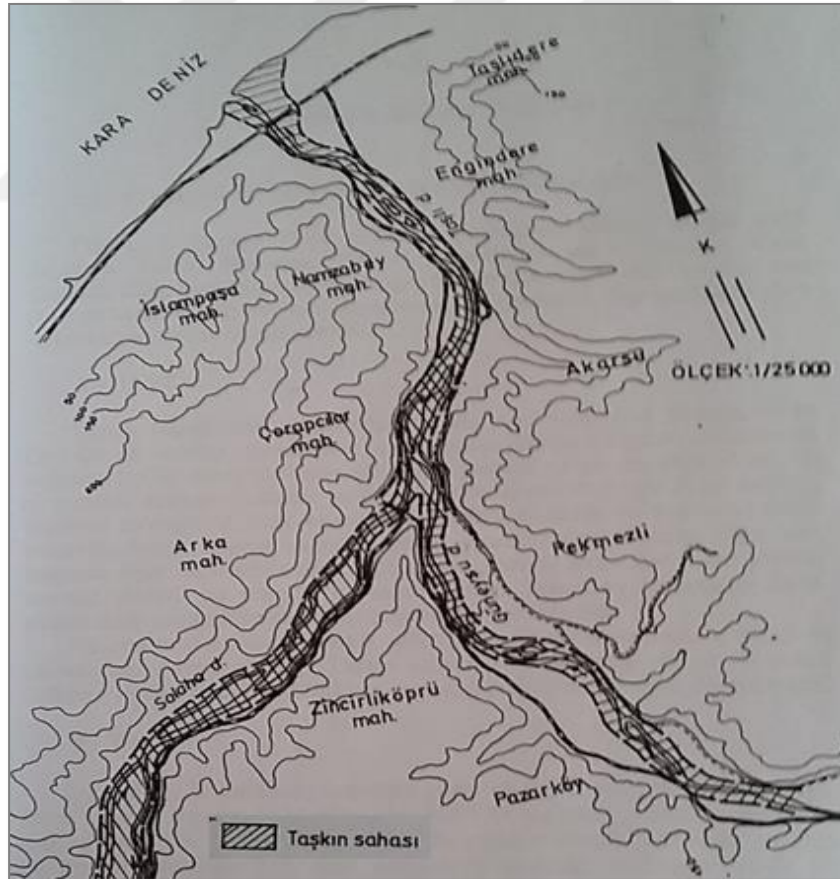
İst.	GTY mm	1.MGTY mm	2.MTGY mm	UDF	Yineleme Yılları					
					2	5	10	25	50	100
Rize	26.7	244.0	240.9	G2P	105,1	140,4	165,0	196,5	220,0	243,3

GTY : Taşkın günü günlük yağış toplamı
 1.MGTY: Gözlem süresindeki 1. Maksimum günlük toplam yağış değeri
 2.MGTY: Gözlem süresindeki 2. Maksimum günlük toplam yağış değeri
 UDF : Uygun dağılım fonksiyonu

Tablo 16. 14 Temmuz 1973 Rize taşkını ile ilgili günlük yağış değerleri (mm)

İst.	1973																			
	Temmuz																			
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Rize	14.3	77	-	10.0	1.3	-	-	0.1	7.1	1.0	14.0	26.7	0.3	45.9	1.1	3.3	-	-	60.2	-

14 Temmuz 1973 yılında meydana gelen taşkın olayında su altında kalan alanlar, Şekil 30'da Salarha ve Taşlıdere ile birlikte gösterilmektedir.



Şekil 30. 14 Temmuz 1973 Taşkın sahasını gösterir harita (DSİ, 2005)

30 Temmuz 1977 tarihinde yaşanan taşkın olayını tetikleyen yağışlar 29 Temmuz 1977 saat 13:00 sularında başlamış 30 Temmuz 17:00 saatine kadar devam etmiştir. Uzun süren yağış sonucunda Rize İli'nin tamamında ve Trabzon İli'nin Of ve Sürmene İlçelerinde taşkın afeti yaşanmıştır. Toplamda sel sularına kapılarak 6 kişi hayatını kaybetmiş, 2900 ha tarımsal alan hasar görmüş ve 4 adet köprü yüksek debiye dayanamayarak yıkılmıştır. Güneysu deresi ile birleşen ve yağış alanı 208 km² olan Taşlıdere akarsuyunda taşkın izlerinden faydalanılarak yapılan tahminlere göre debi 903.6 m³/s'ye ulaştığı belirlenmiştir. Havzada özellikle çay, mısır ve fındık ziraatı yapılan tarımsal alanlar (yaklaşık 150 da), yollar ve 1 adet köprü hasar görmüştür. Yüksek oranda rüsubat taşınmıştır.

Taşkın yağış alanı ve civardaki istasyonlarına ait günlük yağış değerleri Tablo 17'de ve Rize günlük yağış değerleri Tablo 18'de verilmiştir.

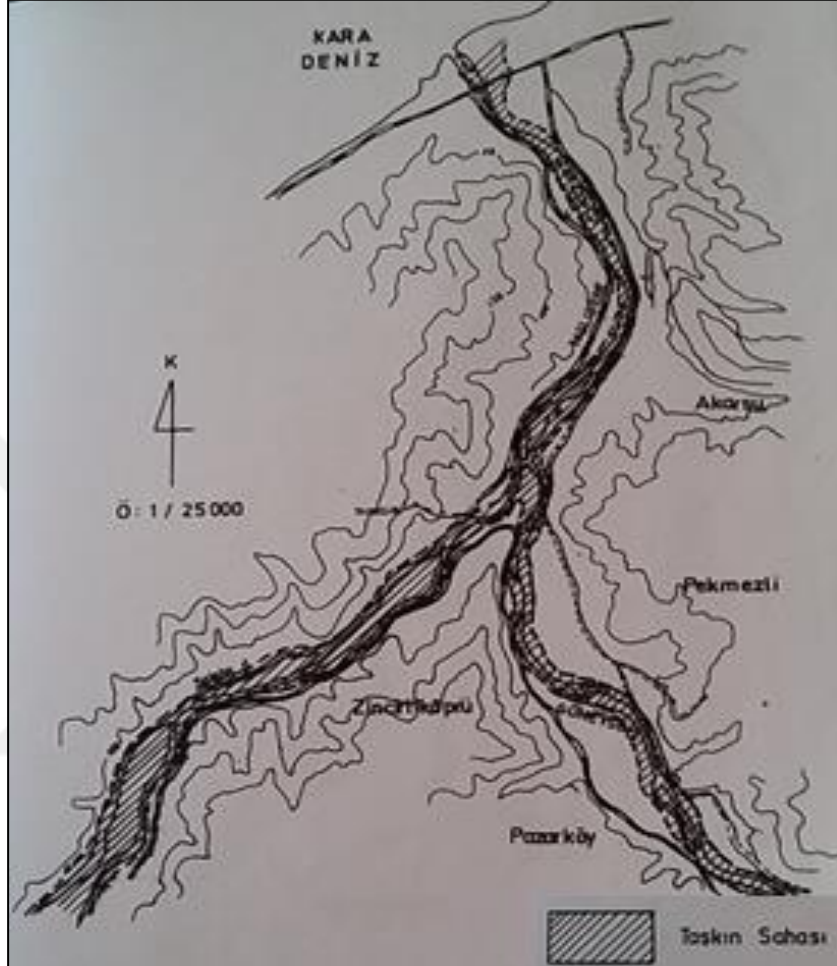
Tablo 17. Taşkın yağış alanı civarındaki istasyonlara ait günlük yağış değerleri, Temmuz 1977

İstasyon	GTY mm	1.MGTY mm	2.MGTY mm	UDF	Yineleme Yılları					
					2	5	10	25	50	100
Rize	13.3	244.0	240.9	G2P	105,1	140,4	165,0	196,50	220,0	243,3
GTY : Taşkın günü günlük yağış toplamı 1.MGTY: Gözlem süresindeki 1. Maksimum günlük toplam yağış değeri 2.MGTY: Gözlem süresindeki 2. Maksimum günlük toplam yağış değeri UDF : Uygun dağılım fonksiyonu										

Tablo 18. 30 Temmuz 1977 Rize taşkını ile ilgili günlük yağış değerleri (mm)

İst.	1977																			
	Temmuz																			
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Rize	2.5	-	-	-	1.4	1.6	5.7	41.7	-	13.3	2.4	-	-	-	4.0	1.5	0.2	3.3	5.1	0.7

30 Temmuz 1977 yılında meydana gelen taşkın olayında su altında kalan alanlar Şekil 31’de Salarha kolu ve Taşlıdere ile birlikte gösterilmektedir



Şekil 31. 30 Temmuz 1977 Taşkın sahasını gösterir harita (DSİ, 2005)

6 Temmuz 1995 tarihinde yaşanan taşkın olayına neden olan yağışlar özellikle Solaklı ve Taşlıdere Havzalarının'nın doğu yönünde yaklaşık olarak 30 km²lik alanda etkili olmuştur. Yağış orografik türde yağış olup, havza genelinde değil, havzada yer yer etkili olmuştur. Saat 17:00 sularında başlayan yağışlar şiddetlenerek 19:30 civarına kadar devam etmiş, 23:30 civarında son bulmuştur (Yöre sakinlerinin ifadesine göre bölgede yağış istasyonu yoktur). Özellikle yan dereler üzerinde etkili olan yağışlar, yeterli drenaj alanına sahip olmayan bu derelerde büyük miktarda sürüntü taşınımına neden olmuştur. Yan derelerde önemli taşkın olayları yaşanmış ve büyük miktarda tarımsal arazi kayıpları yaşanmıştır. Bununla birlikte şev düşmeleri meydana gelmiş, vadi içindeki yollarda

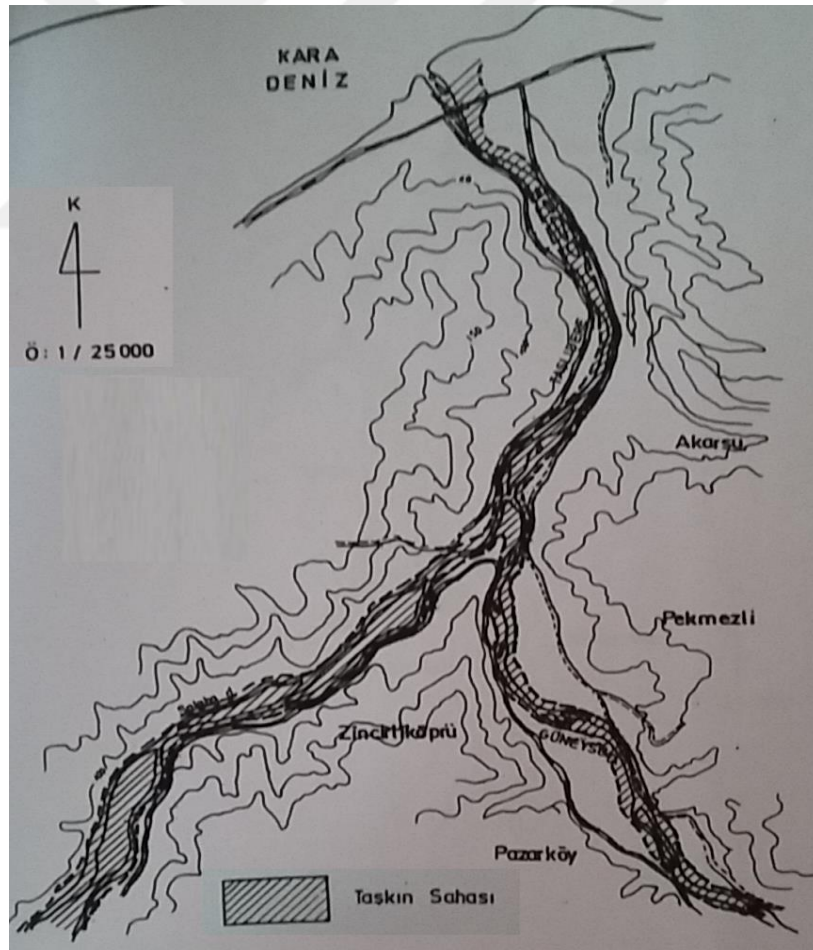
İstasyon	GTY mm	1.MGTY mm	2.MTGY mm	UDF	Yineleme Yılları					
					2	5	10	25	50	100
Rize	40.8	244.0	240.9	G2P	105,1	140,4	165,0	196,50	219,9	243,3

GTY : Taşkın günü günlük yağış toplamı
 1.MGTY: Gözlem süresindeki 1. Maksimum günlük toplam yağış değeri
 2.MGTY: Gözlem süresindeki 2. Maksimum günlük toplam yağış değeri
 UDF : Uygun dağılım fonksiyonu

Tablo 20. 6 Temmuz 1995 Rize taşkını ile ilgili günlük yağış değerleri (mm)

İst	1995																			
	Temmuz																			
	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Riz	-	10.6	2.8	-	-	-	-	-	-	40.8	3.1	2.4	19.0	0.7	2.8	-	0.2	3.0	-	-

6 Temmuz 1995 yılında meydana gelen taşkın olayında su altında kalan alanlar Salarha kolu ve Taşlıdere ile birlikte Şekil 32’de gösterilmektedir



Şekil 32. 6 Temmuz 1995 Taşkın sahasını gösterir harita (DSİ, 2005)

31 Ağustos 1995 tarihinde yaşanan taşkınların meydana gelmesine neden olan yağışlar, 30 Ağustos'u 31 Ağustos'a bağlayan gece yaklaşık olarak gece 24:00 gibi başlamış, 02:00 sularında şiddetlenerek sabaha kadar devam etmiştir. 30 Ağustos günü saat 20:00 civarında başlayan şiddetli rüzgarlardan sonra meydana gelen yağışlar orografik özellikte olup yaklaşık 5.5 saat sürmüştür. Rize ili, Ardeşen ilçesi Işıklı deresi, Çayeli ilçesi Aşıklar ve Şairler deresi, Pazar ilçesi Hemşin ve Melyat deresi, Büyükdere ve Güneysu ilçesi Taşlıdere havzasında meydana gelen taşkın olaylarında 9 kişi hayatını kaybetmiştir. Devlet Su İşleri 22. Bölge Müdürlüğünün yaptığı kesit çalışmalarına göre Güneysu deresinde 341.0 m³/s'ye ulaşmıştır, bu değer 25 yıllık tekerrüre karşılık gelmektedir.

Söz konusu afete neden olan yağışlara ilişkin Rize DMİ istasyonu 24 saatlik yağış miktarını 24mm, Pazar DMİ istasyonu 146.7 mm olarak vermiştir. Bu değerler DSİ 22. Bölge müdürlüğünün raporlarına göre 10 yıllık tekerrüre karşılık gelmektedir.

31 Temmuz 1995 taşkını bölgede son 70 yılın en şiddetli taşkını olmuştur (DSİ, 1995). Meydana gelen taşkın olayı neticesinde, zirai zarar 27,5 Milyar TL, yapı tesis zararı 24.7 Milyar TL, menkul eşya ve vasıta zararı 17 Milyar TL, ulaşım ve iletişim zararı 77 Milyar TL ve diğer zararlar 20 Milyar TL olmak üzere toplam 116,5 Milyar TL; 2003 B.F.'ye göre 200 Milyar TL değerinde zarara neden olmuştur.

Taşkın yağış alanı ve civarındaki istasyonlara ait günlük yağış değerleri Tablo 21 ve Tablo 22’de verilmiştir.

Tablo 21. Taşkın yağış alanı ve civardaki istasyonlarına ait günlük yağış değerleri, 31Ağustos 1995)

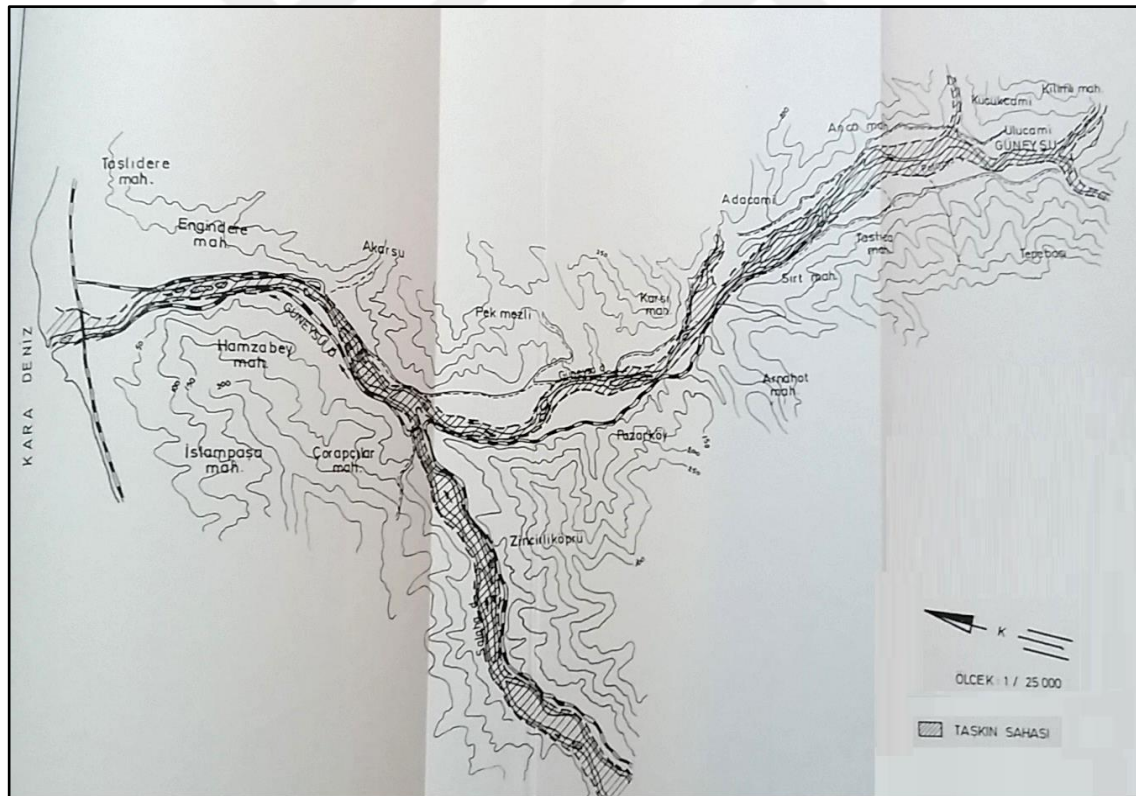
İstasyon	GTY mm	1.MGTY mm	2.MGTY mm	UDF	Yineleme Yılları					
					2	5	10	25	50	100
Rize	-	244.0	240.9	G2P	105,1	140,4	165,0	196,50	220,0	243,3

GTY : Taşkın günü günlük yağış toplamı
1.MGTY: Gözlem süresindeki 1. Maksimum günlük toplam yağış değeri
2.MGTY: Gözlem süresindeki 2. Maksimum günlük toplam yağış değeri
UDF : Uygun dağılım fonksiyonu

Tablo 22. 31 Ağustos 1995 Rize taşkını ile ilgili günlük yağış değerleri (mm)

İstasyon	1995																			
	Ağustos																			
	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rize	4.0	-	1.6	-	0.2	-	10.6	2.8	-	-	-	-	-	-	-	40.8	3.8	2.4	19.0	0.7

31 Ağustos 1995 yılında meydana gelen taşkın olayında su altında kalan alanlar Salarha kolu ve Taşlıdere dahil olmak üzere Şekil 33'te gösterilmektedir.



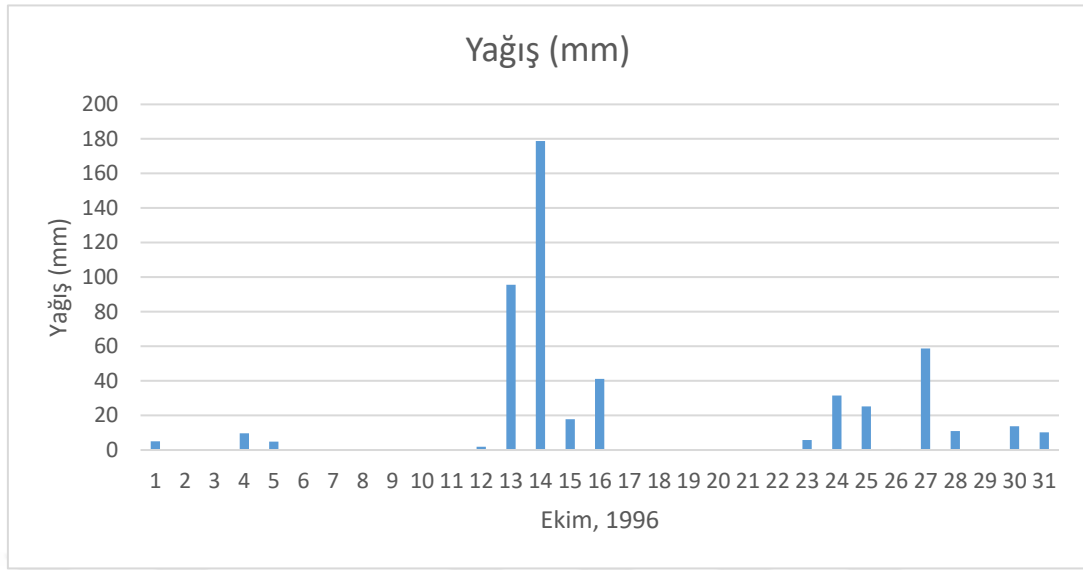
Şekil 33. 31 Ağustos 1995 Taşkın sahasını gösterir harita (DSİ, 2005)

12-13-14 Ekim 1996 tarihlerinde yaşanan taşkınların meydana gelmesine neden olan yağışlar, Trabzon İli, Of, Sürmene ve Köprübaşı İlçeleri ile Rize İli Merkez, Çayeli,

Güneysu, İyidere, Kalkandere ve Pazar İlçelerinde, 12 Ekim 1996 Cumartesi günü başlamış ve 15 Ekim 1996 Salı gününe kadar devam etmiştir. Aşırı yağışlar sonucunda her iki ilde de taşkınlar meydana gelmiştir. Trabzon İli Of Cumapazarı nahiyesinde 1 kişi hayatını kaybetmiş, tarım arazileri ve yollarda zararlar meydana gelmiştir. Rize İli ve İlçelerinde yaklaşık 40 konutta hasar meydana gelmiştir. Aşırı yağışların doygun hale getirdiği toprak kitlelerinin hareketi nedeniyle 12-14 Ekim 1996 afeti sadece taşkın afeti olmaktan ziyade çoklu afet olarak adlandırılabilen taşkın ve heyelan afetinin bir arada yaşandığı doğa olayıdır.

Bölgede yer alan meteoroloji istasyonunun ölçümlerine göre yağışlar; 12.10.1996 tarihinde 95.7 mm seviyesine, 14.10.2016 tarihinde 178.7 mm ve 15.10.1996 tarihinde 17.9 mm olarak ölçülmüştür. Taşkın yüksek oranda rüsubat taşınımına sebep olması nedeniyle taşkın izlerinden faydalanılarak taşkın debisi belirlenememiştir. Bununla birlikte taşkınlarla ilişkin taşkın sahası haritaları ancak 1/200000 ölçekte gösterilebilmiştir. 1/200000 ölçek taşkın haritaları için ancak temsili bir konum özelliği taşıyabileceğinden 12-14 Ekim 1996 taşkın olayına ilişkin taşkın haritası yoktur. DSİ raporlarına göre 20 Trilyon TL (Eski TL) civarında yol, Bayındırlık ve İskan Müdürlüğü raporlarına göre 60 Trilyon TL (Eski TL) civarında konut zararı ve toplamda taşkın nedeniyle (Sürmene, Of ve Köprübaşı İlçeleri dahil) 267.750.000.000 TL (Eski Türk Lirası) ekonomik zarar meydana gelmiştir.

1996 yılı Ekim ayına ilişkin günlük yağış miktarlarını gösteren grafik Şekil 34'te verilmiştir.



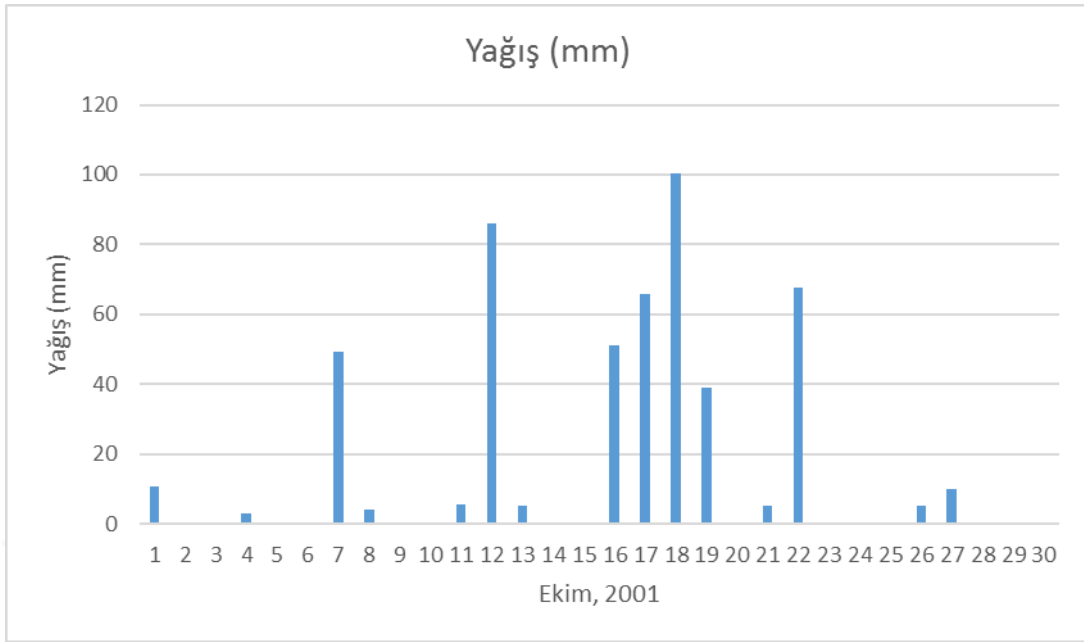
Şekil 34. Ekim 1996, Aylık yağış miktarını gösterir grafik, Rize

11-12.11.2001 tarihinde Rize İl merkezinde ve ilçelerinde Pazar sabahı başlayan yağış 12.11.2001 günü öğle saatine kadar sağanak halinde devam etmiş ve yağışlar; Çayeli, Güneysu, Pazar, Ardeşen, Çamlıhemşin ve Fındıklı ilçelerinde etkili olmuştur. 11-12 Kasım 2001 afeti, 12-14 Ekim 1996 afeti gibi taşkın ve heyelan olaylarının bir arada yaşandığı çoklu afettir. Taşkınlar ve meydana gelen heyelanlar sonucunda 7 (bazı raporlarda 6) kişi hayatını kaybetmiştir. Taşkın havzasında yer alan meteoroloji istasyonları yeterli olmamakla birlikte, DMI'ye ait 2 adet istasyon kayıtlarına göre (Tablo 23) yağışlar 10 Kasım akşamı geç saatlerde başlamış, 11 Kasım'da şiddetini arttırarak devam etmiştir ve 12 Kasım öğle saatlerine göre şiddetini azaltmıştır.

Tablo 23. 11-12.11.2001 Tarihli taşkınına ilişkin Rize ve Pazar MGİ gözlem değerleri

İstasyon	11.11.2001	12.11.2001
<i>Rize</i>	5.6 mm	86.4 mm
<i>Pazar</i>	99.6 mm	84.6 mm

2001 yılı Kasım ayına ilişkin günlük yağış miktarlarını gösterir grafik Şekil 35'de verilmiştir.



Şekil 35. Kasım 2001, Aylık yağış miktarını gösterir grafik, Rize

Salarha-Kömürcüler istasyonunda su seviyesi 334 cm'ye yükselmiştir. 124 m³/s olan debi 10 yıllık tekerrüre denk gelmektedir. Taşlı Derede (Güneysu ve Salarha deresinin birlikte oluşturdukları dere) 400-500 m³/s debi 10 yıllık tekerrüre denk gelmektedir. Söz konusu afet neticesinde, havza genelinde ulaşım, yapı tesisleri ve tarımsal alanlar zarar görmüştür. Ayrıca, Güneysu ilçe merkezinde yer alan çay fabrikası ve alabalık tesisi taşkından zarar görmüştür.

11-12.11.2001 tarihlerinde meydana gelen taşkın olayında Güneysu deresi taşkın havzası üzerinde su altında kalan alanlar de Şekil 36'da gösterilmektedir



Şekil 36. 11-12.11.2001 Taşkın sahasını gösterir temsili harita (DSİ, 2005)

23-24 Temmuz 2002-27 Temmuz 2002 tarihli taşkınlara neden olan yağışlar; 23 Temmuz sabahı başlamış ve aralıklı olarak 25 Temmuz tarihine kadar sağanak şeklinde meydana gelmiştir. Yağışlar neticesinde Güneysu ilçe merkezi ve köylerinde, İl merkezine bağlı Muradiye ve Çaykent Beldeleri ile Çayeli İlçesi Büyükköy beldesinde afete neden olmuştur. Bölgede yağışlar nedeniyle heyelan ve taşkın olayları bir arada yaşanarak çoklu afet meydana gelmiştir. DSİ'nin rapor ettiği, resmi olmayan bilgilere göre 27 Temmuz 2002 günü saat 16:45 itibariyle meydana gelen heyelan ve taşkın olaylarında; 27 kişi (Selamet köyünde 20) hayatını kaybetmiş, 6 kişi yaralanmış, 5 kişi kaybolmuş, 58 köy yolu kapanmış, 20 ev yıkılmış, 80 köy afetten etkilenmiş, 23 büyük baş hayvan sel sularına kapılarak can vermiştir. Zarar gören tarım arazisi 4670 dekadır. Maddi zarar 17,881,127 TL (2003 değerleri ile) olarak kaydedilmiştir. Rize DMİ istasyonunda 24.07.2002 tarihinde yağış değeri 4 mm ölçülmüştür ve 1 yıllık tekrüre denk gelmektedir. Güneysu deresinde 450 m³/s olarak belirlenen debi 500 yıllık tekrüre karşılık gelmektedir.

21.08.2005 tarihli Trabzon-Of ve Rize-Taşlıdere-Güneysu, Çayeli-Şairler, Ardeşen-Fırtına ve Fındıklı-Arılı bölgesinde meydana gelen yağışlar, öğleye doğru başlayan yağışlar sonucu öğlen sonrası ve akşam saatlerinde dere yataklarında yüksek debilere neden olarak

taşkınlara neden olmuştur. Güneysu deresi üzerinde ölçülmüş en yüksek debi 200 m³/s olarak ölçülmüştür. Söz konusu taşkın neticesinde; Güneysu ilçe merkezi dere yatağı içerisinde rusubat birikmesi olmuştur. Ayrıca dere güzergahı boyunca farklı konumlarda yaklaşık olarak toplamda 850 metre (100 m, 60 m, 300 m, 350 m) civarında hasar meydana gelmiştir.

27.07.2009 tarihli Rize Taşlıdere Vadisi - İkizdere - Çayeli Büyükköy'de meydana gelen taşkınlar 15:30-24:00 saatleri arasında yağın aşırı yağmurlar neticesinde meydana gelmiştir. Güneysu Deresi üzerinde yan derelerden gelen taşkınlar ve rusubat sebebiyle ulaşım yolları kısa süreli olarak ulaşımına kapanmıştır.

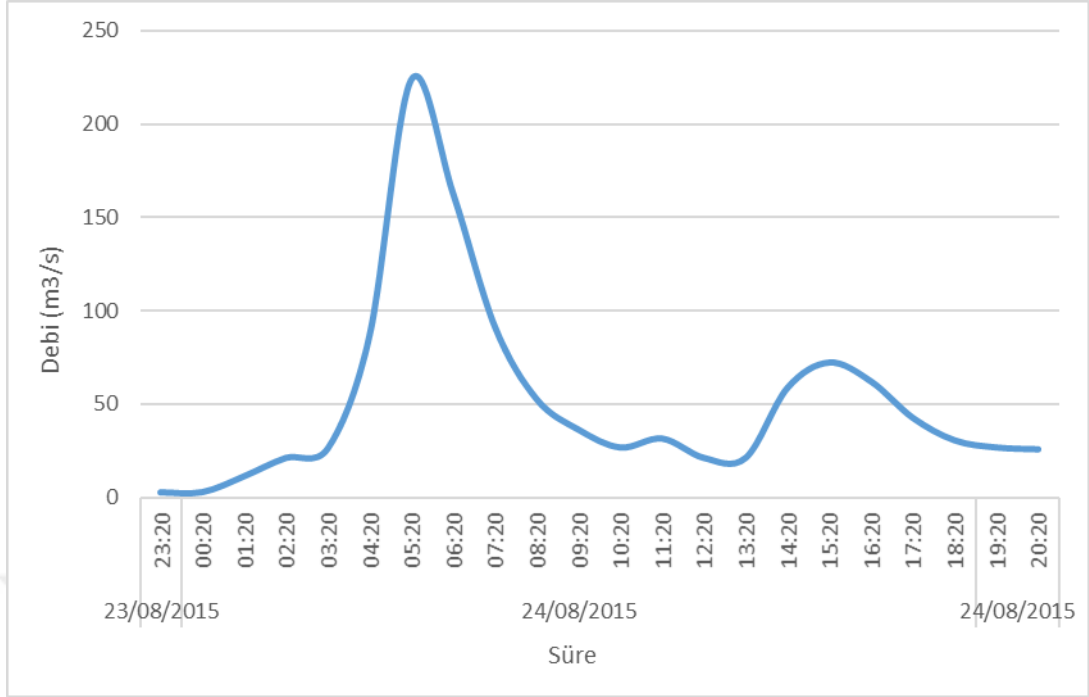
21.09.2013 tarihinde meydana gelen taşkın 20.09.2013 tarihinde gece 23:00 sularında başlayan sağanak yağışın ardından meydana gelmiştir. Yağışlar özellikle Rize, Güneysu ve Pekmezli' de etkili olmuştur. Taşkın olayından iki gün sonra DSİ tarafından yapılan çalışmalara göre debi değerinin 109 m³/s olduğu rapor edilmiş olup, bu değer 271 m³/s olan 2 yıl yinleme taşkın debisinden daha küçük bir değer olduğu tespit edilmiştir. 21.09.2013 tarihli taşkın zarar raporuna göre (DSİ taşkın yıllıkları); Rize Güneysu karayolunun yaklaşık 100 m kısmında boyuna çatlaklar ve yolun şev eteklerinde kıyı oyulması neticesinde yol boyunca göçükler meydana gelmiş, bir şerit kullanılmaz hale gelmiş ve çelik içme ve kullanma suyu hattında kopma meydana geldiği için Gündoğdu ve Çayeli ilçelerine içme suyu verilememiştir. Taşlıdere ve Salarha Deresinin birleşim yerinden mansap yönünde 100 m mesafede bulunan Hamzabey regülatörü ve HES Projesi İnşaatının bulunduğu bölümde hasar meydana gelmiştir.

2013 taşkın debisi her ne kadar iki yıllık taşkın debisine dahi ulaşamamış olsa da yıkıcılığı fazla olmuştur. Bunun nedeni olarak DSİ 21 Eylül 2013 tarihli taşkın raporunda, meydana gelen hasarların taşkından ziyade kıyı oyuntusundan dolayı meydana geldiği ifade edilmiştir. Burada kanal oyulmasına neden olan debi yükselmesinin, mevcut yatak sınırını aşarak kıyının oyulmasına sebep olması, yani bir türlü yatak aşılması, nedeniyle taşkın olarak adlandırılması uygun olabilir mi sorusunu akla getirmektedir.

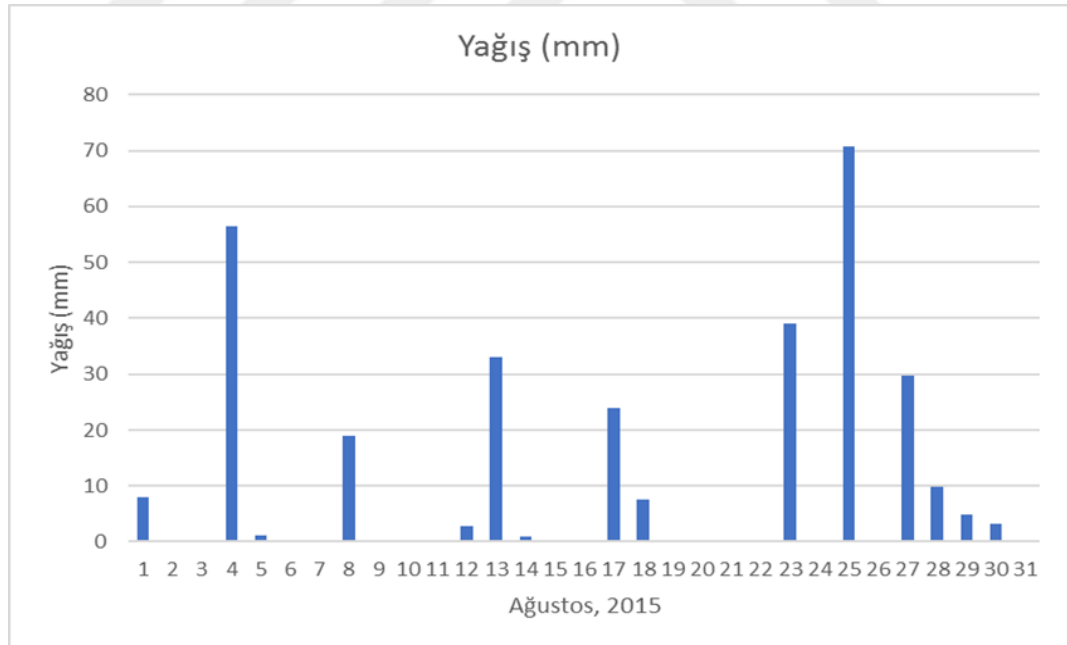
2013 Güneysu taşkınının günlük maksimum kayıtları incelendiğinde, günlük maksimum değerinin (29.200 m³/s; 22/09/2013) olduğu görülmüştür. Böyle bir ortalama değerinde maksimum debi sadece 109 m³/s'dir. Sonuç olarak; debi değerinin 2 yıllık tekrerründen küçük olmasına rağmen şiddetli akışın diğer ölçüm saatlerinde de olduğu anlaşılmaktadır. Böyle bir fikir kıyı oyulması ile desteklenmektedir. Uzun süre yüksek debili akıma maruz kalmanın kıyı oyulmalarına neden olması olasıdır. Eğer yukarıda ifade edilen

görüŖü doğrulayacak çalışmalar ortaya konulabilirse bu durumda özellikle dağlık havzalarda (eğimin fazla olduğu) taşkın riski ve taşkın haritalarının üretilmesi için debi süreleri ile ilgili senaryoların da dikkate alınması gerekliliği ortaya çıkacaktır. Böyle bir gereklilik, yüksek çözünürlüklü görüntüler ve yüksek konumsal çözünürlüklü sayısal yükseklik modellerinin önemini arttırmaktadır.

24/08/2015 tarihli Rize taşkını, il merkezi ve Güneysu ilçesi ve Taşlıdere vadisinde gece yarısı başlayan ve şiddetini arttırarak sabaha karşı saat 04:00 sularına kadar devam eden sağanak yağışlar sonucunda meydana gelmiştir. Taşkıdan, Rize ili Merkez Salarha Deresi, Muradiye Nahiyesi, Güneysu ilçesi, Güneysu Deresi, Ballıdere, Grgen, ve Kbledağı taşkın havzaları etkilenmiştir. Güneysu Deresi ve kollarında, Pekmezli köprüsünün sağ sahilde bulunan taş istinat duvarı ve Ulucami Mahallesinde sağ sahilde bulunan taş istinat duvarı hasar grmştir. Aynı yerde yer alan bir adet asma yaya köprü yıkılmıştır. Ulucami mahallesinde bulunan bir asma yaya köprüsünün orta ayağı tahrip olmuştur. Güneysu ilçesi futbol sahasının bulunduğu alanda sağ sahilde bulunan taş istinat duvarı oldukça zarar görmüş ve taş brit yıkılmıştır. Ayrıca sol sahilde 100 metre kadar taş istinat duvarı yıkılmıştır. Güneysu ilçe merkezinde bulunan araç köprüsünde 250 metre boyunca aşırı rüsubat birikmiştir. Kbledağı Deresi güzergahı boyunca beton duvarların temellerinde oyulmalar meydana gelmiştir. Ayrıca derenin taşması sonucu grup yolu zarar grmştir. Kbledağı köy merkezinde taşkın esnasında yatak değiştiren dere tarım arazilerinde zarara neden olmuştur (Dere tarım arazileri üzerinden akmıştır). Yan derelerden gelen yüksek oranda rüsubat grup yoluna birikmiştir. amlıca köyü Alıka kesiminde grup yolu hasar görmüş ve ulaşıma kapanmıştır. 23.08.2015 günü saat 23:20 ve 24.08.2015 günü saat 20:20 arasında, Güneysu saatlik debi değerlerini gösteren grafik şekil 37’de ve Ağustos ayı günlük ortalama yağış miktarlarını gösteren grafik şekil 38’de verilmiştir.



Şekil 37. 24 Ağustos 2015 Güneysu taşkınına ilişkin saatlik debi büyüklüğünü gösterir grafik

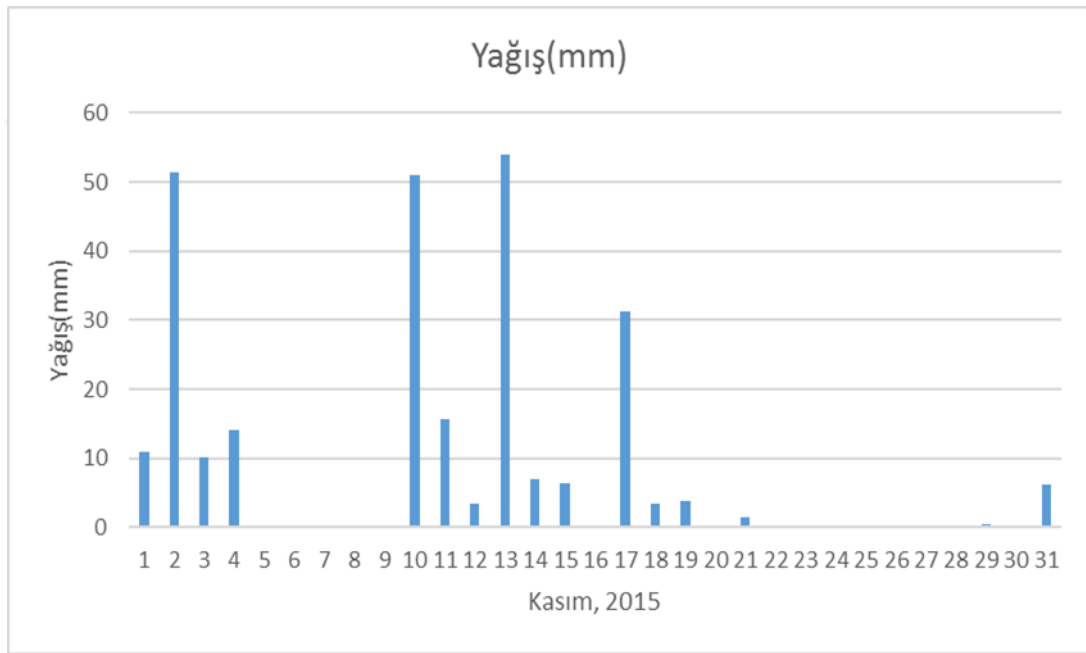


Şekil 38. 24 08 2015 ve 23.08.2015 tarihleri, 23:00 -15:00 saatleri arasında Güneysu saatlik yağış miktarı

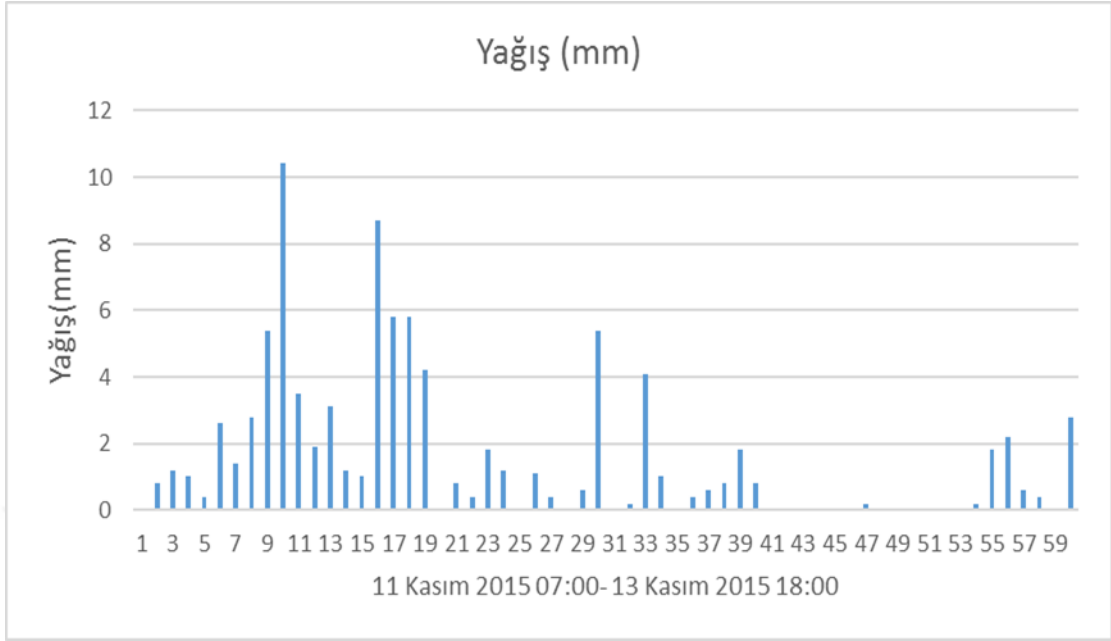
11,12,13 Kasım 2015 tarihli Rize taşkını, 11 Kasım 2015 gece saatlerinde başlamış ve şiddetini arttırarak 13 Kasım 2015 tarihi saat 22:00'ye kadar devam eden sağanak yağışlar

sonucunda Taşlıdere, İyidere, Çayeli Büyükdere, Pazar Hemşin ve Fırtına deresinde meydana gelmiştir. Güneysu Deresi üzerinde Kibledağ kesiminde Çamlıca Köyü civarında taşkın dalgası ile birlikte taşınan aşırı rüsubat dolması sonucu köy yolu kapanmıştır. Benzer şekilde Kibledağ Köyü'nün dere yatağı kapasitesi üzerinde rüsubat birikerek Kibledağ köy yolu ulaşımına kapanmıştır.

Rize 2015 Kasım ayı günlük yağış miktarları Şekil 39'da ve 11.11.2015 07:00 - 13.11.2015, 23:00 saatleri arasında Güneysu saatlik yağış miktarı Şekil 40'ta verilmektedir.



Şekil 39. Kasım 2015 Ağustos ayı aylık yağış miktarını gösterir grafik



Şekil 40. 11.11.2015 07:00 -13.11.2015 23:00 - 24.08.2015, 18:00 saatleri arasında saatlik yağış miktarını gösterir grafik

1973-2015 yılları arasında meydana gelen taşkınlar neticesinde oluşan hasarlara ilişkin fotoğraflar Şekil 41’de verilmiştir.



Şekil 41. Taşkın havzasında meydana gelen taşkınlar nedeniyle oluşan zararlar (DSİ taşkın raporları, 1988/2015).

3.2. Kırılgnlık Açısından Arazi Kullanımının ve Nüfus Değişiminin İncelenmesi

DSİ, 1986 yılı raporlarına göre; Ulucami ve Küçükcami mahalleleri dahil olmak üzere toplam nüfus yaklaşık 25 bin civarı, toplam hane sayısı 4200'dür. Güneysu bucağında, eğitim kurumu olarak bir adet imam hatip lisesi (350 öğrenci), bir adet ortaokul (240 öğrenci) ve bir adet ilkokul (400 öğrenci) mevcut olup, sağlık kurumu olarak 1 doktor, 1 hemşire ve 2 ebenin görev yaptığı bir adet sağlık ocağı bulunmaktadır. Devlet'e ait 2 adet çay fabrikası, 1 adet PTT merkezi ve 2 adet kooperatif bulunmaktadır (Tablo 24). Ayrıca toplamda 900 dekar taşkına maruz kalan tarım arazisi mevcuttur. Bununla birlikte;

Adacami köyü: Yaklaşık 2300 kişinin yaşadığı Adacami köyünde 350 hane, 1 ilkokul (250 öğrenci, 1 adet sağlık ocağı ve Ptt merkezi bulunmaktadır (Tablo 25).

Pazarköy: Bölgede yaklaşık 2000 kişi yaşamakta olup 240 hane, iki adet ilkokul 1 adet PTT ile 1 adet sağlık ocağı bulunmaktadır (Tablo 26).

Pekmezli: Köyün nüfusu yaklaşık 1300 kişi ve hane sayısı 190'dır. 1 adet ilkokul ve 1 adet sağlık ocağı bulunmaktadır (Tablo 27).

Tablo 24. Ulucami ve Küçükcami mahalleleri dahil olmak üzere Güneysu nüfus ve bina kullanımına ilişkin bilgiler, 1986

<i>Nüfus</i>	<i>Hane Sayısı</i>	<i>Eğitim</i>	<i>Sağlık</i>	<i>Fabrika</i>	<i>Diğer</i>
25000	4200	3 (1000 öğrenci)	1	2	2

Tablo 25. Adacami köyü nüfus ve bina kullanımına ilişkin bilgiler, 1986

<i>Nüfus</i>	<i>Hane Sayısı</i>	<i>Eğitim</i>	<i>Sağlık</i>	<i>Fabrika</i>	<i>Diğer</i>
2300	350	1 (250 öğrenci)	1	-	1

Tablo 26. Pazarköy'ü nüfus ve bina kullanımına ilişkin bilgiler, 1986

<i>Nüfus</i>	<i>Hane Sayısı</i>	<i>Eğitim</i>	<i>Sağlık</i>	<i>Fabrika</i>	<i>Diğer</i>
2000	240	2	1	-	1

Tablo 27. Pekmezli Köyü'nün nüfus ve bina kullanımına ilişkin bilgiler, 1986

<i>Nüfus</i>	<i>Hane Sayısı</i>	<i>Eğitim</i>	<i>Sağlık</i>	<i>Fabrika</i>	<i>Diğer</i>
1300	190	1	1	-	1

DSİ, 1988 yılı raporlarına göre; Rize, Güneysu ilçesi merkez nüfusu yaklaşık olarak 5000'dir. İlçe, Ulucami ve Küçükcamı olmak üzere iki mahalle, 17 köyden oluşmaktadır. Toplam nüfus yaklaşık 25.000'dir. Eğitim kurumu olarak 1 adet imam hatip lisesi, 1 adet lise, 1 adet ortaokul ve 1 adet ilk okul mevcut olup, sağlık kurumu olarak 1 doktor, 1 hemşire ve 2 ebe'nin görev yaptığı bir adet sağlık ocağı bulunmaktadır. Ayrıca 2 adet devlete, 7 adet özel sektöre ait çay fabrikası bulunmakta olup (Tablo 28). bölgenin genel gelir ve geçim kaynağını çay tarımı sağlamaktadır.

Daha önce meydana gelen taşkın olaylarına ilişkin kayıtlara göre; imam hatip lisesi, ilkokul binası, ortaokul ve lise binası, 1 lojman, 3 katlı bir konut, 2 katlı bir adet dükkan ve 5 adet 4 katlı konut taşkın sahası içinde yer almaktadır. 1988 yılına göre yaklaşık 400 000 000.00 TL taşınmaz risk altındadır. 1986 ve 1988 yılına ait taşkın raporları iki yıllık taşkın tekerrür periyoduna göre belirlenmiştir.

Tablo 28. Ulucami ve Küçükcamı mahalleleri dahil olmak üzere Güneysu nüfus ve bina kullanımına ilişkin bilgiler, 1988

<i>Nüfus</i>	<i>Hane Sayısı</i>	<i>Eğitim</i>	<i>Sağlık</i>	<i>Fabrika</i>	<i>Diğer</i>
25000	4200	4	1	9	?

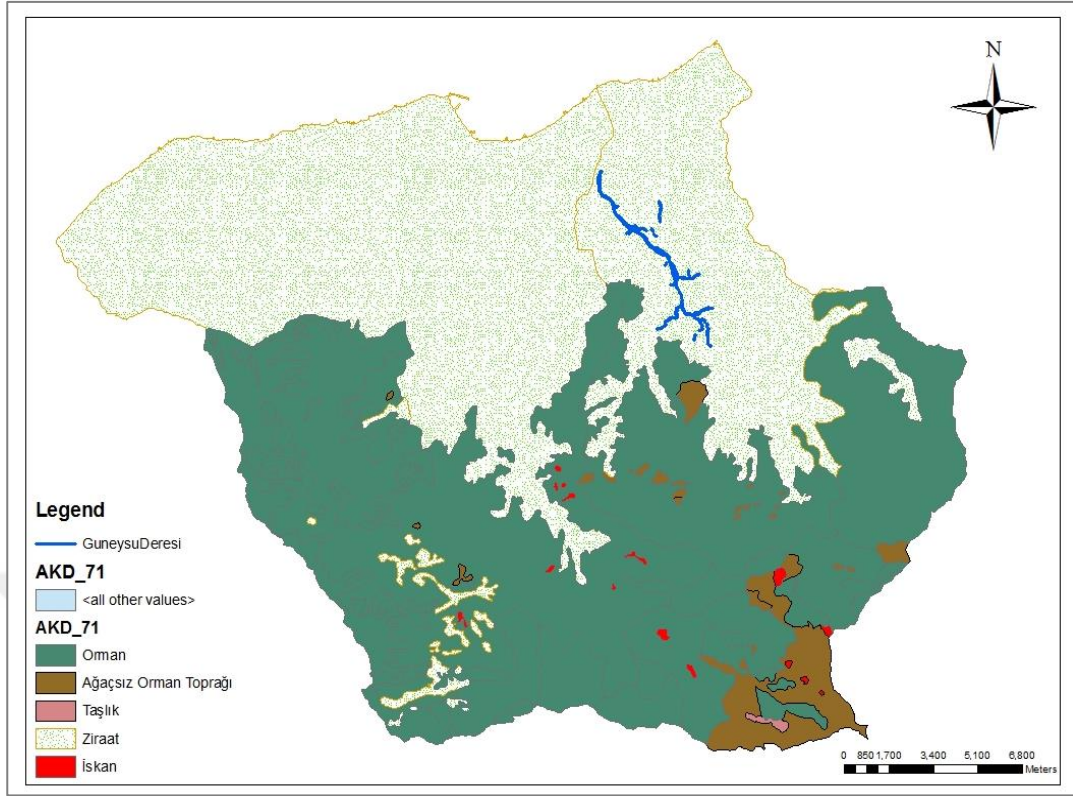
1986 ve 1988 yıllarındaki DSİ raporlarından ve çeşitli dokümanlardan (kurum bilgi notları, pafta, harita vb.) toplanan bilgilere göre, 1986 ve 1988 yılları arasında eğitim kurumu ve fabrika sayısı artmıştır (Tablo 29). Nüfus yaklaşık değerler üzerinden verildiğinden nüfus yoğunluğundaki değişimin fazla olmadığı tahmin edilmektedir. 1987-1988 yıllarında açılan eğitim kurumu ortaokul olup, taşkın yayılım sınırlarının dışındadır. Ancak taşkın tehlikesi taşıyan alanlara yakın olması (yaklaşık 200 metre) nedeniyle ve 15 yaş altında taşkına daha dayanıksız grup olan çocukları barındırması nedeniyle taşkın riskini artırıcı niteliktedir. Zarar görecektir grupların taşkın riski taşıyan alanlara yakınlığı, riske dahil olma ihtimallerini

arttıracğından, taşkın nedeniyle oluşacak can kaybı/yaralanma olasılığını da arttıracaktır; bu da taşkın risk oranını yükseltmektedir.

Tablo 29. 1986 ve 1988 yılları nüfus ve bina kullanımına ilişkin bilgiler

Yıl	Nüfus	Hane Sayısı	Eğitim	Sağlık	Fabrika	Diğer
1986	25000	4200	3 (1000 öğrenci)	1	2	1
1988	25000	4200	4	1	9	?

Güneysu ilçesi arazi kullanım türü Rize merkez arazi kullanım türüne paralel şekilde değişmiştir. Arazi kullanım türleri, 1971-1984-2007 yıllarına ait Rize merkez amenajman planı meşcere haritalarından üretilmiştir. Güneysu ilçesi genel olarak orman ve ziraat alanlarından oluşmaktadır. Rize merkez ve Güneysu İlçesine ait, 1971 yılı amenajman planlarına göre üretilen arazi kullanım durumları (Şekil 42); %51 orman ve otlak, %0,2 iskan, %17 ziraat ve % 32 yaygın olarak tarım ve nadiren iskan alanlarından oluşmaktadır (Tablo 30).

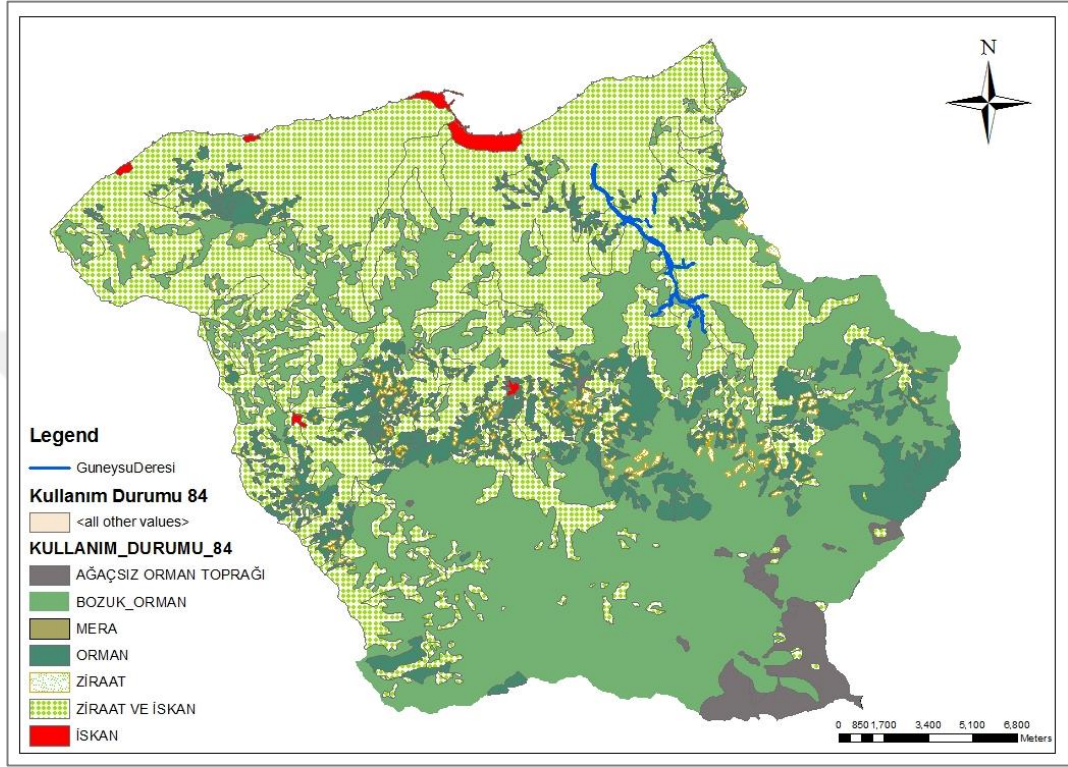


Şekil 42. 1971 yılı amenajman planı meşcere haritasından üretilen arazi kullanım haritası

Tablo 30. 1971 yılı amenajman planı meşcere haritasından üretilen arazi kullanım haritasına göre arazi kullanım durumu

ARAZİ KULLANIM DURUMU	ALAN m ²	Alan Ha	%
ORMAN	264081257	26408.13	48
İSKAN	1258328.449	125.8328	0.2
MERA	18529487.59	1852.949	3
KAYALIK	399723.825	39.97238	0.07
ZİRAAT	92409642.76	9240.964	17
ZİRAAT VE İSKAN	174202360.8	17420.24	32
TOPLAM	550880800.47	55088.08	100

1984 yılı amenajman planlarına göre üretilen arazi kullanım durumları (Şekil 43); %51 orman ve otlak, %1 iskan, %1 ziraat ve % 45 yaygın olarak tarım ve dağınık iskan özelliği taşıyan alanlardan oluşmaktadır (Tablo 31).

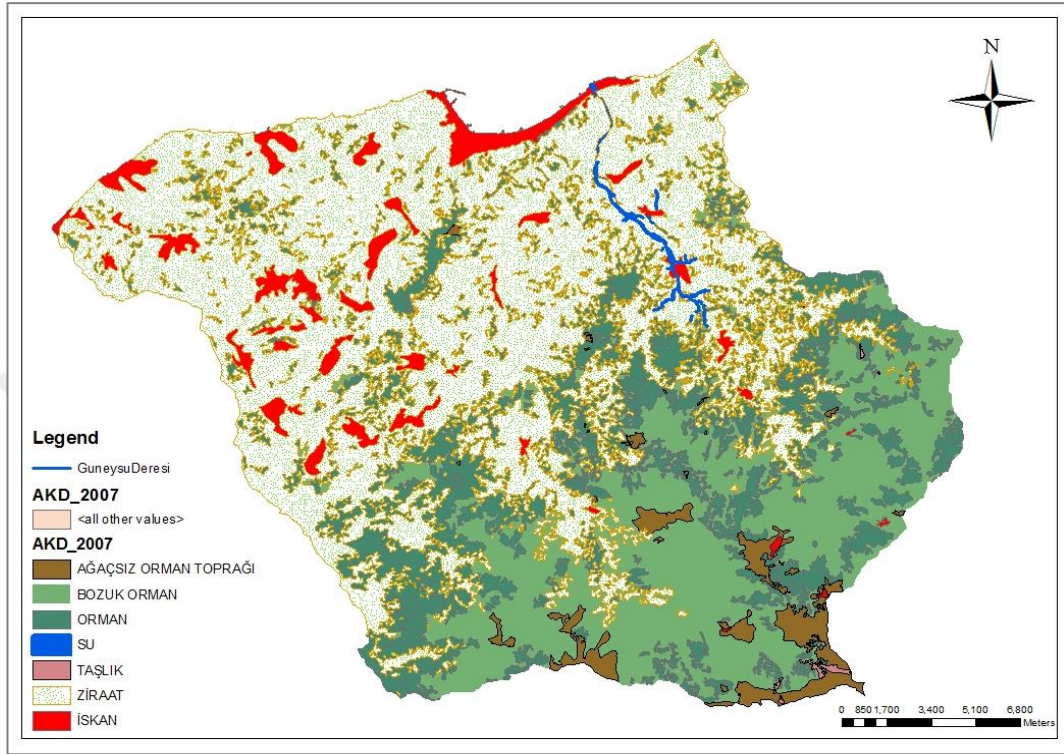


Şekil 43. 1984 yılı amenajman planı meşcere haritasından üretilen arazi kullanım haritası

Tablo 31. 1984 yılı amenajman planı meşcere haritasından üretilen arazi kullanım haritasına göre arazi kullanım durumu

ARAZİ KULLANIM DURUMU	ALAN m ²	Alan Ha	%
AĞAÇSIZ ORMAN TOPRAĞI	14463335.03	1446.33	3
BOZUK_ORMAN	217161890.68	21716.19	39
İSKAN	3027068.16	302.71	1
MERA	11272.95	1.13	0
ORMAN	64772087.09	6477.21	12
ZİRAAT	5428221.75	542.82	1
ZİRAAT VE İSKAN	245602752.30	24560.28	45
TOPLAM	550466627.95	55046.66	100

2007 yılı amenajman planlarına göre üretilen arazi kullanım durumları (Şekil 44); %44 orman ve otlak, %4 iskân ve %49 ziraat yapılan alanlardan oluşmaktadır (Tablo 32).

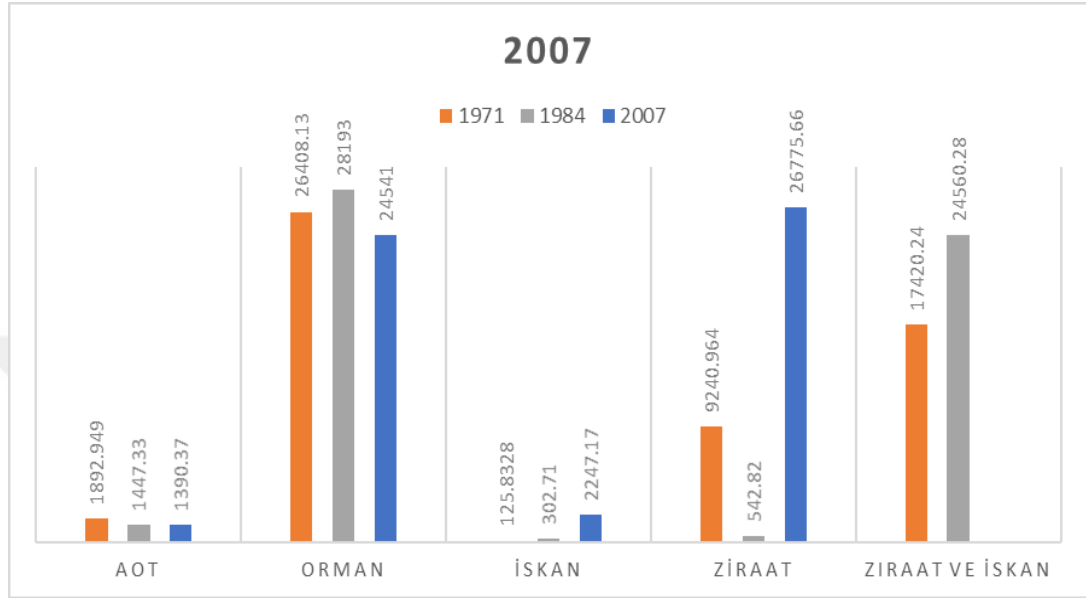


Şekil 44. 2007 yılı amenajman planı meşcere haritasından üretilen arazi kullanım haritası

Tablo 32. 2007 yılı amenajman planı meşcere haritasından üretilen arazi kullanım haritasına göre arazi kullanım durumu

ARAZİ KULLANIM DURUMU	ALAN m ²	ALAN HA	%
AĞAÇSIZ ORMAN TOPRAĞI	13903697.65	1390.37	3
BOZUK ORMAN	121734568.62	12173.46	22
İSKAN	22471670.41	2247.17	4
ORMAN	123675211.88	12367.52	22
SU	357886.64	35.79	0
TAŞLIK	567072.30	56.71	0
ZİRAAT	267756562.84	26775.66	49
TOPLAM	550466670.34	55046.67	100

1971 yılından 2007 yılına kadarki arazi kullanım haritaları incelendiğinde, arazi kullanım türlerinin Rize merkez ve Güneysu ilçesi genelinde orman alanlarında azalma olurken, iskan ve ziraat alanlarında artma olmuştur (Şekil 45).



Şekil 45. 1971-1984-2007 yılı amenajman planı meşcere haritasından üretilen arazi kullanım haritasına göre arazi kullanım durumları

Güneysu ilçesinde, iskan Güneysu Deresi boyunca yakın mesafelerde artış gösterirken, yerleşim özellikle Güneysu Deresi ile Islahiye Deresinin birleştiği Güneysu merkeze yakın mesafede Kibledağ yönünde yüksek taşkın riski taşıyan alanda yerleşim artış göstermektedir (Şekil 44). 2011, 2013 ve 2015 yıllarında meydana gelen taşkınlarda hasar gören bu bölge (Güneysu ilçe stadyumu ve stadyumun kuzey-güney hattı boyunca yaklaşık 5 km) yerleşim oranının yoğunlaşması nedeniyle 1971-1984 yılında düşük risk taşıırken, 2007 yılı arazi kullanım türüne göre yüksek riskli bölgelerden biri haline gelmiştir.

Doğa olaylarının afet olarak adlandırılması can ve mal kaybına neden olması ile ilişkilidir. Ya da yararlanılan bir sistemin kendi özelliklerini yerine getiremeyecek kadar hasar görmüş olması ile de ifade edilebilir. Güneysu Deresi boyunca aslında derenin doğal taşma alanının arazi kullanımının değişmesi ve nüfusun artması, zarar görecekt varlıkların sayısını arttırarak taşkın riskini de yükseltmektedir. Küresel iklim değişiminin doğa olaylarının sıklığını ve şiddetini değiştirdiği literatürde birçok bilim insanı tarafından dile getirilmektedir ancak taşkın olaylarının meydana geldiği birçok akarsuyun yanı sıra

Güneysu Deresi örneği incelendiğinde, yukarıda yıllara göre özetlenmiş taşkın hadiselerinde artan zararların, şiddeti ve büyüklüğü artan meteorolojik olaylardan ziyade; taşkın alanının değişen arazi kullanım yöntemleri ile ilişkili olduğunu görülmektedir. Örnek olarak yukarıda detaylı olarak özetlenen 2005 yılı Güneysu taşkınında debi büyüklüğü 200 m³/s ölçülmüştür. Taşkın sonucu oluşan hasarlar ise dere içinde rüsubat birikmesi ve dere kenarlarında yer alan taş seddelerin hafif hasar görmesidir. Yol ve bina hasarı meydana gelmemiştir. Ancak, 2013 yılında meydana gelen taşkın olayında ölçülen debi değeri 109 m³/s (2 yıllık tekerrür periyoduna dahi ulaşmamış) olmasına rağmen, Rize Güneysu karayolunun yaklaşık 100 m'lik kısmında boyuna çatlaklar ve yolun şev eteklerinde kıyı oyulması neticesinde yol boyunca göçükler meydana gelmiş, bir şerit kullanılmaz hale gelmiş ve çelik içme ve kullanma suyu hattında kopma olduğu için Gündoğdu ve Çayeli ilçelerine içme suyu verilememiştir. Hamzabey regülatörü ve HES Projesi İnşaatının bulunduğu alanda hasar oluşmuştur. Taşkın etki alanı daha çok büyümemiştir, ancak zarar gören varlıkların sayısı artmıştır. Benzer şekilde 2015 yılında meydana gelen taşkın afetine kadar Güneysu'ya ilişkin hiçbir taşkın raporunda derenin yatak değiştirmesine yer verilmemiştir. Ancak 2015 yılı taşkınında derenin yatak değiştirmesiyle birçok ev, bahçe ve yolda hasar meydana gelmiştir.

Arazi kullanım türündeki değişim ve bina artışı ile ilgili değişimler için AKD haritaları daha genel bir bilgi vermektedir. Yerleşim ile ilgili daha detaylı bilgiler elde etmek için geçmiş yıllara ait pafta ve halihazır haritalar, son yıllara ait arazi kullanım durumu için de uydu görüntüleri/hava fotoğrafları kullanılmıştır. Arazi kullanım değişim ve bina yoğunluğundaki artış bu şekilde belirlenmeye çalışılmıştır. Ancak geçmiş yıllara ait veri arşivinin azlığı nedeni ile sadece belirli yıllara ait pafta ve haritalar elde edilebilmiştir. Ayrıca sağlık ve eğitim kurumlarına ilişkin bilgiler Milli Eğitim Bakanlığı, okul ve sağlık kurumlarının internet sayfaları ve ilçe Sağlık Müdürlüğü'nden elde edilmiştir. Nüfus ve ilgili bilgiler Türkiye İstatistik Kurumu'ndan sağlanmıştır.

Aşağıda yıllara göre yerleşim, sağlık ve eğitim kurumları, nüfus değişimi ve nüfus içerisindeki kırılgan gruplar detaylı olarak verilmektedir. Elde edilen bulgularla ilgili değerlendirme bu tezin sonuç bölümünde detaylı olarak yer almaktadır. Çalışmada özellikle eğitim ve sağlık kurumlarının üzerinde durulmasının nedeni kırılgan grupları barındırması ve sağlık kurumlarının hasar görmesinin afet riskini daha fazla arttıracak olmasıdır. Geçmiş yıllara ait; pafta (1973), 2008-2009-2014 yılı halihazır haritalar, 2009 yılına ait uydu görüntüsü ve 2016 yılı ortofoto görüntüleri kullanılmıştır.

1973 yılı 1/2000 ölçekli Güneysu paftasına (Şekil 46) göre belirlenen taşkın sahası içinde 1 resmi bina, 1 okul, 13 fabrika binası ve 33 mesken bulunmaktadır (Tablo 33)



Şekil 46. Güneysu paftası, 1973

Tablo 33. 1973 paftasına göre Güneysu Deresi taşkın sahası içinde yer alan bina kullanım türleri

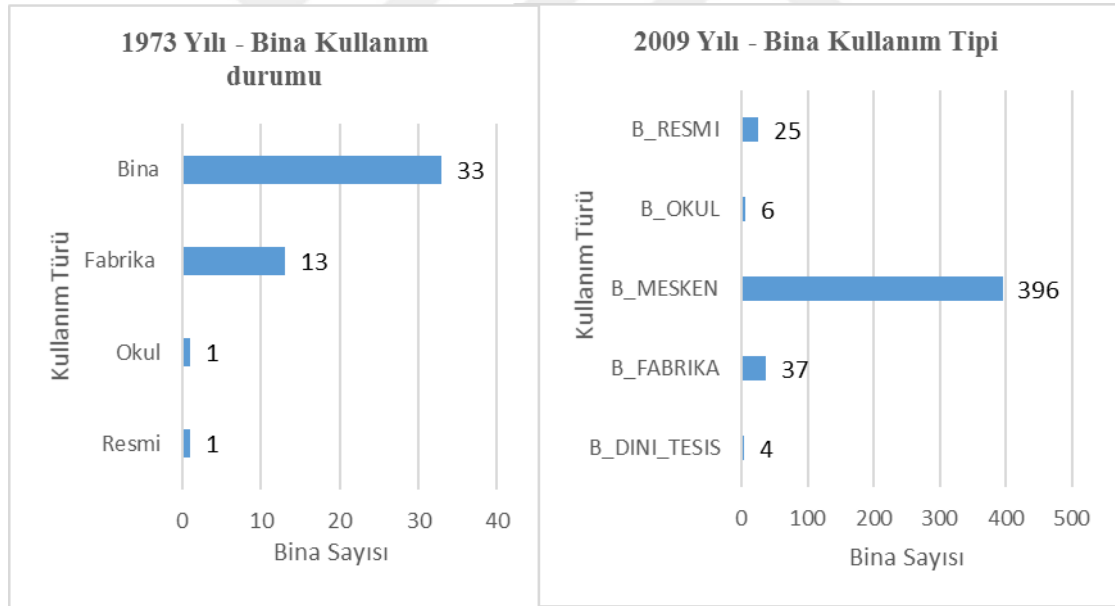
<i>Yıl</i>	<i>Hane Sayısı</i>	<i>Eğitim</i>	<i>Sağlık</i>	<i>Fabrika</i>	<i>Diğer</i>
1973	33	1	1	13 (BinaSayısı)	?

1973 yılı paftası ile 2009 yılı halihazır haritası üst üste bindirilerek bina artışı irdelenmiştir (Şekil 48). 1973 yılı paftasına göre taşkın sahası içinde 1 resmi bina, 1 okul, 13 fabrika binası ve 33 mesken bulunurken, 2009 yılında 25 resmi bina 6 okul, 4 dini tesis, 37 fabrika binası, 396 mesken yer almaktadır (Tablo 34).

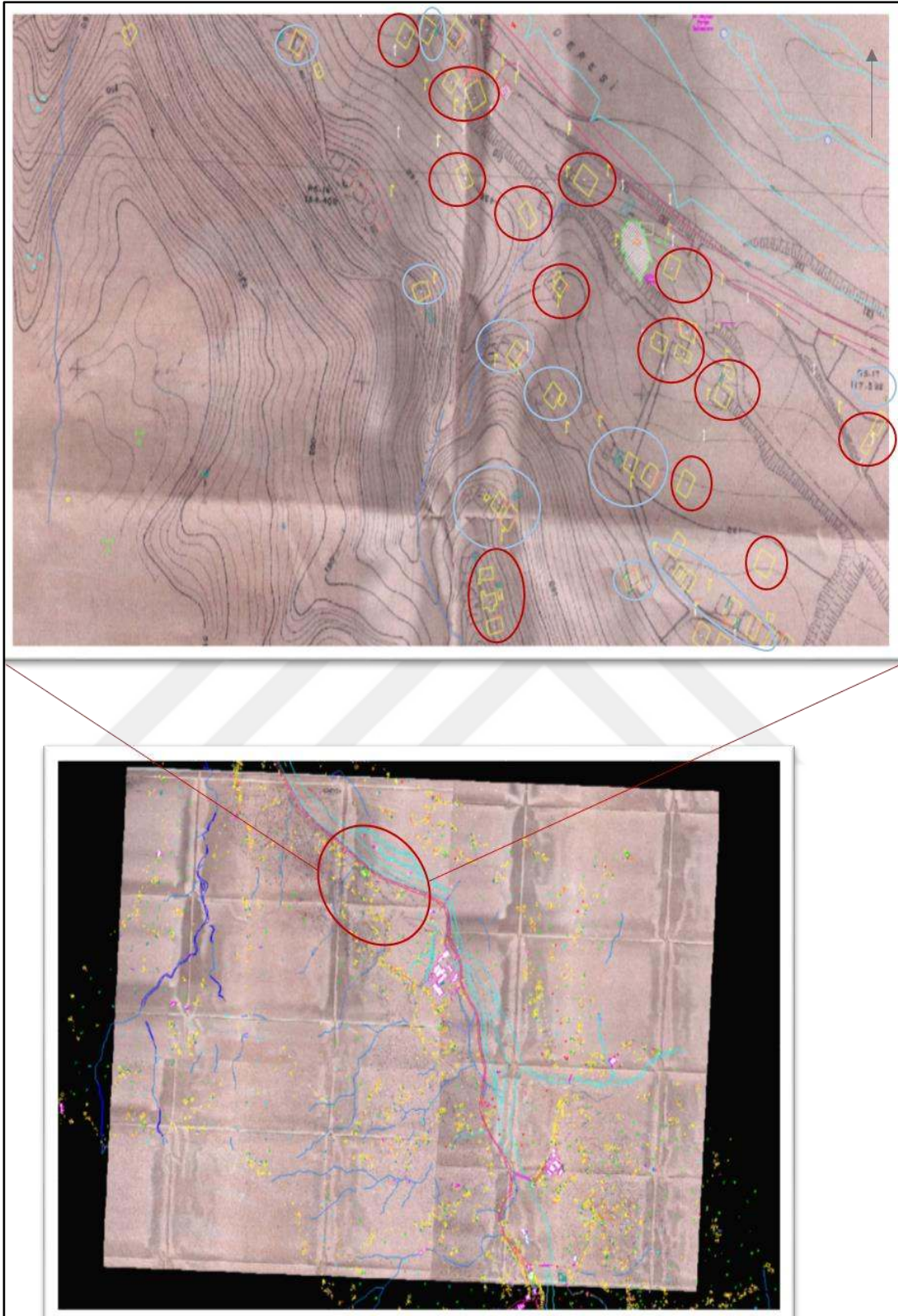
Tablo 34. 2009 halihazır haritasına göre, Güneysu Deresi taşkın sahası içinde yer alan bina kullanım türleri

<i>Yıl</i>	<i>Hane Sayısı</i>	<i>Eğitim</i>	<i>Sağlık</i>	<i>Fabrika</i>	<i>Dini Tesis</i>	<i>Diğer</i>
2009	396	6	?	37 (BinaSayısı)	4	?

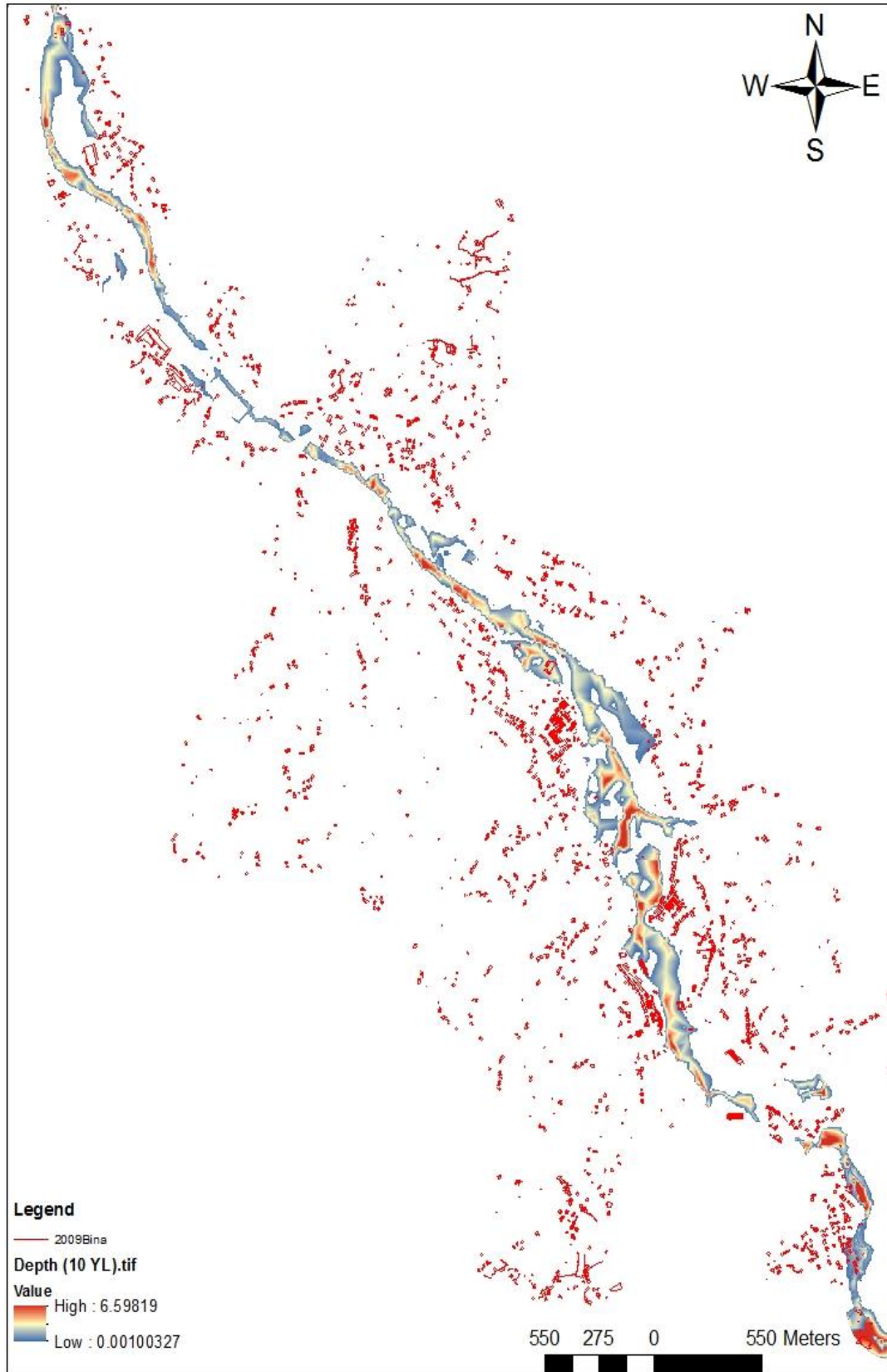
Yapılaşma dere güzergahı boyunca yakın mesafede yoğunlaşmış, Şekil 48’de de görüldüğü üzere yeni yapılan binalar daha çok dereye yakın düzlükler boyunca artış göstermiştir. Yerleşim alanlarının yanı sıra resmî kurumlar da benzer şekilde akarsuya yakın mesafelerde kurulmuştur. Bunların bir kısmı taşkın sahası içinde yer alırken bir kısmı yakın mesafelerde yer almaktadır. 1973 ve 2009 yılları arasında taşkın riski taşıyan alanlar içinde yer alan bina sayısı yaklaşık 12 kat, okul sayısı 6 kat ve fabrika bina sayısı yaklaşık 3 kat artmıştır (Şekil 47). Bunun dışında 4 dini tesis yer almaktadır



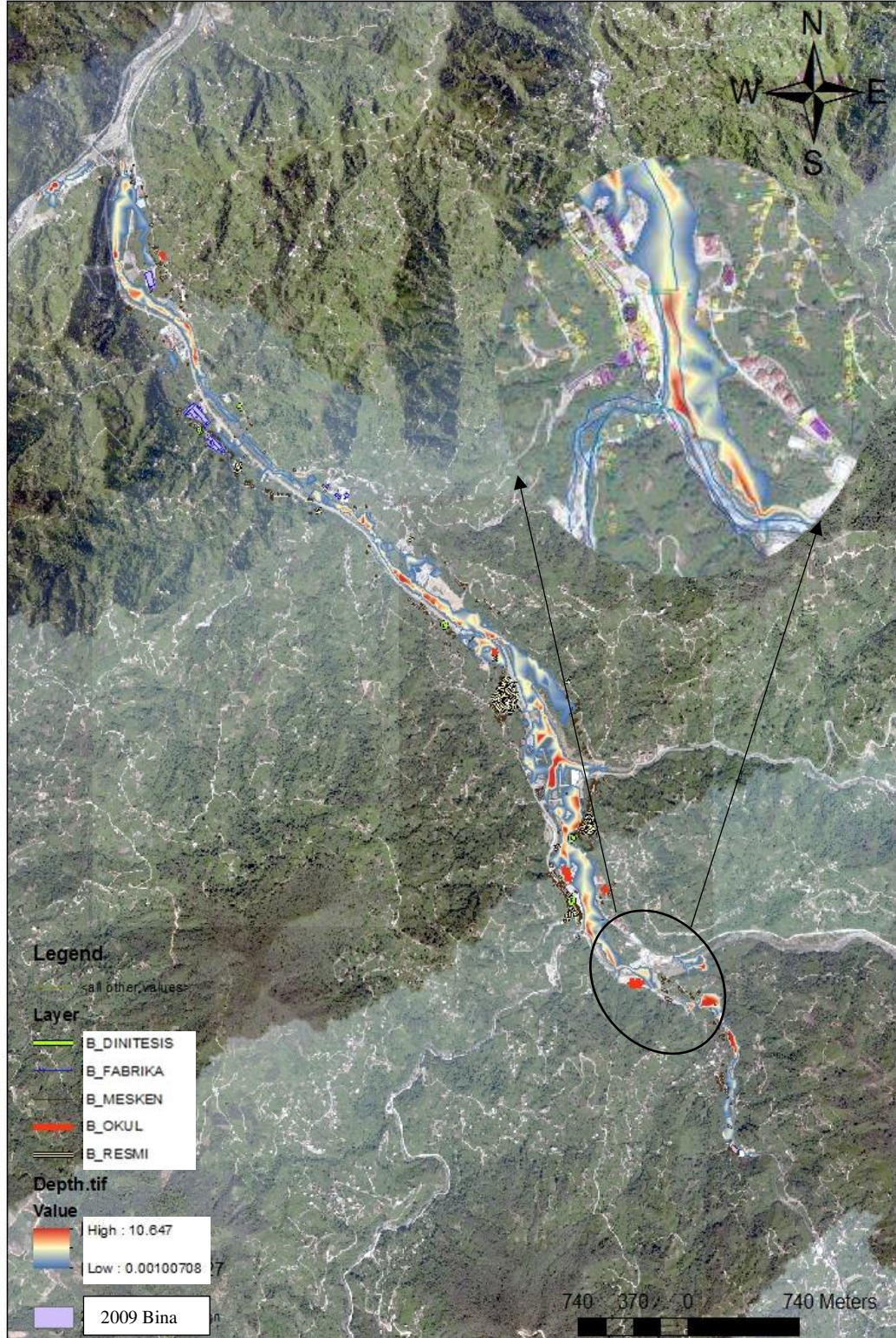
Şekil 47. 1973-2009 yılları arasında belirlenen ve Güneysu deresi boyunca taşkın riski taşıyan alan sınırları içerisinde yer alan bina kullanım türleri



Şekil 48. Güneysu 1973 paftası ve 2009 yılı halihazırda çakıştırılmış harita, ○ :1973 yılı paftasında yer almayan binalara ilişkin sembol, ○ : 1973 yılı paftasında yer alan binalara ilişkin sembol



Şekil 49. 2009 yılı taşkın etki alanını gösterir harita

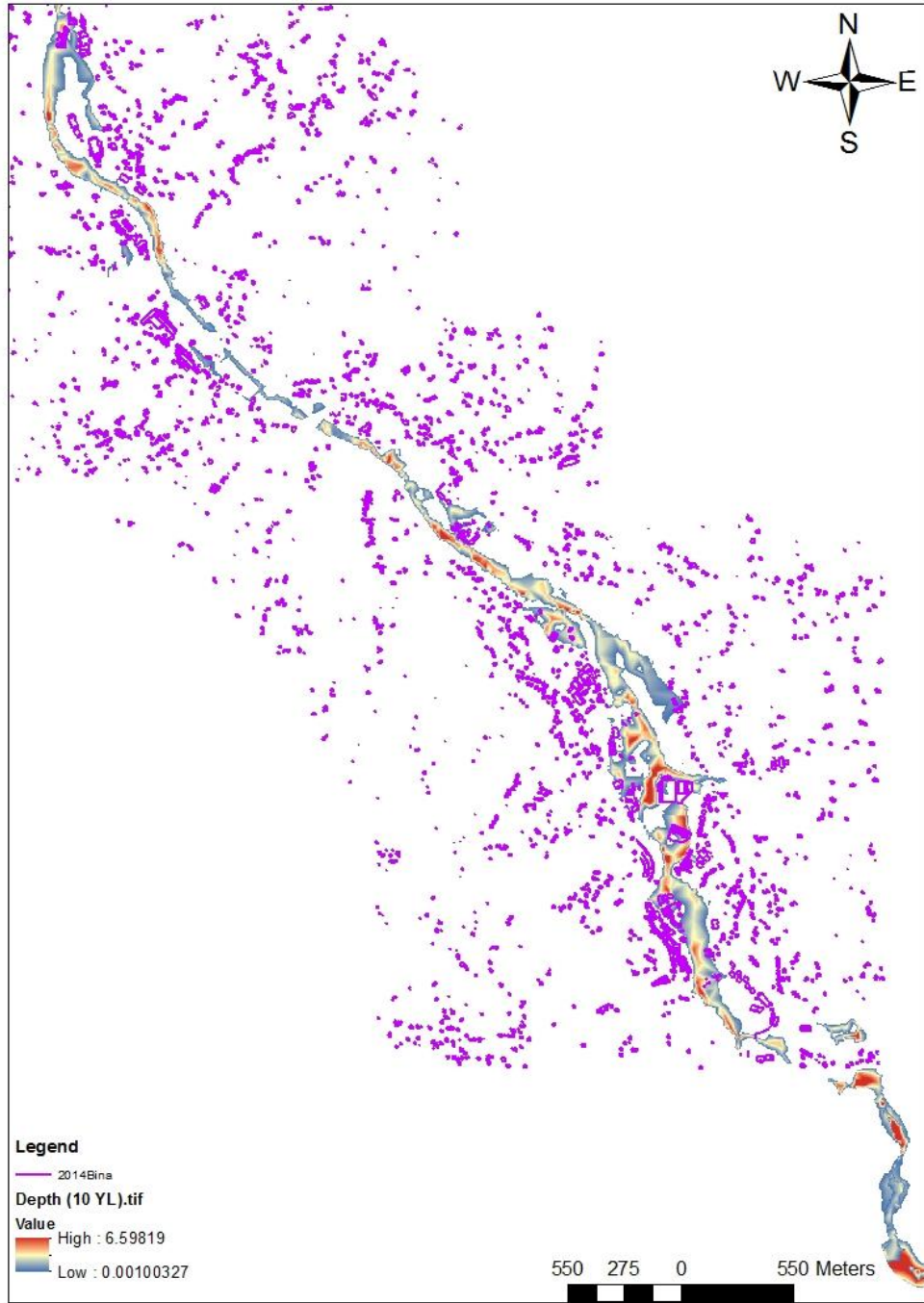


Şekil 50. Su altında kalması muhtemel alanlar, 2009 yılı halihazır haritasından elde edilen mesken, fabrika, dini tesis, okul ve resmi binalar ile hava fotoğrafının üst üste çakıştırılarak üretilen harita

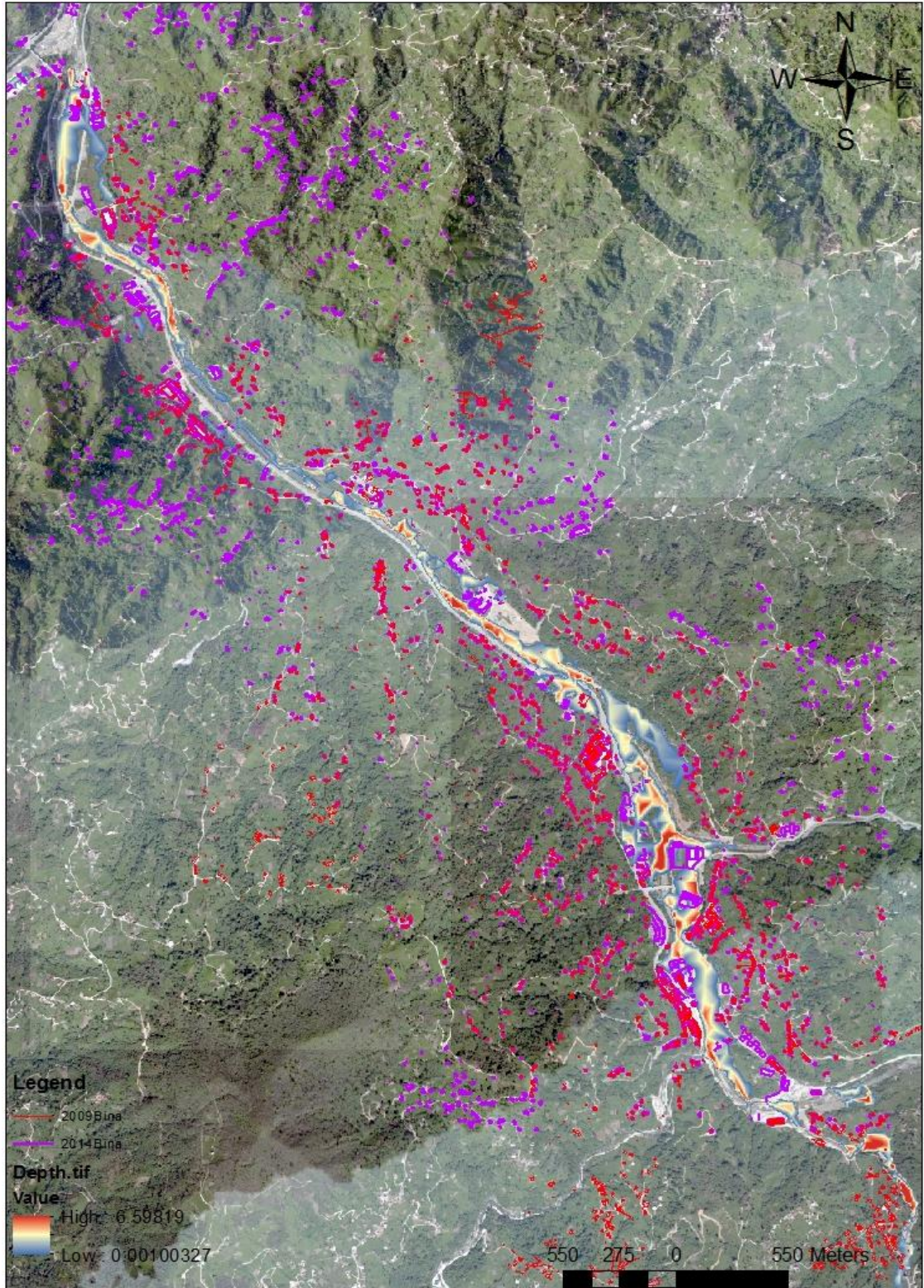
2014 yılında taşkın tehlikesi taşıyan alanlar içerisinde 10 resmi, 5 dini tesis, 52 fabrika binası, 415 mesken, 4 adet spor tesisi ve binası ve 49 ticari işletme binası yer almaktadır (Şekil 51 ve Şekil 52).

2014 yılında mesken sayısı 1973 yılına göre yaklaşık 15 kat, 2009 yılına göre %10 artmıştır. Fabrika sayısı yaklaşık yüzde 40 artmış olup, 49 ticari amaçlı bina risk alanı içerisinde yer almaktadır. Yıllara göre risk alanı içinde kalan bina sayısı ile birlikte ekonomik değeri yüksek ticari alanların artması da ekonomik kayıp riskini arttırmaktadır. Ayrıca bu ticari alanlar içinde barındırdığı kişi sayısına bağlı olarak can kaybı riskini de arttırmaktadır.





Şekil 51. Taşkın simülasyon sonucu üretilen su altında kalması muhtemel alanların 2014 yılı halihazır haritasından elde edilen binalar ile karşılaştırıldığı harita



Şekil 52. Taşkın simülasyon sonucu ile 2009 ve 2014 yıllarına ait halihazır haritasından elde edilen binalar ile 2016 yılına ait hava fotoğrafının üst üste çakıştırılarak üretilen harita

Eğitim kurumlarının, kuruluş yıllarına ilişkin bilgiler Tablo 35’de detaylı olarak verilmiştir. Ayrıca risk alanı içerisinde kalan sağlık ve eğitim kurumları (risk alanının yaklaşık 100-150 metre kuşağı içinde) ARCGIS yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir.



Şekil 53. ARCGIS yazılımı kullanılarak belirlenen risk alanı içerisinde kalan ve 100-150 metreye kadar yakınında yer alan sağlık ve eğitim kurumları

Tablo 35. Güneysu ilçesi, eğitim kurumlarına ilişkin bilgiler (mor renk ile yazılmış okullar kapanmış okulları ifade etmektedir)

Sıra	Okul Adı	Açılma Tarihi	Yeni Binaya Geçiş	Öğretmen Sayısı	Öğrenci Sayısı
1	Güneysu Anaokulu	2013-2014	-	3	40
2	Güneysu İmam Hatip Ortaokulu	2017	-	14	174
3	Rize- Güneysu- Halk Eğitim Merkezi	1989	2011	7	2961
4	Osman Erkan Kız Anadolu İmam Hatip Lisesi	1977	1995	36	313
5	Başköy Ortaokulu	1959	1999- 2000	10	40
6	Başköy İlkokulu	1999	-	5	43
7	Ulucami Ortaokulu	?	-	11	120
8	Ulucami İlkokulu	1968- 1969	1993- 1994	6	89
9	Kızılay-Şükrü-Nurten Topçuoğlu Özel Eğitim Uygulama Merkezi I. Kademe	2010	-	34	56
10	Kızılay-Şükrü-Nurten Topçuoğlu Özel Eğitim Uygulama Merkezi II. Kademe	2010	-	29	46
11	Kıbledağı Şehit Metin Çetin Ortaokulu	1998	-	9	64
12	Kıbledağı Şehit Metin Çetin İlkokulu	1985-1986	-	7	122
13	Yeşilköy Türkoğlu Ortaokulu	1995-1996	-	7	45
14	Yeşilköy Türkoğlu İlkokulu	1995	-	5	50
15	Adacami Ortaokulu		2003-2004	7	50
16	Adacami İlkokulu	1923	2003-2004	6	52
17	İstanbul Menkul Kıymetler Borsası İlkokulu	1999	-	19	265
18	İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Ortaokulu	2006	-	18	332

Tablo 35'in devamı

19	Öğretmenevi ve Akşam Sanat Okulu	2008	-		
20	Güneysu Şehit Kemal Mutlu Fen Lisesi	2007-2008	2008-2009	20	394
21	Güneysu Yavuz Selim Anadolu Lisesi	1987-1988	2007	22	284
22	Ahmet Erdoğan Anadolu İmam Hatip Lisesi	2014-2015	-	19	342
23	Güneysu Anaokulu	2013-2014	-	3	40
24	Güneysu İmam Hatip Ortaokulu	2017	-	14	174
25	Rize- Güneysu- Halk Eğitim Merkezi	1989	2011	7	2961
26	Osman Erkan Kız Anadolu İmam Hatip Lisesi	1977	1995	36	313
27	Başköy İlkokulu	1999	-	5	43

Simülasyon sonuçlarına göre taşkın riski taşıyan alanlar ve yakın civarında (100-200 m); toplam 31 adet sağlık-eğitim kurumu bulunmakta olup, bunların 6'sı sağlık (4'ü eczane olmak üzere) ve 25'i adet eğitim kurumundan oluşmaktadır (Tablo 36). Ulucami İlkokulu 1968-1969 döneminde açılmış 1993-1994 döneminde yeni binasına taşınmıştır. Osman Erkan İmam Hatip Lisesi 1977 yılında eğitim -öğretime başlamış, 1995 yılında yeni binasına geçiş yapmıştır. Güneysu Anaokulu 2013-2014 döneminde açılmıştır, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası İlkokulu 1999 yılında, Ortaokulu 2006 yılında açılmıştır. Yavuz Sultan Selim Anadolu Lisesi 1987-1988 döneminde açılmış, 2007 yılında yeni binasına geçiş yapmıştır. Adacami İlkokulu 1923 yılında açılmış, 2003-2004 yılında yeni binasına geçiş yapmıştır. Şehit Kemal Mutlu Anadolu Öğretmen Lisesi 2007-2008 döneminde açılarak, 2008-2009 döneminde yeni binasına taşınmıştır. Güneysu Tenzile Erdoğan Devlet Hastahanesi 2006 yılında faaliyete başlamıştır.

Tablo 36. Simülasyon sonuçlarına göre taşkın riski taşıyan alanlar ve yakın civarında (100-150 m kuşağında) yer alan sağlık ve eğitim kurumu binalarına ilişkin bilgiler

Sıra	Sağlık/Eğitim Kurumu	Kategori	Ana Kategori
1	Özel ilgi Lisesi	Lise	Eğitim Kurumları
2	Özel ilgi ilkokulu	İlkokul	Eğitim Kurumları
3	Güneysu 1 Nolu Aile Sağlık Merkezi	Aile Sağlık Merkezi	Sağlık Kurumları
4	Ulucami İlkokulu	İlkokul	Eğitim Kurumları
5	Ulucami Ortaokulu	Ortaokul	Eğitim Kurumları
6	Osman Erkan Anadolu imam Hatip Lisesi	Lise	Eğitim Kurumları
7	Güneysu imam Hatip Lisesi	Lise	Eğitim Kurumları
8	Türk Kızıllay Sükrü - Nurten Topçuoğlu Fizik Tedavi Ve Rehabilitasyon Merkezi	Fizik Tedavi Merkezi	Sağlık Kurumları
9	Güneysu Anaokulu	Kreş/Gündüz Bakimevi	Eğitim Kurumları
10	İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Ortaokulu	Ortaokul	Eğitim Kurumları
11	İstanbul Menkul Kıymetler Borsası ilkokulu	ilkokul	Eğitim Kurumları
12	Rize Türk Telekom Spor Lisesi	Lise	Eğitim Kurumları
13	Güneysu Yavuz Selim Anadolu Lisesi	Lise	Eğitim Kurumları
14	Kızıllay Şükrü Nurten Otistik Çocuklar Eğitim Merkezi	Rehabilitasyon Merkezi	Eğitim Kurumları
15	Sükrü-Nurten Topçuoğlu Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Merkezi Hizmet Binası	Rehabilitasyon Merkezi	Eğitim Kurumları
16	Pazarköy Ali Usta ilkokulu	İlkokul	Eğitim Kurumları
17	Pazarköy Ali Usta Ortaokulu	Ortaokul	Eğitim Kurumları
18	Özel Bilge Lisesi	Lise	Eğitim Kurumları
19	Adacami Ortaokulu	Ortaokul	Eğitim Kurumları
20	Adacami İlkokulu	İlkokul	Eğitim Kurumları

Tablo 36'nın devamı

21	Şehit Kemal Mutlu Anadolu Öğretmen Lisesi	Lise	Eğitim Kurumları
22	Rize Türk Telekom Güzel Sanatlar Lisesi	Lise	Eğitim Kurumları
23	Pekmezli ilkokulu	İlkokul	Eğitim Kurumları
24	Rize Sosyal Bilimler Lisesi	Lise	Eğitim Kurumları
25	Güneysu Devlet Hastanesi Acil Servis Girişi	Acil Servis	Sağlık Kurumları
26	Güneysu Anaokulu	Kreş/Gündüz Bakımevi	Eğitim Kurumları
27	Özel Bilge İlkokulu	İlkokul	Eğitim Kurumları
28	Şifa Eczanesi	Eczane	Sağlık Kurumları
29	Güneysu Serdar Eczanesi	Eczane	Sağlık Kurumları
30	Meriç Eczanesi	Eczane	Sağlık Kurumları
31	Tenzile Erdoğan Güneysu ilçe Devlet Hastanesi	Hastane	Sağlık Kurumları

Taşkın afetinin neden olacağı riskler arasında en önemli zarar, can kaybı ve yaralanmadır. Taşkın olayının meydana gelmesi ile oluşacak riskler arazi koşullarına göre değişkenlik göstermektedir, ancak risk alanı içerisinde her grubun yaralanma olasılığı birbirinden farklılık göstermektedir. Bu çalışmada gruplar genel olarak yaş ve eğitim durumları üzerinden değerlendirilerek araştırılırsa, literatürde bunlara ek olarak yaş ve eğitim durumlarının yanı sıra genel olarak cinsiyet, ırk ve sosyo-ekonomik durumları üzerinden de değerlendirilmektedirler. Bu tez çalışmasında çalışma alanının sosyo ekonomik durumunun genel olarak benzerlik göstermesi ve genel olarak dışardan göç almaması nedeniyle ırk ve sosyo-ekonomik durum üzerinde durulmamıştır. Ayrıca tez konusu taşkın risklerinin zamasal değişiminin irdelenmesi (daha çok fiziksel yaralanabilirlik; bina yoğunluğu üzerinden) olduğundan bu konu çalışmada ihtiyaç duyulandan daha fazla detaylandırılmamıştır.

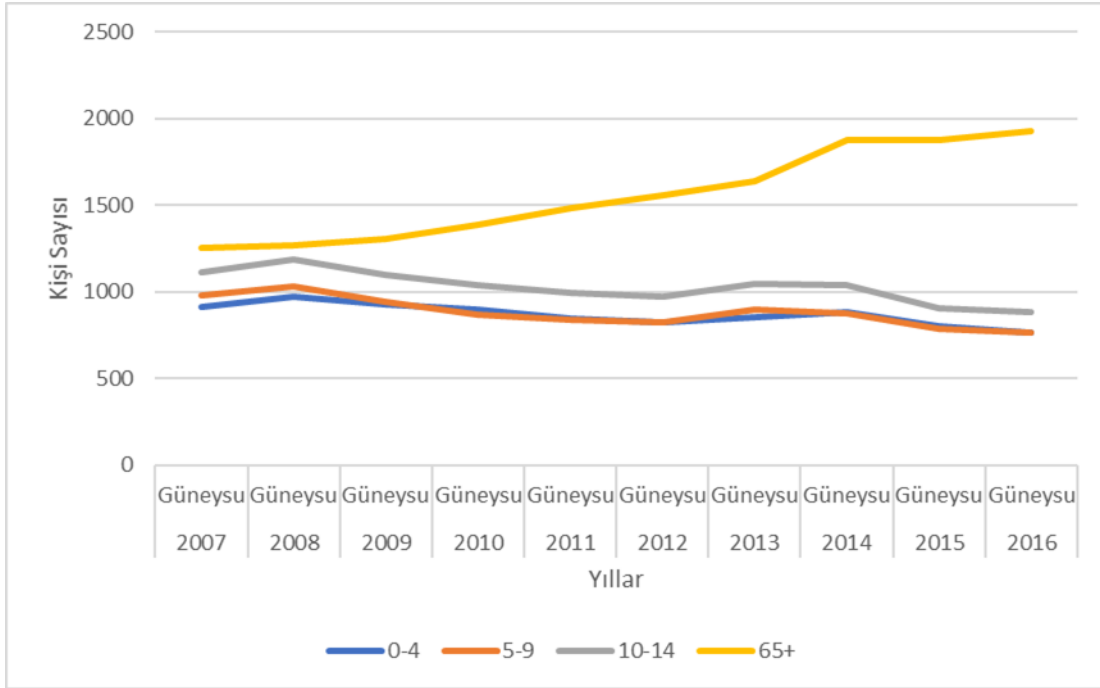
Çocuklar ve yaşlılar afetlerden yaralanma riski en yüksek yaş gruplarıdır (Koks vd., 2015). Özellikle afet bilincinin tam oluşmaması, korku, panik ve hareket etme kabiliyetinin azlığı gibi nedenler bazı yaş gruplarının afetten yaralanma riskini arttırmaktadır. Özellikle 14 yaş altı ve 65 yaş üstü kişiler bu gruplara dahil olmaktadır (Koks vd., 2015). Bu nedenle,

Güneysu ilçesine ait yıllara göre risk değişiminin analizi yapılırken yaş gruplarının değişimi de araştırılmıştır. Yaş grupları 4 gruba ayrılmıştır; 0-4 yaş arası evde olması muhtemel olan ve yaralanma riski daha çok konutun hasar görmesi durumunda olacak yaş gurubu, 5-9; kreş ve okul kullanmaya başlamış, taşkın riskine dışarıda da yakalanma ihtimali olan bilinç düzeyi ve hareket kabiliyeti düşük olan yaş gurubu, 10-14; afetten yaralanma konut dışında da olması muhtemel hassas yaş gurubu, 65+ hareket kabiliyeti az ve duyuları zayıflamış yaş gurubu. Çalışmada 2007 ve 2016 yılları arasında yaş gurubuna ait nüfus değişimi analiz edilmiştir (Tablo 37 ve Şekil 54).

Tablo 37. 2007-2016 Yılları arasında 0-14 ve 65+ yaş guruplarına ilişkin nüfus yoğunluğu

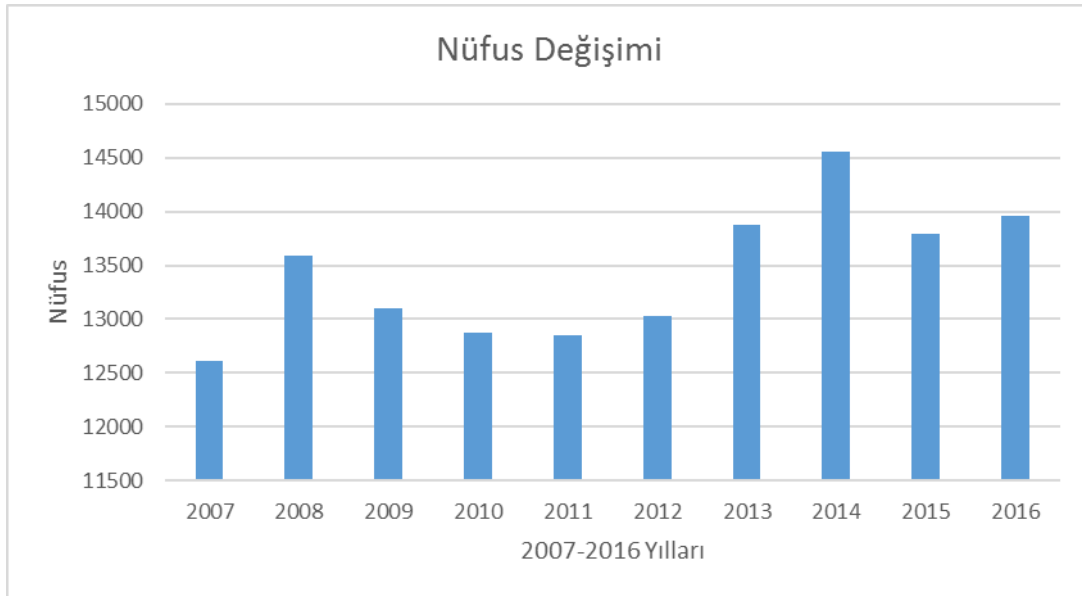
YIL	İLÇE	Yaş Grupları			
		0-4	5-9	10-14	65+
2007	Güneysu	910	982	1113	1250
2008	Güneysu	975	1033	1190	1266
2009	Güneysu	926	942	1095	1309
2010	Güneysu	894	866	1039	1387
2011	Güneysu	848	839	996	1480
2012	Güneysu	820	824	975	1555
2013	Güneysu	856	898	1043	1639
2014	Güneysu	884	873	1039	1875
2015	Güneysu	800	788	902	1880
2016	Güneysu	761	765	881	1929

Şekil 54'te de görüldüğü gibi 65+ yaş gurubu 2007 2016 yılları arasında yaklaşık iki katına çıkarken, 14 yaş altı guruplarda genel olarak bir azalma gözlenmektedir. Bu durum, çocuk yaralanma ihtimalinin az miktarda azaldığını gösterirken, 65 yaş üstü yaralanma ihtimalinin ise bir miktar yükseldiğini göstermektedir. Ancak, 65+ yaş gurubunun hareket kabiliyeti az olduğundan, taşkın afetine dışarıda yakalanma olasılığı düşüktür. Bu nedenle taşkın afetinden etkilenme ihtimalleri daha çok konut hasarı ile ilgili olacaktır.



Şekil 54. 2007-2016 yılları arasında 0-14 ve 65+ yaş gurupları nüfus yoğunluğu değişimi

İlçenin genel nüfus artışı 2009-2011 yıllarında azalırken, 2012-2014 yıllarında yaklaşık % 10 artmıştır. 2015 ve 2016 yıllarında ise yaklaşık 2013 yılı nüfus yoğunluğuna gerilemiştir (Şekil 55).



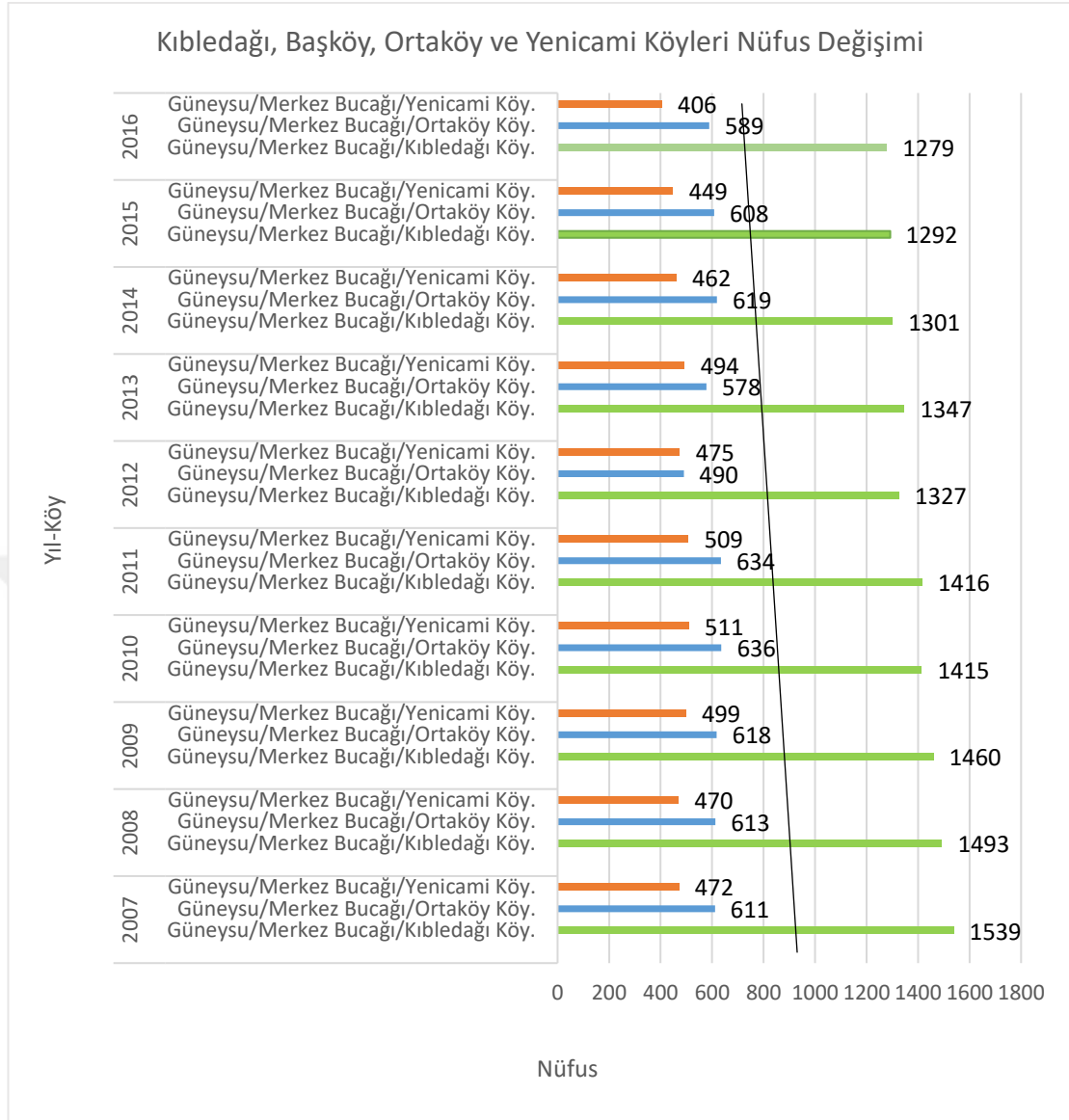
Şekil 55. 2007-2016 yılları arasında Güneysu ilçesi nüfus değişimi

Akarsuyun çalışmaya konu olan bölgesinde yer alan Adacami, Kıbledağ ve Yenicami köylerinin nüfus bilgileri araştırılmıştır. 2007-2016 yılları arasında, nüfus bilgileri Tablo 38 ve Şekil 56'da yer almaktadır.

Tablo 38. Kıbledağı, Başköy, Ortaköy ve Yenicami köyleri nüfus bilgileri, 2007- 2016

YIL	KÖY	NÜFUS
2007	Güneysu/Merkez Bucağı/Kıbledağı Köy.	1539
	Güneysu/Merkez Bucağı/Ortaköy Köy.	611
	Güneysu/Merkez Bucağı/Yenicami Köy.	472
2008	Güneysu/Merkez Bucağı/Kıbledağı Köy.	1493
	Güneysu/Merkez Bucağı/Ortaköy Köy.	613
	Güneysu/Merkez Bucağı/Yenicami Köy.	470
2009	Güneysu/Merkez Bucağı/Kıbledağı Köy.	1460
	Güneysu/Merkez Bucağı/Ortaköy Köy.	618
	Güneysu/Merkez Bucağı/Yenicami Köy.	499
2010	Güneysu/Merkez Bucağı/Kıbledağı Köy.	1415
	Güneysu/Merkez Bucağı/Ortaköy Köy.	636
	Güneysu/Merkez Bucağı/Yenicami Köy.	511
2011	Güneysu/Merkez Bucağı/Kıbledağı Köy.	1416
	Güneysu/Merkez Bucağı/Ortaköy Köy.	634
	Güneysu/Merkez Bucağı/Yenicami Köy.	509
2012	Güneysu/Merkez Bucağı/Kıbledağı Köy.	1327
	Güneysu/Merkez Bucağı/Ortaköy Köy.	490
	Güneysu/Merkez Bucağı/Yenicami Köy.	475
2013	Güneysu/Merkez Bucağı/Kıbledağı Köy.	1347
	Güneysu/Merkez Bucağı/Ortaköy Köy.	578
	Güneysu/Merkez Bucağı/Yenicami Köy.	494
2014	Güneysu/Merkez Bucağı/Kıbledağı Köy.	1301
	Güneysu/Merkez Bucağı/Ortaköy Köy.	619
	Güneysu/Merkez Bucağı/Yenicami Köy.	462
2015	Güneysu/Merkez Bucağı/Kıbledağı Köy.	1292
	Güneysu/Merkez Bucağı/Ortaköy Köy.	608
	Güneysu/Merkez Bucağı/Yenicami Köy.	449
2016	Güneysu/Merkez Bucağı/Kıbledağı Köy.	1279
	Güneysu/Merkez Bucağı/Ortaköy Köy.	589
	Güneysu/Merkez Bucağı/Yenicami Köy.	406

Şekil 56'da yer alan grafikte de görüldüğü gibi köy nüfusları azalma yönünde bir eğilim göstermiştir. Yenicami Köyü'nün nüfusu yaklaşık % 14, Kıbledağ köyü yaklaşık % 17 ve Ortaköy'ün nüfusu yaklaşık % 3 oranında azalma göstermiştir.



Şekil 56. Kıbledağı, Başköy, Ortaköy ve Yenicami köyleri nüfus değişimi, 2007- 2016

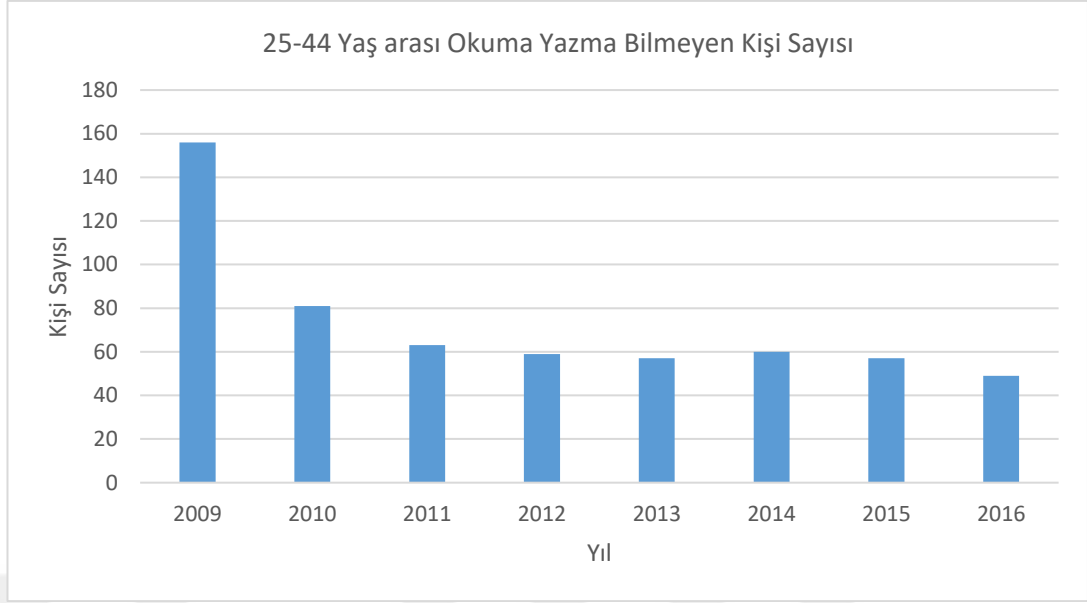
Kıbledağ köyü ve Yenicami köyü geçmiş yıllarda yaşanan taşkın afetlerinde Ortaköy'e oranla daha fazla zarara uğramıştır. Konum olarak Ortaköy, Kıbledağ köyü (Rize Merkez sahil yolundan güney yönünde yaklaşık 15 km mesafede) ve Yenicami köyününün (Rize Merkez sahil yolundan güney yönünde yaklaşık 8 km mesafede) arasında kalmaktadır. Ortaköy, Güneysu merkeze Yenicami köyü ile yaklaşık aynı mesafede olup daha içerde Kıbledağ köyü yakınında kalmaktadır. Nüfus yoğunluğunun en fazla oranda azaldığı Kıbledağ Köyü geçmiş yıllarda yaşanan birçok taşkın afetinde önemli hasar ve kayıplar (yol göçmesi, evlere su baskınları, zirai alanların hasarı, can kaybı, ikincil afet (heyelan)) yaşanmıştır.

İnsanların uyarıda bulunan risk bilgisini işleme kabiliyetleri birbirinden değişiklik gösterir. Eğitim seviyesi, bilişsel yetenekler, belirli bir tehlike hakkında acil durum öncesi bilgi birikimi ve farkındalık, belirli bir tehlike ile ilgili deneyim/eksiklik ve yaşama bakış açılarındaki kadercilik yaklaşımının derecesi bu değişikliğin genel nedenleri olarak sayılabilir. Ayrıca bu değişkenlik bir afet uyarısını karakterize eden koşullarla da oldukça ilgilidir (Mileti ve Sorensen, 1990). Kişilerin çevrelerinde uyarı ve tedbir bilgilerini destekleyen veya yayan kaynaklara erişim yeteneği ve bu kaynaklardan yayınlanan bilgilerin anlaşılması kişilerin afet anı ve öncesi tedbirleri alması ve risklerin minimize edilmesi ile doğrudan ilişkilidir. Uyarı bilgisini anlama, mevcut durumu yönetme ve kurtarma bilgisine erişme/kullanma kabiliyetleri kişilerin eğitim ve bilgi seviyesine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Koks vd., 2015). Yetersiz eğitim, uyarı bilgisine erişme, uyarı bilgisini anlama ve kurtarma bilgisine erişme kabiliyetini sınırlamaktadır (Koks vd., 2015).

Güneysu ilçesine ilişkin okuma yazma bilmeyen nüfus 25-44 ve 45-59 yaş aralığında araştırılmıştır. Ayrıca, eğitim seviyelerine ilişkin bilgiler yaş guruplarına göre belirlenmiştir (Şekil 57-Şekil 64; Tablo 39 ve Tablo 40). 25-44 yaş aralığında 2009 yılında okuma yazma bilmeyen kişi sayısı 156 kişi iken, 2016 yılında 49 kişiye düşmüştür.

Tablo 39. 25-44 Yaş arası okuma yazma bilmeyen kişi sayısı, Güneysu, Rize

Yaş Gurubu	Yıl	Nüfus
25-44 yaş aralığında ve Okuma Yazma Bilmeyen	2009	156
	2010	81
	2011	63
	2012	59
	2013	57
	2014	60
	2015	57
	2016	49

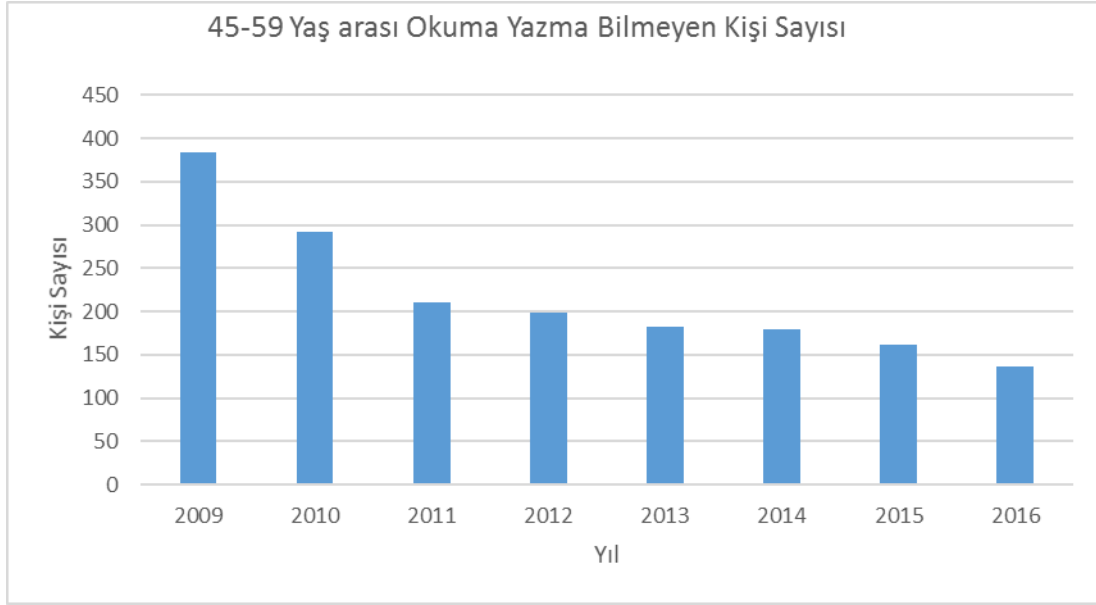


Şekil 57. 25-44 Yaş arası okuma yazma bilmeyen kişi sayısı, Güneysu, Rize

45-59 yaş aralığında 2009 yılında okuma yazma bilmeyen kişi sayısı 383 kişi iken 2016 yılında 136 kişiye düşmüştür (Tablo 40 ve Şekil 58). 45-59 yaş aralığında okur yazar oranındaki değişim, halkın okul eğitimi dışında kamu tarafından sağlanan okur yazarlık eğitimlerini alması sonucuyla olmuştur. Bu da bu yaş gurubundaki kişilere yazılı bilgilendirme ve uyarı araçlarını kullanma imkanını sağlamaktadır. Halkın bilinçlenmesi taşkın risklerinin azaltılmasında önemli bir rol oynamaktadır.

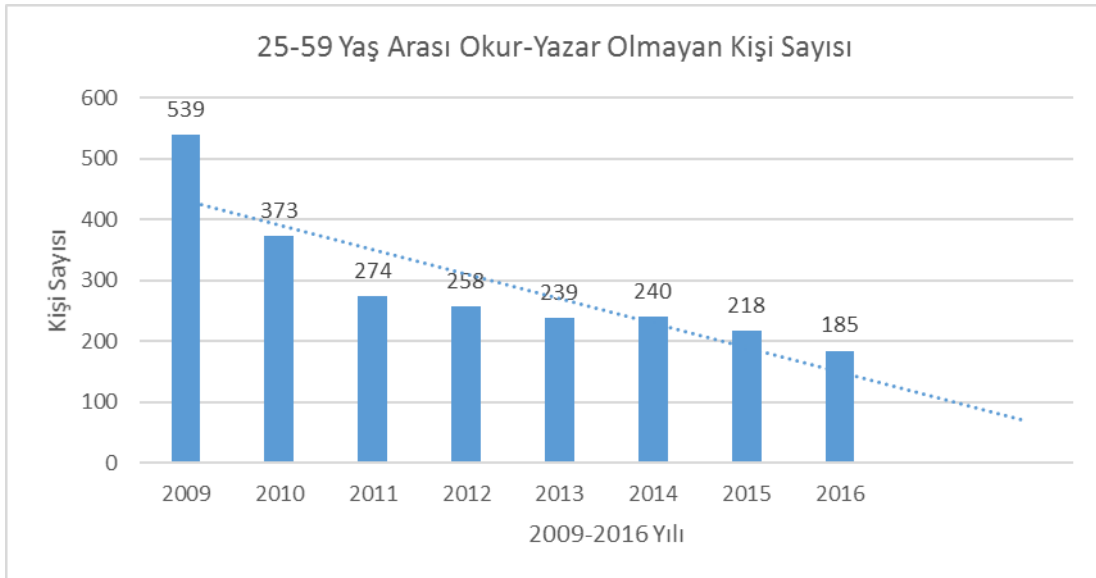
Tablo 40. 45-59 yaşları arası okuma yazma bilmeyen kişi sayısı, Güneysu, Rize

Yaş Gurubu	Yıl	Nüfus
45-59 25-44 yaş aralığında ve Okuma Yazma Bilmeyen	2009	383
	2010	292
	2011	211
	2012	199
	2013	182
	2014	180
	2015	161
	2016	136



Şekil 58. 45- 59 Yaşları arası okuma yazma bilmeyen kişi sayısı, Güneysu-Rize

25-59 yaş aralığında 2009 yılında okuma yazma bilmeyen kişi sayısı 539 kişi iken, bu sayı 2016 yılında 185 kişiye düşmüştür (Şekil 59). Grafikte görüldüğü gibi doğrusal tahmin eğrisine göre bu oran gelecek yıllarda da azalma yönünde olacaktır.



Şekil 59. 25-59 yaşları arası okuma yazma bilmeyen kişi sayısı, Güneysu-Rize

Uyarı bilgisini anlama, mevcut durumu yönetme ve kurtarma bilgisine erişme/kullanma kabiliyetleri kişilerin yalnızca okuma yazma bilgisi ile mümkün

olmamaktadır. Aynı zamanda eğitim seviyesine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Koks vd., 2015). Yetersiz eğitim, uyarı bilgisine erişme, uyarı bilgisini anlama ve kurtarma bilgisine erişme/kurtarma kabiliyetini kısıtlamaktadır. Kişilerin afetten korunma ve afet öncesi doğru planlama ve arazi kullanım yöntemleri bu bilgi düzeyine göre değişiklik göstermektedir. Bu nedenle bu tez kapsamında yaş guruplarına ilişkin eğitim düzeyleri detaylı olarak araştırılmıştır (Şekil 60, Şekil 61, Şekil 62, Şekil 63 ve Şekil 64).

Türkiye İstatistik Kurumu'nun raporlarından elde edilen bilgilere göre, Rize Güneysu ilçesinde 2009-2016 yılları arasında:

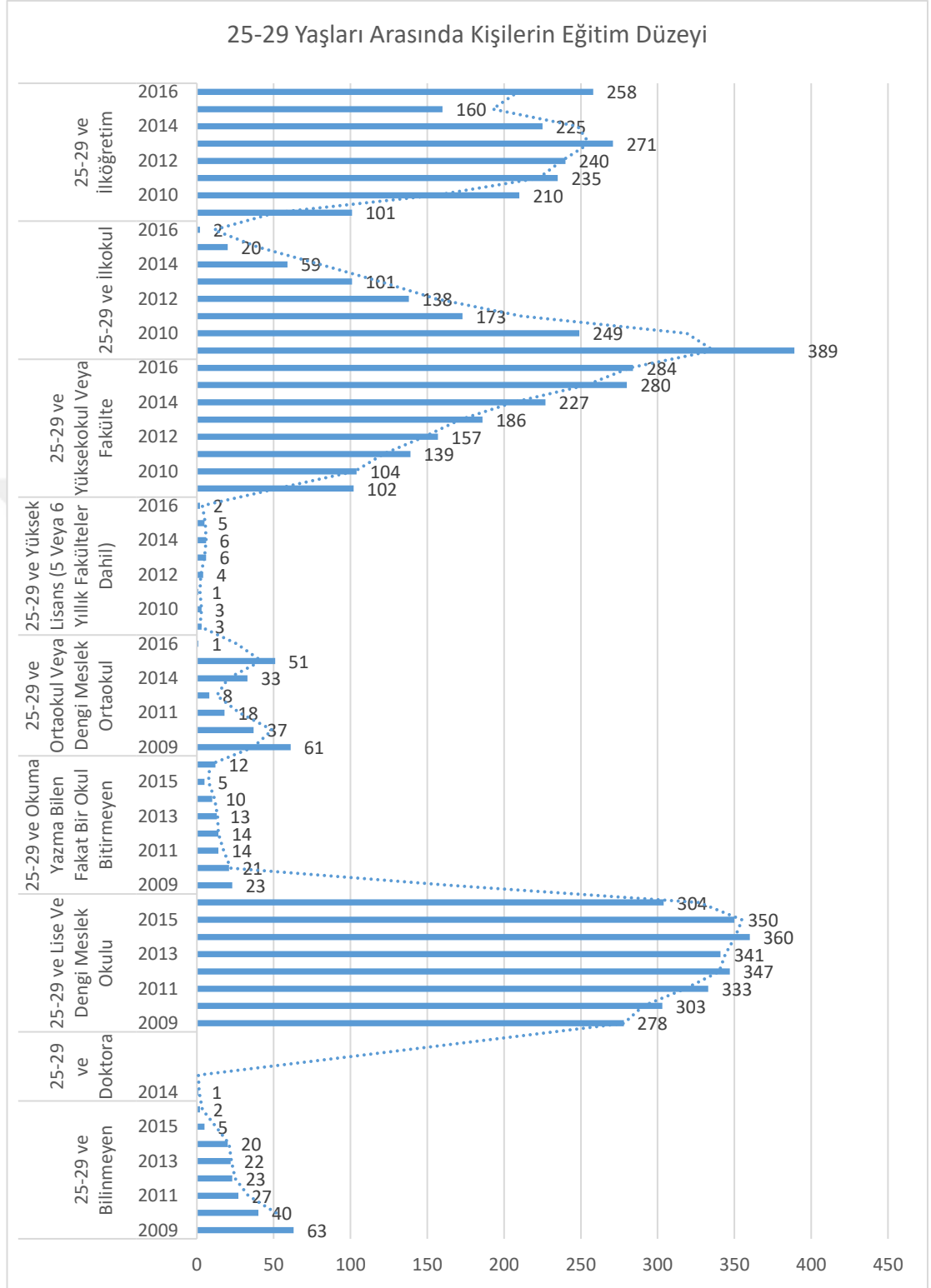
25-29 yaş aralığında olan 7480 kişiden; 1131 kişi (%15) ilkokul, 1700 kişi (%23) ilköğretim, 209 kişi (%3) ortaokul, 2616 kişi (%35) lise ve dengi okul, 1479 kişi (%20) yüksekokul veya fakülte, 30 kişi (%0,4) yüksek lisans (5 ve 6 yıllık fakülteler dahil) ve 1 kişi doktora eğitimine sahiptir (Şekil 60).

30-39 yaş aralığında olan 14325 kişiden; 4619 kişi (%31) ilkokul, 2895 kişi (%20) ilköğretim, 1193 (%8) kişi ortaokul, 3341 kişi (%24) lise ve dengi okul, 1525 kişi (%10), yüksekokul veya fakülte, 124 kişi (%1) yüksek lisans (5, 6 yıllık fakülteler dahil) ve 17 kişi doktora eğitimine sahiptir (Şekil 61).

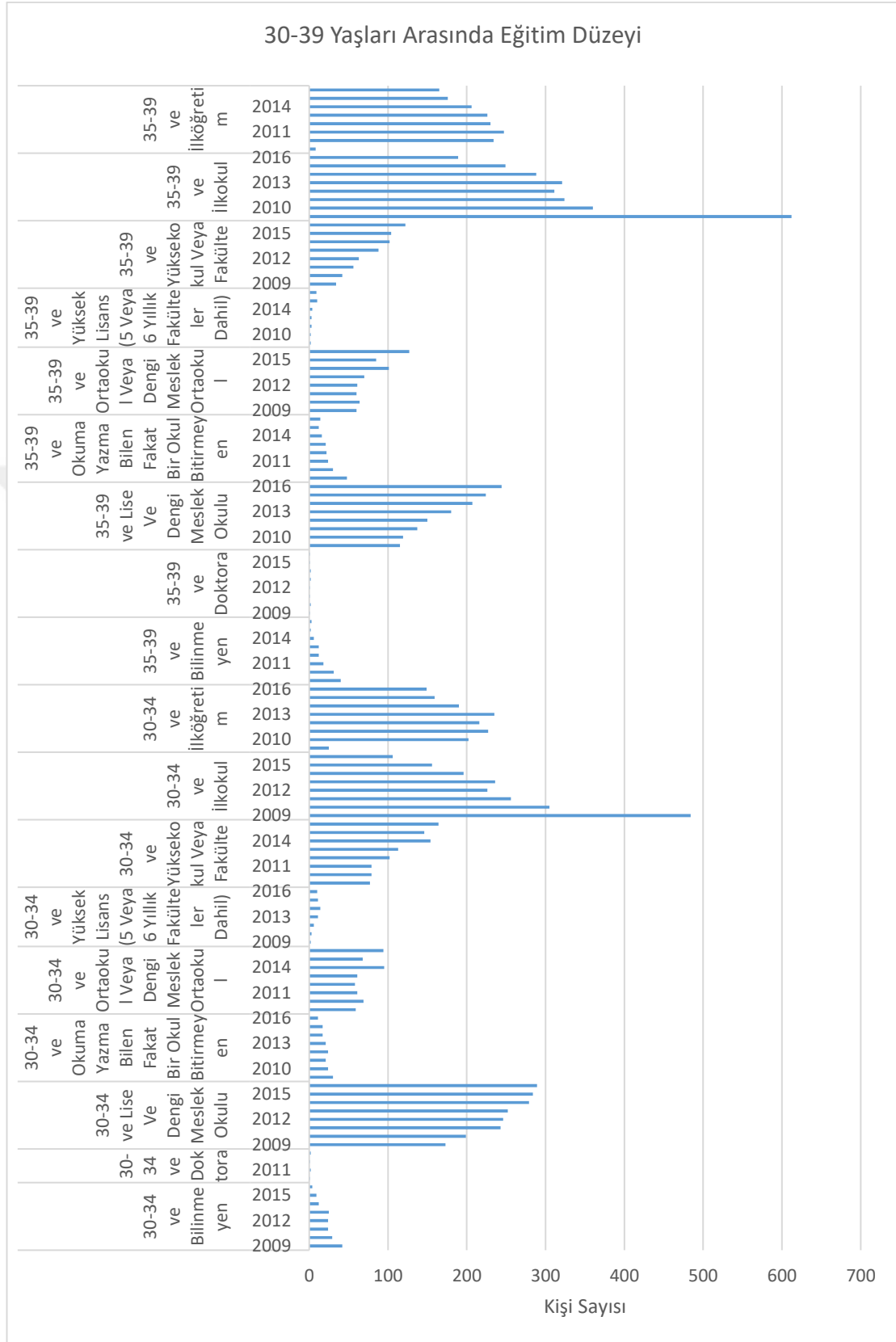
40-49 yaş aralığında olan 14763 kişiden; 5980 kişi (%40) ilkokul, 3352 kişi (%23) ilköğretim, 1462 kişi (%10) ortaokul, 1812 kişi (%12) lise ve dengi okul, 728 kişi (%5) yüksekokul veya fakülte, 41 kişi (%0,25) yüksek lisans (5, 6 yıllık fakülteler dahil) ve 21 kişi doktora eğitimine sahiptir (Şekil 62).

50-59 yaş aralığında olan 13334 kişiden; 6139 kişi (%46) ilkokul, 1192 kişi (%9) ilköğretim, 981 kişi (%7) ortaokul, 899 kişi (%7) lise ve dengi okul, 292 kişi (%2,5) yüksekokul veya fakülte, 10 kişi (%0,07) yüksek lisans (5, 6 yıllık fakülteler dahil) ve 1 kişi doktora eğitimine sahiptir (Şekil 63).

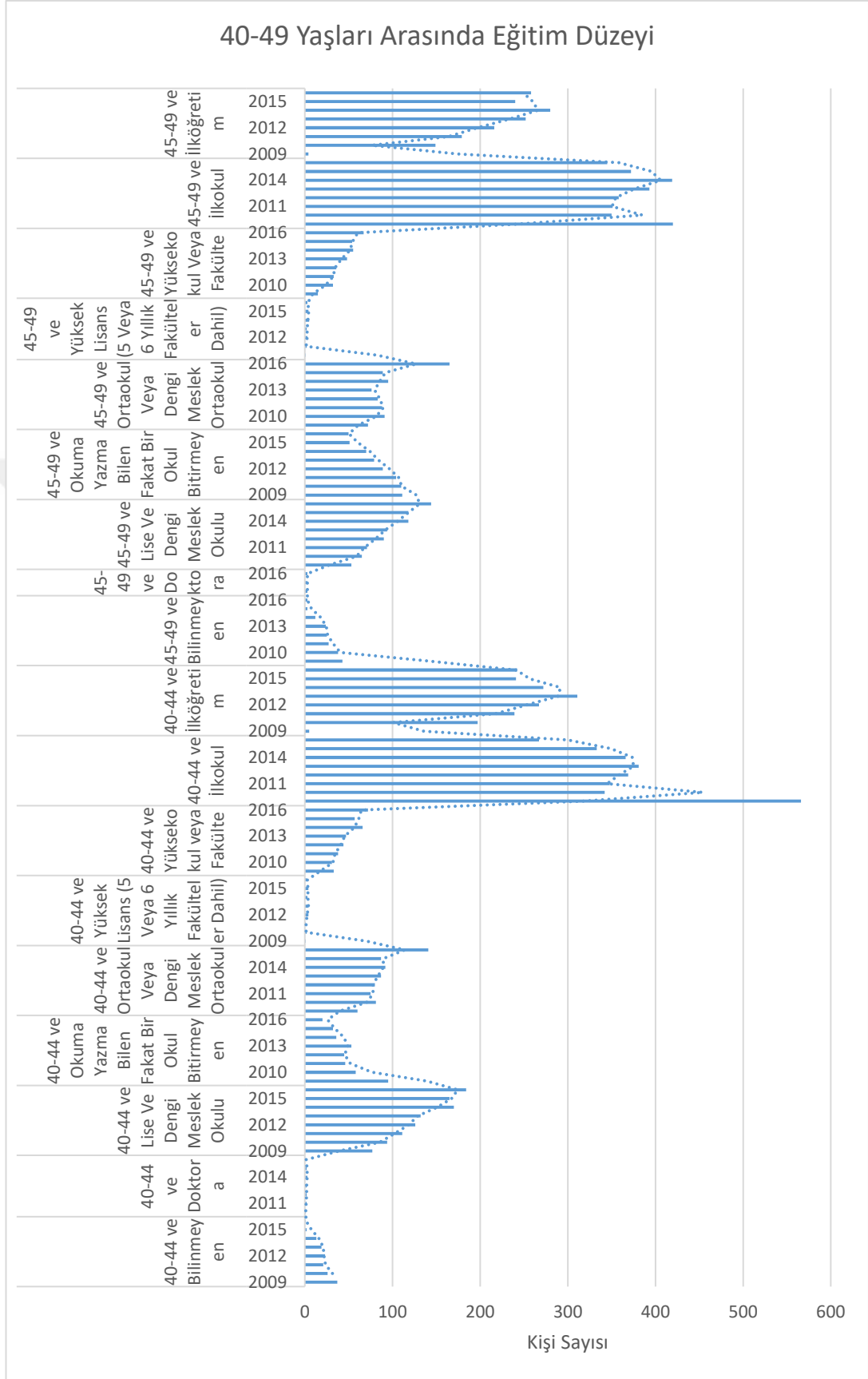
60-69 yaş aralığında olan 5599 kişiden; 2850 kişi (%51) ilkokul, 135 kişi (%2,5) ilköğretim, 150 kişi (%3) ortaokul, 135 kişi (%2,5) lise ve dengi okul, 58 kişi (%1) yüksekokul veya fakülte ve 1 kişi yüksek lisans (5, 6 yıllık fakülteler dahil) eğitimine sahiptir (Şekil 64).



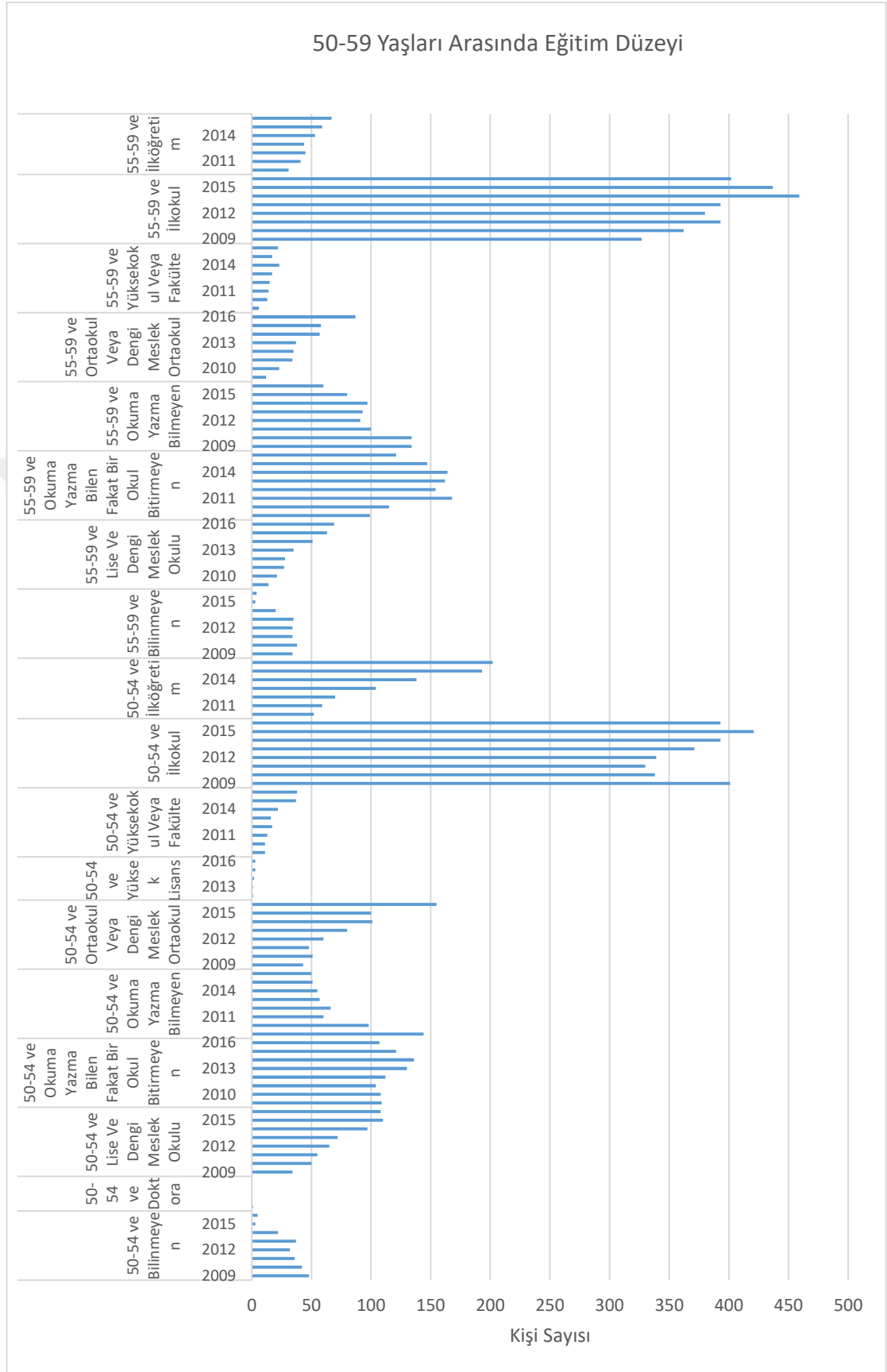
Şekil 60. 25-29 yaşları arasındaki kişilerin eğitim düzeyine ilişkin grafik



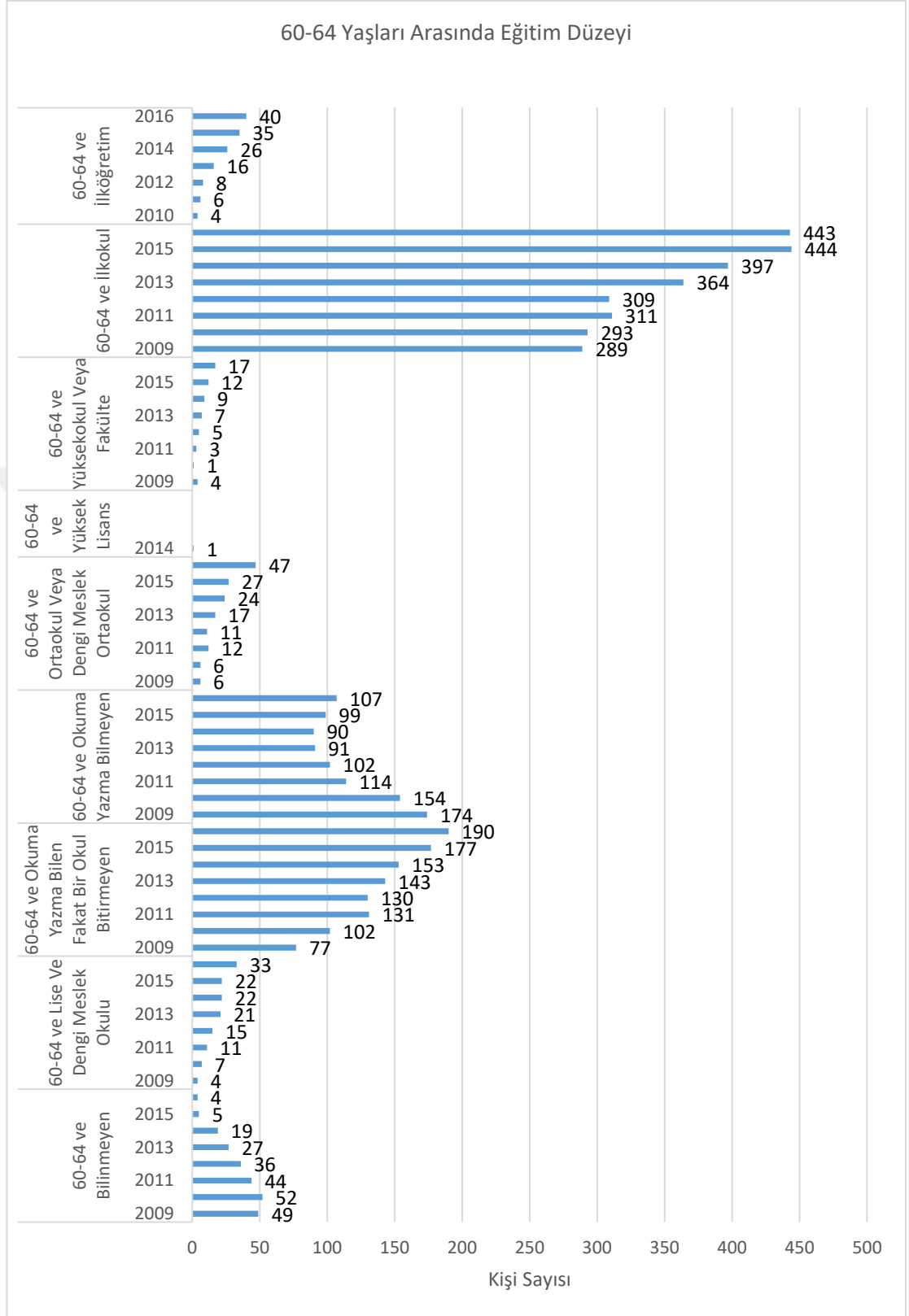
Şekil 61. 30- 39 yaşları arasındaki kişilerin eğitim düzeyine ilişkin grafik



Şekil 62. 40- 49 yaşları arasında kişilerin eğitim düzeyine ilişkin grafik



Şekil 63. 50-59 yaşları arasındaki kişilerin eğitim düzeyine ilişkin grafik



Şekil 64. 60-64 yaşları arasındaki kişilerin eğitim düzeyine ilişkin grafik

İlçe’de 2009-2016 yılları arasında, 20-29, 30-39, 40-49, 50-59 ve 60-69 yaş aralığındaki bireylerin eğitim seviyeleri yoğunluk olarak ilkokul seviyesindedir. Özellikle 30-69 yaş aralığında eğitim düzeyleri incelendiğinde ilkokul düzeyinde, eğitim seviyesinin çoğunlukta olduğu görülmektedir. En düşük kişi sayısına sahip eğitim seviyesini ise lisansüstü ve yüksekokul/fakülte mezunları oluşturmaktadır. Bununla birlikte, her yaş gurubuna ait her eğitim düzeyine ilişkin kişi sayısı değişimini yıllara göre ayrıntılı olarak gösteren yukarıdaki grafikler detaylı olarak incelendiğinde, genel olarak düşük eğitim seviyesine sahip ilçede yıllara göre mezun olunan eğitim düzeyinde bir yükselme gözlenmektedir. Özellikle 25-29 yaş aralığında, ilkokul seviyesinde mezuniyeti olan kişi sayısı diğer yıllarda en yüksek orana sahip eğitim düzeyi iken, bu yaş gurubunda %35 oranla lise ve dengi okul mezuniyet seviyesi en yüksek kişi sayısına sahiptir. Bu değer ayrıca 2009 yılından 2016 yılına doğru artış göstermiştir. Bu durum, doğrusal tahmin eğrisine göre gelecek yıllarda eğitim seviyesinin yükselme yönünde olacağına işaret etmektedir.

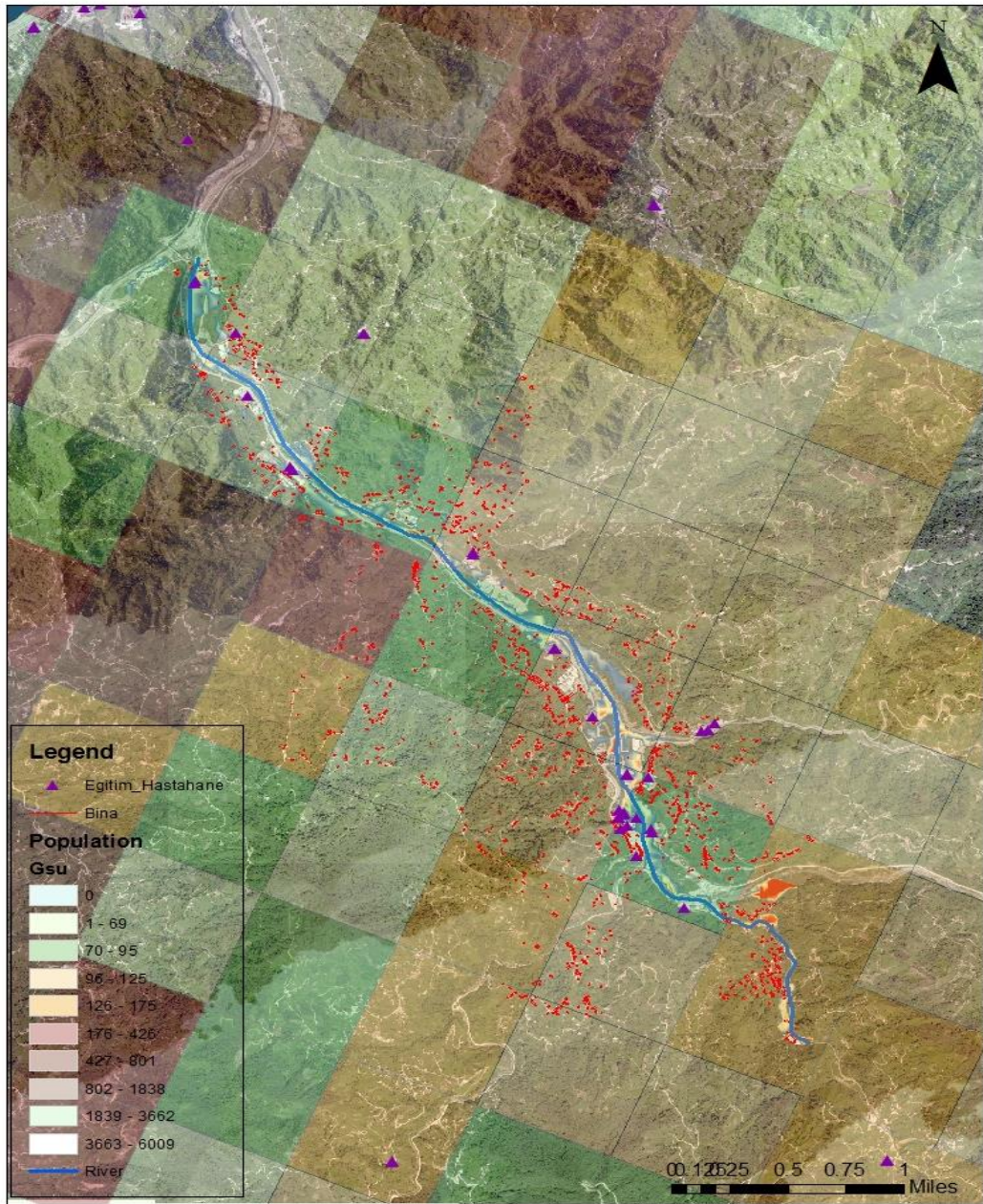
Bu çalışma kapsamında eğitim seviyeleri kırılma noktası açısından irdelenmiştir. Eğitim düzeyine ilişkin bilgiler ilçenin eğitim seviyesinin genel olarak yüksek olmadığını göstermektedir. Bu da afet uyarı, bilgilendirme, afet hazırlık/arazi kullanımı ile ilgili duyuru ve bilgi kaynaklarına erişim, kullanma ve uygulama olanaklarının (afete yönelik ve eğitim düzeyine yönelik özel bir eğitim çalışması olmadığı sürece) kısıtlı olduğunu göstermektedir.

Güneysu ilçesi yüksek engebeli arazi koşulları ve düzlük yerleşim yerlerinin azlığı nedeni ile çoğunlukla akarsu boyunca devam eden düzlükleri/az eğimli yerleri iskân alanı olarak kullanma eğilimi göstermiştir, ancak bu alanların önemli bir bölümü sık sık taşkın hadiselerinin yaşandığı Güneysu deresinin taşma havzalarıdır. Ayrıca dere üzerinde bentler oluşturularak yapılan evler de taşkın olayının doğrudan afete dönüştürecek olan önemli etkenlerden biridir. Afetler hakkında bilgi seviyesinin yeterli olmayışı sadece erken uyarı bilgilendirmesinin anlaşılması, uyulması, uygulanması ve tedbirlerin alınmasını içermemektedir, taşkın hadisesinin afete dönüşmesinin önemli bir nedeni olan arazi kullanım yönetimi de içine almaktadır. Bunun için sadece kamunun aldığı kurallar ve takip yeterli olmayıp, vatandaşların da doğru arazi kullanım yönteminin bilincinde olması sağlanmalıdır.

Taşkın riski; yaygın olarak taşkın meydana gelme olasılığı olarak anlaşılmaktadır. Ancak taşkın riski, taşkın tehlikesi ve maruz kalan varlıkların zarar görebilirliğini içermektedir (Merz vd., 2010; Torterotot, 1993; White, 1945; Messner vd., 2007; Penning-Rowsell ve Chatterton, 1977). White (1945)’ de “*Taşkınlar Tanrı’nın eylemidir, ama taşkın kayıpları büyük ölçüde insalığın eylemidir*” diyerek, taşkın olayının meydana

gelmesinden kaynaklanan taşkın kayıplarının oluşma nedenlerinde, yani; taşkın olayının afete dönüşmesi üzerinde insanlığın etkisinin önemini vurgulamıştır. Burada ifade edilen etkileri genel olarak; yanlış arazi kullanımı, nüfus, plansız kentleşme, afet yaralanabilirliğinin göz önünde bulundurulmadığı kentsel gelişim, ormansızlaştırma vb. olarak genellemek mümkündür. Bu noktadan hareketle; taşkın riski, taşkın tehlikesi ve maruz kalan varlıkların zarar görebilirliğini içerdiğinden ve bu zarar görebilirlikte büyük oranda insan eylemlerinden kaynaklandığından, risk alanı içerisinde kalan nüfusun özelliklerinin ve bu nüfusun araziyi kullanma yönteminin belirlenmesi, taşkın riski değişiminin ve bu değişimin yönünün belirlenmesinde önemli bir katkı sağlayacaktır. Çünkü taşkın riski her taşkın alanın özelliklerine göre sürekli değişim halinde olan bir kavramdır.

Bu gereklilikten hareketle, Güneysu ilçesinde taşkın riskinin hangi yönde ve nasıl değiştiği araştırılmıştır. Bu amaçla, çalışmada taşkın havzasının özellikle iskan artışının oranı ve yönü üzerinde durulmuştur. İlçenin genel arazi kullanım türü yaygın olarak orman, ziraat ve iskân alanlarından oluşmakta olup, taşkın riski alanında arazi kullanım türü değişimi genel olarak ziraat alanlarının iskan alanları olarak kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Bu artış taşkın olayına maruz kalacak risk unsurlarını arttırdığı gibi insan yaralanmaları ve can kaybı riskini de arttırmaktadır. İskan oranının yoğun olduğu alanlarda, nüfus yoğunluğuna bağlı olarak sağlık ve eğitim kurumlarının sayısı da artış göstermiş, dolayısıyla kırılganlığı yüksek risk grupların artmasıyla risk oranı da yükselmiştir (Şekil 65). Çalışmada, fiziksel maruziyet ile birlikte sosyal kırılganlık ele alınmıştır. Arazi kullanım türü, kentsel alanlar için güvenlik açığının fiziksel ifadesi olarak düşünülmüştür.



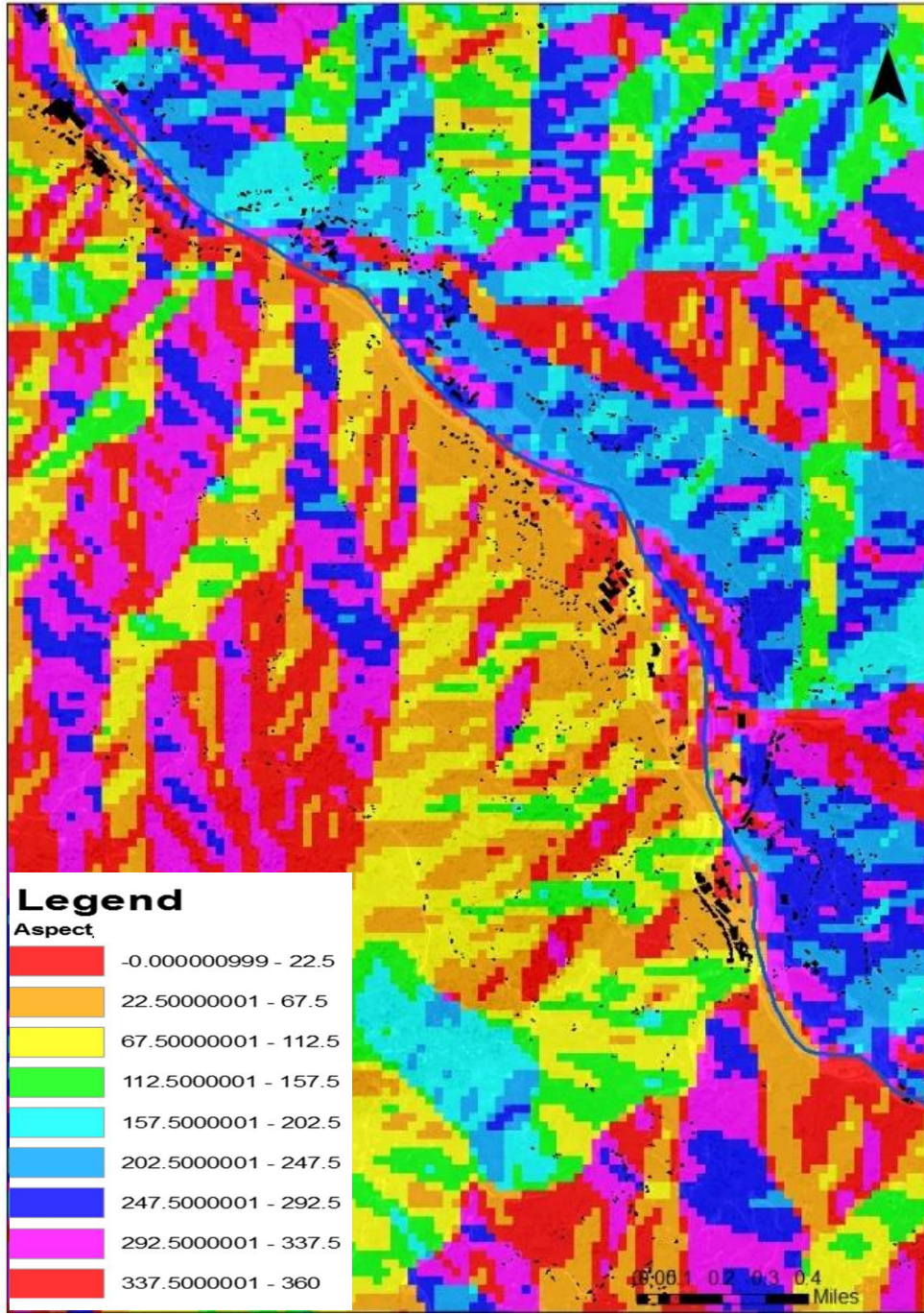
Şekil 65. Nüfus yoğunluğunu ve eğitim-sağlık kurumlarının dağılımını gösterir harita

Sanayinin ön planda olmadığı birçok kırsal alanda yaşam şekli ve geçimin kaynağı ekosisteme bağlıdır. İnsanlar doğa koşullarına uyum sağlayarak geçimini sağlamaya çalışmaktadır. Eğitim seviyesinin düşük olduğu ve sanayinin mevcut olmadığı Güneysu İlçesinde çay tarımına dayalı gelir kaynağı yaygın geçim kaynağıdır. İlçenin mevcut engebeli topoğrafik yapısı yerleşime uygun olmamakla birlikte tarımdan geçimini sağlayan halkın yaşam koşullarını bu doğrultuda yönlendirmesine neden olmuştur. Halk, bölgede oldukça küçük bir alan tutan düzlük ve az eğimli alanlara yerleşmiştir. Bu alanlar akarsu

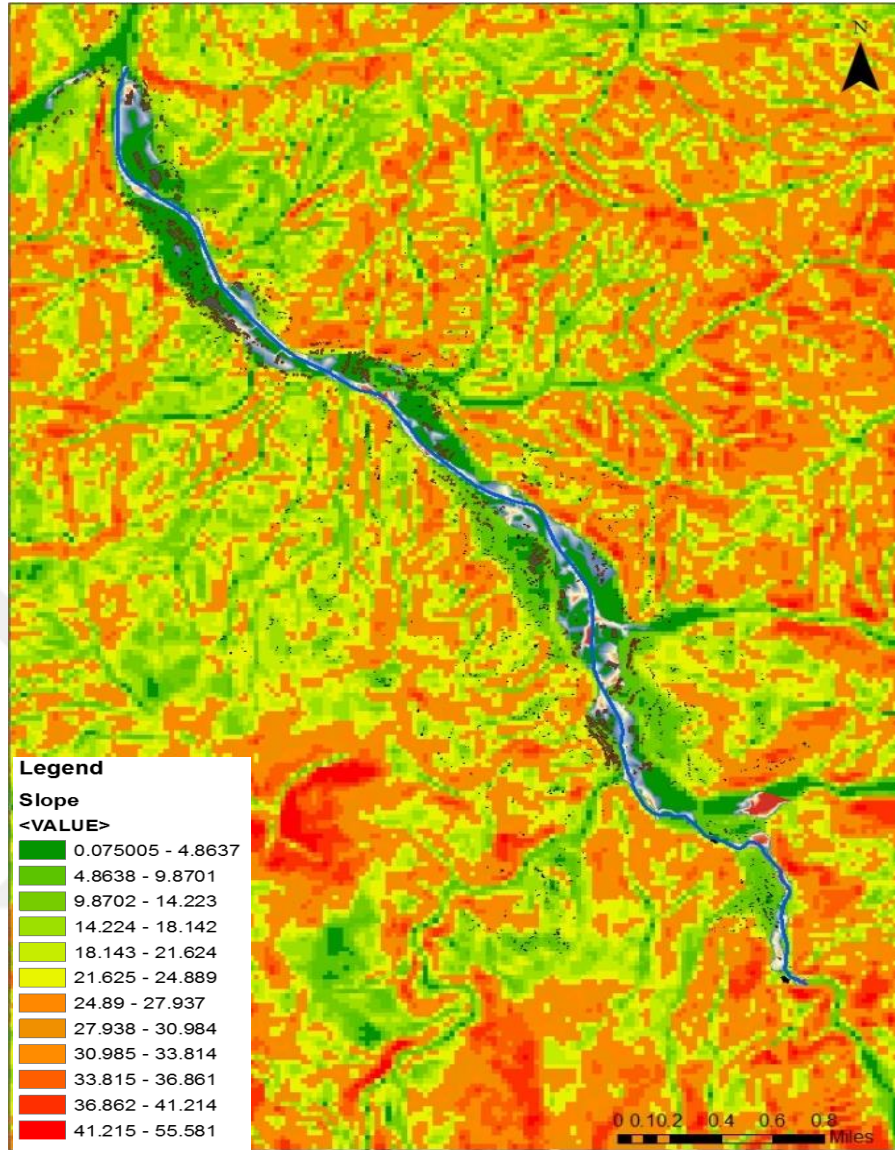
boyunca çoğunlukla taşma olaylarının sık yaşandığı taşkın tehlikesi olan alanlardır; Bu durum Güneysu ilçesi'nde, taşkın afeti konusuyla ilgili halkın farkındalığının olmadığını ve hasarın azaltma yöntemleri hakkında temel bir bilgi birikimine sahip olunmadığını göstermektedir. Hükümetin, bu konuda ki bilgiyi genişletmesi ve sorunun iyileştirilmesi için altyapıyı oluşturması etkin bir zarar azaltma için oldukça önemlidir.

Havzada akarsuyun kuzey cephesinde yerleşim, güney cephesine göre daha fazla yoğunluk göstermektedir. Şekil 66'da görüldüğü üzere güneşlenme süresinden dolayı iskan için tercih edilen yön yaygın olarak güney yönü iken, Güneysu ilçesinde daha çok kuzey cephede yerleşim oranını yüksektir. Bu alanlar genellikle düzlük alanlar olmakla birlikte, büyük bir bölümü taşkın tehlikesi olan alanlardır; Şekil 67.





Şekil 66. Bina katmanı ile çakıştırılmış bakı haritası



Şekil 67. Eğim haritası üzerinden taşkın riski taşıyan alanların gösterimi

Yükseklik farkları ve dik yamaçlar taşkın riski taşıyan bölgenin zarar görülebilirlik oranını artırmaktadır. Güneysu ilçesinin, yüksek engebeli ve eğimli yapısı konut, tarımsal, endüstriyel ve kurumsal kullanımlar için uygun alanlar bulmayı zorlaştırmaktadır. Bölgenin doğası nedeniyle topografik dezavantajlar, taşkın riski taşıyan alanların konut, tarımsal, endüstriyel ve kurumsal amaçla kullanılmasıdır. 1973 yılına ait 1/2000 ölçekli paftalar ile, 2008, 2009ve 2014 yılına ait halihazır haritalar ve 2016 ve 2017 yıllarına ait hava fotoğrafları incelendiğinde yerleşim yoğunluğunun riskli alanlar ve risk alanları civarında arttığı görülmektedir. Bununla birlikte bölgenin nüfus yoğunluğunun artmasıyla, nüfusun ihtiyaçlarına paralel olarak sağlık ve eğitim kurumları da bu alanlarda yoğunlaşmaktadır.

Bu koşullar doğrultusunda mevcut kentleşme faaliyetlerinin yönü ve arazi koşullarının kısıtları göz önünde tutulduğunda, gelecekte zarar görebilirlik oranının yükseleceği anlaşılmaktadır.

Doğal tehlikelerin olumsuz etkilerini azaltmak için risk azaltma önlemleri ve risk yönetimi stratejileri uygulanmalıdır. Hızlı şehirleşme ve taşkın alanlarındaki bölgenin özelliğine uygun olmayan planlama kararları risk oranını arttırmaktadır. Taşkın risk yönetimi için afete duyarlı, risklerin göz önünde bulundurulduğu ve uygun tedbirlerin alındığı planlı kentleşme kararlarının entegrasyonu oldukça önemlidir. Taşkın riskinin ana unsuru olan taşkın olayına yönelik güvenlik açığı, bir kentin taşkın felaketlerini öngörme, bunlarla baş etme ve bunlara direnme kapasitesidir. Risk ve zarar görmeye neden olan güvenlik açığı her akarsu havzası için farklı özellikler taşımaktadır. Risk ve risk unsurları benzer olmasına rağmen her akarsu havzasındaki ve risk planlamasındaki farklılıklardan dolayı, her risk analizi yerel özellikleri içermelidir.

Güneysu deresi için yukarıda detaylı olarak irdelenen konumsal ve konumsal olmayan verilerin (yapılaşma, iklim, arazi koşulları, nüfus, eğitim) geçmişten günümüze kadar olan tarihi kayıtları göz önünde bulundurulduğunda, riskin artmasına neden olan önemli itici güçlerden birinin arazi kullanım yöntemi olduğu görülmektedir. Arazi kullanım yöntemindeki riski artırıcı uygulamaların varlığı (dere içi yapılaşma, bentlerin üzerine yapılan konutlar, taşma havzasının ekim alanı olarak kullanılması vb.,) bölgenin doğasından kaynaklanan dezavantajların yanı sıra bölge halkının eğitim seviyesinin, taşkın afetinden korunma ve risklerin en aza indirme yöntemleri konusunda bilgi ve uygulamalar için konusunda yetersiz olduğunu göstermektedir.

Genellikle, yaklaşık olarak 2 yıl tekkerrür aralıklı olarak meydana gelen taşkın olayları nedeniyle dik ve derin vadi boyunca devam eden ve akış rejimi düzensiz olan Güneysu Deresi'nin vadi tabanlarındaki sınırlı düzlük sahalardaki yerleşim ve tarım alanlarında önemli kayıplar yaşanmaktadır. Aşırı yağış alan Rize ilinde bulunan Güneysu ilçesi, vadi boyunca mevcut zayıf bitki örtüsü ve jeolojik şartlar nedeniyle taşkın olayları ile birlikte heyelan olaylarının yaşandığı çoklu afetlerle mücadele etmektedir. Bölgenin iklim koşulları nedeniyle meydana gelen doğa olaylarının neden olduğu afetlerin önlenmesinde/en aza indirilmesinde teknik ve fiziki önlemler yeterli olmamaktadır. Mevcut arazi kullanım şekli ve riskli alanlardaki yapılaşma oranı risk oranının artmasında önemli neden olarak görülmektedir. Meydana gelen afet olaylarından sonra ilgili kurumların uyarı ve bilgilendirmeleri sonrasında, halkın zaman içerisinde bu öneri ve uyulması gereken kuralları

göz ardı ederek, olası yeni doğa olaylarının/afetlerin şiddetini arttırıcı arazi kullanım yöntemlerine devam edildiği görülmektedir. Bununla birlikte, çalışma alanında taşkın afet riskini arttırıcı faktörler;

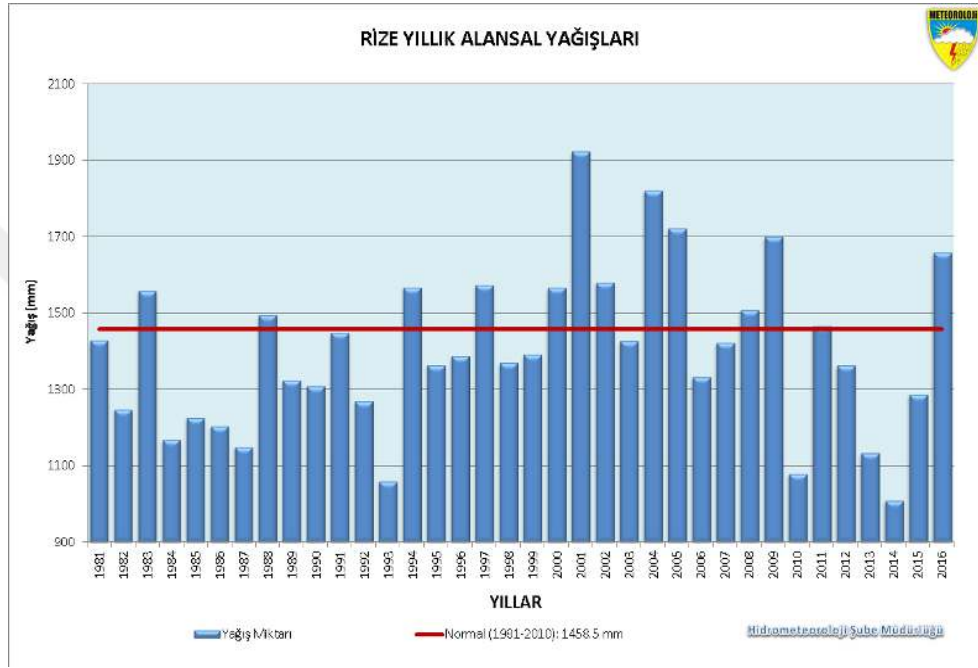
- Havzanın ormanlık alanlarının tarım alanlarına dönüştürülmesi amacı ile tahrip edilerek arazi koşullarının sistemi bozacak şekilde değiştirilmesi,
- İmara açılmış alanlar dışında, arazi koşullarının ve topoğrafik özelliklerin iskan için uygun olmadığı alanlarda izinsiz bina inşaatları,
- Bölgenin dezavantajlı topoğrafik yapısı nedeniyle düz alanların/ az dereceli eğime sahip alanların bölgedeki azlığı nedeniyle riskli alanlardaki bina artış yoğunluğu,
- Derenin akışına engel olacak şekilde konut ve sanat yapılarının inşa edilmesi,
- Yöre halkının afet uyarı, bilgilendirme, afet hazırlık/razi kullanımı ile ilgili duyuru ve bilgi kaynaklarına erişim, kullanma ve uygulama olanaklarının (afete yönelik ve eğitim düzeyine yönelik özel bir eğitim çalışması olmadığı sürece) kısıtlı olması,
- Halkın eğitim düzeyinin genel olarak düşük olması nedeniyle taşkın afet hazırlık ve arazi kullanım uygulamaları konusunda kamu ve halkın iş birliği içinde olamaması,
- Dere yatak kenarlarında taşkın koruma tedbiri alınmadan yapılan yollar,
- Taşkından korunma önlemleri olarak yakın geçmişe kadar özellikle fiziksel tedbirlerin üzerinde durulması,
- Yaygın olarak akarsuya paralel vadi tabanından geçen yollar ile akarsu yatağı arasında yeterli mesafelerin olmaması,
- Taşkınlarla birlikte meydana gelen heyelan olaylarının neden olduğu büyük zararlar göz önünde bulundurularak çoklu afet tedbir uygulamalarının gerçekleştirilememesi,
- Taşma havzasında artan iskân yoğunluğu,
- Taşma havzasında sağlık ve eğitim kurumlarının sayılarının artışı,
- Taşma havzasında artan nüfus oranı,
- Taşma havzasının orman alanlarından zirai alanlara dönüştürülmesi ve orman ve zirai alanların iskan alanına dönüştürülmeleri,
- Riskli alanlarda kurulmuş fabrikalar,
- Taşkın riski taşıyan alanlarda kırılğan grupların sayısının artması (İskan yoğunluğunun artışına bağlı olarak),
- Fiziki önlemlerin tamamlanamış olması,

- İmara izin verilen alanlar haricinde, vadi tabanlarındaki yapılaşmaların denetiminin yapılmaması veya yapılmasına rağmen yaptırımların yeterli olmaması (DSİ, 2013),
- Taşkın koruma tesisi olarak inşa edilen sedde şevlerinin toprak dolgu yapılarak arazi olarak kullanılmasına yönelik yatak kesitlerini daraltması (DSİ, 2013),
- Dere yataklarının üstününün kapatılarak, alan kazanma amaçlı faaliyetlerde bulunulması olarak sıralanabilir.

Taşkın riskinin belirlenmesi, içinde birçok olasılığı barındıran, her çalışma alanına göre, işaret ettiği koşul ve oranları değişen, aynı zamanda her çalışma alanı içinde sabit olmayan zaman içinde değişen, artan veya azalan, taşkın olası zararlarının yanı sıra sistemin kırılma şiddeti ve toparlanma sürecini de içine alan taşkın yönetimi için en önemli aşamalardan biridir. Taşkın riski, taşkın meydana gelme olasılığından ziyade sistemin zarar görebilirliğini, dolayısıyla sistemin olası doğa olaylarına karşı göstereceği hassasiyeti ve dayanım gücünü içermektedir. Bu yüzden taşkın riski çalışmalarında, taşkın etki edeceği alanların belirlendiği taşkın tehlike haritaları taşkın risk haritaları ile karıştırılmamalıdır. Yukarıda da belirtildiği üzere risk kavramı bir bütün olarak ele alınmalı ve sistemde yer alan bütün varlıklar dikkate alınmalıdır. Her varlığın direnci ve afete olan hassasiyeti belirlenmelidir.

Bu çalışmada, arazi kullanım değişimi izlenmiştir. Bununla birlikte eğitim-sağlık kurumları, sanayi (fabrika) binaları ve nüfus yoğunluğu, yaş gurupları, eğitim düzeyi ve kırılgan guruplar da tespit edilmiştir. Çalışma alanının 1973 yılından 2017 yılına kadar olan arazi kullanım yöntemleri, iskân yönü ve yoğunluğu ve demografik bilgiler yukarıda irdelenmiştir. Çalışma alanında, bölgenin dezavantajlı topoğrafik koşullarının itici güç oluşturmasının önemli bir etken olmasının yanı sıra, yöre halkının taşkın afeti, korunma, zarar azaltma, önlemleri anlama ve uygulama konusundaki bilgi/uygulama eksikliğinin yüksek olması nedenleri ile risk özellikle 2000’li yıllardan itibaren giderek artmıştır. Taşkın riski taşıyan alanların içinde veya yakınında yer alan sağlık ve eğitim kurumları, kırılgan gurupları barındırması nedeniyle risk oranının yıllar içinde oldukça yükselmiştir. 1988 yılı DSİ etüd raporuna göre 1 adet tek katlı ilköğretim, 1 adet 2 katlı ortaokul ve lise, 1 adet 5 katlı lojman, 1 adet 6 katlı imam hatip lisesi, 5 adet 4 katlı bina, 1 adet 3 katlı bina ve 1 adet 2 katlı dükkanın taşkından etkilendiği ifade edilmiştir. Oysa sonraki yıllarda meydana gelen düşük veya yüksek tekrerrür periyotlu taşkınlar nedeniyle çok fazla bina, ziraat alanı ve yol hasarı meydana gelmiş, can kayıpları yaşanmıştır.

Yaşanan taşkın hadiselerindeki yıkıcılığın artışı, küresel ısınma ve iklim değişiklikleri nedeniyle artan meteorolojik olayların şiddeti ve sıklığı ile de ilişkilendirilebilir, ancak Rize ili 1981-2016 yıllık alansal yağış verilerine ilişkin Şekil 68 incelendiğinde, yağış miktarlarına bağlı olarak taşkın etki sahasında genişleme nedeniyle riskin derecesinde artışa neden olacak kadar yüksek yağış miktarı değişimi görülmemektedir.



Şekil 68. 1981-2016 yılları arasında Rize yıllık alansal yağışları (URL-1, 2017)

Rize ili maksimum yağış tekerrür periyodu 180 yıla kadar çıkmaktadır (URL-2, 2017). Yağış tekerrür periyotlarına göre taşkın derinliği ve etki alanı değişmekte olup, taşkın etkisi altında kalan varlıkların sayısındaki artış, taşkın etki alanındaki genişlemeden ziyade, etki alanı içerisinde kalan varlıkların sayısının yıllara göre artış göstermesinden ötürüdür. Rize ilinde meydana gelmiş günlük en yüksek yağış miktarı 07/07/1929 yılında 240.0 mm, en yüksek kar 06/01/1942 tarihinde 187.0 cm olarak ölçülmüştür (Tablo 41).

Tablo 41. Rize ili'nde meydana gelmiş günlük en yüksek yağış miktarı ve en yüksek kar erimesi (URL-3, 2017)

Günlük Toplam En Yüksek Yağış Miktarı		En Yüksek Kar	
07.07.1929	244.0 mm	06.01.1942	187.0 cm

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışması kapsamında yapılan çalışmalar neticesinde, memba kısmında akış gözlem istasyonu bulunmayan akarsular için taşkın riski taşıyan alanların tespit edilebileceği görülmüştür. Önerilen yöntemin eğim oranlarının ve akarsu kanal özelliklerinin pek değişiklik göstermediği akarsular için kullanılmasının yanısıra Güneysu deresi gibi kısa mesafeli dağlık akarsular içinde uygulanmasının geçmiş yıllarda meydana gelen taşkın hadiselerinin sonuçlarının test edilmesiyle mümkün olduğu belirlenmiştir. Bu metodolojinin mikro ölçekte uygulanabileceği ve AGİ bilgileri olmasa dahi söz konusu metodoloji kullanılarak taşkın simülasyonlarının yapılarak taşkın risk alanlarının belirlenebileceği bölge üzerinde gösterilmiştir. Yöntemin farklı kanal özellikleri taşıyan akarsular üzerinde uygulanabilmesinin olası olduğu görülmüştür.

Çalışma neticesinde elde edilen veriler kullanılarak gerçekleştirilen taşkın simülasyonları ile taşkın riskine sahip olduğu tespit edilen alanların arazi kullanım yöntemindeki değişimin, taşkın riskini değişen iklim koşullarından daha fazla arttırdığı belirlenmiştir. Bölgenin doğasından kaynaklanan dezavantajların” sistemin kırılganlığının artmasında öncül itici güç olduğu görülmüştür. Bununla birlikte bölgenin dezavantajlarının zorunlu kıldığı durumlar dışında, nüfusun kendisini doğrudan afete maruz bırakacak arazi kullanım yöntemlerini izledikleri belirlenmiştir.

Bölgede etkin bir sürdürülebilir taşkın risk yönetimi için fiziksel olmayan önlemler olarak aşağıdaki yöntem, iş ve uygulamalar önerilmektedir:

- Taşkın yönetimi çalışmalarında taşkın tehlike analizleri yapılırken taşkın ne kadar sürede, hangi hızda ve şiddette nereleri etkileyebileceğinin olabildiğince doğru simüle edilmesi çok önemlidir. Taşkın yönetimi çalışmalarında taşkın derinliği ve yayılımı tespit edilmekte olup, bölgeler maksimum ve minimum derinlik oranlarına göre en yüksek, orta ve en düşük olarak sınıflandırılarak tehlike alanlarına ayrılmaktadır. Bununla birlikte belirlenen bu sınırlar dahilinde yerleşim ve yapılaşma izinleri belirlenmektedir. Bu yaklaşım gerçekçi zarar azaltma stratejileri için gereklidir, ancak yeterli değildir. Meydana gelen yüzlerce taşkın olayı ve kayıpları (özellikle can kayıpları ve yaralanmalar) göstermiştir; zararın azaltılması, fiziksel önlemler

alındıktan sonra taşkına maruz kalan kişilere de bağlıdır. Bir sistemde yaşayan kişilere o sistemde ki afet risklerini anlatmak yeterli değildir; riski ve o riskler karşısında yapılması gereken işler ve alınması gereken önlemler için özel kişilerin eğitim seviyelerine uygun özel bir eğitim de verilmelidir. Benzer şekilde erken uyarı sistemi geliştirmekte yeterli değildir. Afete maruz kalması olası tüm kişilerin bu uyarılara doğrudan ulaşmasını sağlayacak yöntemlerin belirlenmesi gerekmektedir. Özellikle taşkın afeti, meteorolojik kökenli bir afet olması nedeniyle meydana gelmesi önceden tahmin edilebilir bir afettir. Bu bakımdan, Güneysu ilçesi gibi birçok kez bu afete maruz kalmış alanlarda, yüksek tehlike alanı içerisinde kalan bina sahiplerinin, erken uyarı yöntemleri ile haberdar edilerek tahliye edilmesi oldukça önemlidir. Ancak kullanılan yöntemin halkın sosyal ve kültürel özellikleri dikkate alınarak yapılması gerekmektedir. Teknolojik yöntemlerin kullanmasının kısıtlı olduğu bölgelerde, halkın tamamının erişebileceği duyuru yöntemlerinin (ilçe duyuru hoparlörleri gibi) kullanılması gerekmektedir. Güneysu ilçesi için, diğer önemli afet korunma yöntemi, heyelan noktalarının belirlenmesidir; taşkınla birlikte meydana gelmesi muhtemel heyelan alanları belirlenerek bu alanların da taşkın risk yönetimine dahil edilmesi gerekmektedir. İlçede taşkın afetinin yaşanması ile yaşanan can kayıplarının önemli bir bölümü taşkınlar ile birlikte meydana gelen heyelan olayları nedeniyle yaşanmıştır. Bu nedenle, akarsu güzergahı boyunca meydana gelmesi muhtemel heyelan yerleri taşkın yönetim çalışmalarının, risk azaltma stratejileri içinde yer almalıdır.

- Risk alanları tespit edilirken ormansızlaştırma, arazi kullanım değişiminin etkisi ve yüzey geçirgenliğindeki azalma vb., dikkate alınmalıdır, meydana gelmesi olası kayıplar tahmin edilirken geçmişten günümüze olan risk değişiminin değerlendirilmesi yapılarak taşkın etki alanındaki genişleme ile arazi kullanımı arasındaki ilişki tespit edilmeli, buna göre tehlike ve yayılım tahmini yapılmalıdır. Mevcut durum üzerinden yapılan ve kentin değişimi/büyümesi göz önünde bulundurulmadan yapılacak tehlike ve risk haritaları geleceğe yönelik planlamalar için yetersiz kalacaktır, bu nedenle planlama stratejileri yapılırken kentin gelişiminin göz önünde bulundurulması (nüfus artış tahmini ve kalabalık simülasyonu) oldukça önemlidir.

- Risk alanı içerisinde yer alan ve meydana gelen taşkın olayları ile zarar görebilirliği kesin şekilde belirlenen binaların kullanımı engellenmeli ve ve kişiler daha güvenli bir yere taşınmalıdır.
- Akarsuyun serbestçe akmasına engel olacak nehir içi müdahalelerin belirli aralıklarla UA yöntemleri takibi yapılmalıdır.
- Güvenli alanlar oluşturulmalı ve halk bu konularda bilinçlendirilmelidir.
- Riskli alanlar için trafik işaretlerine benzer şekilde işaretlendirmeler kullanılmalıdır.
- Geliştirilmiş eğitim programının uygulanması gerekmektedir; sel tehlike uyarılarının dikkate alınması ve uygulanabilmesi için yalnız yetişkinler için değil her yaşa yönelik eğitimi içermelidir.
- Aynı nehir farklı zamanlarda aldığı aynı oranda yağış miktarından birinde taşma gösterirken diğerinde göstermeyebilir. Çünkü havza sisteminde yağışı akışa dönüştürecek olan; arazi örtüsü, yan kolların debi ve hacmi (Q, V), yüzey nemi, bitki örtüsü yoğunluğu, mevsim, yan kolların aldığı yağış oranı, yüzeyin nemliliği gibi parametreler nehre gelecek su miktarını ve hızını değiştirmektedir. Bu nedenle, nehir ölçeğinde yağış, nehrin fiziksel ve hidrolojik özelliklerine göre yapılacak değerlendirmeler taşkın tahminlerinde eksik kalacaktır. Havza bazında çalışma yapmaksa yüklü veri seti ve çok yönlü değerlendirme gerektirdiğinden nehir ölçeğinde yapılan çalışmalara göre çok daha zor olmaktadır. Bu nedenle geniş alanlar için detaylı veri sağlayan ve analizine imkan veren UA imkanlarının ve CBS'nin kullanılması yaygınlaştırılmalıdır.
- Taşkın havzasındaki doğa ve/veya insan kaynaklı değişimlerin taşkın riski ve sonuçları üzerindeki etkisi, taşkın modelleme ve UA teknikleri bir arada kullanılarak değerlendirilmelidir.
- Etkin ve sürdürülebilir bir taşkın risk yönetimi, uzun vadeli toplumsal ve ekonomik faktörleri hesaba katan, doğal süreçleri ve sistemin özelliklerini göz önünde bulunduran bir yaklaşıma ihtiyaç duymaktadır (taşkın riskini azaltmak ve taşkınların ekonomik, çevresel ve sosyal maliyetlerini en aza indirmek için hem fiziksel hem de fiziksel olmayan önlemler; mühendislik uygulamaları, akarsu sisteminin anlaşılması, haritalama, istatistiksel analiz ve bu analizlere göre yapılmış senaryolar, taşkın uyarı, sigortalama, hazırlık, eğitim ve acil müdahale eğitim ve önlemleri). Başarılı sürdürülebilir bir yaklaşımda özellikle, havza tabanlı stratejik bir yaklaşımının (membadan mansaba kadar tüm nehir havzası) benimsenmesi, akarsu

boyunca sulak verimli alanların korunması ve geliştirilmesine yönelik yaklaşımların geliştirilmesi, doğayla uyumlu doğal koruma/önlem/toparlanma sağlayacak mühendislik uygulamalarının geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Örneğin akarsu yatağının taşması sonucunda taşma havzasında meydana gelecek çamur yığınlarının ya da bataklık formuna dönüşmüş ziraat alanlarının hızlıca toparlanmasını sağlayacak, dev süngerler gibi davranabilecek bitki örtüsü oluşturulmalı ya da aynı amaca uygun kanallar planlanmalıdır. Böyle bir sistem daha düşük maliyetli olacağı gibi biyoçeşitlilik yükümlülüğünün yerine getirilmesiyle rekreasyonel bir iyileştirme de sağlayacaktır. Bu tür yaklaşımlar, sosyal ve ekonomik faydaların yanı sıra çevresel yararlar sağlayarak sel için uzun vadeli, sürdürülebilir, doğaya duyarlı bir çözüm sunacaktır.

- Özel bir bilgi sistemi geliştirilmelidir; bina bilgi sistemi, su yolları batimetrisi, yağış bilgileri, hidrograf ve akış seviyesi, demografik bilgiler, korunmasız alanlar/varlıklar ve özellikleri, geçmiş olaylara ilişkin hidrolojik, meteorolojik ve zarar analizlerinin detaylı tutulduğu bir sistem. Bununla birlikte afet sırasında ve sonrasında bilgi toplayacak bir veri toplama programı geliştirilmelidir. Ayrıca çalışma alanına ilişkin geçmiş taşkın afetleri irdelenerek (gerçekleşme yeri, meydana gelme nedeni, tetiklediği ikincil afetler, şiddeti, sıklığı vb.) o çalışma alanına ait taşkın afet kimliği oluşturulmalıdır.
- Taşkın risk yönetimi birçok disiplini içine almakta ve birçok partnerin ortaklığına ihtiyaç duymaktadır. Etkili zarar azaltma stratejilerinin belirlenmesinde ortak çalışma platformları büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle literatürdeki değişimleri takip eden ve sürekli gelişen akademik destek oldukça önemlidir. Taşkınla ilgili akademik çalışmalar hidrolojik, topografya, ekonomik, meteorolojik, arazi kullanımı, demografik vb. birçok veriye ihtiyaç duymaktadır, ancak bu çalışmada da olduğu gibi veri temini önemli bir problem oluşturmaktadır. Zarar analizi, zarar azaltma stratejilerinin belirlenmesi, sistemin kırılganlık ve direncinin tespit edilmesi, tehlike alanlarının belirlenmesi, risk analizleri, sistemin doğasından kaynaklanan dezavantajların belirlenmesi, planlama kararlarının alınması ve mevcut eksikliklerin/problemlerin irdelenmesi, çözüm önerilerinin geliştirilmesi, ikincil ve dolaylı risklerin belirlenmesi, sosyal kırılganlık indekslerinin araştırılması, eğitim stratejileri, mühendislik tedbirlerinin geliştirilmesi, veri analizi ve veri üretimi (simülasyonu) vb. gibi bir çok konu akademinin farklı disiplinlerince çalışılan

önemli çalışma alanlarıdır. Bu çalışmaların hızlı, doğru ve ortak bir platformla ilişkili olarak yapılması ülkemiz taşkın risk yönetiminin geliştirilmesi için çok büyük bir katkı sağlayacaktır. Bu nedenle akademisyenler ve sağlayıcı kamu kurumları arasında ortak bir veri paylaşım platformu geliştirilmelidir. Çalışma yapacak akademisyenlerin çalışma konularının sonuçlarını paylaşmak koşulu ile ücretsiz veri paylaşımı sağlanırken, bir çalışma alanında yapılan çalışmanın diğer akademisyenlerce görülmesi sağlanmalıdır. Böylece o çalışma alanı için katkı verilmesi ve irdelenmesi gereken konuların ortak geliştiriciler tarafından tartışılıp geliştirilmesi sağlanmalıdır. Böyle bir ortak platform ile farklı disiplinlerin iş birliği sağlanırken, bilimsel ilerleme ve sistemin problem ve çözüm yaklaşımlarının da geliştirilmesi sağlanacaktır.

- Akarsu taşkın simülasyonları, bu tez çalışmasında olduğu gibi akarsu boyunca uzun bir güzergah için yapılmaktadır. Ancak gerçekleştirilen simülasyonlarda ve meydana gelen taşkın hadiselerinde görülmüştür ki; taşkın, akarsu boyunca her yerde değil, akarsuyun belirli yerlerinde meydana gelmektedir. Suyun yatağından çıkma eğilimi gösterdiği bu alanlara ait kırılma yerlerinin, tıpkı taşkın havzasının yüksek riskten düşük riske doğru derecelendirilerek belirlenmesi gibi derecelendirilmesi gerekmektedir. Mevcut uygulamalarda taşkın koruma yapıları çeşitli senaryolar üzerinden tespit edilen alanlarda değil, çoğunlukla zarar gören alanlara göre taşkın olayından sonra belirlenmektedir. Yani önce zarar sonra tedbir alınmaktadır.

Geçmiş hadiseler üzerinde suyun taşma konumları belirlendikten sonra, sonraki taşma alanlarının nasıl değiştiği ve bunun sistemdeki arazi kullanımı ile ilişkisi belirlenmelidir. Örneğin daha yüksek debili bir akışta taşma olayı yaşanmayan bir bölgede daha sonra daha küçük debili bir akışta taşma olayının yaşanmasında sistemin değişiminin etkisi araştırılmalı ve risk planlamasında dikkate alınmalıdır. Tespit edilen bu alanlarda yapılaşmanın yapılmasına izin mi verilecek yoksa burada taşkın direnç yapılarını gereklidir, ya da sistemin arazi kullanım yönü ve şekli mi değiştirilmelidir vb. gibi kararlar irdelenmelidir. Ancak bunun için;

- Bölgenin sistem için öneminin,
- Tehlikenin büyüklüğünün tespit edilip edilemediğinin,
- Zarar görme ihtimalinin,
- Önlenebilir olup olmadığının, önlem türünün ve
- Meydana gelme olasılığının belirlenmesi gerekmektedir.

Risk kavramı yaygın olarak bir olay, eylem, tehlike ya da kararın pozitif ya da negatif sonuçları için kullanılmaktadır. Taşkın afeti açısından ise risk daha çok doğa olayının meydana gelme olasılığı gibi düşünülmektedir. Bu anlayışın tersine, bilimsel literatür taşkınların kendi başına bir risk olmadığı hususunda büyük ölçüde uzlaşmıştır; risk en az iki kavramı mutlak olarak barındırmalıdır; tehlikeli bir olgu ve ona maruz kalacak savunmasız/kırılgan bir sistem. Bu tez çalışması için tehlikeli olgu, Güneysu deresinin taşması ve taşkın karakteridir. Savunmasız sistem; insanlar, mal varlıkları, çevre ve değerli varlıklardır. Bu nedenle Güneysu Deresi risk değişimi ve gelecek olası durumunun değerlendirilmesi hususunda ilk olarak farklı zamanlar ve tekerrür periyotlarına ait taşkın simülasyonu ile tehlike olgusu, daha sonra da bu tehlikeye maruz kalacak kırılgan/savunmasız sistemin özellikleri belirlenmiştir. Sistemin değişkenliği yıllar içinde belirlenerek riskin artış yönünde olduğu ve sistem davranışının taşkın riskini daha da arttıracağı görülmüştür. Özellikle kırılgan gruplar olan okulların akarsuya yakın alanlarda kurulması ve sağlık kurumlarının afet anında müdahale gerekliliği de göz önünde bulundurulduğunda; afetin şiddetinin daha da artacağı tahmin edilmektedir.

Bu doktora tez çalışmasında, akış gözlem istasyonu bulunmayan Güneysu deresi için hidrograf simülasyonu yapılmış ve elde edilen hidrograflar kullanılarak su altında kalması muhtemel alanlar belirlenmiştir. Farklı senaryolar üzerinden gerçekleştirilen taşkın modelleme sonuçları ile 1973 yılından 2016 yılına kadar farklı zaman aralıkları için taşkın riski değerlendirilmiştir. Çalışma gerçekleştirilmesinde en çok sorun yaşanan konu veri temini ve verilerin farklı formatta ve doğrulukta olmasıdır. Taşkın çalışmaları için kullanılan verilerin farklı kurumlarca temin edilmesi ve geçmiş kayıtlara ulaşamaması, arşiv sistemindeki eksiklikler, veri maliyetleri, verilerin dijital arşivlerde saklanmaması gibi hususlar çalışma için dezavantaj oluşturmuştur. Böyle bir çalışma, ülkemizin de tabi olduğu 20 Kasım 2007 tarihinde “2007/60/EC sayılı Taşkın Risklerinin Değerlendirilmesi ve Yönetimi Direktifinin maddelerinden biri olan taşkın risk haritalarının hazırlanması için önemli bir çalışmadır. Taşkın risklerinin sadece mevcut durumu belirleyen bir tematik harita olmasından ziyade gelecek olası riskleri öngören bir çalışma olması gerekmektedir. Bu nedenle, her akarsu havzasında meydana gelen taşkınların ve neden oldukları sonuçların doğasının ve riskin değişiminin doğasının anlaşılması ve yorumlanması gerekmektedir.

5. KAYNAKLAR

- Abel, N ve Langston A., Evolution of a social-ecological System: Adaptation and resilience in the New South Wales Rangelands 1850 to 2020. http://www.cse.csiro.au/research/nswrangelands/pubs/popular_articles/Draft_Paper.pdf 18 Ekim 2017.
- Abbas, A., Amjath-Babu, T. S., Kächele, H., Usman, M., ve Müller, K., 2016. An overview of flood mitigation strategy and research support in South Asia: implications for sustainable flood risk management, International Journal of Sustainable Development ve World Ecology, 231, 98-111.
- Adams, J., 1995. Risk, University College London Press, Lonra, 228 s.
- Adger, W. 2000. Social and Ecological Resilience: Are they related?, Progress in Human Geography, 24, 347–364.
- Adger, W. N., 2003. Social Capital, Collective Action and Adaptation to Climate Change. Economic Geography, 79, 387–404.
- Adger, W. N., Hughes T., Folke C., Carpenter S. R., ve Rockström J., 2005. Social-Ecological Resilience to Coastal Disasters, Science, 309,1036–1039.
- Adger, W.N., 1999. Social Vulnerabililty to Climate Change And Extremes in Coastal Vietnam, World Development, 27, 249–269.
- AFAD, Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğü. <https://www.afad.gov.tr/upload/Node/3495/xfiles/sozluk.pdf> 27Haziran 2015
- Ahmed, R., Seedat, M., , Niekerk, A., ve Bulbulia, S., 2004. Discerning community resilience in disadvantaged communities in the context of violence and injury prevention. South African Journal of Psychology, 34, 386–408.
- Akar, İ. ve Maktav D., Taşkın Araştırmalarında Çok Kriterli Karar Verme Analizi ve Hidrolojik Modellemelerin Uzaktan Algılama ve CBS Entegrasyonu ile Karşılaştırılması, UZAL-CBS Sempozyumu, Ekim, Kayseri. <http://www.irfanakar.com/turkish/pdf/uzal2.pdf> 25 Temmuz 2014.
- Akıncı, H., ve Erdoğan, S., 2012. ORCHESTRA Mimarisine Dayalı Bir Taşkın Tahmin Sisteminin Tasarlanması, Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi, 41, 19-35.
- Aksoy, Y., 2010. Tarihteki Önemli Doğal Afetler. Karma Kitaplar, İstanbul, 311 s.
- Albano, R., Sole, A., ve Adamowski, J., 2015. READY: A Web-Based Geographical Information System for Enhanced Flood Resilience Through Raising Awareness in Citizens, Natural Hazards Earth Sysem, 15, 1645-1658.
- Allen, K., 2003. Vulnerability Reduction and The Community-Based Approach, Natural Disasters and Development in a Globalising World, 1, 170-184.
- Allenby, B. ve Fink J., 2005. Toward Inherently Secure and Resilient Societies. Science, 309, 1034–1036.
- 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 SYM s, International Journal of Remote Sensing, 31, 9, 2441–2456.
- Anderies, J. M., Janssen, M. A. ve Ostrom, E., 2004. A Framework to Analyze the Robustness of Social-Ecological Systems from an Institutional Perspective, Ecology and Society, 9, 1.
- Artinyan, E. ve Habets, F., Operational Hydrological Forecasting System for the Management of Reservoir Cascade on the Arda River in Bulgaria. Artinyan, BALWOIS 2008, Mayıs, Makedonya https://www.researchgate.net/profile/Eram_Artinyan/publication/237119903_Operational_Hydrological_Forecasting_System_for_the_Management_of_Reservoir_Cascade_on_the_Arda_River_in_Bulgaria/links/55e04a6808a6cb1a7cc315e3.pdf 12 Temmuz 2016.
- Artinyan, E., Vincendon, B., Kroumova, K., Nedkov, N., Tsarev, P., Balabanova, S. ve Koshinchanov, G., 2016. Flood Forecasting and Alert System for Arda River Basin. Journal of Hydrology, 541, 457-470.
- Asselman, N., 2009. Taşkın Yayılımın Modellenmesi İçin Uygun Model Seçimi. FloodSite Konsorsiyumu.
- Atay, G. ve Ayhan, E., Using Satellite Images to Determine Environmental Characteristics of an Area: An Application, ISPRS Kongresi, Temmuz, İstanbul. <http://www.isprs.org/proceedings/XXXV/congress/comm7/papers/103.pdf> 10 Haziran 2015.
- Babcock, M. ve Mitchell, B., 1980. Impact of flood hazard on residential property values in Galt Cambridge, Ontario, JAWRA Journal of the American Water Resources Association, 16, 3, 532-537.
- Baldassarre, G. D., Kooy, M., Kemerink, J. ve Brandimarte, L., 2013. Towards Understanding the Dynamic Behaviour of Floodplains as Human-Water Systems. Hydrology and Earth System Sciences, 17, 8, 3235-3244.
- Bayazıt, M., 1974. Hidroloji, Birsen Yayınevi, İstanbul, 220 s.
- Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afetlere Hazırlık ve Kentsel Risk Yönetimi Komisyonu, 2009, Afetlere Hazırlık ve Kentsel Risk Yönetimi Komisyonu Raporu, Ankara, 139 s.
- Benito, G., Lang, M., Barriendos, M., Llasat, M. C., Francés, F., Ouarda, T. ve Bobée, B., 2004. Use of Systematic, Palaeoflood and Historical Data for The Improvement of Flood Risk Estimation Review of Scientific Methods. Natural Hazards, 31, 3, 623-643.
- Beran, M. A. ve Sutcliffe, J. V., 1972. An Index of Flood-Producing Rainfall Based on Rainfall and Soil Moisture Deficit. Journal of Hydrology, 17,3, 229-236.
- Birkhead, A.L., James, C.S. ve Kleynhans, M.T., 2007. Hydrological and Hydraulic Modelling of the Nyl River Floodplain Part 2: Modelling Hydraulic Behaviour, Water SA, 33, 1, 9-20.
- Birleşmiş Milletler, 2009. Afet Risk Azaltma Uluslararası Ofisi UNISDR, UNISDR Afet Risk Azaltma Terminolojisi, Mayıs, Cenevre.
- Bodin, P. ve Wiman, B., 2004. Resilience and Other Stability Concepts in Ecology: Notes on Their Origin, Validity, and Usefulness. ESS Bulletin, 2, 33–43.

- Boudou, M., Danière, B. ve Lang, M., 2016. Assessing Changes on Urban Flood Vulnerability Through Mapping Land Use From Historical Information, Hydrology and Earth System Sciences, 1, 2, 161-173.
- Brakenridge, G. R., Tracy, B. T. ve Knox, J. C., 1998. Orbital SAR Remote Sensing of a River Flood Wave, International Journal of Remote Sensing, 19, 7, 1439-1445.
- Brooks, N., 2003. Vulnerability, Risk and Adaptation: A Conceptual Framework, Tyndall Centre for Climate Change Research Working Paper, 38, 1-16.
- Brooks, N. ve Adger, W. N., Country Level Risk Measures of Climate-Related Natural Disasters and Implications for Adaptation to Climate Change, Tyndall Centre Working Paper. http://www.tyndall.ac.uk/publications/working_papers/wp26.pdf 10 Eylül 2014.
- Brock, W. A., Mäler, K.-G. ve Perrings, C., 2002. Resilience and Sustainability: The Economic Analysis of Nonlinear Systems, In *Panarchy: Understanding Transformations in Systems of Humans and Natural Systems*, Gunderson, L. H. and C. S. Holling, Island Press, Washington, 536 s.
- Brown, D. ve Kulig, J., 1996. The Concept of Resiliency: Theoretical Lessons From Community Research, Health and Canadian Society, 4, 29-52.
- Bruneau, M., Chang, S., Eguchi, R., Lee, G., O'Rourke, T. ve Reinhorn, A., 2003. A Framework to Quantitatively Assess and Enhance the Seismic Resilience of Communities, Earthquake Spectra, 19, 733-752.
- Butler L., Morland L. ve Leskin, G. 2007. Psychological résilience in the face of terrorism. *Psychology of terrorism*. Oxford Universitesi, No: 400, 417 s.
- 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.
- Canovas, J., Ballesteros, A., Eguibar, M., Bodoque, J. M., Diez-Herrero, A., Stoffel, M. ve Gutierrez-Perez, I., 2011. Estimating Flash Flood Discharge in an Ungauged Mountain Catchment with 2D Hydraulic Models And Dendrogeomorphic Palaeostage Indicators, Hydrological Process, 256, 970-979.
- Cardona, O. D., 2004. The Need for Rethinking the Concepts of Vulnerability and Risk from a Holistic Perspective: a Necessary Review and Criticism for Effective Risk Management, *Mapping Vulnerability: Disasters, Development and People*, G. Bankoff, G. Frerks, D. Hilhorst (Eds), Earthscan, Londra, Kitap Bölüm No:3, 37-51.
- CARRI Report, Definitions of Community Resilience: an Analysis. <http://www.resilientus.org/wp-content/uploads/2013/08/definitions-of-community-resilience.pdf> 01 Ocak 2016.
- Chapin, F. S., Kofinas, G. P. ve Folke C., 2009. Principles of Ecosystem Stewardship: Resilience-Based Natural Resource Management in a Changing World, Springer-Verlag, Springer Science & Business Media, New York, 420 s.
- Chenoweth, L. ve Stehlik. D., 2001. Building Resilient Communities: Social Work Practice and Rural Queensland. Australian Social Work, 54, 2, 47-54.

- Coles, E., ve Buckle, P., 2004. Developing Community Resilience as a Foundation for Effective Disaster Recovery. Australian Journal of Emergency Management, 19, 4, 6–15.
- Comfort, L., 1999. Shared Risk: Complex Systems in Seismic Response, Emerald Group Yayınları, New York, 352 s.
- Colditz, R.R., 2003. Land Cover ve Geomorphological Floodplain Mapping of the Lower Panuco Basin, Mexico, Utilizing Remote Sensing and Gis-Methods, Bayerische Julius-Maimilians-Universitat Wurzburg, Almanya, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Correia, F. N., Rego, F. C., Saraiva, M. D. G., ve Ramos, I., 1998. Coupling GIS with Hydrologic and Hydraulic Flood Modelling, Water Resources Management, 12, 3, 229-249.
- Cowan, W. L., 1956. Estimating Hydraulic Roughness Coefficients, Agricultural Engineering, 37, 7, 473-475
- Crichton, D., 1999. The Risk Triangle, A New Way to Think about Risk from an Insurance Perspective, The Hazards Forum Newsletter, Londra, No:36, 12-13.
- Cutter, S.L., 1996. Vulnerability to Environmental Hazards, Progress in Human Geography, 20, 4, 529–539.
- Çölkesen, İ., 2009. Uzaktan Algılamada İleri Sınıflandırma Tekniklerinin Karşılaştırılması ve Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, G.T.Ü, Gebze.
- Dadson, S. J., Hall, J. W., Murgatroyd, A., Acreman, M., Bates, P., Bevan, K., ve O'Connell, E., 2017. A Restatement of The Natural Science Evidence Concerning Catchment-Based “Natural” Flood Management in The United Kingdom. Philosophical Transactions A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 473, 2199.
- Das, A., 2009. Reverse Stream Flow Routing by Using Muskingum Models, Sadhana, 34, 3, 483–499.
- De Bruijn, K. M., 2002. Potential Flood Damages and Flood Risks Along the Lower Rhine River. In Proceedings Congress EWRI ASCE Floods and Droughts in Virginia, Eylül, Amerika, 12 s.
- De Bruijn, K. M., Diermanse, F. L. M., ve Beckers, J. V. L., 2014. An Advanced Method for Flood Risk Analysis in River Deltas, Applied to Societal Flood Fatality Risk in the Netherlands. Natural Hazards and Earth System Sciences, 14, 10, 27-67.
- Dewan, A.M. 2013, Floods in a Megacity: Geospatial Techniques in Assessing Hazards, Risk and Vulnerability, Springer Geography, Hollanda, 199 s.
- Doğan, E., Sönmez O, Yapan E., Othan K., Özdemir, S., ve Çitgez T., 2013 Aşağı Sakarya Nehrinde Taşkın Yayılım Haritalarının Elde Edilmesi, Fen Bilimleri Dergisi, 17, 3, 363-369.
- D’Oria, M. ve Tanda, M. G., 2012. Reverse Flow Routing in Open Channels: A Bayesian Geostatistical Approach. Journal of Hydrology, 460, 130–135.
- Downer, C.W., Ogden, F.L., Martin, W. ve Harmon, R.S., 2002. Theory, Development, and Applicability of the Surface Water Hydrological Model CASC2D, Hydrological Processes, 16, 2, 255-275.

- Downing, T.E., Butterfield, R., Cohen, S., Huq, S., Moss, R., Rahman, A., Sokona, Y. ve Stephen, L., 2001. Vulnerability Indices: Climate Change Impacts and Adaptation, UNEP Policy Series 3, UNEP, Nairobi.
- Downing, T.E., Butterfield, R., Cohen, S., Huq, S., Moss, R., Rahman, A., Sokona, Y., ve Stephen, L. 2001. Climate Change Vulnerability: Linking Impacts and Adaptation. Report to the Governing Council of the United Nations Programme. United Nations Environmental Programme, Environmental Change Enstitüsü, Nairobi, Kenya.
- Downing, T.E. ve Patwardhan, A., 2004. Assessing Vulnerability for Climate Adaptation. In UNDP Adaptation Policy Framework: United Nations Development Program, Technical Paper No: 3, 69-87.
- DSİ, 1998. DSİ Taşkın Envanteri, Ankara.
- DSİ, 2005. DSİ Taşkın Envanteri, Ankara.
- DSİ, 2013. DSİ Taşkın Envanteri, Ankara.
- DSİ, 2005. DSİ In Brief 1954-2005, 2005, Ankara.77 s.
- DSİ, 1986. DSİ 22. Bölge Müdürlüğü Güneysu Deresi Taşkın Notları, Trabzon, 12 s.
- DSİ, 1988. DSİ 22. Bölge Müdürlüğü Güneysu Deresi Taşkın Notları, Trabzon, 11 s.
- DSİ, 2005. DSİ 22. Bölge Müdürlüğü Güneysu Deresi Taşkın Notları, Trabzon, 4 s.
- DSİ, 2011. DSİ 22. Bölge Müdürlüğü Güneysu Deresi Taşkın Notları Trabzon, 6 s.
- DSİ, 2013. DSİ 22. Bölge Müdürlüğü Güneysu Deresi Taşkın Notları, Trabzon, 3 s.
- DSİ, 2015. DSİ 22. Bölge Müdürlüğü Güneysu Deresi Taşkın Notları, Trabzon, 4s.
- DSİ, 2016. Taşkın Sempozyumu Sonuç Bildirgesi, Aralık, Rize, 4 s.
- DSİ, Sempozyum ve Kongre Yayınları, <http://www.dsi.gov.tr/faaliyetler/sempozyum-ve-sergiler> 15 Nisan 2017
- Dutta, D., Herath, S., ve Musiake, K. 2003. A Mathematical Model for Flood Loss Estimation. Journal of Hydrology, 277, 1, 24-49.
- Efe, H. ve Önen, F., 2015. Batman Çayı'nın Taşkın Analizinin HEC-RAS Programıyla Yapılması, Mühendislik Dergisi, 6, 2, 83-92.
- Egeland, B., Carlson, E., ve Sroufe, L., 1993. Resilience as Process, Development and Psychopathology, 5, 4, 517-528.
- El Nino lenkt Fische', 1997. Wissen-Good news. Ume Walz, Facts Nachrichtenmagazin, Temmuz, İspanya.
- EM-DAT, C.R.E.D., The International Disaster Database, <http://www.emdat.be/publications?page=2> 02 Nisan 2014
- EM-DAT, The International Disaster Database, <http://www.emdat.be/database> 02 Nisan 2017
- EM-DAT, The International Disaster Database, <http://www.emdat.be/database> 02 Nisan 2017

- European Commission, 2006. Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the Assessment and Management of Floods [SEC(2006) 66], COM(2006), B r ksel.
- European Parliament: European Parliament Legislative Resolution on the Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the Assessment and Management of Floods (COM(2006)0015 - C6-0020/2006 - 2006/0005(COD)), B r ksel.
- European Parliament, 2007. European Parliament Legislative Resolution on the Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council On the Assessment and Management of Flood Risks (12131/6/2006 - C6-0038/2007 - 2006/0005(COD)), B r ksel.
- EXCIMAP, 2007. Handbook on Good Practices for Flood Mapping in Europe, Endorsed by Water Directors, Hollanda, 60 s.
- Evans, E. P., Ramsbottom, D. M., Wicks, J. M., Packman, J. C., ve Penning-Rowsell, E. C. 2002. Catchment Flood Management Plans and the Modelling and Decision Support Framework, Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Civil Engineering, 150, 5, 43-48.
- Fak o lu, S. ve Ka n c o lu N., 2009. Do u Karadeniz ve Coruh Havzalarının Hidroelektrik Enerji Uretimi Acısından De erlendirilmesi, Do u Karadeniz Bölgesi Hidroelektrik Enerji Potansiyeli ve Bunun  lke Enerji Politikalarındaki Yeri, Kasım, Trabzon, 40-51.
- FEMA, 2009. Risk Mapping, Assessment, and Planning Risk MAP Multi-Year Plan: Fiscal Years 2010-2014, Fiscal Year 2009 Kongre Raporu, 42 s.
- 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, 3, 25, 67-81.
- Fortin, J.P., Turcotte, R., Massicotte, S., Moussa, R., Fitzback, J. ve Villeneuve, J.P., 2001. A Distributed Watershed Model Compatible with Remote Sensing and GIS data, I: Description of the Model, Journal of Hydrology Engineering, 6, 91-99.
- Ford, J., 2002. Vulnerability: Concepts and Issues, PhD Scholarly Field Paper, University of Guelph, Kanada, 33 s.
- Ganor, M. ve Ben-Lavy, Y., 2003. Community resilience: Lessons derived from Gilo under Fire, Journal of Jewish Communal Service, 79, 2/3, 105-108.
- Gardiner, J. L., Dearsley, A.F. ve Woolnough, J.R., 1987. The Appraisal of Environmentally Sensitive Options for Flood Alleviation Using Mathematical Modelling, Water and Environment Journal, 1, 2, 171-183.
- Girayhan T., 2015. Nicel Ta kın Risk De erlendirmesiyle Hasar Modellemesi ve Metodolojinin Geliştirilmesi, Uzmanlık Tezi, O.S.B., Ankara.
- Goldberg, D. E., 1989. Genetic Algorithms for Search, Optimization, and Machine Learning, Addison-Wesley, USA, 432 s.

- Gordon, J., 1978. Structures. Penguin Books, Harmondsworth, DaCapo Press; 2nd Da Capo Press Ed edition, UK, 420 s.
- Godschalk, D., 2003. Urban Hazard Mitigation: Creating Resilient Cities, Natural Hazards Review, 4, 3, 136–143.
- Grosso, N., Dias, L., Costa, H. P., Santos, F. D. ve Garrett, P., 2015. Continental Portuguese Territory Flood Social Susceptibility Index. Natural Hazards and Earth System Sciences, 15, 8, 1921-1931.
- Gunderson, L. H. ve Folke C., Resilience—Now More than Ever Editorial, Ecology and Society, 10, 2. <http://www.ecologyandsociety.org/vol10/iss2/art22/> 27 Temmuz 2015.
- Gürgen, G., 2004. Doğu Karadeniz Bölümü'nde Maksimum Yağışlar ve Taşkınlar Açısından Önemi, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24, 2, 79-92.
- HEC-RAS River Analysis System User's Manual, 2010. Version 4.1. U.S. Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center, Davis, California, USA, 143 s.
- Helm, P., 1996. Integrated Risk Management for Natural and Technological Disasters, Tephra, 15, 1, 4-13.
- Hewitt, K., 1997. Regions of Risk, A Geographical Introduction to Disasters, Addison Wesley Longman, UK, 389 s.
- Holling, C., 1973. Resilience and Stability of Ecological Systems, Annual Review of Ecology and Systematics, 4, 1, 1–23.
- Holling, C.S., Schindler, D.W., Walker B.W. ve Roughgarden J., 1995. Biodiversity in the Functioning of Ecosystems: an Ecological Synthesis, Biodiversity Loss: Economic And Ecological Issues. Cambridge University Press, Cambridge, 44-83.
- Hudson, P. F., Middelkoop, H., ve Stouthamer, E., 2008. Flood Management Along the Lower Mississippi and Rhine Rivers the Netherlands and the Continuum of Geomorphic Adjustment, Geomorphology, 101, 1, 209-236.
- Hung, N. N., Delgado, J. M., Tri, V. K., Hung, L. M., Merz, B., Bárdossy, A. ve Apel, H., 2012. Floodplain Hydrology of the Mekong Delta, Hydrological Processes, 26, 5, 674-686.
- Hunter, N. M., Horritt, M. S., Bates, P. D., Wilson, M. D., ve Werner, M. G. F., 2005. An Adaptive Time Step Solution for Raster-Based Storage Cell Modelling of Floodplain Inundation, Advanced Water Resources, 28, 9, 975–991.
- 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, Engineering Remote Sensing, 5, 3, 405-413.
- IPCC, 2001. Climate change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Summary for Policymakers, İsviçre, 23 s.
- Islam, M. ve Sado K., 2000. Development of Flood Hazard Maps of Bangladesh Using NOAA-AVHRR Images with GIS, Hydrologîcal Sciences-Jonrnal-des Sciences Hydrologiques, 45, 3, 337-355.

- 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.
- Jones, R. ve Boer, R., Assessing current climate risks Adaptation Policy Framework: A Guide for Policies to Facilitate Adaptation to Climate Change, UNDP <http://www.undp.org/cc/apf-outline.html> 13 Haziran 2013
- Jonkman, S. N., 2007. Loss of Life Estimation in Flood Risk Assessment; Theory And Applications, Doktora tezi, Civil Engineering and Geosciences, Kanada, 360 s.
- Kadioğlu, M., 2008. Sel, Heyelan ve Çığ için Risk Yönetimi, Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri, JICA Türkiye Ofisi Yayınları No: 2, Ankara, 251-276.
- Kalkan K. ve Maktav, D., 2010. Nesne Tabanlı ve Piksel Tabanlı Sınıflandırma Yöntemlerinin Karşılaştırılması İkonos Örneği, III. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Ekim, Kocaeli, Bildiriler Kitabı: 153- 160.
- Karataş, B. S., Akkuzu E. ve Çamoğlu G., 2008. Taşkın Belirlemede Uzaktan Algılamanın Kullanım Olanakları, Taşkın, Heyelan ve Dere Yataklarının Korunması Konferansı, Ağustos, Trabzon, Bildiriler Kitabı: 131-146.
- Kasperson, J.X. ve Kasperson, R.E., 2001. International Workshop on Vulnerability and Global Environmental Change. SEI Risk and Vulnerability Programme Raporu, Stockholm Environment Enstitüsü, Stockholm, İsveç, 2001-01
- Kasperson, R. E., Dow, K., Archer, E., Caceres, D., Downing, T., Elmqvist, T. ve Vogel, C., 2005. Vulnerable Peoples and Places, Ecosystems and Human Wellbeing: Current State and Trends, 1, 143-164.
- Katayama, T., 1994. International Decade for Natural Disaster Reduction: Working Against Time, UNU Üniversitesi Ders Notları, The United Nations Üniversitesi, Tokyo.
- Kaya, C. M., Gungor O., Akçalı E., Yıldırım H. ve Alay H., 2016. Taşkın Tehlike Haritaları: Türkiye ve Farklı Avrupa Ülkelerinde Yapılan Çalışmaların Karşılaştırmalı Olarak İrdelenmesi, 4. Ulusal Taşkın Sempozyumu, Kasım, Rize, 15 s.
- Kelly, P.M. ve Adger, W.N., 2000. Theory and Practice in Assessing Vulnerability to Climate Change and Facilitating Adaptation, Climatic Change, 4, 7, 325–352.
- Kelman, I., 2003. Defining risk, Flood Risk Net Newsletter, 2, 6-8.
- Kidd, C. V., 1992. The Evolution of Sustainability. Journal of Agricultural and Environmental Ethics, 5, 1, 1-26.
- Kienzler, S., Pech, I., Kreibich, H., Müller, M. ve Thielen, A. H., 2015. After the Extreme Flood in 2002: Changes in Preparedness, Response and Recovery of Flood-Affected Residents in Germany Between 2005 and 2011, Natural Hazards and Earth System Sciences, 15, 3, 505-526.
- Kimhi, S. ve Shamai, M., 2004. Community Resilience and the Impact of Stress: Adult Response to Israel's with Drawal from Lebanon. Journal of Community Psychology, 3, 2, 439–451.

- Klein, R., Nicholls, R. ve Thomalla, F., 2003. Resilience to natural hazards: How useful is This concept, Environmental Hazards, 5, 35–45.
- Kofinas, G., 2003. Resilience of human-rangifer systems: Frames off Resilience Help to Inform Studies of Human Dimensions of Change and Regional Sustainability, IHDP Update, 2, 6-7.
- Koks, E. E., Jongman, B., Husby, T. G. ve Botzen, W. J., 2015. Combining Hazard, Exposure and Social Vulnerability to Provide Lessons for Flood Risk Management, Environmental Science and Policy, 4, 7, 42-52.
- Kuhlicke, C., Callsen, I. ve Begg, C., 2016. Reputational Risks and Participation in Flood Risk Management and the Public Debate about the 2013 Flood in Germany. Environmental Science ve Policy, 5, 5, 318-325.
- Liang, X. ve Xie, Z., 2001. A New Surface Runoff Parameterization with Subgrid-Scale Soil Heterogeneity For Land Surface Models, Advances in Water Resources, 24, 9, 1173-1193.
- Liong, S. Y., Chan, W. T. ve ShreeRam, J., 1995. Peak-flow Forecasting with Genetic Algorithm and SWMM, Journal of Hydraul. Engineering, 121, 8, 613–617.
- Liu, L., Liu, Y., Wang, X., Yu, D., Liu, K., Huang H. ve G. Hu., 2014. Developing an Effective 2-D Urban Flood Inundation Model for City Emergency Management Based on Cellular Automata, Natural Hazards and Earth System Sciences Discussions, 2, 9, 6173-6199.
- Liu, J., T., Dietz, S. R., Carpenter, M., Alberti, C., Folke, E., Moran, A. N., Pell, P., Deadman, T., Kratz, J., Lubchenco, E., Ostrom, Z., Ouyang, W., Provencher, C. L., Redman, S., Schneider H. ve Taylor W., 2007. Complexity of Coupled Human and Natural Systems, Science, 3, 17, 1513– 1516.
- Liu, Y.B. ve De Smedt, F., 2005. Flood Modeling for Complex Terrain Using GIS and Remote Sensed Information, Water Resources Management, 19, 5, 605–624.
- Lillesand, T. M. ve Kiefer, R., W., 1994. Remote Sensing and Image Interpretation, John Wiley & Sons, New York, USA, 704 s.
- Liverman, D. M., 1990. Vulnerability to Global Environmental Change. Understanding Global Environmental Change, The Contributions of Risk Analysis and Management, 27-44.
- Kasperson, R.E., Dow, K. ve Golding, D., Understanding Global Environmental Change: The Contributions of Risk Analysis and Management. Clark Üniversitesi, Uluslararası Workshop, 26, 27–44.
- Liu, L., Liu, Y., Wang, X., Yu, D., Liu, K., Huang H. ve Hu. G., 2014. Developing an Effective 2-D Urban Flood Inundation Model for City Emergency Management Based on Cellular Automata, Natural Hazards and Earth System Sciences Discussions, 2, 9, 6173-6199.
- Longstaff, P., 2005. Security, Resilience, and Communication in Unpredictable Environments Such as Terrorism, Natural Disasters, and Complex Technology, Syracuse, No: 02138, New York, 114 s.
- Ludlow, C. D., 2009. Flood Modeling in a Data-Poor Region: A Satellite Data-Supported Model for Accra, Ghana Doctoral Dissertation, Doktora Tezi, The George Washington Üniversitesi, Amerika.

- Masten, A., Best, K. ve Garmezy, N., 1990. Resilience and Development: Contributions from the Study of Children Who Overcome Adversity, Development and Psychopathology, 2, 4, 425–444.
- Merz, B., Kreibich, H., Schwarze, R. ve Thieken, A., 2010. Review Article Assessment of Economic Flood Damage, Natural Hazards and Earth System Sciences, 10, 8, 1697.
- Merz, B., Hall, J., Disse, M., ve Schumann, A., 2010. Fluvial Flood Risk Management in a Changing World, Natural Hazards and Earth System Sciences, 10, 3, 509.
- Messner, F., 2007. Evaluating Flood Damages: Guidance and Recommendations on Principles and Methods: T09-06-01.
- Mileti, D. S. ve Sorensen, J. H., 1990. Communication of Emergency Public Warnings, Landslides, 1, 6, 52-70.
- Mileti, D., 1999. Disasters by Design: A Reassessment of Natural Hazards in the United States. Joseph Henry Press, Washington, 376 s.
- Milly, P. C. D., Wetherald, R. T., Dunne, K. A. ve Delworth, T. L., 2002. Increasing Risk of Great Floods in a Changing Climate, Nature, 415, 6871, 514-517.
- Murray-Hudson, M., 2009. Floodplain Vegetation Responses to Flood Regime in The Seasonal Okavango Delta, Botswana, Dokora Tezi, University of Florida, Amerika.
- Moramarco, T. ve Melone, F., 1999 A Simplified Model for Flooding Evaluation in Meandering River Reaches, Proceedings of the IASTED Modelling and Simulation Konferansı, Mayıs, USA, 293-296.
- Morgan, M. G. ve Henrion, M., 1990. Uncertainty: A Guide to Dealing with Uncertainty in Quantitative Risk and Policy Analysis, Cambridge University Press, 332 s.
- Moss, R.H., Brenkert, A.L. ve Malone, E.L., 2001. Vulnerability to Climate Change: a Quantitative Approach Teknik Raporu, Pacific Northwest National Laboratories, Richland, Prepared for the US Department of Energy WA PNNL-SA-33642, 155-167.
- Mount, J., 1998. Levees More Harm than Help, Engineering News Record, 240, 5, 59.
- Muzik, I., 1996. Flood Modelling With Gis-Derived Distributed Unit Hydrographs, Hydrological processes, 10, 10, 1401-1409.
- Müller, A., 2012. Areas at Risk-Concept and Methods for Urban Flood Risk Assessment: a Case Study of Santiago de Chile, Steiner, 14 s.
- Nicholls, R. J., Hoozemans, F. M. J. ve Marchand, M., 1999. Increasing Flood Risk and Wetland Losses Due to Global Sea-Level Rise: Regional and Global Analyses, Global Environmental Change, 9, 69-87.
- Neitsch, S., 2001. Soil and Water Assessment Tool: Theoretical Documentation Version 2000 (Taslak). Blackland Research Center, Texas Agricultural Experiment Station, Amerika, 647 s.
- Norris, F. H., Stevens, S. P., Pfefferbaum, B., Wyche, K. F. ve Pfefferbaum, R. L., 2008. Community Resilience as a Metaphor, Theory, Set of Capacities, and Strategy for Disaster Readiness, American Journal of Community Psychology, 41, 1-2, 127-150.

- Nunes Correia, F., Castro Rego, F., Da Graça Saraiva, M., ve Ramos, I., 1998. Coupling GIS with hydrologic and hydraulic flood modelling. Water Resources Management, 12, 3, 229-249.
- O'Brien, K., Eriksen, S., Schjolen, A. ve Nygaard, L., 2004. What's in a word? Conflicting interpretations of vulnerability in climate change research, CICERO Çalışma Notları: 2004:04, CICERO, Oslo Üniversitesi, Oslo, Norveç.
- Olmos, S., Vulnerability and Adaptation to Climate Change: Concepts, Issues, Assessment Methods. Climate Change Knowledge Network. http://www.cckn.net/pdf/va_foundation_final.pdf 18 Mart 2016
- Onuşuel Gül G., 2011. Uygulamalı Hidroloji Ders Notları, Dokuz Eylül Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İzmir.
- Opolot, E. 2013. Application of Remote Sensing and Geographical Information Systems in Flood Management: A Review, Research Journal of Applied Sciences Engineering and Technology, 6, 10, 1884-1894.
- OSB, Avrupa Birliği Taşkın Direktifi ve Taşkın Direktifi Hesusunda Yapılan Çalışmalar, Taşkın ve Kuraklık Yönetimi Daire Başkanlığı, SYGM http://www.suyonetimi.gov.tr/Libraries/su/Avrupa_Birli%C4%9Fi-Ta%C5%9Fk%C4%B1n-Direktifi_ve-Ta%C5%9Fk%C4%B1n-Direktifi_Hususunda_Yap%C4%B1lan_%C3%87al%C4%B1%C5%9Fmalar.sflb.ashx 20 Şubat 2015
- OSB, Taşkın Riski Ön Değerlendirmesi Taslak Raporu, AB Eşleştirme Projesi, Taşkın Direktifinin Uygulanması için Kapasitenin Geliştirilmesinin, SYGM, Ankara http://taskinyonetimi.suyonetimi.gov.tr/taskin/Files/Taskin_Riski_On_Degerlendirme_Raporu_Tasla%C4%9Fi.pdf 18 Eylül 2016
- OSB, 2015. Taşkın Yönetimi Çalışmaları, Taşkın ve Kuraklık Yönetimi Daire Başkanlığı, SYGM, Bursa.
- Ott, K. ve Döring. R., 2004. Theorie und Praxis Starker Nachhaltigkeit. Metropolis Theory and Practice of Strong Sustainability, Marburg, Almanya.
- Özcan, O. ve Musaoglu N., 2010. Vulnerability Analysis of Floods in Urban Areas Using Remote Sensing and GIS, Remote Sensing for Science Education and Rainer Reuter Editor and Natural and Cultural Heritage, 30. EARSeL Sempozyumu, Haziran, Fransa, Bildiriler Kitabı: 379-386.
- Özcan, O., 2007. Sakarya Nehri Alt Havzası'nın Taşkın Riski Analizinden Uzaktan Algılama ve Cbs ile Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- 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, 9 s.
- Özdemir, H., 2007. Farklı Senaryolara Göre Taşkın Risk Analizi: Havran Çayı Örneği Balıkesir, TMMOB Afet Sempozyumu, Aralık, Ankara, Bildiriler Kitabı: 155-165.

- 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 <http://www.dsi.gov.tr/docs/sempozyumlar/II.ulusal-taskin-sempozyumu> 10 Haziran 2013.
- Özoral, E., Taşkın Koruma Faaliyetlerinde Memba ve Mansap Planlaması ve Yukarı Havza Önlemleri, T.C. Enerji ve TCDD Kaynaklar Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye. <http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/3935.pdf> 9 Şubat 2014.
- Papagiannaki, K., Lagouvardos, K., Kotroni, V. ve Bezes, A., 2015. Flash Flood Occurrence and Relation to The Rainfall Hazard in a Highly Urbanized Area, Natural Hazards and Earth System Sciences, 15, 8, 1859-1871.
- Paton, D. ve Johnston, D., 2001. Disasters and Communities: Vulnerability, Resilience, and Preparedness, Disaster Prevention and Management, 10, 4, 270-277.
- Penning-Rowsell, E. ve Chatterton, J. B., 1977. Benefits of Flood Alleviation: a Manual of Assessment Techniques, Saxon House, İngiltere, 320 s.
- Perrings, C. A., 2006. Resilience and Sustainable Development, Environment and Development Economics, 11, 4, 417-427.
- Pfefferbaum, B., Reissman, D., Pfefferbaum, R., Klomp, R. ve Gurwitch, R., 2005. Building Resilience to Mass Trauma Events, Handbook on Injury and Violence Prevention Interventions, Springer, Boston, 347-358.
- Plate, E. J., 2002. Flood Risk and Flood Management, Journal of Hydrology, 267, 1, 2-11.
- Plodinec, M. J., 2013. Definitions of resilience: An analysis. Oak Ridge: Community and Regional Resilience Institute CARRI. <http://www.resilientus.org/wp-content/uploads/2013/08/definitions-of-community-resilience.pdf> 10 Eylül 2017.
- Profeti, G. ve Macintosh, H., 1997. Flood management through Landsat TM and ERS SAR Data: A Case Study. Hydrological Processes, 11, 10, 1397-1408.
- Prowse, M., 2003. Towards a Clearer Understanding of Vulnerability'in Relation to Chronic Poverty. CPRC Working Paper No. 24.
- Random House, 1966. The Random House Dictionary of the English Language, Stein, J. (ed.), Random House, New York, 2060 s.
- Reed, S., Schaake, J. ve Zhang, Z., 2007. A Distributed Hydrologic Model and Threshold Frequency-Based Method for Flash Flood Forecasting at Ungauged Locations, Journal of Hydrology, 33, 73, 402-420.
- Resilience Alliance, 2006. Resilience Assessment, <https://www.resalliance.org/resilience-assessment> 10 Kasım 2017.
- Resilience Alliance, 2009. Resilience Assessment, <https://www.resalliance.org/resilience-assessment> 3 Haziran 2017.
- Rogelis, M., Werner, M., Obregón N. ve Wright. G., 2015. Regional Prioritisation of Flood Risk in Mountainous Areas, Natural Hazards and Earth System Sciences Discussions, 3, 4265-4314.
- Rose, A., 2007. Economic Resilience to Natural and Man-Made Disasters: Multidisciplinary Origins and Contextual Dimensions, Environmental Hazards, 7, 383-398.

- Quinlan, A., 2003. Resilience and Adaptive Capacity: Key Components of Sustainable Socioecological Systems, Newsletter of the international Human Dimensions Programme on Global Environmental Change, 2, 4–5.
- Sakın I., 2014. Taşkın Riski Yönetiminde Yetki- Sorumluluk Dağılımı ve Kurumlar Arası İş birliği Türkiye için Öneriler, Uzmanlık Tezi, OSB, Ankara.
- Sakın I., 2015. AB Taşkın Direktifi Kapsamında Yürütülen Çalışmalar, Taşkın ve Kuraklık Yönetimi Daire Başkanlığı, SYGM, OSB, Antalya, 30 s.
- Smith, K. 1996 Environmental Hazards, Routeledge, London, 389 s.
- Shah, M. A. R., Rahman, A. ve Chowdhury, S. H., 2015. Challenges for Achieving Sustainable Flood Risk Management, Journal of Flood Risk Management, <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jfr3.12211/full> 23 Nisan 2016.
- Shamaoma, H., 2005. Extraction of Flood Risk-related Base-Data from Multi-Source Remote Sensing Imagery, Yüksek Lisans Tezi, Internatinnal Institute for GeoInformation Science and Earth Observation, Hollanda.
- Stenchion, P., 1997. Development and Disaster Management, Australian Journal of Emergency Management, 12, 3, 40-44.
- United Nations, 2002. Risk awareness and assessment, in Living with Risk, ISDR, UN, WMO and Asian Disaster Reduction Centre, Geneva, 39-78.
- Sonn, C. ve Fisher, A., 1998. Sense of Community: Community Resilient Responses To Oppression and Change, Journal of Community Psychology, 2, 6, 457–472.
- Subcommittee on Disaster Reduction, 2005. Grand Challenges for Disaster Reduction, National Science ve Technology Council, Committee on Environment and Natural Resources, Washington, 26 s.
- Sui, J., 2005. Estimation of Design Flood Hydrograph for an Ungauged Watershed, Water Resourcous Management, 19, 6, 813–830.
- SYGM, 2015. Yeşilırmak Havzası Taşkın Yönetim Planı, Yönetici Özeti, Ankara, 42 s.
- Şorman, A. Ü. ve Doğanoglu V., 2001. Determination of Flood Inundated Areas Using RS Techniques in the Western Black Sea Region of Turkey, Journal of Engineering Environment Science, 25, 4, 379- 389.
- Tatar, Y.,ve Tatar, O., 2006. Jeolojide uzaktan algılama, Cumhuriyet Üniversitesi Yayınları, No: 102, Esform Ofset Ltd. Şti., Sivas. 248 s.
- Tayfur, G. ve Moramarco, T., 2008. Predicting Hourly-Based Flow Discharge Hydrographs from Level Data Using Genetic Algorithms, Journal of Hydrology, 352, 1, 77–93.
- Tayfur, G., 2012. Soft Computing in Water Resources Engineering: Artificial Neural Networks, Fuzzy Logic and Genetic Algorithms, WIT Press, Southampton, 288 s.
- Tayfur, G., 2015. Geriye Doğru Taşkın Öteleme Metodu ile Hidrograf Tahmini, VIII. Ulusal Hidroloji Kongresi, Ekim, Şanlıurfa
<http://hidrolojikongresi.harran.edu.tr/assets/uploads/other/files/program-duyuru.pdf>
13 Mayıs 2016.

- Tayfur, G., Akım Derinliği Verisi Kullanan ve Temel Denklemlere Dayanan Bir Yöntem İle Geriye Doğru Taşkın Öteleme, Ulusal Taşkın Sempozyumu, Kasım, Rize [http://www.dsi.gov.tr/docs/sempozyumlar/12-ak%C4%B1m-derinli%C4%9Fi-verisi-kullanan-ve-temel-denklemlere-dayanan-bir-y%C3%B6ntem-ile-geriye-do%C4%9Fru-ta%C5%9Fk%C4%B1n-%C3%B6teleme-\(g-tayfur\)A97FB5E7ABDD.pdf?sfvrsn=2](http://www.dsi.gov.tr/docs/sempozyumlar/12-ak%C4%B1m-derinli%C4%9Fi-verisi-kullanan-ve-temel-denklemlere-dayanan-bir-y%C3%B6ntem-ile-geriye-do%C4%9Fru-ta%C5%9Fk%C4%B1n-%C3%B6teleme-(g-tayfur)A97FB5E7ABDD.pdf?sfvrsn=2) 10 Haziran 2017.
- Timmerman, P., 1981. Vulnerability, Resilience, and the Collapse of Society, Enviromental Monograph, 1, 1-46.
- Tingsanchali, T. ve Karim, M. F., 2005. Flood hazard and risk analysis in the southwest region of Bangladesh, Hydrological Processes, 19, 10, 2055-2069.
- Todorovic, P. ve Rousselle, J., 1971. Some Problems of Flood Analysis, Water Resources Research, 7, 5, 1144-1150.
- Tsakiris, G., 2009. A Paradigm for Applying Risk And Hazard Concepts in Proactive Planning. Coping with Drought Risk in Agriculture and Water Supply Systems, 81-91.
- Tunay, M. ve Ateşoğlu, A., 2004. Bartın İli Taşkın Sahalarındaki Değişimin Uzaktan Algılama Verileriyle İncelenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 60-72.
- Tuncer, İ., 2011. Açık Kanallarda Su Yüzü Profilinin Belirlenmesi, Nakkaş Dere Örneğinde Bir HEC-RAS Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, G.Ü, Ankara.
- TUİK, 2012. Resmi İstatistik Programı 2012-2016. Yayın no: 3642, Ankara.
- Turner, B. L., Kasperson, R. E., Matson, P. A., McCarthy, J. J., Corell, R. W., Christensen, L. ve Polsky, C., 2003. A Framework for Vulnerability Analysis in Sustainability Science, Proceedings of the National Academy of Sciences, 100, 14, 8074-8079.
- Turner, B. L., Matson, P. A., McCarthy, J. J., Corell, R. W., Christensen, L., Eckley, N. ve Martello, M. L., 2003. Illustrating the Coupled Human–Environment System for Vulnerability Analysis: Three Case Studies, Proceedings of the National Academy of Sciences, 100, 14, 8080-8085.
- Uddin, K., Gurung, D. R. Giriraj A. ve Shrestha, B., 2013. Alication of Remote Sensing and GIS for Flood Hazard Management: A Case Study from Sindh Province, Pakistan, American Journal of Geographic Information System, 2, 1, 1-5.
- UHYS, 2014. Ulusal Havza Yönetim Stratejisi (2014-2023), Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara, 52 s.
- UNEP, 2002. Assessing Human Vulnerability Due to Environmental Change: Concepts, Issues, Methods and Case Studies, UNEP/DEWA/RS.03-5, United Nations Environmental Programme, Kenya, 68 s.
- UNDP, 2004. United Nations Development Programme, Reducing Disaster Risk, A Challenge for Development, USA. www.undp.org/.../undp/.../reducing-disaster-risk-a-challen 10 Haziran 2014.
- UN/ISDR, 2005. Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building The Resilience of Nations and Communities to Disasters. In Extract from the Final Report of the World Conference on Disaster Reduction A/CONF. 206/6, 380 s.

- 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.
- Üyüküoğlu M., Ünal B. ve Turan B., 2015. HEC-RAS Paket Programı İle Manavgat İlçesi Ilıca Deresi, Taşkın Bölgesinin Modellenmesi Su Yapıları Sempozyumu, Kasım Antalya, Bildiri Kitabı: 428-438.
- UNDHA, 1992. Internationally Agreed Glossary of Basic Terms Related to Disaster Management, United Nations Department of Humanitarian Affairs, Geneva, 81 s.
- Van Der Sande, C. J., De Jong, S. M. ve De Roo, A. P. J., 2003. A Segmentation And Classification Approach of IKONOS-2 İmagery for Land Cover Mapping to Assist Flood Risk and Flood Damage Assessment, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 4, 3, 217-229.
- Vis, M., Klijn, F., De Bruijn, K. M. ve Van Buuren, M., 2003. Resilience Strategies for Flood Risk Management in the Netherlands, International Journal of River Basin Management, 1, 1, 33-40.
- Vojinovic, Z. ve Tutulic, D., 2009. On the Use of 1D and Coupled 1D-2D Modelling Approaches for ASSESSMENT of Flood Damage in Urban Areas, Urban Water Journal, 6, 3, 183-199.
- Waller, M. 2001. Resilience in Ecosystemic Context: Evolution of the Concept, American Journal of Orthopsychiatry, 7, 1, 290-297.
- Walker, B., Holling, C. Stephen, S., Carpenter R. ve Kinzig A., 2004. Resilience, Adaptability and Transformability in Social-Ecological Systems, Ecology and Society, 9, 2, 5
- Westley, F., Zimmerman, B. ve Patton, M. Q., 2006. Getting to Maybe: How the World has Changed, Random House Canada, Kanada, 272 s.
- White, G. F., 1945. Human Adjustment to Floods: A Geographical Approach to the Flood Problem in the United States, University of Chicago, Chicago, 213 s.
- Wildavsky, A., 1991. Searching for Safety, Transaction Books, New Brunswick NJ.
- Winsnet, D.R., McGinnis, D.F. ve 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.
- Xiao, Q. ve Chen, W., 1987. Songhua River Monitoring with Metrological Satellite Imagery, Remote Sensing Information, 4, 37-41.
- Yücel, İ. 2015. Hidrolojik-Hidrolik Modelleme, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Su Kaynaklarının Modellenmesi Konulu Hizmet İçi Eğitim Programı, Kasım, Antalya, Türkiye, 37 s.
- Yu, D. ve Lane S.N., 2006a. Urban Fluvial Flood Modelling Using a Two-Dimensional Diffusion-Wave Treatment, Part 1: Mesh Resolution Effects, Hydrological Processes, 20, 7, 1541-1565.

- Yu, D. ve Lane S.N. 2006b. Urban Fluvial Flood Modelling Using a Two-Dimensional Diffusion-Wave Treatment, Part 2: Development of Sub-Grid-Scale Treatment, Hydrological Processes, 20, 7, 1567–1583.
- Yu, Z., 2002. Principles of Hydrology, University of Nevada Las Vegas, Ders Notları, Las Vegas, USA.
- Yu, D. ve Coulthard, T. J., 2015. Evaluating the Importance of Catchment Hydrological Parameters for Urban Surface Water Flood Modelling Using a Simple Hydro-Inundation Model, Journal of Hydrology, 524, 385-400.
- Zhang, N., Li, N., Wang, J., Chen, S. ve Qiu, S., 2017. Urban Flood Analysis Model for Plain Tidal River Network Region. <https://www.preprints.org/manuscript/20170113> Ekim 2017
- Zhang, Q., Molenaar M. ve Tempfli K., 2002, Hierarchical 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, Haziran, İstanbul, Bildiriler Kitabı: 251-258.
- Zucco, G. Tayfur, G. ve Moramarco, T. 2015. 'Reverse Flood Routing in Natural Channels using Genetic Algorithm' Water Resources Management, 29(12), 4241-4267.
- URL-1, <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/yillik-toplam-yagis-verileri.aspx?m=rize#sfB> 11 Kasım 2017
- URL-2, <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=RIZE> 25 Ağustos 2017
- URL-2, <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/maksimum-yagislar.aspx> 25 Ağustos 2017

ÖZGEÇMİŞ

28/11/1987 yılında Palu’da doğdu. 2001 yılında İzmir Mevlana ilköğretim okulunu, 2004 yılında İzmir Hayrettin Duran Lisesini bitirdi. Aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği programına girdi. 2008 yılında bu programdan fakülte ikincisi olarak mezun oldu. 2008 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü’nde yüksek lisans eğitimine başladı. 2008- 2009 yılları arasında bir yıl İngilizce hazırlık eğitimini okudu. “Giresun Pazarsuyu Örneğinde, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Entegrasyonu İle Taşkın Risk Haritalarının Üretilmesi” başlıklı yüksek lisans tezini 2011 yılında Loughborough Üniversitesi’nde (Birleşik Krallık) yapılan ortak çalışma ile 2012 yılında tamamladı. Aynı yıl başladığı doktora eğitimini 2017 yılında tamamladı. İzmir Katip Çelebi Üniversitesinde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır. 2011 yılında Yüksek Öğretim Kurumu’ndan Yurt Dışı Araştırma Desteği almıştır. Ayrıca, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu’ndan, Yüksek Lisans ve Doktora desteği (BİDEB 2210-A, 2211-E ve 2224-A) almıştır. Yabancı dili İngilizcedir (ÜDS: 81.25, YOKDİL: 87.75).

Bu tez çalışmasından üretilen “Predicting Flood Plain Inundation for Natural Channels Having no Upstream Gauged Stations” başlıklı çalışma Journal of Water and Climate Change’ de (SCI_Exp.) yayınlanmıştır.