

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TAŞKIN ZARARLARI VE ZARAR GÖREBİLİRLİK ANALİZİ:

TRABZON DEĞİRMENDERE SANAYİ MAHALLESİ ÖRNEĞİ

DOKTORA TEZİ

İnş. Yük. Müh. Uğur SERENCAM

EKİM 2013

TRABZON

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TAŞKIN ZARARLARI VE ZARAR GÖREBİLİRLİK ANALİZİ:

TRABZON DEĞİRMENDERE SANAYİ MAHALLESİ ÖRNEĞİ

Yük. İnş. Müh. Uğur SERENCAM

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde

"DOKTOR (İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ)"

Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 30.09.2013

Tezin Savunma Tarihi : 23.10.2013

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ömer YÜKSEK

Trabzon 2013

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalında
Uğur SERENCAM Tarafından Hazırlanan

TAŞKIN ZARARLARI VE ZARARGÖREBİLİRLİK ANALİZİ:
TRABZON DEĞİRMENDERE SANAYİ MAHALLESİ ÖRNEĞİ

**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 01/10/2013 gün ve 1525 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda**

DOKTORA TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Ömer YÜKSEK

.....


Üye : Prof. Dr. Basri ERTAŞ

.....


Üye : Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL

.....


Üye : Doç. Dr. Sezgin HACISALİHOĞLU

.....


Üye : Yrd. Doç. Dr. Osman ÜÇÜNCÜ

.....


Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Taşkın Zararları ve Zarar Görebilirlik Analizi: Trabzon Değirmendere Sanayi Mahallesi Örneği” başlıklı bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında doktora tezi olarak hazırlanmıştır.

Doktora tezimin danışmanlığını üstlenerek, tez çalışması süresince üst görüşü ve önerileri ile yol gösteren, değerli katkıları ile bana destek olan, tez çalışmam boyunca ilgi ve yardımını esirgemeyen değerli hocam Sayın Prof. Dr. Ömer YÜKSEK’e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca tez çalışmalarımnda desteklerini esirgemeyen Çevre ve Şehircilik Bakanımız Sayın Erdoğan BAYRAKTAR’a, Orman ve Su İşleri Bakanımız Sayın Prof. Dr. Veysel EROĞLU’na, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Müsteşarımız Sayın Ercan TIRAŞ’a, Prof. Dr. Basri ERTAŞ’a, Prof. Dr. İbrahim GÜRER’e, Prof. Dr. Kamil KAYGUSUZ’a, Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL’e, Doç. Dr. Sezgin HACISALİHOĞLU’na, Yrd. Doç. Dr. Osman ÜÇÜNCÜ’ye, Yrd. Doç. Dr. Hüseyin SERENCAM’a, Meteoroloji İşleri Genel Müdürü Sayın İsmail GÜNEŞ’e, Dr. Hayriye ŞENGÜN’e, Araştırma Görevlisi Sayın Tuğçe ANILAN’a, Şube Müdürü İbrahim GEDİK’e, TÜBİTAK Uzay Bilimleri Enstitüsünden Hüsne Seda DEVECİ’ye ve çok değerli Şenay YÜKSEK hanımefendiye şükranlarımı sunarım.

Bugünlere gelmemde en büyük pay sahibi olan anne babama, sürekli olarak yanımda olan ve bana destek olan eşim Şebnem’e, kızlarım Nisan Naz ve Ömrüm Ayşe’ye en içten saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Uğur SERENCAM
Trabzon 2013

TEZ BEYANNAMESİ

Doktora Tezi olarak sunduğum “Taşkın Zararları ve Zarar Görebilirlik Analizi: Trabzon Değirmendere Sanayi Mahallesi rneği” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Ömer YÜKSEK’in 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 / 09 / 2013

Uğur SERENCAM

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VIII
SUMMARY	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
TABLolar DİZİNİ.....	XII
SEMBOLLER DİZİNİ	XIII
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.1.1. Taşkın ve Zararları.....	1
1.1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	2
1.2. Taşkınlar Hakkında Genel Bilgiler	3
1.2.1. Taşkın Tanımları	3
1.2.2. Taşkınların Sınıflandırılması	4
1.2.2.1. Meteorolojik Açından Taşkın Çeşitleri.....	4
1.2.2.2. Oluşma Süreleri Bakımından Taşkın Çeşitleri	5
1.2.2.3. Oluşum Yerlerine Göre Taşkın Çeşitleri	6
1.2.3. Taşkın Oluşumunu Etkileyen Faktörler	8
1.2.3.1. Meteorolojik Faktörler	8
1.2.3.2. Jeomorfolojik Faktörler	9
1.2.3.3. İnsan Müdahalesi Esaslı Faktörler	10
1.2.4. Taşkın Tahmin Yöntemleri	11
1.2.4.1. Giriş.....	11
1.2.4.2. Birim Hidrografların Kullanılması	12
1.2.4.3. İstatistik Yöntemler.....	12
1.2.4.4. Bölgesel Taşkın Frekans Analizi	13
1.2.4.5. Rasyonel Yöntem.....	13
1.2.5. Taşkın Zararları.....	14
1.2.5.1. Taşkın Zararlarının Sınıflandırılması.....	14

1.2.5.2.	Taşkın Zararlarını Etkileyen Faktörler.....	17
1.2.5.3.	Taşkın Zararlarının Tahmini	18
1.2.5.4.	Can Kayıpları	21
1.2.5.5.	Türkiye’de Taşkınlar.....	22
1.2.5.6.	Doğu Karadeniz’de Taşkınlar	24
1.2.5.7.	Değirmendere’de Oluşan Taşkın Zararları	26
1.2.6.	Taşkın Kontrol Yöntemleri	28
1.2.6.1.	Genel Bilgiler.....	28
1.2.6.2.	Yapısal Yöntemler	29
1.2.6.3.	Yapısal Olmayan Yöntemler.....	30
1.3.	Taşkınlarda Risk Faktörü.....	32
1.3.1.	Riskin Tanımı ve Çeşitleri	32
1.3.1.1.	Riskin Tanımı.....	32
1.3.1.2.	Risk Çeşitleri.....	32
1.3.1.2.1.	Doğal Riskler	33
1.3.1.2.2.	Yapay Riskler.....	34
1.3.2.	Riskin Özellikleri	36
1.3.2.1.	Belirsizlik.....	37
1.3.2.2.	Olasılık.....	37
1.3.2.3.	Tehlike	38
1.3.2.4.	Frekans ve Şiddet.....	38
1.3.3.	Risk Analizi	39
1.4.	Zarar Görebilirlik Kavramı ve Çeşitleri.....	40
1.4.1.	Zarar Görebilirlik Kavramı	40
1.4.2.	Zarar Görebilirlik Çeşitleri	42
1.4.2.1.	Fiziksel Zarar Görebilirlik	42
1.4.2.2.	Sosyal Zarar Görebilirlik	42
1.4.2.3.	Ekonomik Zarar Görebilirlik	43
1.5.	Taşkın Zarar ve Risk Haritaları.....	44
1.6.	Havza, Afet ve Taşkın Yönetimi	44
1.6.1.	Havza Yönetimi	45
1.6.2.	Afet Yönetimi	46
1.6.3.	Taşkın Yönetimi.....	47

1.6.3.1.	Giriş.....	47
1.6.3.2.	Taşkın Yönetimine Bütünleşik Yaklaşım	49
1.6.3.3.	Taşkın Problemine Sistematiik Yaklaşım	49
1.6.3.4.	EBDET Taşkın Yönetim Modeli	51
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	54
2.1.	Giriş.....	54
2.2.	Çalışma Alanının Tanıtılması	56
2.3.	Değirmendere Havzasına Ait Arazi Kullanım Haritası	59
2.4.	Taşkın Debilerinin Belirlenmesi	61
2.5.	Topoğrafya Çalışmaları	62
2.5.1.	Değirmendere Havzası Haritası Altlık Verilerinin Hazırlanması.....	62
2.5.2.	Harita ve Akarsu Enkesitlerin Oluşturulması	66
2.6.	Hidrolik Model Çalışmaları	71
2.7.	Taşkın Haritaları ve Zararları.....	73
3.	BULGULAR.....	75
3.1.	Giriş.....	75
3.2.	Taşkın Haritalarının Oluşturulması.....	75
3.3.	Binalarda Meydana Gelebilecek Zarar Hesabı	85
3.3.1.	100 Yıl Tekerrürlü Taşkın Durumunda Zarar Hesabı.....	86
3.3.2.	500 Yıl Tekerrürlü Taşkın Durumunda Zarar Hesabı.....	86
3.4.	Değirmendere’de Taşkın Olaylarından Zarar Görebilirlik Analizi.....	87
3.4.1.	Değirmendere’nin Arazi Yapısının Zarar Görebilirlik Analizi	88
3.4.2.	Değirmendere Bulunan Trabzon Limanının Zarar Görebilirlik Analizi.....	89
3.4.3.	Değirmendere’nin Çevresel Zarar Görebilirlik Analizi.....	91
3.4.4.	Değirmendere’de Baraj Yıkılmasına Bağlı Zarar Görebilirlik Analizi	92
3.4.5.	Çalışma Alanının Altyapısında Oluşabilecek Zarar Görebilirlik Analizi	93
3.4.6.	Değirmendere Mansabındaki Trabzon Limanının Zarar Görebilirlik Analizi..	94
4.	SONUÇLAR	96
5.	ÖNERİLER.....	97
6.	KAYNAKLAR	98
ÖZGEÇMİŞ		

Doktora Tezi

ÖZET

TAŞKIN ZARARLARI VE ZARAR GÖREBİLİRLİK ANALİZİ:
TRABZON DEĞİRMENDERE SANAYİ MAHALLESİ ÖRNEĞİ

Uğur Serencam

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Ömer YÜKSEK
2013, 103 Sayfa

Bu çalışmada, Doğu Karadeniz'deki Değirmendere Havzası'nın mansap tarafında yer alan Sanayi Mahallesi'nde taşkınların meydana gelmesi halinde meydana gelebilecek zararlar ve zarar görebilirlikle ilgili tahminler sunulmuştur. Çalışmanın asıl gayesi; çalışma alanında 100 yıl ve 500 yıl tekerrürlü taşkınların meydana gelmesi halinde bu taşkınlardan etkilenecek binalarda meydana gelebilecek fiziksel zararların tahmin edilmesi, ayrıca bu taşkınların zarar görebilirlik analiz ve tahminlerinin yapılmasıdır. Çalışmada ilk önce çalışma bölgesinin seçilme sebepleri açıklanarak bölge tanıtılmış ve Değirmendere Havzasına ait arazi kullanım haritası elde edilerek 100 yıl ve 500 yıl tekerrürlü taşkın debileri ile ilgili bilgiler sunulmuştur. Daha sonra, topoğrafya çalışmaları yapılarak çalışma alanının ayrıntılı haritaları elde edilmiştir. Bu kapsamda, çalışma alanının sayısal yükseklik haritaları hazırlanmış ve uydu verileri kullanılarak yerleşim alanları, yollar, binalar ve akarsular belirlenerek haritalara işlenmiştir. Belirlenen taşkın debilerinin oluşturacağı su yüzü profillerinin ve su derinlikleri, HEC–RAS adlı paket program kullanılarak hesaplanmıştır. Bu kapsamda, oluşturulan taşkın risk haritaları yardımıyla sahadaki olası taşkınlar neticesinde su altında kalabilecek binaların alanları ve ortalama su derinlikleri ve bunlar yardımıyla da binalarda ortaya çıkabilecek zararlar tahmin edilmiştir. Ayrıca bu tezde, taşkınlar sonucu oluşabilecek zararlarla ilgili olarak; arazi yapısı, Trabzon Limanı, çevresel ve jeolojik zarar görebilirlikle ilgili analizler de yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Taşkın Zararları, Değirmendere Havzası, Zarar ve Zarar Görebilirlik Tahmini

PhD. Thesis

SUMMARY

ANALYSIS OF FLOOD DAMAGES AND VULNERABILITY: A CASE STUDY ON
SANAYİ DISTRICT IN DEĞİRMENDERE, TRABZON

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Civil Engineering Graduate Program
Supervisor: Prof. Dr. Ömer YÜKSEK
2013, 103 Pages

In this study, analysis of flood damages and vulnerability for possible floods to be expected on Sanayi District, located on the downstream of Değirmendere Basin in the Eastern Black Sea Region, are presented. Taking into consideration the floods with 100 and 500 years return periods, the main purposes of the study are both to predict physical damages to be expected on structures that may be affected by these floods and to predict and analyze flood vulnerability. At the beginning of the study, the reasons for selecting the study area are explained, the region is introduced, land use map of Değirmendere Basin is obtained and some knowledge about floods with 100 and 500 years return periods is presented. Detailed topographic maps of the area are then obtained through topographic studies. In this context, digital elevation maps are prepared and by using satellite data; settlement areas, roads, buildings and streams are handled on these maps. The expected water surface profiles and water depths for the determined flood discharges are predicted by using HEC-RAS package. In this sense, by using flood risk maps, the area and mean water depth values for the structures, which are expected to be inundated, and as a result, flood damages are predicted. Flood vulnerability analyses related to land structure, Trabzon Harbor, environmental and geologic issues are also presented in the study.

Key Words: Flood Damages, Değirmendere Basin, Prediction of Damage and Vulnerability

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1.	Akarsu dolgularının taşkın yüksekliğine etkisi 10
Şekil 1.2.	Taşkın zararlarını değerlendirme çalışmaları 15
Şekil 1.3.	Derinlik–zarar eğrileri 19
Şekil 1.4.	Van Eck ve Kok'un derinlik–zarar eğrileri..... 20
Şekil 1.5.	Moel ve Aerts'in derinlik–zarar eğrileri 20
Şekil 1.6.	Taşkından etkilenen illerin afetzede sayısı bazında dağılımı 22
Şekil 1.7.	Havzalara göre 1955–2009 yılları arasında meydana gelen taşkın sayıları . 24
Şekil 1.8.	Doğu Karadeniz Havzası'nda meydana gelen taşkınların yıllara göre dağılımı (1955–2009) 25
Şekil 1.9.	Taşkın yönetiminin aşamaları..... 48
Şekil 1.10.	Taşkın problemi için EBDET yaklaşımı 53
Şekil 2.1.	Taşkın haritası oluşturulması akış diyagramı 55
Şekil 2.2.	Çalışma alanının lokasyonu 56
Şekil 2.3.	Çalışma alanı lokasyonu 58
Şekil 2.4.	Çalışma alanı Sanayi Mahallesi'nin genel görünüm 59
Şekil 2.5.	Değirmendere Havzası CORINE arazi sınıflandırma sistemine göre arazi kullanım haritası 60
Şekil 2.6.	1:25 000 ölçekli çizgisel (münhani) ve noktasal topoğrafya paftaları 64
Şekil 2.7.	1:25 000 ölçekli topoğrafya verileri 65
Şekil 2.8.	DEM(Digital Elevation Model–Sayısal Arazi–Yükseklik Modeli) ve akarsu, alt havza haritası..... 67
Şekil 2.9.	1:5 000 ölçekli topoğrafya verileri 68
Şekil 2.10.	Değirmendere su toplama havzası alanı 3 boyutlu görünümü DEM (DigitalElevation Model-Sayısal Arazi-Yükseklik Modeli) verisinin Global Mapper programında gösterimi (yükseklik 5.7 kat büyütülmüştür) 69
Şekil 2.11.	Çalışma alanında seçilen enkesitler..... 70
Şekil 2.12.	1 nolu kesitin yeri 71
Şekil 2.13.	1 nolu enkesitin su yüzü profili 71
Şekil 2.14.	Bilgisayar ortamındaki hesaplara ilişkin örnek bir sayfa 74
Şekil 3.1.	Taşkınların farklı tekrarlanma sıklıklarına göre haritalanması 77
Şekil 3.2.	1 nolu kesite ait en kesit durumları..... 78

Şekil 3.3.	100 yıl tekerrürlü taşkında su altında kalacak binaların genel görünümü....	79
Şekil 3.4.	100 Yıllık debide su altında kalan alanların TIN üzerine ofset edilmiş uydu görüntüsü	80
Şekil 3.5.	100 yıl tekerrürlü debiye göre su altında kalan alanların uydu görüntüsü ...	81
Şekil 3.6.	500 yıl tekerrürlü taşkında su altında kalacak binaların genel görünümü....	82
Şekil 3.7.	500 yıllık debide su altında kalan alanların tın üzerine ofset edilmiş uydu görüntüsü	83
Şekil 3.8.	500 yıl tekerrürlü debiye göre su altında kalan alanların uydu görüntüsü ...	84
Şekil 3.9.	Değirmendere’de heyelanlı alanlar.....	90
Şekil 3.10.	Çalışma alanının altyapı tesisleri.....	94
Şekil 3.11.	Değirmendere ve Trabzon Limanı görüntüsü.....	95

TABLÖLAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1.	Hunginton bölgesi mühendisler birliği derinlik–zarar verileri 19
Tablo 1.2.	Can kaybı tahmininde etkin olan faktörler 21
Tablo 1.3.	1975–2009 Döneminde ülkemizde meydana gelen taşkınlar ve olumsuz etkileri 22
Tablo 1.4.	Doğu Karadeniz Havzası’nda 1998–2011 dönemindeki taşkınlar (EMDAT) 26
Tablo 1.5.	Zarar görebilir unsurlar..... 41
Tablo 2.1.	Değirmendere Havzasının CORINE arazi sınıflandırma sistemine göre Arazi kullanım alanları 61
Tablo 2.2.	Değirmendere'de taşkın debisi tahminleri 62
Tablo 2.3.	En kesit özellikleri 70
Tablo 3.1.	500 yıl tekerrürlü taşkın debisine ait hesaplar 76
Tablo 3.2.	100 Yıl ve 500 yıl tekerrürlü taşkın debilerinde su altında kalacak alanlar . 85

SEMBOLLER DİZİNİ

A	: Havza Alanı (km ²)
AFAD	: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
C _h	: Havza katsayısı
CN	: Curve Number
DEM	: Digital Elevation Model / Sayısal Yükseklik Modeli
DSİ	: Devlet Su İşleri
EBDET	: Etkin kuvvetler, Baskılar, Durumlar, Etkiler, Tepkiler
EİE	: Elektrik İşleri Etüt İdaresi
GIS	: Geographic Information System
GPS	: Global Positioning System
h	: Yıllık ortalama yağış yüksekliği (m)
HEC	: Hydrologic Engineering Center
HEC–RAS	: Hydrologic Engineering Center's River Analysis System
HGK	: Harita Genel Komutanlığı
HMS	: Hydrologic Modeling System
m	: Yağış alanı büyüklüğü katsayısı
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
Q	: Debi (m ³ /s)
Q_{maxT}	: T yılda tekerrürlü muhtemel maksimum yağış debisi
Q_T	: Yılda tekerrürü muhtemel maksimum günlük ortalama debi (m ³ /s)
TIN	: Triangulated Irregular Network/Düzensiz Üçgen Ağı
TMMOB	: Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
α, β	: Havzaya bağlı bir katsayı

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

1.1.1. Taşkın ve Zararları

Doğal olaylar, jeomorfolojik durumlar ve insanların uyguladığı politikaların aralarında karışık bir kesişim içerdiği taşkın felaketleri, özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki düşük gelirli insanların hayatlarındaki zorluklara büyük bir yük eklemektedir. Taşkınlar doğal afetler olsa da; oluşmuş oldukları havza alanları, insanların yaşadığı sosyal, ekonomik ve politik çevre tarafından etkilenmektedir [1, 2]. Taşkın tehlikesine maruz arazilerde yaşamaya meyilli olmaları ve ayrıca taşkın koruma önlemleri konusunda yeterli bilgiye ve parasal güce sahip olmamaları sebebiyle, az gelirli insanlar taşkın felaketinden daha fazla etkilenmektedir [3].

Oluşan yıkımın ve ölümlerin birçoğunun önlenmesi için geleneksel "olay sonrası yapılacak işler" yaklaşımının yerine, eylemleri ve sonuçlarını öngörerek, planlı ve programlı bir yaklaşım sergileme ve kriz yönetiminde bir adım önde olma anlamlarına gelen "proaktif" bir yaklaşıma ihtiyaç vardır. Çevresel bozulma, sosyal eşitsizlik gibi diğer sosyal problemlerin yanında; taşkınlar, gelişmekte olan ülkelerin yoğun nüfusa sahip alanlarında karşılaşılan en önemli problemlerden biridir. Tehlike, kurumsal kapasitenin baş edebileceği boyutu aşarak hükümetlerin çözemeyeceği bir hal alabilir. Kurumsal paylaşım adaletsizliği ile birleştiğinde küresel çevre değişimleri ve sosyo-ekonomik değişimlerin etkileri, çok daha fazla sayıda insan için artan bir tehlike ve büyüyen bir risk halini almaktadır [2, 4].

Taşkın afetinin etkileri, yerleşim alanlarındaki teknik ve ekonomik gelişmişliğe, toprağa yapılan basınca ve nüfus yoğunluğuna bağlı olarak değişmektedir. Kentleşme, bölgenin hidrolojik karakteristiklerini değiştirdiği için taşkınların büyüklüğünü ve sıklığını arttırmaktadır. Bu sebeple, özellikle taşkın olması muhtemel sahalardaki taşkın riskini azaltmak için, etkin taşkın planlama ve yönetim stratejisine ihtiyaç duyulmaktadır [5].

Dünya genelinde, afetlerden korunma stratejisi kapsamında afete dönüşmeden önlemlerin alınmasına imkan sağlayacak olan, afetlere karşı risk yönetimi çalışmalarına geçilmektedir. Afet riski azaltma kaynaklarının çoğunlukla diğer kamu öncelikleriyle

rekabet ettiği gelişmekte olan ülkelerde afetlere hazırlık; afete yapısal tedbirlerle hazırlıklı olma, zarar azaltma, kaynak oluşturma, rekabet gibi tedbirler sebebiyle, masraflı ve mücadelesi zor bir olaydır [2]. Bu tür ülkelerde uygulanacak çözümler sosyal, çevresel ve politik olarak kabul edilebilir olduğu kadar çok daha uygun maliyetli olmalıdır.

Küresel iklim değişimi, arazi kullanımındaki değişimler gibi birçok faktör taşkın riskinin gelecekte nasıl olacağını ve bu risklerin ne kadar iyi yönetilebileceğini etkileyecektir. Sistematik bir süreç olan zarar görebilirlik analizi; riskin tanımlanması, risk analizi ve risk miktarının belirlenmesinden oluşur. Olası bir taşkında can ve mal kaybının en aza indirilmesi ve taşkın olumsuz etkilerinin azaltılması için yapılması gereken çalışmalar taşkın alanlarındaki zarar görebilirlik analizi ile gerçekleştirilebilmektedir. Zarar görebilirlik analizi çalışmalarında; tehlike ve riskler belirlenmekte, risk senaryoları hazırlanmakta, korunma ve zarar azaltma önlemleri seçilmekte, sonuçlar güncel haritalar ve grafiklerle ortaya konmakta, kullanılabilir kaynak ve imkânlar belirlenmektedir. Uydu görüntüleri, geniş alanlarda ve sürekli algılama yapma özellikleriyle birçok doğal felakete karşı önceden planlama yapılmasında, risk bölgelerinin belirlenmesinde ve sonuçların izlenmesinde vazgeçilmez bir kaynaktır [6, 7].

1.1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Ülkemizde taşkın, depremlerden sonra en büyük can ve mal kaybına neden olan doğal afettir. Taşkın afetlerini yalnızca meteorolojik oluşumlara bağlı olarak ifade etmek mümkün değildir. Özellikle Türkiye gibi ekonomik gelişme faaliyetinin yoğun bir biçimde devam ettiği ülkelerde, sanayileşme ve sektör çeşitliliğinin beraberinde getirdiği kentleşme aktivitesi, akarsu havzalarının muhtelif kesimlerindeki insan faaliyetinin çeşitliliğini ve yoğunluğunu da büyük ölçüde arttırmaktadır. Bu durum ise havza bütünündeki hidrolojik dengeyi bozmakta ve sonuçta büyük miktarda can ve mal kaybına yol açan taşkın afetleri yaşanmaktadır. Akarsu havzaları içinde büyüyen yerleşimler, açılan yeni yollar ve kurulan yeni tesisler ile arazi yapısı değişmekte, elverişsiz tarım yöntemleri ile topraklar daha yoğun bir şekilde kullanılmakta, ormanlar ve meralar tahrip edilmekte, tüm bu koşullarda taşkın afetleri giderek daha büyük ve sık olarak görülmektedir.

Bu çalışma, birçok farklı sektör ve disiplin tarafından sübjektif amaç ve tekniklerle uygulamaları yapılan “Zarar Görebilirlik Analizi” kavramının, taşkın, risk, yerleşim üçlemesinden oluşan paradoksa farklı bir bakış açısı getirerek; planlama, kısmen de

uygulama aşamasında riskleri belirleyerek seçilen çalışma alanında oluşabilecek zarar tahmin etmek amacıyla yapılmıştır.

Taşkın zarar görebilirlik analizini ve elde edilen veriler ışığında oluşabilecek hasar miktarının tespitini konu edilen bu tez çalışmasının uygulamada işe yarayabilmesi için; öncelikle taşkın riski bulunan, yeterince nehir gözlem verisi ve yüksek hassasiyetli topoğrafik verileri mevcut olan bir havzanın seçilmesi gereklidir. Bu nedenle, çalışma alanı olarak Türkiye’de en fazla ölümler ve ekonomik zararlar sonucunda meydana gelen taşkın afetlerinin (20 Haziran 1990 taşkını gibi) meydana geldiği havzalardan biri olan [8], yeterince hidrometeorolojik ve topoğrafik verileri bulunan, aynı zamanda topoğrafik yapısı daha eğimli ve taşkın riski fazla olan Doğu Karadeniz Havzası’ndaki bir alt havzanın seçilmesi kararlaştırılmıştır. Seçilen Değirmendere Havzası topoğrafik, sosyal ve ekonomik yapısı bir bütün olarak incelendiğinde, meydana gelebilecek taşkınlarda en fazla zarar görebilecek alanın Değirmendere'nin mansap tarafındaki bölgesi olduğu anlaşıldığından çalışma bölgesi olarak bu alan seçilmiştir.

Bu tez çalışmasının amacı; çalışma alanında 100 yıl ve 500 yıl tekerrürlü taşkınların meydana gelmesi halinde bu taşkınlardan etkilenecek alanların büyüklük, yerleşim, nüfus gibi parametrelerinin ve sonuçta binalarda meydana gelebilecek fiziksel zararların tahmin edilmesi, ayrıca bu taşkınların zarar görebilirlik analiz ve tahminlerinin yapılmasıdır. Bu amaca ulaşmak için, ilk önce 100 ve 500 yıl tekerrürlü taşkın debileri daha önceki çalışmalardan elde edilmiş, sonra bu debilerin gerçekleşmesi halinde çalışma alanında su altında kalabilecek alanlar tahmin edilmiş, en sonunda da bu taşkınlar sonucunda çalışma alanındaki binalarda meydana gelebilecek fiziksel zararlar hesaplanmış ve alanın taşkınlarda zarar görebilirlik analizleri yapılarak bazı tahminler yapılmıştır.

1.2. Taşkınlar Hakkında Genel Bilgiler

1.2.1. Taşkın Tanımları

Taşkın; bir yataktaki mevcut su miktarının, havzaya normalden fazla düşen yağmur ve/veya kar erimesinden dolayı hızla artması ile yatak çevresinde yaşayan canlılara, arazilere, mal ve mülke zarar vermesi olayıdır. Bir yatakta debi normalinden fazla artarsa su artık nehir yatağına sığmayacak ve yandaki düzlüklere taşacaktır. Bu alanlarda bulunan mevcut yapılar sular altında kalacak ve önemli ölçüde can ve mal kaybına neden olacaktır.

Çeşitli nedenlerle su kütlesi ve hızı artan bir akarsuyun, çevresindeki şehir, kasaba ve yerleşim yerlerine, alt yapı ve endüstri tesislerine, tarım ve turizm alanlarına zarar vererek, sosyal ve ekonomik yönden sorunların yaşanmasına neden olabilecek ölçüde akış büyüklüğü oluşturması olayına taşkın (sel, feyezan) adı verilmektedir [9–11].

Dünyanın hemen hemen her bölgesinde görülen taşkın olayları can ve mal kayıplarına sebep olmaktadır. Taşkınlar özellikle gelişmekte olan ülkelerde daha etkili olmaktadır. Bunun en önemli nedeni ise artan nüfusa bağlı olarak meydana gelen çarpık kentleşme ve beraberindeki alt yapı sorunlarıdır.

Bir bölgede taşkın olayına; bölgenin arazi yapısı, iklim özellikleri, bitki örtüsü ve sosyal etkinlikler sebep olmaktadır. Bitki örtüsünden yoksun eğimli alanlarda şiddetli yağışlar kısa sürede yüzeysel akışa geçmekte ve akarsuların aşağı kesimlerinde ise taşkına dönüşmektedir. Etkisi bazen bir iki saat bazen de günlerce sürmektedir. Meteorolojik olaylar dışında ise insan etkisi, maddi ve manevi hasarları arttırmaktadır. Özellikle akarsu havzası içerisinde yapılan konutlar, yeni yol açmak için tahrip edilen bitki örtüsü, tarım alanlarına dönüştürülen araziler ve uygunsuz açılan tesisler nedeniyle taşkınlar daha büyük ve sık olarak görülmektedir [9, 12].

1.2.2. Taşkınların Sınıflandırılması

Taşkınlar, meteorolojik açıdan, oluşma süreleri bakımından ve oluşma yerleri açısından olmak üzere üç ayrı sınıfta incelenebilir.

1.2.2.1. Meteorolojik Açıdan Taşkın Çeşitleri

a. Kış Yağışları Taşkınları: Batılı çökelmeler (depresyonlar) iyice gelişmiş olan ılık cephelerin getirdiği kış yağışları orta ve kuzey Avrupa'da etkin olur. Bu yağışların hacmi büyük, sürekli ve uzun süreli olursa zeminin doymasına ve büyük hacimlerde akışları ortaya çıkmasına sebep olur. Bunun sonucunda da akarsu yatakları taşıma kapasitelerinden daha fazla suyu taşımak zorunda kalınca taşmalar ve böylece taşkınlar ortaya çıkar.

b. Yaz Konvektif Fırtına Esaslı Taşkınlar: Yoğun sıcaklık farkı (konvektif) fırtınalı yağışlar çok şiddetli taşkınları ortaya çıkarabilir. Özellikle, Türkiye ve Güneybeti Avrupa'da uzun süreli yaz ayları sıcak devreleri aniden fırtınalarla sonuçlanabilir. Böyle

bir fırtına yerel olursa çok gelişmiş yerleşim alanlarını bile sular altında bırakan taşkınları ortaya çıkar.

c. Sıcaklık Farkı (Konvektif) Cephe Esaslı Fırtınalı Taşkınlar: Türkiye’yi de içine alan Güneydoğu ve Batı Avrupa bölgelerinde sıklıkla ortaya çıkan meteorolojik şartlar soğuk cephelemlerle bir araya gelince Akdeniz’den kıta içlerine doğru hareket eder. Bu durumda orta ölçekli konvektif sistemler gelişebilir ve bunlar 24 saatten fazla süren aşırı yağışları meydana getirebilir. Hava kütleleri hareketleri sırasında yüksek dağ yamaçlarına ulaşarak burada yükselti farkı (orografik) kuvvetlenmesi ile dağ yamaçlarından yüzeysel akışların daha hızlı akmasına meydan verir.

d. Kar Erimesi Taşkınları: Hızlı kar erimesi özellikle ilkbahar aylarında sıcak güneyli hava hareketlerinin etkisi ile bazen taşkınları ortaya çıkabilir. Türkiye’de Doğu ve Güneydoğu Anadolu’daki taşkınların en önemli sebeplerinden birisi budur. Bu durumun sıcak olan yağmurlara maruz kalması ile taşkın pik debisi ve akan suyun hacmi büyük olur. Genellikle yerel bir olaydır ve eğimi fazlaca olan yerlerde ani taşkınları üretebilir. Çünkü suyun hızı yamaçlarda oldukça fazladır. Özellikle akarsu havzalarının aşağı kısımlarında gelişmiş olan yerleşim alanlarının taşkına maruz kalmasına sebep olur [13, 14].

1.2.2.2. Oluşma Süreleri Bakımından Taşkın Çeşitleri

a. Yavaş Gelişen Taşkınlar: Yavaş gelişen taşkınlar bir hafta veya daha uzun bir süre içinde oluşabilirler [15]. Yeryüzüne ulaşan yağış sularının derelerde ani akış haline dönüşmeden, toprak sisteminden geçerek daha yavaş ve düzenli olarak akışa geçmesidir. Bitki örtüsü burada etkili olmaktadır. Aynı zamanda jeolojik ortamın geçirimsizliği ve eğimin düşüklüğü de yavaş gelişen taşkınların oluşmasında etkilidir.

b. Hızlı Gelişen Taşkınlar: Hızlı gelişen taşkınlar 1-2 gün içinde oluşabilirler. Bu tür gelişen taşkınlarda düşen yağışlar zayıf bitki örtüsü ve eğimden dolayı hızlıca yüzeysel akışa geçmektedir. Ayrıca şehirleşme, killi kayalardan oluşan geçirimsiz jeolojik ortam da hızlı gelişen taşkınlara sebep olmaktadır.

c. Ani Taşkınlar: Ani taşkınlar 6 saat içinde oluşabilirler ve çöller dahil dünyanın her yerinde görülebilirler. Ciddi bir fırtına sonucunda kısa bir sürede beklenenin çok üzerinde yağış gerçekleşir ve kısa bir zaman içerisinde taşkın meydana gelir [16]. Şehir alanı içerisinde su geçirmeyen zeminlerin (asfalt, beton, vb) artması şehir içerisinde meydana gelen ani taşkınların en önemli sorunlarından birisidir [15, 17].

1.2.2.3. Oluşum Yerlerine Göre Taşkın Çeşitleri

a. Dere ve Nehir Taşkınları: Dere ve nehir taşkınlar günlerce ve hatta haftalarca devam eden yağışlar sonucu zeminin tamamen doygun hale gelmesi sonucunda akarsu yataklarının taşıyabilecekleri su miktarından fazlasına maruz kalmaları durumunda ortaya çıkar [13]. Bazı nehir taşkınları mevsimsel olarak kış ve ilkbahar yağışlarının erittiği kar sularının nehirleri doldurması ile oluşur [15].

b. Dağlık Alan Taşkınları: Şiddetli yağışlı fırtınalar kuru su kanallarını veya küçük çayları, gürül gürül akan tehlikeli taşkın sularına dönüştürdüğü zamanlarda dağlık alanlarda ve dağlık alanlara yakın yerlerde de ani taşkınlar oluşur [15].

c. Şehir Taşkınları: Doğal ortamda dere yataklarının büyüklüğü aşırı derecede taşkına sebep olabilecek durumda değildir veya sağanak yağışların taşkına neden olabilmesi için kısa sürede aşırı bir yağışın düşmesi gerekmektedir. Ancak insan müdahalesi sonucunda yatakları daraltılan ve kanal içerisine alınan dereler daha fazla taşkına neden olmaktadır. Yanlış imar uygulamaları ve arazi kullanımları sonucunda dere yataklarının daraltılması, kanal içerisine alınması ve akış kesitinin gecekondular ve diğer kullanım amaçları için küçültülerek yer yer tamamen yok edilmesi, bu sorununun ana nedenini oluşturmaktadır.

Akarsuların akım miktarları şehir alanı içerisinde etkili olan arazi kullanım planlarına göre değişebilmektedir. Şehir alanı içerisinde su geçirmeyen zeminlerin (asfalt ve beton gibi) gelişmesi şehirler içerisinde meydana gelen en önemli sorunlardan birisidir. Yani şehirleşme oranı arttıkça yağmur sularının yeraltına sızması azalmaktadır. Böylece yağmur suları ya yüzeyde birikmekte ya da aniden akışa geçerek taşkınlara neden olmaktadır. Şehir alanları arttıkça su geçirmeyen zemin oranı da artmaktadır. Bu gibi yerlerde, yeraltına yağmur sularının süzülme oranının azalmasıyla yeraltı su seviyesi de düşmektedir. Yeraltı su seviyesinin düşmesiyle birlikte akarsuların rejimleri değişmektedir. Zemine sızma azaldığından şehir alanındaki akarsuların akım miktarı % 95'ten % 20' ye düşmektedir [18, 19]. Bu nedenle yağışlı dönemlerde akarsu akım seviyesi yağışlara bağlı olarak artarken, kurak dönemlerde azalmaktadır [19, 20]. Oysaki yağmur suları süzülerek yer altı suyu olarak depo edilseydi yıl içerisinde akarsu akımları daha düzenli olurdu ve taşkınlara, bu kadar sıklıkta rastlanmazdı [19].

Şehir taşkınları, şehir içindeki her türlü arazide oluşabilir. Özellikle binalar, yollar ve otomobiller için parklar inşa edilmesiyle doğal bitki örtüsü yok edilmiş şehirseller alanlarda yağışın toprağa sızması mümkün değildir ve bu nedenle ani seller sık sık oluşmaktadır.

Şehirleşme yüzeysel akışı doğal yüzeylere göre 2 ila 6 kat daha arttırır. Mazgallar bu suları hemen tahliye edemez ve kısa bir süre içinde caddelerimiz ve sokaklarımız derelere dönüşebilir [15].

d. Kıyı Taşkınları: Kıyı taşkınları tropikal fırtınalar ve kıyıdan uzakta bulunan kuvvetli alçak basınç sistemlerinin sebep olduğu fırtına kabarması sonunda deniz sularını kara içlerine sürükleyerek önemli taşkınlara sebep olabilir. Benzer şekilde göllerin su seviyesinde herhangi bir sebeple görülen yükselme, göl kıyılarında suyun taşması sonucunda taşkınlar ortaya çıkar [15].

e. Biriktirme Haznesi Yıkılması Taşkınları: Biriktirme hazneleri (barajlar vb.) ile akarsuların veya göllerin yan taraflarını su basmaması için yapılan duvarların yıkılması veya patlaması sonucunda yapay taşkınlar meydana gelir. Dünyada şimdiye kadar inşa edilmiş olan binlerce barajın alt taraflarında bulunan bölgeleri su basması riski vardır. Beton veya kaya dolgu barajlar aşırı yağışlar, yer (temel) oturması, yer kayması gibi sebeplerle patlayabilir. Son yıllarda 2–3 senede bir dünyanın bazı yerlerinde baraj patlamasına rastlanmıştır [13].

1.2.3. Taşkın Oluşumunu Etkileyen Faktörler

1.2.3.1. Meteorolojik Faktörler

Meteorolojik faktörler (çığ, kuraklık, fırtına, yıldırım, don, sis, vb...) ülkemizde taşkınların oluş nedenlerinin başında gelmektedir. Bu faktörler; yağışlar, sıcaklık ve bunlara göre daha az etkili olan buharlaşma, rüzgâr, nem ve basınç olarak sınıflandırılabilir. Yağışların şekli, şiddeti, süresi vb. özellikleri taşkın oluşumunu etkilemektedir. Taşkınları oluşturan yağışlar; yağmur, kar ve dolu olabilir. Yağışın taşkına etkisi yeryüzüne düştüğü an değil, akışa geçtiği an başlamaktadır. Taşkına sebep olabilecek şiddetli yağışlar, genellikle farklı hava kütlelerinin karşılaşma alanlarında görülen cephesel (frontal) yağış, nemli hava kütesinin bir dağ yamacına çarparak yükselmesi ve soğuması sonucu oluşan orografik (yamaç) yağışları ve ısınan havanın yükselerek soğuması sonucu oluşan konvektif (siklonik-yükselim) yağışlardır.

Şiddetli yağışlar, havzaya düşen su miktarının normalden fazla olması ve oluşturduğu akım değerinin yatağın taşıma kapasitesinin üzerinde bulunması; yatak çevresindeki can ve mal kayıplarının daha sık şekilde meydana gelmesine sebebiyet

vermektedir. Doğal olarak, yağışların şiddetinin yanı sıra süreleri de taşkınların oluşmasında önemli bir yere sahiptir. Yağış süreleri, yağış miktarları fazla olan bölgelerde, kurak iklim bölgelerine göre daha uzundur. Sabit şiddetteki bir yağışın süresi arttıkça, meydana getireceği taşkın da büyüyecektir. Havza drenaj alanının büyüklüğü, akımın toplanma zamanı, nehir kanallarının çatallanma oranı gibi diğer özelliklerine bağlı olarak, bir süre sonra dengeye ulaşır ve artık yağışın süresi sonsuz da olsa, taşkın hacmi büyümesine rağmen pik değerinde değişme görülmez. Hidrolik hesaplar, pik (maksimum) değer olan debi değerine göre yapılır ve taşkın anında oluşabilecek su yüzü profilleri tespit edilir. Özellikle dağlık kesimlerde hızlı kar erimesi sonucu oluşan kuvvetli akışlar, drenaj sisteminin yeterli olmadığı durumlarda büyük taşkınlara neden olmaktadır. Yağmurlardan meydana gelen taşkınlarla kardan meydana gelen taşkınlar arasındaki en önemli fark, oluşturacakları hidrografların özelliklerinde görülür. Yağmurdan meydana gelen taşkın hidrografında pik debisi yüksek ve taşkın pikinin oluşma süresi kısarken, kardan meydana gelen taşkın hidrografında pik değerinin oluşma dönemi daha uzun zamana dağılmıştır. Yağmurdan meydana gelen akımlar aniden yüksek miktarda debilerin oluşmasına neden olsa da, kar erimesinden oluşacak akımların hacimleri çok daha büyüktür. Eğer bu iki durum beraber oluşuyorsa (şiddetli yağmur + hızlı kar erimesi durumu) ve yan kollardaki seviyeler bu sebepten aynı anda yükseliyorsa, mansapta oldukça tehlikeli taşkınlar meydana gelecektir [21].

Dolu yağışının oluşturacağı taşkınlar ise; dolunun erime hızıyla ilgili olarak değişmektedir. Bunu etkileyen faktör ise ortamın sıcaklığıdır. Kara nazaran daha hızlı bir erime oluşacağından yüzey akışı daha fazla olacak ve taşkına, eşit miktarda yağdıkları durumda oransal olarak kardan daha fazla etkisi olacaktır.

Taşkına etki eden diğer bir iklim faktörü de sıcaklıktır. Taşkın anındaki sıcaklık değişimi oluşacak yağışın türünü etkileyeceğinden meydana gelecek olan taşkın hidrografına etki etmektedir. Sıcaklık 0°C'nin altına düştüğünde yağış türü genellikle kar olacaktır. Sıfırın üzerine çıktığında da dolu veya yağmur şeklinde olacaktır. Bu nedenle sıcaklık, oluşacak taşkın hidrografının şekline etki edecek ve özelliklerini tamamen değiştirecek, böylece akışa geçecek olan miktarı doğrudan etkileyici bir faktör olacaktır. Türkiye'de özellikle Mart-Nisan aylarında kısa zamanda havanın ısınmasına bağlı olan kar erimesi ve şiddetli yağışların birlikte meydana gelmesi ani taşkınlara neden olmaktadır. Bu durumda; taşkın pik değerine ulaşma zamanı düşük olduğundan, yüksek eğimli

bölgelerin mansabında düşük kotlarda kalan yerleşim yerleri için tehlikeli durumlar ortaya çıkabilir [22].

1.2.3.2. Jeomorfolojik Faktörler

Havzanın toplam drenaj alanı, uzunluğu, ortalama eğimi, biçimi ve ortalama yüksekliği ile ana nehir yatağı uzunluğu ve eğimi, nehrin birinci derecede olan kol sayısı ve yoğunluğu taşkın oluşmasını etkileyen jeomorfolojik faktörlerdir. Ayrıca toprak yapısı, zeminin sızma kapasitesi, geçirimli formasyonlar ve zeminin jeolojisi de bu faktörler arasındadır. Bitki örtüsü ve havzada tarım uygulanma özelliklerini de taşkını oluşturan jeomorfolojik faktörler kapsamında belirtmek mümkündür. Havza morfometrisi ile taşkınlar arasında ilişki olduğunu vurgulayan pek çok çalışma bulunmaktadır [23–27]. Son yıllarda CBS tabanlı havza morfometrisi ile ilgili çalışmaların sayısında artış gözlenmektedir [28–32]. Eğimin yüksek olması havzanın drenaj yoğunluğunun ve dere frekansının yüksek olduğunu, ayrıca yağışın hızla yüzeysel akışa geçtiğini göstermektedir [33].

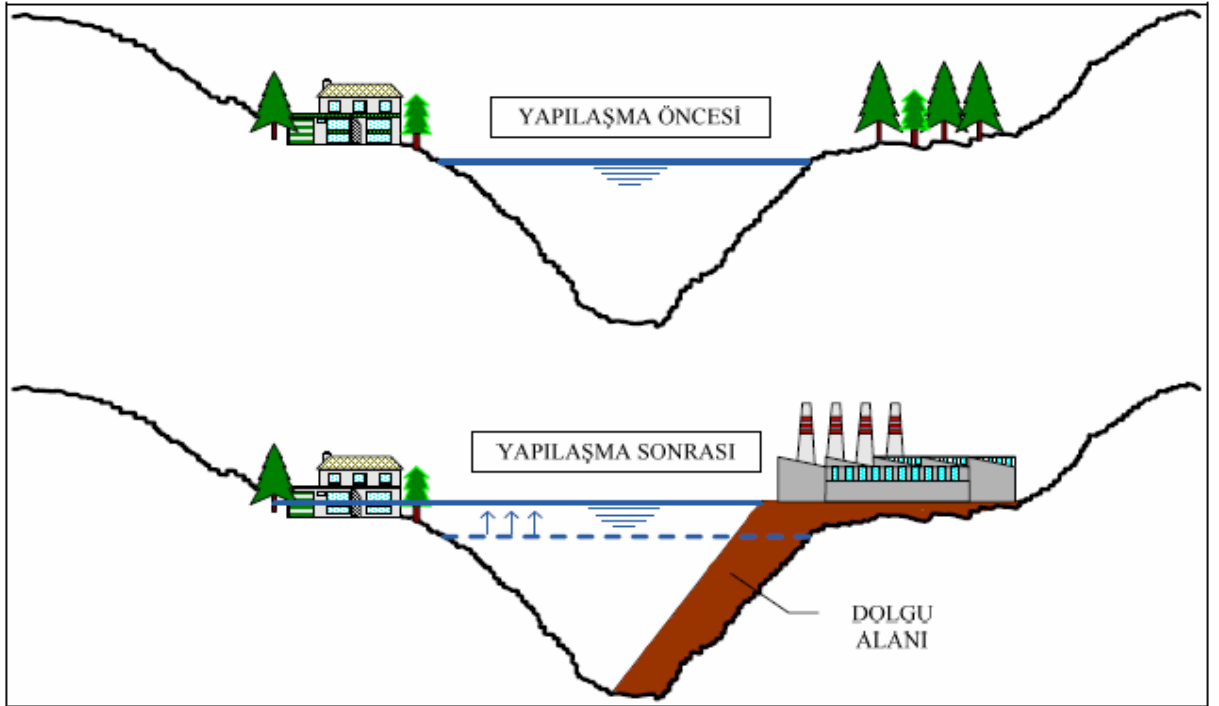
Drenaj yoğunluğu havzanın akarsular tarafından bölünme derecesini göstermektedir [26, 30, 34]. Bununla beraber drenaj yoğunluğu yüzeysel akışı ve havzadaki su ve sediment üretimini etkilemektedir [33, 35]. Ayrıca, düşük drenaj yoğunluğu değeri arazinin iyi bir bitki örtüsüne sahip olduğunu ve yağışın önemli bir kısmının yüzeysel akışa geçmeden bitkiler tarafından tutulduğunu gösterebilir. Yüksek drenaj yoğunluğu değeri de geçirimsiz zemin koşullarında, vejetasyon örtüsünce zayıf alanlarda ve genellikle dağlık rölyeflerde gözlenmektedir. Akarsu sıklığı (Fu) birim alana tekabül eden dere sayısını gösterir [23, 33]. Bu değerinin yüksek olması zeminin geçirgen olmadığını ve bitki örtüsünün seyrek olabileceği, düşük olması ise litolojik yapının geçirgen olduğu anlamına gelmektedir [26].

Türkiye topraklarının % 27.2'si (21.188.747 ha) ormanlarla kaplıdır [36]. Ormanların yağış sularının yüzeysel akışa geçmesini geciktirdiği ve pik akımları da (farklı oranlarda) azalttığı pek çok çalışma ile vurgulanmıştır [33, 37–39]. Bitki örtüsünün tahribinin önceki duruma göre yüzeysel akışı arttırdığı, sedimentasyona yol açtığı ve sel olaylarında artışlara neden olduğu belirtilmektedir [33].

1.2.3.3. İnsan Müdahalesi Esaslı Faktörler

DSİ tarafından hazırlanan bir raporda, taşkın afetinin, tamamen insan aktivitelerinin bir sonucu olarak meydana geldiği belirtilerek taşkın riski bulunan alanlarda önceden önlem alınmaksızın süregelen kontrolsüz kentleşme faaliyetlerinin, dünyanın her yerinde taşkın afetinin temel nedeni olduğu ve geçmişteki taşkınlar, taşkın hasarlarına, su hareketlerinin büyüklüğünden ziyade, akarsu yatakları içerisine veya olası taşkın riski taşıyan bölgelere yapılan düzensiz ve denetimsiz yapılaşmanın neden olduğunu göstermiştir [40].

Nehir kenarlarına dolgu yapılması taşkın akışını engeller ve taşkın alanının fazla suyu taşıma kabiliyetini azaltır, böylelikle taşkın daha yüksek kesimlere ulaşmasına neden olur (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Akarsu dolgularının taşkın yüksekliğine etkisi

Türkiye gibi ekonomik gelişme faaliyetlerinin yoğun bir biçimde devam ettiği coğrafyada, sanayileşme ve sektör çeşitliliğinin beraberinde getirdiği tedbir alınmadan oluşan kontrolsüz şehirleşme süreci, akarsu havzalarının muhtelif kesimlerindeki insan faaliyetlerinin çeşitliliğini ve yoğunluğunu da büyük ölçekte arttırmaktadır. Havzada

yapılaşmaların artışı sonucunda yüzeysel akış hızlanır, akış katsayısı ve debi artar. Bu durum ise havza bütünündeki hidrolojik dengeyi bozarak büyük miktarda can ve mal kaybına yol açan taşkın afetlerinin yaşanmasına neden olmaktadır. Nehir üzerinde yapılan gelişigüzel köprüler, dere yataklarının üzerlerinin kapatılması gibi faaliyetlerde taşkın oluşmasına neden olabilmektedir. Ayrıca, elverişsiz tarım yöntemleri ile toprakların daha yoğun bir şekilde kullanılması, ormanlar ve meraların tahrip edilmesi, taşkın afetlerinin giderek daha büyük ve sık olarak görülmesine neden olmaktadır. Bazen duvar, bent, gölet, baraj, akifer (yeraltı suyu hazneleri), haliçteki su seviyesinin kritik seviyeyi aşması ile etrafındaki alanları sular altında bırakması ile de ortaya çıkarak zarar verebilirler. Sahil şeritlerinde ise büyük dalgaların ve Tsunami denilen deniz içi deprem dalgalarının basması ile ortaya çıkabilir [13].

1.2.4. Taşkın Tahmin Yöntemleri

1.2.4.1. Giriş

Çeşitli tekerrür süreli taşkınların tahmini için önerilen yöntemler, iki ana gruba ayrılır:

a. Deterministik (Analitik) Yöntemler: Bu yöntemlerde, taşkınlarla havza ve iklim parametreleri arasında analitik ilişkiler kurulup, bu ilişkiler yardımıyla taşkın tahminleri yapılmaktadır (örnek birim hidrograf).

b. İstatistik Yöntemler: Bu yöntemlerde, taşkınlar rastgele değişkenler olarak ele alınıp meydana gelme ihtimalleri çeşitli olasılık dağılım fonksiyonları yardımıyla taşkın tahminleri edilmektedir.

Yeterli yağış ve akım verilerinin bulunduğu havzalarda, eğer taşkın hidrografı da gerekli ise, birim hidrograf (BH) modeli uygun olmaktadır. Ancak, bu yöntemin en önemli sakıncası, BH'ın elde edilmesinde bazı kabullerin yapılmasıdır. İstatistiksel yöntemlerin en büyük sakıncası ise, gözlenen değerlerin belli bir teorik dağılıma uyduğunun kabul edilmesidir. Ayrıca, gözlem süresi çok kısa ise uzun süreli taşkınların tahmininde çok büyük hatalar yapılabilir.

Proje taşkınının tahmininde, bu iki sınıf içinden çeşitli seçenekler bulunabilir ve belirli şartlarda bunların bir veya birkaçı diğerlerine oranla daha iyi sonuç verebilir. Ancak, her şart altında doğru sonuç veren tek bir yöntem yoktur [9].

1.2.4.2. Birim Hidrografların Kullanılması

Bir havzanın BH'ı biliniyorsa, o havzadaki yağışlar analiz edilerek, yapılacak projenin ekonomik ömrüne ve yıkılması halinde oluşacak hasarın büyüklüğüne göre bir proje yağışı seçilir. Büyük barajların dolu savakları gibi, yıkılması halinde büyük can ve mal kaybına yol açacak projeler için muhtemel maksimum yağış proje yağışı olarak seçilmelidir. Proje yağışı belirlendikten sonra, BH kullanılarak bu yağışın neden olacağı akış hidrografi belirlenir. Kar erimesinin akımlar üzerinde etkili olması durumunda kar erimesinin akış hidrografi yağış hidrografına eklenir (süperpoze edilir).

1.2.4.3. İstatistik Yöntemler

a. Genel Bilgiler: Eldeki akım gözlemleri yardımıyla, çeşitli yinelenme sürelerindeki taşkın debilerinin tahmin edilmesi çalışmalarına kısaca taşkın frekans analizi denir. Bir havzadaki akım değerleri istatistik tekniklerle analiz edilerek bunların dağılımları belirlenir ve gelecekle ilgili tahminlerde bulunulur. Taşkın hesaplarında, ya belirli bir debinin (meselâ $100 \text{ m}^3/\text{sn}'\text{nin}$) üstündeki tüm debiler veya her yılın en büyük debisi dikkate alınır. Uygulamada daha çok ikinci yöntem benimsenmektedir. Gözlem sürelerinin çok kısa (10–20 yıl) olması halinde, uzun bir tekerrür süreli (100–500 yıl) tahminler yapmak çok hatalı sonuçlar verebilir. Bu sebeple, ya eldeki veriler sentetik (suni) olarak türetilerek artırılmalı ya da daha uzun süreli olan yağış verileri için frekans analizleri yapılarak BH yardımıyla akışlar tahmin edilmelidir.

Bir akım gözlem istasyonundaki yıllık en büyük debi değerlerinin hangi dağılıma uygun olduğunun belirlenmesinde çeşitli istatistik testler (mesela kıkare, χ^2) yapılır.

b. Taşkın Debisinin Tahmini: Belirli bir tekerrür süresinde (T, yıl) gelmesi beklenen taşkın debisi aşağıdaki genel denklemlerle tahmin edilir:

$$Q_T = Q_{ort} + KS_Q \quad (1.1)$$

Bu eşitlikte Q_{ort} ve S_Q , sırasıyla, yıllık maksimum debilerin aritmetik ortalaması ve standart sapması; K ise hem tekerrür süresine ve hem de dağılım fonksiyonuna göre değişen frekans faktörüdür [41, 42].

1.2.4.4. Bölgesel Taşkın Frekans Analizi

Hidrolojik verilerin kısa olması sebebiyle, tek bir istasyonun gözlem değerlerini kullanarak, taşkınlar gibi oldukça nadir görülen olayların tahmin edilmesi güvenilir sonuçlar vermemektedir. Öte yandan, akım gözlemlerinin çok kısa olduğu veya hiç bulunmadığı havzalar için taşkın tahminlerine ihtiyaç olabilir. Bu sebeple, akarsu havzasının çeşitli özelliklerini temsil edebilen bazı havza karakteristikleri ile taşkın büyüklükleri arasında, regresyon analizi sonucu bulunan analitik ifadelerin geliştirilmesi gerekir. Bu maksatla yapılan çalışmalara Bölgesel Taşkın Frekans Analizi denir. Bölgesel taşkın frekansı analizi çalışmaları, bölgesel taşkın frekans eğrisi ve havza ve iklim karakteristiklerinin kullanılması şeklinde iki ana gruba ayrılır.

1.2.4.5. Rasyonel Yöntem

Rasyonel Yöntem, geçirimsiz alanların yüzdesi büyük olan yerlerde ve yağış süresinin havzanın geçiş süresinden büyük veya eşit olduğu küçük havzalarda (0.5–5 km²) iyi sonuçlar verir. Şehir kanalizasyon şebekelerinin yağmur suyu debileri ile karayollarındaki menfezlerin debileri genellikle rasyonel yöntemle hesaplanmaktadır. Hesaplanan debiler, dolaysız akış debileri olduğundan taşkın debisini tahmin etmek için bu değere taban akışı ilave edilmelidir.

Rasyonel yöntemle dolaysız akış hidrografının pik debisi şöyle hesaplanır:

$$Q = C.i.A \quad (1.2)$$

Burada, Q pik debi (m³/sn), i yağış şiddeti (m/sn), A havza alanı (m²), C akış katsayısıdır. Akış katsayısı bitki örtüsüne, zeminin geçirimliliğine ve havzanın eğimine göre 0.05–0.95 arasındadır. Bu eşitliklerindeki *i* yağış şiddeti, söz konusu havzada, havzanın geçiş süresine eşit süreli bir yağışın şiddetidir.

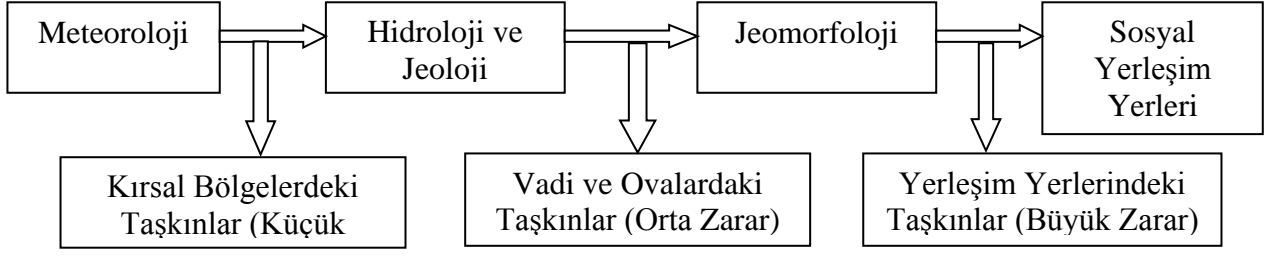
1.2.5. Taşkın Zararları

1.2.5.1. Taşkın Zararlarının Sınıflandırılması

Taşkın, doğal afetlerin en yaygın olanlarından biridir. Dünyanın hemen her bölgesinde değişik sıklıkta ve boyutta görülen taşkın olayları, büyük can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. Dünyada her yıl yaklaşık 75 milyon dolayında insan taşkın olaylarından farklı biçimde etkilenmektedir. Taşkın olayını tetikleyen başlıca mekanizma, yağış oluşumu için uygun meteorolojik ortamı hazırlayan atmosferik durumdur. Yağış olayının ekstrem (en uç) durumu, uzmanlar tarafından muhtemel maksimum yağış ile tarif edilir. Bir bölgedeki taşkın olayının oluşumu için sadece meteorolojik şartlar yeterli değildir. Ekstrem yağışların tümünün taşkınla sonuçlandığı söylenemez, taşkın tehlikesinin oluşumuna etki eden başlıca faktörler, jeolojik yüzey özelliklerine ek olarak hidrolojik ve jeomorfolojik özelliklerdir. Hidrolojik açıdan toprak doyuma ulaştığı zaman taşkınlar görülür.

Meteorolojik ve hidrolojik şartların birleşmesi, taşkın olayının oluşumu için her zaman yeterli bir mekanizma değildir. Bölgenin yer şekilleri de (jeomorfolojisi) zararlı taşkınların oluşumunda önemli rol oynar. Yeryüzüne ulaşan yağış sularının yolunu jeomorfolojik özellikler çizer. Su ayırıcıları ve toplayıcıları (nehirler, akarsular) eşliğinde bu sular her havza ve alt havzada çeşitli parçalara dağıtılır ve bölünür. Jeomorfolojik özellikler taşkın hızlarını ve dolayısıyla da taşkın zararlarının artışı belirler. Yeterli bitki örtüsünün bulunmadığı bölgelerde yüksek hızlardan dolayı sel baskınları oluşur ve bunun sonucunda can ve mal kayıpları meydana gelir.

Yukarıdaki nedenlere ek olarak taşkın tehlikesi altındaki bölgelere yerleşim, sosyal faktörler arasındadır. Bu yanlış planlama ve yanlış yönetim anlayışından doğmaktadır. Kentsel yerleşim yerleri başlangıçta taşkın riski olmayan bölgelerde seçilmezse, her zaman taşkın tehlikesi ile karşı karşıyadır. Taşkın zararını azaltmak amacıyla gerekli meteorolojik, hidrolojik ve sosyal planlamalar, projeler, yapılanmalar ve yönetimler dikkatlice etüt edilmelidir. Maalesef genellikle bu çalışmalar dikkate alınmamaktadır ve sonuç olarak endüstriyel ve evsel yerleşimler için taşkın tehlikesinin bulunduğu bölgeler de seçilmektedir. Bu ise can ve mal kaybına yol açmaktadır. Herhangi bir taşkın değerlendirme çalışmasında Şekil 1.2'deki bloklar kullanılabilir.



Şekil 1.2. Taşkın zararlarını değerlendirme çalışmaları

Taşkınların çevreye ve canlılara etkileri aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

a. Kütle Etkisi: Hızla akan su ile taşınan malzemeler çarptığı her şeyi, canlı ve cansız çevre ile kültürel çevreyi (insan, bitki, hayvan, yol, köprü, bina, fabrika, araba vb.) tamamen yada kısmen tahrip ederek yada yok ederek büyük can ve mal kaybına neden olabilir.

b. Erozyon Etkisi : Yukarı havzalardan başlamak üzere, aşağı havzalara kadar, havza boyunca her yerde yeni çatlakların ve oyukların oluşması, yatak yamaçlarında çökmelere neden olduğundan, buralarda yamaç hareketleri hızlanır, büyük miktardaki toprak başka yerlere taşınır.

c. Su Basması: Tarım ürünleri, taşınabilir ve taşınamayan mallar büyük zarar görür büyük can ve mal kayıpları yaşanabilir.

d. Taşıntı Etkisi: Taşkının verdiği en büyük zararların bir kısmı da taşıntı baskınına bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Çünkü bunlar etkili ve kalıcı zararlardır. Bunları aşağıdaki şekillerde sıralamak mümkündür.

(1) Değişik yüzey malzemelerinin, bir alanı (özellikle tarım alanını) kaplaması, o alanın doğal yapısını bozar, kalitesini düşürür ve verimini azaltır.

(2) Dere yataklarının taşıntıyla tıkanması sonucu taşkın suları kontrolsüz hale gelir.

(3) Hidroelektrik santralleri işlevlerini yerine getiremez hale geldiğinden, enerji üretiminde düşme görülebilir.

(4) Taşınan ve yığılan malzemeler nedeniyle kara ve demir yollarının kapanması sonucu ulaşım aksar.

(5) Su kanalları tıkanabilir, drenaj sistemlerinde tahribat olabilir.

(6) Limanlar büyük zarar görebilir.

(7) Çeşitli sosyo–ekonomik sorunlar ortaya çıkar.

Taşkınların sağlık üzerindeki etkileri, daha genel bir yaklaşımla ele alındığında iki kategoriye ayrılmaktadır. Fiziksel etkiler; taşkın olayı esnasında, taşkın kendisinden kaynaklanan etkiler, temizleme sürecindeki etkiler ve insanların yer değiştirmesi ve alt yapı sistemindeki zararlardan kaynaklanan etkilerdir. Psikolojik etkiler ise, direkt olarak sel ve taşkın olayını yaşamamanın yarattığı etkiler olup, indirekt olarak restorasyon sürecindeki etkilerdir [43].

Taşkınların insan sağlığı üzerinde fiziksel olarak görülen en önemli etkisi, ölüm ve yaralanmalar şeklindedir. Bu etkilere kolayca maruz kalanlar çoğunlukla çocuklar ve yaşlılardır. Taşkınlar sırasında meydana gelen yaralanma ve boğulmalar, genellikle dere akış hızı, topoğrafik arazi özellikleri, uyarı yokluğu, hızlı akan suyun taşıdığı iri kaya parçaları ve taşkın suyunun ani yükselmesi gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır. Özellikle yıkıntı ve parça taşıyan yüksek hızdaki su yaralanmalara neden olabilmektedir. Ayrıca indirekt etki olarak taşkın suyu nedeniyle yıkılan binalar da yaralanma ve ölümlere yol açabilmektedir [44].

Salgın ve bulaşıcı hastalıklara ilişkin kanıtlar, taşkınların çeşitli hastalıklara neden olduğunu ortaya koymuştur. Doğal nedenli olağandışı afetler arasında en çok bulaşıcı hastalık görüleni taşkınlardır. Çünkü taşkın olayları esnasında çoğunlukla su şebekeleri ve arıtma sistemleri hasar görmekte, kanalizasyon taşmaları oluşmakta, insan ve hayvan artıkları içme suyuna karışarak içme suyunun kirlenmesine neden olmaktadır. Bir taşkın olayından sonra farklı nedenlerle farklı hastalıklar meydana gelmesi muhtemeldir. Taşkın ardından etkilenen insanların sağlıklı suya ulaşamaması, en temel problemdir ve bunun sonucunda suyla ve gıdayla bulaşan hastalıkların artması beklenebilir [45–47]. Atıksuyla direkt temas sonucunda; yara enfeksiyonları, deri ve göz enfeksiyonları, kulak, burun, boğaz ve bağırsak enfeksiyonları oluşabilir. Genellikle taşkın bölgelerinde, taşkın öncesinde görülen hastalıkların salgın yaptığı görülmektedir. Suyla temas eden insanlara, bazı hayvan hastalıkları bulaşabilir. Taşkınlardan sonra yuvaları bozulan fare gibi kemiricilerin ve yılan, akrep gibi canlıların oluşturduğu sağlık risklerinde artış olabilmektedir. Fare gibi kemiriciler taşkın ortamında artabilmekte ve enfekte olmuş fare idrarı karışan taşkın suları ile yaralanmış ciltlere temas sonrası deri hastalıkları ortaya çıkabilmektedir [44].

Taşkın sırasında zararlı maddelerin yayılması da önemli sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Bunun nedenleri, yeraltındaki boruların ayrılması, depolama tanklarının yer değiştirmesi, zehirli atık alanlarından taşma ve zarar gören tesislerden kimyasalların

yayılması şeklinde olabilmektedir. Ayrıca kimyasallarla temas, insan sağlığını direkt olarak etkileyebilmektedir. İndirekt olarak bu kimyasalların neden olduğu yangın ya da patlamalar insan sağlığında olumsuzluklara neden olabilmektedir.

Sonuç olarak taşkınlar, can kayıpları ve yapılar üzerinde hasar verir. Kentlerin altyapı elemanlarını bozar, içme suyu kaynaklarının kirlenmesine yol açar. İletişim hatlarına hasar verebilir. Endüstriyel, tarımsal ve ormanla ilgili üretimlerde, ayrıca çevrede oluşan hasarlar sonucu turizm gelirlerinde kayıplar ve ulaşım hatlarında aksamalar meydana getirir. Taşkın tehdidi altındaki alanlarda gayrimenkul değerlerde azalma olur. Taşkın sonucu zarar gören yapılarla ilgili vergi kayıpları oluşur. Ölüm, yaralanma ve psikolojik travma sonucu üretim kapasitesi azalır [44, 45].

1.2.5.2. Taşkın Zararlarını Etkileyen Faktörler

Dünyanın pek çok yerinde olduğu gibi, Ülkemizde de taşkınlar çok önemli zararlara yol açmaktadır. Yerleşim birimlerindeki taşkın zararlarının tahmini günümüzde en önemli mühendislik problemlerinden biri haline gelmiştir. Literatürde taşkın zararları, direkt olan ve olmayan ve ölçülebilen (somut) ve ölçülemeyen (soyut) zararlar şeklinde iki ana ve dört alt sınıfa ayrılmaktadır. Uygulamada daha çok ölçülebilen zararlar üzerinde durulmaktadır. Çünkü, bu zararlar parasal değer şeklinde ifade edilebilmekte ve bazı fiziksel parametrelere bağlı olarak tahmin edilebilmektedir.

Taşkın zararları, genel olarak üç tür parametreye bağlı olarak tahmin edilmektedir:

a. Hidrolojik-Hidrolik Parametreler: Bunlar, arazi üzerindeki su derinliği, derinlik ve akış hızının bir kombinasyonu (örneğin çarpımı), katı madde taşınımı ve taşkın süresi gibi parametrelerdir. Bu parametreler, taşkın şiddetinin ve aynı zamanda taşkın yerel ve zamansal dağılımının değerlendirilmesine imkan tanır.

b. Fiziksel Parametreler: Bunlar, arazi kullanımı, bina karakteristikleri ve tipleri, kat adetleri, mobilya vb. parametrelerdir.

c. Ekonomik Parametreler: Bu parametreler, taşkın etkisi altındaki yerlerin sosyo-ekonomik ve kültürel şartları kapsamaktadır [48, 49].

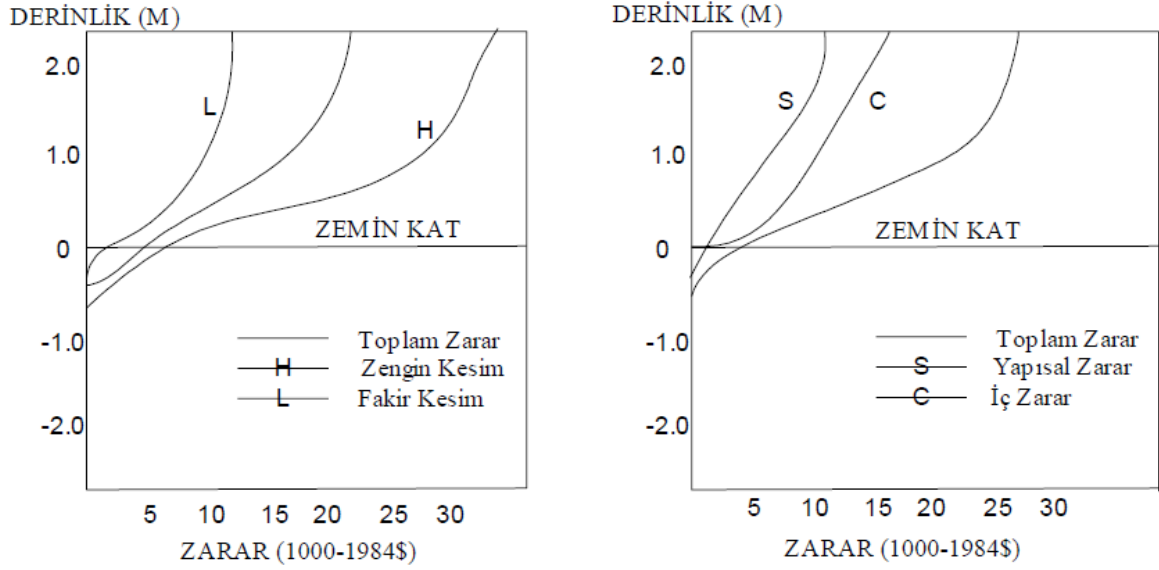
1.2.5.3. Taşkın Zararlarının Tahmini

Bir taşkının sebep olduğu mülkiyet zararlarının değerlendirilmesi için, taşkın yayılma haritası ile taşkın derinlik haritası birleştirilerek ayrıntılı bir arazi örtüsü haritası hazırlanmalıdır. Ön bir zarar değerlendirmesi ve taşkınların doğru olarak modellenenebilmesi için, bu harita üzerinde özel eşyalar, tarım kullanımları ve altyapı birimleri belirtilmelidir. Beklenen taşkın zararı, çoğu defa, ortalama derinlik-zarar fonksiyonları şeklinde ifade edilir. Bu fonksiyonlar, genellikle, değerli mallarda (binalar, işyerleri, araçlar, yollar vb altyapı tesisleri) oluşan zararları veya zarar yüzdelere (oranlarını) su derinliğine bağlı olarak gösterir. Bu fonksiyonların kullanılması çeşitli taşkın senaryolarının analiz edilmesi ve taşkın zararlarını azaltma önlemlerinin etkinliğinin incelenmesi gibi önemli avantajlar sağlamaktadır. Mark [50], kentsel taşkın modellerinin kullanımının avantaj ve sınırlamalarını tartışmış, sonuç olarak basit modellerin hesap kolaylığı sağladığını ve eksik veri ve bilgilerden dolayı oluşabilecek hataları en aza indirdiğini ortaya koymuşlardır. Bu tür modeller, 1 Boyutlu (1-D) De Saint Venant denklemlerine dayanmaktadır.

Derinlik-zarar eğrilerinin belirlenmesi uzun çalışmalar gerektirir. Önemli olan böyle bir ilişkinin çıkarılabilmesidir. En büyük dezavantajlarından birisi, bu ilişkinin sadece incelenen bölge için geçerli olmasıdır. Doğru bir değerlendirmeye varabilmek için, incelenecek her alana ait ayrı bir derinlik-zarar eğrisi çıkarılmalıdır. FIA (Federal Insurance Administration) bu açığı kapatmak için geliştirilmiş derinlik-zarar eğrilerini geliştirmiştir ve bu eğriler her sene güncelleştirilmektedir. Literatürde yapılan çalışmaların çoğunda bu geliştirilmiş ilişki kullanılmasına rağmen müstakil olarak çıkarılmış derinlik-zarar eğrileri de mevcuttur.

Derinlik-zarar eğrilerinin tespiti için kapsamlı çalışmalardan bir tanesi Kanada'nın Ontario kentinde, taşkın çalışmaları sırasında yapılmıştır. Bu çalışmada McBean ve arkadaşları [51] yaptıkları anket sonucunda, elde ettikleri verileri bir dBASE bilgisayar programına aktarmışlardır. Bu çalışmada 287 tane konut incelenmiş, bunlar ilk önce 28 kategoriye, daha sonra da yapılan istatistiksel çalışmalarla 7 ana kategoriye indirilmiştir. Bu yedi grup basit mimari farklılıkları (örneğin bir veya iki katlı, bodrum katı olup olmaması gibi) içermektedir. Konut içindeki eşyalar ise mobilya, mutfak cihazları, elektronik ekipmanlar, tekstiller vb. gruplara ayrılmıştır. Konut içindeki eşyaların uğradığı zararın parasal miktarı, eşyayı temizleme ve onarma maliyeti veya yenisiyle değiştirme maliyetinin bir miktar daha altında olacak şekilde belirlenmiştir. Yapısal zararlar ise

onarım veya değiştirme için malzeme ve işçilik giderleri olarak belirlenmiştir. Bir bilgisayar programı olan dBASE yardımıyla zemin katın 2.5 metre altından başlayarak 0.3 m' lik artışlarla 2.5 metre yüksekliğine kadarki her yükseklik artışına karşı gelen zararlar belirlenmiştir. Bu konuda ileride de değineceğimiz çeşitli çalışmalar mevcuttur. Aşağıda çalışma sonunda çıkarılmış derinlik-zarar eğrileri görülmektedir (Şekil 1.3).



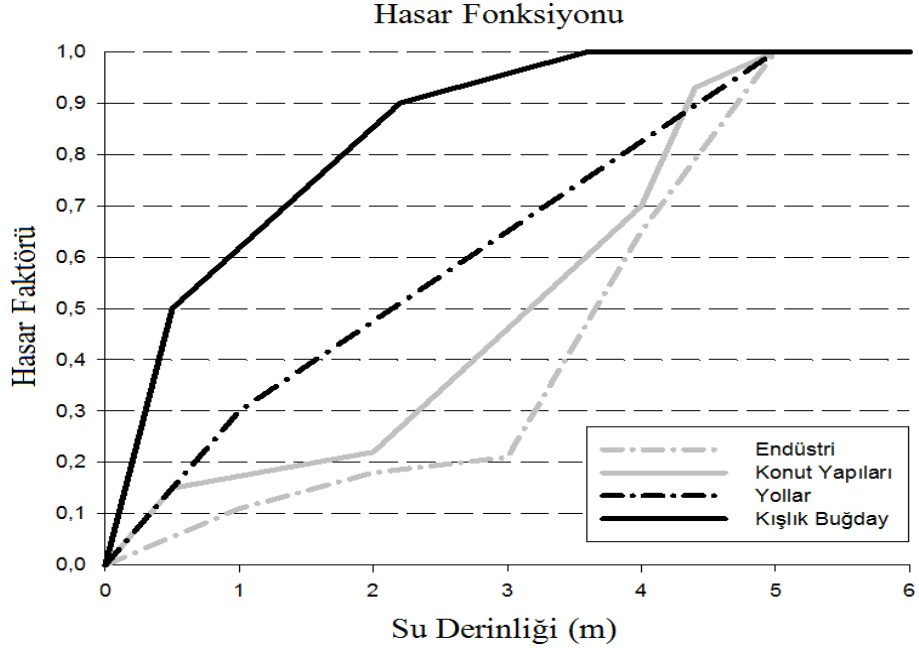
Şekil 1.3. Derinlik-zarar eğrileri

Derinlik zarar verileri olarak da 1976 yılında Huntington İnşaat Mühendisleri Birliği tarafından yapılan çalışmanın sonucunda elde edilen zarar yüzdeleri kullanılmıştır [52]. (Tablo 1.1)

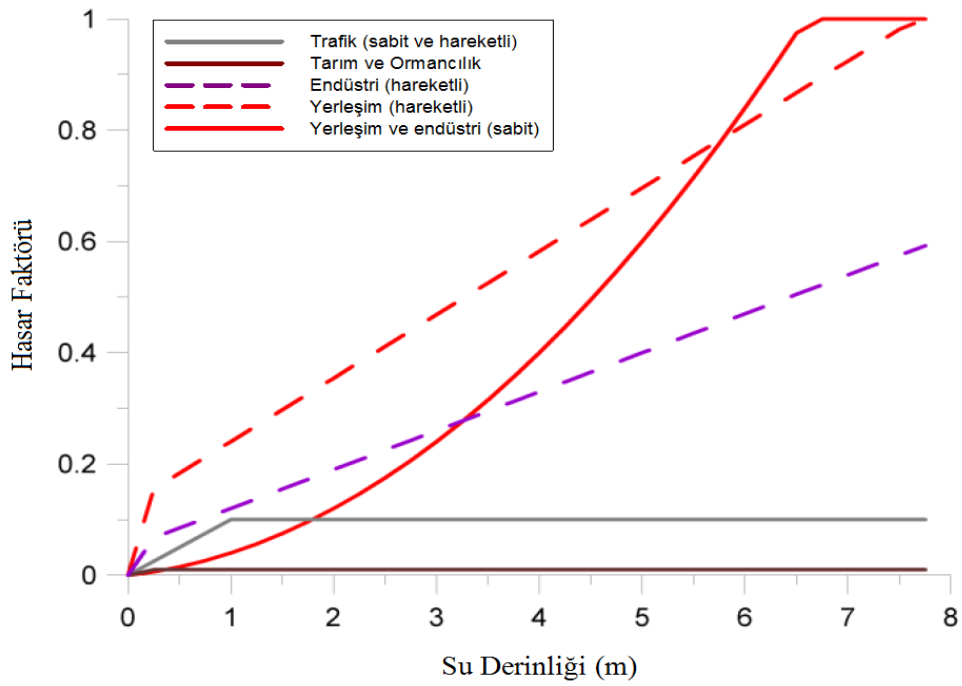
Tablo 1. Hunginton bölgesi mühendisler birliği derinlik-zarar verileri

Arazi kullanımı	Verilen taşkın derinliklerine (m) göre zarar yüzdeleri											
	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6
Tek katlı bodrumsuz	8	17	31	28	44	46	48	51	55	58	62	65
Tek katlı bodrumlu	11	23	37	45	51	52	54	57	59	63	65	68
Çok katlı bodrumsuz	5	10	17	21	24	26	28	30	33	35	41	48
Çok katlı bodrumlu	5	10	16	20	23	24	26	28	30	32	37	43
Odaları değişik seviyelerde	5	10	16	19	20	27	34	37	39	44	47	48
Apartman bodrumsuz	2	5	12	14	15	16	18	19	20	22	23	24
Apartman bodrumlu	5	11	18	19	21	22	24	25	27	28	35	42

Son yıllarda, derinlik-zarar oranı (yüzdesi) eğrileri olarak sıkça kullanılan iki eğri Şekil 1.4 ve 1.5'te sunulmuştur [49, 53, 54].



Şekil 1.4. Van Eck ve Kok'un derinlik-zarar eğrileri



Şekil 1.5. Moel ve Aerts'in derinlik-zarar eğrileri

1.2.5.4. Can Kayıpları

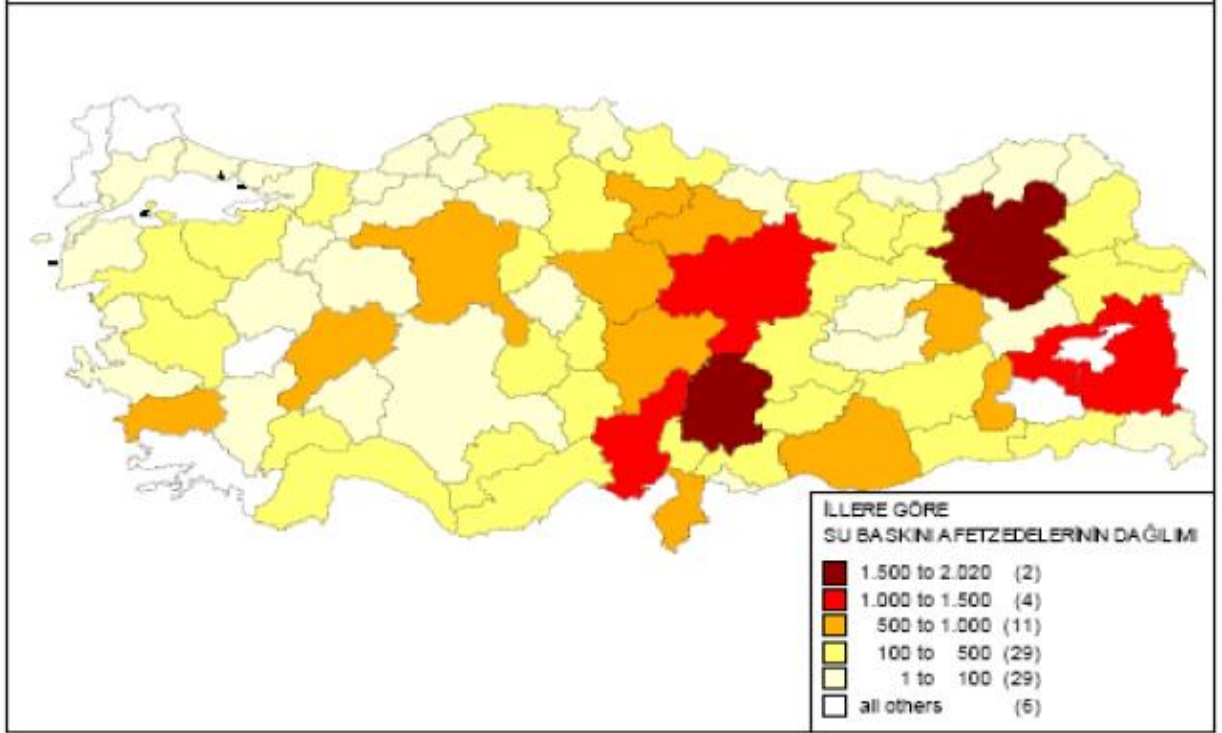
Taşkınlar sonucu meydana gelecek can kaybını etkileyen parametreler ve can kaybı tahmini için kullanılabilecek modeller konusunda çeşitli çalışmalar yapılmıştır [44]. Çeşitli faktörlerle ilgili özet bilgi Tablo 1.2'de sunulmuştur.

Tablo 1.2. Can kaybı tahmininde etkin olan faktörler

Faktör	Maruz Kalma	Ölüm Oranı	Değerlendirme	Uygun Veri	İlgililik
Fiziksel Olayların Özellikleri					
Su Derinliği		X	Derin sular sığınma için daha az imkân tanırılar.	Örnek olay	Yüksek
Suyun yükselme hızı		X	Sığınma imkânını ve binaların yıkılmasını etkiler.	Örnek olay	Yüksek
Akış Hızı		X	Yüksek akış hızı insanların dengelerinin bozulmasına ve binaların yıkılmasına neden olabilir.		Yüksek
Gün, hafta ve yıl zamanı	X		İnsanların taşkın alanında bulunmasını etkiler.		Orta
Enkaz		X	Enkaz taşıyan taşkın suları, insanları ve binaları büyük ölçüde tehdit eder.		Orta
Suyun sıcaklığı		X	Suya kapılan insanların hayatta kalma şanslarını belirler		Orta/ Düşük
Taşkın süresi		X	Evinde mahsur kalan insanların ölümünde etkili olabilir.		Düşük
Su kalitesi/Kirlilik		X	Yaralanmalara ve hastalıklara neden olabilir.		Düşük
Altyapı kapasitesi	X		Tahliye için gereken süreyi belirler.	–	Yüksek
Barınaklar	X	X	Taşkın sularına maruz kalmayı azaltabilir veya önleyebilir.	–	Yüksek
Bina Kalitesi		X	Binaların yıkılma ihtimalini belirler.	Örnek olay	Yüksek
Tahmin ve uyarı	X	X	Boşaltma ve barınak bulma imkânları için gereklidir.	Örnek olay	Yüksek
Boşaltma organizasyonu	X		Karar verme, uyarı ve tahliye için önemlidir.	–	Yüksek/ Orta
Nüfus yapısı ve zarar görülebilirlik		X	Bireysel yaşam için önemlidir olan, ortalama nüfus için önemli daha az önemli olabilir.	Bireysel	Orta
Tepki ve davranış	X	X	Taşkın sırasında hayatta kalma şansı için önemlidir.	Bireysel	Orta

1.2.5.5. Türkiye’de Oluşan Taşkınlar

Türkiye’de 1950 ile 2008 yılları arasında taşkınlardan etkilenen illerin afetzede sayısı bazında dağılımı Şekil 1.6’da görülmektedir [55]. Parantez içindeki rakamlar temsil edildikleri il sayısını göstermektedir.



Şekil 1.6. Taşkından etkilenen illerin afetzede sayısı bazında dağılımı [55].

Ülkemizde en büyük ekonomik kayıplara neden olan yaşanmış taşkınlara baktığımızda; 1975–2010 yılları arasında; 695 taşkın olayı meydana gelmiş, 634 kişi ölmüş, 810 000 ha alan su altında kalmış, toplam zarar 3 717 000 000 ABD \$’ı olmuştur [56]. 1975–2009 yılında meydana gelen taşkınlar ve zararlarını Tablo 1.3’de gösterilmiştir.

Tablo 1.3. 1975–2009 Döneminde ülkemizde meydana gelen taşkınlar ve olumsuz etkileri

Yıllar	Taşkın Sayısı	Ölü	Su Altında Kalan Alan (ha)	Toplam Zarar
1975-1979	160	85	120 000	57 000
1980-1989	152	63	190 000	1 500 000
1990-1999	102	310	250 000	2 000 000
2000-2009	281	176	250 000	160 000
Toplam	695	634	810 000	3 717 000

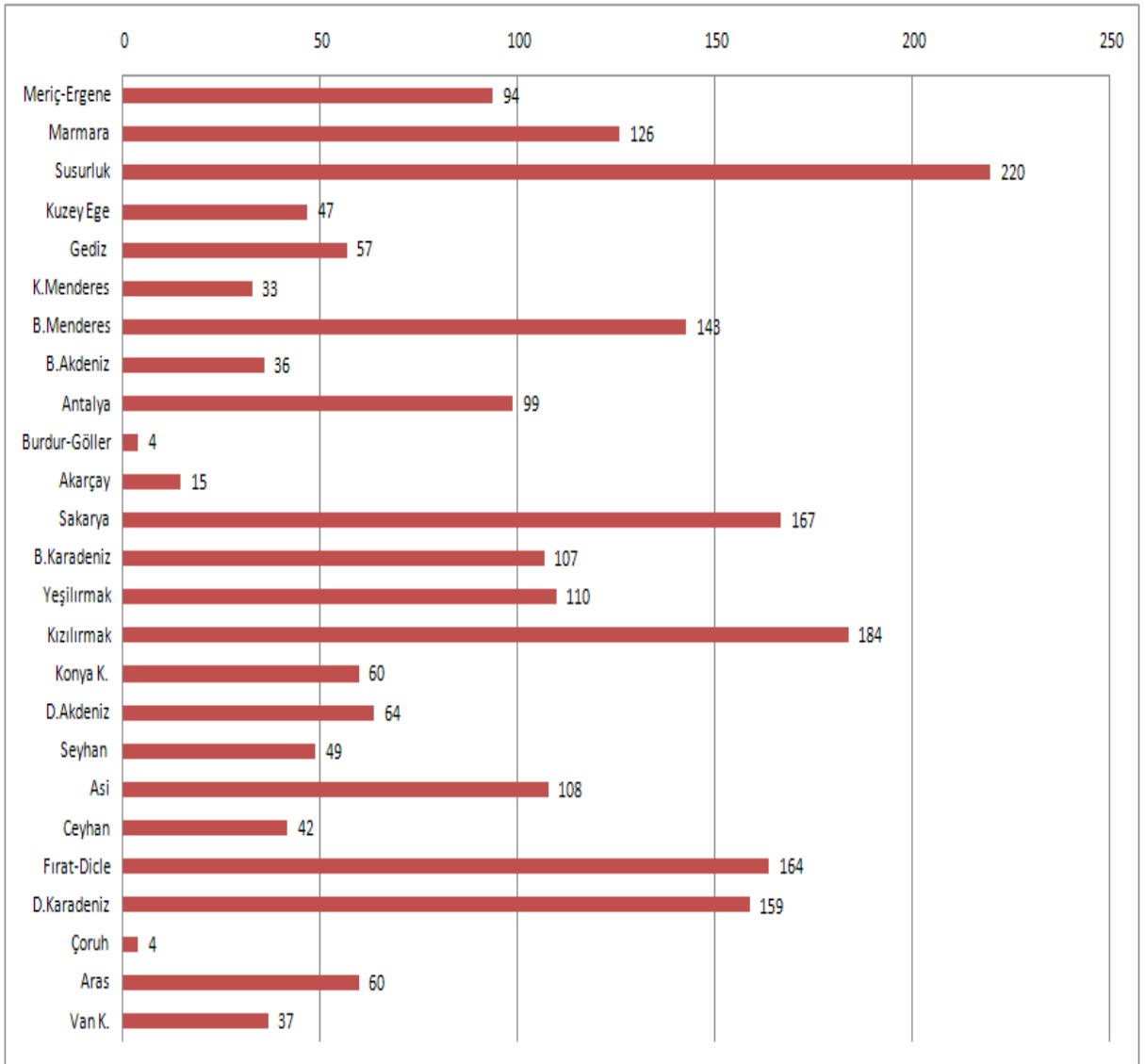
Taşkın zararlarının sektörler itibari ile dağılımına bakacak olursak; % 45'i tarımsal alanlarda, % 32'si yerleşim ve altyapıda, % 7'si taşınabilir mal ve araçlarda, % 1'i ulaşım, % 15'inin de diğer alanlarda olduğu tespit edilmiştir [57].

Taşkınlar çoğunlukla karayolu, demiryolu, hava alanı, elektrik hatları, suyuolları ve kanalizasyon sistemlerinde bozulmalara sebep olmakta, tarım alanlarını tahrip etmekte, bu da ekonomiyi olumsuz yönde etkilemektedir. Ülkemizde her yıl milyonlarca TL taşkın ve sellerden kaynaklanan zararın azaltılmasına ve yaraların kapatılmasına harcanmaktadır. Ayrıca geçmişten bugüne yaşanan seller pek çok insanın ölümüne, yaralanmasına ve çeşitli şekillerde sağlığının bozulmasına neden olmaktadır.

Ülkemizde ise 1970–1997 yılları arasında 626 adet büyük hasar veren taşkın olayı meydana gelmiş ve 28 yılda toplam yaklaşık 6 milyon dekar ekili alan etki altında kalmıştır [45].

Taşkın sayılarının su havzalarına göre dağılımı Şekil 1.7' de verilmektedir. Bu grafikler hazırlanırken CBS yöntemlerinden faydalanılmıştır. CBS'de, Türkiye haritası ile DSİ'den alınan havza sınırları haritası üst üste çakıştırılmıştır. Bu haritanın üzerine de il sınırları katmanı eklenmiştir. Daha sonra eldeki mevcut envanter bilgilerine göre taşkınların meydana geldiği ilin hangi havzaya ait olduğu tespit edilmiştir. Bazı iller farklı havzalarda aynı anda bulunabildiklerinden taşkınların meydana geldiği nehir ve yerleşim yeri isminden tam koordinatı bulunmuş ve havza sınırlarını gösteren haritada hangi havzaya ait olduğu tespit edilmiştir.

Örneğin Yozgat ili aynı anda hem Yeşilirmak (14) hem de Kızılırmak (15) Havzası'nda bulunmaktadır, Bursa ili aynı anda Sakarya (12), Susurluk (03) ve Marmara (02) Havzalarında yer almaktadır. Aynı durum Doğu Karadeniz'de Artvin için de geçerlidir. Artvin'in Hopa ve Arhavi ilçeleri Doğu Karadeniz Havzası'nda (22) iken geri kalan bölümleri Çoruh Havzası'nda (23) bulunmaktadır.



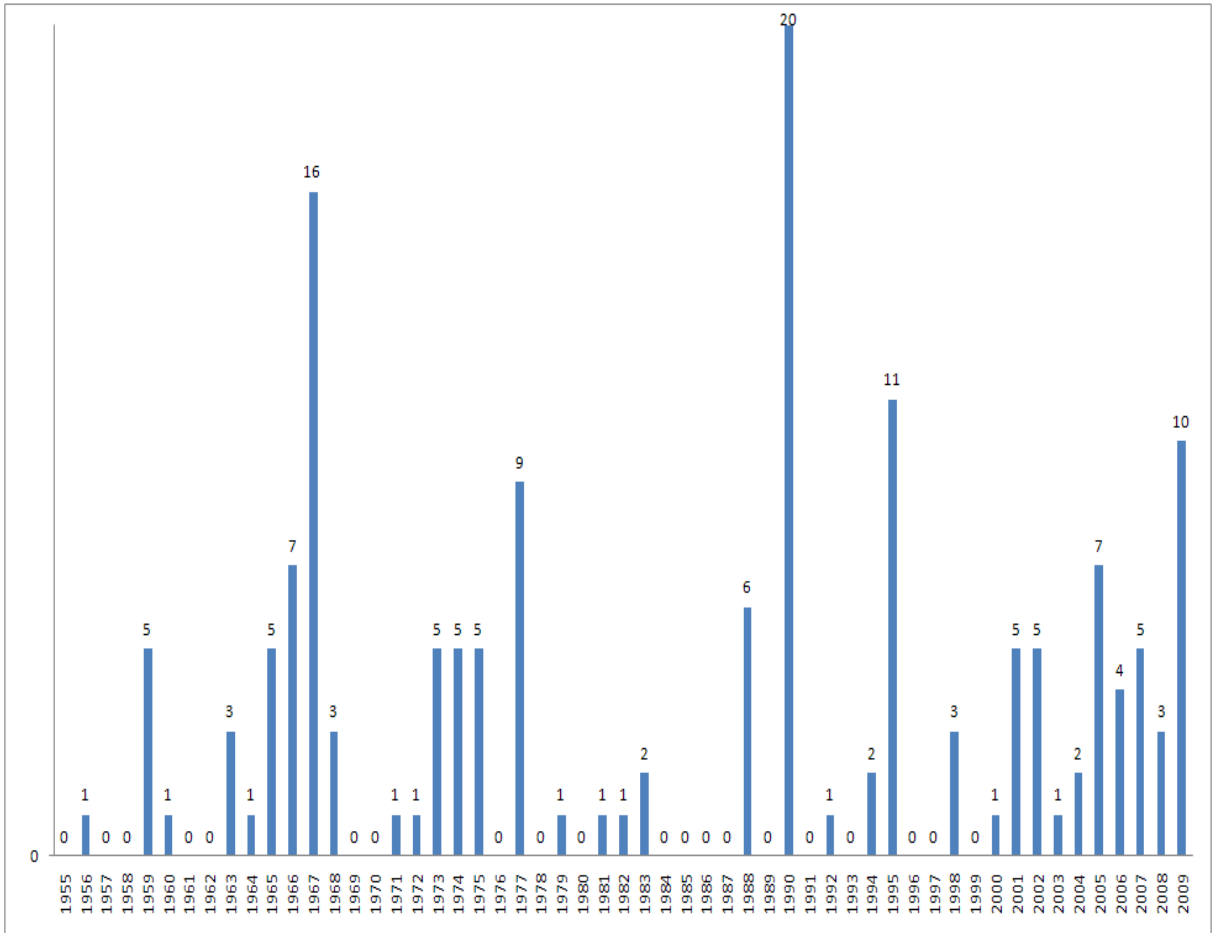
Şekil 1.7. Havzalara göre 1955–2009 yılları arasında meydana gelen taşkın sayıları

1.2.5.6. Doğu Karadeniz'de Oluşan Taşkınlar

Çalışma alanının yer aldığı Doğu Karadeniz Havzası topoğrafik yapısı nedeniyle taşkınlara sık sık maruz kalmıştır. Bu yüzden oluşan taşkınlarda, yerleşimlerin genellikle taşkın alanlarında bulunmasından ötürü birçok ölüm ve yaralanma olayı yaşanmıştır.

Doğu Karadeniz Havzası'nda genellikle her yıl taşkınlar meydana gelmektedir (Şekil 1.8). Kaydedilmiş bu taşkınların tamamında can kaybı, yaralanma ve maddi zararlar oluşmaktadır.

Türkiye’de, her ne kadar daha fazla taşkın afeti meydana gelen havza olsa da, Doğu Karadeniz Havzası’nda yaşanan taşkınların gerek ekonomik, gerek can kaybı açısından boyutu, fiziki ve iklimsel koşulları nedeniyle diğer havzalardan daha fazladır. Doğu Karadeniz’de özellikle son 10 yılda meydana gelen taşkınlar genellikle Trabzon, Rize ve çevresinde yaşanmıştır (Tablo 1.4). Son on yılın taşkınlarına girmeyen ancak bu havzada yaşanan en büyük taşkın afetlerinden biri olan Trabzon Değirmendere ve çevre havzalarında 20 Haziran 1990’da meydana gelen taşkında ise 50 kişi hayatını kaybetmiştir.



Şekil 1.8. Doğu Karadeniz Havzası’nda meydana gelen taşkınların yıllara göre dağılımı (1955–2009)

Tüm taşkınların bilgileri değerlendirildikten sonra, tez çalışmasının uygulama alanı olarak öncelikle Doğu Karadeniz Bölgesi düşünülmüştür. Alt havza olarak bir seçim yapılmadan önce DSİ XXII. Bölge Müdürlüğü’nden üzerinde bol akım gözlem verisi olan ve topoğrafik haritaları mevcut olan alt havza belirlenmesi için görüş istenmiştir. Sonuç olarak kalan iki havzada (Samsun Terme Havzası ile Trabzon Değirmendere Havzası)

yapılan arazi gözlemleri sonucunda, daha fazla risk taşıyan, daha kontrolsüz olan (üzerinde depolamalı taşkın koruma yapısı bulunmayan, vb) ve daha fazla verisi olan Trabzon Değirmendere Havzası çalışma alanı olarak belirlenmiştir.

Tablo 1.4. Doğu Karadeniz Havzası'nda 1998–2011 dönemindeki taşkınlar

No	Taşkın Tarihi	Taşkın Yeri	Can Kaybı
1	07.08.1998	Trabzon, Rize	47
2	04.06.2000	Ordu-Ünye	1
3	14.08.2001	Artvin-Arhavi	1
4	25.10.2001	Artvin-Hopa	1
5	10.11.2001	Rize-Çayeli, Çamlıhemşin	10
6	20.06.2002	Ordu-Refahiye	1
7	23.07.2002	Rize-Merkez, Güneysu, Çayeli	27
8	02.08.2005	Trabzon-Çaykara, Hayrat, Of	9
9	02.08.2005	Rize-İyidere	2
10	21.08.2005	Trabzon, Rize-Çamlıhemşin	4
11	03.10.2005	Rize-Taşlıdere	7
12	07.10.2005	Trabzon-Çaykara, Hayrat, Of	1
13	30.06.2006	Ordu-Ünye	1
14	30.06.2006	Giresun-Keşap	2
15	18.09.2008	Rize-Pazar	2
16	15.07.2009	Ordu-Perşembe	2
17	30.10.2009	Trabzon-Merkez	-
18	27.08.2010	Rize-Gündoğdu	13
		Toplam	131

Değirmendere Havzası'nda en son yaşanan büyük taşkın afeti olan 1990 taşkınında, havza sanayi yapısı, yerleşim yerleri, içme suyu tesisleri, ana ulaşım yolu, köprüler vb. yapılar zarar görmüş ve yıkılmıştır.

1.2.5.7. Değirmendere'de Oluşan Taşkınlar

Dünyanın hemen her bölgesinde değişik sıklıkta ve boyutta görülen taşkın olayları, büyük can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. Ülkemizde de özellikle Akdeniz ve Karadeniz Bölgelerinde etkin olan taşkınlar Ülkemizdeki doğal afetlerin en yaygın olanıdır. İnceleme alanı olarak seçtiğimiz ve Karadeniz Bölgesi sınırları içerisinde kalan Değirmendere Vadisinde taşkın olaylarından çok büyük maddi zararlar oluşmuş ve can

kayıpları meydana gelmiştir. Taşkınların Değirmendere Vadisine verdiği zararlar ve etkileri genel olarak aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

a. Kütle Etkisi: Özellikle Bahar ve yaz aylarında kar erimesi ve aşırı yağın lokal yağışların etkisi ile dik eğimli topoğrafyada toprağa sızamayan kar ve yağmur suları hemen akışa geçmekte, hızla akan suyun etkisi ile taşınan malzemeler çarptığı her şeyi (insan, bitki, hayvan, yol, köprü, bina, fabrika, araba vb.) tamamen yada kısmen tahrip ederek yada yok ederek büyük can ve mal kayıplarına neden olmuştur.

b. Erozyon Etkisi: Değirmendere'nin özellikle Yukarı havzalarından başlamak üzere, aşağı havzalara kadar, havza boyunca her yerde yeni çatlakların ve oyukların oluşması, yatak yamaçlarında çökmelere neden olmuş, özellikle yamaçlarda açılan yolların etkisi ile topuk kaymasına bağlı olarak buralarda yamaç hareketleri hızlanmış, büyük miktardaki toprak ve alüvyondan oluşan gevşek malzeme dere yatağına boşalmıştır.

c. Taşıntı Etkisi: Erozyon etkisi ile dere yataklarında biriken ve gevşek nitelikte olan yamaç malzemesi yağmurlu ve kar erimesinin başladığı zamanlarda akarsu ile birlikte taşınarak havzanın mansap tarafında etkili ve kalıcı zararlar vermiş olup bu zararlar aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır.

(1) Taşınan değişik yüzey malzemelerinin özellikle tarım alanlarını kaplaması ile o alanların doğal yapısı bozulmuş, toprak kalitesini azaltarak verimini düşürmüştür.

(2) Dere yatağı taşıntı malzemesi ile gittikçe tıkanması sonucu taşkın suları kontrolsüz hale gelmiştir.

(3) Vadi içerisinde kurulan Hidroelektrik santralleri işlevlerini sağlıklı olarak yerine getiremez hale geldiğinden, enerji üretiminde düşmeler olmaktadır.

(4) Vadide ulaşımı sağlayan ana arter olan Trabzon-Gümüşhane yolu akarsu yatağına paralel olarak ilerlediğinden taşınan ve yığılan malzemeler nedeniyle sık sık kapanmış ve ulaşım aksamıştır.

(5) Trabzon Şehrinin Arıtma tesisi ve ana isale hattı Değirmendere vadisi içerisinde bulunduğundan su iletim hattı tahrip olmuş, kanalizasyon ve yağmursuyu şebekesi tıkanmış, drenaj sistemlerinde tahrip olmuş, ve akarsuyun denize boşalttığı noktada bulunan Trabzon Limanının giriş ağzında deniz dolmaya başlamıştır.

Günümüzde taşkın tahmini ve taşkından korunma konusunda önemli çalışmalar yapılmasına ve bu konuda belirli bir yol alınmış olmasına rağmen taşkınlar, doğal afetler arasındaki önemini korumaktadır. Taşkın, hala dünyanın gelişmiş ve gelişmekte olan birçok ülkesinde, en fazla zarar veren doğal afetlerin başında gelmektedir.

Özellikle gelişmekte olan ülkeler, Taşkından çok daha fazla etkilenmektedir. Bunun nedeni, Trabzon Değirmendere’de olduğu gibi taşkına karşı daha hassas olan taşkın ovalarının, alçak kıyı alanlarının ve vadi tabanlarının insanlar tarafından yerleşim alanı olarak seçilmesi ve bazı nedenlerle taşkına karşı yeterli önlemlerin alınamamasıdır. Bunda ülkelerdeki hızlı nüfus artışının gerekli teknolojiyi kullanma imkânıyla paralel ilerlememesi bir etkidir [1, 12, 40, 58].

1.2.6. Taşkın Kontrol Yöntemleri

1.2.6.1. Genel Bilgiler

Günümüzde taşkın tahmini ve taşkından korunma konusunda önemli çalışmalar yapılmasına ve bu konuda belirli bir yol alınmış olmasına rağmen taşkın, dünyanın gelişmiş ve gelişmekte olan birçok ülkesinde en fazla zarar veren doğal afetlerin başında gelmektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkeler, taşkından çok daha fazla etkilenmektedirler. Bunun nedeni, hızlı nüfus artışına bağlı olarak düşük gelir düzeyine sahip insanların, diğer yerleşim alanlarına göre daha ucuz fakat taşkına karşı daha hassas olan taşkın ovalarının, alçak kıyı alanlarının ve vadi tabanlarının yerleşim alanı olarak seçilmesidir.

Taşkın gibi hidro-meteorolojik tehlikeler ve onların etkileri sonucu oluşacak can ve mal kaybından kaynaklanacak zararları uzun dönemde azaltmak veya ortadan kaldırmak için yapılan ve sürekliliği olan çalışmalara taşkın kontrol tedbirleri denir. Özellikle taşkın kontrolü ile ilgili büyük su kaynakları projelerinin kullanılan devlet sermayesi için ekonomik olduklarının gösterilmesi lazımdır. Başka bir deyişle kazançların (faydanın) maliyetleri belli bir kar oranında aşması gerekmektedir. Bu yüzden taşkın periyodu ve derinliği ile ekonomik zararlar arasında bir ilişki gereklidir. Taşkından dolayı oluşan zararlar belirlenerek, proje öncesi ve proje sonrası durumları için ortalama yıllık zararlar tespit edilebilir. Bu ikisi arasındaki fark (proje öncesi ve sonrası zararlar) proje tarafından önlenen ortalama yıllık zarar veya projenin sağladığı kazançtır.

1.2.6.2. Yapısal Yöntemler

Taşkınlar ile mücadelede, akarsu yatağını düzeltme ve düzenleme, taşkın kontrol setleri ve barajları, taşkın koruma duvarları ve derivasyon kanalları, yağmur suyu drenaj sistemleri vb. gibi mühendislik uygulamalarına yapısal tedbirler denir.

Yapısal tedbirlerden, baraj gibi depolama haznesi büyük biriktirme yapıları; hem sulama, elektrik üretimi, içme suyu temini, rekreasyon, ulaşım vb. için kullanılırken hem de taşkın kontrolü için kullanılabilir. Bazı bağlama yapıları da kapaklı yapıldıklarından, kapakların işletmesi doğru yapıldığı takdirde kısmi taşkın kontrolü için kullanılabilirler. Barajlar planlanırken taşkın öteleme konusu da düşünülür ve buna göre projelendirilirler. Baraj haznelerinde, gelebilecek taşkın riski düşünülerek yeterince hacim, taşkın enerjisini kırmak ve ötelemek için boş bırakılır.

Barajların dolusavakları da kapaklı yapılırsa, taşkın ötelemesi için kapakları da kullanabilmek mümkündür. Bu sayede, kontrollü biçimde taşkınlardan korunma sağlanabilir. Barajlar sadece taşkın değil aynı zamanda katı maddeleri de tutarlar. Katı maddeler, taşkınla birlikte yerleşim yerlerine taşındığında, köprü ve menfez gibi yapıların memba girişinde birikerek, hidrolik geçirimsizlik değerlerinin azalmasına ve taşkın etkisinin artmasına neden olurlar. Taşkın nedenlerinde ele alınan kentleşme, orman ve bitki örtüsünün yok edilmesi gibi aynı zamanda erozyona da yol açan nedenlerden dolayı artan katı madde taşınımının, ancak baraj gibi büyük depolamalı yapılarla önüne geçilebilir.

Seddeler taşkın kontrol eder ve suyun yatağında akmasını sağlar. Bu sayede sedde dışındaki yerleşimleri koruyabilirler. Özellikle bazı yörelerde yatağın her iki tarafındaki seddelerden sonra boş düzlükler bırakılabilir, bu sayede ıslak alan miktarı artırılır ve taşkın korumada daha etkili bir çözüm üretilebilir. Seddelerin en uygun boyutlarının belirlenebilmesi için muhtemel taşkın sularının oluşacağı kotların ve alansal dağılımının belirlenmesi gerekir. Bunun yanı sıra, dar kesitte yüksek bir sedde ile suyun hızının arttığı durumlarda brit, tersip bendi gibi hız kırıcı enine yapılar yapılmalıdır. Ayrıca, seddenin yüksekliği arttıkça, daha düşük kotta kalan yerleşim yerleri yüzey akışı ile yüksek yamaçlardan gelen sular altında kalabilir. Nitekim son yıllarda bu tip su basma olayları ile sık sık karşılaşılmaktadır. Taşkın yataklarında bulunan bu yerleşimlere yapım izni verilmemeli, yapılmış olanlar ise kaldırılmalıdır. Seddelerin yıkılması durumu, özellikle

yerleşim yerlerinde felakete yol açabilir, bu yüzden güvenlik katsayısı yeterli olacak şekilde tasarlanmasına dikkat edilmelidir.

Özellikle sedde ile taşkından koruma yapılan yerlerde temelden sızma etkisini azaltmak için drenaj yapılarının da iyi çalışması gerekmektedir. Bunun yanı sıra taşkın anında gelen debinin azaltılması için belirli bir taşkın debisi yönü çevrilmek suretiyle farklı yönlere gönderilebilir, bu da ancak derivasyon ve/veya yan kanal gibi yapılarla mümkündür.

Bu önlemlerin yanı sıra; sel kapanları, tersip bentleri, brit, anroşman taş dolgu gibi yapısal önlemlerle, taşkın olumsuz etkileri azaltılabilir. Özellikle tersip bentleri ve britler, dere yatağının eğimini azaltarak daha düzenli akım şartlarının oluşmasını sağlarlar. Tersip bentleri ile taşınan katı maddeler tutularak akım şartlarında iyileşme meydana getirilir. Britler ise katı madde taşınımının daha az olduğu doğal yataklı nehirlerde tercih edilir ve suyun enerji hattı eğimini düşürerek yatak tabanında ve kıyı kenarlarında oyulmanın önüne geçilmesi sağlanır. Tersip bentlerinin yükseklikleri zorunlu olmadıkça 2 m'yi aşmamalıdır, bu yüksekliklere ulaştığında düşü havuzu boyutları da çok yüksek çıkacaktır. Britlerde bu yükseklik çok daha az olduğundan katı madde depolama gibi bir işlevi bulunmamaktadır.

Dere yatakları içerisindeki her türlü yapı, muhtemel bir taşkında doğrudan zarar göreceğ olmasının yanı sıra, taşkın yatağının diğer kesimlerinde de akış şartlarını bozarak normal koşullarda beklenmeyen zararlara neden olmaktadır. Açık mecraların kapalı mecralar haline dönüştürülmesi ise her yıl periyodik olarak yapılması gereken bakım-onarım hizmetlerini imkânsız hale getirmektedir. Bunun sonucunda zamanla dolan mecralar şiddetli yağışlarda tıkanıp taşarak daha büyük boyutlarda zarara neden olabilmektedir [10, 58].

1.2.6.3. Yapısal Olmayan Yöntemler

Taşkın etkisi altında kalabilecek alanlardaki, kamulaştırmalar, imar v.b. yasalar, röleasyon ve yeniden iskân, özel kullanım ve yapı izinleri, nehirlere ait sulak alanların geri verilmesi, afet yönetimi, sigorta, bu bölgelerde yaşayan halkın taşkın konusunda bilinçlendirilmesi, erken uyarı gibi tedbirlere yapısal olmayan tedbirler denir.

Yapısal olmayan tedbirlerden en önemlisi taşkın yaşanabilecek yerlerin önceden uyarılmasını sağlayıcı erken uyarı sistemlerinin kurulmasıdır. Bu sistemin kurulabilmesi

için riskli bölgelerin önceden modellenebilmesi ve çeşitli taşkın simülasyonlarının gerçekleştirilmiş olması gerekmektedir. Bu sayede meteorolojik tahminlere göre ne kadar yağış alacağı belli olan bir bölgenin nasıl bir taşkın tehlikesi ile karşı karşıya kalacağı belirlenebilir ve riskli yerleşimler önceden uyarılarak gerekli önlemler alınabilir. Taşkın oluşma süresi daha erken olan yerlerde de bu tür önlemler acilen alınmalı ve uygulanmalıdır. Bu yüzden bir taşkın bilgi sistemi oluşturulmalı ve tek bir koordinasyon merkezinden bu yönetim sağlanmalıdır.

Taşkınlar daha önce de belirtildiği gibi doğa olaylarıdır, önlemleri alınabildiği takdirde afetin boyutu küçültülebilir. Bu konuda en büyük sorumluluk insana düşmektedir. Bilinçsizce taşkın yataklarına yapılan yerleşimlerin önüne geçebilmek için yaptırımlar yanında insanlar, taşkın ve etkileri konusunda eğitilmelidir. Nasıl bir tehlike ile karşı karşıya kalacakları modellerin sonuçları ile görsel olarak ifade edilmelidir. Bu yolla insan taşkın yataklarından çıkarmak daha kolay olacaktır. İnsanların taşkın yataklarındaki evlerini yıkmak başlı başına bir çözüm değildir, onlara yeni oturma alanları oluşturulmalı ve bu yerlere yerleştirilmelilerdir. Böylece daha güvenli yerleşimlere kavuşmuş olacaktırlar. Bu uygulamada en önemli kriter, taşkın alanlarının tespiti olacaktır. Bu tez çalışmasında kullanılan ve en güvenilir olan yöntem, CBS ve hidrolik modellerin uyumu ile hazırlanan simülasyonla taşkın alanlarının tespitidir. Bu yolla farklı senaryolara ait taşkın risk haritaları üretilecek ve yöreye göre en uygulanabilir olan seçenek seçilip taşkın riski taşıyan bölgeler belirlenmiştir. Yapılan teknik çalışmalar sonucu belirlenen riskli bölgelere, yerleşim yeri olabilmesi konusunda izin verebilen bir sistem oldukça, ne yazık ki taşkınlar afet olmaya devam edecektir. Bu konuda, oluşması muhtemel büyük zararlarının önüne geçilmesi için tüm düzenlemeler yapılarak şu an var olan yasal boşluklar ortadan kaldırılmalıdır.

Taşkın riski taşıyan bölgeler 50, 100, 200, 500 yıl gibi farklı yinleme dönemlerine sahip debilere göre belirlenebilir. Ancak her zaman en büyük risklere göre taşkın yatakları belirlenip, bölgenin kullanımını tamamen engellenemez. Bu seçenek ekonomik olarak mümkün değildir. Ekonomik olmadığı için aynı zamanda mühendislik de olmaktan da çıkar. Her havza için uygulanabilir senaryo tespit edildikten sonra taşkın alanı bu haritaya göre boşaltılsa dahi, yine de risk taşıyan yerler bulunacaktır. Bu aşamada önlemlerden biri olarak taşkın sigortalama seçeneği öne çıkacaktır. Taşkın sigortaları şu an kendi başına uygulanan bir yöntem değildir ve başka bir sigorta poliçesi içerisinde geçen bir maddedir. Taşkın sigortası da deprem sigortası gibi zorunlu hale getirilmeli ve riskli bölgelerde acilen

uygulanmalıdır. Halkın eğitiminde taşkın sigortası yaptırma konusu bulunmalı ve uygulaması sağlanmalıdır [10, 58, 59].

1.3. Taşkınlarda Risk Faktörü

1.3.1. Riskin Tanımı ve Çeşitleri

1.3.1.1. Riskin Tanımı

Doğal afetlerin önemli bir kısmı önceden kestirilemediği için, oluşumlarındaki belirsizlikler risk olarak nitelendirilir. Bu açıdan risk, “belirli bir tehlikenin veya olayın meydana gelmesi halinde, insanlara, insan yerleşmelerine ve doğal çevreye, bunların zarar veya hasar görülebilirlikleri ile orantılı olarak verebileceği kayıplar” olarak tanımlanabilir. Daha kısa bir tanımla risk, “kayıp olasılığı” olarak özetlenebilir. Belirsiz bir zamanda mümkünlüğü bilinmekle birlikte ne zaman olacağı tam anlamıyla kestirilemeyen ama gerçekleştiğinde muhakkak olumsuz bir etki bırakacağı kesin olarak bilinen durumların, hali hazırdaki duruma yapacağı etkilerin gerçek olma ihtimalidir.

Afet riski matematiksel olarak; Risk= Tehlike x Değer x Etkilenme oranı, olarak da ifade edebilir. Bu ifadeden de anlaşılacağı üzere, afet riskinin belirlenebilmesi için öncelikle; afete yol açabilecek tehlikelerin yerleri, büyüklükleri, oluş sıklıkları, tekrarlanma süreleri ve etkileyebilecekleri alanların belirlenmesi, etkilenebilecek nüfus, yapı ve alt yapı envanteri ile etkilenme oranlarının bilinmesi gerekmektedir [60].

1.3.1.2. Risk Çeşitleri

Risk kavramının ele alındığı disiplinlerin ilgi alanlarına ya da ilişkilendirildiği konunun çerçevesine göre çeşitli açılardan sınıflanması yapılmıştır. Örneğin;

- Tehlike Türlerine göre (su baskını, deprem, heyelan, sıvılaşma, Tsunami, vb)
- Tehlikeye Maruz Değerlere göre: (insanlar/sabit yatırımlar/diğer değerler)
- Tehlike Etkisine göre: (fiziki zarar, yangın, önlenebilir hizmetler, vb)
- İlgili Mesleklere göre: (yer bilimsel değerlendirmeler, mühendislik hesapları, vb.)
- Tehlikeye Maruz Yerlere göre: (faylar, akarsu yatakları, dik yamaçlar, kıyıları, vb)

- Düzeylerine göre: (ulusal, bölgesel, kentsel, yerel, vb)

Öte yandan risklerin etkili oldukları alan ve bölgelerin büyüklüklerine göre mikromega - makro olarak ölçeklendirildiği ve bu ölçekle denkleştirildiği başka bir sınıflamayı da incelemekte fayda vardır.

Bu sınıflamada bahsi edilen risklerin bireyden topluma, toplumdan ülkeler ölçeğine kadar etkili olabileceği kapsamın sınırları dikkat çekicidir. Risklerin etkili olduğu alanların salt karsılarındaki parametreyle sınırlı kalmasını beklemek yanlış olacaktır.

Çünkü bazen risk olmaktan çıkıp gerçekleşerek etkilediği alanda negatif olaylara sebep olan durumlar başka risklerin varlığını hazırlayabileceği gibi, pasif olarak varlığını sürdüren artçı risklerin de aktif hale gelip birbirlerini tetikleyerek zincirleme reaksiyonlarla etkilerini çok daha arttırarak gerçekleşmelerine neden olabilir.

Bu sınıflandırmaya göre sosyal risk olarak tanımlanmış “savaş” olgusu bireyden topluma, toplumdan devletlerin siyasi otoritelerine kadar, doğal riskler hariç diğer tüm risklerin hemen hepsini etkin hale getirebilecektir. Savaşı yaşayan bir toplumun ekonomik, siyasal, soysal çöküntü içine girebileceği ihtimali burada temel risk olarak görünürken, buzdağının altında duran asıl riskin çevresel risk oluşu gözden kaçmamalıdır. Gelecekte yaşayacak nesillerin sürdürülebilirliğine gölge düşen bir coğrafyaya mahkûm edilebilme ihtimali de sadece bugünün değil, güncelin ötesinde; yarına programlanmış antropojen bir risktir.

Oluşum nedenlerine bakıldığında riskleri iki temel grupta incelemek mümkündür [4, 21, 60]. Yersel Riskler (Doğal Riskler)

- Doğal Yersel Riskler (Gerçek Doğal Riskler)
- Antropojen Yersel Riskler (Yaratılmış Doğal Riskler)
- Yapay Riskler (Doğal Olmayan Riskler)
- Teknik ve Teknolojik Riskler
- Toplumsal ve Ekonomik Riskler
- İdari ve Siyasi Riskler

1.3.1.2.1. Doğal Riskler

Dünyamız kendisi gibi muazzam derecede karmaşık mekanizmalarla donatılmış kozmik bir sistemin yaşayan bir üyesidir. İnsanlık tarihinde büyük kayıplara yol açmış

sayısız doğal olay aslında bizler dünya üzerinde yokken de cereyan etmekteydi. Termodinamik kanunları gereği evrende var olan bir enerji yok olamayacağı gibi hiç bir enerji de yoktan var edilemez. Bu sebeple doğada meydana gelen her olayın açığa çıkardığı enerji, döngüsel bir enerji trafiğinin elemanı olarak depolandığı yerden başka bir konuma hareket etmesiyle kendisine yeni bir kimlik bulacaktır. Evrenin ve onun bir parçası olan yerkürenin milyarlarca yıldır süregelen faaliyetlerinin nedenleri şüphesiz insanlığın varlığıyla ilintili değil, kendi devinimlerinden beslenen bu sonsuz enerjinin yön, şekil ve boyut değiştirmesinden kaynaklanmaktadır.

Yerkürenin doğası gereği gerçekleşen doğal olaylar zaman zaman üzerinde yaşayan canlıların yaşam kalitelerini, hatta hayatlarını tehlikeye sokabilecek şiddette etkilere haiz olabilmektedirler. Hafif bir rüzgâr esintisi de sıradan bir doğa olayı olduğu gibi yerkürenin çekirdeğinde ergimiş halde bulunan binlerce derece sıcaklıktaki magma sıvısının basınçla yüzeye çıkararak püskürmesi de en az ilk örnek kadar sıradandır. Bu iki olay arasındaki fark; birinin yaşam standartlarımıza herhangi bir kısıtlama getirmiyor olması, diğerininse etkili olduğu bölgelerde çevresel hayata büyük bir darbe vurup, gerçekleştiğinde ölümcül tehlikeleri beraberinde getiriyor olmasıdır.

Gerçekleşmesi istenmeyen ve ortaya çıktığında büyük zararlara ve afetlere yol açan deprem, volkanik aktivite, kasırga, taşkın, heyelan gibi doğal olayların gelecekte bilinmeyen herhangi bir zamanda gerçekleşme ihtimali “doğal riskler” olarak adlandırılır. Bir doğa olayının risk olarak nitelendirilebilmesi için gerçekleşme ihtimali olan bölgede insanların direkt ya da dolaylı olarak zarara uğrama ihtimallerinin olması gereklidir. Örneğin ıssız bir bölgede oluşan derin ve şiddetli bir depremin etkilerinin hiçbir şekilde insanlara tehditkâr bir durum oluşturmaması halinde bu olayı doğal bir risk olarak nitelendirmek yanlış olacaktır. Çünkü ortada insanlık adına bir kayıp ve zarara uğrama ihtimali yoktur.

Doğal riskler, gerçek doğal riskler ve oluşturulan doğal riskler adı altında iki başlıkta incelenebilirler [15, 61].

1.3.1.2.2. Yapay Riskler

Sebebi sadece insan olan, bazen istenmeden bazen doğrudan doğruya olması için mücadele edilerek bazense uzun ya da kısa vadede çevre ve canlılar ya da sadece insanlar

için oluşturabileceği zararlı durumlar göz ardı edilerek varlığına müsaade edilen yapılması yaşayan varlıklar ve doğal çevre için sakıncalı durumlar oluşturabilecek olaylardır.

Teknik ve Teknolojik Riskler:

Teknolojinin baş döndürücü bir ivmeyle yükselişine şahit olduğumuz bu yüzyılda hayatı kolaylaştırması ve geçmişte çok daha zor ve zahmetli yapılan birçok işi hipotenüs yollarla kısaltarak, basite indirgeyen teknolojik gelişmelerin şüphesiz insan ve çevre yaşamına yan etkileri de olmaktadır. Bazen ticari kaygılarla bazen uzun vadede sonuç alınabilmesi için çok daha pahalı olan sıcak savaştansa soğuk savaş aktörlerini devreye sokarak uygulanan devlet ve biçimsel olmayan devlet yapılanmalarının girişimleriyle, bazen tamamen istenmeden kazara ortaya çıkan olayların taşıdığı risklerdir.

Bir trafik veya uçak kazası da teknolojik risk sınıfına dâhil edilebileceği gibi ekonomik açıdan çok daha verimli olsun ya da komplo teorilerinde ileri giderek yapılmış bir çözümlemeyle ırkların doğal dengesini bozmak adına DNA'sı değiştirilmiş tarımsal, hayvansal bir ürünü toplumlara tükettirerek gelecek nesillerin doğal yaşam dengesinin bozulabilmesi ihtimali de bu sınıfa dâhil edilebilir. İnternet ortamında işlenebilecek her türlü bilişim suçları, nükleer enerjinin gücüyle gelen güncel ya da geleceği tehdit edebilen riskler, toplumların hızla artan tüketim ihtiyaçlarına cevap verebilmek yahut daha fazla kazanabilmek için sürdürülebilir bir çevrenin giderek imkânsızlaşmasına zemin hazırlayan kontrolsüz endüstriyel üretim tekniklerinin ve daha sayısız örneğin teknik ve teknolojik risklerden kabul edilebilmesi mümkündür.

Toplumsal ve Ekonomik Riskler:

Mikrodan makroya uzanan ölçekte gözlenebilen, toplumların yaşam ortamlarında meydana gelen her türlü istikrarsızlığın sebep olabileceği, kurulu düzen ve dengeleri sarsabilen, hâkim otoritelerin donatılmış oldukları yetki ve egemenliğin sınırlarını zorlayabilen sosyal, kültürel, ekonomik olaylardır. Bunlar sosyal risk kategorisinde incelenebilecek savaşlar, sosyal patlamalar, sivil ayaklanmalar, terörizm, çete hareketleri, suç ve şiddet olayları, bireysel bazda incelendiğinde sağlıkla alakalı olarak; hastalıklar, yaralanma, sakatlık, yaşlılık, ölüm gibi risklerden oluşabildiği gibi ekonomik düzlemde; işsizlik, verimsizlik, ekonomik kriz ve durgunluk, ekonomide istikrarsızlık, hiperenflasyon gibi örnekleri arttırılabilecek toplumsal ve bireysel riskleri bünyesinde barındırırlar.

İdari ve Siyasi Riskler:

Ülke yönetiminin zirvesinden yerel yönetimlerin en alt kademesine kadar uzanan yönetim kademelerinde yaşanan sivil ya da askeri yapılanmalardaki aksamalar, halkın

memnuniyetsizliklerinden beslenen gerginlikler ve çeşitli siyasi çatışmalardan doğan halk hareketlenmeleri, siyasi istikrarsızlık ve yapılan planlamaların uygulamalardaki başarısızlıklar, yasalardaki boşluklardan doğan adaletsizlikler ve gereğince uygulanmayan yasalar, yolsuzluklar, yanlış ya da ülkenin çıkarlarına ters dış odaklarca yönlendirilen yönetim politikaları gibi idari ve siyasi anlamda tehlike potansiyeline sahip her tür istenmeyen durum idari ve siyasi riskler olarak nitelendirilir [5, 62].

1.3.2. Riskin Özellikleri

Riski oluşturan koşulların ne zaman tam anlamıyla sağlanıp riskin gerçekleşmesine sebep olacağı önceden net olarak kestirilemez. Dahası riskin varlığı, olayın muhakkak gerçekleşeceğinin de teminatı değildir; risk asla gerçekleşmeyebilir de. Öyleyse burada riskin özelliklerini sıralarken öncelikle “belirsizlik” kavramından söz etmek doğru olacaktır.

Gelecekte bilinmeyen bir zamanda olup olmayacağı meçhul bir olayın varlığının ortaya çıkma ihtimaline ise riskin ikinci özelliği olan “olasılık” denir. Belirsiz bir zamanda ortaya çıkacağı olasılıklar dâhilinde olan yeni durum eğer bir zarara ve kayba yol açacaksa burada tehlikeli bir durum vardır ki su halde riskin üçüncü özelliği olan “tehlike”yi de anmak gerekir.

Bazen riskler o kadar sık ve önemsizdirler ki gerçekleştiklerinde fark edilemeyebilirler. Önlem alınmayı gerektirir zararlara yol açmayacakları için ihmal de edilebilirler. Öte yandan, hemen hiç bir zaman beklenmeyip ya da insan ömründen daha uzun periyotlarla seyrettiği düşünüldüğü için kendini unutturup beklenmeyen zamanlarda gerçekleşen ve afetlere, büyük maddi ve ölümcül zararlara yol açan riskler de vardır. Öyleyse riskin özelliklerinden bahsedilirken son olarak frekans ve şiddetinden de söz etmek yerinde olacaktır. Bu durumda riskin özellikleri dört maddeyle sıralanabilir [60]:

- Belirsizlik
- Olasılık
- Tehlike
- Frekans ve Şiddet

1.3.2.1. Belirsizlik

Tabiatta meydana gelen tüm olaylar bir sebep-sonuç ilişkisine dayalı olarak gelişir. Hiçbir olay onun meydana gelme koşullarını sağlayan başka durumların varlığı olmaksızın gerçekleşemez. Koşullar hazır olsa bile bazen beklenen olayın gerçekleşmesi beklenen süre zarfında olmaz ya da asla olmaz. Beklenen durumun gerçekleştiği yeni durumdaysa meydana gelen olayların mevcudu nasıl ve ne şekilde etkileyeceği bir takım senaryolarla tahmin edilebilse de tam anlamıyla kestirilemez. Bu ve bunun gibi durumlar varlığı kesinlikle bilinen riskin gerçeğe dönüşme olasılığının farkında olunmasına rağmen geleceği hangi boyutlarda ve etkiyle şekillendirebileceğinin bilinmezliğinden dolayı birçok belirsizlik taşırlar.

Belirsizlik ifade eden bir durum, riski üstlenen özne tarafından, yeterince bilgi sahibi olunamadığı için tam anlamıyla niteliği sınıflandırılmayıp net olarak algılanamayan bir durumdur. Bir olayda risk faktörü arttıkça o olayın sonuçlarının doğurabileceği negatif tesirlerin belirsizliği de aynı oranda artacaktır. Risk ve belirsizlik kişilerin, kurumların, devletlerin kısacası, her ölçekte oluşumun varlığını daha iyi bir konuma getirebilmek ya da geleceğini teminat altında tutabilmek için muhatap oldukları ve gelecekle ilgili planlama kararlarını alırken hesaba katmaları gereken temel faktörlerdendir. Belirsizliğin etkin olduğu bir ortamda karşı karşıya olunan risklere karşı olan duruş, çoğu zaman riski üstlenen birey ya da kurumlar tarafından mevcudu iyileştirmek adına yapılmak istenen girişimcilik ruhunun ana prensiplerinden biri olarak bilinir. Daha iyi bir konuma gelebilme umudu, gidişatına her noktasında müdahale edilemeyen bir ortamda inisiyatif dışı gelişen, beklenen ama umulmayan olayların gelişmesiyle hüsrarla sonuçlanabilecek bir olay örgüsünü doğurabilir. Bu yüzden riskli ortamda alınan ve uygulanan kararların sonuçlarına yönelik yapılan yerinde hazırlıklar karşı karşıya olunan belirsiz durumun istenmeyen etkilerini mümkün mertebe bertaraf edebilme esnekliğine sahip kritik planlama kararlarıyla desteklendiğinde sakınılan durumun riski de minimize edilebilecektir [60, 62].

1.3.2.2. Olasılık

Olasılık, bir durumun olmasının yâda olmamasının matematiksel değeridir. O durumun olabilirlik yüzdesi veya değeri olarak da tanımlanabilir. Olasılık kuramı matematik, bilim, istatistik ve felsefe alanlarında mümkün görünen olayların olabilirliği ve

karmaşık sistemlerin mekanizmasının temelini oluşturan mekanik işlevler hakkında sonuçlar ortaya atmak için çok geniş bir şekilde kullanılmaktadır. Olasılık bir olayın olma veya olmama şansının matematiksel karşılığıdır. İmkânsız olayın ve imkânlı olayın toplamı daima 1 dir [60].

1.3.2.3. Tehlike

Kelime anlamıyla tehlike, zarara yol açabilecek, istenmeyen sakıncalı durum demektir. Riskin niteliklerinden biri olması yani sıra kelime anlamı olarak da ona oldukça yakındır. Gerçekleşmesi ihtimal dâhilinde olan riskin, riske maruz kalması muhtemel objeyi tehdit ettiği potansiyel durum “tehlikedir”. Risk ise tehlikenin sonucudur. Tehlikenin gerçekleşme olasılığı kesin ise “olasılık=1”dir ki bu riskin varlığını işaret eder. Eğer asla gerçekleşmeyecekse ya da zaten gerçekleşmişse su halde risk hiç var olmamış ya da ortadan kalkmıştır ve “olasılık=0”dır [60].

1.3.2.4. Frekans ve Şiddet

Frekans bir olayın birim zaman içerisinde meydana gelişlerinin tekrarlanma sıklığıdır. Risk faktörü içinse frekans, ele alınan riskli durumun hangi periyotlarla gerçekleşmekte olduğunun, kendisini hangi zaman aralıklarında gösterdiğinin ölçüsüdür. Frekansaraştırılan risk türünün etkili olduğu alanda hangi sıklıklarla kendini gösterdiği bilgisine ulaşabilmek için ortalama tekrarlanma sürelerini kapsayacak geniş bir veri kümesin sahip olunmalıdır. Belirlenen zaman aralıklarında yapılan istatistikî ölçüm ve analizlerle riskin ortaya çıkma dönemleri saptanarak geleceğe yönelik bir modelleme yapmak ve riske karşı yapılacak planlama çalışmalarında bu veri kümelerinden istifade edilerek sonuca etki edecek en doğru kararları vermek mümkün olacaktır.

Şiddet ise ele alınan risk türünün etkili olduğu alanda hangi boyutlarda zararlara yol açtığı, sebep olması beklenen kayıpların ağırlığının ölçüsüdür. Riskin frekansı yani gerçekleşme sıklığı çok yüksek ve şiddeti de çok düşükse yol açtığı kayıplar göz ardı edilebilecek kadar önemsizdirler. Bu durumda çoğu zaman fark edilemeyen veya fark edilse bile engellenmesi ekonomik değer taşımayan riskler ihmal edilebilirler. Çünkü bunları engellemek için harcanacak zaman, işgücü, ekonomik harcamaların geri dönüşü

olmayacaktır. Frekansı daha düşük, buna karşın şiddeti artmakta olan risklerle, riske edilen ya da varlığı üzerinde risk bulunan kıymetlerin değer miktarına göre yapılacak analiz ve hesaplarla alınacak önlemler için harcanacak kıymetlerin ekonomik kıyaslaması yapıldığında riskin sonuçlarındaki kayıplar, gözden çıkarılan miktarları aşıyorsa artık risk ciddiye alınmalıdır [5, 60, 61].

1.3.3. Risk Analizi

Görünmeyen, nereden, ne zaman, hangi koşullarda ve büyüklükte oluşup hangi zararlara yol açacağı konusunda fikir sahibi olunamayan tehlikeye karşı tedbir almak imkânsızdır. Burada öncelikle gerekli olan yaklaşım; riskin belirsizlik yönüne vurulacak ilk darbe olan, karanlık noktaları aydınlatarak tehlikeyi, boyutlarının limitlerini, oluşabilme periyotlarını, onu yaratan sebepleri tanımlamak olmalıdır ki belirsiz olan durumla girişilecek mücadelede en doğru yönde hareket edilebilinsin. Risk yönetiminde takip edilecek süreç, risklerle, bu riskler sonucu ortaya çıkması muhtemel olumsuzlukların değerlendirilmesinde ve planlama aşamalarında adım adım alınan kararların riskleri minimize ederken, hâlihazırda var olmayıp yanlış karar ve önlemler sonucu yeni risklerin doğurulmasına engel olacak şekilde kurulacak sistemi oluşturmayı hedeflemelidir. İyi bir planlama için doğru ve kapsamlı risk analizi şarttır.

İlk adım olarak risklerin odak noktalarına inerek bunları değerlendirmek, kaynaklarını bulmak ve riskten sakınılan kıymetlerin saptanması gereklidir. Riskin sözü konusu olduğu bölgenin sınırları çizilerek hangi risklerden ne şekilde etkilenebileceği ve hangi kıymetlerin (bunlar üzerinde tasarruf edilmiş kamusal, özel, ticari, askeri, sivil yapı, arazi, tarla, maden ocağı, turistik bölge, sit alanı, futbol sahası, hastane, okul, termik santral vs olabileceği gibi üzerinde çalışma yapılan bölgede yaşamakta ya da oradan riskin gerçekleşebileceği anda geçmekte olan insan, ekonomik değeri olan menkul canlılar vs. olabilir) ne gibi zararlara uğrayabileceği anlaşılmalıdır.

İkinci adımda, riskle olacak bu mücadelede amaçların, sınırlarının düzgün ve yerli yerinde çizilmesi gelir. Neyi koruyacağız, neden koruyacağız, nasıl ve hangi önlemleri alıp, hangi yöntemleri kullanarak koruyacağız, tüm bunları yaparken hangi sırayı takip edeceğiz gibi soruların cevapları verilmelidir. Riske gerçekleştiği noktada en etkili karşılığı verebilmek için doğru stratejiyle kurgulanmış uygulamaların, planlama aşamalarında birbirini destekler nitelikte olmaları şarttır. Bir sonrakinin uygulanabilirliğinin zeminini

hazırlamayan yanlış bir planlama evresi, ileride geri dönüşümü yüksek maliyetleri gerektiren ya da asla döndürülemeyecek zararlara neden olan olumsuz sonuçlar getirebilecektir [2, 60–63].

1.4. Zarar Görebilirlik Kavramı ve Çeşitleri

1.4.1. Zarar Görebilirlik Kavramı

Afet planlaması veya yönetimde tanımı oldukça karmaşık bir kavram olan zarar görebilirlik en genel ifadeyle “ bir toplumun, bir yapının veya hizmetin, tehlike oluştuğunda görebileceği hasar veya zararın ölçüsü” olarak tanımlanabilir. Başka bir deyişle, zarar görebilirlik; “tehlikeye maruz olan bir unsurun ya da unsurlar grubunun (insan, yapı, yerleşme birimi, kent, çevre, sosyo-ekonomik düzen gibi) tehlikenin meydana gelmesi halinde, görebileceği, fiziksel, sosyal, ekonomik ve çevresel kayıp ve zararların ölçüsü” olarak da tanımlanabilir. Daha genel bir tanımla da zarar görebilirlik; “bir insanın ya da sosyal grubun herhangi bir tehlikenin etkilerini tahmin etme, olası zararlarını azaltma, meydana gelmesi halinde sonuçlarına karşı dirençli olma ve etkileri ile baş edebilme ve yaşamı normal hale döndürme konularındaki kapasite eksikliği ” olarak da tanımlanmaktadır.

Zarar görebilirlik kavramı, toplulukların ekonomik, sosyal ve fiziksel olarak yaşamlarını düzenlerken doğal afetler sonucu karşılaşabilecekleri olumsuzluklarda, güncel hayatlarını devam ettirebilme, geçimlerini sağlama imkanları ile kapasitelerinin ne düzeyde olduğu gibi faktörleri içermektedir.

Geçmişte yaşanan afetlerde, fakirlikle fiziksel ve sosyal zarar görebilirlikler arasında doğrudan bir ilişki olduğu görülmüş ve toplulukların eğitim ve gelir düzeyi düşük kesimlerinin arsa değeri ucuz fakat doğal ve teknolojik tehlikelere daha açık olan dere yatakları, heyelana müsait yamaçlar, statik yönden daha dayanaksız konutlarda yaşamak zorunda kaldıkları ve bu nedenlerle de afetlerden daha çok etkilendikleri sonucuna varılmıştır.

Ülke veya bölge ekonomisi açısından ise, doğal olarak gelişmiş bölgelerde meydana gelen afetlerin doğrudan, dolaylı ve ikincil kayıpları çok büyük olabilmekte ve özellikle gelişmekte olan ülkelerde ülkenin tamamını etkileyebilmektedir.

Yukarıda açıklandığı üzere bir tehlikenin oluşması halinde insan toplulukları veya insan eliyle oluşturulmuş fiziksel, sosyal ve ekonomik sistemler üzerinde meydana getirilebileceği hasar ve zararların tümü kolaylıkla ölçülebilir veya sayısal hale getirilebilir ölçekte değildir. Tablo 1.5'te ölçülebilir veya ölçülmesi olanaksız olan zarar görebilir unsurlar özetlenmiştir [8, 64].

Tablo 1.5. Zarar görebilir unsurlar

Tehlike Türü	Zarar Görebilir Unsurlar	
	Ölçülebilir	Ölçülmesi Olanaksız
Taşkın	– Yapılar, içinde yaşayan insanlar ve eşyalar, – Fiziksel alt yapılar, fabrikalar, araç, gereç ve ekipmanlar, stoklar, tarım ürünleri vb.	Soysal bütünlük, toplumsal yapı, yönetim yeteneği ve boşluğu, gelenek ve kültürel değer bozulmaları, psikolojik zarar ve kayıplar, tarihi ve kültürel değerler.

Zarar görebilirliğin sayısal olarak ölçülemediği hallerde genellikle çok yüksek, yüksek, orta düzeyde, düşük gibi sayısal olmayan değerlendirmeler yapılmaktadır.

Afetin tanımında da belirtildiği gibi, afet bir olay veya tehlikenin kendisi değil yol açtığı kayıplar, yani olumsuz sonuçlardır. Dolayısıyla afeti aşağıdaki basit formülle ifade etmek mümkündür [65].

$$\text{Afet} = \text{Tehlike} \times \text{Zarar Görebilirlik} \quad (1.3)$$

Bu formülden de anlaşıldığı üzere, tehlike ne kadar büyük olursa olsun, zarar görebilirlik küçükse, yani toplumun tehlikeyi belirleme, olası zararlarını önleme veya azaltma, başa çıkma, yaşamı süratle normale döndürme kapasitesi yüksek ise afet o kadar küçük boyutta olacaktır.

Aksine tehlike küçük de olsa, zarar görebilirlik yani toplumun tehlikeyi belirleme, zararlarını azaltma ve başa çıkma kapasitesi yetersiz ise, afetin yol açtığı kayıp ve zararlar yine de büyük olacak ve küçük bir tehlike büyük bir afet sonucunu doğuracaktır.

1.4.2. Zarar Görebilirlik Çeşitleri

1.4.2.1. Fiziksel Zarar Görebilirlik

Fiziksel zarar görebilirlik kavramı, insan eliyle oluşturulmuş yapı, alt yapı, çevre, tarım, sanayi, üretim vb. gibi fiziksel unsurların zarar görebilirlikleri ile insan topluluklarının fiziksel kapasitelerine bağlı olarak değişmektedir. Ölçülebilirlik veya sayısal hale getirilmesi mümkündür. Fiziksel zarar görebilirliği: Belirli bir bölgede, belirli bir büyüklükte bir tehlikenin meydana gelmesi halinde bir varlığın veya varlıklar grubunun hasar derecesi olarak tanımlamak ve 0 ile 1 arasında değişen bir sayı ile ölçülebilir hale getirmek mümkündür. Burada “0” hiç zarar görmeme halini, “1” ise tamamen zarar görme halini ifade etmektedir. Bina, yapı, alt yapı vb. gibi fiziksel varlıkların zarar görebilirliği mühendislikte hasar görebilirlik veya kırılma terimleri ile de ifade edilmekte ve geçmişte yaşanan afet olaylarının doğurduğu sonuçlar dikkate alınarak çeşitli yapı türleri için ampirik veya teorik hasar görebilirlik fonksiyonları elde edilmekte ve bu fonksiyonlar gelecekte olabilecek olaylarda beklenen fiziksel hasar ve kayıpların tahmininde kullanılmaktadır [14].

1.4.2.2. Sosyal Zarar Görebilirlik

Bu kavram, toplumların nüfus yoğunluğu, yaş ve cinsiyet dağılımları, bilgi, bilinç ve eğitim düzeyleri, ekonomik durumları, yaşam standartları gibi değişkenlere bağlı olarak afetler karşısındaki dirençsizliklerini ve yetersizliklerini ifade etmektedir. Ölçülebilmesi ve sayılaştırılması güç ve hatta imkânsızdır. Ancak fiziksel zarar görebilirlik düzeyinin ve başa çıkma kapasitelerinin sosyal gruplar arasında farklılık göstermesi ve geçmişte yaşanan afet olaylarının analizinde, yaşlıların, çocukların, özürlerin ve bayanların olaylardan daha çok etkilendiklerinin ve başa çıkma kapasitelerinin daha az olduğunun görülmesi, bu tür bir zarar görebilirlik tanımına ihtiyaç göstermiştir. Afet terminolojisinde sosyal zarar görebilirlik, kişi, grup, kurum veya toplumların afet risklerine karşı hazırlıklı olma, olası etkilerini önleme veya azaltma ve risklerin gerçekleşmesi halinde ise zamanında, hızlı ve etkili müdahale ve iyileştirme kapasitelerini ifade edebilmek için kullanılmaktadır.

1.4.2.3. Ekonomik Zarar Görebilirlik

Bu kavram, toplulukların ekonomik olarak yaşamlarını nasıl düzenledikleri, geçimlerini sağlama imkanları ile kapasitelerinin ne düzeyde olduğu gibi faktörleri içermektedir.

Geçmişte yaşanan afetlerde, fakirlikle fiziksel ve sosyal zarar görebilirlikler arasında doğrudan bir ilişki olduğu görülmüş ve toplulukların eğitim ve gelir düzeyi düşük kesimlerinin doğal ve teknolojik tehlikelere daha açık olan dere yatakları, heyelana müsait yamaçlar, depremlere daha dayanaksız konutlarda yaşadıkları ve bu nedenle de afetlerden daha çok etkilendikleri sonucuna varılmıştır.

Ekonomik zarar görebilirlik;

- Sosyo-ekonomik statü,
- Kaynak ve hizmetlere ulaşım,
- Araştırma ve geliştirme çalışmaları,
- Yoksulluk vb. unsurlarla doğrudan ilgilidir.

Geçmişte yaşanan afetler incelendiğinde ekonomik zarar görebilirliğin fiziksel zarar görebilirlik ile doğrudan ilişkili olduğu görülmektedir. Toplumun gelir düzeyi düşük olan kesiminin heyelan bölgelerinde, dere yataklarında, depreme dayanıksız konutlarda yaşadığı göz önünde bulundurulduğunda bu kesimin afetlerden daha fazla etkilendiği belirlenmiştir. Gelir düzeyi yüksek olan kesimin ise afetlerle başa çıkma kapasitesi gelir düzeyi düşük olan kesime göre daha yüksektir. Ancak şurası muhakkak ki gelir düzeyi yüksek sosyal grupların, her tür hizmetten yararlanma ve başa çıkma kapasiteleri her durumda gelir düzeyi düşük gruplardan daha fazladır.

Ülke veya bölge ekonomisi açısından ise, doğal olarak gelişmiş bölgelerde meydana gelen afetlerin doğrudan, dolaylı ve ikincil kayıpları çok büyük olabilmekte ve özellikle gelişmekte olan ülkelerde ülkenin tamamını etkileyebilmektedir.

Yukarıda açıklandığı üzere bir tehlikenin oluşması halinde insan toplulukları veya insan eliyle oluşturulmuş fiziksel, sosyal ve ekonomik sistemler üzerinde meydana getirilebileceği hasar ve zararların tümü kolaylıkla ölçülebilir veya sayısal hale getirilebilir ölçekte değildir [66].

1.5. Taşkın Zarar ve Risk Haritaları

Taşkın zarar haritaları, üç farklı senaryoya göre hazırlanacak ve taşkın olabilecek coğrafi bölgeleri kapsayacaktır. Bu senaryolar;

- Düşük olasılıklı, olağandışı taşkınlar,
- Orta olasılıklı taşkınlar (olası tekrarlanma dönemi >100 yıl) ve
- Uygun görülen yerlerdeki yüksek olasılıklı taşkınlardır [67].

Her bir senaryo için fiziksel taşkın büyüklüğü, su derinliği veya su seviyesi ve mümkün olduğu durumlarda akım hızı ya da o noktadaki debi taşkın zarar haritalarında gösterilecektir.

Taşkın risk haritaları ise aşağıda yer alan hususlar çerçevesinde Avrupa Parlamentosu Direktifi'nin 3. maddesinde atıfta bulunulan taşkın senaryoları ile ilgili aşağıdaki şekilde ifade edilen potansiyel olumsuz sonuçları gösterecektir.

- Potansiyel olarak etkilenecek nüfus
- Potansiyel olarak etkilenecek bölgenin ekonomik faaliyet türü

Yüksek miktarda sediment taşıyan taşkınlar ve bu sedimentin biriktiği alanların gösterilmesi ve diğer önemli kirletici kaynaklarıyla ilgili bilgiler gibi Avrupa Birliği'ne üye devletlerin faydalı olacağını düşündükleri diğer bilgiler

Bununla birlikte, Avrupa Birliği'ne üye devletler korumanın yeterli seviyede uygulandığı kıyı bölgeleri ile yeraltı suyu kaynaklarından oluşan taşkınlara maruz alanlar için taşkın zarar haritaları hazırlanmasının, Direktif'in üçüncü maddesinde belirlenen senaryolardan düşük olasılıklı taşkınlar ile sınırlandırılmasına karar verebilir [67].

1.6. Havza, Afet ve Taşkın Yönetimi

Bu bölümde ilk olarak havza ve havza yönetimi konusu tanıtılmakta, daha sonra ise afet yönetimi hakkında kısa bilgi verilmektedir. Son bölümde ise, taşkın yönetimi konusu irdelenmekte ve son yıllarda sıkça kullanılmakta olan bir taşkın yönetim modeli (EBDET) açıklanmaktadır.

1.6.1. Havza Yönetimi

Havza kavramı, birçok farklı bilim dalı tarafından kullanılmakta ve her bilim dalı kendi bakış açısına göre farklı tanımlar geliştirmiştir. Havza kavramı, en genel haliyle “dağ veya tepelerle sınırlanmış, suları aynı yüzeysel suya (deniz, göl, baraj gölü) akan kara parçası” şeklinde tanımlanmaktadır. Akarsu havzası, bir akarsu ve onun kollarının drenaj alanlarının oluşturduğu alan olarak tanımlanmakta, bu alan içindeki tüm unsurlar birbirine bağlı bir sistem oluşturmakta ve aynı zamanda hidrolojik döngünün (çevrim) de bir parçası olmaktadır. Havza, doğal sınırları içinde, iklim, jeoloji, topoğrafya, topraklar, flora ve faunanın havza suları ile etkileşim içinde olduğu, bu faktörlerden herhangi birinde doğal olarak ya da insan etkisiyle meydana gelecek bir değişikliğin, diğer faktörleri ve havzanın tümünü etkilediği bir birim oluşturmaktadır. Akarsu havzası fiziksel bir birim olarak, iklim ve bitki bölgeleri gibi diğer doğal bölgelerle de bütünlük göstermektedir. Bu özellikleri ile havza, doğal sınırları içinde bir ekosistem oluşturmaktadır.

Sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesinde en uygun ölçek olarak havzaların planlaması ve yönetimi konuları önem kazanır. Havza kısaca, tüm doğal kaynakları içinde barındıran bir arazi parçası olarak düşünüldüğünde, havza yönetimi; tüm kaynakların bütünlük içinde korunmasını sağlayan yönetim kavramıdır. Başka bir ifade ile havza yönetimi, bir havza sınırı içerisinde kalan toprak, su, bitki örtüsü varlığı ile bunları etkileyen bir faktör olarak da insan faaliyetlerinin ele alındığı bir doğal kaynak yönetimidir.

İnsanoğlu faaliyetleri sonucu ekolojik dengeyi bozmakta ve doğal kaynakların üretkenliğini, ekolojik sistemlerin sağlığını ve verimliliğini tehlikeye sokmaktadır. İnsanın gelişimi ve neslini sürdürebilmesi için ana unsurlardan biri olan su kaynakları tarafından sağlanan değerler, yine insan tarafından kurulan sosyoekonomik sistem tarafından etkilenen ve adeta yok edilmeye çalışılan değerlere dönüşmüştür. Eğer su kaynaklarının halen insanların gereksinimlerini sürekli karşılaması (sürdürülebilirliği) isteniyorsa, uzun dönemli koruma–kullanma dengesiyle bütünleştirilmiş bir yönetim yaklaşımı tanımlanmalı ve geliştirilmelidir. Bu sürdürülebilir yönetim yaklaşımı sadece kullanma ve büyümeyi değil, mal ve hizmetlerin temini için doğal kaynakların sınırlarını ve kısıtlamalarını da mutlak göz önüne almalıdır.

Havza yönetimi, bir su toplama havzasında, ekolojinin temel esasları dikkate alınarak, toplumun sosyal, kültürel ve ekonomik kalkınmasını sağlayacak şekilde doğal

kaynakların sürdürülebilir kullanımının planlanması, geliştirilmesi ve yönetilmesidir. Bir başka açıdan, havza yönetimine, su, toprak, bitki örtüsü ve hayvan varlığı ile insan kaynaklarını değerlendirme, yeni kaynaklar bulup geliştirme, doğal kaynaklarla insanlar arasında sağlıklı ilişkiler kurma, mevcut kaynakların sürekliliğini sağlama amacıyla planlama, projelendirme ve uygulama sanatıdır. Havza yönetiminin bu geniş kapsamı, onu ‘havzanın geliştirilmesi, ‘havza toplumunun kalkındırılması’ ve ‘kırsal kalkınma’ kavramları ile özdeş hale getirmektedir.

1.6.2. Afet Yönetimi

Afetler, toplumları ekonomik, yaralanmalı, ölümcül zararlara uğratabilen geniş çaplı felaketlerdir. Yanlış, eksik risk yönetimi politikaları, hazırlıksız, plansız yerleşim ve yapılaşmalar, afetlerin etki alan ve seviyelerini olumsuz yönde etkileyebileceği gibi daha hafif atlatılabilecek olayların da afete dönüşmelerine neden olabilir. Gelişmekte ya da başka bir deyişle geri kalmış, gelişimini tamamlayamamış ülkelerde yaşanan doğal afetlerden etkilenmeler, gelişim süreçlerini tamamlamış veya çağının yüksek standartlarını yakalamış medeniyetlerinkinden çok daha fazladır. Bu anlamda afetlerin etkilerinin minimize edilebilmesi; afet öncesi yapılan çalışmalar ve sonrası yapılan müdahalelerin başarısı riske ve afete maruz kalan toplumların plansal, ekonomik, eğitimsel, teknolojik ölçekteki beceri ve gelişmişliği ile yakından ilgilidir. Afet kelimesi çeşitli yaklaşım ve analiz metotlarına göre değişik tanım ve anlamları içerebilir. En temel tanımıyla afet, meydana geldiği yerde hayati felç eden, canlıların toplu ölümlerine ve yaralanmalarına sebep olan bazen yerleşim yerlerini coğrafi haritadan silebilen; deprem, taşkın, kasırga, hortum, yanardağ patlaması, Tsunami, kuraklık yangın gibi varlığına engel olunamayan olaylardır.

Afet, birçok kurum ve kuruluşun koordineli bir biçimde görev almasını gerektiren ve insan hakları için fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplar meydana getiren, normal yaşamı ve insan aktivitelerini durdurarak veya kesintiye uğratarak toplumları veya insan topluluklarını etkileyen doğal, teknolojik ve insan kökenli olaylara denilmektedir. Bu olaylar içinde deprem, sel-taşkın, volkan püskürmeleri gibi doğanın normal bir işlevi olarak gerçekleşenler “doğal tehlike” olarak nitelendirilir ve “afet” niteliğini kazanması için insan can ve malının kaybına neden olması gerekir

Afetin büyüklüğü genel olarak bir olayın meydana getirdiği can kayıpları, yaralanmalar, yapısal hasarlar ve yol açtığı sosyal ve ekonomik kayıplarla ölçülmektedir. Bu değişik kavramlar içerisinde en kutsalı ve en önemlisi insan canı olduğu için kamuoyunda afetin büyüklüğünü yol açtığı can kaybı ve yaralanmaların büyüklüğü ile değerlendirme eğilimi vardır [68].

1.6.3. Taşkın Yönetimi

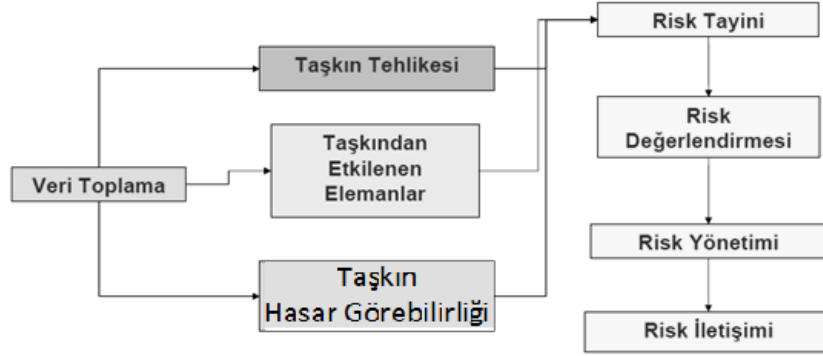
1.6.3.1. Giriş

Taşkınlar; akarsu taşkınları, dağlık alan taşkınları, kıyı ve şehir taşkınları gibi alt başlıklarda toplanabilir. Türkiye için en sık görülen ve en etkili türü akarsu taşkınlarıdır. Taşkın; bir yataktaki mevcut su miktarının, havzaya normalden fazla düşen yağmur ve/veya kar erimesinden dolayı hızla artması ile yatak çevresinde yaşayan canlılara, arazilere, mal ve mülke zarar vermesi olayıdır. Bir yatakta debi normalinden fazla artarsa su artık nehir yatağına sığmayacak ve yandaki düzlüklere taşacaktır. Bu alanlarda bulunan mevcut yapılar sular altında kalacak ve önemli ölçüde can ve mal kaybına neden olacaktır.

Ülkemizde taşkınlar, depremlerden sonra en büyük can ve mal kaybına neden olan doğal afetlerdir. Taşkın afetlerini yalnızca meteorolojik oluşumlara bağlı olarak ifade etmek mümkün değildir. Özellikle Türkiye gibi ekonomik gelişme faaliyetinin yoğun bir biçimde devam ettiği ülkelerde, sanayileşme ve sektör çeşitliliğinin beraberinde getirdiği kentleşme aktivitesi, akarsu havzalarının muhtelif kesimlerindeki insan faaliyetinin çeşitliliğini ve yoğunluğunu da büyük ölçüde arttırmaktadır. Bu durum ise havza bütünündeki hidrolojik dengeyi bozmakta ve sonuçta büyük miktarda can ve mal kaybına yol açan taşkın afetleri yaşanmaktadır. Akarsu havzaları içinde büyüyen yerleşimler, açılan yeni yollar ve kurulan yeni tesisler ile arazi yapısı değişmekte, elverişsiz tarım yöntemleri ile topraklar daha yoğun bir şekilde kullanılmakta, ormanlar ve meralar tahrip edilmekte, tüm bu koşullarda taşkın afetleri giderek daha büyük ve sık olarak görülmektedir. Dünya genelinde, afetlerden korunma stratejisi kapsamında afete dönüşmeden önlemlerin alınmasına olanak sağlayacak afetlere karşı risk yönetimi çalışmalarına geçilmektedir. Yine de bu yaklaşımdaki başarı, gelişmiş koruma ve uyarı sistemleri ile daha iyi afet acil durum planlaması, vb. afet yönetim çalışmalarının bir arada yürütülmesine bağlıdır.

Doğal afet olarak nitelendirilen doğa olayları, genelde doğanın iç dengelerini yeniden düzenlemesine yönelik döngünün doğal sonuçları olup, insan topluluklarının bu döngüden zarar görmesi durumunda doğal afet olarak adlandırılmaktadırlar. Ülkemizde taşkınlar, depremlerden sonra en büyük can ve mal kaybına neden olan doğal afetlerdir. Taşkın afetlerini yalnızca meteorolojik oluşumlara bağlı olarak ifade etmek mümkün değildir. Özellikle Türkiye gibi ekonomik gelişme faaliyetinin yoğun bir biçimde devam ettiği ülkelerde, sanayileşme ve sektör çeşitliliğinin beraberinde getirdiği kentleşme aktivitesi, akarsu havzalarının muhtelif kesimlerindeki insan faaliyetinin çeşitliliğini ve yoğunluğunu da büyük ölçüde arttırmaktadır. Bu durum ise havza bütünündeki hidrolojik dengeyi bozmakta ve sonuçta büyük miktarda can ve mal kaybına yol açan taşkın afetleri yaşanmaktadır.

Taşkın yönetiminin aşamaları şunlardır (Şekil 1.9.):



Şekil 1.9. Taşkın yönetiminin aşamaları

- Muhtemel taşkın tehlikesinin büyüklüğünün tahmin edilmesi,
- Taşkınların olası sonuçlarının tahmini,
- İnsan kaybının tahmini,
- Hasar olma ihtimalinin (risk) tahmini ve değerlendirilmesi,
- Riskin ve etkilerinin azaltılması için yapılabileceklerin incelenmesi.

Akarsu havzaları içinde büyüyen yerleşimler, açılan yeni yollar ve kurulan yeni tesisler ile arazi yapısı değişmekte, elverişsiz tarım yöntemleri ile topraklar daha yoğun bir şekilde kullanılmakta, ormanlar ve meralar tahrip edilmekte, tüm bu koşullarda taşkın

afetleri giderek daha büyük ve sık olarak görülmektedir. Dünya genelinde, afetlerden korunma stratejisi kapsamında afete dönüşmeden önlemlerin alınmasına olanak sağlayacak afetlere karşı risk yönetimi çalışmalarına geçilmektedir. Yine de bu yaklaşımdaki başarı, gelişmiş koruma ve tahminindeki belirsizliklere yol açmaktadır. Küresel iklim değişimi, arazi kullanımındaki değişimler gibi birçok faktör taşkın riskinin gelecekte nasıl olacağını ve bu risklerin ne kadar iyi yönetilebileceğini etkileyecektir. Sistematik bir süreç olan risk yönetimi; riskin tanımlanması, risk analizi ve risk miktarının belirlenmesinden oluşur [68, 69].

Olası bir taşkında can ve mal kaybını en aza indirmek ve taşkın olumsuz etkilerinin azaltılması için yapılması gereken çalışmalar taşkın alanlarındaki risk yönetimi ile gerçekleştirilebilmektedir. Risk yönetimi çalışmalarında tehlike ve riskler belirlenmekte, risk senaryoları hazırlanmakta, korunma ve zarar azaltma önlemleri seçilmekte, sonuçlar güncel haritalar ve grafiklerle ortaya konmakta, kullanılabilir kaynak ve imkânlar belirlenmekte, afetten korunma ve afet müdahalesi için en uygun seçenek ve öncelikler hakkında kararlar elenip uygulamaya geçilmektedir.

Taşkın afetinin etkileri, sivil-insan yerleşimli sahadaki ekonomik gelişmişliğe, toprağa yapılan basınca ve nüfus yoğunluğuna bağlı olarak artmaktadır. Kentleşme, bölgenin hidrolojik karakteristiklerini değiştirdiği için taşkın büyüklüğünü ve sıklığını arttırmaktadır. Bu yüzden özellikle taşkın olması muhtemel sahalarda etkin taşkın yönetim stratejisine ihtiyaç artmaktadır.

Afet riski azaltma kaynaklarının çoğunlukla diğer kamu öncelikleriyle rekabet ettiği gelişmekte olan ülkelerde, afete yapısal tedbirlerle hazırlıklı olma, zarar azaltma, kaynak yaratma, rekabet gibi tedbirler vasıtasıyla afetlere hazırlık, masraflı ve mücadelesi zor bir olaydır. Bu tür ülkelerde uygulanacak çözümler sosyal, çevresel ve politik olarak kabul edilebilir olduğu kadar çok daha uygun maliyetli olmalıdır.

1.6.3.2. Taşkın Yönetimine Bütünleşik Yaklaşım

Taşkın yönetiminde geleneksel yaklaşım, taşkın esnasında bireyler ve toplum üzerindeki taşkın etkilerini azaltmaya yönelik olarak nehir-havza eksenli program ve planlara dayanmaktaydı. Bu geleneksel programlar çoğunlukla yapısal önlemler ile ilgilenir ve bazı ıslah çalışmalarını da kapsardı; ancak, bir taşkın koruma tesisinin sınırları içinde kalabilecek bir kentsel çevrenin özelliklerini tamamen kapsamazdı. Geleneksel

metot çoğunlukla; barajlar, biriktirme havuzları, bentler, taşkın duvarları, taşkın saptırma kanalları ve arazi düzenleme çalışmaları gibi önlemlere odaklanmaktaydı. Taşkın yönetimine modern yaklaşım ise, taşkın problemine, yapısal olan ve olmayan önlemler arasından seçilen, mevcut taşkın yönetimi seçeneklerinden en iyisini oluşturmayı öngörmektedir.

Birleşmiş Milletler ve Avrupa Ekonomik Komisyonu'nun (UN/ECE) Sürdürülebilir Taşkın Önleme Rehberi'nde (2000) aşağıdaki öneriler sunulmaktadır [68]:

- Potansiyel hasarı azaltmak için, kamuoyu ve ilgili birimler yakın ilişki kurmalıdır.
- Taşkın, su yollarının hidrolojik rejiminin doğal bir parçası olduğu konusunda ilgili birimlerce halka bilgi verilmeli, böylece, olası zararları azaltmak için, taşkın riski bulunan alanlarda kullanımı kısıtlamanın bir ihtiyaç olduğu kamuoyuna anlatılmalıdır.
- Kamuoyu, kendi taşkın önleme tedbirlerini almak ve taşkın olayları sırasında nasıl hareket edileceği hususlarında teşvik edilmelidir.
- Sonuç olarak, taşkın önleme ve koruma aşamalarında halkın katılımı sağlanmalıdır. Bu katılım, hem alınacak kararların kalite ve uygulanabilirliğini artıracak ve hem de halkın kaygılarını açıklamasına ve bu kaygılara karşı kamunun alabileceği önlemlerin tartışılmasına fırsat verecektir.

1.6.3.3. Taşkın Problemine Sistemik Yaklaşım

Taşkın problemine sistemik yaklaşım (sistemler yaklaşımı), taşkın olayının bütün yönleriyle incelenmesine ve en etkin müdahalelerin yapılmasına imkân tanır. Bu yaklaşımın esası; bir sistemin elemanlarının en iyi şekilde anlaşılmasının, bu elemanların ayrı ayrı incelenmesi yerine birbiriyle ve diğer sistemlerle olan ilişkilerinin değerlendirilmesiyle olabileceği inancına dayanmaktadır. Buna göre, bir olayın veya problemin neden meydana geldiğini ve devam ettiğini anlamının tek yolu, sistem içindeki elemanların ilişkilerinin anlaşılmasıdır. Sistemik yaklaşımın iki temel bileşeni vardır; elemanlar ve süreçler. Nesnelere, olaylar veya yapılar olarak da adlandırılan elemanlar, birbiriyle bağlantıları kurulabilecek olan ölçülebilir bileşenlerdir. Faaliyetler, ilişkiler veya fonksiyonlar olarak da bilinen süreçler ise elemanları bir şekilden başka bir şekle değiştirebilir. Sistemik yaklaşımın sağlayacağı faydalar şöyle sıralanabilir:

- Bireysel yaklaşımlar yerine bütünlük strateji ve politikalar sağlar,
- Çok karışık sistemlerde uygulanabilecek strateji ve politikaları geliştirmek için sağlam analitik temeller sağlar,
- Uygulamaya geçmeden önce, strateji ve politikaların etki ve etkinliğini değerlendirmeye imkân tanır.

Sosyo–teknolojik yaklaşım ise, insanlarla teknoloji arasındaki karşılıklı etkileşimi tanımlayan, kompleks organizasyona imkan tanıyan ve toplumun yapısallığı ile insan davranışları arasındaki karşılıklı etkileşimleri de dikkate alan bir yaklaşımdır [68, 69].

1.6.3.4. EBDET Taşkın Yönetim Modeli

Son zamanlarda taşkın yönetimi konusunda sıkça kullanılan tekniklerden biri de, Avrupa Çevre Ajansı tarafından geliştirilen EBDET (Etkin kuvvetler, Baskılar, Durumlar, Etkiler ve Tepkiler) yaklaşımıdır. Bir sistematik yaklaşım tekniği olarak EBDET, toplumla çevre arasındaki karşılıklı etkileşimleri açıklamak için sebep-sonuç ilişkisine dayalı (nedensel) bir mantıklı çerçeve oluşturur. Bu çerçevede, insan faaliyetleri ve dış kuvvetler (etkin kuvvetler, E), fiziki ve sosyo-ekonomik çevrelerin durumlarında (D) değişikliklere (etkilere E) yol açan baskılar (B) olarak dikkate alınır. Sonuç olarak toplum, baskıları ve bunların etkilerini önlemek veya azaltmak için tepkiler (T) koyar. Sistemin elemanları aşağıda özetlenmiştir:

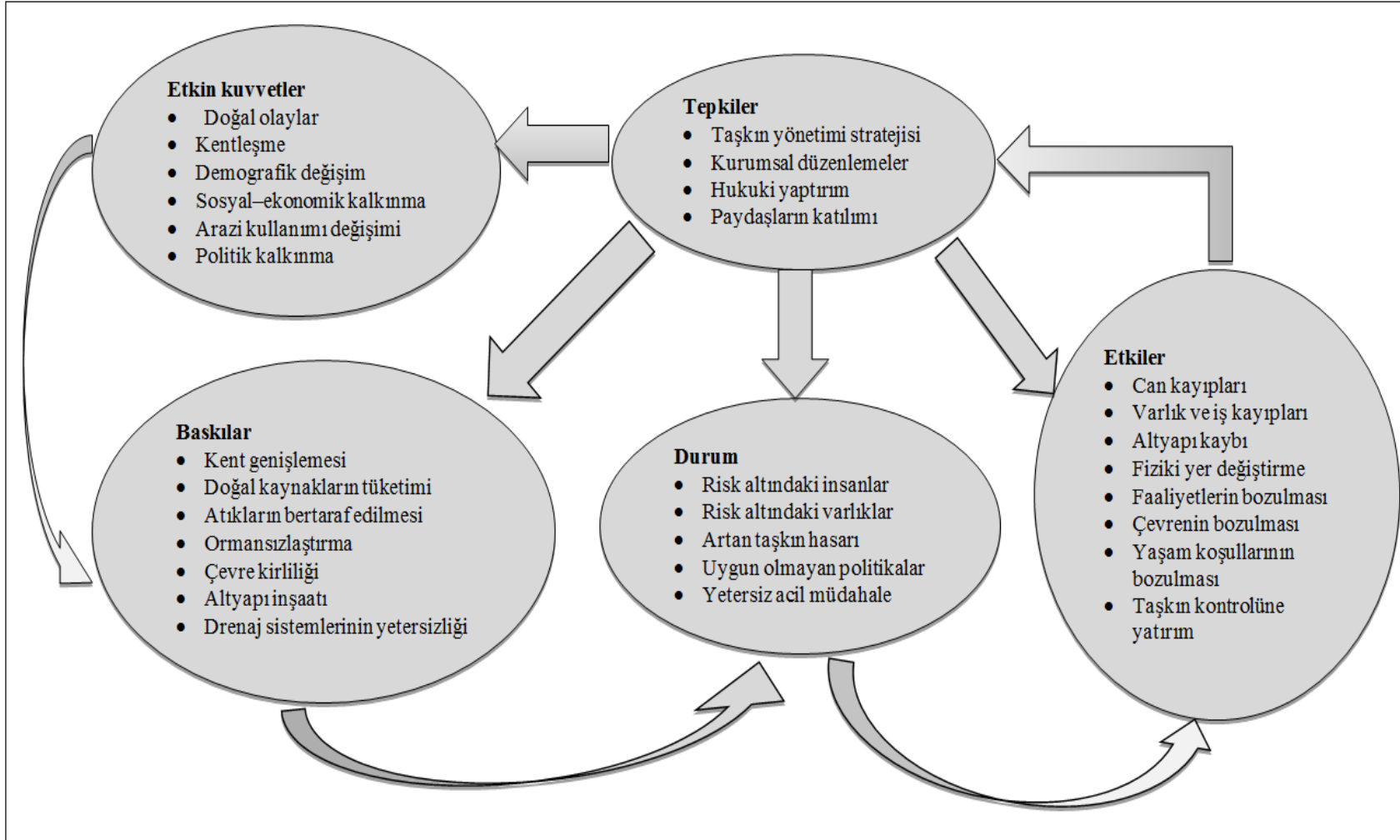
Etkin kuvvetler (Ek); sürdürülebilir gelişmeyi etkileyen insan faaliyetleri, süreçler, modeller (şekiller) ve dış etkilerdir. Bunlar; kentleşme, nüfusla ilgili (demografik) değişimler, sosyo-ekonomik faaliyetler, politika gelişmeleri ve iklim gibi faktörlerdir.

Baskılar (B); şehirleşmenin artması ve ormansızlaştırma gibi, çoğu defa taşkınlara sebep olan, çevre ve sosyo-ekonomik gelişme üzerindeki insan faaliyetlerinin doğurduğu baskılardır.

Durumlar (D); insan faaliyetlerinin ve dış kuvvetlerin baskısı sonucunda meydana gelen; taşkın risk seviyesi, hizmetlere ulaşılma düzeyi ve çevre kalitesi gibi mevcut şartları ifade etmektedir.

Etkiler (E); taşkın sonucunda geçim kaynaklarının yok olması ve hayat standardının düşmesi gibi, durumun (D) sonucunda insan refahında ve çevrede meydana gelen sonuçlardır.

Tepkiler (T); etkin kuvvetleri (E) ve baskıları (B) yöneterek, durumu (D) geliştirmeyi ve etkileri (E) azaltmayı hedefleyen politika seçeneklerini ve diğer mşdahaleleri ifade etmektedir. Sosyal tepkiler, olumsuz etkileri (E) azaltmak ve mşmkşnse önlemek için gerçekleştirilecek bireysel ve kollektif eylemleri kapsar [70].



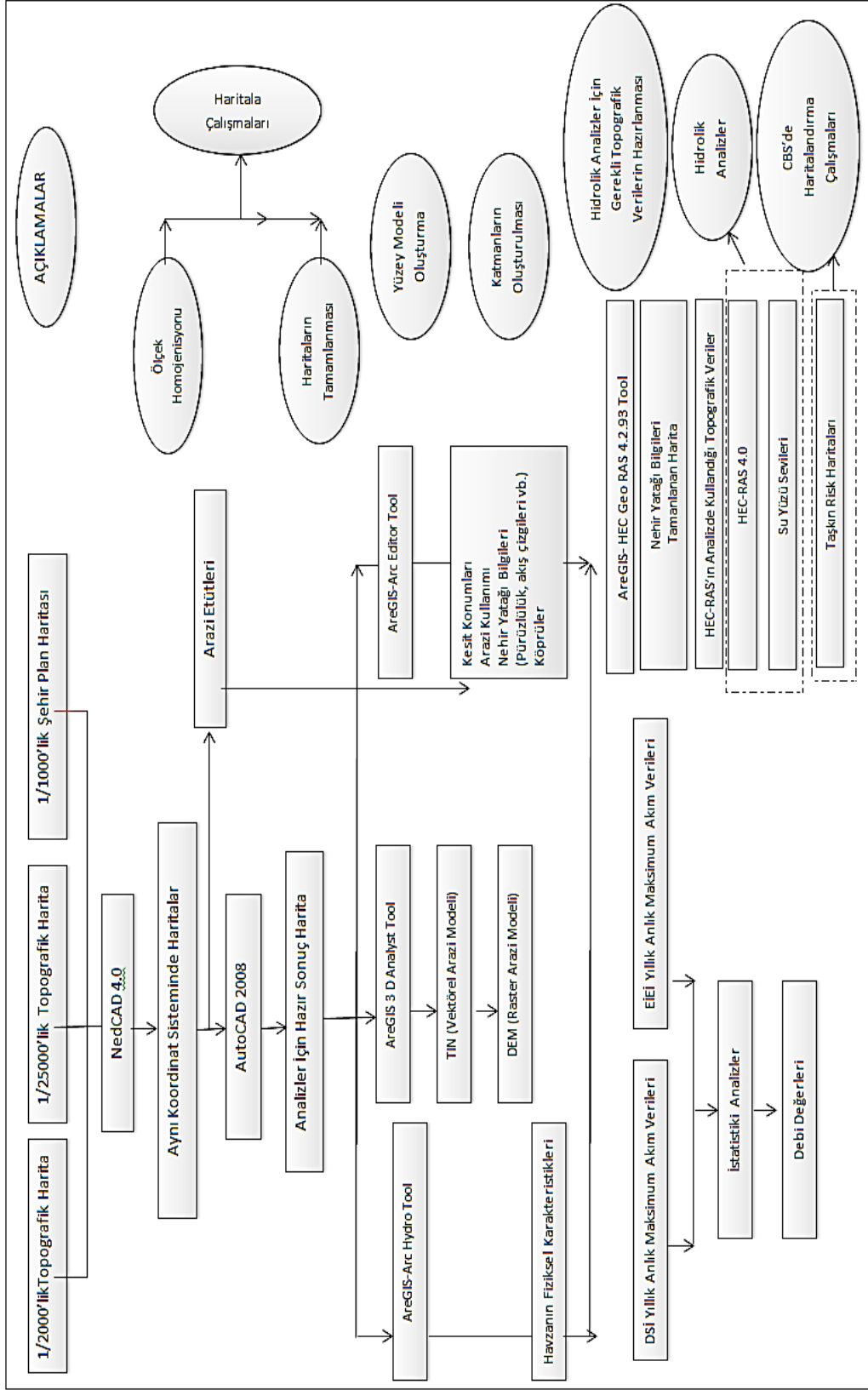
Şekil 1.10. Taşkın problemi için EBDT yaklaşımı

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Giriş

Bu tez çalışmasında, çalışma alanı olarak belirlenen Değirmendere Havzası'nın mansap kısmında meydana gelebilecek 100 yıl ve 500 yıl tekerrürlü taşkın debi tahminleri ve yörenin topoğrafik haritaları yardımıyla bölgenin taşkın haritaları hazırlanmış ve bu haritalar kullanılarak çalışma alanı içerisinde kalan binaların uğrayabileceği fiziksel zararlar tahmin edilmiştir. Öncelikle çalışma alanı olarak belirlenen bölgenin kısa bir tanıtımı yapılmış, bu alanın önemi ve seçilmesinin sebepleri açıklanmış ve bölge hakkında bilgiler sunulmuştur. Daha sonra, 100 ve 500 yıl tekerrürlü taşkın debilerinin (Tablo 2.2) belirlenmesi için kullanılan veriler sunulmuş ve debiler belirlenmiştir. Topoğrafik çalışmalar kapsamında, çalışma alanının sayısal yükseklik haritaları hazırlanmış, uydu verileri kullanılarak yerleşim alanları, yollar, her türlü yapılar ve akarsular belirlenerek haritalara işlenmiştir. Taşkın debilerinin oluşturacağı su yüzü profillerinin ve su derinliklerinin hesabı için HEC–RAS adlı paket program kullanılmıştır. Son olarak, baz alınan taşkın debilerinin meydana gelmesi halinde su altında kalacak alanlar ve su derinlikleri ile oluşacak zararlar ve çalışma alanının zarar görebilirliği üzerinde durulmuştur.

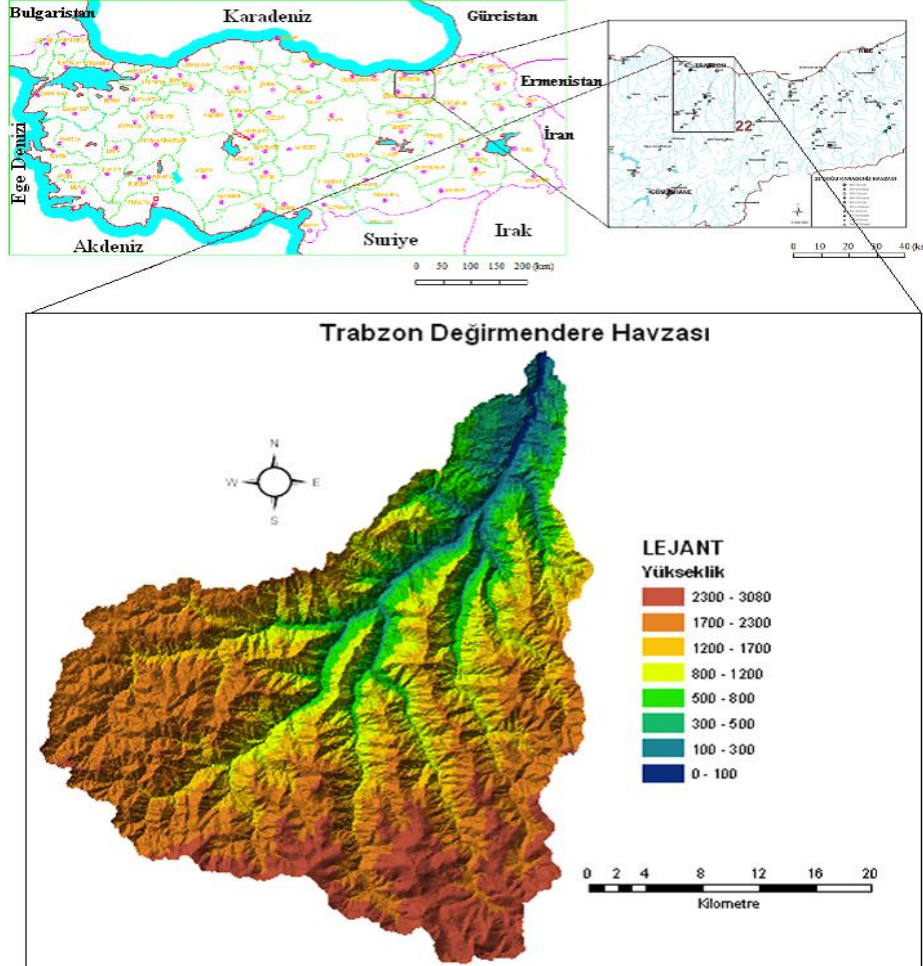
Taşkın tehlike ve risk haritaları oluşturulurken, seçilen alandaki topoğrafik haritalar elde edilir, bu haritalar üzerine bölgedeki zarar görebilir nitelikteki tesisler işlenir, daha sonra taşkın tahmin yöntemleri ile belirlenen tekerrür sürelerine ait taşkın debilerine göre Coğrafi Bilgi Sistemleri teknolojilerinden yararlanılarak HEC–RAS HEC–GEORAS Metodları ile çalışma alanının taşkın risk haritası oluşturulur. Yapılan çalışmalara ait örnek bir akış diyagramı Şekil 2.1'de sunulmuştur.



Şekil 2.1. Taşkın çalışma akış diyagramı

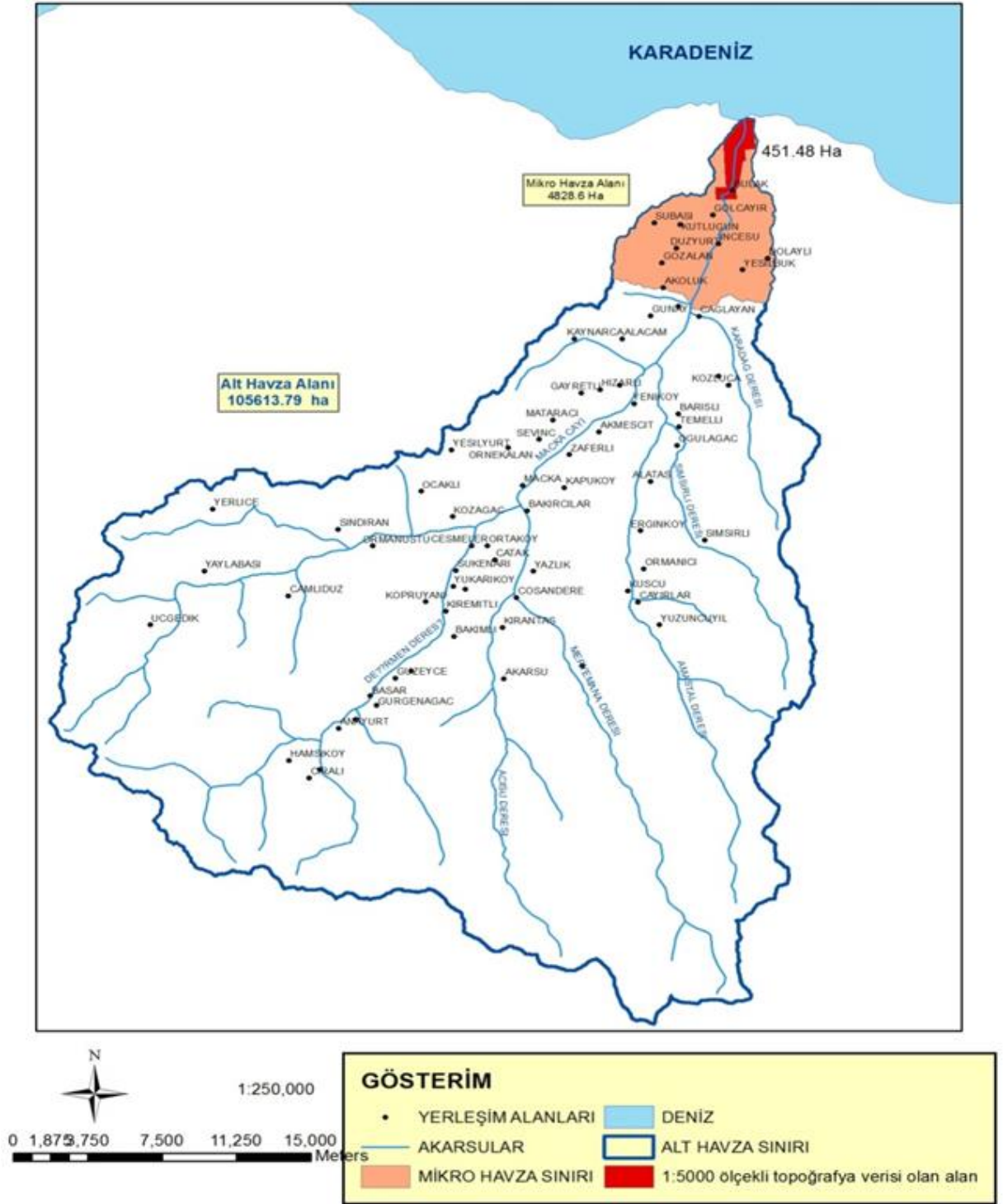
2.2. Çalışma Alanının Tanıtılması

Trabzon Değirmendere Havzası; 1054 km²'lik drenaj alanına sahip, 3080 m yüksekliğindeki Kalkanlı ve Zigana Dağları'ndan başlayıp Trabzon İli'nin Karadeniz kıyısında sonlanan, Trabzon'un içme suyu ihtiyacının karşılandığı, jeolojik ve topoğrafik şartları nedeniyle bol sedimente sahip bir havzadır. Gümüşhane İl sınırından başlayan bu havzanın büyük bölümü Trabzon il sınırları içerisinde kalmaktadır. Havza sınırları içerisinde Trabzon İl Merkezinin bir kısmı (sanayi sitesi, çeşitli işletmeler, yerleşimler vs.), Maçka İlçesi ve 5 belediye bulunmaktadır (Çağlayan, Esiroğlu, Şahinkaya, Akoluk, Çukurçayır) (Şekil 2.2) [58, 78].



Şekil 2.2. Çalışma alanının lokasyonu

Değirmendere Havzası, Trabzon-Gümüşhane yolu üzerinde bulunan ve yol boyunca devam eden Değirmendere nehri, Maçka ilçe merkezinde ana kola katılan Altındere, bu birleşimin yaklaşık 10 km kadar mansabında yine bir yan kol olan Galyan Deresi ve diğer birçok akarsuyun katılımıyla oluşan bir drenaj ağına sahiptir. Havzanın drenaj alanını belirleyebilmek, tüm fiziksel karakteristikleri tespit edebilmek ve taşkın anında sular altında kalan alanları tümüyle gösterebilmek için Değirmendere Havzası'nın 1/2000 ölçekli haritaların aralarındaki boşluklar 1/25000'lik topoğrafik sayısal haritalar ile doldurulmuş, arazi çalışmalarında elde edilen ölçümler ve gözlemler kullanılarak, haritalar bilgisayar ortamında tamamlanmıştır. Ayrıca çalışma alanının büyüklüğü ve detayların fazla olması tüm havza için tek bir seferde analizlerin yapılmasını mümkün kılmamaktadır. Hem arazi modelinin kurulması, hem de hidrolik analizlerin yapılacağı HEC-RAS programına verilerin aktarılması sırasında nehir yatağının mansap kısmında belirli bölümleri seçilerek küçük parçalar halinde analizler yapılmıştır. Hidro-meteoroloji, topoğrafya, arazi kullanımı, jeoloji vb. açılardan çok değişkenlik gösteren ve heterojen bir bölge olan Değirmendere Havzası'nın bir bütün olarak incelenmesi halinde yapılacak hesap ve analizlerin güvenilirliğinde önemli sorunların ortaya çıkacağı aşikârdır. Bu sebeple, hasar görülebilirlik açısından en riskli bölge olarak tespit edilen, derenin denizle birleşim yerinden itibaren yaklaşık 6 km memba tarafında uzanan, sanayi ve yerleşim alanlarının yer aldığı, 40.993561⁰ enlem ve 39.750294⁰ boylamda yer alan Sanayi Mahallesi'nin bulunduğu bölge yapılan tez çalışmasının uygulama alanı olarak seçilmiştir (Şekil 2.3). Değirmendere alt havza alanı 105.613 ha, mikro havza alanı ise 4.828 ha olarak tespit edilmiştir. Şekil 2.3'de kırmızı renkle gösterilen alan Değirmendere mansap kısmı çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Bu alanda yerleşim yaygın olduğundan bu alanın 1:5.000 ölçekte topoğrafik verileri temin edilmiştir.



Şekil 2.3. Çalışma alanı lokasyonu

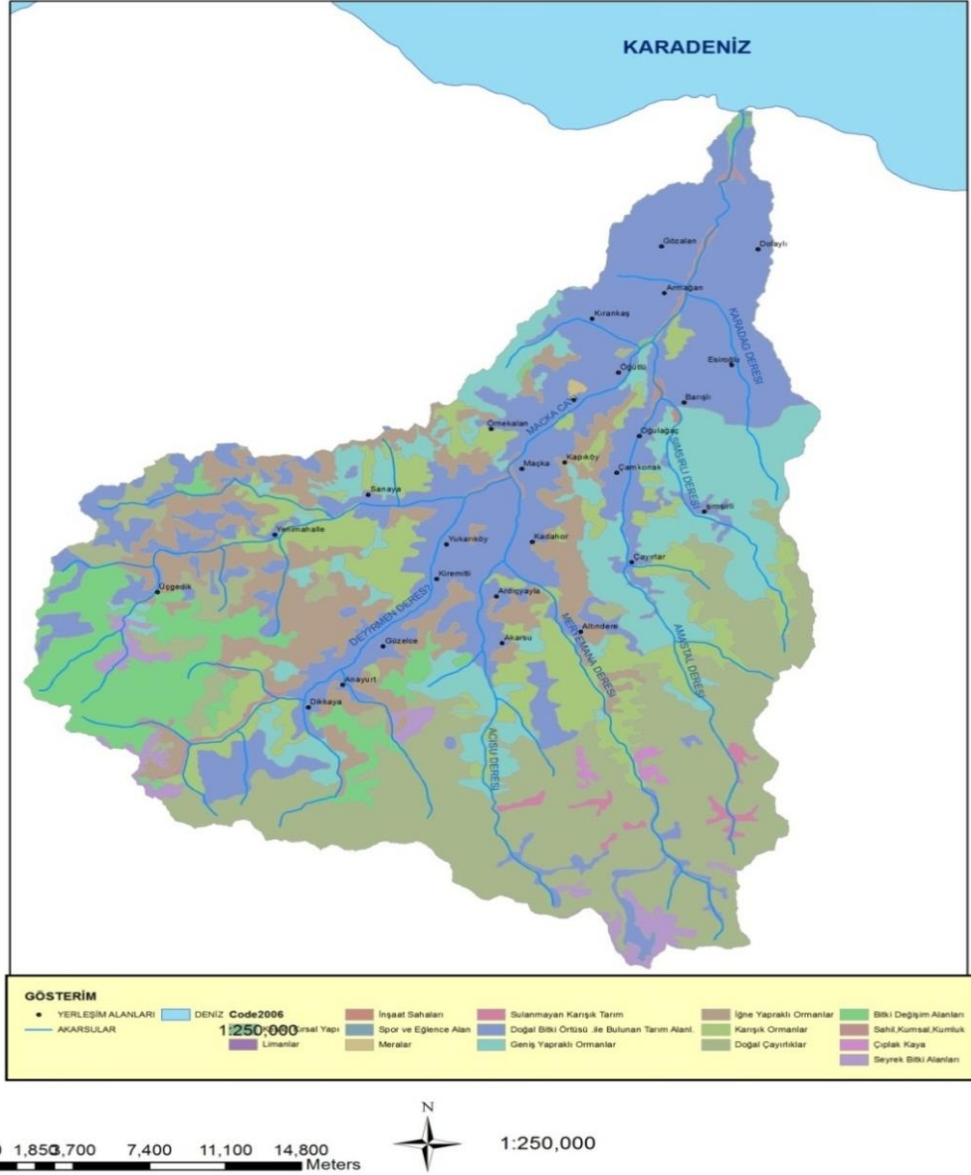


kil 2.4. Çalışma alanı Sanayi Mahallesi'nin genel görünümü

2.3. Değirmendere Havzasına Ait Arazi Kullanım Haritası

Değirmendere Havzasında oluşabilecek taşkın risklerinin belirlenmesi ve havza genelinde yapılacak planlamaların daha gerçekçi ve kullanılabilir olması bakımından, havzanın arazi kullanım haritasının elde edilmesi oldukça önemlidir. Havzanın mevcut arazi kullanımı, yağı-akı ilişkileri ve yağan yağmurun akışa geçmesi, dolayısıyla taşkına dönüşmesi süreçlerinde ve taşkınlardan zarar görebilecek alt yapı ve üst yapı tesislerinin bir bütün olarak değerlendirilmesinde temel unsurlardandır. Değirmendere Havzası'nın CORINE (Coordination of Information on the Environment, vresel Bilgilerin Koordinasyonu Projesi) Arazi Sınıflandırma Sistemine göre yapılı arazi kullanım haritası kil 2.5'te, arazi kullanım alanları ise Tablo 2.1'de sunulmuştur. Ülkemizde 2000 ve 2006 yılları Arazi rts sınıflaması tamamlanmış olup 2000 yılı verileri üzerinden kullanılan altlık veriler de temel alınarak daha az hassasiyetle 1990 yılı Arazi rts

Sınıflandırma işlemi yapılmaktadır. İşleminde kullanılan uydu görüntüleri, sınıflandırmanın daha iyi anlaşılması açısından Google Earth görüntüleri ile beraber verilmiştir.



Şekil 2.5. Değirmendere Havzası'nın CORINE arazi sınıflandırma sistemine göre arazi kullanım haritası

Tablo 2.1. Değirmendere Havzası'nın CORINE arazi sınıflandırma sistemine göre arazi kullanım alanları

Kod	Alan Sınıfı	Alan (m ²)
123	Limanlar	15 369.04
133	İnşaat Sahaları	1 084 789.46
142	Spor ve Eğlence Alanı	107 511.43
231	Meralar	663 739.12
243	Doğal Bitki Örtüsü ile kaplı Bulunan Tarım Alanları	304 145 347.50
311	Geniş Yapraklı Ormanlar	139 771 314.00
312	İğne Yapraklı Ormanlar	119 109 797.30
313	Karışık Ormanlar	116 892 208.90
321	Doğal Çayırliklar	260 336 827.70
324	Bitki Değişim Alanları	78 791 992.99
331	Sahil, Kumsal, Kumluk	5 437 867.09
333	Seyrek Bitki Alanları	18 853 335.91
1122	Kesikli Kırsal Yapı	1 924 704.41
2421	Sulanmayan Karışık Tarım	5 917 505.85
3321	Çıplak Kaya	3 085 620.44
	Toplam Alan	1 056 137 931.00

2.4. Taşkın Debilerinin Belirlenmesi

Proje taşkını, bir yapının projelendirilmesinde veya belirli bir sahanın korunmasında esas alınan taşkındır. Bu değer, yapının emniyetle geçirebileceği en büyük taşkındır. Dolayısıyla proje taşkın debisinin doğru olarak tespiti yapının emniyeti ve ekonomisi için büyük önem taşır. Proje taşkını; esas alınan taşkından daha büyük bir taşkın meydana gelmesi durumunda oluşacak zarar ile projelendirmede daha büyük bir taşkının proje taşkını olarak seçilmesi durumunda yapılacak fazla yatırımlar karşılaştırılarak belirlenir. Bu sebeple, yeterli bir emniyet ve ekonomi sağlayacak şekilde belirlenen proje taşkınında daima bir riski göze almak gerekir. Proje taşkın debisi genellikle tekerrür aralığı esas alınarak belirlenir. Tekerrür süresi (aralığı, T, yıl), yapının ömrü (N, yıl) ve kabul edilebilecek hesap riski (r) değerlerinin bilinmesi durumunda hesaplanabilir. Poisson Dağılımına göre, ekonomik ömrü 50 yıl olarak planlanan bir su yapısının %10 riskle boyutlandırılması için tekerrür süresi 475 yıl, %1 riskle boyutlandırılması için ise tekerrür süresi 5 000 yıl olmalıdır. Bu ise, daha büyük bir taşkına karşılık geleceğinden, bu taşkını önlemenin maliyeti daha fazla olacaktır. Görüldüğü gibi riski azaltmak (emniyeti artırmak) maliyeti artıracaktır. Hangi yapı türlerinde hangi tekerrür süresinin seçilmesi gerektiği hususunda çeşitli ülkelerde farklı uygulamalar yapılmakta olup Ülkemizde kabul edilen ve

uygulanan kriterlere göre, yerleşim birimi dışındaki taşkın koruma tesisleri 100-150, yerleşim birimindeki taşkın koruma tesisleri ise 250-500 yıl tekerrürlü debilere göre boyutlandırılmakta olup, çalışma alanında 100 ve 500 yıl tekerrürlü debilerin tahmin edilmesi uygun bulunmuştur.

Çalışma alanında Trabzon DSİ 22. Bölge Müdürlüğüne “Trabzon Merkez Değirmendere Vadisi Islahı 2. Kısım Taşkın Koruma İnşaatı” kapsamında hazırlanan 14.12.2012 tarihinde onaylanan “Değirmendere Projesi Sanayi Mahallesi Mansabı Kati Projesi” esas alınarak proje kapsamında hazırlanan veriler Tablo 2.2'de sunulmuştur [40].

Tablo 2.2. Değirmendere'de taşkın debisi tahminleri

Mevkii	Q_{100} (m ³ /sn)	Q_{500} (m ³ /sn)
Değirmendere Bostancı Mahallesi Asmaköprü Mevkii	581	787
Değirmendere Sanayi Mahallesi Mansabı	581	787
Değirmenderesi Esiroğlu Mevkii	540	732
Değirmenderesi Hacımehmet Mevkii	571	774
Değirmenderesi Dolaylı Mevkii	576	780
Değirmenderesi Mincan Köprüsü Hekimoğlu Mevkii	581	787
Değirmenderesi Çetaş Köprüsü Deliklitaş Mevkii	581	787
Değirmenderesi Deliklitaş Bülbüloğlu Petrolofisi Mevkii	581	787

Bu değerler ışığında $Q_{100}=580$ m³/sn, $Q_{500}=780$ m³/sn olarak belirlenmiştir.

2.5. Topoğrafya Çalışmaları

2.5.1. Değirmendere Havzası Haritası Altlık Verilerinin Hazırlanması

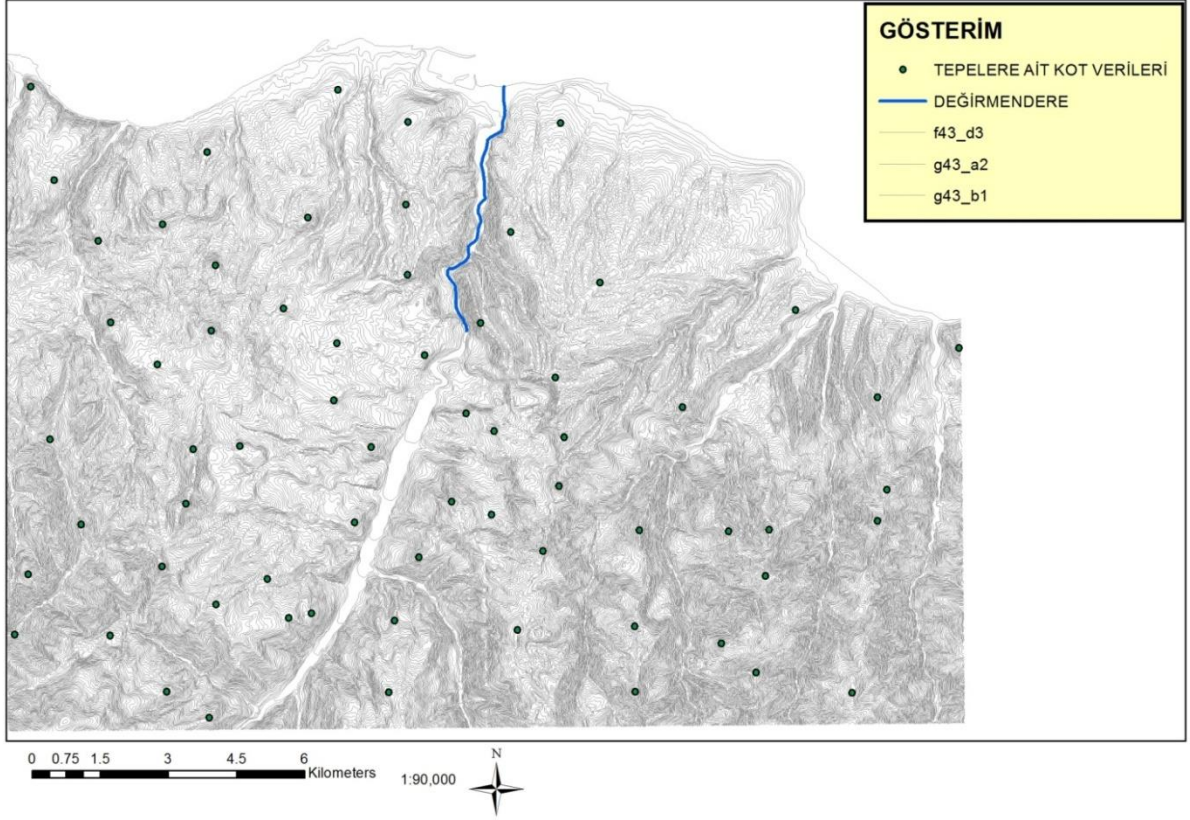
Çalışma, ilk olarak verilerin temini ile başlar. Bu tür bir çalışmayı gerçekleştirebilmek için ilk aşamada iki tür veriye ihtiyaç duyulmaktadır. Bunlar, taşkın anındaki su yüzü seviyelerinin tespiti için hidrolik analizlerde kullanılan debi değerleri ve sayısal yükseklik modelinin oluşturulması için gereken topoğrafik verilerdir.

Çalışma kapsamında Değirmendere Havzasının Mansap kısmında bulunan Sanayi Mahallesinde, $Q_{100}=580$ m³/sn ve $Q_{500}=780$ m³/sn debisinde taşkın oluşması durumunda, taşkın alanlarının tespit edilmesi çalışmasında arazi modelinin oluşturulacağı sayısal yükseklik haritaları için; İller Bankasınca Değirmendere için yaptırılan 43 m'lik ortofoto

uçuş verileri, TÜBİTAK Uzay'dan temin edilen 15 m çözünürlüklü uydu verileri, Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü'nden alınan 1: 5 000 Ölçekli Topoğrafik Veriler ile Harita Genel Komutanlığı tarafından hazırlanan 1: 25 000 Ölçekli topoğrafik vektör ve raster veriler kullanılarak havza sınırları ve uydu verileri kullanılarak yerleşim alanları, yollar, binalar ve akarsular işaretlenmiş ve haritalar hazırlanırken DSİ, EİE, MGM İstasyon verileri alınarak istasyon yerleri haritalara işlenmiştir (Şekil 2.6).

Çalışmada kullanılan donanımlar ve yazılımlar ise; HP Z820 workstation 8 core, 2 TB HDD, 16 GB RAM, 8 GB ekran kartı, çift monitör, HP dv6 dizüstü bilgisayar, 8 GB RAM, 1 TB HDD, 2 GB ekran kartı Depolama birimleri (1 TB HDD, USB Flash bellek ve CD, DVD donanımları olup, yazılımlar, ESRI ArcInfo 10.1 versiyonu, 3d Analyst Tools, Analys Tools, Arc Editor, Conversion Tools, Spatial Analyst Tools, Spatial Statistic Tools, Hec-Georas, ArcScene, HECRAS, Global Mapper, Projeksiyon Dönüştürücü program olarak sınıflandırılabilir.

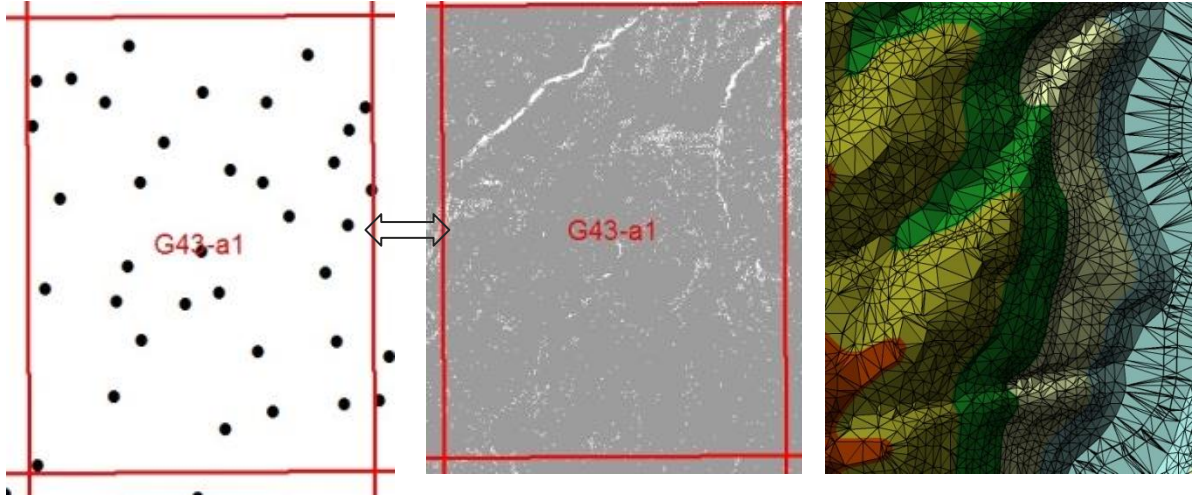
HEC-RAS programına coğrafi verilerin taşınması için ilk olarak, incelenecek olan bölgenin sayısal yükseklik modelinin hazırlanması gerekmektedir. HEC-GeoRAS alt programı coğrafi verileri toplamak için arazinin TIN formatında sayısal yükseklik modeline gerek duymaktadır. ArcGIS 9. yazılımına bir uzantı olarak çalıştırılabilen HEC-GeoRAS, temel olarak HEC-RAS yazılımının hidrolik modelleme yapabilmesi için ihtiyaç duyduğu geometrik verinin hazırlanmasında ve HEC-RAS'ta modelleme sonrasında sonuçların gösterim ve sunumunda kullanılmaktadır.



Şekil 2.6. 1:25.000 ölçekli eş yükselti eğrilri ve noktasal topoğrafya paftaları

İşlem yapılırken ilk olarak 1/5000 ölçekli topoğrafik verilerden TIN üretilir. Arcmap da 3d AnalystTools→DataManagement→TIN→ Create TIN. Nokta ve çizgi kot verileri tanımlanarak üçgenler oluşturulur. Arcmap da HEC-GeoRAS, ArcGISSpatial, Analyst ve 3D Analystfonksiyonları etkinleştirilir. Customize →ExtensionsHEC-GeoRAS araç çubuğu menüye ilave edilir. Customize →Tool bars seçilerek HEC-GeoRAS işaretlenir. Çalışmaların saklanacağı konum belirlenir. HEC-GeoRAS ile akarsu, nehir kıyıları (yamaç), akım yolu(flowpaths) ve kesitler katmanları oluşturulur. Nehir aksı çizilir. RAS Geometry → Create RAS Layers → Stream Centerline Riverreach name / ID atanması Riverconnectivity tanımlanması (RAS Geometry – stream center line attributes- topology) Riverlenght / station tanımlanması (RAS Geometry – stream center line attributes- lenght/station) Nehir yamaçları çizilir RAS Geometry → Create RAS Layers → Bank Lines Akım yolu tanımlanır. RASGeometry → Create RAS Layers → Flow Path Centerlines Flowpath akarsuyun akım çizgisi centerline channel, 6.1 "sol taşkın yatağı akım çizgisi-left" ile "sağ taşkın yatağı akım çizgisi-right" "Flowpath" katmanı içine çizilmesi 6.2 oluşturulan "sol/sağ taşkın yatağı akım çizgilerinin" tanımlanması Kesitlerin

katmanı oluşturulur. Kesitler arası ve üzeri mesafe tanımlanır. RASGeometry → Create RAS Layers → XS CutLines. Nehir için topoloji, uzunluk ve yükseklik değerleri belirlenir. Katmanlar üç boyutlu hale getirilir. RAS Geometry → Stream Center line Attributes → All. Benzer şekilde kesit hatlarına ait özellikleri 3 boyutlu hale getirmek için RAS Geometry → XS CutLinesAttributes → All. Hazırlanan katmanları HECRAS programında çalışacak formata dönüştürülür. RAS Geometry → Export RAS Data dönüşümü yapılır (Şekil 2.7).



(a) Nokta Geometrisine Sahip Vektör Kot Verileri (b) Çizgi Geometrisine Sahip Vektör Kot Verileri (c) Topoğrafya Verilerinden Oluşturulan TIN Verisi

Şekil 2.7. 1:25.000 ölçekli topoğrafya verileri

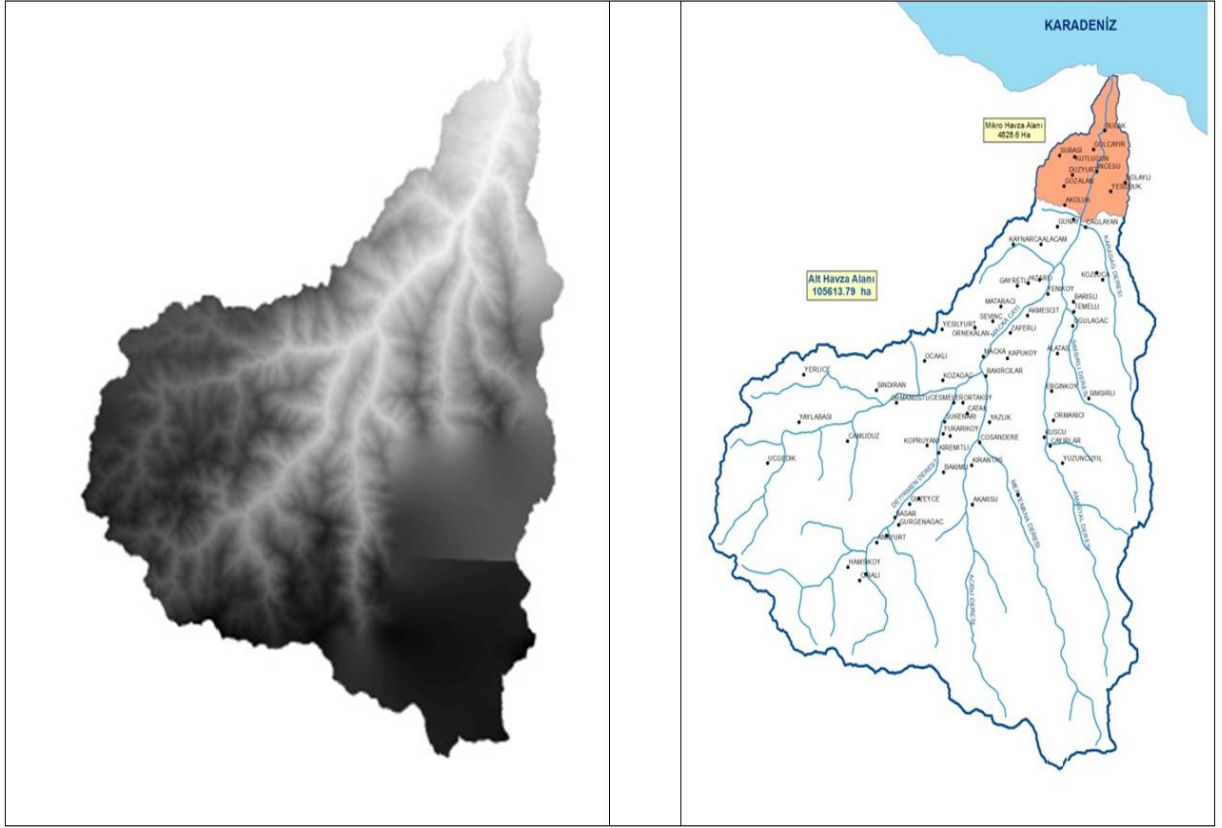
Nokta ve çizgi geometrisinde kot verisine sahip 1:25000 ölçekli topoğrafik haritalardan mikro havza ve alt havza oluşturulmuştur. TIN (Düzensiz Üçgen Ağı), yükseklik değeri taşıyan düzensiz aralıklarda örneklenmiş yüksekliklere uyan bitişik üçgen yüzleriyle verinin değişik aralıklara dağılımını sağlamaktadır. TIN oluşturulurken eşit yükseklikli üç köşenin oluşturduğu düz üçgenler belli yükseklik ve koordinat bilgi bulunan ilave ara noktalar düzeltilerek daha yumuşak yapılı bir model oluşmuştur.

2.5.2. Harita ve Akarsu Enkesitlerin Oluşturulması

Verilerin temini ve hazırlanması aşamaları bitirildikten sonra ilk yapılması gereken, inceleme alanı için Sayısal Yükseklik Modeli'nin oluşturulmasıdır. Arazi modelinin hazırlanması ve havzanın çeşitli özelliklerinin tespiti için Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknolojisinden yararlanılmıştır. CBS'nin bileşenleri veri, donanım, yazılım ve kullanıcı şeklinde dört kısma ayrılır. Verilerin kalitesi doğrudan o verinin hassasiyeti, güncelliği, doğruluğu ve eksik bölümünün azlığı ile alakalıdır. Kalitesi artan veriyi de elde etmek bir o kadar zorlaşır. Veri türleri raster ve vektör veri olarak ikiye ayrılırlar. Vektör modelin elemanları; nokta, çizgi ve çokgenlerden oluşur. Vektör verilere bu çalışmadan örnek olarak; nokta verisi ile AGİ'lerin temsili, çizgilerle nehir boy kesitinin ve çokgenlerle taşkın alanlarının tanımlanması gösterilebilir. Raster veriler, hücre verisi olarak da tanımlanır ve daha çok bir resim gibi görünür. Her bir nokta bir pikselle ifade edilir ve bu piksellerin kalitesine göre resim daha ayrıntılı gözükebilir (Şekil 2.8).

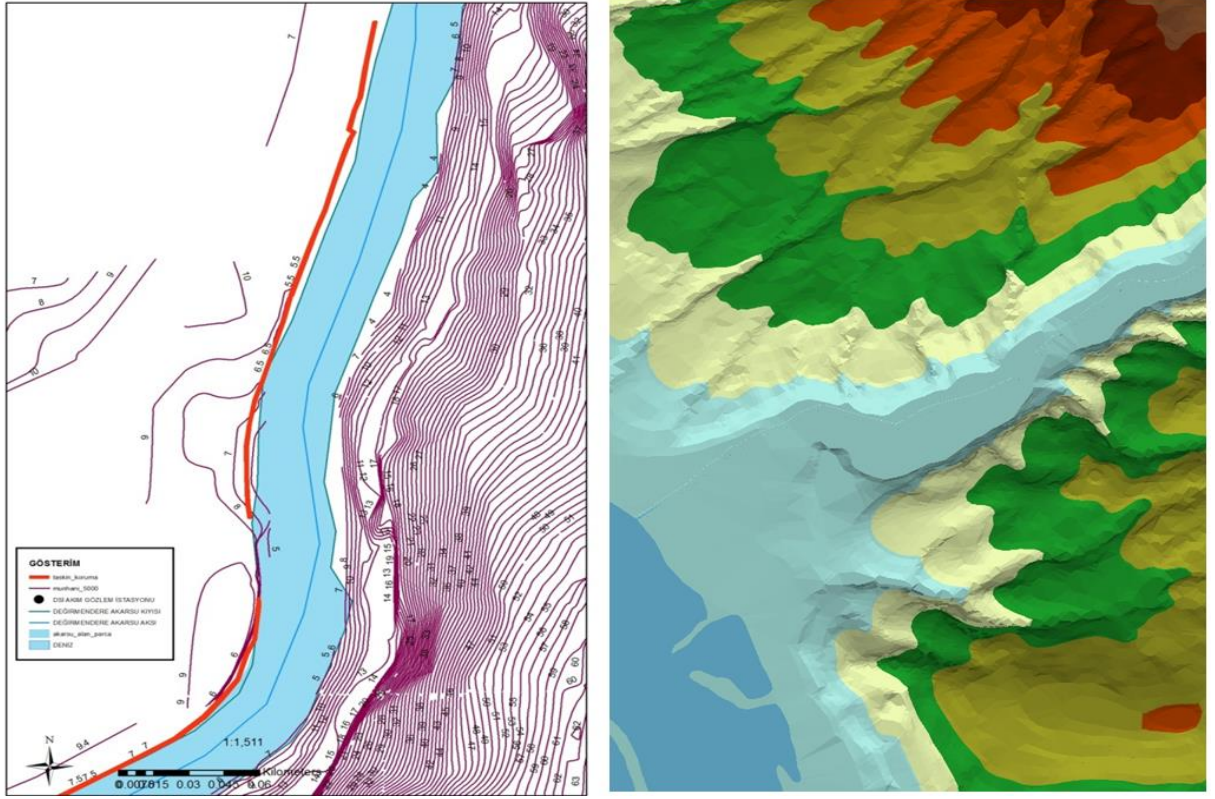
Değirmendere Althavza alanı 105 613 ha, mikrohavza alanı ise 4 828 ha olarak tespit edilmiştir. Althavza içerisine giren 12 adet 1:25 000 ölçekli topoğrafik vektör veri temin edilerek analizler yapılmıştır. Kırmızıçizgi, althavzanın drenaj çizgisini belirtmekte olup Değirmendere'nin 6 100 metrelik kısmında çalışma yapılacaktır. Bu alanda yerleşim yaygın olduğundan sadece bu alanın 1:5 000 ölçekte topoğrafik verileri temin edilebilmiştir.

HEC-GeoRAS; ArcGIS ve HEC-RAS arasında köprü görevi yapıp, HEC-RAS'ta hidrolik analiz yapmak için gerekli geometrik verilerin ArcGIS ile elde edilip HEC-RAS'a aktarılması ve hidrolik analiz yapıldıktan sonra bulunan sonuçların görselleştirilmesi amacıyla su yüzü kotlarını içeren çıktının ArcGIS'e alınıp haritalanmasını sağlayan hazır bir makro programdır. HEC-GeoRAS'ta akarsu kolları, en kesitlerin alınacağı eksenler, seddeler, engelleyici yapılar, farklı bölgelerin Manning pürüzlülük değerleri ve köprülerin konumları gibi parametreler tanımlanabilir. Akarsu kolları ve enkesitlerin HEC-GeoRAS'ta tanımlanmaları zorunlu iken; diğer katmanlar HEC-RAS ortamında da girilebilir. Ancak her analizde tekrar topoğrafik bilgiler HEC-RAS'a girilmesi zaman kaybı olacağından tüm detaylar ve sayısallaştırmalar HEC-GeoRAS üzerinden gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.8. DEM (DigitalElevation Model–Sayısal Arazi–Yükseklik Modeli) ve akarsu, alt havza haritası

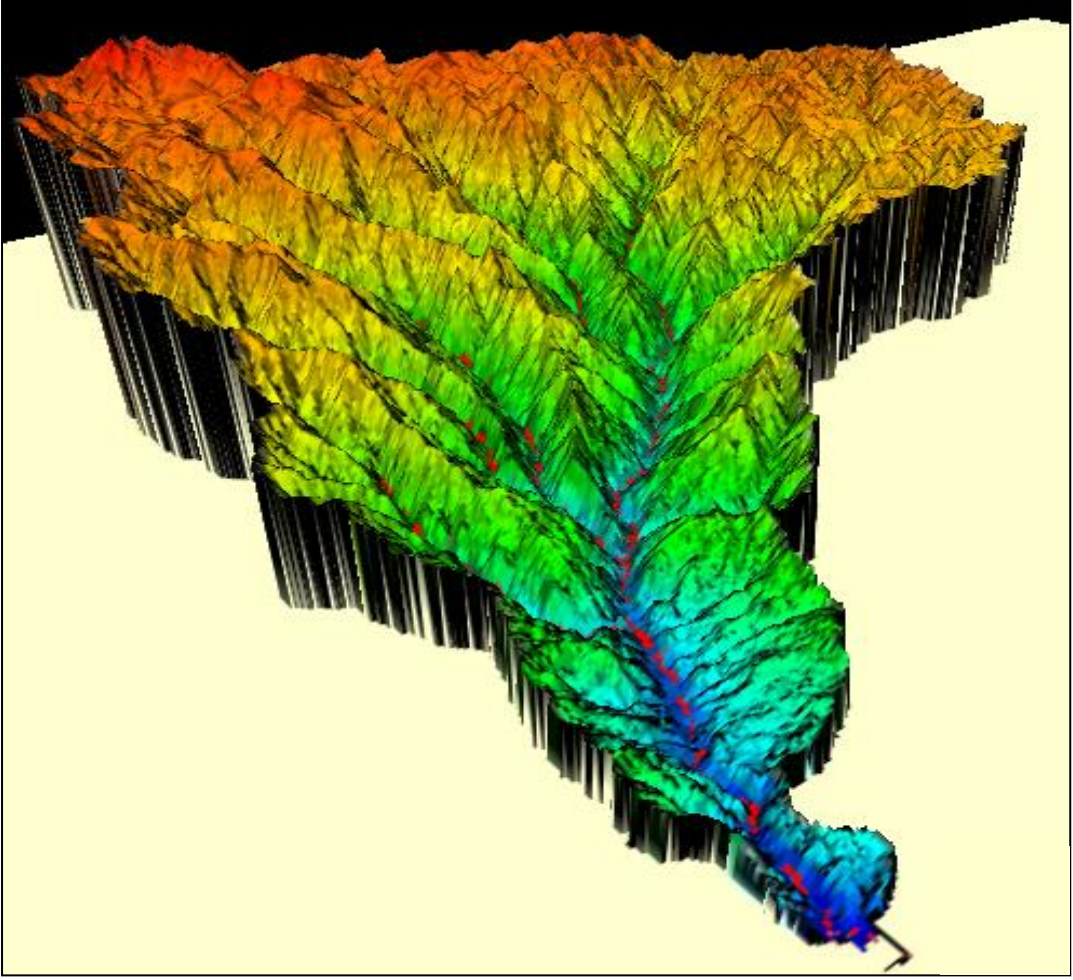
Nokta ve çizgi geometrisinde kot verisine sahip 1:5 000 ve 1:1 000 ölçekli topoğrafik haritalardan taşkın analizine esas TIN oluşturulmuştur [71] (Şekil 2.9).



Şekil 2.9. 1:5.000 ölçekli topoğrafya verileri

Havzanın sayısal yükseklik modelleri oluşturulduktan sonra, DEM yardımıyla bulunan hidrolojik özellikleri gösteren havza karakteristikleri altlık olarak kullanılıp, TIN üzerinde ArcEditormodülü ile çeşitli katmanlar (kesit konumları, arazi kullanımı, köprülerin konumları ve özellikleri, pürüzlülük ve akış çizgileri gibi nehir yatağı bilgileri, vb.) oluşturulmuştur (Şekil 2.10).

HEC-GeoRAS modülünde girilecek olan veriler taşkın analizi yapılması için kullanılacak olan verilerdir. Bunun için söz konusu verilerin önceden başka bir programda hazırlanıp kullanılması uygun olduğu gibi ArcGIS ortamında da hazırlanması mümkündür. Talveg hattı, akarsu kıyı çizgileri, havza alanları, arazi kullanım planları, köprü ve menfezler, detay yapılar, su toplanan bölgeler, akışın olduğu diğer bölgeler gibi bilgiler bu programda girilmiştir. Taşkın analizlerinde kullanılacak akarsu bilgileri şunlardır: Talveg hattı, dere kıyıları, akış yolları, en kesitler, deşarjlar, boru geçişleri, köprü ve menfezler, su alma noktaları, kuyu yerleri, arazi kullanımı, su toplama bölgeleri, su engel noktaları.

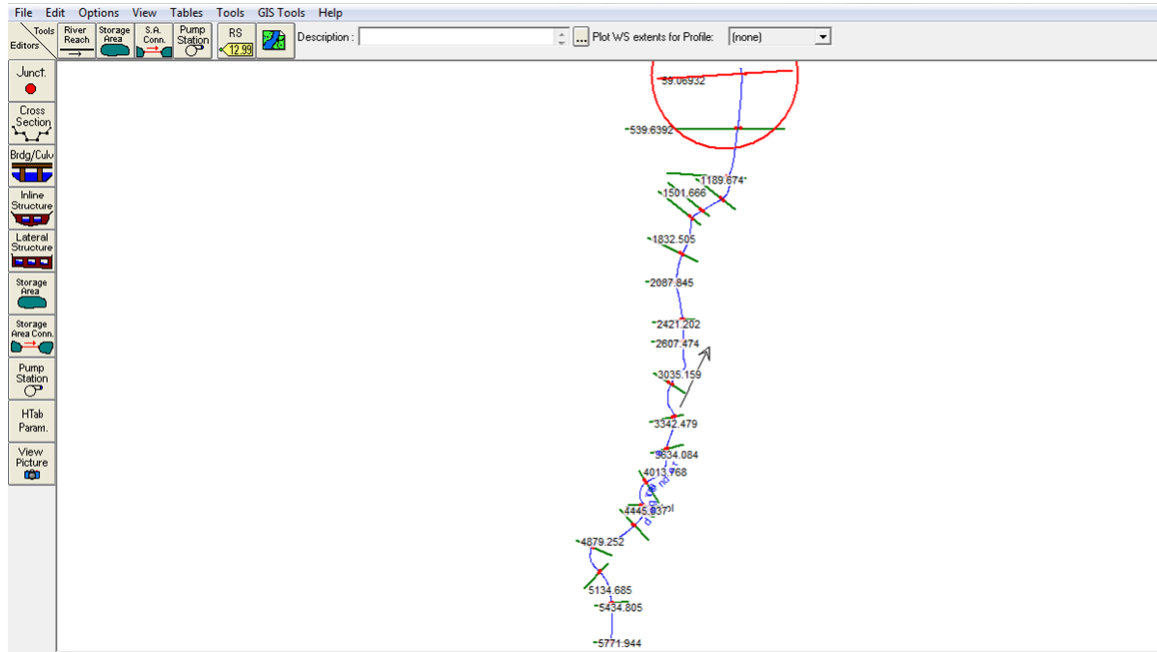


Şekil 2.10. Değirmendere su toplama havzası alanı 3 boyutlu görünümü DEM (Digital Elevation Model-Sayısal Arazi-Yükseklik Modeli) verisinin Global Mapper programında gösterimi (yükseklik 5.7 kat büyütülmüş)

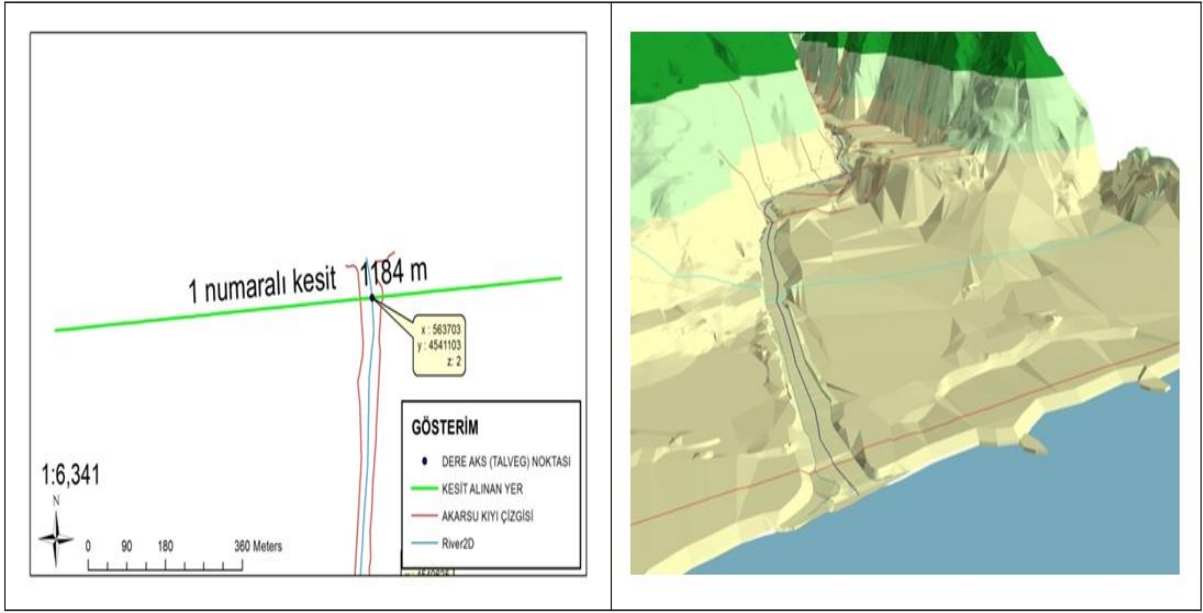
Akarsu bilgilerinin girilmesine talveg hattından başlanmıştır. Talveg hattı hazırlanırken mevcut kısımda harita alımlarından ve 1/5.000 sayısal haritalardan yararlanılmıştır. Taşkın analizleri yaparken en önemli adımlardan birisi tanımlanacak olan en kesit noktalarıdır. Bu en kesitlerin mümkün olduğunca fazla olması gerekmektedir. En kesit yerlerinin tespit edilmesinde, akarsudaki sanat yapıları, alt yapı ve üst yapı tesisleri, kesit genişlikleri ve kurbalar dikkate alınmıştır. En kesit arasındaki su basma yükseklikleri birleştirilerek taşkın haritalaması yapılmıştır. Bölge alanında yapılan harita çalışmaları TIN dosyası üzerine atılmıştır. Çalışma alanındaki talveg hattı ve kritik noktalardan alınan en kesitler Şekil 2.11’de, en kesit özellikleri Tablo 2.3’te, örnek olarak seçilen 1 nolu en kesitin detayı Şekil 2.12’de, uzay fotoğrafının alındığı tarihteki (Haziran 2013) en kesit ve su yüzü profili Şekil 2.13’te gösterilmiştir.

Tablo 2.3. En kesit özellikleri

En Kesit No	En Kesit Genişliği (m)	Başlangıca Olan Mesafesi (m)	X- Koordinatı	Y- Koordinatı	Kesit Alınan Nokta Kotu
1	1184 031491	59 06932	563702 8571	4541102 894	2 0009
2	1401 055797	539 6392	563670 107	4540624 942	4 4977
3	699 201187	973 2681	563588 5463	4540200 944	7 7264
4	439 221198	1189 674	563527 6851	4540008 962	9 5895
5	475 730602	1501 666	563262 7226	4539845 490	9 4889
6	486 362578	1832 505	563182 6263	4539528 768	12 2207
7	414 624881	2087 845	563122 339	4539281 872	15 598
8	369 113677	2421 202	563185 2594	4538956 043	16 2343
9	381 235914	2607 474	563189 9469	4538769 936	16 5341
10	330 970027	3035 159	563081 1153	4538393 092	16 4428
11	300 120056	3342 479	563108 6498	4538104 587	24 5179
12	300 11995	3634 084	563046 5514	4537825 972	22 2786
13	332 379547	4013 768	562864 537	4537533 966	33 2668
14	279 98927	4238 708	562835 7557	4537334 05	26 4906
15	370 63229	4445 837	562762 3307	4537156 11	27 6246
16	346 147687	4879 252	562386 2168	4536971 414	31 6148
17	300 12004	5134 685	562459 1364	4536747 573	35 5768
18	300 120117	5434 805	562561 7671	4536473 875	33 1326
19	300 120069	5771 944	562557 3066	4536136 919	34 7526
20	475 730539	1386 31	563357 8659	4539909 578	11 3906
21	266 19411	4307 83	562841 2909	4537266 316	29 3559



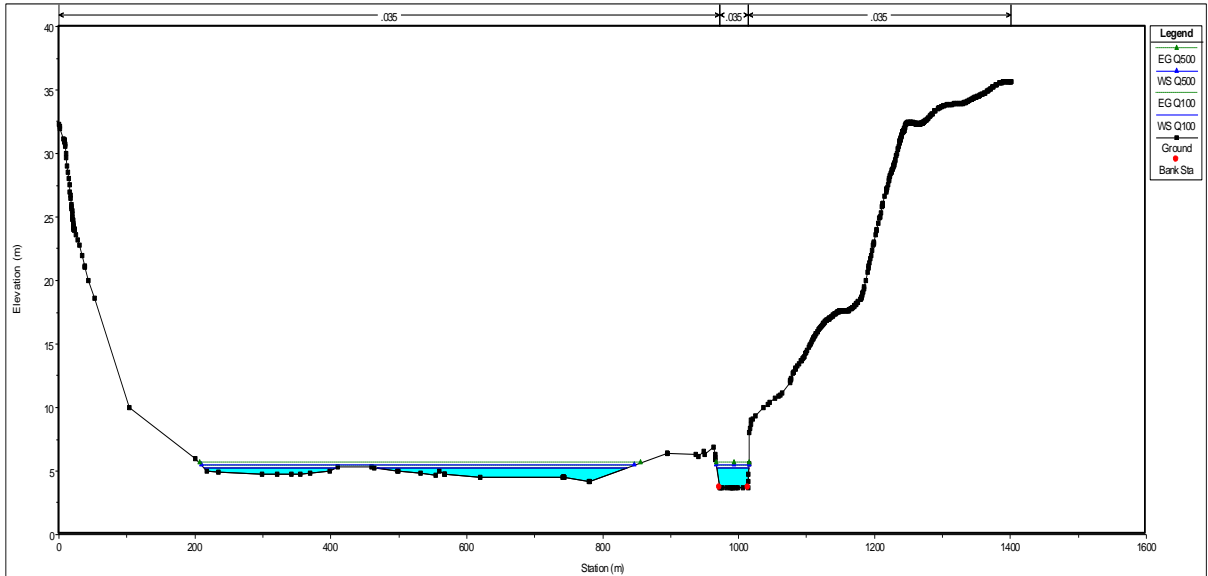
Şekil 2.11. Çalışma alanında seçilen en kesitler



a. Kesitin yeri

b. TIN üzerinde en kesitin yeri

Şekil 2.12.1 nolu en kesitin yeri



Şekil 2.13. 1 nolu en kesitin su yüzü profili

2.6. Hidrolik Model Çalışmaları

Topoğrafya çalışmalarından sonraki adım hidrolik model çalışmalarıdır. Su yollarında ve çevrelerindeki taşkın yataklarında, su basma alanlarının ve su derinliklerinin

bulunması gibi hidrolik analizler için geliştirilen çeşitli hidrolik model tipleri bulunmaktadır. Bunlardan bir kısmı CBS ile entegre edilerek çalışabilecek hale getirilmiş veya yazılan ara yüzlerle bu işlem sağlanmıştır. Bu tip modeller içinde en çok kullanılanlardan ikisi, Danimarka Hidrolik Enstitüsü'nün MIKE model serisinin hidrodinamik (HD) modülü ile Amerikan Hidrolojik Mühendislik Merkezi'nin (HEC) HEC-RAS modelidir. MIKE modeli çok fazla ve ayrıntılı veriye ihtiyaç göstermekte olup, daha çok az eğimli alanlarda sağlıklı sonuçlar verdiği için, bu çalışmada, eğimli arazilerde daha sağlıklı sonuç veren ve çalışma alanı için daha uygun olan HEC-RAS Modeli kullanılmıştır.

HEC-RAS bir boyutlu kararlı ve/veya kararsız akımların su yüzü profillerinin modellenmesine izin veren bir yazılımdır. Bu yazılımın en son versiyonu HEC-RAS 4.0 olup bu versiyonla birlikte sediment taşınımı ile ilgili hesaplamalar da yapabilmektedir. Kararlı akım su yüzü profilleri hesaplanması sadece ana mecra için yapılabildiği gibi tüm akarsu ağı içinde yapılabilmektedir. Temel hesaplama prosedürü bir boyutlu enerji denkleminin çözümü ile sağlanmakta ve mecra üzerindeki yapıların su yüzü profilleri hesaplanabilmektedir. Kararlı akım simülasyonu genellikle taşkın yataklarının yönetilmesi, taşkın sigortası, taşkın nereye kadar ulaşacağı ve mecra tabanı ile kıyılarda alınabilecek önlemlerin su yüzü profilini nasıl etkileyeceği vb. konuların belirlenmesi amacıyla yapılmaktadır. Kararlı akım simülasyonunda bir en kesitten diğerine su yüzü profilinin hesabı, standart adım yöntemi olarak adlandırılan iteratif olarak enerji denklemi ile yapılmaktadır. Bilinen başlangıç su yüzü seviyesinden, bulunması istenen en son kesitteki su yüzü seviyesine kadar ardışık iki kesit arasındaki su yüzü profili Bernoulli –Enerji Eşitliği kullanılarak elde edilir.

HEC-RAS modeli ücretsiz olarak internet ortamından temin edilebilmektedir. Ayrıca, HEC'in internet sitesinden programla ilgili teknik dokümanlara, eğitim kitapçıkları ve program içerisinde kullanıma hazır girdi dosyalarına ulaşılması da mümkündür. Su yüzeyi profillerinin oluşturulmasından sonra sonuçlar, HEC-RAS içerisindeki çeşitli grafiksel ve yazılı çıktı özellikleri ile incelenebilmektedir. Ancak taşkın alanlarının hesaplanabilmesi için bu profillerin CBS ortamına taşınması gerekmektedir. Çalışma alanına ait geometrik veriler, HEC-GeoRAS ta üretilmiş olup ilave veriler bu kısımda tamamlanmıştır.

HEC-RAS programına altlık olacak olan veriler HEC-GeoRAS'ta tamamlandıktan sonra taşkın analizini yapacak aşamaya gelmektedir. Bu aşamada akarsuya ait en kesitler

düzenlenerek köprü, menfez, akış olmayan alanlar, engelleyici yapılar, Manning-katsayıları ve debi bilgileri girilmektedir. Program çalıştırılmadan önceki aşamaları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür;

- a. Yeni proje açılması ve geometrik datanın alınması,
- b. En kesit bilgilerinin düzenlenmesi, sağ ve sol kıyı çizgilerinin belirlenmesi,
- c. Köprü ve menfez detaylarının girilmesi,
- d. Suyun toplandığı fakat akım olmayan noktaların belirlenmesi,
- e. Akımı engelleyici yapıların belirlenmesi,
- f. Kararlı veya kararsız akım koşullarının tespit edilerek debi bilgilerinin girilmesi,

HEC-GeoRAS programından alınan veriler HEC-RAS ortamına aktarılırken geometrik datadan import komutu kullanılmaktadır. Bu komutla akarsu talvegi ve ekisi noktaları otomatik olarak programa gelmektedir.

HEC-RAS açılır. Yeni proje açılır, kaydedilir projenin yeri belirlenir. Kullanılacak birim (metrik) seçilir. Edit → GeometricData.xml dosya formatı xml dosya formatına dönüştürülür. File → ImportGeometry Data → GIS format. Dere geometrisi açılır. File → SaveGeometry Data As ile kaydedilir. Crosssection ile kesitler incelenir düzeltme/editleme yapılır. Tespit edilen Manning-katsayısı girilir. Manning-formülü, serbest yüzeyli akımlarda kanaldaki ortalama akım hızını ve debiyi bulmak için kullanılır. Manning-formülündeki n pürüzlülük katsayısı değerleri kanalın geçtiği zemin özelliklerine bağlı olarak tablolar halinde hazırlanmıştır. Yapılan arazi çalışmaları sonucunda, akarsu en kesit özellikleri dikkate alınarak tüm kesitler için Manning-katsayısının $n=0.035$ olarak seçilmesine karar verilmiştir.

Geometrik datalarda yapılan tüm düzenlemelerden sonra hesap için en önemli kriter olan debi girişleri yapılır. Bilgisayar ortamındaki hesaplara ilişkin örnek bir sayfa Şekil 2.14 a ve b'de sunulmuştur.

2.7. Taşkın Haritaları ve Zararları

Yukarıda açıklanan çalışmaların sonucunda 100 yıl ve 500 yıl tekerrürlü taşkınların meydana gelmesi durumunda hangi alanların su altında kalacağı, su altında kalacak bina ve tesislerin büyüklükleri ve bu alanlarda su derinliklerinin ne olacağı gibi bilgilerin yer aldığı taşkın haritaları elde edilmiş, bu haritalar yardımıyla da bu taşkınların sebep olacağı

zararlar ve ilgili yapı ve tesislerin zarar görebilirlikleri konusunda yapılan hesap ve değerlendirmeler çalışmanın 3. bölümünde ayrıntılı olarak sunulmuştur.

	River Station	LOB	Channel	ROB
1	5771.944	333.94	337.14	340.64
2	5434.805	293.05	300.12	309.57
3	5134.685	277.45	255.43	232.71
4	4879.252	450.91	433.41	428.05
5	4445.837	131.36	138.01	144.8
6	4307.83	65.98	69.12	75.1
7	4238.708	238.78	224.94	222.21
8	4013.768	369.7	379.68	394.17
9	3634.084	290.41	291.61	292.89
10	3342.479	316.85	307.32	297.56
11	3035.159	437.53	427.69	434.67
12	2607.474	188.15	186.27	188.2
13	2421.202	346.25	333.36	329.93
14	2087.845	269.33	255.34	248.64
15	1832.505	338.35	330.84	330.09
16	1501.666	115.24	115.36	115.54
17	1386.31	197.17	196.64	200.03
18	1189.674	207.61	216.41	229.54
19	973.2681	438.63	433.63	440.88
20	539.6392	485.04	480.57	484.21
21	59.06932	72.48	59.07	103.19

a. Enkesit bilgileri

Flow Change Location		Profile Names and Flow Rates			
River	Reach	RS	Q100	Q500	
1	degirmendere	anakol	5771.944	580	780

b. Debi değerlerinin girişi

Şekil 2.14. Bilgisayar ortamındaki hesaplara ilişkin örnek bir sayfa

3. BULGULAR

3.1. Giriş

İkinci bölümde, çalışma alanı için oluşturulan taşkın risk haritalarında Değirmendere mansabından 6 km'lik alanda 100 ve 500 yıl tekerrür süreli taşkın debileri kullanılmıştır. Değirmendere'nin bu kısmı, arazi yapısı, nüfus yoğunluğu ve gelişmiş sanayisinden dolayı taşkınların ortaya çıkartacağı zararların en fazla olabileceği yer olduğundan seçilmiştir.

Bu bölümde ise, seçilen debilere bağlı olarak sahadaki olası taşkınlar neticesinde binalarda ortaya çıkabilecek maddi hasarı tahmin etmek için, su altında kalabilecek binaların alanları ve ortalama su derinlikleri oluşturulan taşkın risk haritaları yardımıyla hesaplanmıştır. Hesaplanan ortalama su derinliği ile birinci bölümde belirtilen derinlik-zarar eğrilerinden elde edilen zarar oranları hesaplanmış, bu oran ile toplam bina alanları ve binaların yıpranma payı olarak belirlenen %20 oranında değer düşülerek elde edilen değerle, binaların yapı değerlerine ait birim fiyatlar, Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca her yıl belirlenen Yapı Yaklaşık Birim Fiyat Cetvelinden taşkın etkisi altında kalan binaların yapı sınıflarına uygun fiyatları alınarak (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2013) bu değerlerin çarpımı sonucunda toplam zararın fiyatlandırması yapılmıştır. Buradaki fiyatlandırma, bütün ekonomik kayıplar için yapılmayıp, sadece binaların uğrayabileceği hasara göre yapılmıştır. Yollar, köprüler, altyapı tesisleri vb. diğer yapılarda meydana gelebilecek zararların hesabı çok daha ayrıntılı çalışmaları gerektirdiğinden, bu tesislerde meydana gelebilecek hasarlar tahmin edilmemiştir. Bölümün son kısmında ise, taşkınlarda zarar görebilirlik analizleri irdelenmiştir.

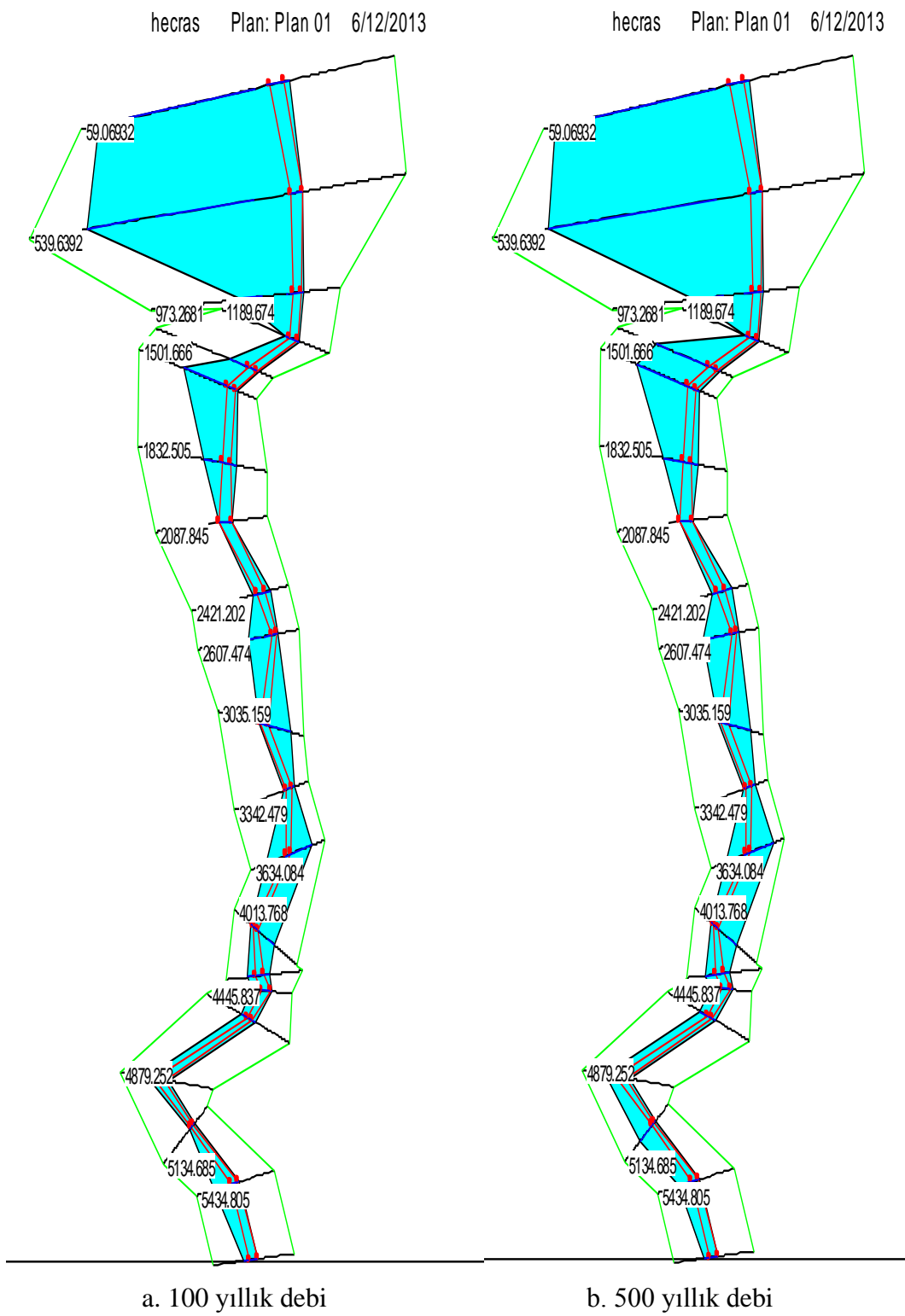
3.2. Taşkın Haritalarının Oluşturulması

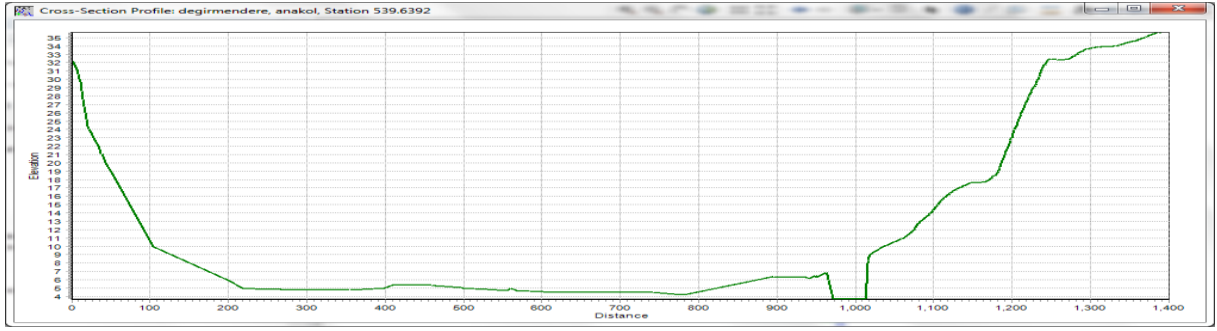
Yapılan çalışmalarla bulunan su yüzü seviyelerini içeren RasGIS.sdf çıktı dosyası HEC-GeoRAS ile ArcGIS 10.1'e yollanarak ArcGIS 10.1'de TIN verisinin üzerine eklenmiş, bu şekilde arazi modelinin üzerinde 100 ve 500 yıllık taşkın debisinin oluşması durumunda nerelerin su altında kalabileceği 3 boyutlu olarak haritalanmıştır.

Bu haritalanma yapılırken, belirlenen 21 en kesit için arazi kotlarına göre akarsu yatağının mevcut topoğrafik durumu belirlenmiş; daha sonra da 100 yıl ve 500 yıl tekerrürlü debilerin akması halinde su altında kalacak alanlar hesaplanmıştır. Tablo 3.1'de, 500 yıl tekerrürlü taşkın debisine ait hesaplar görülmektedir. Çalışma alanında belirlenen 21 en kesitin 100 ve 500 yıllık taşkın debilerinin gelmesi durumundaki su altında kalacak alanları sırasıyla Şekil 3.1a ve b'de verilmiştir. Örnek olarak seçilen 1 nolu kesitin ayrıntıları Şekil 3.2'de verilmiştir. Şekil 3.2a'da mevcut kesit, 3.2b'de taşkın debileri durumunda akarsu yatağının durumu, 3.2c ve 3.2d'de ise, sırasıyla, 100 yıl ve 500 yıl tekerrürlü taşkın debilerinin gelmesi halinde oluşacak su derinlikleri sunulmuştur.

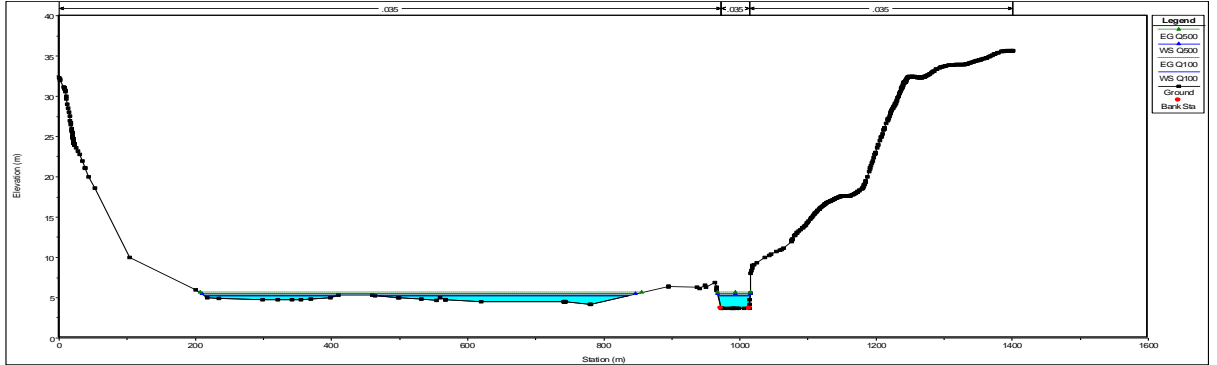
Tablo 3.1. 500 yıl tekerrürlü taşkın debisine ait hesaplar

Profile Output Table - Standard Table 1												
HEC-RAS Plan: 6161 River: degirmendere Reach: anakol Profile: Q500 (Reload Data)												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
anakol	5771.944	Q500	780.00	34.75	39.11		40.26	0.004439	5.05	173.34	51.67	0.78
anakol	5434.805	Q500	780.00	33.13	37.92	37.37	38.91	0.003393	4.73	205.10	79.91	0.69
anakol	5134.685	Q500	780.00	31.35	36.88	36.88	37.88	0.003429	5.18	222.80	104.71	0.71
anakol	4879.252	Q500	780.00	30.22	33.94		34.64	0.003491	4.03	229.05	94.26	0.67
anakol	4445.837	Q500	780.00	27.62	31.22	31.15	32.47	0.007238	5.70	170.13	72.58	0.96
anakol	4307.83	Q500	780.00	26.81	30.73		31.62	0.004105	4.55	204.99	78.98	0.73
anakol	4238.708	Q500	780.00	26.49	30.27	30.27	31.29	0.005102	4.96	198.52	92.87	0.81
anakol	4013.768	Q500	780.00	24.87	28.82	28.82	30.03	0.005950	5.50	181.27	92.15	0.88
anakol	3634.084	Q500	780.00	22.28	25.39		25.81	0.003531	3.62	298.19	173.61	0.65
anakol	3342.479	Q500	780.00	18.88	22.66	22.66	24.25	0.007428	5.98	145.34	46.73	0.98
anakol	3035.159	Q500	780.00	16.44	19.37		19.92	0.004452	3.89	250.09	126.60	0.73
anakol	2607.474	Q500	780.00	12.56	17.30	17.30	18.11	0.003852	4.99	246.71	135.87	0.73
anakol	2421.202	Q500	780.00	11.65	15.67	14.96	16.42	0.003456	4.24	216.52	75.44	0.68
anakol	2087.845	Q500	780.00	10.02	13.13	13.13	14.65	0.008129	5.49	144.86	48.28	0.99
anakol	1832.505	Q500	780.00	8.85	12.16		12.55	0.002664	3.26	296.03	129.76	0.57
anakol	1501.666	Q500	780.00	7.49	11.94		12.06	0.000693	2.03	566.26	256.95	0.31
anakol	1386.31	Q500	780.00	7.05	11.52	10.88	11.91	0.001893	3.36	354.58	244.68	0.51
anakol	1189.674	Q500	780.00	6.12	9.36	9.30	11.07	0.009252	6.02	142.77	58.16	1.07
anakol	973.2681	Q500	780.00	5.20	8.72	8.72	9.42	0.004513	4.43	259.33	184.71	0.76
anakol	539.6392	Q500	780.00	3.65	5.45		5.62	0.003972	2.66	499.66	684.78	0.63
anakol	59.06932	Q500	780.00	1.10	2.99	2.99	3.30	0.005801	3.29	415.56	701.62	0.77

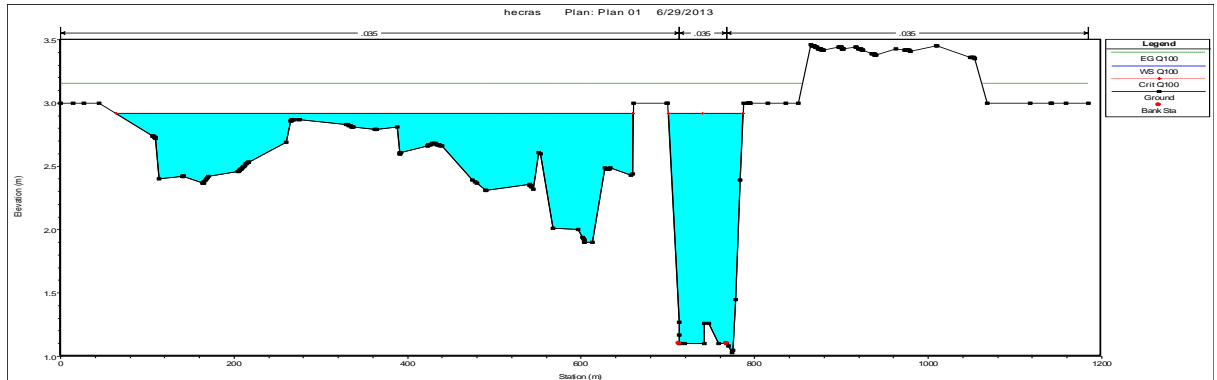




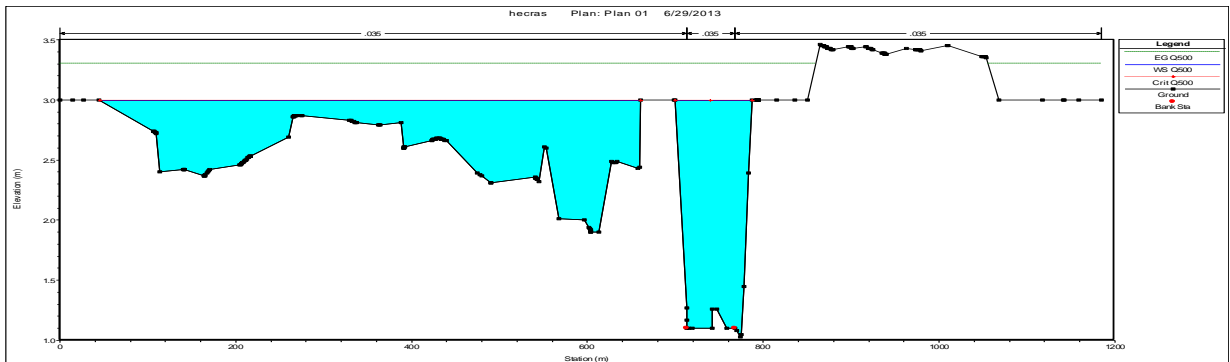
a. Mevcut kesit



b. Taşkın debileri durumunda akarsu kesiti



c. 100 Yıllık Debide Su Derinlikleri



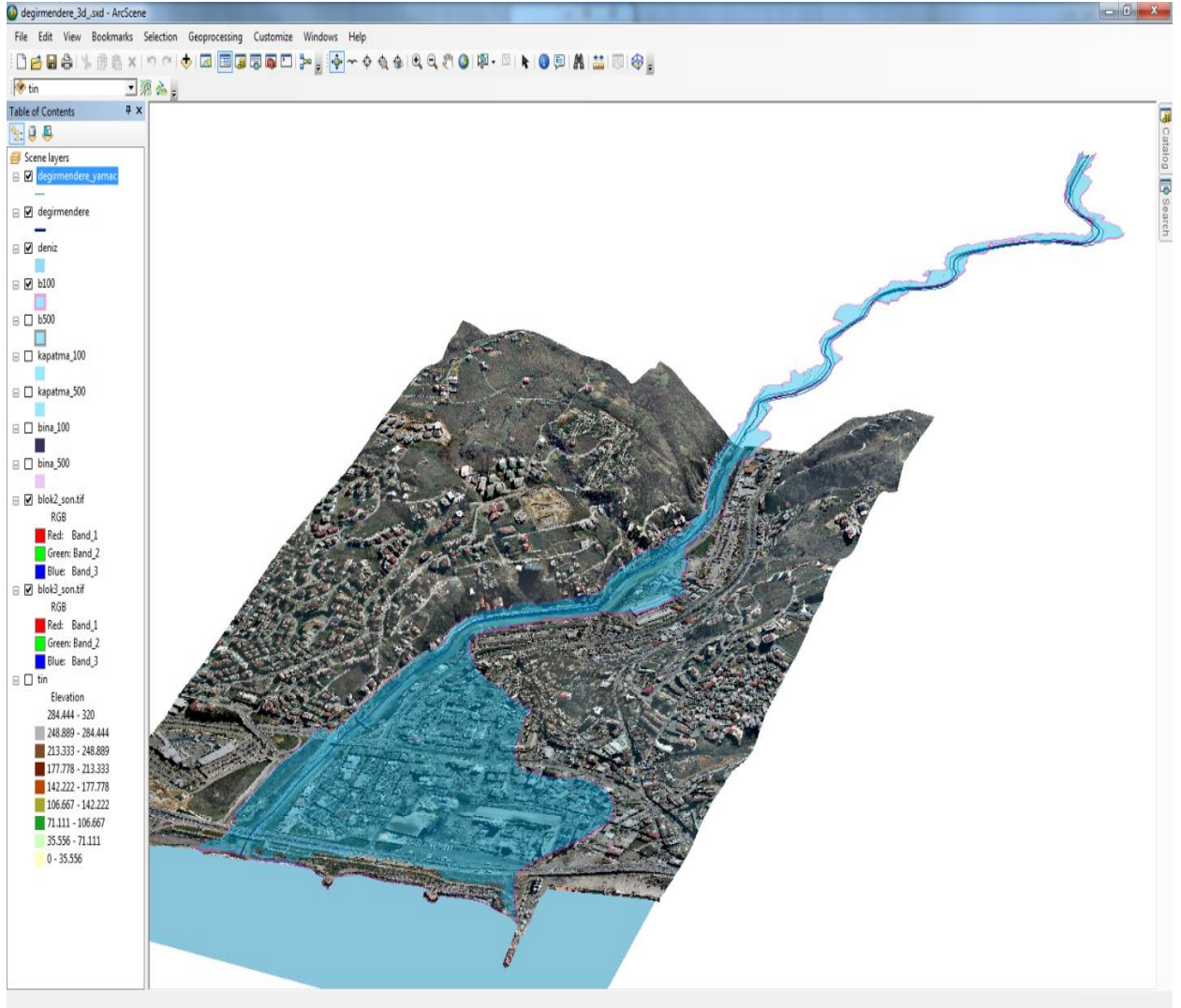
d. 500 Yıllık Debide Su Derinlikleri

Şekil 3.2. 1 nolu kesite ait enkesit durumları

100 yıl tekerrürlü taşkın debisine göre ($580 \text{ m}^3/\text{sn}$) su altında kalan binaları belirlemek için 1:3 000 ölçekli harita 9 parçaya ayrılmıştır. Bu debiyeye göre su altında kalan toplam alan $934 444.80 \text{ m}^2$ olup, bu alan içerisinde kalan 152 adet binanın toplam alanı $188 090 \text{ m}^2$ olarak hesaplanmıştır. Şekil 3.3'te su altında kalacak alandaki binaların genel görünümü, Şekil 3.4'te TIN üzerine ofset edilmiş uydu görüntüsü, Şekil 3.5'te ise uydu görüntüleri detaylı olarak sunulmuştur.

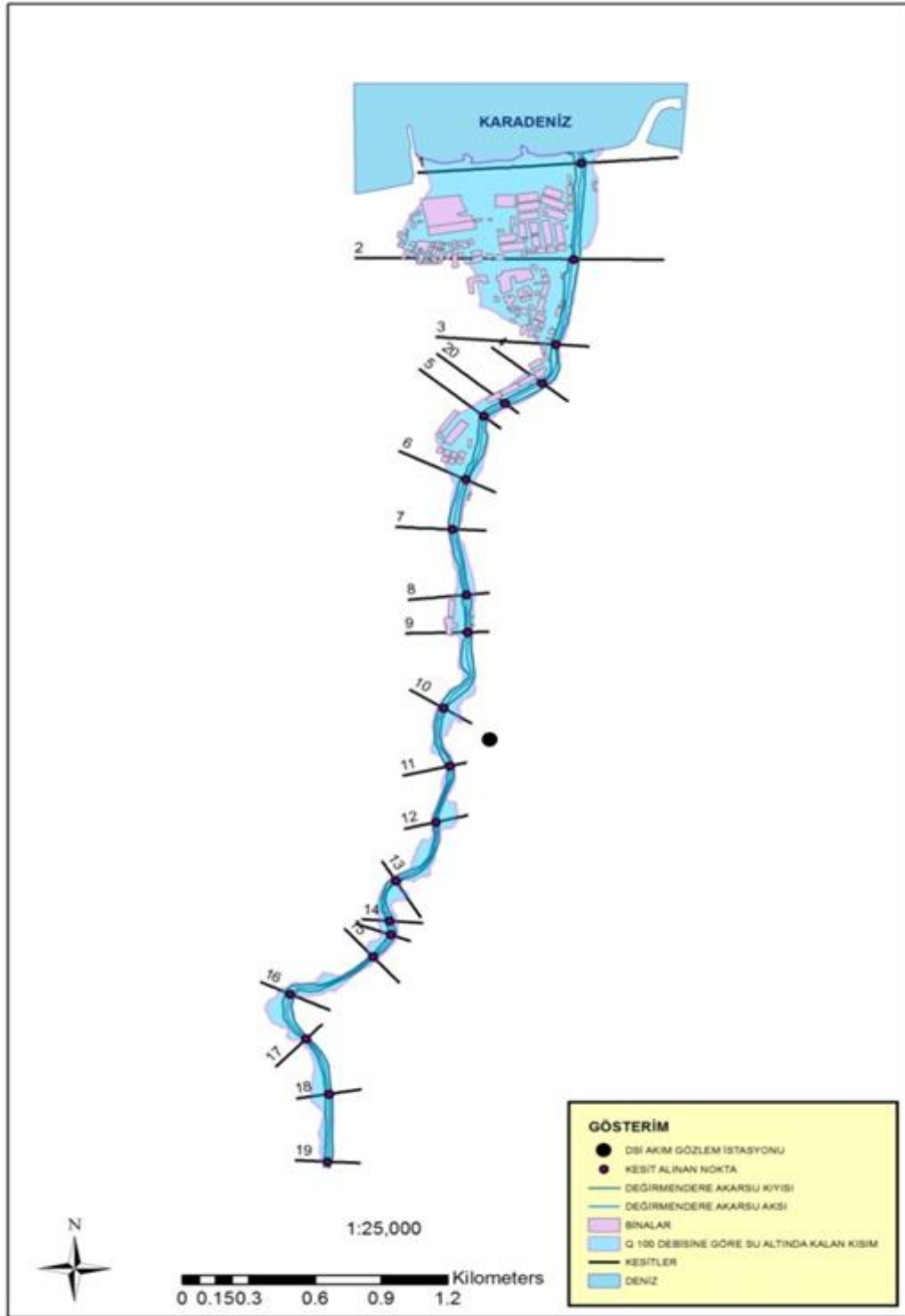


Şekil 3.3. 100 yıl tekerrürlü taşkında su altında kalacak binaların genel görünümü

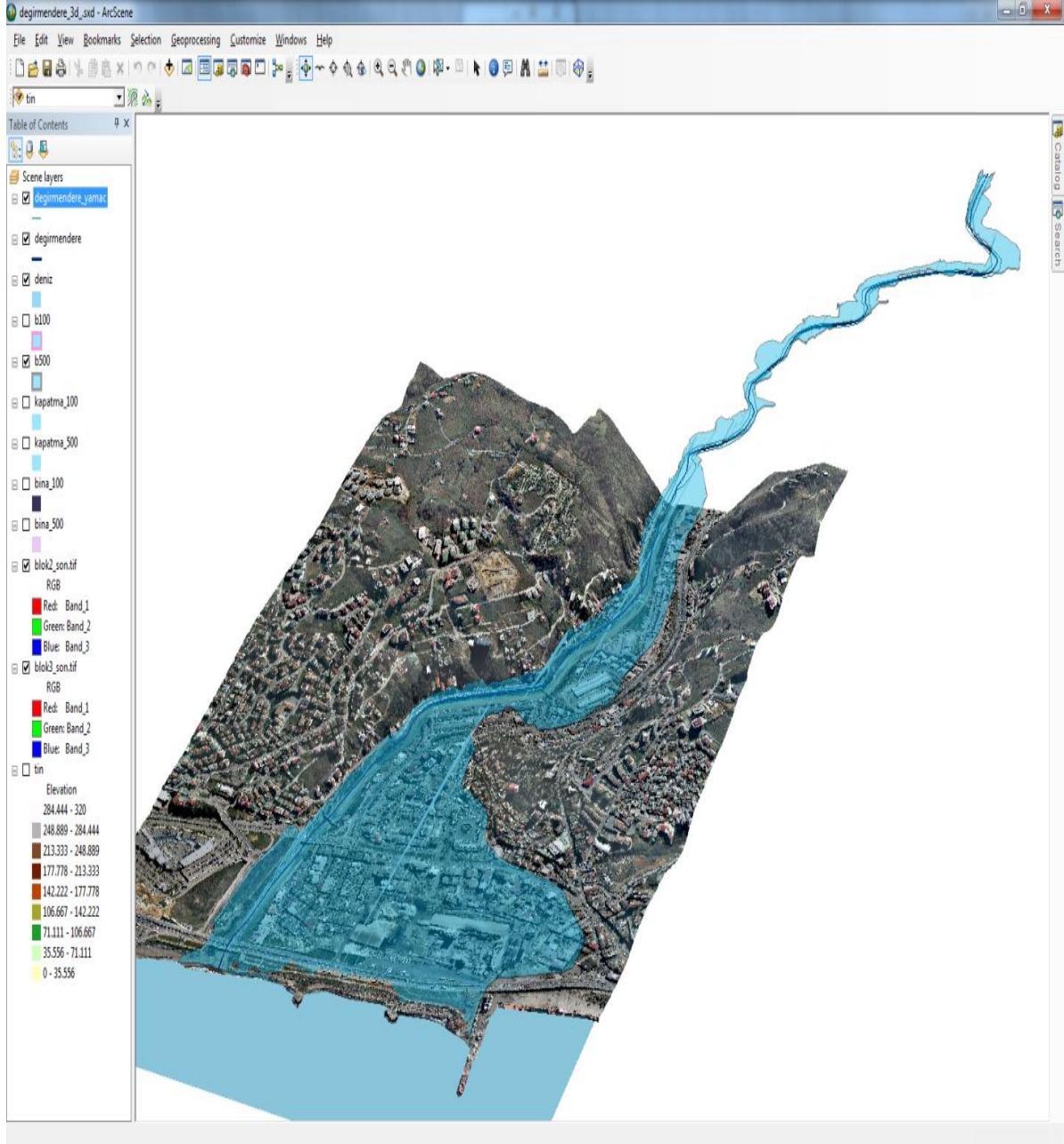


Şekil 3.4. 100 Yıllık debide su altında kalan alanların TIN üzerine ofset edilmiş uydu görüntüsü

500 yıl tekerrürlü taşkın debisine göre ($780 \text{ m}^3/\text{sn}$) su altında kalan binaları belirlemek için 1:3 000 ölçekli harita 9 parçaya ayrılmıştır. Bu debiye göre su altında kalan toplam alan ise $1\,220\,201 \text{ m}^2$ olup, bu alan içerisinde kalan 254 adet binanın toplam alanı $239\,134 \text{ m}^2$ olarak hesaplanmıştır. Şekil 3.6'da su altında kalacak alandaki binaların genel görünümü, Şekil 3.7'de TIN üzerine ofset edilmiş uydu görüntüsü, Şekil 3.8'de ise uydu görüntüleri detaylı olarak sunulmuştur.



Şekil 3.6. 500 yıl tekerrürlü taşkında su altında kalacak binaların genel görünümü



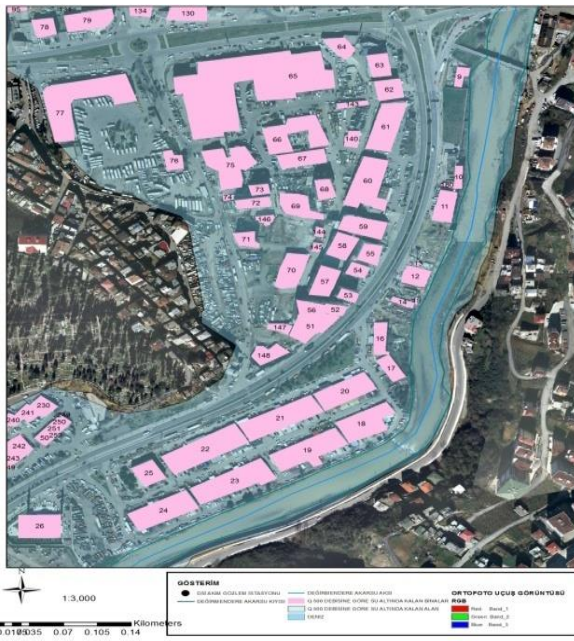
Şekil 3.7. 500 yıllık debide su altında kalan alanların tin üzerine ofset edilmiş uydu görüntüsü



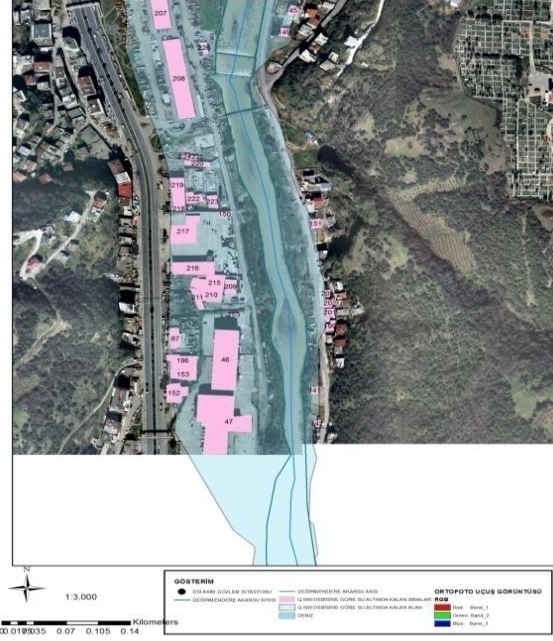
a. Sanayi Mahallesi (sol)



b. Sanayi Mahallesi (sağ)



c. Sanayi Mahallesi (Orta Kısım)



d. Sanayi Mahallesi (İç Kısım)

Şekil 3.8. 500 yıl tekerrürlü debiye göre su altında kalan alanların uydu görüntüsü

Yukarıda harita bilgileri verilen 100 yıl ve 500 yıl tekerrürlü taşkınlarda su altında kalacak alan ve binalarla ilgili özet bilgi Tablo 3.2'de sunulmuştur.

Tablo 3.2. 100 Yıl ve 500 yıl tekerrürlü taşkın debilerinde su altında kalacak alanlar

Tekerrür Süresi (Yıl)	Debi (m ³ /sn)	Su Altında Kalacak Alan (m ²)	Su Altında Kalacak Bina Taban Alanı (m ²)
100	580	934 448	188 090
500	780	1 220 210	239 134

3.3. Binalarda Meydana Gelebilecek Zarar Hesabı

Bu bölümde, 100 yıl ve 500 yıl tekerrür süreli taşkın debileri durumunda su altında kalacak alanlardaki binalarda taşkın etkisiyle meydana gelecek hasarlarla ilgili tahmini hesaplar derinlik-zarar eğrilerinden faydalanılarak sunulmaktadır. Derinlik-zarar eğrileri farklı arazi kullanımları için potansiyel zararın belirlenmesinde, yardım çalışmalarında öncelik verilecek en büyük zarara uğrayan alanın tespitinde, arazi kullanım şekillerinin zarar üzerindeki etkisinin belirlenmesinde, taşkından etkilenecek veya etkilenmeyecek arazilerin belirlenmesi ve dolayısıyla buraya taşkın koruma yapılarının gerekli veya gereksiz olacağını gösterilmesinde ve yıllık ortalama zararın hesabında kullanılabilirler.

Yapıların taşkın bölgesindeki dağılımları uğrayacakları zarar bakımından önemlidir. Genelde akarsu yatağına yakın yapıların uğrayacağı zararın fazla olacağı söylenebilir. Bu zarar, taşkın haritaları yardımıyla kesin olarak tespit edilebilir. Ancak taşkın haritaları içerisinde kalan binalarda derinlik-zarar hesabı yapılırken esas alınan binanın taban kotudur. Taban kotu farklı her yapı için ayrı çalışma gerekeceğinden ve çalışma alanı yüzey şekli olarak düz bir arazi yapısına sahip olduğundan, taşkın haritalarında yer alan binaların taban kotlarının aynı seviyede olduğu kabulü ile hesaplamalar yapılmıştır.

Taşkın hasarlarıyla ilgili ayrıntılı bilgi Bölüm 1.2.5'te ayrıntılı olarak sunulduğundan, bu kısımda sadece binalarda meydana gelebilecek zarar tahmin hesapları özetle verilmiştir.

3.3.1. 100 Yıl Tekerrürlü Taşkın Durumunda Zarar Hesabı

ESRI (ArcGIS10.1) Programında HEC-GeoRAS ile elde edilen sonuçlara göre ve TIN üzerine ORTOFOTO verisi ofset edildiğinde Q_{100} için maksimum su derinliği 5.537 m olarak hesaplanmıştır. Ortalama 3.0 m yüksekliğindeki taşkın koruma yapısı dikkate alındığında binaların $5.537-3.0 = 2.537$ m su altında kalabileceği hesaplanır.

Yukarıda yapılan çalışmalar ve hesaplamalar ışığında Değirmendere Deresinde oluşabilecek 100 yıllık $580 \text{ m}^3/\text{sn}$ taşkın debisinde $934\,444 \text{ m}^2$ alanın su altında kalabileceği, bu alan içerisinde bulunan binaların su ile temas edebilecek toplam alanının $188\,090 \text{ m}^2$ olduğu ve 3.0 m yüksekliğindeki taşkın koruma yapısı göz önüne alındığında binalardaki ortalama su yüksekliğinin 2.5 m olacağı hesaplanmıştır. Binaların yapılaşma ve kullanım özellikleri dikkate alındığında binalarda % 20 oranında yıpranma payı olduğu takdir edilmiştir. Bina yapı sınıflarının ise, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nca hazırlanan ve 24.04.2013 tarih ve 28627 sayılı Resmi Gazete 'de yayımlanan mimarlık ve mühendislik hizmet bedelinin hesabında kullanılacak yapı birim fiyat cetvelinde 3A ($490 \text{ TL}/\text{m}^2$) olduğu anlaşılmıştır. Van Eck ve Kok'un (Şekil 1.4) ve Moel ve Aerts'in (Şekil 1.5) derinlik-zarar eğrilerine göre oluşacak zarar oranları sırasıyla 0.19 ve 0.16 olarak belirlenmiştir. Bu durumda 100 yıllık taşkın debisine göre oluşabilecek hasar miktarı;

- Binaların Toplam Değeri: $188\,090 \text{ m}^2 \times 490 \text{ TL}/\text{m}^2 \times 0.80 = 73\,731\,280 \text{ TL}$
 - Van Eck ve Kok'a göre hasar tutarı: $73\,731\,280 \text{ TL} \times 0.19 = 14\,008\,943 \text{ TL}$
 - Moel ve Aerts'e göre hasar tutarı: $73\,731\,280 \text{ TL} \times 0.16 = 11\,797\,004 \text{ TL}$
- şeklinde tahmin edilmiştir.

3.3.2. 500 Yıl Tekerrürlü Taşkın Durumunda Zarar Hesabı

ESRI (ArcGIS10.1) Programında HEC-GeoRAS ile elde edilen sonuçlara göre ve TIN üzerine ORTOFOTO verisi ofset edildiğinde Q_{500} için maksimum su derinliği 6.076 m olarak hesaplanmıştır. Ortalama 3.0 m yüksekliğindeki taşkın koruma yapısı dikkate alındığında binaların $6.076-3.0=3.76$ m su altında kalabileceği hesaplanır.

Yukarıda yapılan çalışmalar ve hesaplamalar ışığında Değirmendere Deresinde oluşabilecek 500 yıllık $780 \text{ m}^3/\text{sn}$ taşkın debisinde $1\,220\,201 \text{ m}^2$ alanın su altında kalabileceği, bu alan içerisinde bulunan binaların su ile temas edebilecek toplam alanının $239\,134.90 \text{ m}^2$ olduğu ve 3.0 m yüksekliğindeki taşkın koruma yapısı göz önüne

alındığında binalardaki ortalama su yüksekliğinin 3.0 m olacağı hesaplanmıştı. Binaların yapılaşma ve kullanım özellikleri dikkate alındığında binalarda % 20 oranında yıpranma payı olduğu takdir edilmiştir. Bina yapı sınıflarının ise, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nca hazırlanan ve 24.04.2013 tarih ve 28627 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan mimarlık ve mühendislik hizmet bedelinin hesabında kullanılacak yapı birim fiyat cetvelinde 3A (490 TL/m²) olduğu anlaşılmıştır. Van Eck ve Kok'un (Şekil 1.4) ve Moel ve Aerts'in (Şekil 1.5) derinlik-zarar eğrilerine göre oluşacak zarar oranları sırasıyla 0.22 ve 0.21 olarak belirlenmiştir. Bu durumda 500 yıllık taşkın debisine göre oluşabilecek hasar miktarı;

- Binaların Toplam Değeri: $239\ 134\ 90\ m^2 \times 490\ TL/m^2 \times 0.80 = 93\ 740\ 880\ TL$
 - Van Eck ve Kok'a göre hasar tutarı: $93\ 740\ 880\ TL \times 0.22 = 20\ 622\ 994\ TL$
 - Moel ve Aerts'e göre hasar tutarı: $93\ 740\ 880\ TL \times 0.21 = 19\ 685\ 585\ TL$
- şeklinde tahmin edilmiştir.

3.4. Değirmendere'de Taşkın Olaylarından Zarar Görebilirlik Analizi

Değirmendere Vadisi'nin taşkın riski açısından en riskli olan bölgesi olan Sanayi Mahallesi çalışma alanı olarak seçilmişti. Bu Mahalle aynı zamanda Trabzon İlinin Trabzon İlinin Sanayi alanı olup, özellikle gündüzleri çok yoğun insan (15-20 bin kişi) ve araç sirkülasyonu bulunmakla beraber mesken olarak kullanılan konutların azlığı nedeni ile gece nüfusu 2013 yılı itibari ile TÜİK verilerinden 2 557 kişi olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle taşkın olayının gündüz ve özellikle hafta içi meydana gelmesi durumunda yerleşimin zarar görebilirlik riski çok üst seviyede olacaktır.

Çalışma alanı olarak seçilen Sanayi Mahallesi yerleşimi Değirmendere Vadisi'nde toplanan suların bir nevi son drenaj bölgesidir. Bu nedenle, vadinin memba kısımlarında insan etkisi ile arazi yapısında meydana gelebilecek deformasyonlar, jeolojik, çevresel, baraj yıkılması gibi taşkın zarar oranını artırıcı sebepler, çalışma alanının altyapısında ve yerleşimin hemen kuzeyinde bulunan Trabzon Liman alanında meydana getirebileceği zararın büyümesinde direkt etkili olacağından bu unsurların irdelemesi aşağıda sunulmuştur.

3.4.1. Değirmendere'nin Arazi Yapısının Zarar Görebilirlik Analizi

Doğu Karadeniz Bölgesinin morfolojisi, jeolojik yapısı, iklim karakteristikleri, yol ve yerleşim başta olmak üzere çeşitli mühendislik yapıları için yapılan kazılar sonucunda; oluşan kitle hareketlerine bağlı olarak sık sık can ve mal kayıpları görülmektedir. Ayrıca, bitki örtüsünün tahrip edilmesi sonucunda toprak erozyonu ile karşı karşıya kalınmakta, tarım alanları bir süre sonra kullanılamaz bir hal almaktadır. Eğer bu alanlar baraj vb. tesislerin bulunduğu havzaları içeriyorsa zararlar başka bir boyut kazanmaktadır.

Türkiye gibi yılda 500 milyon ton toprak kaybı olan bir ülkede, bu havzalarda asıl amacın erozyon kontrolü olması gerektiği yadsınamaz bir gerçektir. Zira erozyon süreci sadece toprak kaybı ile sınırlı olmayıp, bir dizi etkileşimleri beraberinde getirmektedir. Her yıl yukarıdaki miktarlarda toprak kaybı üst ve üretken toprağın kaybolmasına, verimliliğin düşmesine ve özellikle bitki besin maddelerinin yok olmasına neden olmaktadır. Toprağın kırıntılı, kolay ufalanabilir ve işlenebilir üst katmanlarının yok olması tohum yatağının bünyesinde bozulmalara neden olmakta, bu da ürün miktarını düşürdüğü gibi ürün kalitesini de etkilemektedir. Üst toprağı kaybeden ortamların aynı zamanda su tutma kapasiteleri de düşmekte, sağanak yağışlar sonucunda su, toprakta depolanmadan kolayca yüzeysel akışa geçebilmektedir. Bu aşamada taşkınlar olabilmekte, akıntı suları kapladıkları alanlara sediment, kum, çakıl vb. maddeleri taşıyarak alçak ve verimli arazilerin sediment ile kaplanmasına neden olmaktadır [72].

Değirmendere Havzası, üzerinde kurulan Galyan Barajı nedeniyle yukarı havzalardan gelebilecek sedimente karşı daha hassas bir yapı göstermektedir. Zira aşırı sediment taşınması barajların su depolama kapasitelerinin azalmasına ve dolayısıyla ekonomik ömürlerini doldurmadan devre dışı kalmalarına neden olmaktadır. Sediment birikimi aynı zamanda, su kalitesi açısından da zararlı olduğu, vana ve terfi pompalarına zarar verdiği bilinmektedir [73].

Yukarıdaki nedenlerle havzada oluşacak taşkın oluşumunun ve etkisinin azaltılmasında toprak muhafazası önemli bir unsur olarak değerlendirilmektedir. Bu amaçların da ancak toprak yüzeyini örten, yağışların güvenli ve yavaş bir şekilde toprak derinliklerine sızmasına yardım eden, bitki örtüsü ile sağlanabileceği ortadadır. Fransa'nın Durance ve Drac nehirlerinde yapılan bir araştırmada, orman örtüsüne sahip eğimli arazide 1.5 ton/ha/yıl olan toprak erozyonu, çıplak alanlarda 450 ton/ha/yıl'a çıktığı belirtilmektedir [73]. Fakat havzada asıl amaç, yüksek miktarda ve kaliteli su üretmek ise,

bu durumda doğal vejetasyon ve özellikle sık ve iyi gelişmiş bir orman örtüsünün, pek çok faydasının yanı sıra, bu amaca hizmet edeceği pek söylenemez. Çünkü Shachori ve Michaille'e [75] göre orman örtüsünün, ot örtüsüne göre daha fazla su kullandığı saptanmıştır. Bu, özellikle hem kök derinliğindeki farklılıklar, hem de yağışlı iklimlerde geniş ölçüde oluşan daha yüksek intersepsiyon kaybına neden olmaktadır.

Görüldüğü gibi, havzadaki amaçlar ile bu amaçlara ulaşmak için başvurulacak yöntemler bazen birbiri ile iki zıt kutup olabilmektedir. Her havzada optimum miktarda su üretmek, su verimini ve toprak stabilitesini en iyi derecede sağlamak gerekmektedir.

Değirmendere havzası tamamen kamusal alanlardan oluşmadığı için önerilen bitkilerin sadece toprak muhafaza karakterini yerine getirmesi yeterli olmayabilir. Çünkü erozyon kontrolü amacıyla kullanılacak ot ve benzeri bitki türlerinden yararlanmak, bu bitkiden beklenen etkiyi azaltmakta, çalı grubu bitkilerden elde edilen ürünler genelde ekonomik getirisi yeterli olmamakta, odunsu bitkiler ile bitkilendirme ise özel sektörde idare süresinin uzun olması nedeniyle tercih edilmemektedir.

3.4.2. Değirmendere'nin Jeolojik Zarar Görebilirliğinin Analizi

Ülkemizde, oluşma sıklığı ve verdiği zararlar açısından heyelandan en fazla etkilenen bölge Karadeniz bölgesidir. Karadeniz bölgesi kıyısında, İnebolu-Hopa arasındaki yamaç hareketleri önde gelen jeomorfolojik olaylar olarak tanımlanabilir. Özellikle Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki zeminler dik topoğrafya nedeniyle bir süre sonra hareket etmekte ve bu hareketler yol, temel kazısı gibi mühendislik çalışmaları ve yağış sonucu hızlanmaktadır. Doğu Karadeniz bölgesindeki heyelanlar % 42'si su, % 26'sı ayrışma, % 26'sı kazı, % 4'ü bitki değişikliği ve % 2'si diğer nedenlerden dolayı oluşmaktadır [40]. Yıllık yağış ortalama yükseklikleri 809 ile 2 338 mm arasında değişen bu bölge, Türkiye'nin en fazla yağış alan bölgesidir.

Heyelan çalışmaları konum-zaman ilişkisi, sosyo-ekonomik kayıplar, çevresel etkiler, zararların azaltılmasıyla ilgili alanları kapsayan disiplinler arası çalışmayı gerektiren bir konudur. Heyelanların belirlenmesinde jeologlar, jeofizikçiler ve zemin mekanikçiler genelde kütlelerin kayıp kaymayacakları konusuyla ilgilenmişler ve kayma olasılığına karşı koruyucu önlemler almışlardır. Değirmendere vadisi de heyelandan fazlaca etkilenmektedir. Bu bölgede özellikle vadi kesitinin daraldığı Kutlugün Mevkii gibi (Şekil 3.9) bölgelerde yer bilimcilerin yaptığı araştırmalar sonucu, heyelanların meydana

geldiği alanlarda, kumtaşı, marn, şeyl, killi kireç taşı ve tüft gibi jeolojik malzemenin olduğu belirlenmiştir.



Şekil 3.9. Değirmendere’de heyelanlı alanlar

Bu malzemenin yer yer ayrışması sonucu, inceleme alanında killi seviyelerin oluştuğu gözlenmiştir. Bölgedeki kayma hareketinin, tüffitara katkılı marnın parçalanarak ayrışması sonucunda suya doygun siltli killere dönüşmüş ve kütle içindeki olistostrom malzemenin yamaç aşağı 180 ve 170 kotlarındaki akmalar (SS1 ve SS2) ile başladığı belirlenmiştir. Yüzeylerde meydana gelen yüzey hareketleri kaşık biçimindedir. Çalışma alanında, bu tip heyelanın oluşturduğu yay ve at nalı biçimindeki şevler, çökme bölgelerinde oluşan çukur ve düzlükler, kabarma bölgelerini karakterize eden küçük tepeler gibi topoğrafik şekiller görülmektedir.

3.4.3. Değirmendere'nin Çevresel Zarar Görebilirlik Analizi

Dünyadaki teknolojik gelişmeler baş döndürücü bir hızla devam ederken teknolojiye paralel olarak doğal kaynaklarda (su, toprak ve hava) meydana gelen kirlenme de artış göstermektedir. Bu kirlilik ekolojik dengenin bozulmasına buna bağlı olarak da çeşitli sorunların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu sorunların başında gelen çevre kirlenmesi, insan ve diğer canlıları olumsuz yönde etkileyebilmekte ve bunun beraberinde gelecek nesilleri de tehdit eder durumlara ulaşabilmektedir [75].

Dünyada, akarsular olarak karşımıza çıkan su kaynaklarının çoğu yüzeysel sular olduğu için, yer altı sularından daha çok kirlenmeye açıktırlar. Özellikle endüstriyel faaliyetler, yüzey sularının kirlenmesine sebep olan en önemli etkenlerdir. Ülkemiz ve ülkemiz gibi gelişmekte olan ülkelerde, kullanılmış suların % 95'i arıtılmadan, doğrudan doğruya yüzeysel sulara verilmektedir. Bu ise doğal bir kaynak olan suyun kirlenmesine sebep olmaktadır. Kirlilik, suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini bozmakta, birçok amaçla kullanılabilme olanağını ortadan kaldırmakta, biyolojik hayatı durdurabilmekte, akarsuyun salgın hastalıklar yapan mikropların ve mikro kimyasal kirleticilerin yığılma alanı haline gelmesine neden olabilmektedir [77, 78].

Trabzon şehrinin kuruluş tarihinden bugüne kadar su ihtiyacını sağlayan Değirmendere 1000 km² su toplama havzasına sahip olan Meryemana, Hamsiköy ve Galyan deresi ile diğer irili ufaklı akarsuların birleşmesiyle oluşmaktadır. Günümüzde halen Trabzon ili içme ve kullanma suyunun karşılandığı Değirmendere ve Galyan Barajı, Trabzon Merkez 15 km mesafede bulunan Esiroğlu Mevkiindeki Trabzon belediyesi içme suyu tesislerinde arıtılarak halkın tüketimine sunulmaktadır. Bölge için çok önemli olan Değirmendere'nin, çevresindeki yerleşim yerlerinin evsel ve endüstriyel atıksuların Değirmendere'ye verilmesi, tarımsal faaliyetlerde kullanılan gübre ve tarımsal mücadelede kullanılan maddelerinin çeşitli yollarla akarsuya ulaşması, akarsu üzerinde bulunan farklı sanayi kuruluşları katı ve atıksularının Değirmendere'ye verilmesi, akarsu yatağında uygunsuz yapılaşmaların olması ve yanlış arazi kullanımı ile gerçekleşen erozyon sonucu dereye ulaşan teressübat gibi nedenlerle kirlenmeye maruz kalmaktadır [79].

Değirmendere'nin bulunduğu Maçka ilçesinin nüfusu 2012 yılında yapılan nüfus sayımına göre merkezde 5 742 kişi, köylerde 12 818 kişi olmak üzere toplam 18 290 kişi olarak TÜİK verilerinden tespit edilmiştir. Bu havzada bulunan yaklaşık 110 adet köyün ve 3 belde belediyesinin de kanalizasyon ve evsel atıkları geçmişte olduğu gibi günümüzde de

halen Değirmendere'ye verilmektedir. Bu durum, adı geçen derenin günümüzde içme suyu amaçlı kullanılmasını tehlikeli hale gelmesine neden olduğu ifade edilmektedir [58].

Su toplama havzası 104 172 hektar olan Değirmendere'nin bulunduğu Maçka ilçesinin % 9'unu kaplayan tarım alanlarında yapılan tarımsal faaliyetlerde çok çeşitli gübreler ve tarım savaş maddeleri kullanılmaktadır [79]. Değirmendere'nin günümüzdeki haline gelmiş olmasında bu ilaçların ve gübrelerin de önemli etkileri olduğu ifade edilmektedir.

Değirmendere'nin kirlenmesinde etkisi olan diğer bir etmen de Değirmendere üzerinde bulunan çeşitli sanayi kuruluşlarıdır. Dere yatağı üzerinde tüp dolum tesisleri, taş ocakları, büz imalat atölyeleri, çakıl kırma tesisleri, petrol istasyonları, yıkama yağlama tesisleri, biriket imalat tesisleri, oksijen dolum tesisleri, mermer işleme atölyeleri, odun kömür depoları, asfalt plantleri, Fatih Sanayisi, Trabzon Büyük Sanayisi ve alabalık tesisleri gibi çok çeşitli kuruluşlar bulunmaktadır. Dere yatağında her 50m'de bir bu tesislerden birine rastlanmaktadır.

Sonuç olarak, yukarıda belirtilen etmenlerin Değirmendere'de meydana getirdiği kirliliğin ileri boyutlara ulaştığı çeşitli araştırmalarla ve yerinde yapılan tespitlerle belirlenmiştir. Bu durum özellikle taşkın zamanlarında kirli su ile kaplanan alanlar ve etkilenen yeraltı suları nedeni ile bölgede yaşayan insan sağlığını tehdit etmekte, ishal, kolera ve cilt hastalıklarında ani artışlara neden olabilecek niteliktedir.

3.4.4. Değirmendere'de Baraj Yıkılmasına Bağlı Zarar Görebilirlik Analizi

Barajlar inşa edildikleri yerlerde yaşayan insanların yaşam kalitelerini arttıran önemli mühendislik yapılarıdır. Barajlar sayesinde sulu tarım yapılabilir, tarım alanlarının sel baskınları altında kalması önlenir, nehirlerde su akışı düzenlenir, enerji üretilir, içme ve kullanma suyu elde edilir, insanların piknik ve su sporları yapabileceği alanlar ortaya çıkar. Diğer taraftan, topluma böylesine önemli işlevler sunan bir barajın yıkılması durumu aynı topluma büyük felaketler yaşatabilir. Önündeki rezervuarda büyük hacimde su tutan bir barajın gövdesinde oluşan bir yarıma giderek artarak büyük bir taşkın dalgası oluşturabilir. Oluşan bu taşkın dalgası barajın arkasındaki (mansabındaki) nehir veya dere yatağı üzerinde çok hızlı bir şekilde yol almaya başlar ve önüne gelen her şeyi süpürüp yok edebilir. Genellikle, baraj yıkılmaları sonucunda oluşan bu tür taşkınlar gerek büyüklük gerekse oluşma zamanı açısından şiddetli yağışların oluşturduğu taşkınlardan daha ciddi

taşkınlardır. Baraj yıkılmaları sonucunda oluşan taşkın durumlarında mansaptaki yerleşim birimlerinde yaşayan insanları uyarmak için gerekli zaman çok daha kısadır.

Uluslararası Büyük Barajlar Komisyonu'nun (International Commission on Large Dams, ICOLD) 1973 yılında sunduğu bir rapora göre tüm baraj yıkılmalarının %38'i dolu sava kapasiyesi yetersiz olduğu için suyun baraj üzerinden aşması nedeni ile ya da dolu savağın şiddetli yağışlardan gelen aşırı su karşısında yıkılması yüzünden oluşmaktadır [79]. Yıkılan barajların %33'ü ise baraj gövdesinde oluşan borulama ya da sızma tarafından yıkılmaktadır. Diğer taraftan %23'lük gibi bir kısmın yıkılma nedeni olarak temel problemleri, şev kaymaları, heyelanlar, deprem kaynaklı zemin sıvılaşması ya da rezervuarlarda toprak kaymaları sonucu oluşan büyük dalgalar gösterilmektedir.

Çalışma alanının yaklaşık 8 km memba kısmında bulunan Atasu Barajı, Trabzon Esiroğlu Mevkiinde, Galyan Deresi üzerinde içme suyu ve enerji temini amacı ile beton ve kaya gövde dolgu tipi olarak inşa edilmiştir. Halen faal olarak kullanılan Atasu Barajında yukarıda sıralanan risklerle bir hasar meydana gelmesi durumunda, çalışma alanı olan Sanayi Mahallesi için çok büyük bir taşkın riski teşkil etmektedir [81].

3.4.5. Çalışma Alanının Altyapısında Oluşabilecek Zarar Görebilirlik Analizi

Çalışma alanı olarak belirlenen Sanayi Mahallesi yerleşimi sanayi ağırlıklı bir yapılaşmaya sahip olup içerisinden Trabzon-Gümüşhane karayolu (Şekil 3.11.b) ve karayoluna paralel olarak Trabzon İçme suyu ana isale hattı (Şekil 3.11.a) geçmektedir. Mahallinde yapılan arazi çalışmaları ve Trabzon Belediyesi'nden alınan bilgiler doğrultusunda yerleşim, 7 056 m toplam uzunluğunda 5 cadde 18 sokaktan oluşmaktadır. Yerleşimde boru çapları 100 mm ve 4 873 m uzunluğunda ve boru çapı 150 mm ve uzunluğu 4 648 m içme suyu şebeke hattı boru çapları 200-300 mm 4 916 m kanalizasyon şebeke hattı bulunmaktadır. Yerleşimin fiber optik iletişim yapısı zemin altında olup elektrik iletimi çelik konstrüksiyon direk bağlantıları ile sağlanmaktadır. KTÜ İçme ve kullanma suyunun alındığı keson kuyularda bu akarsuyun sol sahilinde bulunmaktadır.

Yerleşimin arazi yapısı düz olduğundan, taşkın durumunda cadde ve sokakların önemli ölçüde çamurlu ve sanayi tesisi atığı içeren su ile dolacağı, özellikle binaların zemin katlarında bulunan çok sayıda sanayi tesisi ve küçük işletmelerin iç makine aksamı ile zarar göreceği, içme suyu ve kanalizasyon şebeke sistemlerinin tahrip olacağı, elektrik ve telefon hatlarının zarar göreceği sonucuna varılmıştır.



a) İçme suyu isale hattı ve istinat duvarı



b) Trabzon-Gümüşhane karayolu

Şekil 3.10. Çalışma alanının altyapı tesisleri

3.4.6. Değirmendere Mansabındaki Trabzon Limanının Zarar Görebilirlik Analizi

Karadeniz Bölgesinin pek çok yerinde ortalamanın üzerinde gerçekleşen uzun süreli kuvvetli yağışlar ve bunlara bağlı seller sonucunda meydana gelen akıntılar nedeniyle denizlerin; özellikle nehir ve akarsuların denize birleştiği bölgede oluşan kirlilik kaçınılmazdır.

Trabzon limanının denize açık tarafında bulunan ve gemilerin giriş çıkış yaptıkları yerin yaklaşık 1500 m yakınında olan Değirmendere nehri liman için belirli dönemlerde problem arz edebilmektedir. Özellikle bölgede olan sel ve yağışlarla gelen kum, çakıl ve topraklar, deniz dibi akıntıları ve dalgalar ile liman içine taşınmakta ve liman dibinde zamanla birikmelere neden olmaktadır. Bu birikmeler, belirli periyotlarla haritası çıkarılmamış limanlarda, gemilerin giriş ve çıkışında tehlike arz edebilecek düzeye gelebilmektedir. Böyle durumlar, maddi hasara yol açabildiği gibi, çevre kirliliğine ve hayati kayıplara da neden olabilmektedir.

Çok büyük maliyetlerle yaptırılan liman ve barajların uzun süre amacına hizmet verebilmesi için birikim miktarının belirlenmesi ve kontrol altında tutulması gerekir. Bunun için baraj, göl ve limanların belirli zamanlarda hidrografik haritaları yapılmalıdır. Ayrıca limanlara deniz taşıtlarının güvenle girebilmesi, boğaz, kanal vb. önemli bölgelerde gemilere güvenli seyir yaptırılması, sualtı mühendislik yapılarının uygulaması, yüksek gerilim hatlarının geçirilmesi, doğal gaz vb. boru hatlarının döşenmesi, liman ve baraj yapımı çalışmaları için de hidrografik harita ve planların yapılmasını zorunludur.



Şekil 3.1.1. Değirmendere ve Trabzon Limanı

4. SONUÇLAR

Bu tezde, çalışma alanı olarak belirlenen, Doğu Karadeniz Havzası'nın bir alt havzası olan Değirmendere'nin mansap tarafındaki yaklaşık 6 km'lik kısımda 100 yıl ve 500 yıl tekerrürlü taşkınların meydana gelmesi durumunda, genel olarak oluşacak zararlar, özelden ise binalarda meydana gelebilecek hasarlar incelenmiş ve çalışma alanının taşkından zarar görebilirlik analizi yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen başlıca sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

Taşkın yönetimine sistematik yaklaşım modellerinden olan EBDDET modeli incelenerek önemi ve uygulanması için gerekli olan veriler tespit edilmiştir.

Değirmendere Havzasının CORINE Arazi Sınıflandırma Sistemine göre arazi kullanım haritası hazırlanmıştır.

Değirmendere'nin mansap kısmındaki Sanayi Mahallesi olarak adlandırılan çalışma alanının taşkın haritaları oluşturularak, taşkın bölgesindeki binaların konumları belirlenerek binalardaki taşkın derinliklerinin hesaplanmıştır.

Taşkın açısından kritik noktalar dikkate alınarak akarsu yatağı 21 en kesite ayrılarak her bir kesit için 100 yıl ve 500 yıl tekerrürlü taşkınların meydana gelmesi durumunda bu kesitlerde su altında kalabilecek arazi ve bina taban alanları ile oluşacak su derinlikleri hesaplanmıştır.

Derinlik-Zarar grafikleri baz alınarak, binalarda oluşacak hasarlar, 100 yıl tekerrürlü taşkınlarda 11 797 004 –14 008 943 TL arasında, 500 yıl tekerrürlü taşkınlarda 19 685 585–20 622 994 TL arasında hesaplanmıştır.

Çeşitli büyüklükteki taşkınların meydana gelmesi durumunda çalışma alanında ve Değirmendere Havzasında vadinin memba kısımlarında insan etkisi ile arazi yapısında meydana gelebilecek deformasyonlar, jeolojik, çevresel, baraj yıkılması gibi taşkın zarar oranını artırıcı sebepler, çalışma alanının altyapısında ve yerleşimin kuzeyinde bulunan Trabzon Liman alanında meydana getirebileceği zarar görebilirlik analizi yapılmıştır.

5. ÖNERİLER

Bu tezde, çalışma alanı olarak seçilen ve Değirmendere Vadisi'nin mansap kısmında bulunan Sanayi Mahallesi gibi taşkın etkisine kalabilecek ekonomik ve sosyal açıdan önemli yerleşimlerde bu tez çalışmasında irdelenen hususlar daha çeşitlendirilerek detaylı analizler yapılabilir. Çalışma sonunda, aşağıdaki öneriler yapılmıştır:

Çalışma yapılacak alandaki akarsuda daha hassas taşkın tahmin yöntemleri uygulanabilir.

1:25 000 ölçekli haritalar yerine daha detaylı veriler için büyük ölçekli harita çalışmaları yapılabilir.

HEC-RAS yerine başka yöntemlerle de su yüzü profilleri elde edilebilir.

Hasar hesabı sadece su derinliğine göre değil, başka parametreler de (hız, süre, sediment, su sıcaklığı, hareketli nüfus, sanayi tesisleri, altyapı tesisleri vb.) dikkate alınarak yapılabilir.

Risk alanındaki binaların yapılaşma ve kullanım özellikleri dikkate alınarak daha detaylı hasar hesapları yapılabilir.

Arazi kullanım şekillerinin zarar üzerindeki etkisi araştırılabilir ve farklı arazi kullanımları için potansiyel taşkın zararları belirlenebilir.

Taşkınlarda oluşabilecek can kaybı tahminleri yapılabilir.

Taşkınların liman gibi deniz yapılarına olan etkileri irdelenebilir.

Taşkın riski altındaki binalarda tahliye planları yapılabilir.

6. KAYNAKLAR

1. Altınkaynak, L., 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 2008, Trabzon, Bildiriler Kitabı: 131–146.
2. Özcan, O., Musaoğlu, N. ve Şeker, D. Z., 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 2009, Ankara, Bildiriler Kitabı: 11–15.
3. Barton, I. J. ve Bathols, J. M., Monitoring Floods with AVHRR, Remote Sensing of Environment, 30 (1989) 89–94.
4. Özdemir, H., Farklı Senaryolara Göre Taşkın Risk Analizi: Havran Çayı Örneği (Balıkesir), TMMOB Afet Sempozyumu, Aralık 2007, Ankara, Bildiriler Kitabı: 155–165.
5. Schumann, G. ve Di Baldassarre, G., The Direct Use of Radar Satellites for Event-Specific Flood Risk Mapping, Remote Sensing Letters, 1,2 (2010) 75–84.
6. Tunay, M. ve Ateşoğlu, A., Bartın İli Taşkın Sahalarındaki Değişimin Uzaktan Algılama Verileriyle İncelenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 2 (2004) 60–72.
7. Benson, M. A., Uniform Flood Frequency Estimating Methods for Federal Agencies, Water Resources Research, 4,5 (1968) 891–908.
8. Uşıkay, S. ve Aksu, S., Ülkemizde Taşkınlar, Nedenleri, Zararları ve Alınması Gereken Önlemler, Türkiye Mühendislik Haberleri, 420 (2002) 133–136.
9. Usul, N., Mühendislik Hidrolojisi, O.D.T.Ü. Basımevi, Ankara, 2008.
10. Bayazıt, M. ve Önöz, B., Taşkın ve Kuraklık Hidrolojisi, Nobel Basımevi, Ankara, 2008.
11. Ecer, R. ve Yenigün, K., GAP Bölgesinde Kentsel Altyapının Bir Taşkın Örneğinde İrdelenmesi; Nedenler ve Öneriler, TMMOB Afet Sempozyumu, Aralık 2007, Ankara, Bildiriler Kitabı: 185–189.
12. Özcan, A., Trabzon Yöresi 20 Haziran 1990 Sel Felaketi, Trabzon Yöresi 20 Haziran 1990 Sel Felaketi Sempozyumu, Mayıs 1990, Trabzon, Bildiriler Kitabı: 46–50.
13. Şen, Z., Taşkın Afet ve Modern Hesaplama Yöntemleri, Su Vakfı Yayınları, İstanbul, 2009.

14. Turoğlu, H. ve Özdemir, H., Bartın'da Sel ve Taşkınlar. Sebepler, Etkiler, Önleme ve Zarar Azaltma Önerileri, Çantay Kitapevi, İstanbul, 2005.
15. Kadioğlu, M., Sel ve Heyelan Risk Yönetimi, 5. Dünya Su Forumu Hazırlık Süreci Bölgesel Toplantısı, Temmuz 2008, Samsun, Taşkın Sel ve Heyelan Konferansları Bildiriler Kitabı: 11–37.
16. Akay, O., Akarsu Kaynaklı Taşkın Alanlarının Belirlenmesinde HEC-GEORAS ve CBS Kullanımı, II. Ulusal Taşkın Sempozyumu, Mart 2010, Afyonkarahisar, Bildiriler Kitabı: 227–236.
17. Dow, C. L. ve DeWalle, D. R., Trends in Evaporation and Bowen Ratio on Urbanizing Watersheds in Eastern United States, Water Resources Research, 36,7 (2000) 1835–1843.
18. Simmons, D. L. ve Reynolds, R. J., Effects of Urbanization on Base Flow of Selected South–Shore Streams, Long Island, New York, Journal of the American Water Resources Association, 18,5 (1982) 797–805.
19. Karakuyu, M., Şehirleşmenin Küresel İklim Sapmaları ve Taşkınlar Üzerindeki Etkisi, Marmara Coğrafya Dergisi, 2,6 (2002) 97–108.
20. Ferguson, B. K. ve Suckling, P. W., Changing Rainfall–Runoff Relationships in the Urbanizing Peachtree Creek Watershed, Atlanta, Georgia, Journal of the American Water Resources Association, 26,2 (1990) 313–322.
21. Kömüşçü, A. Ü., Dorum, A. ve Ceylan, A., Yağış Şiddeti ve Tekerrür Sürelerine göre Sel ve Taşkın Riski Analizi, III. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, Mart 2003, İstanbul, Bildiriler Kitabı: 235–244.
22. Bryant, E.A., *Climate Process and Change*, Cambridge University Press, Cambridge, 1997.
23. Strahler, A. N., *Handbook of Applied Hydrology, Quantitative Geomorphology of Drainage Basins and Channel Networks*, McGraw Hill Press, New York, 1964.
24. Eyles, R. J., A Classification of West Malaysian Drainage Basins, Annals of the Association of American Geographers, 61,3 (1971) 460–467.
25. Biswas, S., Sudhakar, S. ve Desai, V. R., Priorisation of Subwatersheds Based on Morphometric Analysis of Drainage Basin: A Remote Sensing and GIS Approach, Journal of the Indian of Remote Sensing, 27,3 (1999) 155–166.
26. Reddy, G. P. O., Maji, A. K. ve Gajbhiye, K. S. Drainage Morphometry and its Influence on Landform Characteristics in a Basaltic Terrain, Central India-A Remote Sensing and GIS Approach, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 6 (2004) 1–16.

27. Tarboton, D. G., Fractal River Networks, Horton's Laws and Tokunaga Cyclicality, Journal of Hydrology, 187 (1996) 105–117.
28. Moore, I.D., Grayson, R.B. ve Landson, A.R., Digital Terrain Modelling: A Review of Hydrological, Geomorphological, and Biological Applications, Terrain Analysis and Distributed Modelling in Hydrology, John Wiley & Sons Press, New York, 1993.
29. Ritter, D. F., Kochel, R. C. ve Miller, J. R., Process Geomorphology, McGraw Hill Press, Boston, 2002.
30. Rodriguez-Iturbe, I. ve Rinaldo, A., Fractal River Basins: Chance and Self Organization, Cambridge University Press, Cambridge, 2001.
31. Özdemir, H., Taşkın Çalışmaları Açısından Topografik Haritalardan ve DEM'den Üretilmiş Akarsu Morfometrik Özelliklerinin Karşılaştırılması, İTÜ CBS sempozyumu Cilt 1, Temmuz 2006, İstanbul, Bildiriler Kitabı: 290–294.
32. Yin, Z. Y., ve Wang, X., A Cross-Scale Comparison of Drainage Basin Characteristics Derived From Digital Elevation Models, Earth Surface Processes and Landforms, 24 (1999) 557–562.
33. Ayadın, A., Büyük Menderes Nehri Sağ Sahil Derelerindeki Sel Kontrol Çalışmalarının İrdelenmesi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2008.
34. Verstappen, H.T., Applied Geomorphology, ITC, Enschede Press, Netherlands, 1983.
35. Macka, Z., Determination of Texture of Topography from Large Scale Contour Maps, Geografski Vestnik, 73,2 (2001) 53–62.
36. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Orman Varlığımız, Ankara, 2006.
37. McDonnell, M., The Drainage Behaviour of Afforested and Clearfelled Peatlands, Galway University Press, Ireland, 1999.
38. Robinson, M. ve Dupeyrat, A., Effects of Commercial Forest Felling on Streamflow Regimes at Plynlimon, Mid-Wales, Hydrological Processes, 19 (2003) 1213–1226.
39. Iroume, A., Mayen, O. ve Huber, A., Runoff and Peak Flow Responses to Timber Harvest and Forest Age in Southern Chile, Hydrological Processes, 20 (2006) 37–50.
40. Kenanoğlu, D., Aliyazıcıoğlu, Y., Unay, S. ve Gayretli, M., DSİ 22. Bölge Müdürlüğü 221. Şube Müdürlüğü, Trabzon Merkez Değirmendere Vadisi Islahı 2. Kısım Taşkın Koruma İnşaatı Projesi, Trabzon, 2012.
41. Bayazıt, M., Hidroloji, Birsen Yayınevi, İstanbul, 2003.

42. Yüksek, Ö. ve Üçüncü, O., Çözülmüş Problemlerle Temel Hidroloji, Akoluk Basın Yayın Dağıtım, Trabzon, 1999.
43. Hajat, S., Ebi, K. L., Kovats, S., Menne, B., Edwards, S. ve Haines, A., The Human Health Consequences of Flooding in Europe and The Implications for Public Health: A Review of the Evidence, Applied Environmental Science and Public Health, 1 (2003) 13–21.
44. Jonkman, S. N., Loss of Life Caused By Floods: An Overview of Mortality Statistics for Worldwide Floods, Delf Cluster Publication, Netherlands, 2003.
45. Korkanç, S. Y. ve Korkanç, M., Sel ve Taşkınların İnsan Hayatı Üzerindeki Etkileri, ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 8,9 (2006) 42–50.
46. <http://www.mgm.gov.tr/FILES/kurumsal/arsiv/23mart/1999/konu23mart1999.pdf> 23 Mart 1999 Dünya Meteoroloji Günü Konusu Hava İklim ve Sağlık. 15 Eylül 2013.
47. <http://www.ttb.org.tr/data/haber/agustos04/seller.php> Seller Ne Tür Sağlık Sorunlarına Yol Açabilir. 15 Eylül 2013.
48. Freni, G., La Loggia, G. ve Notaro, V., Uncertainty in Urban Flood Damage Assessment Due to Urban Drainage Modelling and Depth–Damage Curve Estimation, Water Science and Technology, 61,12 (2010) 2979–2993.
49. De Moel, H. ve Aerts, J. C. J. H., Effect of Uncertainty in Land Use, Damage Models and Inundation Depth on Flood Damage Estimates, Natural Hazards, 58 (2011) 407–425.
50. Mark, O., Potential and limitations of 1D modelling of urban flooding, Journal Of Hydrology, 51 (2004) 526–538.
51. Mcbean, E. A., Gorrie, J., Fortin, M., Ding, J. ve Moulton, R., Adjustment Factors for Flood Damage Curves, Journal of Water Resources Planning and Management, 114,6 (1988) 635–646.
52. Özger, M., Meskun Bölgelerdeki Taşkın Zararları Tahmininin Bulanık Sistemle Modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2001.
53. Vrisou van Eck, N. ve Kok, M., Standaardmethode Schade en Slachtoffers Als Gevolg Van Overstromingen, Dienst Weg-en Waterbouwkunde, Ministerie van Rijkswaterstaat, Netherlands, 2001.
54. <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-1998-244-p16-SC16841.pdf> Regeling Oogstschade. 15 Eylül 2013.

55. Gökçe, O., Özden, Ş. ve Demir, A., Türkiye’de Afetlerin Mekansal ve İstatistiksel Dağılımı Afet Bilgileri Envanteri, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Afet Etüt ve Hasar Tespit Daire Başkanlığı, Ankara, 2008.
56. <http://www.dsi.gov.tr/docs/sempozyumlar/5-4-task%C4%B1nlar%C4%B1n-ekonom%C4%B1k-boyutu-m-altundal-.pdf?sfvrsn=2> Taşkınların Ekonomik Boyutu. 15 Eylül 2013.
57. Kılıçer, Ü. ve Özgüler, H., Türkiye’de Taşkın Durumu, TMH Türkiye Mühendislik Haberleri, 421 (2002) 142–144.
58. Uçar, İ., Trabzon Değirmendere Havzası’nda Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Bir Hidrolik Model Yardımıyla Taşkın Analizi Yapılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2010.
59. Dinçsoy, Y., Islah Sekisi ve Tersip Bentleri, DSİ Basım ve Foto–Film İşletme Müdürlüğü Matbaası, Ankara, 2008.
60. http://www.spo.org.tr/resimler/ekler/eabe3a1649ffa2b_ek.pdf Afet Politikası, Risk ve Planlama. 15 Eylül 2013.
61. Godschalk, D. R., Beatley, T., Berke, P., Brower, D. J. ve Kaiser, E. J., Natural Hazard Mitigation: Recasting Disaster Policy and Planning, Island Press, Washington D. C., 1999.
62. Burby, J. R., Unleashing the Power of Planning to Create Disaster–Resistant Communities, APA Journal, 1 (1999) 249–258.
63. Luhmann, N., Risk: A Sociological Theory, Walter de Gruyter Press, Berlin, 1999.
64. İnal, E., Kocagöz, S. ve Turan, M., Temel Afet Bilinç ve Hazırlık Düzeyinin Saptanmasına Yönelik Bir Araştırma, Türkiye Acil Tıp Dergisi, 12,1 (2012) 15–19.
65. <https://www.afad.gov.tr/Dokuman/TR/24092012162638.pdf> Afet Risk Yönetimi. 17 Eylül 2013.
66. Taşkın, K. ve Ayanoglu, M., Mahalle Ölçekli Sosyal ve Ekonomik Zarar Görebilirliğin Ölçülmesi; Sakarya Örneği, Akademik Bakış Dergisi, 33 (2012) 1–15.
67. Efeoğlu, A., Yeşil, N. ve Kimençe, T., Avrupa Birliği Taşkın Risklerinin Değerlendirilmesi ve Yönetimi Direktifi ve Ülkemizdeki Çalışmalar, II. Ulusal Taşkın Sempozyumu, Mart 2010, Afyonkarahisar, Bildiriler Kitabı: 19–25.
68. Yüksek, Ö., Havza Yönetimi Kapsamında Afet ve Taşkın Yönetimi, Fırtına Vadisi Sempozyumu, Nisan 2013, Rize, Bildiriler Kitabı: 1–10.

69. Akmalah, E., Integrated Flood Management Model A Socio–Technical Systems Approach to Overcome Institutional Problems in Jakarta, Doktora Tezi, Colorado State Üniversitesi, İnşaat ve Çevre Mühendisliği Enstitüsü, Colorado, 2010.
70. Kristensen, P., The DPSIR Framework, Workshop on a Comprehensive / Detailed Assessment of The Vulnerability of Water Resources to Environmental Change in Africa Using River Basin Approach, UNEP Headquarters Press, Kenya, 2004.
71. <http://www.iwr.usace.army.mil/Portals/70/docs/iwrreports/07r2.pdf> Project Planning in Collaboration with Government Entities. 26 Ekim 2013.
72. Tavşanoğlu, F., Sel Yataklarının Tahkimi. İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 1971.
73. Türker, M. F. ve Yüksek, Ö., Erozyon ve Ekonomik Analizi, Orman Mühendisliği Dergisi, 10 (1989) 16–19.
74. Görcelioğlu, E., Türkiye’de Toprak Erozyonunun Kapsam ve Önemi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 24,1 (1974) 17–30.
75. Shachori, A., Michalie, A. ve Rosenzweig, D. Hydrological Studies on a Representative Karst Catchment in Israel, IAHS Publ., 66 (1965) 333–346.
76. Yaramaz, Ö., Toksik Maddelerle Kirlenmiş Suların Balıklar ve Balıkların Yararlandıkları Canlılar Üzerine Etkileri, Su Kalitesi, 1 (1992) 88–89.
77. Yılmaz, F., Kütahya Şehir Atıksularının Porsuk Baraj Gölü’ndeki Olumsuz Etkileri, I. Atıksu Sempozyumu Bildiri Kitabı, Mart 1998, Kayseri, Bildiriler Kitabı: 225–229.
78. Akman, Y., Ketenoğlu, O., Evren, H., Kurt, L. ve Düzenli, S., Çevre Kirliliği, Çevre Biyolojisi, Palme Yayıncılık, Ankara, 2000.
79. Yomralıoğlu, T. ve Akça, M. D., Çevresel Bilgi Sistemleri İçin Model–Altlık Tasarımı: Trabzon–Değirmendere Havzası Örneği, Yerel Yönetimlerde Kent Bilgi Sistemi Uygulamaları Sempozyumu, Temmuz 1999, Trabzon, Bildiriler Kitabı: 297–306.
80. Elliot, A., Consequences on the Environment of the TV A Reservoir System, International Commission on Large Dams (ICOLD), Haziran 1973, Paris, Bildiriler Kitabı: 40–55.
81. Bayrak, T., Atasoy, M. ve Demir, O., Heyelanların Sosyo-Ekonomik Etkileri: Kutlugün Köyü (Trabzon) Heyelanı Örneği, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 11. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Nisan 2007, Ankara, Bildiriler Kitabı: 1–7.

ÖZGEÇMİŞ

1976 yılında Trabzon'da doğdu. İlköğrenimini Çaykara İlkokulunda, orta öğrenimi ise Trabzon Lisesinde tamamladı. 1994 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümüne başladı. 1998 yılında lisans eğitimini tamamlayarak İnşaat Mühendisi unvanını aldı. Tezli Yüksek Lisansını 2006 yılında Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda tamamladı. 2007 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doktora programına başladı. Halen Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Yapı Kooperatifleri Daire Başkanı ve İLBANK AŞ Yönetim Kurulu Üyesidir. Evli ve iki çocuk babasıdır. İngilizce bilmektedir.