

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TAŞKIN FARKINDALIK VE ERKEN UYARI SİSTEMLERİ
DEĞERLENDİRMESİ: TRABZON BEŞİKDÜZÜ ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnşaat Mühendisi Hilal DURMUŞ

OCAK 2020
TRABZON



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce

Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : / /

Tezin Savunma Tarihi : / /

Tez Danışmanı :

Trabzon

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında
Hilal DURMUŞ Tarafından Hazırlanan**

**TAŞKIN FARKINDALIK VE ERKEN UYARI SİSTEMLERİ DEĞERLENDİRMESİ:
TRABZON BEŞİKDÜZÜ ÖRNEĞİ**




başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 03 / 01 / 2020 gün ve 1835 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Ömer YÜKSEK

Üye : Prof. Dr. Servet KARASU

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Tuğçe ANILAN


.....

.....

.....

Prof. Dr. Asim KADIOĞLU

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Taşkın Farkındalık ve Erken Uyarı Sistemleri Değerlendirmesi: Trabzon Beşikdüzü Örneği” başlıklı bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır. Yüksek lisans tezimin danışmanlığını üstlenerek beni bu yolda cesaretlendiren, bilgisi ve tecrübesiyle bana kılavuz olan, öğrencisi olmaktan gurur duyduğum, sevgisini ve anlayışını her daim hissettiğim, karşılaştığım tüm zorluklarda hep yanımda olan, çalışmamız boyunca destek ve motivasyonunu benden esirgemeyen güzel hocam Dr. Öğr. Üyesi Tuğçe ANILAN’a teşekkürlerimi sunarım. Tez sürecinde tecrübesi ve bilgisiyle bana yol gösteren ve destek olan ikinci danışmanım Dr. Emre AKÇALI’ya; yüksek lisans tez komitesi hocalarım Prof. Dr. Ömer YÜKSEK’e ve Prof. Dr. Servet KARASU’ya teşekkür ederim. Tüm eğitim hayatım boyunca her anlamda yanımda olan, bugünlere gelmemi sağlayan sevgili aileme ve varlığıyla hayatımda hep yaşlanacak bir duvarım olduğunu bana hatırlatan canım kardeşime teşekkür ederim. Son olarak, bu yolda yürüme cesareti gösterebildiğim; gerekli azim, sabır ve kararlılığı içimde taşıyabildiğim için kendime teşekkür ederim.

Hilal DURMUŞ

Trabzon 2020

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Taşkın Farkındalık ve Erken Uyarı Sistemleri Değerlendirmesi: Trabzon Beşikdüzü Örneği” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Tuğçe ANILAN’ın 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. 30/01/2020

Hilal DURMUŞ

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	X
SEMBOLLERVE KISALTMALAR	XI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	3
1.3. Literatür Çalışması	3
1.4. Taşkın Tipleri	7
1.5. Taşkın Tahmin Yöntemleri	8
1.6. Taşkın Sebepleri	9
1.7. Taşkın Zararları	10
1.8. Taşkın Zarar Azaltma Türleri.....	12
1.8.1. Yapısal Önlemler.....	12
1.8.2. Yapısız Önlemler.....	12
1.9. Taşkın Erken Uyarı Sistemleri	13
1.9.1. Dünyada Taşkın Erken Uyarı Sistemleri.....	16
1.9.2. Türkiye’de Taşkın Erken Uyarı Sistemleri	18
1.9.2.1. AGİ, OMGİ, Radar ve Uydu	19
1.9.2.2. Sorumlu Kuruluşlar	21
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	23
2.1. Çalışma Alanı	23
2.1.1. Beşikdüzü İlçesi Hidrolojik Özellikleri.....	24
2.1.2. Beşikdüzü 21 Eylül 2016 Taşkını	25
2.2. Kullanılan Veriler.....	26

2.2.1.	AGİ Verileri	26
2.2.2.	Beşikdüzü Taşkını Verileri.....	28
2.3.	Yöntem	29
2.3.1.	Çeşitli Tekerrür Sürelerine Ait Taşkın Debileri Tahmini	29
2.3.2.	Taşkın Debisi Tahminlerinin Beşikdüzü Taşkınıyla İrdelenmesi	30
2.3.3.	Sosyal Çalışma	31
2.3.4.	Olay Ağacı.....	34
3.	BULGULAR	36
3.1.	Taşkın Debisi Tahminleri	36
3.2.	Taşkın Debisi Tahminlerinin Beşikdüzü Taşkınıyla Karşılaştırılması.....	42
3.3.	Sosyal Çalışma Bulguları	43
3.3.1	Taşkın Farkındalık Değerlendirmesi	43
3.3.2	Erken Uyarı Farkındalık Değerlendirmesi	47
3.3.3	Erken Uyarı Sonrası İnsan Davranışlarının Değerlendirilmesi.....	50
3.4	Olay Ağacı Değerlendirmesi	50
4.	SONUÇLAR	532
5.	ÖNERİLER	565
6.	KAYNAKLAR.....	56
ÖZGEÇMİŞ		

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

TAŞKIN FARKINDALIK VE ERKEN UYARI SİSTEMLERİ DEĞERLENDİRMESİ:
TRABZON BEŞİKDÜZÜ ÖRNEĞİ

Hilal DURMUŞ

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Tuğçe ANILAN
2020, 58 Sayfa

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde akarsu havzalarının muhtelif kesimlerindeki insan faaliyetinin çeşitliliği ve yoğunluğunun hızla artması havza bütünündeki hidrolojik dengeyi bozmakta, bölgede sıklıkla yaşanan taşkınların sayısını arttırmakta ve büyük miktarda zarara sebep olmaktadır. Bu çalışmada 21 Eylül 2016 tarihinde Trabzon'un Beşikdüzü ilçesinde meydana gelen ve büyük miktarda can ve mal kaybıyla sonuçlanan taşkın, hidrolojik ve sosyal yönden incelenmiştir. Bu amaçla, ilk olarak yaşanan taşkın kaç yıl tekerrür süreli taşkın debisine karşılık geldiğini belirlemek için bölgesel taşkın frekans analizi ile çeşitli tekerrür süreli taşkın debileri hesaplanmıştır. Hesaplanan debiler yaşanan söz konusu afet anındaki taşkın debisi ile karşılaştırılmış ve ilçenin taşkınlardan zarar görebilirlik riski farklı tekerrür süreli debiler için irdelenmiştir. İkinci olarak; taşkın riski farkındalığı ve erken uyarı sistemindeki eksiklikleri belirlemek adına taşkın olayını yaşayan bölge halkıyla anket yapılmıştır. Genel farkındalık kapsamında halkın; taşkın öncesinde, taşkın sırasında veya sonrasında sunulan önlemlerden, stratejilerden ve uygulanan politikalardan ne kadar haberdar olduğu ölçülmüştür. Erken uyarı farkındalığı kapsamında ise halkın erken uyarı sistemlerinden beklentileri ve bu konudaki bilinç düzeyleri incelenmiştir. Kişinin erken uyarı alması ya da almaması durumunda harekete geçme eğilimi ise bir olay ağacı üzerinde değerlendirilmiş olup, harekete geçmenin bağlı olduğu faktörler incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bölgesel Taşkın Frekans Analizi, L-Momentler, Taşkın Farkındalığı, Taşkın Erken Uyarı Sistemleri

Master Thesis

SUMMARY

ASSESSMENT OF FLOOD AWARENESS AND EARLY WARNING SYSTEMS:
THE CASE OF BEŞİKDÜZÜ, TRABZON

Hilal DURMUŞ

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Civil Engineering Graduate Program
Supervisor: Asst. Prof. Tuğçe ANILAN
2020, 58 Pages

The rapid increase in the diversity and intensity of human activity in various parts of the river basins in the Eastern Black Sea Region disrupts the hydrological balance in the whole basin; increases the number of floods that occur frequently in the region and causes greater flooding damages. In this study, the flood, occurred in Beşikdüzü district of Trabzon on 21 September 2016 and resulted in the large amount of life loss and property, was investigated in terms of hydrological and social aspects. For this purpose, firstly, various flood discharges for different return periods were calculated by regional flood frequency analysis in order to determine the flood quantile of the Beşikdüzü flood. The calculated flood discharges were compared with the flood flow rate at the time of the disaster, and the vulnerability risk of the district from the floods was examined for different flood discharge. Secondly; for determining flood risk awareness and deficiencies in the early warning system, a survey was conducted with the people living in the region. Within the scope of general awareness; the people's knowledge of the measures, strategies and policies implemented before, during or after the flood was investigated. Within the scope of early warning awareness, the expectations of the public from early warning systems and their awareness on this issue were examined. The tendency to take action upon receiving early warnings or not is evaluated on an event tree, and the factors depending on taking action are examined.

KeyWords: Regional Flood Frequency Analysis, L-Moments, Flood Awareness, Flood Early Warning Systems

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. 1975-2015 döneminde yaşanan taşkınlar ve can kayıpları.....	11
Şekil 2. Çalışma alanı Trabzon ili Beşikdüzü İlçesi.....	23
Şekil 3. Trabzon ili Beşikdüzü ilçe merkezindeki derelerin genel vaziyet planı	24
Şekil 4. Yukarı havzadan mansaba sürüklenen ağaçlar.....	25
Şekil 5. Okullar bölgesinde yer alan okul bahçesi (DSİ Taşkın Raporu).....	26
Şekil 6. Çalışmada kullanılan AGİ'ler	27
Şekil 7. Beşikdüzü saatlik yağışlar (DSİ Taşkın Raporu)	29
Şekil 8. Olay ağacı analizi	35
Şekil 9. Taşkınların önlenebilirliğine verilen cevapların cinsiyete bağlı oranları.....	44
Şekil 10. Taşkınların önlenebilirliği sorusuna verilen yanıtların yaşa göre dağılımı.....	45
Şekil 11. Taşkınların önlenebilirliği sorusuna verilen cevapların eğitim düzeyiyle ilişkisi	45
Şekil 12. 'Taşkınların önlenmesinden kim sorumludur?' sorusuna verilen yanıtların eğitim düzeyiyle ilişkisi	46
Şekil 13. Erken uyarı alma yolu tercihi	48
Şekil 14. Hazırlık süresi ihtiyaç oranları	49
Şekil 15. 'Hazırlık süresinde önlenebilecek kayıplar nelerdir?' sorusuna verilen cevapların yaş aralığına göre dağılımı	49
Şekil 16. Olay ağacı farkındalık analizi.....	51
Şekil 17. Olay ağacı erken uyarı analizi	51

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Oluş yerlerine göre taşkınlar	7
Tablo 2. Trabzon ili akarsu gözlem istasyonları (AGİ).....	19
Tablo 3. Trabzon iline ait OMĞİ bilgileri	20
Tablo 4. Beşikdüzü ilçe merkezindeki derelere ait hidrolojik veriler	24
Tablo 5. Çalışmada kullanılan AGİ'lere ait veriler.....	27
Tablo 6. Trabzon Beşikdüzü 21.09.2016 Tarihinde Yağış Şiddet Tekerrür Analizi.....	28
Tablo 7. Trabzon Beşikdüzü Ağasar Deresi mansap debi değerleri.....	28
Tablo 8. Katılımcıların yaş, cinsiyet ve eğitim düzeyleri dağılımı	32
Tablo 9. Anket soruları, amaçları ve cevap şekilleri	33
Tablo 10. İstasyonların olasılık ağırlık momentleri ve L-momentleri	36
Tablo 11. İstasyonların L-moment oranları ve D_i değerleri	37
Tablo 12. Havzaların heterojenlik ölçüsü.....	37
Tablo 13. Havza uygunluk ölçüsü değerleri.....	38
Tablo 14. GLO dağılımına göre istasyonlar için çeşitli yineleme aralıklarına karşılık gelen karakteristik değerler.....	38
Tablo 15. İstasyonların T=2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl yineleme süreli taşkın debileri	39
Tablo 16. Havzaların GLO dağılımı için çeşitli yineleme aralıklarına göre her bir istasyonundaki taraflılık (BIAS), ortalama en küçük hata (RMSE) ve güvenilirlik aralığı sınır değerleri	40
Tablo 17. Havzanın GLO dağılımı için çeşitli yineleme aralıklarına göre bölgesel mutlak değer taraflılık (ABSBIAS), taraflılık (BIAS), ortalama en küçük hata değeri (RMSE) ve güvenilirlik aralığı sınır değerleri	41
Tablo 18. Havzanın GLO dağılımı için çeşitli yineleme aralıklarına göre bulunan bölgesel büyüme eğrisinin doğruluk ölçüleri	42
Tablo 19. 22-28 numaralı Bahadırılı İstasyonu çeşitli tekerrür süreli debi değerleri.....	42
Tablo 20. E/H sorularına verilen yanıt oranları.....	43
Tablo 21. Erken uyarı alanların E/H sorularına verdiği yanıt oranları.....	43

SEMBOLLERVE KISALTMALAR

A	: Drenaj alanı
ABSBIAS	: Bölgesel mutlak değer taraflılık
AGİ	: Akım gözlem istasyonu
AFAD	: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
BIAS	: Taraflılık
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
D_i	: Uyumsuzluk ölçüsü
DSİ	: Devlet Su İşleri
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
EFAS	: Avrupa Taşkın Uyarı Sistemi
EPS	: Topluluk Tahmin Sistemi
GLO	: Genelleştirilmiş lojistik
GEV	: Genelleştirilmiş-ekstrem değer
H_i	: Heterojenlik ölçüsü
L_{Cv}	: Varyasyon katsayısı
L_{kurt}	: Basıklık katsayısı
L_{skew}	: Çarpıklık katsayısı
LEN	: Veri uzunlukları
LN	: Lognormal dağılım
LPE3	: LogPearson tip III
N	: Gözlem sayısı
NREP	: Benzeşimde tekrarlanma sayısı
NSIM	: Benzeşim sayısı
NSITES	: Benzeşim yapılırken istasyon sayısı
OMGI	: Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu
OSİB	: Orman ve Su İşleri Bakanlığı
Q	: Ölçülmüş olan debi değeri
QPF	: Nicel olasılık tahminleri
Q_T	: T yıl tekerrürlü taşkın debisi

RMED	: İstasyonlar arası bağımlılık katsayısı
RMSE	: Ortalama en küçük hata
SYGM	: Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
TAMP	: Türkiye Afet Müdahale Planı
UNDP	: Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı
$x(F)$: Tekerrür fonksiyonu
α	: Ölçek parametresi
ξ	: Yer parametresi
k	:Şekil parametresi



1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Taşkın; bir akarsuyun muhtelif sebeplerle yatağından taşarak çevresindeki arazilere, yerleşim yerlerine, alt yapı tesislerine ve canlılara zarar vermek sureti ile tesir bölgesinde normal sosyo-ekonomik faaliyeti kesintiye uğratacak ölçüde bir akış büyüklüğü oluşturmasıdır. Taşkınlar, doğal olarak ya da insan müdahalesiyle meydana gelen afetlerin en tahrip edici ve en yıkıcılarından biridir.

Taşkınlar tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de her yıl büyük ekonomik zarara ve can kayıplarına sebep olan doğal felaketlerdendir. İstatistiksel verilere göre Türkiye’de deprem felaketinden sonra en büyük can kaybı ve ekonomik zarar taşkın felaketlerinde yaşanmaktadır. Ekonomik gelişmenin ve nüfus artışının getirdiği baskı ile taşkın alanlarında ekonomik gelişmenin hızlanması sonucunda taşkın riski de artmaktadır. Nüfus artışı ve özellikle gelişmekte olan ülkelerde nüfus göçünün plansız kentsel yerleşmelere yönelmesi sonucu taşkınlardan etkilenebilirlik artmaktadır (Taşkın Yönetimi, 2014).

Taşkın afetlerinin yalnızca meteorolojik oluşumlara bağlı olarak ifade edilmesi mümkün değildir. 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 gözlenmektedir. 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 (Uşıkay ve Aksu, 2002).

Taşkın sırasında yaşanan can ve mal kayıplarını en aza indirmek için derivasyonlu geciktirme havuzları, sel kapanları, sediment tutucu tersip bentleri, akarsu düzenlemesi gibi yapısal taşkın kontrol tesislerinin yanı sıra; taşkın yönetim planı hazırlamak, taşkın tehlike haritası hazırlamak, yapılaşmayı önlemek/sınırlamak, müdahaleleri bertaraf etmek, tahliye faaliyetlerini planlamak gibi yapısız taşkın kontrol yöntemleri de mevcuttur.

Taşkın tehlikesinin önlenmesi ve meydana gelecek olan kayıpların azaltılması amacıyla yapılması gereken en önemli iş, taşkın tahmin ve erken uyarı sistemlerinin

oluşturulmasıdır (Sarıcan, 2013). Uyarı sistemleri yaklaşmakta olan felaketi tespit edip, bu bilgileri risk altındaki kişilere vererek, tehlikede olanların karar vermelerini ve harekete geçmelerini sağlar. Bu tanım basit gözükse de uyarı sistemleri karmaşıktır; çünkü mühendislik, teknoloji, haber medyası gibi birçok uzmanlık ve kamu kuruluşunu birbirine bağlar. En etkili uyarı sistemleri ekstrem olayların tespiti, tehlike bilgilerinin yönetimi ve halkın müdahalesinin alt sistemlerini entegre etmektedir. Bu ilişkiler planlama, egzersiz ve eğitim de dahil olmak üzere hazırlık yoluyla sağlanır (Sorensen, 2000). Etkili taşkın tahmini ve erken uyarı sistemleri taşkın olayından önce ek hazırlık süresi sağlaması yönünden taşkın riski yönetiminin önemli bir parçasıdır (Thiemig ve Gadain, 2011). Taşkın tahmini ile ilgili büyük bir zorluk, tahminin nicel karakteridir. Amaç, yalnızca olayın oluşumunu tahmin etmek değil, olayın büyüklüğünü de tahmin etmektir. Belirli bir yağış olayının ani su baskını yaratma riski, drenaj havzasının büyüklüğü, havzanın topoğrafyası, havza içindeki kentsel kullanım miktarı, vb. gibi faktörlerden büyük ölçüde etkilenir. Dolayısıyla, bir taşkın olayı, bir meteorolojik olayın belirli bir hidrolojik durumla birleştirilmesidir (Doswell vd., 1996). Yer gözlem sistemleri, uydu sistemleri ve radarlar, erken uyarı sisteminin temel bilgi kaynaklarını oluşturmaktadır. Bu sistemlerin her birinden elde edilecek yağış verileri birbirleri ile karşılaştırılarak daha sağlıklı ve güvenilir verilerle daha kaliteli bir erken uyarı sistemi oluşturulur (Sarıcan, 2013).

Uyarılara zamanında ve etkili tepki verme eğilimi ülkelerin gelişmişlik düzeyine bağlı olduğu kadar afete maruz kalan insanların yaş, cinsiyet, eğitim düzeyi gibi özelliklerine de bağlıdır. Resmi ya da resmi olmayan herhangi bir uyarıya maruz kalan kişilerin bu durum karşısında nasıl davranması gerektiğini bilmemesi, uyarıya tam güvenmeyip çevreden onay beklemesi ve uyarının kendisi için geçerli olmadığını düşünmesi gibi nedenlerden dolayı zamanında harekete geçemeyebilir. Bu da taşkın zararlarının çok daha ciddi boyutlara ulaşmasına sebep olur. Bundan dolayı, taşkın zararlarını önleme planlamalarında mühendislik konularını sosyolojik etkileri ile birlikte çalışmak oldukça önemlidir.

Çalışma alanının yer aldığı Doğu Karadeniz Havzası topoğrafik yapısı nedeniyle taşkınlara sık sık maruz kalmaktadır. Oluşan taşkınlarda, yerleşimlerin genellikle taşkın alanlarında bulunmasından ötürü birçok can kaybı, yaralanma ve maddi zararlar oluşmaktadır. Doğu Karadeniz Havzası'nda yaşanan bu taşkınların gerek ekonomik gerek can kaybı açısından boyutu, fiziki ve iklimsel koşulları nedeniyle Türkiye'deki diğer havzalardan daha fazladır (Yüksek vd. b, 2013). Veriler göz önüne alındığında bölgede,

devlet kurumları ve sivil toplum örgütlerinin bölgesel iş birliği sayesinde uygun iletişim aracını kullanarak taşkın derecesine göre bölgede yaşayan yerel halkı haberdar edip, ikna ederek yönetecek kapsamlı bir erken uyarı sistemi ihtiyacı bulunmaktadır.

1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu tez çalışmasında; 21 Eylül 2016 tarihinde büyük bir taşkın felaketiyle karşı karşıya kalıp can ve mal kaybı yaşayan Beşikdüzü ilçesinde yaşayan kişilerin, herhangi bir erken uyarı karşısında veya uyarı almadan harekete geçebilme eğilimleri ve sonuçları incelenmiştir. Bu amaçla, öncelikle yaşanan taşkın kaç yıl tekerrür süreli taşkın debisine karşılık geldiğini belirlemek için bölgesel taşkın frekans analizi ile çeşitli tekerrür süreli taşkın debileri hesaplanmıştır. Hesaplanan debiler yaşanan söz konusu afet anındaki taşkın debisi ile karşılaştırılmış ve ilçenin taşkınlardan zarar görebilirlik riski farklı tekerrür süreli debiler için irdelenmiştir. Daha sonra taşkın riski farkındalık, insanların harekete geçme eğilimleri ve erken uyarı sistemindeki eksiklikleri belirlemek adına bölge halkıyla ‘Taşkın Farkındalık ve Taşkın Erken Uyarı Anında İnsan Davranışları’ üzerine anket yapılmıştır. Genel farkındalık kapsamında halkın; taşkın öncesinde, taşkın sırasında veya sonrasında sunulan önlemlerden, stratejilerden ve uygulanan politikalardan ne kadar haberdar olduğu ölçülmüştür. Erken uyarı farkındalığı kapsamında ise halkın erken uyarı sistemlerinden beklentileri ve bu konudaki bilinç düzeyleri incelenmiştir. Kişinin erken uyarı alması ya da almaması durumunda harekete geçme eğilimi ise bir olay ağacı üzerinde değerlendirilmiş olup, harekete geçmenin bağlı olduğu faktörler incelenmiştir.

1.3. Literatür Çalışması

Sorensen (2000), son 20 yılda yapılan çalışmalara göre taşkınlarda erken uyarı sistemlerinin ölümleri ve yaralanmaları azaltsa da sosyal altyapı veya özel mülke verilen zararı veya ekonomik aksaklığı azaltmada önemli bir etkisi olmadığını gözlemlemiştir. Kayıpların asla sıfıra düşmeyeceğini, fakat gelecekteki zararları önlemek adına daha kapsamlı bir ulusal uyarı stratejisinin geliştirilmesinin ve var olan uyarı sistemlerinin iyileştirilmesinin gerekliliğini belirtmiştir.

Carsell vd. (2004), taşkın uyarı sistemlerinin, mevcut yağış verilerini toplayıp, taşkın tehdidini değerlendirerek tespit ettikten sonra acil durum personelinin ve kamuoyunu

bilgilendirmek için gereken sürenin en aza indirilmesinde önemli rol oynadığını ve toplumu bilgilendirinceye kadar geçen bu süredeki azalmanın doğrudan veya dolaylı olarak maddi ve manevi fayda sağladığını gözlemlemişlerdir.

Parker vd. (2009), bireylerin taşkın uyarılarına yanıt verememesinin ya da verimsiz veya uygun olmayan tepkiler vermesinin altında yatan psikolojik, sosyal ve ekonomik faktörleri incelemişlerdir. Kamunun taşkın iletişiminin iyileştirilmesi ve halk eğitim kampanyaları ile insanların zihinlerinde yer eden sorulara basit cevaplar sunarak ek bilgi sağlaması gerektiğini söyleyerek birbirlerini uyarmaları yerine bireylerin taşkın uyarılarıyla beraber karar alma sürecinde güvene ihtiyacı olduğunu ve bu şeffaflığın karar vererek harekete geçme sürecine olumlu yansıtacağını belirtmişlerdir.

Limlahapun ve Fukui (2009), afet yönetiminde sorunun teknoloji eksikliği ve ilgili bilgilerin varlığından ziyade bilgilerin erişilebilirliğinin eksikliği olduğunu ifade etmişlerdir. İnternet erişimi yoluyla elde edilen mekânsal verilerin, meteorolojik ve hidrolojik verilerin entegrasyonunun, olası hasarı azaltmak için erken uyarı sistemi olarak çalıştırılabileceğini göstermek amaçlı web tabanlı erken uyarı sistemini çalıştırarak gözlem yapmışlardır. Önerdikleri erken uyarı sisteminin geleneksel iletişimden daha iyi bir koordinasyon bilgi yönetim sistemine sahip olmasından dolayı daha etkili olan web tabanlı sisteme dönüştürülmesini amaçlamaktadır. Mekansal veri paylaşımı, gerçek zamanlı izleme ve erken uyarı mekanizmasının, karar alma ve tahliye planlaması için topluma en faydalı sistem olmayı hedeflediğini ortaya koymuşlardır.

Thiemig ve Gadain (2011), Afrika'da mevcut taşkın tahmini ve uyarısı konusundaki ihtiyaçları belirlemek ve gelecekteki araştırmalar için mevcut boşlukları tespit etmek için bölgedeki kurumlarla bir anket düzenlemişlerdir. Anket sonuçları, bölgede aktif olan önemli sayıda kurumsal girişim olduğunu aynı zamanda teknik ve finansal araçların eksikliği nedeniyle engellenen girişimlerin var olduğunu ortaya koymuştur. Sonuç olarak; gelecekteki gelişmeler için yüksek potansiyele sahip girişimlerin var olduğu, fakat taşkın tahminini iletirmek için hala karşılanması gereken birtakım ihtiyaçlar olduğunu gözlemlemişlerdir.

Molinari ve Handmer (2011), taşkın uyarılarında harekete geçme eğiliminin uyarıyı fark etmek, uyarıya güvenmek ya da onay aramak gibi parametrelere bağlı olduğunu ve bu parametrelerin her birinin değişmesiyle beraber uyarıya cevap verebilme yeteneğindeki değişimi gözlemlemişlerdir. Her bir değişkenin nihai taşkın kaybı rakamını etkilemesinin yanı sıra, potansiyel iyileştirmelerin de uyarı sistemine olan katkısını analiz etmişlerdir.

Sunkpho ve Ootamakorn (2011), yağışları tahmin edebilmemiz veya fırtına yolunu uydu görüntülerinden çok net bir şekilde izleyebilmemize rağmen; akarsu, yağış seviyesi veya su seviyesi gibi gerçek zamanlı izlenen verilere ihtiyaç duyulduğunu belirtmişlerdir. Bu ihtiyaca yönelik geliştirilen; sensör ağı, modüllerin işlenmesi ve iletilmesi ile veri tabanı ve uygulama sunucusu olmak üzere 3 ana bileşenden oluşan sistemin taşkın izlenmesinde kullanıldığını ve ölçülen verileri veri tabanına ileterek kullanıcıların gerçek zamanlı ve geçmiş verileri görüntüleyebildiklerini gözlemlemişlerdir. Bu taşkın izleme sisteminin veri toplama açısından yeterli olduğunu fakat sistemin modern uzay teknolojileri ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS) ile entegre edilerek daha verimli olabileceğini öne sürmüşlerdir.

Alfieri vd. (2012), suyla ilgili doğal tehlikeler için erken uyarı sistemlerine yönelik farkındalığı arttırmak ve aynı zamanda afet sonrası müdahale ve iyileşmeye dayanmak yerine, risk önleme kültürünün geliştirilmesine katkıda bulunmak amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmalarında, erken uyarı sisteminin politikalara ve risk yönetimi planlarına dahil edilmesi, kolay erişilebilir ve anlaşılır eğitimlerle bu sistemlerin tüm devlet kademelerine uygun şekilde entegre edilmesi gerektiğini gözlemlemişlerdir. Kamu kuruluşlarının katılımı ve tehlike tespit yöntemleri ve performansları hakkında ek bilgilerin insanların uyarı sistemlerine güvenmelerini ve dolayısıyla bunlardan faydalanmalarını sağladığını vurgulamışlardır.

Hallegatte (2012), çalışmasında Sorensen (2000)'in de desteklediği gibi doğal tehlikelere karşı tam koruma sağlayabilecek bir önlem olmadığını ve riskin hiçbir şekilde ne pahasına olursa olsun tamamen yok edilemeyeceğini açıklamıştır. Taşkın tahmininden elde edilen faydaların, tahminin doğruluğuna ve nüfusun güvenine olan bağlılığını incelemiştir. Tahminin doğruluğu kesin varsayıлып tüm bölgeyi tahliye ederek can kaybını sıfıra düşürmenin mantıklı olabileceği gibi yanlış tahliye durumunda uyarı sistemine olan güvenin azalmasının da farklı kayıplara yol açabileceğini belirtmiştir.

Escuder-Bueno vd. (2012), yapısal olmayan koruma önlemleriyle ilgili karar vermeyi desteklemek amacıyla sosyal araştırma verilerini taşkın riski analizine entegre etmek için bir yaklaşım sunmuşlardır. Nüfus ihtiyaçlarını da göz önünde bulundurarak risk bilincini artırmak amacıyla risk analizi yaparak, karar verme sürecini ve mevcut riski sosyal bir perspektiften tahmin etmek ve halk tarafından anlaşılma şeklindeki eğilimleri belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmanın sonucunda yapısal olmayan önlemlerin taşkın riski üzerindeki etkisinin sunulan yaklaşımla ele alınabileceği görülmüştür. Önerilen yapısal olmayan

önlemlerin ekonomik maliyetini ve etkinliklerini tahmin etmek için daha fazla çalışma yapılması gerektiği sonucuna varmışlardır.

Gautam ve Phaiju (2013), toplum temelli erken uyarı sisteminin uyarıya verilen cevaplar üzerindeki etkisini araştırırken taşkın izleme ve tahmin istasyonlarından alınan verilerin bölge afet yardım komitesi, yerel afet yönetimi, yerel sivil toplum kuruluşları ve yerel medyayı içeren bir ağ kurularak, uyarıların halka iletilmesinde başarıya ulaşıldığını gözlemlemişlerdir. Bilgi yayma kanalının verimliliğinin tepki süresini arttırmasının taşkın etkilerini azaltmadaki potansiyeli açıkça görülmüştür. Bununla birlikte devlet kurumlarının, erken uyarı sistemlerini afet riskini azaltma ve geliştirme planları ve programlarına dahil etmeye başlamasıyla, toplumun donanımlı hale getirilmesi ve altyapıların geliştirilmesinin taşkın riskini azaltmada etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Karaman (2018), afet yönetimi sürecinde başarının sağlanması için idarenin sadece bilgi alan değil; aynı zamanda bilgi veren konumunda olması ve halka güven vermesi gerektiğini belirtmiş, kurumsal bütünleşikliğinin, afet yönetimi sürecinde güvene ve işbirliğine dayalı başarının sağlanmasında dikkat edilmesi gereken önemli bir yönetsel tercih olduğunu ortaya koymuştur. Kamu yönetimi teşkilatlanmasında her seviyede idarenin, topluma kapasitesinin yeterliliği hakkında güven vermesi gerektiği sonucuna varmıştır.

Karaman (2018), uygulamaya dayalı yaptığı çalışmada erken uyarı olarak değerlendirilmesi gereken meteorolojik haberlerin “ihtiyatlı veya tedbirli davranma” açısından yerel halk ancak bir zorda kalma tecrübesi yaşamış ise etkili olabileceğini gözlemlemiştir. Parker vd. (2009) ise farkındalık ile ilgili yaptığı anket çalışmasının sonucuna göre büyük çoğunluğun daha önceki taşkın deneyimlerinden faydalanarak bilinçli tepkiler verdiğini gözlemlemiştir.

Aksoy vd. (2014), Türkiye'nin Karadeniz Bölgesi gibi geniş bir alanda meydana gelen sel baskınları tehlikesini etkin bir şekilde ele almak için iki aşamalı bir yaklaşımı öne sürmüştür. İlk adım topoğrafik veriler ve yağış verilerinin kullanılmasıyla oluşturulan bölgesel ölçekli modellemeyi içerir. Bu ilk adım tamamlandıktan sonra daha ayrıntılı veri setleri kullanılarak, taşkınlara duyarlı olarak tespit edilen alanlarda daha ayrıntılı bir yerel ölçekli taşkın benzeşiminin uygulanabileceğini açıklamıştır.

Literatürdeki çalışmalar değerlendirildiğinde, mevcut verilerin toplanıp, oluşacak taşkın riskinin belirlenmesi; acil durum personelini, kamu kurum kuruluşlarını ve kamuoyunu bilgilendirmek için geçen sürenin azaltılıp, taşkına hazırlık süresinin

arttırılması gerektiği tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak toplum temelli taşkın erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesi ve var olan sistemlerin iyileştirilmesi önerilmiştir. Halkın uyarılara yanıt verebilmesinde etkili olan faktörler incelenerek, uyarıların zamanında ve güvenilir olmasıyla beraber daha etkili sonuç alınabileceği gözlemlenmiştir.

1.4. Taşkın Tipleri

Taşkınlar; oluşma süreleri bakımından, oluş zamanlarına ve oluş yerlerine göre üçe ayrılırlar. Oluş süresine göre bir hafta veya daha uzun sürede oluşan taşkınlar, uzun süreli taşkınlar; 6 saat içinde oluşan taşkınlar ise ani taşkınlar olarak adlandırılır. Oluşma zamanlarına göre yaz, kış ve ilkbahar taşkınları olmak üzere üçe ayrılırlar. Havzadaki hangi su kütlelerinde meydana geldiği ise taşkınların oluş yerlerini belirler (Tablo 1), (Taşkın Yönetimi, 2014).

Tablo 1. Oluş yerlerine göre taşkınlar

Taşkın Tipi	Taşkın Sebepleri
Nehir Taşkınları	Yoğun yağış ve/veya kar erimesi, nehir kesitinin daralması, baraj yıkılması veya koruyucu diğer yapıların tahrip olması
Kıyı Taşkını	Fırtına Tsunami Yüksek dalgalar
Dağlık Alan Taşkınları	Genellikle karların erimesi sonucu oluşan sulardan meydana gelen taşkınlardır.
Yeraltı Suyu Taşkınları	Yoğun ve uzun süren yağışlarda yağmur suyunun toprağa daha fazla sızmasıyla yer altı su seviyesinin yükselmesi ve toprak yüzeyine çıkması ile oluşan taşkınlardır.
Göl Taşkınları	Göllerdeki seviye değişiklikleri ile dalga etkilerinden meydana gelen taşkınlardır.

1.5. Taşkın Tahmin Yöntemleri

Çeşitli tekerrür süreli taşkınların tahmini için önerilen yöntemler, deterministik ve istatistik yöntemler olarak iki ana gruba ayrılır. Deterministik yöntemlerde, taşkınlarla havza ve iklim parametreleri arasında analitik ilişkiler kurulup, bu ilişkiler yardımıyla taşkın tahminleri yapılmaktadır. İstatistik 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 modeli uygun olmaktadır. Ancak, bu yöntemin en önemli sakıncası, birim hidrografın 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 büyük hatalar yapılabilir.

Güvenilir tasarım taşkınlarının belirlenmesinde noktasal ve bölgesel frekans analizi sıklıkla kullanılan yöntemlerdir. Eldeki akım gözlemleri yardımıyla, çeşitli yineleme (tekerrür) süreli taşkın debilerinin tahmin edilmesi çalışmalarına taşkın frekans analizi denir. Tek bir noktadaki hidrolojik verilerin (akım, yağış miktarı veya şiddeti) analizi noktasal taşkın frekans analizi ile elde edilir. Noktasal frekans analizi basit ve kolayca uygulanabilir bir yöntemdir. Ancak bu yöntemde kullanılan veriler havzadaki tek bir istasyona aittir ve bu yüzden tahminlerin güvenilirliği doğrudan veri uzunluğuna bağlıdır (Cunnane, 1988; Hosking ve Wallis, 1993). Bu, özellikle gözlenmiş veri uzunluğunu aşan yineleme aralıklarındaki taşkın değerlerinin tahmin edilmesinde oldukça önemlidir. Eğer farklı istasyonlar için benzer frekanslar hesaplanıyorsa, tek bir istasyondan örnek kullanmaktansa tüm veriler toplanarak analiz yaparak çok daha sağlıklı sonuçlar elde edilir. Bölgesel taşkın frekans analizi olarak adlandırılan bu yöntem, genellikle ölçüm yapılmamış ya da yetersiz miktarda ölçümün bulunduğu havzalardaki taşkın debilerinin tahmininde kullanılır. Bu metodun uygulaması esnasında yetersiz veri sayısını arttırmak için bölgede bulunan diğer istasyonlar kullanılır. Diğer istasyonların kullanılabilmesi ve verilerin ölçüm olmayan havzaya taşınabilmesi için bu havzaların hidrolojik olarak aynı veya benzer özellikleri taşıması önemlidir (Anılan, 2014). Bölgesel taşkın frekans analizinde kullanılan parametre tahmin yöntemleri; momentler yöntemi, maksimum olasılık yöntemi, olasılık ağırlıklı momentler yöntemi ve L-momentler yöntemidir.

L-moment tahminleri sıralı gözlemlerin doğrusal kombinasyonlarıdır ve örnek içindeki en büyük gözlem değerlerine karşı daha az hassastırlar. Ayrıca klasik momentler yöntemindeki gibi varyans için gözlem değerlerinin karesi ve çarpıklık için küpü şeklinde hesaplanan parametreler yerine gözlemlerin ortalamadan olan uzaklıklarını kullanmaktadır. Bu nedenle L-momentlerle elde edilen tahminler klasik momentler yöntemine göre elde edilen tahminlere göre daha tarafsızdırlar. Hosking ve Wallis (1993) tarafından önerilen homojenlik testi, homojen bir bölge içindeki tüm istasyonların aynı toplum L-moment istatistiklerine (L-değişkenlik (L-Cv), L-çarpıklık (L-Cs), ve L-basıklık (L-Ck)) sahip oldukları varsayımına dayanmaktadır. Bir grup istasyonun homojenliği, gözlenmiş grup ve bu değerlerden yararlanarak sentetik olarak oluşturulan grup arasındaki çeşitli L-momentlerin örnekleme değişkenliğindeki farkın belirlenmesiyle sınanmaktadır. İki grubun L-momentler örnekleme değişkenliklerindeki farkın istatistiksel olarak anlamlılığı Monte Carlo simülasyonu ile değerlendirilmektedir (Hosking ve Wallis, 1993).

1.6. Taşkın Sebepleri

Taşkın oluşumunda havzanın büyüklüğü, eğimi, şekli, jeomorfolojik yapısı, bitki örtüsü, toprak yapısı ve yağış akış dengesi çok önemli yer tutar. Taşkınları ve etkilerini artıran temel unsurlar; iklim değişikliği, akarsu havzalarında yaşanan değişiklikler ve bozulmalar, dere yataklarına ve taşkın kontrol tesislerine yapılan olumsuz müdahaleler, taşkın riski taşıyan alanların çeşitli maksatlarla kullanılması, plansız kentleşme, kara ve demiryolu ağları ve yetersiz boyutlarda tasarlanan sanat yapıları şeklinde kısaca özetlemek mümkündür. Aşağıda taşkın sebepleri maddeler halinde sıralanmıştır (Taşkın Yönetimi, 2014).

- Kısa sürede meydana gelen şiddetli yağmur ve dolu ile havzadaki kar erimeleri sonucu doğal veya düzenlenmiş akarsu yataklarının kapasitelerinin üzerinde meydana gelen akış,
- Ormansızlaştırma faaliyetleri ile toprağın yüzeysel akış kapasitesinin artırılması,
- Yerleşim yerleri içinden geçen dere ve çay yataklarında yapılaşma ile yatak kesitinin daraltılması,
- Dere yatağına tekniğine aykırı ve izinsiz köprü, menfez vb. enine yapıların yapılması,
- Dere yatağına çöp, moloz, sanayi ve evsel atık atılması,

- Dere yatağına kanalizasyon şebekesi döşenmesi,
- Dere yatağının üzerinin kapatılarak konut, otopark, pazar yeri yapmak maksadıyla kullanılması,
- Yukarı havzadan çeşitli sebeplerle gelen rüsubatın dere yatağını daraltması,
- Dere yataklarında tabii olarak büyüyen ağaç ve çalıların yatak kapasitesini daraltmasıdır.

Doğu Karadeniz Havzası'nın taşkına neden olan ve değiştirilemeyen en önemli üç bileşeni, yağış rejimi, topoğrafyası, ve jeolojisidir. Bu doğal döngü dışında taşkına neden olan asıl neden ise insan müdahalesidir.

1.7. Taşkın Zararları

Taşkınların birincil (direkt) ve ikincil (dolaylı) etkileri; taşkınların şiddetine, oluş zamanına, süresine ve etki alanına bağlı olarak değişmektedir. Birincil etkiler can ve mal kayıplarına çevresel tahribata sebep olan fiziksel etkilerdir. Yerleşim yerlerine, sanayi merkezlerine, alt yapı tesislerine, ekonomik aktivitelere, tarım alanlarına ve ekolojik göstergelere hasar verir. Taşkın sahasındaki su miktarının hızı ve derinliği birincil etkilerin şiddetini de belirler. Doğrudan etkilerinin dışında taşkınların dolaylı etkileri de mevcuttur. Taşkın sonrası oluşan ekonomik kayıplar bölgedeki sosyal yapıda kırılmalar oluşturmaktadır. Üretim kapasitesinin düşmesi ve işsizlik önemli bir sorun olabilmektedir.

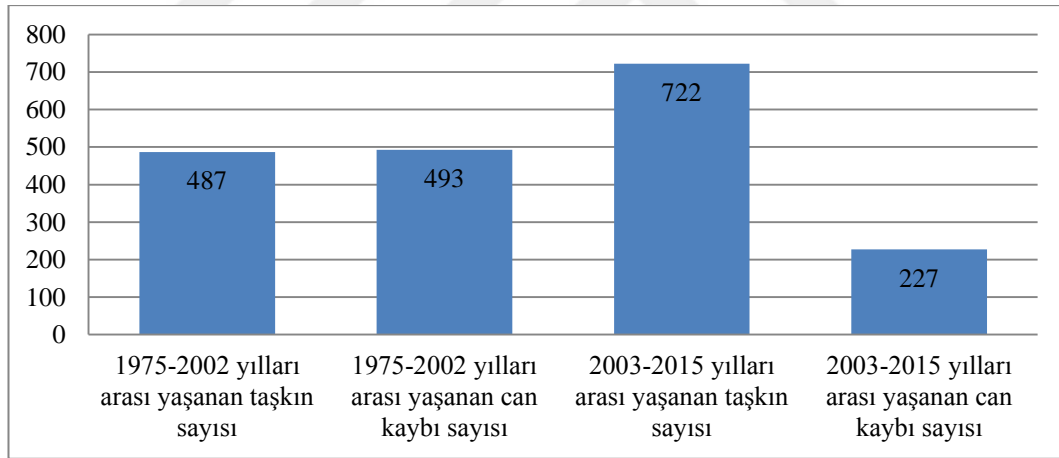
Uygunsuz ve hatta yasadışı arazi kullanımı, taşkın zararları ile ilgili en önemli faktördür. Taşkınların sonuçları, birçok alanın ticari gelişimi ve kentleşmesinden büyük ölçüde etkilenmektedir. Artan nüfusla başa çıkmak için, çoğu yeni yerleşim yasadışı bir şekilde yapılmıştır. Şehirdeki kanalizasyonların ve taşkın alıkoyma yapılarının kapasitesi, büyük taşkınları kontrol etmek için genellikle yetersizdir. Akarsu yataklarına evlerin duvarları inşa edilerek akarsuların taşıma kapasitesi büyük ölçüde azaltılmıştır. Bu gibi meteorolojik olmayan faktörler taşkınların etkilerini ağırlaştırmıştır (Yüksek vd. b, 2013).

Yeni tarım alanı kazanmak için sürekli orman kesimi, toprak kayması ve döküntü akışı riskini arttırmış, değerli verimli toprakları tahrip etmiş ve nehirdeki tortu yüklerini arttırmıştır. Yetersiz taşkın kontrol yapıları ve dere kanalı gelişimi eksikliği, taşkın hasarını daha da arttırmıştır. Taşkınlar sırasında dere taşıma kapasitesi, dere yataklarındaki ev duvarları ve yolların yapımı ve dere çöplerinin ve inşaat malzemelerinin elden çıkarılmasıyla büyük ölçüde azaltılmıştır. Teknik faktörler ayrıca ağır sel baskınlarına

neden olmuştur; örneğin, hatalı köprü tasarımı, yapımı, kullanımı ve bakımı bazı köprülerin tahrip olmasına ve kentsel yağmur drenaj kanallarının yetersiz tasarımı ciddi hasara neden olmuştur (Yüksek vd. b, 2013).

Mülga Başbakanlık Resmi Gazete’de, 9 Eylül 2006’da “Akarsu Yatakları ve Taşkınları” ve 20 Şubat 2010’da “Akar Yatakların İyileştirilmesi” adında iki genelge yayınlamıştır. Bu genelgelerde özellikle dere yataklarına yapılan müdahalelerin önlenmesi ve kaldırılması ile ilgili açık hükümler var iken maalesef yaptırım noktasında somut adımlar atılamamaktadır. Genelge gereği DSİ’nin ilgili Bölge Müdürlüklerince tespit edilen binlerce müdahale ilgili kurumlara gönderilmesine rağmen, bu kurumlarca yeterli yaptırım uygulanmamaktadır.

Ülkemizde taşkın, depremlerden sonra en büyük ekonomik kayıplara sebep olan doğal afettir. Mevcut veriler itibari ile taşkınlardan kaynaklanan ekonomik kayıp her yıl yaklaşık 300 milyon TL zarara yol açmaktadır. Ülkemizde 1975-2002 ve 2003-2015 yılları arası yaşanan taşkın ve can kaybı sayısı Şekil 1’de verilmiştir (Taşkın Yönetimi, 2014).



Şekil 1. 1975-2015 döneminde yaşanan taşkınlar ve can kayıpları

Ülkemizde taşkınların sayısında bir artış olmamasına rağmen, Doğu Karadeniz Havzası’nda taşkın kaynaklı ölüm ve hasarlarda artış eğilimleri gözlenmiştir (Yüksek vd., 2013). 20 Haziran 1990’da meydana gelen taşkın önemli sayıda ölümle sonuçlanmıştır. 1990 taşkınyndan önce, 35 yıllık bir sürede 82 ölüm meydana gelmiş (ortalama, 2.3 ölüm = yıl); taşkınyndan sonra (bu olay hariç), bu sayı 15 yılda 119 ölüme yükselmiştir (ortalama, 7.9 ölüm = yıl).

1.8. Taşkın Zarar Azaltma Türleri

Taşkın etkilerini önlemek adına yapılan taşkın öncesi, taşkın esnası ve taşkın sonrasında alınması gereken tedbirler yapısal ve yapısız önlemler olmak üzere ikiye ayrılır.

1.8.1. Yapısal Önlemler

Taşkın koruma maksatlı barajlar uzun süreli koruma sağlama amacıyla yapılan büyük su yapılarıdır. Taşkın kontrol tesisleri ise akarsuların geçtiği güzergahın özelliğine göre, hidrolik kriterler dahilinde farklı taşkın tekerrür debilerinde taşkın kontrolü sağlayan yapılardır. Bu tesisler; taşkın kontrol yapıları ve ıslah çalışmaları taşkın anında suları taşkın riski taşıyan alandan uzakta tutmaya yönelik akarsu yatağı düzeltme ve düzenlemeleri, taşkın duvarı, sedde, derivasyon kanalı ve şehir yağmursuyu boşaltım sistemleri gibi koruma maksatlı tesisler ile depolamalı tesisler gibi suyun akış rejimini düzenleyen tesisleri içermektedir. Duvarlı taş tahkimat, sel kapanı, tersip bendi, geçirgen tersip bendi ve ıslah sekisi de taşkın kontrol yapılarından bazılarıdır (Akçalı, 2018).

1.8.2. Yapısız Önlemler

Sel ve taşkın afetini meydana getiren birçok faktör olmakla beraber en önemlisi insanların doğaya yönelik doğal ekolojik dengeyi bozucu tahribatlarıdır. Tabiattaki toprak, su, bitki arasındaki hidrolojik doğal dengeyi bozucu nitelikteki müdahaleler, yanlış arazi kullanımları ve ormansızlaşma hızlandırılmış erozyona, erozyonla yıpranan araziler de sel ve taşkınlara yol açmaktadır. Akarsu havzalarında; taşkın koruma ve kontrol amacını da içeren, su kaynaklarının havza bütününde gelişimini öngören kapsamlı projelerin hizmete girmesi ile taşkınların sıklıkları ve yaptıkları zararlarda önemli azalmalar olmaktadır. Taşkın zararlarının azaltılması çalışmalarında en etkin ve ekonomik yapısız çözümler; taşkın yaşanmadan önce havza genelindeki insan faaliyetlerini düzenleyen ve çoğunlukla yapısal unsur içermeyen nitelikteki, halkın eğitiminden ağaçlandırma faaliyetlerine kadar birbirini tamamlar özellikli çoklu tedbirlerin, bir plan dâhilinde, ilgili kurum ve kuruluşlarca eşgüdümlü bir program çerçevesinde, birlikte alınmasının sağlanmasıdır. Bu yaklaşım, konu ile ilgili çalışmalarda özellikle yerel yönetimlere önemli görevler yüklemektedir (Fidan vd., 2016). Ayrıca taşkın öncesinde yapılacak işler kapsamında, rasat

(gözlem) istasyonlarının, erken uyarı ve haberleşme sistemlerinin kurulması ve taşkın planlarının hazırlanması gerekmektedir.

Taşkınlar önlenememesine rağmen, taşkın risk yönetimi planlarıyla etkileri hafifletilebilir. Taşkın riski yönetimi, olumsuz etkileri en aza indirmeyi ve taşkınlarla yaşamayı öğrenmeyi amaçlamakla beraber temel olarak yapısal olmayan önlemlerle taşkın etkilerini azaltma hedefine odaklanmaktadır (Kreibich vd., 2007). Çoğu durumda, paylaşılan kamu kararları azaltma konusunda etkili bir yaklaşım için de çok önemlidir. Hem afet yönetimi planlaması hem de topluluk planlaması ile birlikte halkın katılımı, sürdürülebilir tehlike azaltımı ile sonuçlanır.

Taşkın riskine, bu riskle nasıl başa çıkılacağına ve taşkın öncesinde, esnasında ve sonrasında yapılması gerekenlere yönelik farkındalığın artırılması, taşkına karşı direncin artırılmasının en önemli bileşenlerindedir. Bunun yanı sıra farkındalığın artırılması riskleri arttıran ve azaltan faaliyetlere ilişkin halkın bilinçlendirilmesini de içermektedir ki bu da taşkına yönelik önlemlerin başarılı olmasında çok önemli bir faktördür (Taşkın Yönetimi, 2014). Halkın taşkın öncesi hazırlık seviyesini yükseltmek önemlidir, çünkü bu tür önlemler ile belediye ve hükümet otoritelerinin eylemleri taşkın zararlarını önlemek için genellikle yetersizdir. Bu nedenle, bu önlemlere ek olarak, taşkın risk yönetimi açısından hazırlıklı olmaları sağlanmalıdır.

Hidrometeorolojik verilerin ve meteorolojik tahminlerin yanı sıra nem, buharlaşma, kar erimesi gibi faktörleri kullanan hidrolojik modeller aracılığıyla gelecek debinin ve bu debiye göre taşkın etki alanının tahmin edilmesi ve buna dayanarak erken uyarıların yapılması da taşkın yönetiminde kullanılmakta olan, can ve mal kayıplarını önlemek açısından önemli yapısal tedbirlerdendir.

1.9. Taşkın Erken Uyarı Sistemleri

Taşkın olaylarından korunmak için geliştirilen stratejilerdeki eksiklikler ve yanlışlıklar nehir-dere yataklarında ve taban arazilerde yapılan yerleşimler ve sanayi tesisleri taşkın olaylarına maruz kalındığında zarar miktarını artıran öğelerdir. Bir taşkın olayı söz konusu olduğunda korunma önlemleri, stratejileri ve uygulanan politikalar arasında birtakım iletişimsizlikler varsa ve halk maddi manevi kayıplara uğruyorsa taşkın zararı olgusu gündeme gelir. Uğraşların tümü bu olayı en az maddi ve manevi kayıpla atlattırmayı hedeflemektedir (Korkanç ve Korkanç, 2005).

Bir taşkın erken uyarı sistemi, doğrudan ve dolaylı maddi ve maddi olmayan faydalar sağlar. Bunların başında tarımsal ve hayvansal zararların, taşınabilir mal ve araçlarda oluşan zararların, ulaşımda meydana gelen bozulmaların neden olduğu zararların, binalarda ve altyapılarda oluşan zararların önlenmesi gelir. Bunu başarmak için uyarı sistemi; donanım, yazılım, planlar ve prosedürler ile taşkın başlamadan önce mevcut hazırlık süresini arttırmak için entegre olacak şekilde çalışmalıdır. Bu sürenin artması ancak veri toplama, taşkın tehdidini değerlendirmek ve tespit etmek, acil durum personelini ve kamuoyunu bilgilendirmek ve uygun müdahale ile ilgili karar almak için gereken sürenin azalmasıyla meydana gelir (Carssell, 2004).

Bir uyarı sisteminin başarılı olabilmesi için bazı özellikleri içermesi gerekmektedir. Bunlar hidrolojik özellikler, taşkın sıklığı, topluluk bilinci, kırılabilirlik, istenen teslim süresi ve maliyettir. İlk olarak, istenen doğruluk, ulaşılabilir teslim süresi, sistemin maliyeti ve sürdürülebilirliği değerlendirilmelidir. Daha sonra, topluluklarla iyi bir ilişki kurulmalı ve toplulukların yerli bilgisi ile teknik ve bilimsel uzmanlık desteklenmelidir. Bu nedenle erken uyarı sistemi kurulmadan önce topluluklara ve yerel yönetim birimlerine yeterince danışılmalıdır. Operasyonel planlama, bakım ve sistem güncellemesi için bileşenlerin yanı sıra topluma hazırlık için simülasyon tatbikatları ve alay tatbikatları içermelidir (Gautam ve Phaiju, 2013).

Uyarı sistemleri; kolay doğrulama ve yeni bilgi sağlamalı, uygun mesaj yayma düzeyine sahip olmalı, uyarı için farklı kanallara sahip olmalı, yeni gelişmeleri birleştirme ve uygulanan yöntemleri güncelleme özelliğine sahip olmalıdır. Uyarı mesajları ise; zamanında ve güvenilir olmalı, her taşkın olayı için geçerliliği olmalı, uygun öneriler sunmalı, güvenilir kaynaklardan gelmeli, risk altındaki insanlara yönelik olmalı, sosyal destek içermeli ve takip edilebilir olmalıdır (Korkanç ve Korkanç, 2005). Güvenli bir tahmin ve uyarı sisteminin bilimsel bir temeli olmalıdır. Tehlike parametrelerinin sürekli izlenmesi, afet ve acil durumlar için zamanında ve doğru uyarıları yapmak için gereklidir. Her afet ve acil durum için yapılacak uyarı farklılık göstereceğinden uyarı mekanizmalarını doğru belirlemek gerekir. Gerekli tepkinin verilebilmesi için tepkiyi oluşturacak verinin kolay anlaşılabilir ve kavranabilir olması esastır. Bölgesel ulusal ve uluslararası düzeyde iletişim kanalları tespit edilmeli ve yayılımı gerçekleştirilmelidir.

Risk tespiti, tahmin ve uyarıyı yayma aşamaları, sistemin amacına yönelik çalışmasında etkili öğelerdir. Risk, tehlike ile zarar görme eğiliminin bir araya gelmesi ile ortaya çıkar. Risk değerlendirmesi ve haritalama, afetlerin önlenmesi ve müdahale için

erken uyarı sistemlerinin ihtiyacı olan önceliklerin belirlenmesinde önem taşır. Toplumların karşı karşıya kaldıkları riskleri anlamaları ve nasıl reaksiyon göstereceklerini bilmeleri gereklidir. Burada eğitim ve hazırlık programları önem taşımaktadır.

Mevcut uyarı sistemlerinin etkinliğinin iyileştirilmesi veya gelişmiş sistemlerin uygulanması mevcut uyarı süresini ve taşkın olayı sırasında mesajı alan kişilerin yüzdesini artırabilir. Ek olarak, acil durum yönetim planlarının iyileştirilmesi potansiyel sonuçları önemli ölçüde azaltabilir (Escuder-Buenovd., 2012).

Erken uyarı sisteminde olan gelişmelere rağmen bazı taşkın olaylarında halk resmi ya da resmi olmayan herhangi bir uyarı almamaktadır. Bu, olayla ilgili harekete geçememenin en büyük nedenlerindedir. İnsanların bir taşkın uyarısına cevap verememesinin bunun dışında birçok farklı sebebi olabilir. Bunlardan en önemlileri; resmi taşkın uyarı sistemlerinin coğrafi kapsamındaki düzensizlik, bir taşkın yeterli şekilde tahmin edilememesi ve bu nedenle uyarı yapılmaması, taşkın uyarısı teslim süreleri, uyarı yayılmasında gecikmelere, erişime veya diğer sorunlara yol açan yetersizlikler ve insanların taşkın uyarıları almadaki yetersizliklerdir. Ayrıca uyarı bilgi alma sürecine müdahale eden önemli sosyo-psikolojik ve ekonomik faktörler de vardır (Parker vd., 2009).

Uyarının anlaşılabilir olmaması, haftanın hangi gününde veya günün hangi saatinde yapıldığı, zamanlaması ve uyarının kaynağı verilen cevabı şekillendirmede önemli rol oynayan uyarıya bağlı sebeplerdir. Buna ek olarak uyarıyı fark eden kişinin yaşı, cinsiyeti, erken uyarı sistemleri ve planlamalar hakkında bilgi sahibi olmaması, ne yapacağını bilememesi, afete hazırlık eğiliminde olmaması kişiye bağlı sosyo-psikolojik sebeplerdendir.

Kişinin daha önceden bir taşkın tecrübesi yaşamış olması, önceden edinilmiş tecrübelerinden faydalanarak etkili cevap vermesini sağlayabilir. Yapılan bir kamuoyu anketine katılanlar arasında yaklaşık %26'sının daha önceden afet tecrübesiyle karşılaştığı ve afetle başa çıkma konusunda daha çok çaba harcadıkları ortaya konulmuştur (Karaman, 2018).

Herkes bir uyarı göremez; bu, bütün kişilerin kendi kendini uyarmaktan ziyade resmi veya gayri resmi kaynaklar tarafından uyarılmadığı anlamına gelir. Bir uyarı fark edildiğinde bile, herkes anlamını anlayamayabilir veya kendilerini risk altında kabul edemez; bu, uyarının kendileri için geçerli olduğunu anlamadıkları anlamına gelir. Herkes uyarıya güvenmez; zararı azaltmak için harekete geçmeden önce ilk tepkilerden biri

uyarının onayını almak olur (Molinari ve Handmer, 2011). Uyarı kaynağının güven vermesinden ziyade kişi yine de çevresinden veya başka resmi kaynaklardan uyarının doğruluğunu onaylayarak harekete geçmek isteyebilir. Aynı uyarıya defalarca maruz kalıp uyarının boşa çıkmasından sonra uyarıya duyulan güven sarsılacağı için kişi, uyarının ciddiyetini fark etmeyip harekete geçemeyebilir.

Resmi ya da resmi olmayan herhangi bir uyarıyı fark etmemiş kişiler de harekete geçebilir. Bu eylem çevresel ipuçları ve göstergeler sayesinde kişinin kendini uarması neticesinde gerçekleşir.

1.9.1. Dünyada Taşkın Erken Uyarı Sistemleri

Taşkın olayları dünyadaki doğal tehlikelerden kaynaklanan ekonomik zararların üçte birini ve ölümlerin neredeyse yarısını oluşturmaktadır. 2004 yılında Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP), 90'dan fazla ülkede ortalama olarak yaklaşık 200 milyon insanın her yıl yıkıcı taşkın olaylarına maruz kaldığını açıklamıştır.

Şu anda dünyada taşkın tahmini ve uyarı sağlama süresini karasal veya küresel ölçekte erken uyarı sistemleriyle geliştirmeye çalışan birçok çalışma vardır. 'Avrupa Taşkın Uyarı Sistemi' (EFAS), bu tür sistemlere örnektir. Sistem, temelindeki hidrolojik modelin geniş ölçekli yaklaşımıyla kolaylaştırılmıştır. Böyle bir karasal sistemin taşkın yönetimini ulusal düzeyde kolaylaştırıp, ulusal yardımın koordinasyonunu iyileştirebileceği öngörülmüştür (Thiemig vd., 2011).

2005'ten bu yana deneysel olarak uyarılar veren EFAS dünyadaki en uzun süredir faaliyet gösteren operasyonel hidrolojik topluluk tahmin sistemi (EPS)'den biridir. Operasyonel taşkın uyarısı yöntemlerini iyileştirmek için topluluk tahmin sistemleri potansiyeli konusunda artan uluslararası bir ilginin varlığı mevcuttur. EPS, geleneksel deterministik tahmin tekniklerine kıyasla iki önemli avantaj vaat etmektedir. Birincisi, 3 ile 10 günlük vadede taşkın tahmininde daha doğru sonuçlar vermesi, ikincisi ise gelecekteki farklı sistem durumları ve onlar hakkındaki belirsizliği tahmin etmek için nicel olasılık tahminleri (QPF) sağlayabilmesidir. Bu tür olasılıksal bilgiler, daha iyi hazırlık yapılmasını kolaylaştırmak için acil durum müdahalesinde bulunanların tespit edilip paylaşılması için en muhtemel ve en uç senaryoları mümkün kılabilen ve olası zararları önlemek için ihtiyati tedbirleri maliyetleriyle dengeleyerek risk yönetimi yanıtlarının optimizasyonuna izin verebilmektedir (Demerit vd., 2013).

Avrupa Birliği Üye Devletleri'nde risk yönetimi ve doğal afetlerin azaltılması için çok çeşitli yasal çerçeveler mevcuttur. Erken uyarı sistemleri, sivil korumaların temel özellikleridir ve genel olarak hayati risk önleme araçları olarak kabul edilmiştir. Bu nedenle erken uyarı sistemleri genellikle günümüzde bütünleşik afet döngüsüne dahil edilmiştir (Alfieri vd., 2012).

Avrupa'da meydana gelen büyük taşkınların ardından Avrupa Komisyonu, taşkınlardan korunmaya ve taşkınları azaltmaya yönelik bir direktif oluşturulmasını teşvik etmiştir. Bu direktifle beraber nehirlerin ve kıyıların risk altında olup olmadıklarını değerlendirmelerini ve bu riski azaltmak için uygun ve koordineli önlemler almalarını üye devletlerden talep etmiştir (Alfieri vd., 2012).

Meteoroloji tabanlı erken uyarı sistemleri, Avrupa genelindeki ulusal meteorolojik hizmetlerin çoğunda yaygın olarak kullanılan araçlar olmasına rağmen bunların çoğu, taşkınların güvenilir bir şekilde tahmin edilmesi için yüzeysel kalmaktadır. En yaygın meteorolojik yaklaşım, sayısal hava tahminlerinin, en son yağış değerleri ve nokta ölçümlerinin uzun vadeli kayıtlarındaki istatistiksel analizlerle elde edilen referans eşiklerinin karşılaştırılmasıdır.

Taşkınlara bağlı doğal tehlikeler için çok sayıda operasyonel erken uyarı sistemleri mevcut olmakla birlikte, řu ana kadar önemli teknik ilerleme kaydedilmiş olsa da bu tür sistemlerin risk azaltma faydalarından yararlanmak için daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir. Artan karşılıklı küresel bağımlılık; erken uyarı sistemlerinde işbirliği, koordinasyon ve bilgi alışverişi gerekliliğinin altını çizmektedir. Erken uyarı sistemlerinin politikalara ve risk yönetimi planlarına dahil edilmesi, kolay erişilebilir ve anlaşılır uyarılar ve uygun eğitim, bu sistemlerin tüm devlet kademelerine uygun şekilde entegre edilmesini sağlar. Özel ve kamu paydaşlarının daha güçlü katılımı ve tehlike tespit yöntemleri ve performansları hakkında ek bilgiler, insanların uyarı sistemlerine güvenmelerini ve dolayısıyla bunlardan faydalanmalarını sağlayan temel faktörlerdir. Bu süreç hem halka hem de bilimsel topluluk içinde daha fazla iletişim gerektirir. Bu şekilde, uyarı sistemleri kültürel altyapının bir parçası olacak ve insanlar acil durumlarla başa çıkmak için daha iyi hazırlanmış olacaktır (Alfieri vd., 2012).

1.9.2. Türkiye’de Taşkın Erken Uyarı Sistemleri

Türkiye’de kullanılan taşkın tehlikesi değerlendirme ve taşkın modelleme yöntemleri, dünyanın geri kalanıyla aynı bilimsel ve teknik eğilimleri aşağı yukarı takip etmektedir. Yine de Türkiye’deki taşkın tehlikesi değerlendirme çalışmalarında, Türkiye’nin mekânsal olarak farklı topoğrafik ve iklimsel özelliklerinden kaynaklanan sel baskınları sorunları gibi bazı özel zorluklar bulunmaktadır (Aksoy vd., 2014).

Her bir taşkın tehlikesi değerlendirme yöntemi, belirli kalite ve miktarda belirli veri türlerini gerektirir. Zamansal / mekansal çözünürlük, doğruluk ve güvenilirlik açısından her yöntemin sonucu verilerin sağlanması ve işlenmesi için harcanan zamana, çabaya ve bütçeye bağlı olarak diğerinden farklıdır. Bu nedenle, taşkın tehlikesi değerlendirme çalışmasının amaçlarını ve beklentilerini belirtmek ve hangi modelin hangi ihtiyaç için en uygun olduğuna karar vermeden önce alternatif metodolojileri iyice değerlendirmek büyük önem taşımaktadır (Aksoy vd., 2014).

Orman ve Su İşleri Bakanlığı (OSİB) kuruluş mevzuatına göre Su Yönetimi Genel Müdürlüğü’nün (SYGM) taşkınlarla mücadelede stratejik ve taktiksel seviyede görev ve sorumlulukları bulunmaktadır. Bununla birlikte taşkın öncesi, taşkın anı ve sonrasında çalışmalar birçok farklı kurum ve kuruluşlar tarafından yapılmaktadır (Taşkın Yönetimi, 2014).

Türkiye’de, yapısal taşkın kontrolü esaslı önlemler almakla sorumlu olan başlıca devlet kuruluşu Devlet Su İşleri (DSİ)’dir. Bunun yanında Büyükşehir Belediyelerinin de dere ıslahı görev, yetki ve sorumlulukları vardır. Risk yönetimi ve zarar azaltma planlarını yapmak veya yaptırmak, afet ve acil durum bölgelerini tespit etmek, hasar tespiti yapmak ve önleyici tedbirleri ilan etmek ve çeşitli eğitim ve tatbikatlar düzenlemek Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD)’nın görev ve sorumluluğu altındadır. Taşkın Yönetim Planlarını hazırlamak Su Yönetimi Genel Müdürlüğü’nün görevidir. Çeşitli meteorolojik ve hidrolojik verilere dayanarak olası bir taşkın tehlikesine karşı erken uyarılar yapmak ise Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından yapılmaktadır. Taşkın erken uyarı faaliyetleri kapsamında sorumlu bu kuruluşlarla ilgili bazı bilgiler ve erken uyarı kapsamında kullandıkları bileşenler aşağıda verilmiştir.

1.9.2.1.AGİ, OMGİ, Radar ve Uydu

Akım gözlem istasyonları, akarsu üzerinde belirli noktalarda inşa edilen, günlük su seviyesi gözlemlerinin yapılması için uygun hidrometrik aletlerle donatılmış ve belirli zamanlarda akış hızının ve debisinin periyodik olarak ölçüldüğü tesislerdir. Bir akım gözlem istasyonunda seviye ölçüm tesisleri, debi ölçüm tesisleri ve kontrol tesisi öğeleri bulunur. Her havzada, genelde havzaya adını veren ana nehir üzerinde en az bir adet olmak üzere havza büyüklüğüne göre daha çok sayıda istasyon bulunabilmektedir. Trabzon ilinde toplam 18 adet akım gözlem istasyonu bulunmaktadır (Tablo 2).

Tablo 2. Trabzon ili akarsu gözlem istasyonları (AGİ)

AGİ No	AGİ Adı	Yağış Alanı (km ²)	Kot (m)
E22A002	Karadere-AGNAS	635.7	78
D22A044	Karadere-AYTAŞ	421.2	500
E22A070	Küçükdere-ÇİMENLİ	88,6	167
D22A086	Değirmendere-ÖĞÜTLÜ	728.4	160
D22A097	Maçka D.-MELİK(Ormanüstü)	168.8	600
D22A102	Galyan Deresi-BİBAT	120.2	300
D22A110	Maki Deresi-TAFLANCIK	115	380
D22A112	Baltacı Deresi-KIYICIK	375	10
D22A113	Kuştul Deresi-MEYVECİK	55.4	370
D22A114	Kirazlık Deresi-MISIRLI	74.1	80
D22A120	Ağasar Deresi-AMBARLI	119	60
D22A121	Fol Deresi-ŞERİFLİ	181.3	60
D22A123	Baltacı Deresi-YENİKÖY	171.6	470
D22A133	Yomra Deresi-TAŞDELEN	985	398
D22A134	Çarşıbaşı Deresi-ŞAHİNLİ	44.7	150
D22A148	Maçka Deresi-YAYLABAŞI	86.9	1320
D22A153	Sera Deresi-DERECİK	105.7	150
D22A154	Söğütlü Deresi-ŞİNİK	193.0	175

Otomatik meteoroloji istasyonları; meteorolojik parametrelerdeki değişimlere duyarlı ve bu değişimlerin miktarını ölçen sensörlerden oluşmaktadır. Otomatik istasyonlar, ölçülen ve hesaplanan çeşitli meteorolojik parametrelerin belirli formatlarda meteorolojik mesajlara dönüştürülmesi işlemini yaptıkları gibi, yine bu bilgilerin belirli formatlarda

saklanması, grafiklere dönüştürülmesi ve yazıcılarda kaydedilmesi işlerini de yaparlar. Böylece, herhangi bir bilgi kaybı olmaksızın, meteorolojik parametrelerin sürekli olarak ve en doğru şekilde elde edilmesi sağlanmış olur. Otomatik meteoroloji gözlem istasyonlarında, parametrelerin gündüz ve gece sürekli ölçülebilir olması, daha fazla doğruluk içermesi, meteorolojik verilerin görüntülenmesi, data arşivine lokal ve uzaktan erişme ve çevre şartlarından etkilenmeme gibi avantajları vardır. Trabzon ilinde 28 adet OMGİ bulunmaktadır (Tablo 3).

Tablo 3. Trabzon iline ait OMGİ bilgileri

OMGİ Numarası	Bulunduğu Bölge	OMGİ Numarası	Bulunduğu Bölge
17037	TRABZON	18572	MAÇKA/ÖRNEKALAN KÖYÜ
17463	ÇARŞIBAŞI/IŞIKLI YAR.	18573	ÇARŞIBAŞI/YARUZ
17465	ARAKLI BALIKÇI BARIN.	18574	SÜRMENE/DENİZ BİLİML.
17569	ÇAYKARA/UZUNGÖL	18575	VAKFIKEBİR/HAMZALI K.
17626	AKÇAABAT	18936	SALPAZARI/SUTPINAR K.
17714	MAÇKA/ALTINDERE	18978	DÜZKÖY/CAL KÖYÜ
17775	OF/FİDANLIK	19060	ARAKLI/TURNALI KÖYÜ
18229	DÜZKÖY	19061	YOMRA/ÖZDİL BELDESİ
18230	TONYA/KALINÇAM	19062	ÇAYKARA/LUSTRA YAYLA.
18231	BEŞİKDÜZÜ	19063	ARAKLI/KAYAİÇİ YAYLA.
18232	HAYRAT/PAZARÖNÜ	19064	ÇAYKARA/DEMİRKAPI KO.
18233	ARSIN	19246	ÇAYKARA
18570	DERNEKPAZARI	19247	ŞALPAZARI
18571	KÖPRÜBAŞI/BEŞKÖY	19366	ORTAHİSAR

Radarlar meteoroloji alanında ilk kez 1950’li yıllarda kullanılmaya başlanmıştır. 1970’li yıllardan itibaren Doppler radar teknolojisine geçilerek radarlardan dijital formda bilgiler alınmaya başlanmıştır. Radarların meteoroloji alanında kullanılmasıyla özellikle şiddetli yağışlar, dolu, tornado, taşkın ve selleri önceden belirleyebilmek mümkün olmuştur. Aktif bir uzaktan algılama sistemi olan meteorolojik radarlar ile meteorolojik hedefin konumu, hızı, hareket yönü belirlenerek, meteorolojik hadisenin tipi, şiddeti ve miktarı hakkında bilgi sahibi olunabilir. Trabzon’da Mersin bölgesinde 1 adet meteoroloji radarı bulunmaktadır.

1.9.2.2. Sorumlu Kuruluşlar

Devlet Su İşleri (DSİ) Görev ve Sorumlulukları

6200 sayılı Kuruluş Yasası'na göre taşkın suları ve sellere karşı koruyucu tesisler meydana getirmek DSİ'nin taşkınların önlenmesi ve zararların azaltılması hususunda en önemli görevidir. Son zamanlarda, DSİ, taşkın tehlikesiyle daha organize ve diğer devlet kurumlarıyla daha senkronize bir şekilde başa çıkabilmek amacıyla 5 yılı (2013-2017) kapsayan bir sel stratejisi eylem planı başlatmıştır. DSİ taşkın stratejisi eylem planının önemli bir parçası taşkın haritaları elde etmektir. Bu hem hidrolojik hem de hidrolik modellerin (1D, 2D veya hibrit) bir arada çalıştırılmasını gerektirdiği için oldukça zor, zaman alıcı ve pahalı bir iştir (Aksoy vd., 2014).

2003 yılı sonu itibariyle 5.113 adet taşkın kontrol tesisi ile 914.165 ha alan taşkınlardan korunurken, bu rakam 2018 yılı sonu itibariyle 8.508 adet taşkın kontrol tesisi ile 1.909.755 ha alanı koruma seviyesine ulaşmıştır. Sonuç olarak; 2003 yılı sonu ve 2018 yılı sonu döneminde 3.395 adet taşkın kontrol tesisi işletmeye alınmış ve 995.590 ha alan taşkınlardan korunmuştur. 2018 yılı sonu tesis verilerine göre 81 il, 921 ilçe, 592 belde, 4.044 köy, 2.307 mahalle olmak üzere toplamda 7.945 adet yerleşim yeri korunmaktadır (DSİ, 2019).

Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) Görev ve Sorumlulukları

Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)'nin temel işlevi taşkın modellemesi olmasa da kuruluş, bazı taşkın tehlikesi değerlendirme faaliyetlerinde yer almıştır. MGM ve Karadeniz ve Orta Doğu bölgelerindeki diğer meteoroloji ofisleri, taşkınlara karşı duyarlılığı değerlendirmede yardımcı olacak çalışmalar yapmıştır. Bu çalışmalara taşkın erken uyarı sistemleri de dahildir. Kullanılan model sonuçları, radar görüntüleri, uydu görüntüleri ve anlık ölçümler dikkate alınarak bir tahmin haritası oluşturulur. Bu sonuçlar bölgede daha önceden meydana gelmiş taşkın verileriyle kıyaslanarak erken uyarı aşamasına geçilir. MGM yasal olarak önce AFAD'ı bilgilendirir. Halkın erken uyarıyı Meteoroloji Fm yayınından, web tv üzerinden, akıllı telefon uygulamalarından almaları

mümkündür. Ayrıca, riskli bölgede bulunan halkın cep telefonlarına gönderilen kısa mesaj yoluyla da bilgilendirme yapılmaktadır. MGM, Tarım ve Orman Bakanlığı bünyesine kayıtlı, tarımsal ürünleri, üretim araç ve tesisleri taşkınlardan zarar görecektir çiftçilere kısa mesaj yoluyla uyarı yapmaktadır.

Bölgesel olarak uyarı yapılacak olması durumunda MGM, ilgili muhtarlıklara, müftülöklere ulaşır hoparlör veya led ekranlardan halkın bilgilendirilmesini sağlar. Gerekli bilgilendirme kişiye gerekli olacak hazırlık süresi bakımından 24 saat önceden yapılır. Acil durumlarda ise halk en az 6 saat önceden uyarılmış olur.

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) Görev ve Sorumlulukları

Afet ve acil durum hizmetlerinin koordinasyonundan, eğitim politikalarının oluşturulmasından ve bu konularda mevzuat düzenlemeleri yapılmasından AFAD sorumludur.

Taşkın önlenmesi konusunda afet ve acil durumlara müdahalede ihtiyaç duyulacak tüm güç ve kaynakları ulusal ve yerel düzeyde planlamak, bu güç ve kaynakların olay bölgesine hızlı ve etkin bir şekilde ulaştırılmasını sağlamak, müdahale hizmetlerini ve bu hizmetlerin koordinasyonundan sorumlu ana destek çözüm ortaklarının ve yerel düzeyde sorumlu birimlerin görev ve sorumlulukları ile planlama esaslarını belirlemek amacıyla afet ve acil durum müdahale hizmetleri yönetmeliği hazırlanmıştır.

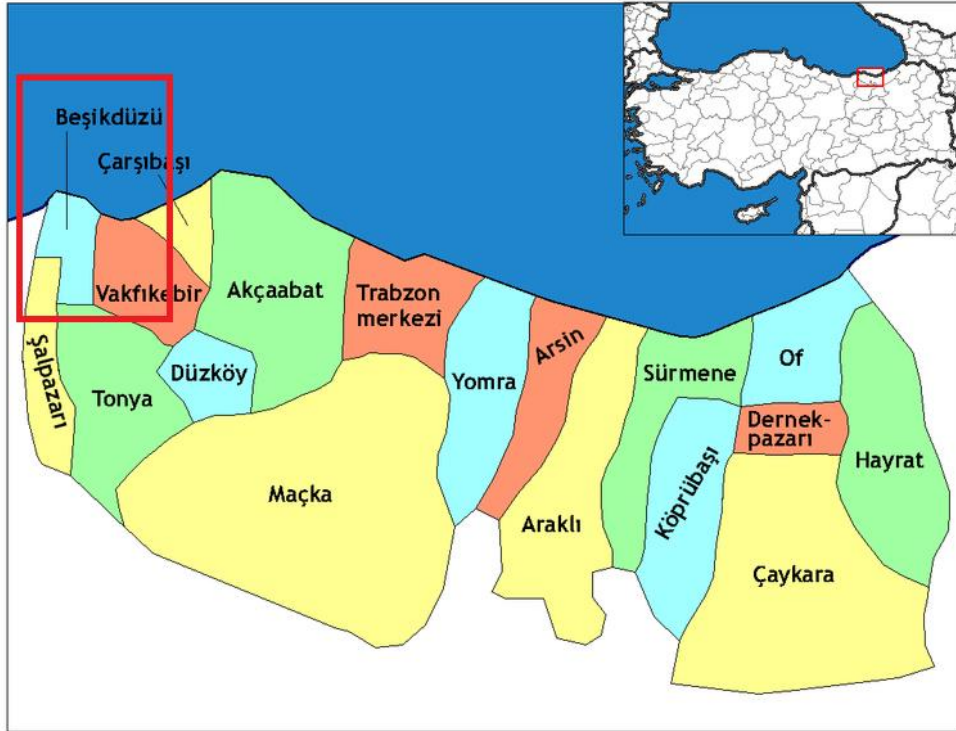
Bu yönetmelik afet ve acil durumlarda müdahale hizmetlerini yürütecek bakanlıklar, kamu kurum ve kuruluşları, valilikler, kaymakamlıklar, özel ve özerk kuruluşlar, sivil toplum kuruluşları ile gerçek kişilerin görev ve sorumluluklarını bunlar arasındaki işbirliği, koordinasyon ve karşılıklı yardımlaşma esaslarını kapsar. Türkiye Afet Müdahale Planının (TAMP) amacı; afet ve acil durumlara ilişkin müdahale çalışmalarında görev alacak hizmet grupları ve koordinasyon birimlerine ait rolleri ve sorumlulukları tanımlamak, afet öncesi, sırası ve sonrasındaki müdahale planlamasının temel prensiplerini belirlemektir. Herhangi bir su baskını anında bu hususta çalışması için devreye girecek olan hizmet grupları; haberleşme, ulaşım alt yapı, güvenlik ve trafik, arama ve kurtarma, nakliye, sağlık, tahliye yerleştirme ve planlama, alt yapı, enerji, barınma, hasar tespit, enkaz kaldırma, gıda tarım ve hayvancılık teknik destek, zarar tespit gruplarıdır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı, Trabzon ilinin 45 km batısında bulunan Beşikdüzü ilçesidir. Doğusunda Vakfikebir, batısında Eynesil, güneyinde Şalpazarı ve Tonya ilçeleriyle birlikte kuzeyinde tamamen Karadeniz bulunmaktadır. İlçenin yüzölçümü 121 km² ve nüfusu 2018 yılı itibariyle 22.630'dur.

Tipik Karadeniz ikliminin hüküm sürdüğü ilçede, yazları serin, kışları ılıktır. Her mevsimde yağış görülür. En sıcak ay ortalaması 22 derece, en soğuk ay ortalaması 6 derecedir. Nem oranı %60 – %70 civarındadır. Önemli akarsuları Ağasar Deresi ve Kurbağlıdere'dir. Önemli yükselteri ise Beşikdağ, İzmiş, Kabalak ve Yumru Tepeleri'dir. 2000 - 2010 yılları arasında oluşan taşkın zararları; Takazlı Deresi, Tümen Deresi, Çavuşlu Deresi, Kurbağalı Deresi ve Çamlık Deresi yağış havzalarındaki nüfusu %59 oranında azaltmıştır.



Şekil 2. Çalışma alanı Trabzon ili Beşikdüzü İlçesi

2.1.1. Beşikdüzü İlçesi Hidrolojik Özellikleri

Beşikdüzü İlçe Merkezi içinden beş adet dere geçmektedir ve bu dereler Beşikdüzü ilçe merkezi yerleşim yeri ve tarım arazilerinde taşkın zararlarına sebep olmaktadır. Bu derelere ait hidrolojik veriler aşağıdaki tabloda sunulmuştur (Tablo 4). Derelerin genel vaziyet planı ise Şekil 3'te görülmektedir.

Tablo 4. Beşikdüzü ilçe merkezindeki derelere ait hidrolojik veriler

	Hudela	Çavuşlu	Tümen	Takazlı	Nefsişarlı
Yağış Alanı (km ²)	1,39	0,49	0,85	2,70	0,77
Q ₁₀₀ (m ³ /s)	20,97	4,6	7,7	19,3	6,3
Q ₅₀₀ (m ³ /s)	22,2	6,3	10,6	26,7	7,7



Şekil 3. Trabzon ili Beşikdüzü ilçe merkezindeki derelerin genel vaziyet planı

En yakın AGİ'ler 22-28 Fol Deresi Bahadırılı, 22-23 Akhisar Deresi Akkese, 22-14 Görele Deresi Tepebaşı akım gözlem istasyonları; havzadaki en yakın meteoroloji istasyonları ise Tonya DMİ ve Vakfikebir DMİ'dir.

2.1.2. Beşikdüzü 21 Eylül 2016 Taşkını

Trabzon ili Beşikdüzü ilçesinde geçmişte sık sık taşkınlar yaşanmıştır. Meydana gelen taşkınlar can ve büyük miktarda mal kayıplarına sebebiyet vermektedir. 20 Eylül 2016 tarihi gece saatlerinde başlayan ve şiddetini artırarak devam eden sağanak yağışlar sonucunda, 21 Eylül 2016'da kapalı menfezler ve geçiş yapıları, ağaçlar ve gelen rüsubatlarla tıkanmıştır ve Beşikdüzü ilçe merkezinde fazla miktarda mal kayıplarının olduğu büyük bir taşkın meydana gelmiştir. İlçe merkezinin memba kesiminde ise heyelan kaynaklı 3 can kaybı yaşanmıştır.

Taşkın kontrol tesisleri tıkanma nedeniyle dolu kesit akmakta olup, menfezlerin rüsubat, ağaç ve köklerle dolarak taşması sonucunda ilçe merkezinin tamamına yakını sular altında kalmıştır (Şekil 4). Taşkın sahalarına 12 saatte 291 kg/m^2 yağış düşmüştür.



Şekil 4. Yukarı havzadan mansaba sürüklenen ağaçlar



Şekil 5. Okullar bölgesinde yer alan okul bahçesi (DSİ Taşkın Raporu)

Taşkın nedeniyle, içme suyu şebekeleri ve elektrik hatları zarar görmüş, ilçe merkezinin büyük kısmında bulunan evlerin, işyerlerinin ve okulların alt katları su altında kalmıştır (Şekil 5). Ayrıca ilçe merkezindeki yolların büyük bir bölümü sürüklenen rüsubat (ağaç, kök, mil vb.) altında kalmıştır. Menfez ve geçiş derelerinin ağaçlarla tıkanması sonucunda mevcut ıslah tesisleri işlevini yerine getirememesi sebebiyle ilçe sular altında kalmıştır. Felaket, 3 can kaybı ve fazla miktarda maddi kayba neden olmuştur.

2.2. Kullanılan Veriler

2.2.1. AGİ Verileri

Çalışma alanında DSİ'ye ait en az 15 yıllık veri ölçümü bulunan akım gözlem istasyonları belirlenmiş ve yıllık maksimum akım ölçümleri (m^3/s) elde edilmiştir. Kullanılan AGİ'lerin konumları Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6. Çalışmada kullanılan AGİ'ler

Çalışmada kullanılan AGİ'lere ait bilgiler ve gözlem süreleri DSİ'den alınmış ve Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5. Çalışmada kullanılan AGİ'lere ait veriler

İstasyon No	İstasyon Adı	Drenaj alanı (km ²)	Kot (m)	Gözlem Süresi (yıl)
DSİ/22-01	KÜRTÜN	2750	480	39
DSİ/22-09	TORUL	1900,4	925	38
DSİ/22-13	SÜTTAŞI	124,85	188	25
DSİ/22-28	BAHADIRLI	191,4	17	39
DSİ/22-40	EYMÜR	3132,8	120	32
DSİ/22-58	CÜCENKÖPRÜ	162,7	300	29
DSİ/22-73	TUĞLACIK	397,9	400	25
DSİ/22-80	GÖKÇEBEL	296,9	750	25
DSİ/22-83	GÜMÜŞKAYA	410,8	1150	16
DSİ/22-84	İKİŞU	149,6	1375	22
DSİ/22-87	HASANŞİH	256,8	355	28

2.2.2. Beşikdüzü Taşkını Verileri

Beşikdüzü ilçesi Eylül ayı ortalama yağış miktarı 85 mm'dir. MGM'den alınan verilere göre 21 Eylül 2016 tarihinde toplam 291 mm yağış kaydedilmiştir. Yani, kaydedilen yağış miktarı, Beşikdüzü ilçesi için Eylül ayı ortalamasının 3 katı değerindedir. Beşikdüzü İlçesi'nde 21.09.2016 tarihinde şiddetli yağış meydana gelmiştir. Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu (OMGI) kayıtlarına göre, saat 08:40-19:30 (lokal) saatleri arasında 271,5 mm yağış kaydedilmiştir. Bu miktarın büyük bölümü (223,4 mm) 11:34-15:34 saatleri arasında meydana gelmiştir (Şekil 7). 11:54 ile 12:54 saatleri arasındaki 1 saatlik bölümde ise 99.3 mm yağış kaydedilmiştir (DSİ Taşkın Raporu).

Yağışın bu boyutta meydana gelmesinin ana nedeni konvektif yapıdaki bulutların bu alan üzerinde uzun süre kalmış olmasıdır. Yağışla ilgili radar ve YTTS görüntülerinden yoğun kütlelerin çok yavaş hareket ettiği ve uzun süre aynı alan üzerinde (güneybatı-kuzeydoğu istikametinde) etkili olduğu görülmektedir. Yağış şiddet tekerrür analizi değerleri Tablo 6'da görülmektedir.

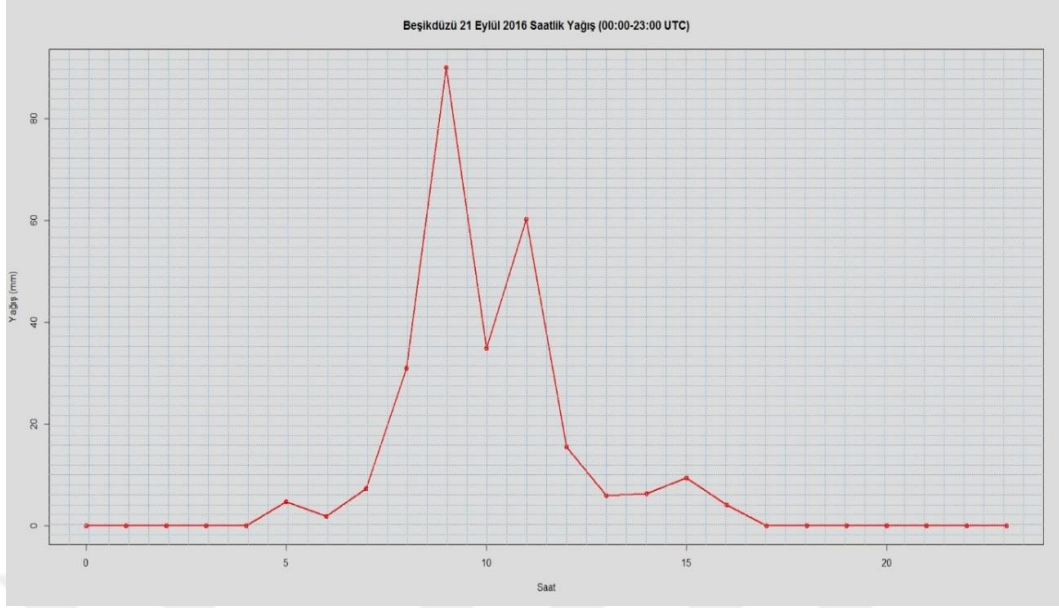
Tablo 6. Trabzon Beşikdüzü 21.09.2016 Tarihinde Yağış Şiddet Tekerrür Analizi

Başlama Saati	Bitiş Saati	Süre (dk)	Miktar (mm)	Şiddet (mm/s)	Tekerrür (Yıl)
12.00	15.30	210	291	83,14	100

Saat 15.00'te Ağasar Deresi Akarsu Gözlem İstasyonunda ölçülen debi değeri 303 m³/s hesaplanmıştır. Aşağıdaki tabloda derelerde taşkın seviyelerinden elde edilen yaklaşık debi değerleri ve değişik frekanslarda DSİ tarafından hesaplanan taşkın debileri verilmektedir. Tabloda da görüldüğü gibi, taşkın anında saat 15.00'te Ağasar Deresinden geçen debi değeri, yaklaşık Q₁₀₀ değeri kadardır.

Tablo 7. Trabzon Beşikdüzü Ağasar Deresi mansap debi değerleri

Alan (km ²)	Gerçekleşen Taşkın	Taşkın Debi Değerleri (m ³ /s)							
		Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀
130	308,00	52,46	96,72	134,96	194,45	247,35	308,44	428,40	480,19



Şekil 7. Beşikdüzü saatlik yağışlar (DSİ Taşkın Raporu)

2.3. Yöntem

2.3.1. Çeşitli Tekerrür Sürelerine Ait Taşkın Debileri Tahmini

Beşikdüzü Havzası'nın L-momentler yardımıyla taşkın frekans analizinde; AGİ'lere ait olasılık ağırlıklı moment ve L-moment değerleri hesaplanmıştır. Yöntemin detaylı bilgileri (Hosking ve Wallis 1997; Aydoğan, 2008; Yıldız 2012; Anılan 2014)'te bulunmaktadır. Bölgenin homojenliği L-momentler yöntemine dayalı iki istatistik olan uyumsuzluk ve heterojenlik ölçüsü ile test edilmiştir. Uyumsuzluk ölçüsü hesabında hesaplar Xtest programı ile yapılmıştır. Her bir istasyon için elde edilen D_i değerleri uyumsuzluk ölçüsü değerleri ile karşılaştırılarak istasyonların homojenliği test edilmiştir. Heterojenlik ölçüsü hesabında V_1 , V_2 ve V_3 'e bağlı H_i değerleri belirlenmiş olup hesaplar Xtest programı ile yapılmıştır. Homojenlik analizinden sonraki aşama bölge için en uygun dağılımı hesaplamaktır. Bu çalışmada bölge için tek bir dağılım kabul edilerek taşkın debileri tahmini yapılmıştır. Bölge için tek bir dağılımın kabulü esasına göre yapılan test Z uygunluk testidir. Xtest programı kullanılarak Z değerleri hesaplanmıştır. Uygun bulunan dağılımlar içinde 0'a en yakın olan dağılım en uygun dağılım olarak belirlenmiştir.

Bölge için en uygun dağılım belirlendikten sonra çeşitli yineleme aralıklarına karşılık gelen taşkın debilerinin tahmini yapılmıştır. Program içinde yer alan benzeşim sayısı (NSIM) ve her benzeşimde tekrarlanma sayısı (NREP) değeri bu çalışmada 500 alınmıştır. İstasyonlar arası bağımlılık katsayısı (RMED) 0,64 olarak programa girilmiştir. Sabitlerin seçilmesinde literatürde kullanılan değerler dikkate alınmıştır (Hosking ve Wallis 1997). Hesaplanacak karakteristik değer sayısı (NQ) 6 ve bu değere bağlı olarak aşılmama olasılıkları (FVAL) 0.5, 0.8, 0.9, 0.96, 0.98, 0.99 olarak girilmiştir. 0.5, 0.8, 0.9, 0.96, 0.98, 0.99 olarak girilen aşılmama olasılıkları T=2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl yineleme sürelerine karşılık gelmektedir. Benzeşim yapılırken istasyon sayısı (NSITES) ve bu istasyonlara bağlı olarak veri uzunlukları da (LEN) gerçeği ile aynı olarak programa verilmesi gerekmektedir. Verilerin girilmesinden sonra bölge için uygun bulunan dağılıma göre seçilen yineleme aralıklarına göre karakteristik değerler hesaplanmıştır. Bunun için program içerisinde PELXXX.for ve QUAXXX.for programları çalıştırılmıştır. Elde edilen karakteristik değerler aşılmama olasılıkları ile çarpılarak her bir istasyonun seçilen yineleme aralıklarına karşılık gelen taşkın debileri hesaplanmıştır. Bölgesel tek dağılıma karşılık elde edilen karakteristik değerlerin doğrulukları aynı program içerisinde incelenmiştir. Karakteristik değerlerin doğrulukları incelenirken Monte Carlo benzeşimi yapılarak her istasyonun BIAS ve RMSE değerleri elde edilmiştir. Bu hesaplamaların sonuçları Bulgular bölümünde verilmiştir.

2.3.2. Taşkın Debisi Tahminlerinin Beşikdüzü Taşkınyla İrdelenmesi

Beşikdüzü taşkınında Ağasar Deresi akım gözlem istasyonunda yapılan ölçümlerde 21 Eylül 2016 günü yapılan debi ölçümü $303 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak kaydedilmiştir. Çalışma alanına en yakın olan AGİ'lerden gözlem süresi en fazla olan 22-28 numaralı Fol Deresi Bahadırılı istasyonudur. L-momentlerle yapılan taşkın frekans analizine göre meydana gelen taşkın kaç yıl tekerrürlü taşkın debisine karşılık geldiği belirlenmiştir. Bulunan sonuçlar DSİ'nin tahmin yöntemleri ile de karşılaştırılmıştır.

2.3.3. Sosyal Çalışma

Taşkın erken uyarılarının vatandaşlar tarafından anlaşılma eğilimlerini belirlemek için bölge nüfusunun risk bilincinin araştırılması buna temel sunmaktadır. Sadece yapısal güvenliğin araştırılmasından ziyade; taşkın tahmini, erken uyarı, acil durum yönetimi vs. gibi birçok yapısal olmayan önlemlerin araştırılması bu temelin oluşturulmasında önemli rol oynamaktadır. Ayrıca, sosyal araştırmalar mevcut kamu bilincini ve halk eğitimi kampanyalarının taşkın ciddiyeti anlayışı üzerindeki beklenen etkisini değerlendirerek alternatif analizler yapmak için yapılan tahminleri desteklemektedir. Bu sebeple çalışma alanının demografik araştırması gerekmektedir (Escuder-Bueno vd., 2012).

Bu çalışmada, taşkın farkındalığını ve risk bilincini, erken uyarı farkındalığı ve erken uyarı sonrasında insan farkındalığını ölçmek adına 21 Eylül 2016 tarihindeki taşkın felaketini yaşayan kişilerle bir anket çalışması düzenlenmiştir. Yaşanan deneyimin ilerde yaşanması muhtemel taşkınlarda farkındalık yaratıp yaratmayacağı hakkında bilgi sahibi olmak için katılımcıların, taşkını bizzat yaşayan, taşkından hasar görmüş kişiler olmasına ayrıca dikkat edilmiştir. Taşkın ilçe merkezinde meydana geldiği göz önünde bulundurularak, olaydan en çok hasar gören kesim olarak dükkan sahipleriyle katılım çoğunluğu sağlanmıştır. İlçe merkezindeki kahvehaneler, öğretmen evi, taksi durağı anket için ziyaret edilen yerler arasındadır. Katılımcılara ait cinsiyet, yaş aralığı ve eğitim düzeyleri parametreleri Tablo 8'de görülmektedir.

Anket çalışması 50 kişiyle yapılmıştır. Örneklem büyüklüğünün (N) bağımsız değişkenlerin sayısının (m) 10 katına eşit olması (N=10m) gerektiğini öneren çeşitli yöntemler vardır (Sencer ve Irmak, 1984). Bu çalışmada yaş, cinsiyet ve eğitim düzeyine bağlı üç değişken vardır. Dolayısıyla örneklem büyüklüğü ($50 > 30$) yeterli olmaktadır.

Tablo 8. Katılımcıların yaş, cinsiyet ve eğitim düzeyleri dağılımı

Katılımcılar	Sayı	Yüzde (%)
Yaş Aralığı		
15-24	6	12
25-34	9	18
35-49	15	30
50 ve üzeri	20	40
Cinsiyet		
Kadın	14	28
Erkek	36	72
Eğitim Düzeyi		
İlkokul	5	10
Ortaokul	2	4
Lise	29	58
Üniversite	13	26
Doktora	1	2

Anket soruları, taşkın farkındalığını, taşkın erken uyarı farkındalığını ve erken uyarı sonrası insan davranışını ölçmek amacıyla 3 kısımdan oluşturulmuştur (Tablo 9). Her bir bölümdeki sorular kişinin bireysel farkındalığı, afetlerle baş etme yeterliliği, bilgi düzeyi ve bireysel yeterliliğinin saptanması gibi amaçlara hizmet etmektedir (Anılan ve Yüksek, 2016).

Tablo 9. Anket soruları, amaçları ve cevap şekilleri

Soru	Amaç	Cevap şekli
1. Bölüm (taşkın farkındalık)		
1. Taşkın riski altında olduğunuzu düşünüyor musunuz?	bireysel farkındalık	E / H
2. Taşkından sonra önlem aldınız mı veya alındı mı?	baş etme yeterliliği	E / H, AU
3. Sizce taşkınlar önlenbilir mi? Nasıl?	baş etme potansiyeli	E / H, AU
4. Sizce taşkınların önlenmesinden kim sorumludur?	bilgi düzeyi	AU
2. Bölüm (erken uyarı farkındalık)		
5. Taşkın anında harekete geçince ne yaptınız?	ne yapacağını bilme	AU
6. Erken uyarı hakkında bilgi sahibi misiniz?	bilgi düzeyi	E / H
7. Bilgilendirme veya eğitim almak ister misiniz?	bilinç	E / H
8. Erken uyarıyı hangi yolla almayı tercih edersiniz?	etki tespiti	AU
9. Harekete geçmek için ihtiyacınız olan süre nedir?	ihtiyaç tespiti	AU
10. Bu sürede oluşabilecek hangi zararları önlersiniz?	bireysel yeterlilik	AU
3. Bölüm (erken uyarı sonrası insan davranışı)		
11. Erken uyarı oldu mu?	tespit	E / H
12. Erken uyarıyı hangi yolla aldınız?	tespit	AU
13. Risk altında olduğunuzu anladınız mı?	risk algısı	E / H
14. Erken uyarıya güvendiniz mi?	güven düzeyi	E / H
15. Uyarıdan sonra ne yapacağınızı biliyor muydunuz?	bilgi düzeyi	E / H
16. Önlem için harekete geçtiniz mi?	tespit	E / H

*E/H: Evet/Hayır**AU: Açık Uçlu Cevap

Anketin birinci bölümündeki sorular, sık sık taşkın felaketiyle karşılaşan halkın taşkın farkındalığını belirlemek amacıyla yöneliktir. Bunun için öncelikle kendilerinin risk altında olduklarını düşünüp düşünmedikleri sorularak bireysel farkındalıkları yorumlanmıştır. Ardından yaşadıkları büyük taşkından sonra olası taşkınlara karşı kendileri veya başkaları tarafından herhangi bir önlem alınıp alınmadığı sorularak risk farkındalığı ve mücadele yeterliliği ölçülmüştür. Yine bu amaçla ve aynı zamanda bilgi düzeyini de ölçmek için taşkın felaketlerinin önlenip önlenemeyeceği ve bu önlemleri almaktan kimin sorumlu olduğu sorulmuştur.

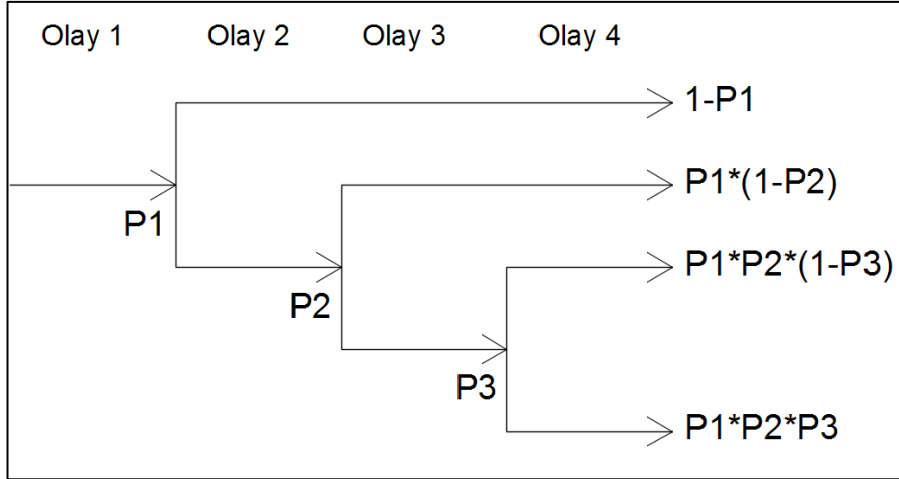
Anketin ikinci kısmı taşkın erken uyarı farkındalığını belirlemeye yönelik olup; bireylerin erken uyarı anında ne yapılması gerektiğini bilip bilmedikleri sorgulanmıştır. Aynı zamanda uyarı ve planlamalar konusunda eğitim ya da bilgilendirme alma istekleri

irdelenmiştir. Kişilerin hangi uyarı kaynağına daha çok güvendikleri ve nasıl uyarılmak istedikleri araştırılmış, bu uyarıyı en az ne kadar süre önce almaları istendiği sorulmuştur (Karaman, 2018). Bu soruyla, kişinin ihtiyacı olan minimum hazırlık süresinin ölçülmesi ve bu süre zarfında kurtarılabilecek kayıpların belirlenmesi hedeflenmiştir.

Anketin üçüncü kısmı, bölgedeki erken uyarı sistemlerinin kişilerin harekete geçmesi üzerindeki etkisi ve bu uyarılara karşı güven düzeyini ölçmeyi amaçlamaktadır. Bu amaçla, katılımcılara yaşadıkları 21 Eylül 2016 Beşikdüzü taşkını felaketinden önce herhangi bir erken uyarı alıp almadıkları sorusu yöneltilmiştir. Bu soruyla mevcut erken uyarı sistemlerine dikkat çekmek hedeflenmiştir. Alınan cevaba göre uyarıyı resmi ya da resmi olmayan yollardan hangisiyle aldıkları sorulmuştur. Daha sonrasında erken uyarı aldıklarında kendilerini risk altında görüp görmedikleri sorularak, uyarı kaynağına olan güveni ölçmek adına uyarıya çevreden veya başkasından onay arayıp aramadıkları sorulmuştur. Ardından erken uyarı sonrasında risk altında hisseden bireyin önlem olarak harekete geçme eğilimi incelenmiştir.

2.3.4. Olay Ağacı

Herhangi bir olay zincirindeki bir tehlike bir sonrakine neden olabilir. Bunlara ayrıca domino etkileri veya birleştirilmiş tehlikeler de denir. Bunlar, çok tehlikeli bir risk değerlendirmesinde analiz edilecek en sorunlu türlerdir. Bu tür tehlike zincirlerini analiz etmek için en iyi yaklaşım olay ağaçları kullanmaktır. Olay ağacı, analiz edilen sistemi etkileyen parametrelerin tüm kombinasyonlarını (ve bununla birlikte oluşma ihtimalini) analiz etmek için uygulanan bir sistemdir. Analiz edilen tüm olaylar birbirine düğümlerle bağlanır (Şekil 8), sistemin tüm olası durumları her bir düğümde göz önünde bulundurulur ve her bir durum (olay ağacının dalı) tanımlanmış bir oluşum olasılığı değeri ile tanımlanır (URL-1).



Şekil 8. Olay ağacı analizi

Sosyal zarar görebilirlik; bir kişi veya grubun afetlerin olumsuz etkilerine karşı koyabilme ve baş edebilme yeteneği olarak ifade edilir. Nüfus, yaş, cinsiyet, eğitim seviyesi gibi faktörlerle doğrudan ilgili olan ve ölçülebilmesi zor olan sosyal zarar görebilirlik kavramı bu çalışmada bir olay ağacında ele alınmıştır. Böylece, taşkınlarda farkındalığı ve uyarı sonrası insan davranışlarını temsil eden bir olay ağacı ile katılımcıların verdikleri cevapların birbirleriyle olan ilişkileri incelenmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Taşkın Debisi Tahminleri

İstasyonların olasılık ağırlıklı momentleri ve L-momentleri Excel yardımıyla hesaplanmış olup sonuçlar Tablo 10'da gösterilmiştir. L-momentler vasıtasıyla L-moment oranları ve uyumsuzluk ölçüsü (D_i) değerleri elde edilmiş ve sonuçlar Tablo 11'de verilmiştir. Uyumsuzluk ölçüsü hesabında istasyonların D_i değerlerinin kritik değer şartını sağladığı görülmüştür.

Heterojenlik ölçüsü için kullanılan Xtest programının sonucunda elde edilen V_1 , V_2 ve V_3 'e göre hesaplanan H_1 , H_2 ve H_3 değerleri dikkate alınarak bölgenin homojen olduğu gözlemlenmiştir ve değerler Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 10. İstasyonların olasılık ağırlık momentleri ve L-momentleri

İst. No	$M_{100}(L_1)$	M_{110}	M_{120}	M_{130}	M_{140}	L_2	L_3	L_4	L_5
22-01	257,45	162,75	122,55	99,80	85,02	68,05	16,23	15,25	10,10
22-09	146,71	93,46	71,48	59,22	51,28	40,21	14,83	14,80	9,89
22-13	28,18	17,39	13,05	10,66	9,12	6,59	2,16	2,18	1,16
22-28	90,80	69,02	60,70	57,07	55,73	47,24	40,90	57,77	84,79
22-40	347,56	211,95	155,53	123,66	102,89	76,35	9,04	3,04	-3,07
22-58	93,06	60,56	46,84	38,90	33,58	28,06	10,74	6,37	2,75
22-73	71,47	46,39	35,39	29,02	24,82	21,30	5,50	3,88	3,51
22-80	81,93	55,62	43,25	35,75	30,64	29,31	7,71	3,12	1,39
22-83	67,50	43,67	33,57	27,79	23,97	19,84	6,92	5,13	2,83
22-84	21,56	13,54	10,18	8,29	7,06	5,52	1,35	1,41	0,85
22-87	89,90	63,84	51,69	44,14	38,83	37,77	17,02	8,35	3,30

Tablo 11. İstasyonların L-moment oranları ve D_i değerleri

İst. No	t	t_3	t_4	t_5	D_i
22-01	0,26434	0,238569	0,22409	0,148469	0,39
22-09	0,274083	0,368907	0,368196	0,246082	1,45
22-13	0,234106	0,327695	0,330526	0,176618	0,78
22-28	0,364329	0,377735	0,326734	0,225652	0,98
22-40	0,219673	0,118512	0,039906	-0,04023	1,98
22-58	0,301587	0,382998	0,22699	0,098158	1,48
22-73	0,298109	0,258148	0,182527	0,164783	0,19
22-80	0,357793	0,263123	0,106476	0,047666	1,17
22-83	0,294051	0,348703	0,2585	0,142778	0,25
22-84	0,256387	0,245948	0,255902	0,153802	0,56
22-87	0,420191	0,450675	0,221117	0,087578	1,77

Tablo 12. Havzaların heterojenlik ölçüsü

Heterojenlik Ölçüsü (Benzeşim Sayısı=500)		
H_1	Gözlenen değerlerin Grup L-Cv'lerinin standart sapması	0,0581
	Grup L-Cv'lerinin standart sapmasının benzeşim ortalamaları	0,0467
	Grup L-Cv'l'lerinin standart sapmasının benzeşimlerinin standart sapmaları	0,0129
	Standartlaştırılmış H_1 değerleri	0,89
H_2	Gözlenmiş ortalamanın L-Cv/L-Cs mesafesi	0,0963
	Ortalama L-Cv/L-Cs mesafesinin benzeşim ortalaması	0,1025
	Ortalama L-Cv/L-Cs mesafesinin benzeşim standart sapması	0,0232
	Standartlaştırılmış H_2 değerleri	-0,27
H_3	Gözlenmiş ortalamanın L-Cs/L-Ck mesafesi	0,1183
	Ortalama L-Cs/L-Ck mesafesinin benzeşim ortalaması	0,1291
	Ortalama L-Cs/L-Ck mesafesinin benzeşim standart sapması	0,0291
	Standartlaştırılmış H_3 değerleri	-0,37

Homojen bölge için kullanılacak en uygun dağılım, Z uygunluk ölçüsü değeri ile hesaplanmıştır. ($|Z| < 1,645$) şartını sağlayan dağılımlar o bölge için uygun olarak kabul edilmiştir. Xtest programı ile hesaplanan Z uygunluk ölçüsü değeri -0,11, Genelleştirilmiş

Lojistik Dağılım için koşulu sağlamış ve diğer dağılımlar içinde 0 değerine en yakın sonucu vermiştir. Tablo 13'te görüldüğü üzere Genelleştirilmiş Lojistik Dağılım için Z değeri -0,11 ile bölge için en uygun dağılım olarak kabul edilmiştir.

Tablo 13. Havza uygunluk ölçüsü değerleri

Dağılımlar	T_4^{DIST}	Z^{DIST}
Log Normal (LN)	0,197	-1,50
Gen. Ekstrem Değer (GEV)	0,220	-0,86
Gen. Lojistik (GLO)	0,246	-0,11
Pearson Tip III (PE3)	0,159	-2,60

Z testine göre bölge için en uygun dağılım olarak belirlenen GLO dağılım için çeşitli yineleme aralıklarına karşılık gelen karakteristik değerler Xtest programından hesaplanıp Xsim programı ile benzeşim yapılarak her bir istasyonun değişim katsayıları programa yazılmıştır. Bu parametreler T=2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl süreli yineleme aralıklarına karşılık gelen karakteristik değerler Tablo 14'te gösterilmiştir.

Tablo 14. GLO dağılımına göre istasyonlar için çeşitli yineleme aralıklarına karşılık gelen karakteristik değerler

İstasyon Adı	Yineleme Aralıkları					
	2	5	10	25	50	100
	Karakteristik Değerler					
22-01	0,859	1,299	1,644	2,137	2,544	2,986
22-09	0,849	1,319	1,687	2,213	2,648	3,119
22-13	0,875	1,265	1,570	2,007	2,368	2,759
22-28	0,805	1,412	1,887	2,567	3,128	3,737
22-40	0,883	1,248	1,535	1,945	2,284	2,650
22-58	0,839	1,341	1,734	2,297	2,762	3,266
22-73	0,841	1,337	1,726	2,282	2,742	3,239
22-80	0,809	1,405	1,871	2,539	3,090	3,688
22-83	0,843	1,333	1,716	2,265	2,718	3,209
22-84	0,863	1,290	1,624	2,103	2,498	2,926
22-87	0,776	1,475	2,023	2,807	3,455	4,157

Her bir istasyon için çeşitli yineleme aralıklarına göre hesaplanan karakteristik değerler ile o istasyonun aritmetik ortalaması çarpımıyla debi değerleri elde edilmiş ve Tablo 15'te gösterilmiştir.

Tablo 15. İstasyonların T=2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl yineleme süreli taşkın debileri

İstasyon	Q _{ort}	Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀
22-01	257,45	221,15	334,43	423,25	550,18	654,96	768,76
22-09	147,25	125,01	194,22	248,41	325,86	389,91	459,27
22-13	28,18	24,66	35,65	44,25	56,56	66,74	77,76
22-28	81,49	65,60	115,06	153,77	209,18	254,90	304,53
22-40	347,56	306,90	433,76	533,51	676,01	793,83	921,04
22-58	93,07	78,08	124,80	161,38	213,77	257,05	303,95
22-73	71,48	60,11	95,56	123,37	163,11	195,99	231,51
22-80	81,93	66,28	115,11	153,29	208,02	253,17	302,16
22-83	67,50	56,90	89,98	115,83	152,89	183,46	216,60
22-84	21,57	18,61	27,82	35,02	45,35	53,87	63,10
22-87	89,90	69,76	132,60	181,87	252,36	310,62	373,73

Tablo 14'teki karakteristik değerlerin doğruluğu Monte Carlo benzeşimi ile kontrol edilmiştir. Bu değerlerin doğruluğunun tespiti için her bir istasyonun taraflılık (BIAS) ve ortalama en küçük hata (RMSE) parametreleri hesaplanmıştır. Bu parametreler elde edildikten sonra %90 güvenilirlik aralığında benzeşim yapılmış bölgelerin büyüme eğrileri istenilen her bir dağılım için bulunmaktadır. Güvenilirlik aralığının alt ve üst sınır değerleri (%5 ve %95), bulunan bölgesel gelişim eğrisi değerinin Xsim programında bulunmuş olan %5 ve %95 aşılma olasılığına karşılık gelen değere bölünmesi ile hesaplanmaktadır. Buna göre her bir istasyonun taraflılık, ortalama en küçük hata değerleri ve güvenilirlik aralığı sınır değerleri Tablo 16'da; yineleme aralıklarına göre bölgesel mutlak değer taraflılık (ABSBIAS), taraflılık, ortalama en küçük hata değeri ve güvenilirlik aralığı sınır değerleri Tablo 17'de ve bölgesel büyüme eğrisinin doğruluk ölçüleri Tablo 18'de gösterilmiştir.

Tablo 16. Havzaların GLO dağılımı için çeşitli yineleme aralıklarına göre her bir istasyonundaki taraflılık (BIAS), ortalama en küçük hata (RMSE) ve güvenilirlik aralığı sınır değerleri

T	2	5	10	25	50	100
22-01 No.lu İstasyon Karakteristik Değerleri						
BIAS	-0,009	0,041	0,060	0,076	0,085	0,092
RMSE	0,084	0,104	0,127	0,162	0,189	0,218
0.050 PT.	0,858	0,891	0,890	0,869	0,843	0,817
0.950 PT.	1,134	1,205	1,270	1,335	1,400	1,460
22-01 No.lu İstasyon Karakteristik Değerleri						
BIAS	0,000	0,024	0,032	0,039	0,042	0,046
RMSE	0,092	0,108	0,126	0,156	0,182	0,209
0.050 PT.	0,858	0,866	0,860	0,827	0,800	0,782
0.950 PT.	1,155	1,208	1,244	1,307	1,360	1,415
22-13 No.lu İstasyon Karakteristik Değerleri						
BIAS	-0,030	0,066	0,106	0,142	0,163	0,179
RMSE	0,097	0,126	0,166	0,216	0,253	0,289
0.050 PT.	0,833	0,903	0,909	0,910	0,897	0,880
0.950 PT.	1,124	1,262	1,332	1,460	1,540	1,625
22-28 No.lu İstasyon Karakteristik Değerleri						
BIAS	0,059	-0,040	-0,074	-0,101	-0,114	-0,123
RMSE	0,128	0,120	0,144	0,176	0,199	0,221
0.050 PT.	0,880	0,782	0,742	0,685	0,655	0,630
0.950 PT.	1,258	1,145	1,123	1,150	1,180	1,200
22-40 No.lu İstasyon Karakteristik Değerleri						
BIAS	-0,039	0,079	0,131	0,178	0,205	0,226
RMSE	0,086	0,123	0,175	0,237	0,280	0,321
0.050 PT.	0,842	0,947	0,963	0,975	0,968	0,950
0.950 PT.	1,095	1,245	1,327	1,465	1,548	1,620
22-58 No.lu İstasyon Karakteristik Değerleri						
BIAS	0,015	0,009	0,006	0,003	0,002	0,002
RMSE	0,113	0,124	0,138	0,165	0,188	0,213
0.050 PT.	0,840	0,823	0,800	0,776	0,750	0,727
0.950 PT.	1,204	1,226	1,255	1,320	1,375	1,407
22-73 No.lu İstasyon Karakteristik Değerleri						
BIAS	0,013	0,013	0,011	0,010	0,010	0,010
RMSE	0,118	0,126	0,140	0,166	0,189	0,214
0.050 PT.	0,837	0,825	0,813	0,783	0,762	0,738
0.950 PT.	1,227	1,240	1,258	1,323	1,368	1,405
22-80 No.lu İstasyon Karakteristik Değerleri						
BIAS	0,057	-0,031	-0,062	-0,086	-0,098	-0,106
RMSE	0,152	0,147	0,167	0,197	0,220	0,243
0.050 PT.	0,838	0,745	0,705	0,665	0,635	0,613
0.950 PT.	1,288	1,212	1,208	1,215	1,251	1,295

Tablo 16'nın devamı

T	2	5	10	25	50	100
22-83 No.lu İstasyon Karakteristik Değerleri						
BIAS	0,003	0,009	0,010	0,012	0,013	0,014
RMSE	0,144	0,158	0,174	0,200	0,224	0,249
0.050 PT.	0,778	0,788	0,768	0,734	0,715	0,698
0.950 PT.	1,270	1,293	1,318	1,368	1,410	1,455
22-84 No.lu İstasyon Karakteristik Değerleri						
BIAS	-0,017	0,046	0,070	0,091	0,103	0,113
RMSE	0,104	0,126	0,153	0,192	0,222	0,254
0.050 PT.	0,829	0,873	0,877	0,855	0,838	0,818
0.950 PT.	1,165	1,255	1,298	1,390	1,455	1,525
22-87 No.lu İstasyon Karakteristik Değerleri						
BIAS	0,090	-0,089	-0,143	-0,184	-0,204	-0,218
RMSE	0,185	0,171	0,207	0,245	0,269	0,289
0.050 PT.	0,838	0,695	0,643	0,588	0,556	0,531
0.950 PT.	1,363	1,155	1,120	1,103	1,115	1,142

Tablo 17. Havzanın GLO dağılım için çeşitli yineleme aralıklarına göre bölgesel mutlak değer taraflılık (ABSBIAS), taraflılık (BIAS), ortalama en küçük hata değeri (RMSE) ve güvenilirlik aralığı sınır değerleri

Yineleme Süresi						
T	2	5	10	25	50	100
Tüm İstasyonlar İçin Ortalama						
ABS.BIAS	0,030	0,041	0,064	0,084	0,094	0,103
BIAS	0,013	0,012	0,013	0,016	0,019	0,021
RMSE	0,119	0,130	0,156	0,192	0,220	0,247
0,050 P.T.	0,892	0,871	0,857	0,814	0,790	0,770
0,950 P.T.	1,156	1,180	1,211	1,277	1,325	1,373
Bölgesel Büyüme Eğrisi						
ABS.BIAS	0,029	0,038	0,062	0,082	0,093	0,101
BIAS	0,007	0,004	0,004	0,006	0,007	0,009
RMSE	0,058	0,045	0,077	0,121	0,151	0,180
0,050 P.T.	0,927	0,975	0,949	0,900	0,866	0,833
0,950 P.T.	1,073	1,032	1,068	1,153	1,200	1,248

Tablo 18. Havzanın GLO dağılımı için çeşitli yineleme aralıklarına göre bulunan bölgesel büyüme eğrisinin doğruluk ölçüleri

F	T	q^F	RMSE	Hata Aralığı	
0,500	2	0,994	0,058	0,927	1,073
0,800	5	1,163	0,045	1,126	1,192
0,900	10	1,254	0,077	1,174	1,322
0,960	25	1,354	0,121	1,174	1,504
0,980	50	1,420	0,151	1,183	1,640
0,990	100	1,480	0,180	1,187	1,778

Tablolarda görülebileceği üzere bölgesel mutlak değer taraflılık, taraflılık ve ortalama en küçük hata değerleri küçük çıkmıştır. Bundan dolayı karakteristik değerlerin doğruluğu uygun olarak kabul edilmiştir.

3.2. Taşkın Debisi Tahminlerinin Beşikdüzü Taşkınyla Karşılaştırılması

Beşikdüzü taşkınında Ağasar Deresi akım gözlem istasyonunda yapılan ölçümlerde 21 Eylül 2016 günü yapılan debi ölçümü $303 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak kaydedilmiştir. Çalışma alanına en yakın olan AGİ'lerden gözlem süresi en fazla olan 22-28 numaralı Fol Deresi Bahadırlı istasyonudur. Bahadırlı istasyonuna ait 100 yıl yineleme süreli taşkın debisi değeri bu çalışmada $304,52 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak hesaplanmıştır (Tablo 10). L-momentlerle yapılan taşkın frekans analizine göre Beşikdüzü'nde meydana gelen bu şiddette bir yağışın görülme ihtimalinin, tüm standart zamanlarda 100 yılın üzerinde olduğu gözlemlenmiştir.

DSİ tarafından yapılan, 22-28 numaralı Fol Deresi Bahadırlı istasyonu için çeşitli tekerrür sürelerine ait taşkın debisi hesabıyla, bu çalışmada hesaplanan taşkın debisi karşılaştırması Tablo 19'da verilmiştir.

Tablo 19. 22-28 numaralı Bahadırlı İstasyonu çeşitli tekerrür süreli debi değerleri

	Uygun dağılım	Q_2	Q_5	Q_{10}	Q_{25}	Q_{50}	Q_{100}
DSİ	LN	67,90	125,20	171,70	251,70	320,10	399,20
Bu çalışma	GLO	65,51	115,06	153,77	209,18	251,90	304,52

100 yıl tekerrür süreli yağışla beraber gerçekleşen taşkını yaşayan bölge halkıyla yapılan sosyal çalışma bulgularına ait veriler aşağıda sunulmuştur.

3.3. Sosyal Çalışma Bulguları

Katılımcılara yöneltilen evet/hayır sorularına verilen yanıtlar Tablo 20’de gösterilmiştir. Erken uyarı aldığını belirten %8 oranındaki katılımcılara bunun sonucu olarak yöneltilen diğer sorulara verilen evet / hayır oranları Tablo 21’de sunulmuştur.

Tablo 20. E/H sorularına verilen yanıt oranları

Sorular	Evet (%)	Hayır (%)
1.Taşkın riski altında olduğunuzu düşünüyor musunuz?	88	12
2.Taşkından sonra önlem aldınız mı veya alındı mı?	22	78
3.Sizce taşkınlar önlenebilir mi? Nasıl?	66	34
6.Erken uyarı hakkında bilgi sahibi misiniz?	18	82
7.Bilgilendirme veya eğitim almak ister misiniz?	50	50
8.Erken uyarı oldu mu?	8	92

Tablo 21. Erken uyarı alanların E/H sorularına verdiği yanıt oranları

Sorular	Evet (%)	Hayır (%)
13.Risk altında olduğunuzu anladınız mı?	0	100
14.Erken uyarıya güvenciniz mi?	75	25
15.Uyarıdan sonra ne yapacağınızı biliyor muydunuz?	0	100
16.Önlem için harekete geçtiniz mi?	0	100

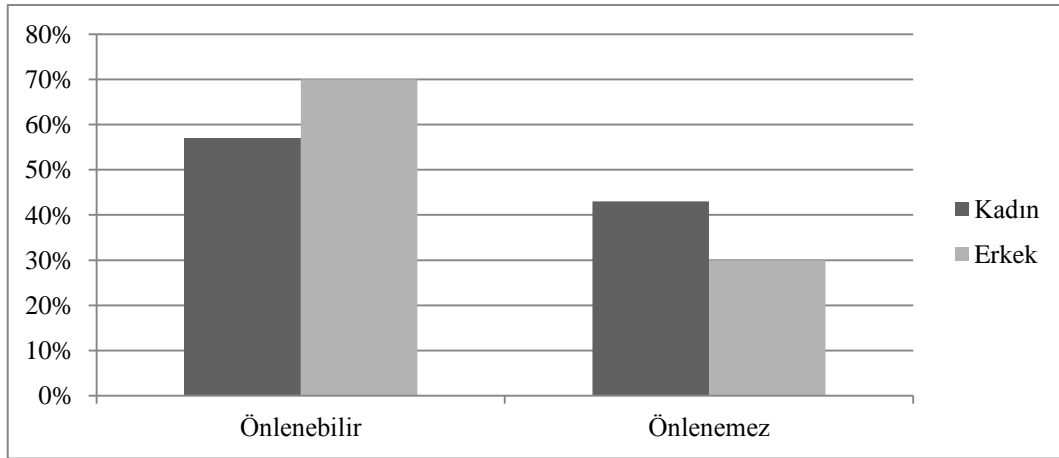
3.3.1. Taşkın Farkındalık Değerlendirmesi

‘Taşkınlar önlenebilir mi?’ sorusuna evet cevabını verenlerin yüzdesi 66’dır. Bu cevabı verenlerin yaklaşık %88’i taşkın felaketlerinin önüne ancak gerekli yapısal önlemlerin alınması ile geçilebileceğini belirtmişlerdir. Alınması gereken yapısal önlemler için de, barajlar ve setler kurmak, taşkın duvarları inşa etmek, ilçenin alt yapısında iyileştirmeler yapmak gibi cevaplar vermişlerdir. Katılımcıların %12’si ise toplumun gerekli eğitim ve bilgilendirmelerle beraber risk bilincinin artırılmasının zararları önleyebileceği ya da azaltabileceği görüşündedir. Aynı zamanda taşkınların

önlenebileceğini düşünen katılımcıların %24'ü ise mevcut dere yataklarına yerleşimden kaçınmak ve menfezlerin tıkanmasını önlemek gibi yapısız taşkın tedbirleri alınabileceğini belirtmişlerdir. Yapısız taşkın kontrolü çözümleri açısından Anılan ve Yüksek (2016)'in çalışması ile karşılaştırıldığında, bu çalışmada bilgi düzeyinin ve bu çözüm alternatifi için verilen cevap oranlarının daha düşük çıktığı gözlenmiştir. Anılan ve Yüksek (2016)'te ağaçlandırma için verilen %16'lık cevap bu çalışmada alınmamıştır. Taşkınların hiç önlenebileceği görüşünde olan katılımcılar ise %34 oranındadır ve bunların yaklaşık %12'si bu durumu yaratıcının gücüne bağlamıştır.

“Taşkından sonra önlem aldınız mı veya alındı mı” sorusuna %78 oranı ile hayır şeklinde cevap veren katılımcıların, DSİ'nin yukarı havzada taşkın sonrası yaptığı rüsubat kontrol tesisleri hakkında bilgisi olmadığını göstermektedir. Bu bağlamda kurumların yaptıkları faaliyetleri halka tanıtma noktasında daha etkin olması ihtiyacı vardır.

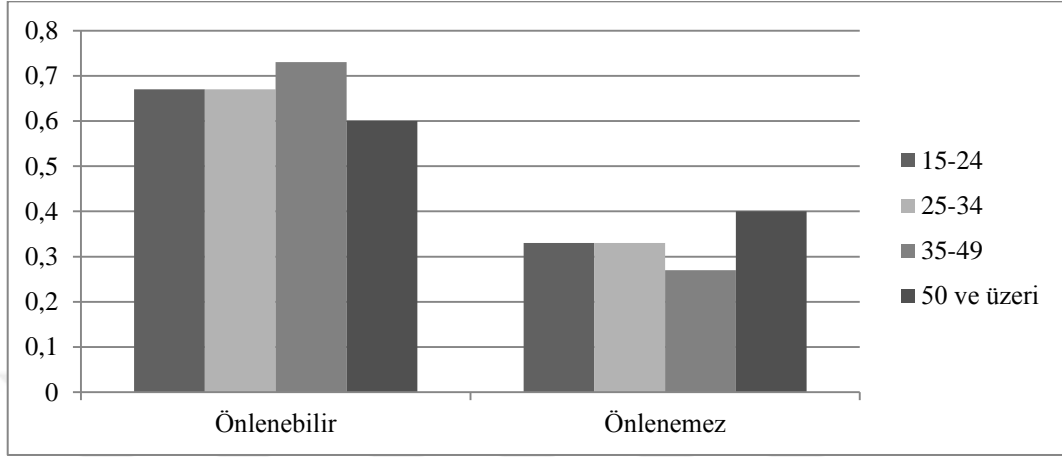
Taşkınların önlenebilip önlenebileceği konusu cinsiyete bağlı olarak değerlendirildiğinde, ankete katılan kadın katılımcıların %57'si taşkınların önlenebileceği konusunda görüş bildirirken %43'ü taşkınların önlenebileceğini söylemiştir. Erkek katılımcıların ise %70'i taşkınların önlenebileceği fikrindedir (Şekil 9).



Şekil 9. Taşkınların önlenebilirliğine verilen cevapların cinsiyete bağlı oranları

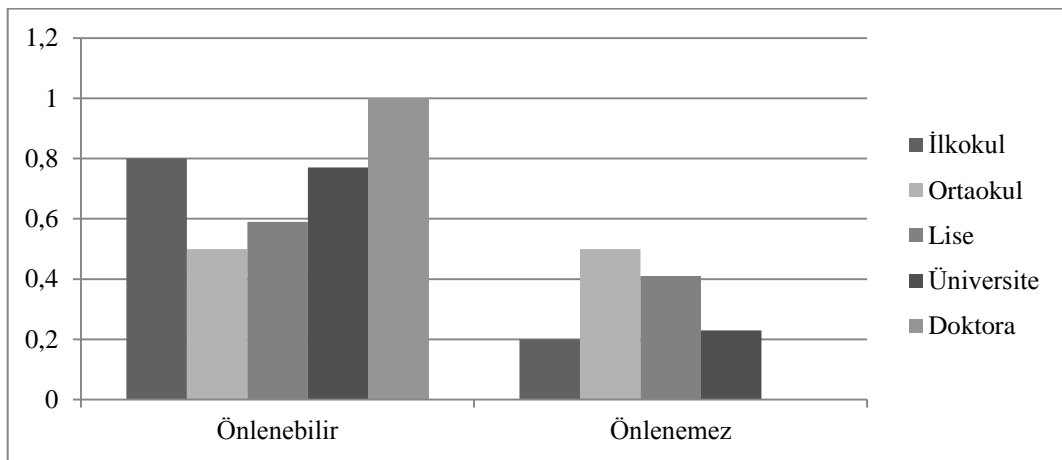
Taşkınların önlenebilip önlenebileceği konusu yaşa bağlı olarak değerlendirildiğinde, 15-24 ve 25-34 yaş aralığındaki katılımcıların %67'si, 35-49 yaş arası katılımcıların %73'ü ve 50 yaş ve üzeri katılımcıların ise %60'ı taşkınları önlenebileceğini söylemiştir (Şekil 10). Verilere göre 35-49 yaş arası nüfusun, daha genç veya daha yaşlı

nüfusa oranla daha bilinçli yanıt verdiği gözlemlenmiştir. 50 yaş ve üzeri katılımcılardan taşkınların önlenemeyeceği yönünde cevap verenlerin çoğu bu duruma karamsar baktıklarını ifade etmiştir.



Şekil 10. Taşkınların önlenebilirliği sorusuna verilen yanıtların yaşa göre dağılımı

Katılımcılardan ilkokul mezunu olanların %80'i, ortaokul mezunu olanların %50'si, lise mezunu olanların %59'u, üniversite mezunu olanların %77'si ve doktorasını yapmış olanların %100'ü taşkınların önlenebilir olduğu görüşündedir (Şekil 11). Taşkınların önlenebilirliği sorusuna verilen yanıtların eğitim düzeyiyle olan ilişkisi incelendiği zaman, üniversite mezunlarının bu konuya yaklaşımlarının lise veya ortaokul mezunlarına göre daha bilinçli olduğu gözlemlenmiştir.

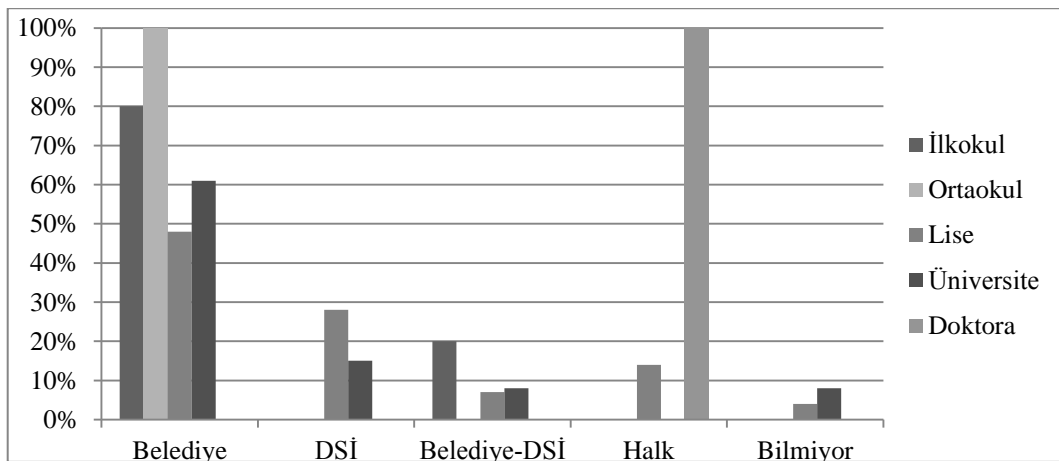


Şekil 11. Taşkınların önlenebilirliği sorusuna verilen cevapların eğitim düzeyiyle ilişkisi

“Taşkınların önlenmesinden kimin sorumlu” olduğu sorusunun cevabı, tesis yapma noktasında DSİ ve Büyükşehir Belediyesi, taşkına sebebiyet veren kapalı kesitler, daraltıcı yapıların bertarafı noktasında Belediyeler ve Mülki İdare Amirleri, DSİ tarafından yapısal tesis yapılabilmesi için yer tesliminden sorumlu kurum belediyelerdir.

Bu bilgiler ışığında, halkın bilgi düzeyini ölçmek adına sorulan taşkınların önlenmesinden kimin sorumlu olduğu sorusuna %56 oranında ‘belediyeler’ cevabı verilmiştir. Bu cevabı verenlerin eğitim seviyeleri incelendiğinde %50’sinin lise mezunu, %28’inin üniversite mezunu, kalan %22’lik kısmın ise ortaokul veya ilkokul mezunu olduğu saptanmıştır. DSİ’nin sorumluluğu olduğunu düşünenler ise katılımcıların %20’sini oluşturmaktadır. Bu yanıtı verenlerin %80’i lise mezunu, %20’si ise üniversite mezunudur. Soruya hem belediye hem DSİ yanıtını verenler ise katılımcıların %10’unu oluşturmaktadır. Bunların %40’ı lise mezunu, %40’ı üniversite mezunu kalan %20’si ise ilkokul mezunudur. Taşkınların önlenmesinden sorumlu kurum ve kuruluşlar hakkında bilgi sahibi olmayan katılımcılar ise %4 oranındadır. Bu katılımcıların %50’si üniversite, %50’si lise mezunudur. Sorunun cevabına kurum ve kuruluşlar haricinde insan faktörünü de ekleyen katılımcılar ise %10 oranındadır. Bunlardan lise mezunu olanlar %80 oranında iken %20’sinin eğitim düzeyi doktora (Şekil 12).

Verilen yanıtlar göz önünde bulundurulduğunda, katılımcıların yarısından fazlasının taşkın riskini azaltmada ve zararlarını önlemede sorumluluk sahibi kuruluşun DSİ olduğunun bilincinde olmadığını göstermektedir.



Şekil 12. 'Taşkınların önlenmesinden kim sorumludur?' sorusuna verilen yanıtların eğitim düzeyiyle ilişkisi

Yaşadıkları taşkından sonra kendilerine önlem alanlar %22 oranındadır. Önlem alanlardan bazıları iş yerlerindeki hasar görecektir eşyalarını üst seviyeye taşımış, mevcut kotunda yükseltmeler yapmıştır. Dükkan sahiplerinden bazıları iş yerini sigortalatarak önlem almıştır. Önceki deneyimlerinden faydalanarak, sahip olduğu aracın park yerini değiştirip daha güvenli bölge tercih ederek maddi hasarı engelleyecek önlemler de alınmıştır. Yine yaşadığı deneyimlerden yola çıkarak ihtiyacı olabileceğini düşünerek iş yerlerine kum torbası taşıyanlar da mevcuttur. Katılımcılardan biri önlem olarak iş yerinin bir cephesini kapatıp tek cepheli hale dönüştürmüştür. Bir diğeri ise iş yerini tek cephesi olan bir yere taşımıştır.

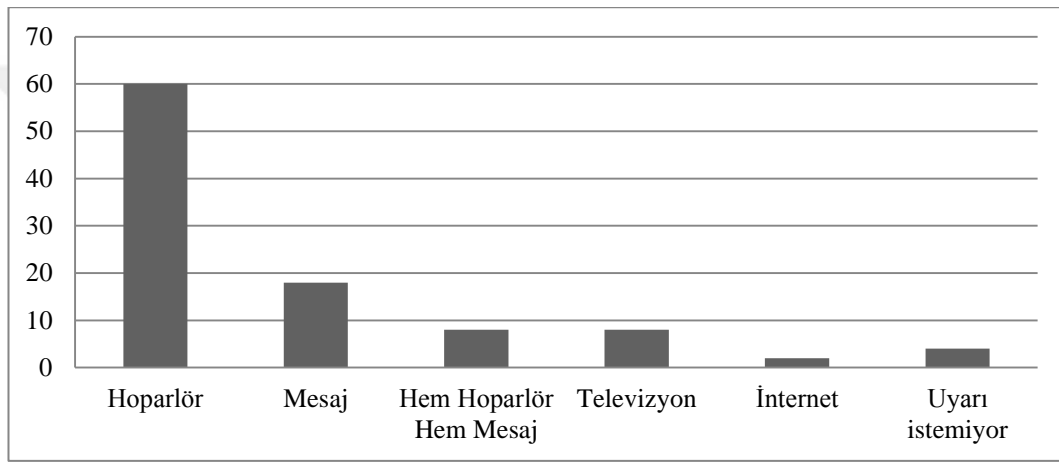
3.3.2. Erken Uyarı Farkındalık Değerlendirmesi

Taşkınla karşı karşıya kalıp harekete geçenlerin sayısı katılımcıların yaklaşık %56'sını oluşturmaktadır. Herhangi bir resmi ya da resmi olmayan uyarı almayan kişiler taşkın sırasında kendi gözlem ve deneyimlerinden yola çıkarak harekete geçmesi gerektiğini anlamışlardır. Bu kişiler kendini uyarma yoluyla harekete geçmiş sayılmaktadır. Katılımcıların çoğu ilçe merkezinde esnaf olduğu için taşkın anında su seviyesinin yükseldiğini fark ettikleri anda iş yerlerindeki maddi kayıpları önlemeye çalıştıklarını belirtmişlerdir. Bir kısmı tezgahdaki malları kurtarıırken, bir kısmı değerli evraklarını koruma altına almakla uğraştıklarını belirtmiştir. Buna ek olarak harekete geçenlerin %20'si iş yerlerine kapıların ve pencerelerin önüne çeşitli malzemeler koyarak su seviyesinin yükselmesini engellediklerini söylemiştir. Soruyu cevaplayan katılımcılardan taşkın anında harekete geçenlerin kendi adına aldıkları önlemlerin genellikle kapı ve pencere önlerine tahta veya benzeri malzemeler yerleştirmek olduğu gözlenmiştir. Yakınına arayıp haber almak isteyenler ise katılımcıların yaklaşık %21'ini oluşturmaktadır. Evine veya iş yerine gitmeye çalışanlar ise yaklaşık %18 oranındadır.

Harekete geçmediğini belirten katılımcılar taşkına teslim olduğunu yapacak hiçbir şey olmadığını korku ve panikle beraber felaketin sona ermesini beklediklerini söylemişlerdir.

'Erken uyarıyı hangi yolla almak istersiniz?' sorusuna cevap olarak %60 oranında sokaktan hoparlör aracılığıyla sesli duyuru yanıtı alınmıştır. Katılımcıların %18'i erken uyarıyı cep telefonlarına gelen mesaj bildirimleriyle almayı tercih ettiklerini söylemiştir. Hem mesaj uyarısını hem hoparlör uyarısını tercih edenlerin oranı ise %8'dir. Hoparlörden sesli

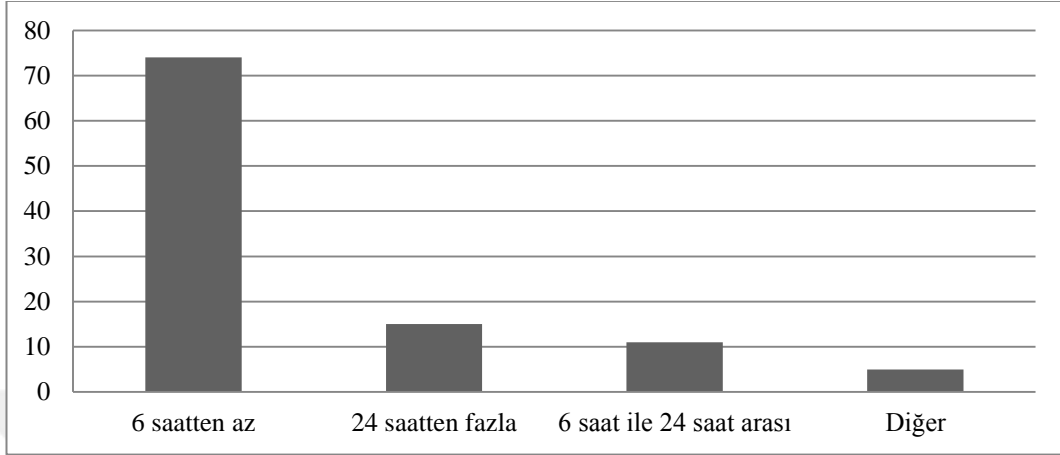
uyarı veya cep telefonuna gelen mesaj uyarısından farklı olarak katılımcıların %8'i televizyondan, %2'si internet aracılığıyla erken uyarı almak istediğini belirtmiş olup, %4'ü hiçbir uyarıya güvenmediklerini belirterek uyarı almak istemediklerini söylemişlerdir (Şekil 13). Bölge halkının iletişim tercihinin daha çok sesli uyarı üzerinde yoğunlaştığı görülmüştür. Katılımcıların çoğu yaşadıkları taşkın sonrası bölgede fazla sayıda hoparlör aracılığıyla sesli erken uyarı duyduklarını fakat bu uyarıların sonunda herhangi bir etkiye maruz kalmadıklarından dolayı yapılan sesli uyarıları artık dikkate almadıklarını belirtmişlerdir.



Şekil 13. Erken uyarı alma yolu tercihi

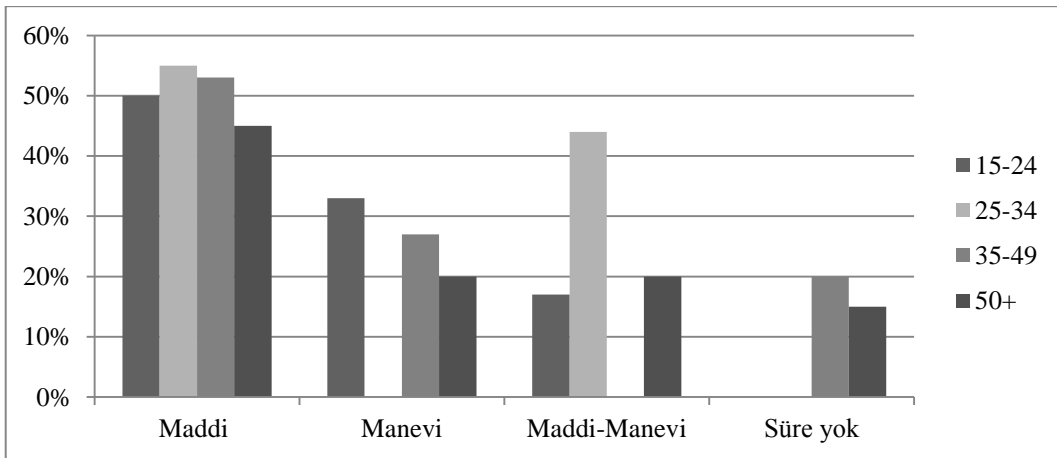
Katılımcılara harekete geçmeleri için gerekli olan minimum hazırlık süresi sorularak ihtiyaç olan ortalama hazırlık süresi belirlenmeye çalışılmıştır. Soruyu cevaplayan kişiler %90 oranındadır. Kalan %5'lik kısım ise hazırlık süresinin kendileri için önemli olmadığını belirtmişlerdir. Soruyu cevaplayan katılımcılardan 6 saatten az hazırlık süresine ihtiyaç duyanların oranı yaklaşık %74'tür. 24 saatten fazla hazırlık süresine ihtiyaç duyanların oranı %15, 24 saatle 6 saat arasında hazırlık süresine ihtiyaç duyanların oranı ise %11'dir. Bu verilerden yola çıkarak ortalama hazırlık süresi 8 saat olarak hesaplanmıştır (Şekil 14). 6 saatten az hazırlık süresine ihtiyaç duyan kişiler genellikle dükkan sahipleri olup, bu süre içinde iş yerlerindeki malları daha güvenli bir yere veya bir sığınağa taşımak için kendine yeterli olan minimum süreyi söylemişlerdir. Ev ve iş yeri mesafesi biraz daha fazla olan dükkan sahipleri ise 6 saatten daha fazla hazırlık süresine ihtiyaç duyulacağını belirtmişlerdir. 24 saatten daha fazla hazırlık süresine ihtiyacı olacağı

görüşünde olan katılımcılar ise değerli eşyaları, araçları ve ailesiyle beraber bulunduğu bölgeyi terk etmek için gerekli olan minimum süreyi referans göstermişlerdir.



Şekil 14. Hazırlık süresi ihtiyaç oranları

Kişilere bu süre zarfında hangi kayıplarını önleyebilecekleri sorulduğunda ise alınan yanıtların yarısından fazlasının maddi kayıplarla ilgili olduğu görülmüştür. İş yerlerinde bulunan malları kurtarmak ve arabalarını yüksek yerlere çıkarmak, soruya verilen yanıtlar arasındadır. Katılımcıların %20'si sadece kendi ve yakınlarının canını kurtarmak istediğini belirtmiştir. Hem maddi hem manevi kayıplarını önleyebileceğini söyleyenlerin yüzdesi %18 iken, hazırlık süresine ihtiyaç duymayan kişiler bu sürede herhangi bir maddi ya da manevi kaybın önlenemeyeceğini düşünmektedir. Yaş aralıklarına göre soruya verilen cevapların dağılımı Şekil 15'te gösterilmiştir.



Şekil 15. 'Hazırlık süresinde önlenebilecek kayıplar nelerdir?' sorusuna verilen cevapların yaş aralığına göre dağılımı

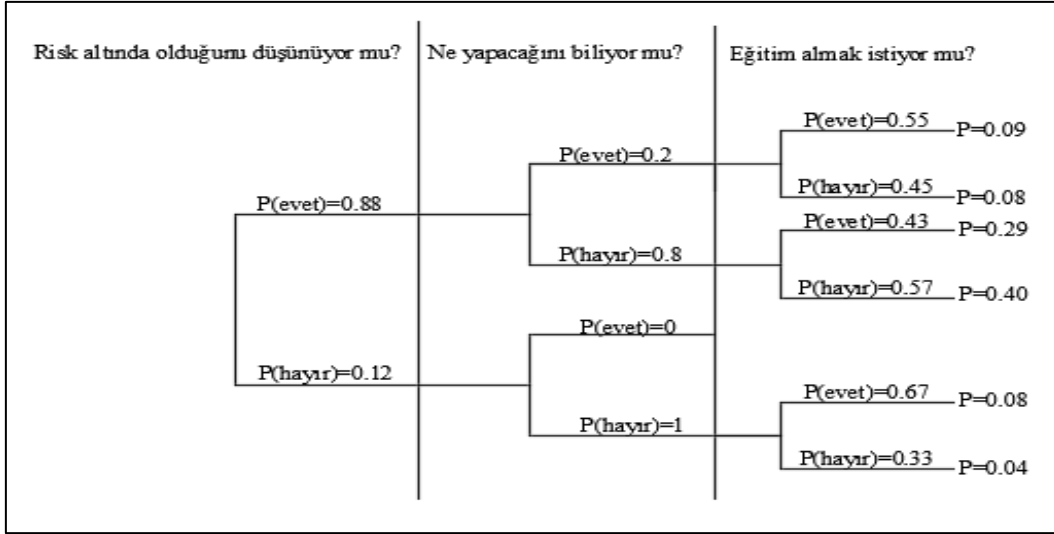
Olası bir taşkın anında ne yapılması gerektiğini bilenlerin yüzdesi 18'dir. Katılımcıların %82'si erken uyarı ve planlamalar hakkında bilgi olmadıklarını belirtmişlerdir. Ne yapılması gerektiğini bilen katılımcıların tümü erkektir. Ankete katılanların yarısı bu konuda bilgilendirme ve eğitim almak istemediklerini söylemişlerdir. Ne yapılması gerektiğini bilenlerin %56'sı yine de eğitim almak istediğini belirtmiştir. Bu kişilerin tamamı kendilerini yaşadığı bölgede hala risk altında gördüklerini ifade etmişlerdir. Erken uyarı ya da taşkın anında ne yapılması gerektiğini bilmeyen katılımcılardan eğitim almak isteyenlerin oranı yaklaşık %50'dir. Bu kişilerin %80'i risk altında olduklarını düşündüklerini belirtmişlerdir. Yine herhangi bir uyarı ya da taşkın esnasında ne yapılması gerektiğini bilmeyen %82'lik kısımda kendini risk altında görenlerin oranı %85 olup, bu kişilerin %57'si eğitim almak istememektedir.

3.3.3. Erken Uyarı Sonrası İnsan Davranışlarının Değerlendirilmesi

Katılımcıların %8'i taşkından önce erken uyarı aldıklarını ifade ederken %92'si herhangi bir uyarı almadıklarını belirtmişlerdir. Erken uyarı aldığını söyleyen kişiler bu uyarıları resmi yolla aldıklarını söylemişlerdir. Bu kişilerin %75'i uyarıya güvendiklerini söylediler de önlem almak için harekete geçmemişlerdir. Uyarıya güvenmediğini söyleyip önlem amaçlı harekete geçmeyen kişilerin oranı ise %25'tir. Hiçbir şekilde erken uyarı almadığını söyleyen kişilerin çoğu, felakete maruz kaldığını anladığı anda harekete geçmiştir.

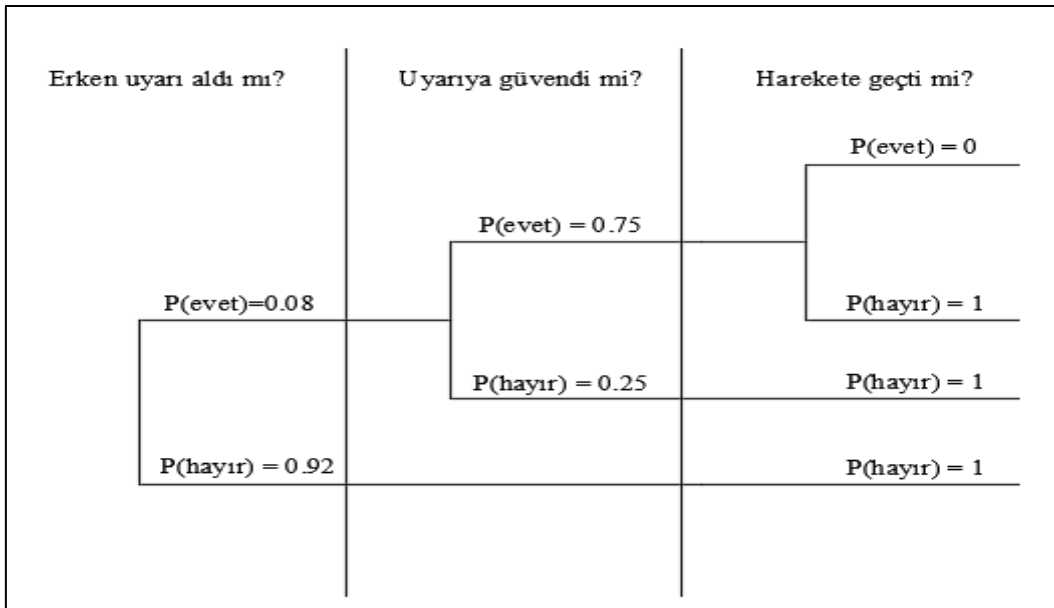
3.4. Olay Ağacı Değerlendirmesi

Bölge halkının bilgi düzeyini, bilinçliliğini ve farkındalığını ölçmek adına sorulan 1,7 ve 15 numaralı soruların birbiriyle olan ilişkisi aşağıdaki gibi bir olay ağacında incelenmiştir (Şekil 16). Olay ağacı verilerine göre risk altında olduğunu düşünen kişiler %88 oranındadır ve bunların %80'i ise taşkın anında ne yapılacağını bilmemektedir. Buna rağmen erken uyarı ve planlamalar konusunda bilgilendirme veya eğitim almak istemeyenler %40 oranındadır ve bu oran toplumun taşkınlarla baş etme konusunda bilinçli olmadığını göstermektedir.



Şekil 16. Olay ağacı farkındalık analizi

Yapılan ankette taşkından önce erken uyarı alanların oranı %8'dir. Bu kişilerin hiçbiri olaydan önce önlem olarak harekete geçmemiştir. Olay ağacında da görüldüğü üzere uyarıya güvenilmesi harekete geçme eğilimini tetiklememiştir (Şekil 17). Kişilerin uyarıya güvense bile herhangi bir erken uyarı anında yapılacaklar hakkında yeterli bilgi ve tecrübe sahibi olmadıkları için harekete geçme durumunda doğru hamleler yapma olasılığının düşük olduğu belirlenmiştir.



Şekil 17. Olay ağacı erken uyarı analizi

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada 21 Eylül 2016 tarihinde Trabzon'un Beşikdüzü ilçesinde meydana gelen ve büyük miktarda can ve mal kaybıyla sonuçlanan taşkın, hidrolojik ve sosyal yönden incelenmiştir. Bu amaçla, ilk olarak yaşanan taşkın kaç yıl tekerrür süreli taşkın debisine karşılık geldiğini belirlemek için bölgesel taşkın frekans analizi ile çeşitli tekerrür süreli taşkın debileri hesaplanmıştır. İkinci olarak; taşkın riski farkındalık, insanların harekete geçme eğilimleri ve erken uyarı sistemindeki eksiklikleri belirlemek adına taşkın felaketiyle karşı karşıya kalıp can ve mal kaybı yaşayan Beşikdüzü ilçesinde yaşayan kişilerin, herhangi bir erken uyarı karşısında veya uyarı almadan harekete geçebilme eğilimleri ve sonuçları incelenmiştir. Bu bağlamda, bölge halkıyla 'Taşkın Farkındalık ve Taşkın Erken Uyarı Anında İnsan Davranışları' üzerine anket yapılmıştır.

Bölgesel taşkın frekans analizi L momentler yöntemi ile yapılmıştır. Bunun için havzadaki en yakın AGİ'lere ait yıllık maksimum akım değerleri kullanılmıştır. Bölgenin homojenliği L-momentler yöntemine dayalı iki istatistik olan uyumsuzluk ve heterojenlik ölçüsü ile test edilmiştir. Uyumsuzluk ölçüsü hesabında Xtest programı kullanılmıştır. Her bir istasyon için elde edilen D_i değerleri uyumsuzluk ölçüsü değerleri ile karşılaştırılarak istasyonların homojenliği test edilmiştir. Heterojenlik ölçüsü hesabında V_1 , V_2 ve V_3 'e bağlı H_i değerleri belirlenmiş olup hesaplar Xtest programı ile yapılmıştır. 11 adet istasyon için yapılan homojenlik analizinde tüm istasyonlar homojenlik şartını sağlamıştır. Bölge için en uygun dağılımın belirlenmesi için ise Z testi uygulanmıştır. Uygun bulunan dağılımlar içinde 0'a en yakın olan dağılım olan GLO dağılımı en uygun dağılım olarak belirlenmiştir. Bölge için en uygun dağılım belirlendikten sonra 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl yinleme aralıklarına karşılık gelen taşkın debilerinin tahmini yapılmıştır. Elde edilen taşkın debileri tahminine göre, meydana gelen Beşikdüzü taşkınının, 100 yıl tekerrür süreli taşkın debisi değerine karşılık geldiği belirlenmiştir.

Taşkın riski farkındalık ve erken uyarı sistemindeki eksiklikleri belirlemek adına taşkın felaketiyle karşı karşıya kalıp can ve mal kaybı yaşayan bölge halkıyla, herhangi bir erken uyarı karşısında veya uyarı almadan harekete geçebilme eğilimlerini belirlemek için 'Taşkın Farkındalık ve Taşkın Erken Uyarı Anında İnsan Davranışları' üzerine anket yapılmıştır. Taşkın ilçe merkezinde meydana geldiği göz önünde bulundurularak, olaydan en çok hasar gören kesim olarak dükkan sahipleriyle katılım çoğunluğu yakalanmıştır. Anket soruları, taşkın farkındalığını, taşkın erken uyarı farkındalığını ve

erken uyarı sonrası insan davranışını ölçmek amacıyla 3 kısımda değerlendirilmiştir. Her bir bölümdeki sorular kişinin bireysel farkındalığı, afetlerle baş etme yeterliliği, bilgi düzeyi ve bireysel yeterliliğinin saptanması gibi amaçlara hizmet etmektedir.

Taşkın farkındalık değerlendirmesi kapsamında, taşkınların önlenebileceğine inanan %66'lık katılımcı profili bu önlemlerin daha çok yapısal tedbirlerle olabileceği görüşündedir. Taşkınların önlenebileceğini düşünenlerin yalnızca %12'si toplumun gerekli eğitim ve bilgilendirmelerle beraber risk bilincinin artırılmasının zararları önleyebileceği ya da azaltılabileceği görüşündedir. Dere yataklarına ev yapmamak, menfezlerin tıkanmasını önlemek gibi diğer yapısız taşkın kontrolü önlemlerinin alınabileceğini belirtenler ise %24'tür. Erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesi, ağaçlandırma gibi cevaplar katılımcılardan alınamamıştır. Verilen cevaplar katılımcıların yaş, cinsiyet ve eğitim düzeyi ile de ilişkilendirilmiştir. Verilere göre 35-49 yaş arası nüfusun, daha genç veya daha yaşlı nüfusa oranla daha bilinçli yanıt verdiği gözlemlenmiştir. 50 yaş ve üzeri katılımcılardan taşkınların önlenemeyeceği yönünde cevap verenlerin çoğu bu duruma karamsar baktıklarını ifade etmiştir. Verilen yanıtların eğitim düzeyiyle olan ilişkisi incelendiği zaman, üniversite mezunlarının bu konuya yaklaşımlarının lise veya ortaokul mezunu olanlara göre daha bilinçli olduğu gözlemlenmiştir. Halkın bilgi düzeyini ölçmek adına sorulan taşkınların önlenmesinden kimin sorumlu olduğu sorusuna %56 oranında 'belediyeler' cevabı verilmiştir. Verilen yanıtlar göz önünde bulundurulduğunda, katılımcıların yarısından fazlasının taşkın riskini azaltmada ve zararlarını önlemede sorumluluk sahibi kuruluşun DSİ olduğunun bilincinde olmadığını göstermektedir. Bu konuda yaş, cinsiyet ve eğitim düzeyi belirleyici çıkmamıştır.

Erken uyarı farkındalık ve erken uyarı sonrası insan davranışı değerlendirmesi kapsamında, taşkınla karşı karşıya kalıp harekete geçenlerin sayısı katılımcıların yaklaşık %56'sını oluşturmaktadır. Herhangi bir resmi ya da resmi olmayan uyarı almayan kişiler taşkın sırasında kendi gözlem ve deneyimlerinden yola çıkarak harekete geçmesi gerektiğini anlamışlardır. Bu kişiler kendini uyarma yoluyla harekete geçmiş sayılmaktadır. Harekete geçmediğini belirten katılımcılar taşkına teslim olduğunu yapacak hiçbir şey olmadığını korku ve panikle beraber felaketin sona ermesini beklediklerini söylemişlerdir. Katılımcıların %82'si erken uyarı ve planlamalar hakkında bilgi sahibi olmadıklarını belirtmişlerdir. Ne yapılması gerektiğini bilen katılımcıların tümü erkektir. Ankete katılanların yarısı bu konuda bilgilendirme ve eğitim almak istemediklerini söylemişlerdir. 'Erken uyarıyı hangi yolla almak istersiniz?' sorusuna cevap olarak %60

oranında sokaktan hoparlör aracılığıyla sesli duyuru yanıtı alınmıştır. Bölge halkının iletişim tercihinin daha çok sesli uyarı üzerinde yoğunlaştığı görülmüştür. Ancak katılımcıların çoğu yaşadıkları taşkın sonrası bölgede fazla sayıda hoparlör aracılığıyla sesli erken uyarı duyduklarını fakat bu uyarıların sonunda herhangi bir etkiye maruz kalmadıklarından dolayı yapılan sesli uyarıları artık dikkate almadıklarını belirtmişlerdir. Katılımcıların %8'i taşkından önce erken uyarı aldıklarını ifade ederken %92'si herhangi bir uyarı almadıklarını belirtmişlerdir. Erken uyarı aldığını söyleyen kişiler bu uyarıları resmi yolla aldıklarını söylemişlerdir. Bu kişilerin %75'i uyarıya güvendiklerini söyleseler de önlem almak için harekete geçmemişlerdir. Uyarıya güvenmediğini söyleyip önlem amaçlı harekete geçmeyen kişilerin oranı ise %25'tir. Hiçbir şekilde erken uyarı almadığını söyleyen kişilerin çoğu, felakete maruz kaldığını anladığı anda harekete geçmiştir.

5. ÖNERİLER

Taşkın farkındalığını ve risk bilincini ölçmek adına yapılmış olan sosyal çalışma sonucunda havza geneli ve riskli alanlar için taşkın tehlikesinin ve taşkından zarar görebilirliğin azaltılması, taşkına karşı direncin artırılması ve taşkın tehlikesiyle beraber taşkın riski hakkında bilginin geliştirilmesi adına hedefler belirlenmiştir. Taşkın tahmininde erken uyarının önemi ve anlaşılma eğilimine ait temel durumun tanımlanması için sadece kentsel alanların taşkın riskini tahmin etmek amacıyla değil, aynı zamanda her yapısal olmayan önlemin potansiyel sonuçları nasıl etkileyeceğini analiz etmek için bir temel oluşturmak amacıyla mevcut risk bilincinin analiz edilmesi gerekmektedir. Kamuoyu araştırmasının başarısını ve sonuçların daha fazla kullanılmasını garanti altına almak için yerel yönetimlerin de dahil olması gereken toplum temelli önlemler alınması gerekmekte ve bu önlemlerin vatandaş girişimleri, sivil toplum kuruluşları veya bu alanda çalışan diğer kamu kurum ve kuruluşlarla entegre edilmesi gerekmektedir. Toplumda güven duygusunu zedelememek adına yapılan uyarıların geçerliliği kontrol edilmeli, alarm seviyesi düşük, yüksek veya çok yüksek olaylar için farklı uyarı yolları tercih edilmelidir.

Taşkın debisi tahminlerinde kullanılan akarsu gözlem istasyonlarının ölçüm sırasında yatak oyulmaları ve çeşitli malzeme birikintileri yüzünden doğru sonuç verememesi nedeniyle, bunun yerine GSM / GPRS modem aracılığı ile uzaktan veri okuyabilen, yüzey su seviyesi ölçümleri için yüksek doğrulukta temassız ölçüm sistemi içeren radar sensörlü limnigrafklar kullanılmalıdır. Ölçüm cihazından gelen mikrodalga sinyallerinden malzeme yüzeyine olan uzaklığın saptanması ve bu sayede seviye hesaplanmasıyla seviyeye bağlı debi ve hacim ölçümü yapıp öngörülen tehlike karşısında erken uyarılar yapılmalıdır. Uyarılar halk ve diğer kamu kuruluşlarına iletilmeli böylece toplum temelli erken uyarı sistemi geliştirilmelidir. Bu sistem, ilk olarak Doğu Karadeniz Bölgesi Trabzon ili Vakfıkebir ilçesi Fol Deresi'nde 03.08.2019 tarihinde kurulmuştur. Sistemin doğruluğu, güvenilirliği, zamanında ve geçerli uyarı yayma potansiyeli incelenmeli, uyarılar ve uyarı sonrası yapılması gerekenlere karşı halk, sivil toplum örgütleri ve diğer kamu kuruluşları bilgilendirilmelidir.

Yapılan çalışmaya sadece taşkından zarar gören kesim dahil edilmiş olup, bu çalışmaya benzer sosyal alan çalışmalarında örnek sayısı, ankete toplumun farklı kesimleri de dahil edilerek artırılabilir.

6. KAYNAKLAR

- Anılan, T., 2014. Doğu Karadeniz Havzası'nın L-Momentlere Dayalı Taşkın Frekans Analizinde Yapay Zeka Yöntemlerinin Uygulanması, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Anılan, T., ve Yüksek, O., 2016. Perception of Flood Risk and Mitigation: Survey Results from the Eastern Black Sea Basin, Turkey. Natural Hazards Review, 18,2, 05016006.
- Akçalı E., 2018. Taşkın ve Rusubat Kontrolünde Yenilikçi Uygulamalar, 2. Uluslararası Doğal Afetler ve Afet Yönetimi Sempozyumu, Sakarya, 31-40
- Aksoy, H., Kirca, V. S. O., ve Papatheodorou, K., 2014, June. Flood Hazard Assessment and Modelling Practices in Turkey. In Mediterranean Meeting on "Monitoring, Modelling and Early Warning of Extreme Events Triggered by Heavy Rainfall", 205-214.
- Alfieri, L., Salamon, P., Pappenberger, F., Wetterhall, F., ve Thielen, J. (2012). Operational Early Warning Systems for Water-Related Hazards in Europe. Environmental Science and Policy, 21, 35-49.
- Aydoğan, D., 2008. L-Momentleri Yöntemiyle Çoruh Havzası'nın Bölgesel Frekans Analizinin Yapılması, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Carsell, K. M., Pingel, N. D., ve Ford, D. T., 2004. Quantifying the Benefit of a Flood Warning System. Natural Hazards Review, 5,3, 131-140.
- Cunnane, C., 1988. Methods and Merits of Regional Flood Frequency Analysis. Journal of Hydrology, 100, 1-3, 269-290.
- Demeritt, D., Nobert, S., Cloke, H. L., ve Pappenberger, F., 2013. The European Flood Alert System and the Communication, Perception and Use of Ensemble Predictions for Operational Flood Risk Management. Hydrological Processes, 27, 1, 147-157.
- Doswell III, C. A., Brooks, H. E. ve Maddox, R. A., 1996. Flash Flood Forecasting: An Ingredients Based Methodology. Weather and Forecasting, 11(4), 560-581.
- Escuder-Bueno, I., Castillo-Rodríguez, J. T., Zechner, S., Jöbstl, C., Perales-Momparler, S. ve Petaccia, G., 2012. A Quantitative Flood Risk Analysis Methodology for Urban Areas With Integration of Social Research Data. Natural Hazards and Earth System Sciences, 12, 9, 2843-2863.
- Fidan, B., Bulut İ. ve Boztaş, İ., 2016. Bütüncül Havza Yaklaşımı Perspektifinde Yukarı Havza Sel Kontrolü Eylem Planı ve Uygulamaları, 4. Ulusal Taşkın Sempozyumu, Kasım, Rize, 289-301.

- Gautam, D. K. ve Phaiju, A. G., 2013. Community Based Approach to Flood Early Warning in West Rapti River Basin of Nepal, IDRiM Journal, 3, 1, 155-169.
- Hallegatte, S., 2012. A Cost Effective Solution to Reduce Disaster Losses in Developing Countries: Hydro – Meteorological Services, Early Warning and Evacuation. The World Bank.
- Hosking, J. R. M. ve Wallis, J. R., 1993. Some Statistics Useful in Regional Frequency Analysis, Water Resources Research, 29, 2, 271–281.
- Hosking, J. R. M. ve Wallis, J. R., 1997. Regional Frequency Analysis: An Approach Based on L-Moments, IBM Research Division, Yorktown Heights, New York, Cambridge University Press 224s.
- Karaman, Z. T., 2018. Afetlerde Erken Uyarı ve Toplumsal Farkındalık Yaratmada Etkili Kamu Politikaları. Bitlis Eren Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 7, 2, 493-517.
- Korkanç, S. Y., ve Korkanç, M., 2006. Sel ve Taşkınların İnsan Hayatı Üzerindeki Etkileri. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 8, 9, 42-50.
- Kreibich, H., Müller, M., Thielen, A. H., ve Merz, B. 2007. Flood Precaution of Companies and Their Ability to Cope With the Flood in August 2002 in Saxony, Germany. Water Resources Research, 43, 3.
- Limlahapun, P., ve Fukui, H., 2009. August. Flood Monitoring and Early Warning System Integrating Object Extraction Tool on Web-Based. In 2009 ICCAS-SICE, pp. 2639-2643. IEEE.
- Molinari, D. ve Handmer, J., 2011. A Behavioural Model for Quantifying Flood Warning Effectiveness. Journal of Flood Risk Management, 4,1, 23-32.
- Parker, D. J., Priest, S. J., ve Tapsell, S. M., 2009. Understanding and Enhancing the Public's Behavioural Response to Flood Warning Information. Meteorological Applications: A Journal of Forecasting, Practical Applications, Training Techniques and Modelling, 16, 1, 103-114.
- Sarıcan, Y., 2013. Taşkın Tehlikesinin Belirlenmesi Amacı ile Otomatik Yağış Miktarı Ölçüm Sisteminin Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Sencer, M., ve Irmak, Y., 1984. Toplum Bilimlerinde Yöntem. Baskı, Onur Basımevi, İstanbul.
- Sorensen, J. H., 2000. "Hazard Warning Systems: Review of 20 Years of Progress. Natural Hazards Review 1,2, 119-125.
- Sunkpho, J., ve Ootamakorn, C., 2011. Real-time Flood Monitoring and Warning System. Songklanakarin Journal of Science and Technology, 33, 2.

- Taşkın Yönetimi, 2017. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Thiemig, V., de Roo, A., ve Gadain, H., 2011. Current Status on Flood Forecasting and Early Warning in Africa. International Journal of River Basin Management, 9, 1, 63-78.
- Uşkay, S., ve Aksu, S., 2002. Ülkemizde taşkınlar, nedenleri, zararları ve alınması gereken önlemler. Türkiye Mühendislik Haberleri, 47, 4-6, 133-136.
- Yıldız, O. E., 2012. L-moment Tekniğine Dayalı Havza Karakteristik Debisinin Tahmin Edilmesi: Doğu Karadeniz Örneği, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yüksek, Ö., Serencam, U., Üçüncü, O., ve Anılan, T., 2013a. Afet ve Taşkın Yönetimi ve Değirmendere Örneği. Taşkın ve Heyelan Sempozyumu, Trabzon, 33-44.
- Yüksek, Ö., Kankal, M., ve Üçüncü, O., 2013b. Assessment of Big Floods in the Eastern Black Sea Basin of Turkey. Environmental Monitoring and Assessment, 185, 1, 797-814.
- URL-1, <https://www.charim.net/print/88>, 20 Mart 2019.

ÖZGEÇMİŞ

Hilal DURMUŞ, 1992 yılında Trabzon'da doğdu. İlk ve ortaokulunu 24 Şubat İlköğretim Okulu'nda, liseyi Tevfik Serdar Anadolu Lisesi'nde okudu. 2009 yılında öğrenime başladığı Karadeniz Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nden 2014 yılında mezun oldu. 2016 yılında KTÜ İnşaat Mühendisliği Hidrolik Anabilim Dalı'nda yüksek lisans yapmaya başladı. 2019 yılında Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi Sosyoloji bölümünü okumaya başladı. 2014 yılından beri özel sektörde çalışmakta, 2017 yılından beri kendi yapı denetim firmasını işletmektedir. İyi derecede İngilizce bilmektedir.

