



T.C.

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**EDİRNE OĞULPAŞA DERESİ HAVZASININ COĞRAFİ BİLGİ
SİSTEMLERİ YÖNTEMLERİ İLE TAŞKIN RİSK ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DENİZ BİTEK

Tez Danışmanı

PROF. DR. RAMAZAN CÜNEYT ERENOĞLU

ÇANAKKALE – 2023

ETİK BEYAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi taahhüt ve beyan ederim.

Deniz BİTEK

21/06/2023

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleştirilmesinde, çalıŐmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen saygı değer danışman hocam Prof. Dr. Ramzan Cüneyt ERENOğLU'na, çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen ve hayatımın her evresinde bana destek olan değerli eŐim Deniz Ezgi BİTEK'e sonsuz teŐekkürlerimi sunarım.

Deniz BİTEK
anakkale, Haziran 2023



ÖZET

EDİRNE OĞULPAŞA DERESİ HAVZASININ COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ YÖNTEMLERİ İLE TAŞKIN RİSK ANALİZİ

Deniz BİTEK

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Ramazan Cüneyt ERENOĞLU

21/06/2023, 77

Çeşitli nedenler sonucu oluşan taşkınlar, dünyada ve ülkemizde sıklıkla meydana gelen en önemli doğal afetlerin başında gelmektedir. Bu doğrultuda afet risk azaltma çalışmaları çerçevesinde duyarlılık haritalarının taşkınların etkilerini en aza indirmek için artan bir biçimde kullanıldığı görülmektedir. Duyarlılık haritalarının oluşturulmasında Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı yöntemler sıklıkla kullanılmaktadır. Bu çalışmada farklı zamanlarda can ve mal kayıplarına sebebiyet veren taşkınların yaşandığı Oğulpaşa Deresi havzasında yaşanması muhtemel taşkınların risk analizi yapılarak çalışma alanı içerisinde taşkına duyarlı alanların belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada taşkın duyarlılığın haritalandırılmasında 8 farklı ölçüt (yağış, eğim, yükseklik, arazi kullanımı, litoloji, büyük toprak grupları, bakı, akarsulara uzaklık) belirlenmiştir. Çalışmada farklı kaynaklardan elde edilen verilerden yararlanılmış ve yöntem olarak CBS tabanlı Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY) seçilmiştir. Ölçütlerin birbirlerine göre kendi içerisinde etki değerleri ve ağırlık oranları belirlenmiştir. Ortaya çıkan katsayılar tekrar sınıflandırılıp CBS tabanlı ArcGIS yazılımı kullanılarak taşkın duyarlılık haritası elde edilmiştir. Taşkın duyarlılık haritası beş sınıfa ayrılmış olup çok yüksek, yüksek, orta, düşük, çok düşük şeklinde belirlenmiştir. Duyarlılık sınıflarına göre çalışma alanının taşkın riski açısından %8,79'si çok yüksek, %14,17'si yüksek duyarlılıkta olduğu görülmüştür. Çalışma sahasının özellikle güney kısmında yer alan ve köy yerleşim alanlarının içerisinde bulunduğu alanlar yüksek ve çok yüksek taşkın duyarlılığına sahip olduğu ortaya çıkarılmıştır. Elde edilen duyarlılık haritası geçmiş afet verileri ile kıyaslanmış ve çalışmanın doğruluğu test edilmiştir. Sonuçta CBS tabanlı AHY'nin duyarlılık haritalarının üretilmesine, risk azaltma çalışmalarında kullanılabilir olduğuna ve karar vericilere yardımcı olabileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Taşkın, Risk Analizi, Oğulpaşa Deresi Havzası, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Analitik Hiyerarşi Yöntemi

ABSTRACT

FLOOD RISK ANALYSIS OF EDİRNE OĞULPAŞA STREAM BASIN WITH GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS METHODS

Deniz BİTEK

Çanakkale Onsekiz Mart University

School of Graduate Studies

Master of Science Thesis in Geomatic Engineering

Advisor: Prof. Dr. Ramazan Cüneyt ERENOĞLU

21/06/2023, 77

Floods caused by various reasons are one of the most important natural disasters that frequently occur in the world and in our country. In this direction, it is seen that susceptibility maps are increasingly used to minimize the effects of floods within the framework of disaster risk reduction studies. Geographic Information Systems (GIS)-based methods are frequently used in the creation of susceptibility maps. In this study, it was aimed to determine the areas susceptible to flooding in the study area by making a risk analysis of possible floods in the Oğulpaşa Stream Basin, where floods that caused loss of life and property were experienced at different times. In the study, eight different criteria (rainfall, slope, elevation, land use, lithology, large soil groups, aspect, and distance to rivers) were determined for mapping flood susceptibility. Data obtained from different sources was utilized in the study and the Analytical Hierarchy Process (AHP), one of the GIS-based Multi-Criteria Decision Making Methods, was selected as the method. The impact values and weight ratios of the criteria were determined according to each other. The resulting coefficients were reclassified and a flood susceptibility map was obtained using GIS-based ArcGIS software. The flood susceptibility map is divided into five classes: very high, high, medium, low, and very low. According to the susceptibility classes, 8.79% of the study area has very high susceptibility and 14.17% has high susceptibility in terms of flood risk. It has been revealed that the areas located in the southern part of the study area, especially in the southern part of the study area, where the village settlements are located, have high and very high flood susceptibility. The obtained susceptibility map was compared with past disaster data, and the accuracy of the study was tested. As a result, it was seen that GIS-based AHP can be used in the production of susceptibility maps and risk mitigation studies and can help decision-makers.

Keywords: Flood, Risk Analysis, Oğulpaşa Stream Basin, Geographic Information Systems, Analytical Hierarchy Process

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

| | |
|------------------------------|------|
| JÜRİ ONAY SAYFASI..... | i |
| ETİK BEYAN..... | ii |
| TEŞEKKÜR..... | iii |
| ÖZET | iv |
| ABSTRACT | v |
| İÇİNDEKİLER | vi |
| SİMGELER ve KISALTMALAR..... | viii |
| TABLolar DİZİNİ..... | ix |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | x |

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

1

| | |
|---|---|
| 1.1. Sel ve Taşkınlar | 3 |
| 1.1.1. Temel Kavramlar | 3 |
| 1.1.2. Sel ve Taşkın Türleri | 4 |
| 1.1.3. Sel ve Taşkını Etkileyen Faktörler | 5 |
| 1.1.4. Sel ve Taşkının Zararları | 6 |
| 1.1.5. Sel/Taşkından Korunma Yöntemleri | 7 |
| 1.2. Çalışmanın Amacı | 8 |

İKİNCİ BÖLÜM

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

10

| | |
|----------------------------------|----|
| 2.1. Literatür Çalışmaları | 10 |
|----------------------------------|----|

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL ve YÖNTEM

16

| | |
|--|----|
| 3.1. Çalışma Alanı | 16 |
| 3.2. Kullanılan Veri ve Yazılımlar | 17 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.3 | Yöntem | 18 |
| 3.3.1 | Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi | 18 |
| 3.3.2 | Analitik Hiyerarşi Yöntemi | 20 |
| 3.3.3 | Ölçütlerin Belirlenmesi | 23 |
| 3.3.4 | Ölçüt Ağırlıklarının Belirlenmesi | 23 |

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM ARAŞTIRMA BULGULARI

26

| | | |
|-------|--|----|
| 4.1. | Kullanılan Ölçütler ve Özellikleri | 26 |
| 4.1.1 | Eğim | 26 |
| 4.1.2 | Yükseklik | 28 |
| 4.1.3 | Bakı | 30 |
| 4.1.4 | Yağış | 32 |
| 4.1.5 | Arazi Kullanımı | 34 |
| 4.1.6 | Jeolojik Yapı (Litoloji) | 36 |
| 4.1.7 | Büyük Toprak Grupları | 38 |
| 4.1.8 | Akarsulara Uzaklık | 40 |
| 4.2. | Alt Ölçütlerin Değerlendirilmesi ve Yeniden Sınıflandırılması | 43 |
| 4.3. | Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile Taşkın Risk Haritasının Oluşturulması | 47 |
| 4.4. | Taşkın Risk Haritasının Afet Envanteri ile Karşılaştırılması | 50 |

BEŞİNCİ BÖLÜM SONUÇ ve ÖNERİLER

53

| | |
|----------------|---|
| KAYNAKÇA | I |
| ÖZGEÇMİŞ | X |

SİMGELER VE KISALTMALAR

| | |
|--------|--|
| AFAD | Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı |
| AHY | Analitik hiyerarşi Yöntemi |
| CBS | Coğrafi Bilgi Sistemleri |
| ÇKKVY | Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi |
| ha | Hektar |
| km | Kilometre |
| % | Yüzde oranı |
| TM | Transverse Mercator |
| TUREF | Türkiye Ulusal Referans Çerçevesi |
| IDW | Inverse Distance Weighted |
| UA | Uzaktan Algılama |
| TG | Tesadüfilik Göstergesi |
| Tİ | Tutarlılık İndeksi |
| TO | Tutarlılık Oranı |
| CORINE | Coordination of Information on the Environment |
| SYM | Sayısal Yükseklik Modeli |
| DSİ | Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü |
| MTA | Maden Tetkik Arama Enstitüsü |
| BTG | Büyük Toprak Grupları |

TABLULAR DİZİNİ

| Tablo No | Tablo Adı | Sayfa No |
|-----------------|--|-----------------|
| Tablo 1 | Çalışma Alanında Kullanılan Veriler ve Özellikleri | 18 |
| Tablo 2 | Analitik Hiyerarşi Yöntemi Önem Ölçeği | 21 |
| Tablo 3 | Tesadüfilik Gösterge Değerleri | 23 |
| Tablo 4 | Kriterlerin İkili Karşılaştırmalar Matrisi | 24 |
| Tablo 5 | Ağırlık Hesabı | 24 |
| Tablo 6 | Tutarlılık Hesabı | 25 |
| Tablo 7 | Çalışma Alanı Eğim Değerleri | 26 |
| Tablo 8 | Çalışma Alanı Yükseklik Değerleri | 28 |
| Tablo 9 | Çalışma Alanı Bakı Değerleri | 30 |
| Tablo 10 | Çalışma Alanı Ortalama Yağış Değerleri | 32 |
| Tablo 11 | Çalışma Alanı Arazi Kullanımı Değerleri | 34 |
| Tablo 12 | Çalışma Alanı Jeolojik Yapı Değerleri | 36 |
| Tablo 13 | Çalışma Alanı Toprak Grupları Değerleri | 38 |
| Tablo 14 | Çalışma Alanı Akarsu Mesafe Değerleri | 40 |
| Tablo 15 | Taşkın Risk Analizinde Alt Ölçütlere Ait Değerler | 44 |
| Tablo 16 | Taşkın Risk Sınıfları ve Dağılışı | 48 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| Şekil No | Şekil Adı | Sayfa No |
|----------|--|----------|
| Şekil 1 | Taşkın Oluşumu | 3 |
| Şekil 2 | Çalışma Alanı Lokasyon Haritası | 17 |
| Şekil 3 | Çalışmanın Ana İşlem Adımları | 19 |
| Şekil 4 | Basit Analitik Hiyerarşi Yöntemi | 20 |
| Şekil 5 | Çalışma Alanı Eğim Haritası | 27 |
| Şekil 6 | Çalışma Alanı Yükseklik Haritası | 29 |
| Şekil 7 | Çalışma Alanı Bakı Haritası | 31 |
| Şekil 8 | Çalışma Alanı Yağış Haritası | 33 |
| Şekil 9 | Çalışma Alanı Arazi Kullanımı Haritası | 35 |
| Şekil 10 | Çalışma Alanı Jeoloji Haritası | 37 |
| Şekil 11 | Çalışma Alanı Toprak Grupları Haritası | 39 |
| Şekil 12 | Çalışma Alanına Ait Akarsu Ağı Haritası | 41 |
| Şekil 13 | Çalışma Alanına Ait Akarsu Mesafe Haritası | 42 |
| Şekil 14 | Alt Ölçütlere Göre Yeniden Sınıflandırma Haritaları-1 | 45 |
| Şekil 15 | Alt Ölçütlere Göre Yeniden Sınıflandırma Haritaları-2 | 46 |
| Şekil 16 | Taşkın Risk Sınıfları ve Dağılışı | 48 |
| Şekil 17 | Çalışma Alanına Ait AHY'ye Göre Taşkın Risk Haritası | 49 |
| Şekil 18 | Taşkın Risk Haritasının Afet Envanteri ile Karşılaştırılması | 51 |
| Şekil 19 | Oğulpaşa Köyü Taşkın Afeti 1, 2018 | 52 |
| Şekil 20 | Oğulpaşa Köyü Taşkın Afeti 2, 2018 | 52 |

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Üzerinde yaşadığı çevreyi etkileyerek insanların genel yaşamlarını ve sosyal hayatlarını sekteye uğratarak toplumların belirli kısmını etkileyen olaylar; genel olarak afet şeklinde tanımlanır. (Genç, 2007; Özşahin, 2013a; TAMP, 2013; Uslu vd., 2018). Afetler toplumları gerek fiziki gerek ekonomik gerekse de sosyal yönlerden etkileyen sonuçlar doğurmaktadır.

Afetler genel olarak doğal ve beşerî kaynaklı olarak sınıflandırılabilirler (Şahin ve Sipahioğlu, 2003). Afetler genellikle jeomorfolojik, klimatolojik, meteorolojik, jeolojik, sosyal veya biyolojik kökenli olarak meydana gelebilirler (Özey, 2006). Afetler bazen bu nedenlerinden birkaç tanesinin bir araya gelmesi ile de yaşanabilmektedirler. Jeolojik afetlerin içerisinde deprem, volkanik patlamalar, tsunamiler; jeomorfolojik afetler heyelan, kaya düşmesi, çamur akıntıları; biyolojik afetlerin içerisinde orman yangınları, erozyon, salgınlar; sosyal afetler ise (insan kaynaklı) yangınlar, savaşlar, göçler; klimatolojik ve meteorolojik afetler içerisinde ise sel, taşkın, kuraklık, hortum, kasırga, çığ, orman yangınları gibi afetlerin olduğu görülmektedir. (Erkal ve Değerliyurt, 2009). Nedenleri farklı olmakla birlikte afetlerin toplumlar üzerinde etkisi büyüktür. Yaşanan can ve mal kayıpları ile sosyal ve ekonomik anlamda da yaşamı sekteye uğratmaktadır (Ekinci vd., 2020).

Geçmişten günümüze doğru bakıldığında doğal afetler dünya üzerinde yaşamın değişmez bir parçası olmuş ve dünya üzerinde yaşayan canlıları farklı şekillerde etkilemiştir. Ülkemizin, doğal afetlerin sık sık yaşandığı bir coğrafyada olduğu, ülkemizde meydana gelen doğal afetlerin, çok ciddi yıkımlara ve olumsuz etkilere sahip olduğu görülmektedir. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'nın (AFAD) doğa kaynaklı olay istatistikleri incelendiğinde 1900-2019 yılları arasında en az 5 (beş) büyüklüğünde 1796 deprem, 23.286 heyelan-kaya düşmesi, 6833 sel ve taşkın, 1610 çığ afeti yaşandığı görülmektedir (Afad, 2020). Meydana gelen afet verileri incelendiğinde ise depremlerin sonuçları itibarıyla ülkemizi en çok etkileyen afet türü olduğu anlaşılmaktadır. (Koçkan, 2015). Bununla birlikte yaşanan sel ve taşkınlar da ciddi can kaybı ve ekonomik kayıplara sebebiyet vermektedir (Oğuz vd., 2016; Sunkar ve Tonbul, 2010). Ülkemizde depremlerden sonra en fazla can ve mal kaybının yaşandığı afet türü olarak meydana gelmektedir (Ergünay, 2007). 1955-2020 yılı aralığındaki veriler incelendiğinde ülkemizde 3618 taşkın olayı ve 1551 can kaybı

yaşandığı bilgisi bulunmaktadır (Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2017 geliştirilerek düzenlenmiştir).

Sel ve taşkınlar bir bölgede farklı nedenlerle ortaya çıkan ve mevcut drenaj sistemlerinin su taşıma kapasitelerinin üzerindeki suyun sebebi olan afet türüdür (Turoğlu, 2005). Sel ve taşkınlar oluşumları, meydana gelme nedenleri ve sonuçları ile olağan dışı su kütlelerinin bir araya gelmesi hem taşkınların hem de sellerin ortak özelliğidir (Sarigül ve Turoğlu, 2020). Küresel iklim değişikliğinin bir sonucu olarak ülkemizde sel ve taşkınlar doğal faktörlerin etkileriyle birlikte insanların doğal çevreye olan müdahaleleri sonucunda da yaşanmaktadır. Kontrolsüz ve plansız yapılaşma, altyapı sistemlerinin yetersizliği gibi nedenler ile sosyal ve ekonomik etkileri giderek artan biçimde olmaktadır (Selçuk vd., 2016).

Günümüzde afet risk ve yönetim süreçlerinde taşkınların belirlenmesi, risk ve duyarlılık analizlerinin yapılması, afetlerin risk azaltma ve iyileştirme faaliyetlerinde önemli kazanımlar sağlamaktadır. Bu doğrultuda olası sel ve taşkınların etkilerini en aza indirebilmek, taşkın risk yönetimini doğru biçimde uygulamak çok önemli rol oynamaktadır. Bunun için geliştirilen ve kullanılan yöntemlerin başında Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) teknikleri gelmektedir (Arca, 2012; Yiğit ve Uysal, 2019).

CBS'nin kullanımı verilerin düzgün bir biçimde depolanması, analizlerin yapılması, elde edilen sonuçların etkin bir biçimde kullanılmasında önem taşımaktadır. Etkilenen alanların bir bütün şeklinde görüntülenip incelenebilmesi, afet öncesi ve sonrası için doğru analizlerin yapılabilmesi, çalışma alanındaki özelliklerin zaman içerisindeki gelişimini izleme ve meydana gelen değişimlerin gözlemlenebilmesi için de uzaktan algılama teknikleri kullanılmaktadır (Ertan vd., 2021; Kavzoğlu ve Çölkesen, 2011).

Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri (ÇKKVY) birbiri ile ilişkili olan ancak birbirinden farklı kriterler arasında çözümlenme yaparak en makul ve kabul edilebilir sonuçları ortaya koyan bir yöntem olarak bilinir. Bu yöntemlerde amaç çok fazla bileşenin olması durumunda elde edilecek sonucu kolay bir biçimde elde etmektir. Karar süreci, matematiksel modelleme ve analiz etme sürecine dayanır (Ertan vd., 2021, Karakuş ve Ceylan, 2022; Saral ve Musaoğlu, 2011).

Analitik Hiyerarşi Yöntemi, Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri arasında uygulanacak amaca bağlı olmakla beraber en çok kullanılan yöntemlerdendir. Sonuçları

etkileyen kriterler oransal olarak bir dağılım oluşturur ve bu şekilde karar verilir. Bu yöntemde belirlenen kriterler ele alınarak hiyerarşik bir yapı oluşturulur, ele alınan kriterler ikili karşılaştırmalar matrisi şeklinde belirlenir ve modelleme yapılır (Özcan ve Musaoğlu, 2009; Özcan, 2017; Tokgözlü ve Özkan, 2018).

1.1. Sel ve Taşkınlar

1.1.1. Temel Kavramlar

Sel ve taşkınlar dünyanın büyük bir bölümünde çok sık olarak karşılaşılan, afete dönüşmesi durumunda can ve mal kayıplarına neden olan afet türleridir. Sel ve taşkınlar kendi doğal dengesi içerisinde olduğu müddetçe normal hidrolojik ve meteorolojik bir doğa olayıdır.

Sel; çeşitli nedenler ile hızının artması ile eğim doğrultusunda akışın kontrollü olmadığı ve taşıma enerjisinin yüksek olduğu, etki gücü yüksek su kütlesi hareketlerine denmektedir. **Taşkın;** su kütlesinin arttığı ve akarsu seviyesinin yıllık ortalama seviyesinin çok üstüne çıkarak yatağından taşması durumudur. Taşkınların meydana geldiği durumlarda akarsuyun debisi ve yükü de artış göstermektedir. Bu esnada akarsu yatağı artan su kütlesini taşıyacak ve geçirecek kapasitede değil ise taşar ve etrafını su ve alüvyonla doldurur (Turoğlu, 2005; Şekil.1)



Şekil 1. Taşkın Oluşumu (Turoğlu, 2023)

Sel ve taşkın kavramı genellikle birbirlerinin yerine kullanılmaktadır. Ancak bu iki kavram arasında farklılıklar bulunmaktadır. Sel, dünyanın farklı bölgelerinde aşırı yağış, deniz ve göllerin taşması, kar kütlelerinin erimesi, taban sularının yükselmesi gibi nedenlerle

akarsu rejimleri ile ilişkisi olmadan da ortaya çıkabilmektedir. Taşkınlar ise; bir akarsuyun yatağından taşarak etrafındaki düz ve çukur alanlar ile yerleşim alanlarına yayılması sonucu, doğal ve kültürel çevresine zarar vermesi durumudur. Yani akarsuların taşmasıyla oluşan göllenme durumunu ifade etmektedir.

1.1.2. Sel ve Taşkın Türleri

Sel ve taşkınların farklı şekillerde sınıflandırıldığı literatürde yer almaktadır. Sel ve taşkınlar oluşma süreçlerine, olma zamanlarına veya oluş yerlerine göre çeşitli şekillerde sınıflandırılabilir. Genel hatlarıyla taşkın türlerinden bazıları şu şekildedir: Dere ve Nehir Sel/Taşkınları, Şehir Sel/Taşkınları, Kıyı Sel/Taşkınları, Ani Sel/Taşkınlar, Dağlık Alan Selleri, Baraj Yıkılması Sel/Taşkınlarıdır (Doğan 2012; Şahin ve Sipahioğlu, 2003).

Dere ve Nehir Sel/Taşkınları; en bilinen ve sıklıkla karşılaşılan dere ve nehir sel/taşkınları yoğun ve şiddetli yağışlar, kış mevsiminde biriken karların hızlı biçimde erimesi şeklinde ortaya çıkmaktadır. Nehir kesitlerinin belirli sebepler ile daralması sonucunda su kütlesinin yatağından ayrılması sonucunda oluşur.

Ani Sel/Taşkınlar; en tehlikeli görülen, çok az belirtiyeye sahip olarak aniden ortaya çıkan tahrip ve etki gücü sel türüdür. Su seviyelerinde hızlı ve ani yükselmeler meydana gelir olumsuz sonuçlar doğurabilir. Meydana geldiği yerin topografik yapısı, yağış şiddeti ve süresi, zemin şartları ani selin oluşmasında etkili olan faktörleridir. Dağlık araziler, dik yamaçlı ve eğimin fazla olduğu alanlar bu sellere hassas olan bölgelerdir. Özellikle son yıllarda ani seller ve taşkınlar kent merkezlerinde de sıklıkla görülmeye başlanmıştır.

Şehir Sel/Taşkınları; şehirlerin her kesiminde oluşabilirler. Şehirlerde plansız yapılaşmaya bağlı olarak çatılar, caddeler, yollar, otoparklar gibi yağışın toprağa karışmasını engelleyen geçirimsiz yüzeyler ve mazgalların yetersiz olması nedeniyle bu noktalarda suyun uzaklaştırılması oldukça güç olmaktadır. Bu nedenlerle kent merkezlerinde son yıllarda sıklıkla karşılaşılmaktadır.

Kıyı Sel/Taşkınları; genellikle okyanus ve deniz kıyısında bulunan yerlerde meydana gelirler. Şiddetli tsunamilere ve fırtınalara bağlı dalga hareketleriyle deniz kabarmasıyla ve deniz/okyanus sularının kara içerisine sürüklenmesiyle meydana gelirler.

Dağlık Alan Selleri; dağ yamaçlarındaki kuru dere veya küçük çayların şiddetli yağışlar sonucunda yataklarını doldurup tehlikeli sel sularına dönüşen ve genellikle yüksek kesimlerde ve dağlık alanlarda oluşur ve ani olarak meydana gelirler.

Baraj Yıkılması Sel/Taşkınları; insanların doğaya ve nehir sistemlerine müdahalesi ile oluşurlar. Sel/Taşkınları kanal yataklarında tutmak adına yapılan yapay seddelerin veya bir barajın yıkılması nedeniyle meydana gelirler. Bu gibi durumlar biriken suların yüksek debide hızlıca akmasına ve ani taşkınlara dönüşmesine neden olurlar.

1.1.3. Sel ve Taşkınları Etkileyen Faktörler

Bir yerde meydana gelen taşkın bir afete dönüşmesinde çeşitli etkenler rol oynamaktadır. Bunlar; iklim, jeomorfolojik özellikler, zeminin litolojik özellikleri, bitki örtüsü ve insan faktörü olmak üzere toplayabiliriz (Hoşgören, 2001; Özdemir, 2018).

İklim; sel ve taşkın oluşumunda bütün iklim değişkenleri önemli rol oynamakta birlikte aralarındaki en önemli faktör yağıştır. Etkili yağışlar sel/taşkın oluşumunun en önemli nedenidir. Yağışların şiddeti, yağışın şekli ve süresi belirleyici faktördür. Yağışların bir türü olan yağmur yağışı süresi ile taşkın piki arasında doğru orantı olduğu görülmektedir. Yağışların şiddetli olması sonucunda kısa sürede oluşan su kütleleri toprak ve bitkiler tarafından tutulamadığından yüzey akışına geçer ve kontrolsüz akan su ile sel/taşkın oluşumuna neden olur. Sağanak şeklinde olan yağışlar sırasında sıcaklık artışına bağlı olarak, kalın bir kar örtüsü üzerine yağması ile özellikle ilkbahar mevsimlerinde ani kar erimeleri sel/taşkın olma riskini arttırmaktadır. Özellikle son yıllarda küresel iklim değişikliğine bağlı olarak yağışların karakterinde ve miktarındaki değişimler ile özellikle yaz aylarında ani gelişen yağışlar, ülkemizde ve dünyada bu riski önemli ölçüde arttırmaktadır.

Fiziki özellikler; bu özellikler bulunduğu bölgenin yükseklik, eğim, bakı, toprak özellikleri, denizlere olan mesafesi ile ilgilidir. Bu özellikler akarsu havzalarının yağış, sıcaklık, buharlaşma, drenaj koşulları (ağları) sel/taşkın riskine karşı duyarlılığı ortaya koyan faktörlerdir.

Ani seller akarsuların yukarı havzalarında meydana gelmekle birlikte eğim miktarına göre etkisi değişmektedir. Çünkü eğim buharlaşma ve sızma miktarlarıyla ters orantılı olarak değişir. Eğimin artması buharlaşma ve sızma miktarını düşürmekte bu nedenle akarsuya

katılan su miktarı da buna bağılı olarak yükselmektedir. Eğimin fazla olması akarsu havzasında toplanan suyun aşağı kesimlere hareket etmesine, şiddetinin artmasına ve çoğunlukla da taşkınlara dönüşmesine neden olur.

Litolojik özellikler; kayaların cinsi sel/taşkın sırasında önemli etkiye sahiptir. Çünkü geçirim oranı yüksek kaya zeminlerde ve toprakta yüzey sularının sızması daha kolaydır. Bununla birlikte aşınımın fazla olduğu zeminlerde akarsuların taşıdığı yük fazlaşır ve akarsu yataklarının tıkanmasıyla taşkın oluşumuna sebep olurlar. Ayrıca killi zeminlerde geçirimsiz özelliğe sahip olduklarından akarsular şiddetini artırır ve yataklarını da tıkamasına sebep olarak taşkın oluşmasına sebebiyet verebilir.

Bitki Örtüsü; akış tutma kapasitesi sızma ile ilişkilidir. Yağışların bir kısmının yapraklar, dallar ve kök sistemleri tarafından tutulması, sızma oranının artmasına bu da taşkın pik değerine ulaşmasını geciktirir. Bitki örtüsünün zengin olması arazilerin pürüzlülük oranını arttırdığından taşkınların yayılım hızlarının düşmesine yardımcı olmaktadır.

İnsan; akarsu havzalarının dış etkenler ile değişime uğraması, insanların bitki örtüsü üzerinde olumsuz etkileri taşkınlara dolaylı bir şekilde etki etmektedir. Akarsu yatakları üzerinde yapılan tesislerin taşkınların oluşmasında bir diğer etken olduğu da görülmektedir.

1.1.4. Sel ve Taşkınların Zararları

Sel ve taşkınlar çok farklı coğrafi alanlarda meydana gelirler, büyük can kayıpları ve zararlara sebep olurlar (Coşkun ve Ortaç, 2022). Bu zararların bir kısmı doğrudan (birincil) zararlar olabildiği gibi bir kısmı da dolaylı (ikincil) olarak oluşan zararlardır (Korkanç ve Korkanç, 2006; Şahin ve Sipahioğlu, 2003).

Doğrudan zararlar; can ve mal kayıplarının oluşmasına neden olarak doğal ortama direkt etki eden etkilerden oluşmaktadır.

Kütle etkisi; Su kütesinin hızlı akması sonucunda taşımış olduğu nesnelere ile bulunduğu çevreyi kısmen ya da tamamen etkileyerek büyük oranda can kayıpları doğurur ve fiziki olarak birçok zararın oluşmasında neden olur.

Erozyon etkisi; havza boyunca oyuk ve çatlakların oluşması, akarsuyun yatağındaki değişimler gibi nedenler havza yamaçlarında hareket artışına neden olur ve böylece toprağın yer değiştirmesine sebebiyet verir.

Sedimentasyon etkisi; taşkınların verdiği önemli zararlardan bir tanesidir. Farklı yüzey malzemelerinin verimli tarım alanlarını doldurması ile özelliğini kısmen ya da tamamen kaybetmesine, dere ve taşkın yataklarının taşınım ile dolması sonucu suların kontrolsüz hale gelmesine, taşınma nedeniyle ulaşım yollarının kapanmasına, drenaj sistemlerinin tahrip olmasına sebep olabilir.

Dolaylı Zararlar; sel ve taşkınların doğrudan etkilerinin sonucunda ikincil olarak ortaya çıkan sorunları içerir. Sel/ taşkınlar ile yolların, meskenlerin, hayvan ve bitkilerin etkilenmesi ile sosyal ve ekonomik sorunları beraberinde getirir. Sel/ taşkınların yaratmış olduğu sağlık sorunları da olumsuz etkiler arasında yer alır.

1.1.5. Sel/Taşkınlardan Korunma Yöntemleri

Sel ve taşkınların insan ve çevre üzerinde oluşturabileceği tahripkâr etkileri ortadan kaldırmak, zararlarını azaltabilmek veya engellemek amacıyla teknik ve idari önlemlerin alınması ve uygulanması gerekmektedir (Akman, 2021; Kerim ve Süme, 2019). Alınacak önlemler afet yönetim süreçleri kapsamında afet öncesi, sırası ve sonrasındaki süreçlerde uygulanması ile meydana gelebilecek olumsuzluklar ve zararlar azaltılabilecektir. Bu noktada *doğanın dengesinin bozulmaması, doğal kaynakların bilinçli kullanımı ve doğal olmayan faktörlerin bu olayları tetiklemesinin önüne geçilmesi* en önemli ve gereken önlemlerdir.

Sel/taşkın afetinin etkilerini azaltmak veya tamamen ortadan kaldırmak amacıyla yerleşim yerleri veya çevrelerinde yapısal veya yapısal olmayan sel/taşkın kontrol yaklaşımları benimsenmelidir (Doğan, 2012).

Yapısal önlemler; genel itibarıyla yapılan mühendislik çalışmalarını kapsamaktadır.

Taşkın Kontrol Seddeleri; seddeler çok uzun yıllardır uygulanan ve bilinen taşkın koruma yapılarıdır. Akarsuların sağ ve sol kısımlarında su kapasitesini arttırmak amacıyla

kullanılan yapay dolgulardır. Bu dolgular genel olarak toprak dolgu şeklinde yapılır. Bazı bölgelerde ise bu yapıların betonarme duvar şeklinde yapıldığı görülmektedir.

Taşkın Kontrol Barajları; havzalardaki taşkınların önlenmesi ve korunması maksadıyla inşa edilen barajlar akarsu havzalarındaki yağışlı dönemdeki suları biriktirmek, kurak dönemdeki başka ihtiyaçlar dâhilinde kullanmak ve sonrasında kontrollü olarak salınması amacıyla yapılmışlardır.

Dere Islahı; akarsuların akışını sürdürdüğü dere içerisinde su akışını daha etkin hale getirerek kontrol altına alma çalışmalarını içerir. Bu çalışmalar doğrultusunda derelerin temizlenmesi, kanal tabanlarını genişletmek veya derinleştirmek, akarsu güzergâhlarını değiştirerek doğrusal hale getirerek akış hızını kontrol etmek gelebilir.

Yapısal olmayan önlemler; günümüzde yapısal önlemler ile daha uygun arazi kullanımını gerektiren yapısal olmayan taşkın kontrolü yaklaşımı artan bir şekilde tercih edilmeye başlanmıştır. Bu doğrultuda; ormanlar, bitki örtüsü iyi muhafaza edilmelidir. Doğal çevre ve doğal kaynakların bilinçli kullanımı teşvik edilmelidir. Akarsu havzalarında yeterli olacak kadar meteorolojik gözlem ve akım istasyonları kurulmalıdır. Yüksek riskli sel/taşkın bölgelerinin belirlenerek kendi özel koşullarına göre o bölgeler için kanunu düzenlemeler yapılmalı, kalıcı yapılaşma ve yerleşimlerin en minimum olacak biçimde arazi kullanım ilkelerine uyulmalıdır.

1.2. Çalışmanın Amacı

Çoğu zaman erken uyarı sistemleri veya karar alma/müdahale etme süreçlerinin bir önceki evresinde güncel bir veri tabanına ihtiyaç duyulmaktadır. Yerbilimleri de bu karar alma süreçlerinde gelişen teknolojiye uyum sağlayarak (özellikle CBS/UA sistemleri) hizmet vermekte ve afetlerin hasar boyutlarını azaltma görevini üstlenmektedir. Sel ve taşkınların da risk boyutunun ortaya çıkarılması ve risk haritalarının oluşturulması afet yönetim süreçlerindeki risk azaltma faaliyetleri açısından çok önemli olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Bilimsel çalışmaların da bu doğrultuda gittiği görülmektedir.

Bu çalışmada Edirne ili Merkez ilçesinde yer alan Oğulpaşa Deresi Havzasının Coğrafi Bilgi Sistemleri yöntemleri kullanılarak taşkın duyarlılığının belirlenmesi ve taşkın

risk haritalarının oluşturulması hedeflenmiştir. Çalışmada elde edilen verileri değerlendirmek ve verilerin doğruluğunu test edebilmek için Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY) ile değerlendirilecektir. Analiz için verilerin oluşturulması ve ortaya çıkarılmasında ArcGIS yazılımı kullanılmıştır.



İKİNCİ BÖLÜM

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Literatür Çalışmaları

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) dünya üzerindeki herhangi bir coğrafi mekânı tanımlayan ve o coğrafi mekâna ait bilgileri kullanan, bir veri tabanında toplayan, bu veriler ile farklı amaçlar doğrultusunda analiz yapabilen ve bunları çeşitli şekillerde görselleştirmemize imkân veren sisteme denmektedir. Bu sistemler günümüzde çok farklı disiplinlerde kullanılmaktadır. Kamu kurumlarında, ormancılık faaliyetlerinde, şehir ve bölge planlamada, güvenlik ve koruma faaliyetlerinde, sağlık sektöründe, doğal afet çalışmaları gibi birbirinden çok farklı alanlarda kullanılabilir (Akengin ve Dölek, 2013; Turoğlu, 2000).

Ülkemizde ve dünyada Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama teknikleri, küresel iklim değişikliği ve küresel ısınmaya bağlı olarak çok daha sık meydana gelen ve etkileri ile ciddi zararlara sebebiyet veren doğal afetlerden olan sel ve taşkınların (Ertan vd., 2021), risk azaltma faaliyetlerinde, risk haritalarının ve analizlerinin oluşturulmasında, farklı afet senaryoları hazırlanmasında, arazi kullanımı için yer seçimlerinde, afet müdahalesinde karar vericilere farklı seçenekler sunması ve bu doğrultuda ilgili metodolojiler geliştirilmesinde etkin olarak kullanılmaktadır (Oğuz vd., 2016; Özcan vd., 2009).

Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri (ÇKKVY) birbiri ile ilişkili olan ancak birbirinden farklı kriterler arasında çözümlenerek en makul ve kabul edilebilir sonuçları ortaya koyan bir yöntem olarak bilinir. Bu yöntemlerde amaç çok fazla bileşenin olması durumunda elde edilecek sonucu kolay bir biçimde elde etmektir. Karar süreci, matematiksel modelleme ve analiz etme sürecine dayanır (Ertan vd., 2021, Karakuş ve Ceylan, 2022; Saral ve Musaoğlu, 2011)

Analitik Hiyerarşi Yöntemi, Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri arasında uygulanacak amaca bağlı olmakla beraber en çok kullanılan yöntemlerdendir. Sonuçları etkileyen kriterler oransal olarak bir dağılım oluşturur ve bu şekilde karar verilir. Bu yöntemde belirlenen kriterler ele alınarak hiyerarşik bir yapı oluşturulur, ele alınan kriterler

ikili karşılaştırmalar matrisi şeklinde belirlenir ve modelleme yapılır (Özcan ve Musaoğlu, 2009; Özcan, 2017; Tokgözlü ve Özkan, 2018).

Yurtdışı ve yurtiçi çalışma örneklerine baktığımızda CBS tabanlı Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY) kullanılarak çok sayıda taşkın/sel duyarlılık ve risk alanı belirleme çalışması yapıldığı ve yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir.

Sar vd. (2015), Hindistan'ın Keleghai nehri havzasındaki CBS ve UA teknikleri ile bir Analitik Hiyerarşik Süreç ve CBS modeli kullanarak su baskına uğrayan afet alanlarının ve bununla ilişkili risklerin tanımlanması ve haritalanması üzerine çalışma yapmışlardır. Çalışmada Landsat uydu görüntülerinden ve CBS veri kaynaklarından faydalanmışlar, çalışma sonucunda taşkın riski altındaki alanların belirlenmesi ve kategorize edilmesinde, tarımsal faaliyetlerin planlamasında ve yönetiminde etkin bir şekilde kullanılabileceğini ortaya koymuşlardır. Chakraborty ve Mukhopadhyay (2019), Hindistan'ın batı Bengal bölgesindeki Coochbehar'da Analitik Hiyerarşi Yöntemi kullanarak taşkın risk haritası hazırlamışlardır. Sel tehlike indeksi ve sel risk indeksini tanımlamışlar ve buna göre çalışma alanının %17,2'si yüksek ve orta derecede sel riski taşıdığı sonucuna varmışlardır. Yine Hindistan'da yapılan bir çalışmada Das (2020), Arap Denizi kıyısında yer alan ve kıyı şeridi boyunca 1600km uzanan kıyı bölgesi olan Batı Ghat bölgesinde CBS yardımıyla AHY kullanarak taşkın duyarlılığını ve risk haritalarını oluşturmuştur. Elde ettiği bulgularda çalışma bölgesinde %28 ile çok yüksek ve %22 yüksek taşkın duyarlılığı içerdiği sonucuna varmıştır. Taşkın duyarlılık haritalarındaki verimlilik testi sonucu da (UAC) 0,84 ile yüksek tutarlılık göstermiştir. Çalışmada kullanılan yöntemin taşkın risk haritalamasında kullanılabilir olduğu görülmüştür.

Radwan vd. (2019), Suudi Arabistan'ın başkenti Riyad'da taşkına riski yaşanabilecek alanların belirlenebilmesi için uzaktan algılama teknikleri coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak analitik hiyerarşi yöntemi kullanarak çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada taşkın risk haritalarının yıllara göre geri dönüş periyoduna göre değerlendirmesi yapılmış ve taşkın riskinin 100 yıllık bir periyot içerisinde %58 oranda çok yüksek ve yüksek risk barındırdığı sonucuna varmışlardır. Elde ettikleri sonuçlar CBS ve UA tekniklerinin taşkın riskini karar vericilere yardımcı olduğunu ortaya koymuşlardır.

Rahmati vd. (2016) gerçekleştirdikleri çalışmada İran'ın Yasooj Nehri'nin bir kısmında CBS yardımıyla AHY ile potansiyel taşkın risk alanlarını belirlemek için çalışma

gerçekleştirmişlerdir. Sonuçlar, AHY tekniğinin taşkın boyutu için doğru ve güvenilir tahmin yapma konusunda umut verici olduğunu göstermiştir. Parsian vd., (2021), yine İran'ın batısında yer alan Lorestan'da bulunan Pol-e Dokhtar havzasının uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri ile sel tehlikesi değerlendirmesi yapılmıştır. Oluşturulan verilerin ağırlıklarını belirlemek için AHY kullanılmıştır. Nisan 2020'de meydana gelen taşkın/Sel öncesi ve sonrasına ait Sentinel-1 Sentetik Açıklıklı Radar (SAR) görüntüleri kullanılarak çalışmanın doğruluğu kontrol edilmiştir. Su basmış alanların %95,16 oranında çok yüksek ve yüksek risk barındırdığı sonucuna varmışlardır.

Ouma ve Tateishi, (2014), yaptıkları çalışmada Taşkın riski alanlarının büyüklüğünü modellemek ve tahmin etmek için Kenya'daki Eldoret bölgesinde AHY ve CBS teknikleri kullanmışlar ve taşkın duyarlılık haritası oluşturmuşlardır. Elde edilen sonuçlarda tutarlılık endeksini 0,09 olarak tespit etmişler çok yüksek riski alanlarda hata payını %8 den az olarak elde etmişlerdir.

Kandilioti ve Makropoulos (2012), Yunanistan'da başkenti kapsayan büyük Atina bölgesinde çalışma gerçekleştirmişler ve CBS tabanlı çok kriterli bir taşkın risk değerlendirme metodolojisi geliştirilmiş ve uygulamışlardır. Çalışma bölgesi içerisinde kentsel alanlarda yer almaktadır. Çalışılan bölgenin genel taşkın risk haritasını oluşturmak için üç farklı çok kriterli karar kuralı (Analitik Hiyerarşi Süreci, Ağırlıklı Doğrusal Kombinasyon ve Sıralı Ağırlık Ortalaması) uygulanmıştır. Sonuç olarak uygulanan yöntemlerin taşkın riski ön değerlendirmesi ve tarama yapılabilmesi amacıyla geniş ve kentsel bölgelerde uygulanabilir olduğu sonucuna varmışlardır.

Chen vd. (2011), yılında Tayvan'da Taichung şehrindeki Fushin kasabası ve Fazih Nehri'nin taşkın yatağı boyunca AHY yöntemi ve CBS yardımıyla yaptıkları çalışma ile oluşabilecek can ve mal kayıplarının önüne geçilmesi, kentsel alanlarda bu yöntemin uygulanabilir olup olmadığının test edilmesi ve taşkın kontrol planlamasında karar vericilere yardımcı olması amacıyla gerçekleştirmişlerdir. Ayrıca yöntemin uygulanmasında uydu görüntülerinde de faydalanılmıştır. Taşkın indeksinin Taichung şehrinde ortalama su baskını potansiyeli 0,51 ile 0,55 olduğu sonucuna varılmış, uygulanan yöntemin taşkın risk yönetiminde ve risk azaltma çalışmalarında kullanılabileceği ve Tayvan'da farklı alanlarda da uygulanabilir olduğu görülmüştür.

Luu ve Von Meding (2018), yaptıkları çalışmada Vietnam'ın Quang Nam bölgesinde çalışma gerçekleştirmişler ve CBS ile yöntem olarak AHY kullanmışlardır. Çalışma sonucunda oluşturulan risk haritasında 60.327ha alanın 2071ha son derece yüksek riskli, 25.193ha alanın yüksek riskli olduğu ortaya çıkmıştır. Kullandıkları yöntem ile taşkın risk yönetimi faaliyetlerini konusunda karar vericilere yardımcı olabileceği ve taşkın riski değerlendirme haritalarında kullanılabilmesini ortaya koymuşlardır.

Fernandez ve Lutz (2010), yılında gerçekleştirdikleri çalışmada Arjantin'in Tucumán Eyaletindeki Yerba Buena ve Tucuman şehirlerinde çok kriterli karar analizi uygulayarak iki şehrin CBS destekli kentsel taşkın tehlikesi duyarlılık haritalarını oluşturmuşlardır. Çalışmada 5 farklı coğrafi veri kullanılmıştır. Çalışma, kentsel sel risk haritası, eğimi %0,6'nın altında olan bölgelerde ovaların birleşmesi ve kötü imar planına sahip kentsel akarsu kanallarının varlığının bir sonucu olarak geniş bir alanda en yüksek sel tehlikesine sahip olduğunu göstermiştir.

Nkeki vd. (2013), yaptıkları çalışmada Nijerya'da Niger-Benue havzasında meydana gelen ve olumsuz etkileri yaşanan taşınlar ile ilgili uzaktan algılama görüntüleri ve CBS yardımıyla, taşkınların çevredeki alanlar üzerindeki mekânsal etkisini belirlemek ve taşkın riski alanları belirlemek için çalışma gerçekleştirmişlerdir. Sonuç olarak bu tekniklerin kullanımının risk faktörünü azaltmada etkin olarak kullanılabilmesi görülmüştür.

Saral ve Musaoğlu (2011), İstanbul ilinde yer alan Ayamama Deresinin taşkın riskini değerlendirmede AHY kullanarak bir model geliştirmişlerdir. UA ve CBS ile kullanılmış ve taşkın riski en yüksek olan alanların yerleşim bölgeleri üzerinde olduğu belirlenmiş ve debi değeri 180m³/s ulaştığında taşkın meydana gelme riskinin %97,2 olacağını, 50 hektarlık bir alanın etkileneceğini tespit etmişlerdir.

Selçuk vd. (2016), Van ilinin Merkez ilçelerinde kentsel taşkın duyarlılığını belirlemek için yaptıkları çalışmada CBS tabanlı AHY kullanmışlardır. Çalışmada 6 farklı coğrafi kriter kullanarak AHY ile taşkın duyarlılık haritası elde etmişlerdir. Çalışma sonucunda İpekyolu merkez ilçesinin diğer ilçelere göre taşkınlara daha duyarlı olduğu tespit edilmiştir.

Yılmaz vd. (2017) yaptıkları çalışma ile Çorum ilinin taşkın tehlike haritasını CBS tabanlı AHY yöntemi kullanılarak hazırlanmışlardır. Önceki yıllarda meydana gelen taşkınlar ile karşılaştırması yapılarak çalışmanın uyumlu olup olmadığı test edilmiştir.

Çalışma sonucunda Çorum ilinin %28'inin çok yüksek ve yüksek taşkın riski taşıdığı ortaya çıkarılmıştır.

Tokgözlü ve Özkan (2018) yaptıkları çalışmada Antalya ilinde yer alan Aksu Çayı havzasının CBS yardımıyla taşkın risk haritasını oluşturmuşlardır. Çalışmada 7 farklı coğrafi kriter kullanılmış ve bunlar AHY ile tekrar sınıflandırılarak taşkın risk haritası oluşturulmuştur. AHY ile etki derece tutarlılığı (CR) 53,8 olarak hesaplanmıştır. Çalışmada kullanılan faktörlerin birbirlerine karşı tutarlı sonuç verdiği görülmüş ve çalışma alanının %30'unun taşkınlara karşı riskli olduğu sonucuna varılmıştır.

Ertan vd. (2021), Çanakkale il sınırları dahilinde yer alan Karamenderes Havzasındaki CBS ortamında sel ve taşkın analizi çalışmasını gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada UA tekniklerinde de faydalanılmış Sentinel-2 uydusundan elde edilen görüntüler kullanılmıştır. Yöntem olarak ÇKKVY'den AHY uygulanmıştır. Geçmiş yıllarda yaşanan sel ve taşkın olayları da yöntemin ve risk haritalandırılmasının doğruluğunda kullanılmıştır. Sonuç olarak CBS tabanlı AHY kullanılarak hazırlanan taşkın risk haritalarının afet risk yönetimi süresinde kullanılabilir olduğu görülmüştür.

Karakuş ve Ceylan (2022), yaptıkları çalışmada Sivas kent merkezi ve çevresinde CBS ile AHY göre taşkın riskini haritalama çalışması gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada; eğim, bakı, yükseklik, yağış, akarsulara uzaklık, litoloji, jeoloji ve büyük toprak sınıfları gibi 8 coğrafi kriter kullanılmıştır. AHY göre tutarlılık indeksi (CR) 0,03 olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak çalışılan alanın %37,12'sinin çok yüksek ve yüksek risk taşkın riski barındırdığı bulunmuştur. Çalışma ile CBS tabanlı AHY'nin risk azaltma faaliyetlerinde karar vericilere önemli bilgiler sağlayabileceği görülmüştür.

Oğuz vd. (2022), Düzce il merkezi ve 8 ilçesinin yer aldığı havza kapsamında taşkın duyarlılık alanlarının modellenmesi çalışmasını gerçekleştirmişlerdir. Modelleme yöntemi olarak AHY kullanılmıştır. Topografik verilerin analizi CBS ile gerçekleştirilmiştir. CBS ile tabanlı AHY gibi istatistiki yöntemlerin taşkın olaylarının analizinde kullanılabilir olduğu sonucuna varmışlardır.

Bu çalışmalar ile birlikte Coğrafi Bilgi Sistemleri tabanlı farklı modelleme yöntemleri kullanılarak taşkın risk analizlerinin yapıldığı çalışmalar da yer almaktadır. Bu çalışmalarda, Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi (Ocak vd., 2021; Oğuz vd., 2016; Taş 2018), Hidrolik Modelleme (Karayusufoğlu, 2010; Uslu vd., 2018), Uzaktan Algılama

(Karaman vd., 2018; Yiğit ve Kaya 2020) gibi farklı teknik ve modeller kullanıldığı görülmektedir.

Çalışmanın yapılacağı en yakın konumda yer alan Edirne ili merkez ilçesinde sel ve taşkınların geçmişten günümüze yaşandığı (Turoğlu ve Uludağ, 2013) bilinmektedir. Edirne ilinde meydana gelen taşkınlar ile ilgili olarak çalışmalar yer almakla birlikte (Malkaralı vd., 2008; Turoğlu ve Uludağ, 2010; Uludağ ve Turoğlu, 2013) bu çalışmaların yoğunlukla Meriç Nehri boyunca olduğu görülmektedir.

Batur ve Maktay (2012), 2010 yılında Edirne ilinde Meriç Nehri'nde meydana gelen taşkın CBS ve UA teknikleri kullanılarak analiz etmişlerdir. Taşkın öncesi ve sonrasına ait uydu görüntüleri kullanılarak oluşturulan taşkın risk haritaları DSI'nin yersel çalışmaları ile karşılaştırılmış ve %91 oranında tutarlı olduğu görülmüştür. Sonuç olarak bu tekniklerin taşkın risk haritalarının oluşumunda kullanılabilir olduğu görülmüştür.

Akkaya (2016), gerçekleştirdiği çalışmada Meriç ve Tunca nehirlerinin Edirne ili sınırları içerisinde yer alan bölgelerinde taşkın yayılım haritasını oluşturmuştur. Taşkınların Edirne kent merkezine olan etkilerinin azaltılabilmesi amacıyla 2 boyutlu modelleme ile 2 farklı güzergâhta su tahliye kanalı tasarlanmıştır.

Bitek vd. (2022), 2018 yılında meydana gelen, Edirne şehir merkezini de kapsayan selin etkilerini araştırmışlardır. Şehir merkezinin içinde yer aldığı Meriç nehrine dökülen 5 alt havza çalışma alanı olarak seçilmiş, bu havzaların farklı doğal ve beşeri etkileri ile sıcaklık-yağış ilişkisi ile sorunlar ortaya konmuş ve CBS tabanlı analizler gerçekleştirilmiştir.

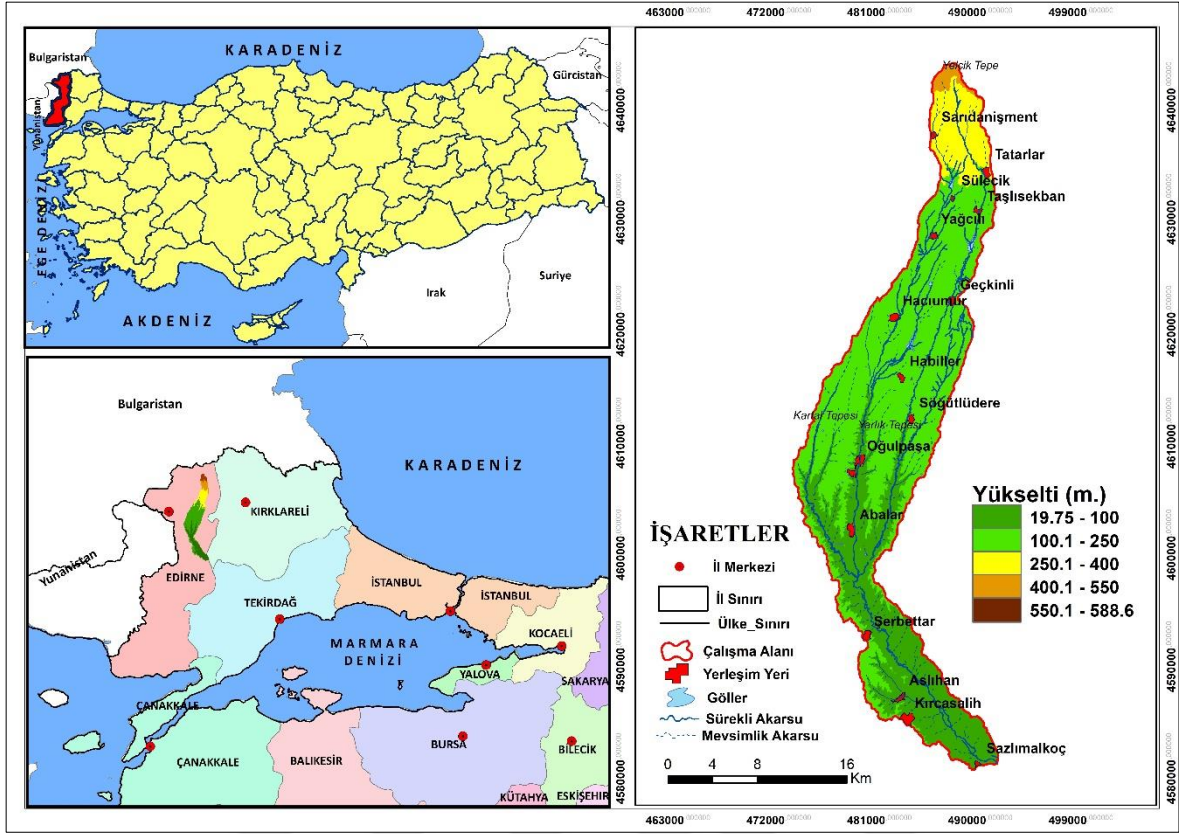
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA YÖNTEMİ/MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Alanı

Edirne ili coğrafi olarak bakıldığında ülkemizin kuzeybatı ucunda konumlanmıştır. Marmara Bölgesi'nde Trakya Bölümü'nde yer alır. Edirne ili kuzeyinde yer alan Bulgaristan ve batısında yer alan Yunanistan ile sınır komşusu olup, doğusunda Kırklareli ve Tekirdağ illeri, güneyinde ise Çanakkale ili ve Saroz Körfezi ile sınırlandırılmıştır. Coğrafi olarak bakıldığında 26°-27° doğu boylamları ile 40°-41° kuzey enlemleri arasında yer alır ve 6098 km² yüzölçümüne sahiptir. Ülkemizin batı ucundaki sınır şehri olması nedeniyle Yunanistan ile 212 km, Bulgaristan ile 88 km. olmak üzere toplamda 292 km. sınır uzunluğuna sahiptir (Akkaya, 2016; Uncu ve Karakoca, 2022).

Çalışma alanının yer aldığı Oğulpaşa Deresi Havzası, Edirne ilinin Merkez ilçesi sınırı ile Havsa ilçesi sınırında yer almaktadır. Toplamda 44.230,92 hektarlık alan kaplamaktadır. Çalışma alanı içerisinde 15 yerleşim birimi (Köy) bulunmaktadır. Oğulpaşa Deresinin uzunluğu 63,51km'dir. Çalışma alanı nispeten az yükseltiyeye sahip olmakla birlikte kuzeye doğru çıkıldıkça yükseklik değerlerinin arttığı görülür. Yükseklik değerlerinin 19-590 m arasında olduğu görülmektedir. Çalışma alanı sınırları dâhilinde eğim değerleri 0-22° arasında yer alır. Düz ve düze yakın alanlar (0°-5°) en yüksek dağılıma (%87,3) sahip ve 39.392 ha alanı kaplamaktadır. Bu alanlar çalışma bölgesinin orta ve güney kısımlarını oluşturmaktadır. Meteoroloji İl Müdürlüğü değerlerine bakıldığında bölgede ortalama sıcaklık 13°C, yıllık toplam yağış 565,1 mm, günlük toplam en yüksek yağış miktarı ise 128,5 mm (2018) ile Oğulpaşa Köyü'nde ölçülmüştür. Çalışma alanındaki arazi kullanımı dağılımına bakıldığında tarım alanları yoğun olduğu (% 79,69) ve 38.298 ha alanı kapladığı görülmektedir. Oğulpaşa Deresi'nin üzerinde yer aldığı üç ayrı kol birleşerek bir ana hattı oluşturmakta ve toplanan akarsular Ergene Nehri'ne bağlanmaktadır. 2018 yılının Kasım ayında ani gelişen şiddetli yağış neticesinde, çalışma sahasının da içinde yer aldığı bölgede taşkınlar meydana gelmiş ve bu taşkınlar can ve mal kayıplarına yol açmıştır. Çalışma alanı Şekil 2.'de yer almaktadır.



Şekil 2. Çalışma alanı lokasyon haritası

3.2. Kullanılan Veri ve Yazılımlar

Çalışmada kullanılan verilerin işlenmesi çok ölçütlü karar analizi yöntemlerinden AHY ile karar analizi ArcGIS 10.5 yazılı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) oluşturmak için 1/25000 ölçekli sayısal veriler kullanılmıştır. SYM'den alt havzaların çıkarılması ve drenaj ağının oluşturulmasında farklı iş adımları ile yine ArcGIS yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Diğer gerekli sayısal altlıklar ilgili kurumlardan ve ücretsiz olarak sunulan kaynaklardan temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan tüm veriler ve bu verilere ait özellikler Tablo 1'de gösterilmiştir. İlgili sayısal altlıklar ve oluşturulan haritalar TM (Transverse-Mercator) projeksiyonu, TUREF (Türkiye Ulusal Referans Çerçevesi) datumunda, çalışma alanına karşılık gelen 27. Zone ile bir araya getirilmiştir. Çalışmada kullanılan farklı kriterlerin ağırlık değerlerinin belirlenmesi Microsoft Excel ile gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak elde edilen tüm veriler ile Taşkın Duyarlılık Haritasının belirlenmesinde ArcGIS 10.5 yazılımı kullanılmıştır.

Tablo 1

Çalışma alanında kullanılan veriler ve özellikleri

| Veri/Tarihi | Ölçek/Çözünürlük | Kaynak |
|----------------------------|------------------|-----------------------------------|
| Topografik Haritalar/2016 | 1/25.000 | Earth Explorer/ Harita Genel Müd. |
| Yağış Verileri/2023 | Uzun Dönem | Edirne Meteoroloji İl Müdürlüğü |
| Jeoloji Haritası/2005 | 1/500.000 | MTA Genel Müdürlüğü |
| Arazi Kullanımı/2018 | 100 m. | Avrupa Çevre Ajansı |
| Büyük Toprak Grupları/2017 | 1/25.000 | Tarım ve Orman Bakanlığı |

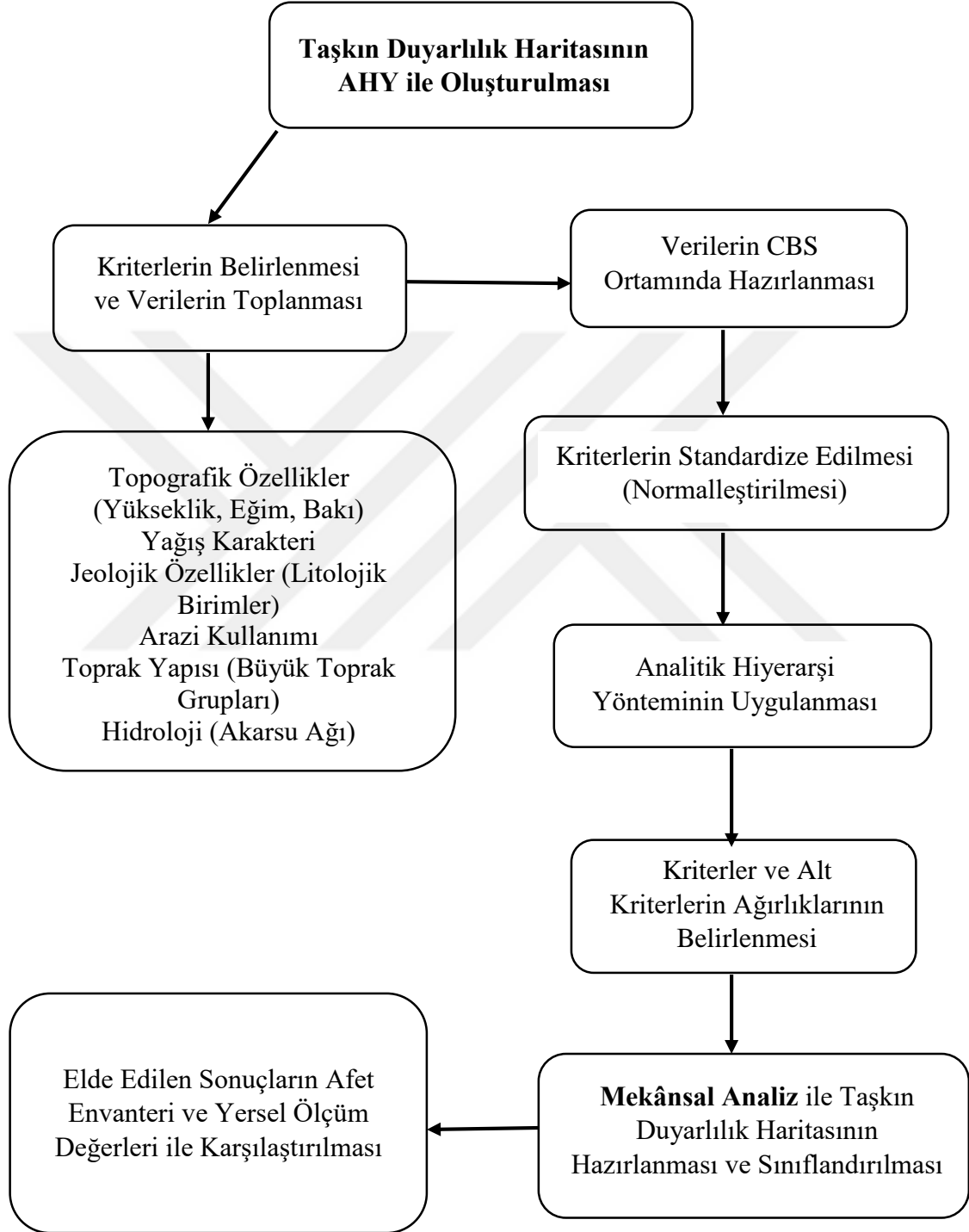
3.3. Yöntem

Çalışma alanı olarak seçilen bölgede geçmiş yıllardan itibaren ve sürekli tekrarlayan taşkınların, bu bölgede etkili olması nedeniyle Oğulpaşa Deresi Havzası seçilmiştir. Çalışmada Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden olan Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile CBS tabanlı taşkın riskine karşı duyarlı alanların belirlenmesi esas alınmıştır. Çalışmada izlenen işlem adımları Şekil 3’de gösterilmektedir.

3.3.1. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi (ÇKKVY)

Çeşitli toplumsal, teknik ve ekonomik sorunların çözülebilmesi ve problemler hakkında karar vermeyi desteklemek için Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri kullanılır (De Montis vd., 2000). Bu yöntem farklı kriterler kullanarak alternatiflerin karşılaştırılması, seçilmesi, sıralanması ve kullanılan tekniklerin bir bütünü olarak tanımlanabilir (Abdullah vd., 2021). Alternatiflerin belirlenmesine dayalı olarak kriterler göreceli olarak farklı paydaşlar, karar vericiler, yöneticiler ve uzmanlar tarafından değerlendirilir (Malczewski,

2006). Bu yöntemin içerisinde fayda/değer temelinde yer alan ve mekânsal analizlerin gerçekleştirilmesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri tabanına dayanan ÇKKVY'den Analitik hiyerarşi yöntemi kullanılmıştır.

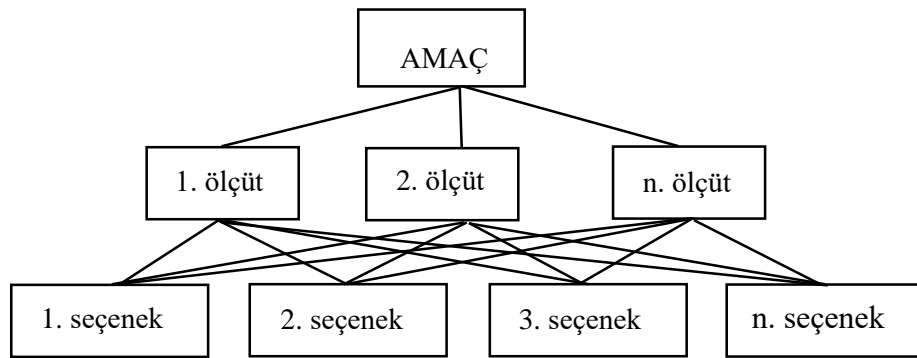


Şekil 3. Çalışmanın ana işlem adımları

3.3.2. Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY)

Analitik Hiyerarşi Yöntemi ilk kez 1968 yılında ortaya atılmış ve 1970 yılların sonlarında Thomas Saaty tarafından bir model olarak ortaya konmuştur. Genel haliyle AHY, çeşitli kriterleri aynı anda dikkate alarak, geri bildirim izin vererek ve bir sonuca varmak için sayısal değiş tokuşlar yaparak, kıyas kullanmadan hem tündengelimli hem de tümevarımsal düşünmeyi gerçekleştirmek için doğrusal olmayan bir çerçeve olarak tanımlanabilir (Saaty, 1987). Farklı alternatiflerin yer aldığı karmaşık problemler için karar verme konusunda en uygun seçimin yapılması durumudur. Bu yöntemde hem nitel hem de nicel ölçütler kullanılabilirliği için uygulamada yoğunlukla tercih edilmektedir (Adıgüzel, 2009; Sayar vd., 2019). Analitik Hiyerarşi Yöntemi ilk olarak ortaya konulduğundan itibaren çok farklı disiplinlerde ve giderek artan bir şekilde kullanılmaktadır. Çeşitli kullanım alanlarına baktığımızda ekonomi/yönetim, politika, sosyal problemler, teknoloji ve bilim, kitap uygulamaları gibi çok farklı disiplinlerde ele alındığı görülmektedir (Vargas, 1990).

Basit şekliyle Analitik Hiyerarşi Yöntemi Şekil 4'de gösterilmektedir. Hiyerarşik yapı en az üç düzeyden oluşmaktadır. Bu şekilde bir amaç doğrultusunda seçilen ölçütler ve bu ölçütlere ait alt seçenekler yer almaktadır. Hiyerarşik yapı ele alındığında ölçüt sayıları ve buna bağlı olarak seçenekler istenilen sayıda tanımlanabilmektedir.



Şekil 4. Basit analitik hiyerarşi modeli (Saaty, 1980)

Analitik Hiyerarşi Yönteminde karar verme süreçlerinde şu adımları takip edilir (Çiçekli ve Karaçizmeli, 2013; Mesiha, 2000; Saaty, 1994):

1. Bir amaca yönelik olarak hedef ortaya konulur. Problemin temel ölçütleri ve bu ölçütlere bağlı olan seçenekler belirlenir. Bu seçenekler ve ölçütlere göre bir hiyerarşik model oluşturulur.
2. Model oluşturulduktan sonra hiyerarşi içerisindeki ölçütlerin (kriterlerin) ve bu ölçütlere ait seçeneklere sayısal değer verilerek anlamlı hale getirilir. Kriterler ve bu kriterlere bağlı olan alt gruptaki seçeneklerin belirli bir amaç doğrultusunda Saaty (1980) tarafından ve Tablo 2’de gösterilen önem ölçeği kullanılarak kriterler arasında ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur. Bu matriste n tane kriter için $n(n-1)/2$ adet karşılaştırma yapılır

Tablo 2

AHY önem ölçeği (Saaty, 1987)

| Önem Derecesi | Tanımı | Açıklaması |
|---------------|---------------------------|--|
| 1 | Eşit Derecede Önemli | Her iki faaliyette amaca eşit katkı verir. |
| 3 | Orta Derecede Önemli | Tecrübe ve değerlendirmeler sonucunda bir faaliyet diğerine göre biraz daha fazla tercih edilir. |
| 5 | Güçlü Derecede Önemli | Tecrübe ve değerlendirmeler sonucunda bir faaliyet diğerine göre çok daha fazla tercih edilir. |
| 7 | Çok Güçlü Derecede Önemli | Bir faaliyet diğerine göre çok güçlü şekilde tercih edilir. Uygulamada üstünlüğü ispatlanmıştır. |
| 9 | Son Derece Önemli | Bir faaliyet diğerine göre mümkün olan en yüksek derecede tercih edilir. |
| 2, 4, 6, 8 | Ara Değerler | |

İkili karşılaştırma matrisi n sayıda kritere bağlı olarak, $(n \times n)$ boyutunda ve köşegen matrisi 1 olacak şekilde oluşturulur (Saaty ve Özdemir, 2003). Oluşturulan matris Eşitlik 3.1’de şu şekilde gösterilmektedir.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

3. AHY görelî ağırlıkları türetmek için kriterlerin ikili karşılaştırmalarını kullanır (Greene vd., 2011; Saaty, 1980). İkili karşılaştırma matrisindeki her bir sütunun bileşenleri, o sütunda yer alan değerlerin toplamına bölünerek Normalleştirilmiş İkili Karşılaştırma Matrisi elde edilir. Bu matriste her sütundaki değerlerin toplamı 1'e eşitlenmiş olur. Sonrasında değerler toplanır ve toplam kriter sayısına bölünerek aritmetik ortalaması alınır ve ağırlık oranları bu şekilde hesaplanmış olur.
4. Bu adımda AHY elde edilen ikili karşılaştırma matrislerinin tutarlılığı hesaplanmalıdır. İkili karşılaştırma değerlerinin tutarlı olup olmadığının belirlenmesi için Saaty (1980) tarafından önerilmiş olan tutarlılık oranı kullanılmaktadır. Saaty tarafından önerilen bu tutarlılıktaki değer en fazla 0,10 olmalıdır. İkili karşılaştırma değerlerinin sonuçları bu oranın altında ise bu değerlerin kullanılabilir olduğu ve kendi içerisinde tutarlı olduğu, ancak elde edilen değer 0,10 değerinden büyük olması durumunda değerlerin tutarsız olduğu ve tekrar gözden geçirilmesi gerektiği anlaşılmalıdır (Malczewski, 1999).
5. Tutarlılık Oranı (TO) hesaplanması öncelikle Tutarlılık İndeksi (Tİ), hesaplanmalıdır. Tutarlılık İndeksi hesaplanırken Eşitlik (3.2) den yararlanır. Burada λ : tutarlılık vektörünün ortalama değerini ve n: kriter (ölçüt) sayısını göstermektedir.

$$TI = \left(\frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \right) \quad (3.2)$$

6. Tutarlılık İndeksi (Tİ), kriter (ölçüt) sayısı (n) hangi Tesadüfilik Gösterge (TG) değerine karşılık geliyorsa o değere bölünür ve bu şekilde Tutarlılık Oranı hesaplanmış olur (Eşitlik 3.3). Tesadüfilik Gösterge değerleri Tablo 3'de gösterilmektedir.

$$TO = \frac{TI}{TG} \quad (3.3)$$

Tablo 3

Tesadüfilik gösterge değerleri (Malczewski, 2004)

| n | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| TG | 0,00 | 0,00 | 0,58 | 0,90 | 1,12 | 1,24 | 1,32 | 1,41 | 1,45 | 1,49 | 1,51 | 1,48 | 1,56 | 1,57 | 1,59 |

7. Son olarak kriterlerin alt sınıflarına ait n sayıda seçenek için belirlenen her bir ağırlık oranı, kriterlere ait ağırlık oranları ile çarpılıp toplanarak amaca yönelik çıktı ürünü elde edilir.

AHY’de kullanılan ölçütler ve bu ölçütlere bağlı olan ağırlık değerleri çalışılan bölgenin tüm özellikleri dikkate alınarak literatür ve uzman görüşleri doğrultusunda hazırlanır. Yapılan çalışmada da bu yol izlenmiştir.

3.3.3. Ölçütlerin Belirlenmesi

Bu çalışmada Analitik Hiyerarşi Yöntemi kullanılarak taşkın duyarlılığın belirlenmesi ve değerlendirilmesi için Edirne Merkez ilçesi ile Havsa ilçesi sınırında yer alan Oğulpaşa Deresi’nin yer aldığı havza seçilmiştir. Kriterlerin belirlenmesi taşkın duyarlılığının belirlenmesindeki temel adımdır. Bu adım gerçekleştirilirken ilgili kriterlerin belirlenebilmesi için literatür araştırması (Coşkun ve Ortaç, 2022; Çamcı vd, 2022; Karakuş ve Ceylan, 2022; Tokgözlü ve Özkan, 2018), uzman görüşü ve sahanın koşulları dikkate alınmıştır. Bu doğrultuda taşkın duyarlılığını değerlendirebilmek için 8 farklı ölçüt belirlenmiştir. Bunlar; yağış, yükseklik, eğim, baki, arazi kullanımı, jeoloji (litoloji), büyük toprak grupları ve akarsulara uzaklık ölçütleridir.

3.3.4. Ölçüt Ağırlıklarının Belirlenmesi

Taşkın duyarlılığının değerlendirilmesinde belirlenmiş olan faktörlerin arasında birbirine göre ağırlıklarının belirlenmesi uzman görüşleri, literatür araştırması (Duman ve İrcan, 2022; Oğuz vd., 2016; Özşahin, 2013b) ve çalışılan sahanın koşulları göz önüne alınarak düzenlenmiştir. Ağırlıkların elde edilmesinde ikili karşılaştırmalar matrisi kullanılmıştır. Karşılaştırma yapılırken Tablo 2’de yer AHY önem ölçeği kullanılmıştır. Kriterlerin ikili karşılaştırmalar matrisi Tablo 4’de gösterilmektedir.

Tablo 4

Kriterlerin ikili karşılaştırmalar matrisi

| Ölçüt | Ö1 | Ö2 | Ö3 | Ö4 | Ö5 | Ö6 | Ö7 | Ö8 |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| Ö1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Ö2 | 1/2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 |
| Ö3 | 1/3 | 1/2 | 1 | 2 | 3 | 3 | 5 | 5 |
| Ö4 | 1/4 | 1/3 | 1/2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 4 |
| Ö5 | 1/4 | 1/4 | 1/3 | 1/2 | 1 | 1 | 2 | 3 |
| Ö6 | 1/5 | 1/4 | 1/4 | 1/3 | 1/2 | 1 | 2 | 3 |
| Ö7 | 1/6 | 1/5 | 1/4 | 1/4 | 1/3 | 1/2 | 1 | 2 |
| Ö8 | 1/7 | 1/6 | 1/5 | 1/4 | 1/4 | 1/3 | 1/2 | 1 |

Ö1: Yağış

Ö2: Eğim

Ö3: Yükseklik

Ö4: Arazi Kullanımı

Ö5: Litoloji

Ö6: Büyük Toprak Grupları

Ö7: Bakı

Ö8 Akarsuya Uzaklık

Kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi oluşturulduktan sonra elde edilen değerler, sütun toplamına bölünür ve her ölçüt için değerler standardize edilir. Elde edilen bu değerler her satır için ayrı ayrı toplanarak belirlenen ölçüt (kriter) sayısına bölünür ve ölçütlere ait bağıl ağırlık oranı bu şekilde hesaplanmış olur. Elde edilen ağırlık değerlerinde her sütunda yer alan değerlerin toplamının 1'e eşit olup olmadığına bakılarak kontrol edilir. Kriterlere ait ağırlık hesabı ve değerler Tablo 5'de gösterilmiştir.

Tablo 5

Ağırlık hesabı

| Ölçüt | Ö1 | Ö2 | Ö3 | Ö4 | Ö5 | Ö6 | Ö7 | Ö8 | Ağırlık |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Ö1 | 0,35175 | 0,43010 | 0,39647 | 0,34532 | 0,25263 | 0,28037 | 0,24489 | 0,22580 | 0,316 |
| Ö2 | 0,17587 | 0,21505 | 0,26431 | 0,25899 | 0,25263 | 0,28037 | 0,20408 | 0,19354 | 0,231 |
| Ö3 | 0,11725 | 0,10752 | 0,13215 | 0,17266 | 0,18947 | 0,16822 | 0,20408 | 0,16129 | 0,157 |
| Ö4 | 0,08793 | 0,07168 | 0,06607 | 0,08633 | 0,12631 | 0,11214 | 0,12244 | 0,12903 | 0,100 |
| Ö5 | 0,08793 | 0,05376 | 0,04405 | 0,04316 | 0,06315 | 0,05607 | 0,08163 | 0,09677 | 0,066 |
| Ö6 | 0,07035 | 0,04301 | 0,04405 | 0,04316 | 0,06315 | 0,05607 | 0,08163 | 0,09677 | 0,062 |
| Ö7 | 0,05862 | 0,04301 | 0,02643 | 0,02877 | 0,03157 | 0,02803 | 0,04081 | 0,06451 | 0,040 |
| Ö8 | 0,05025 | 0,03584 | 0,02643 | 0,02158 | 0,02105 | 0,01869 | 0,02040 | 0,03225 | 0,028 |
| Toplam | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Oluşturulan ikili karşılaştırma matrisindeki belirlenmesinde Tutarlılık Oranı hesaplamalarında yararlanılmıştır. Bu doğrultuda 1.adımda ağırlık değerleri ikili karşılaştırmalar matrisi ile çarpılarak tüm değerler toplanır. 2. adımda ise elde edilen bu değerler bağıl ağırlık değerlerine bölünür ve elde edilen sonuçlar toplanarak kriter sayısına bölünerek tutarlılık vektörünün ortalama değeri elde edilmiş olur. Sonrasında ise Tutarlılık İndeksi (Tİ) Eşitlik (3.2)'ye göre hesaplanır. Tutarlılık Oranı (TO) hesaplamasında ölçüt sayısına bağlı olarak Tesadüfilik Göstergesi (TG)'ne bölünür ve Eşitlik (3.3) kullanılarak Tutarlılık Oranı hesaplanmış olur. Elde edilen bu değer 0,1'in altında olması gereklidir. Eğer elde edilen değer 0,10 değerinden büyük olursa değerlerin tekrar gözden geçirilmesi gerekir. Çalışma da ölçütlere ait tutarlılık oranı 0,023 olarak hesaplanmış tutarlı olduğu görülmüştür (Tablo 6).

Tablo 6

Tutarlılık Hesabı

| 1.Adım | 2.Adım |
|--|--------|
| $1*0,316+2*0,231+3*0,157+4*0,100+4*0,066+5*0,062+6*0,040+7*0,028=2,6590$ | 8,4146 |
| $1/2*0,316+1*0,231+2*0,157+3*0,100+4*0,066+5*0,062+5*0,040+6*0,028=1,9450$ | 8,4199 |
| $1/3*0,316+1/2*0,231+1*0,157+2*0,100+3*0,066+3*0,062+5*0,040+5*0,028=1,3018$ | 8,2919 |
| $1/4*0,316+1/3*0,231+1/2*0,157+1*0,100+2*0,066+2*0,062+3*0,040+4*0,028=0,8225$ | 8,2250 |
| $1/4*0,316+1/4*0,231+1/3*0,157+1/2*0,100+1*0,066+1*0,062+2*0,040+3*0,028=0,5311$ | 8,0467 |
| $1/5*0,316+1/5*0,231+1/3*0,157+1/2*0,100+1*0,066+1*0,062+2*0,040+3*0,028=0,5037$ | 8,1247 |
| $1/6*0,316+1/5*0,231+1/5*0,157+1/3*0,100+1/2*0,066+1/2*0,062+1*0,040+2*0,028=0,3326$ | 8,0900 |
| $1/7*0,316+1/6*0,231+1/5*0,157+1/4*0,100+1/3*0,066+1/3*0,062+1/2*0,040+1/2*0,028=0,2307$ | 8,2396 |
| $\lambda = 8,23156$ | |
| $Tİ = 0,03308$ | |
| $TO = 0,023$ | |

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Taşkına Etki Eden Faktörler

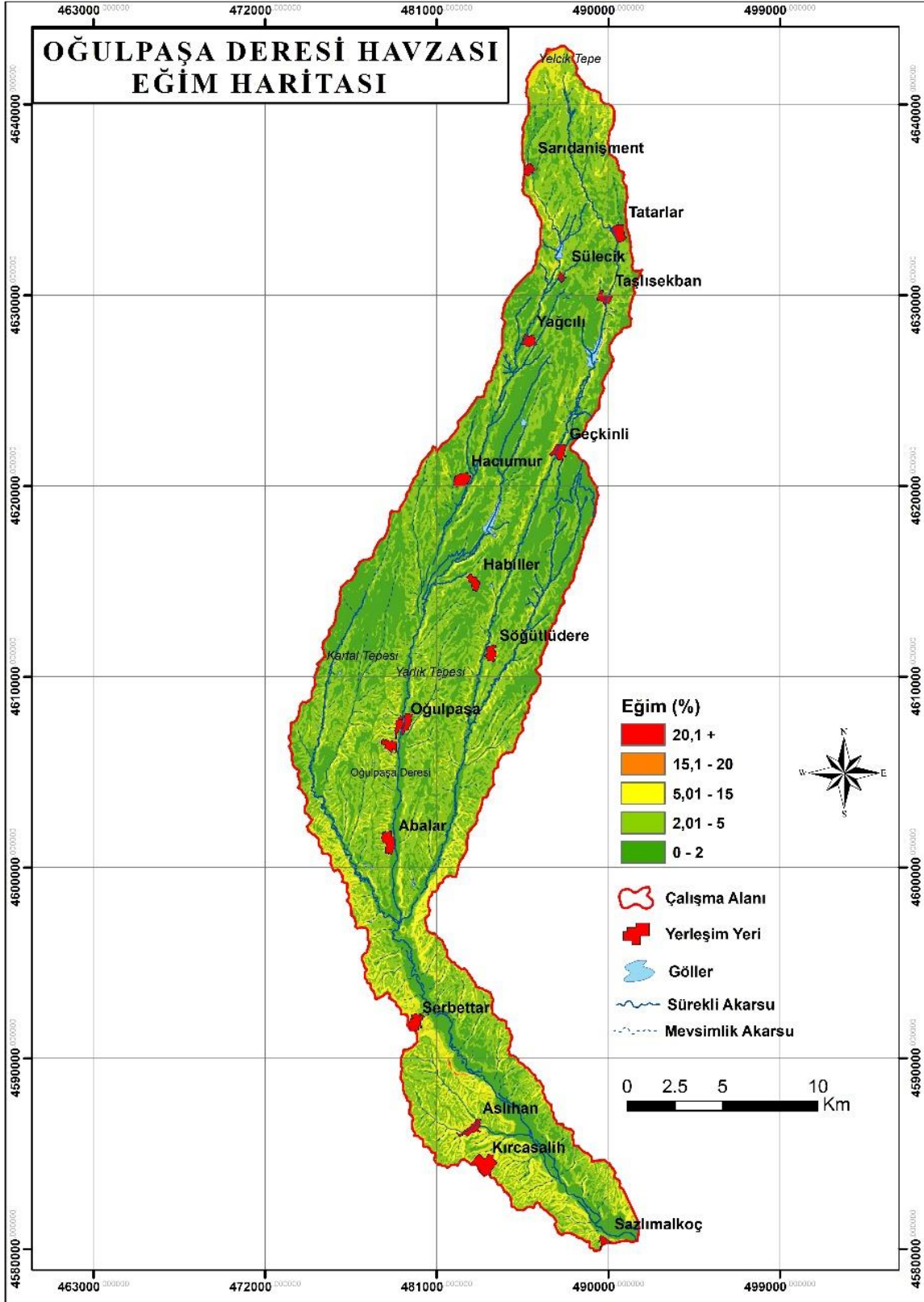
4.1.1. Eğim

Eğim, sel ve taşkın oluşumunda su akışı miktarını, suyun hızını, süresini ve yüzeydeki birikimini belirleyen önemli faktörlerden biridir (Çamcı vd., 2022). Eğimin yüksek olduğu alanlar suyun akışına imkân verirken düşük eğimli alanlarda bu durum suyun durgunlaşmasına ve göllenmeye neden olmaktadır (Dash ve Sar, 2020). Eğimin fazla olması akarsu havzasında toplanan suyun yukarı havzalardan aşağı kesimlere hareket etmesine, şiddetinin artmasına ve çoğunlukla da taşkınlara dönüşmesine neden olur.

Çalışmada eğim haritası SYM kullanılarak elde edilmiştir. Çalışma alanına bakıldığından eğim değerlerinde belirgin diklikler görülmediği, düz ve düze yakın alanların çoğunlukta olduğu, eğim değerlerinin de (0°-22°) arasında değiştiği görülmektedir. Eğim değerleri taşkın riski esas alınarak 5 (beş) sınıf olacak şekilde düzenlenmiştir. Eğim değerlerine ait bilgiler Tablo 7’de gösterilmektedir. Eğim özelliklerinin düz ve düze yakın değerlerde olması suların göllenmesine ve taşkın duyarlılığına zemin hazırlayan bir özelliktir (Özalp, 2009; Turoğlu, 2010). Taşkın duyarlılığı açısından bakıldığında, eğim değerleri %0-2 ve %2-5 arasında olan alanların taşkın oluşumu potansiyeli en yüksek alanlar olduğu görülmektedir. Taşkın riskinin en çok öne çıktığı (0°-2°) eğim değerine sahip alanlar çalışma alanının %42,9’unu kaplamakta ve 19.347,48 ha.’dır. Çalışma alanına ait sayısal yükseklik modeli kullanılarak elde edilen eğim haritası Şekil 5’de gösterilmektedir.

Tablo 7
Çalışma Alanı Eğim Değerleri

| Ölçüt | Ölçüt Ağırlık | Eğim (°) | Kriterler Alan | |
|----------|---------------|----------|----------------|-----------|
| | | | Hektar (ha) | Yüzde (%) |
| Eğim (%) | 0.231 | 0 - 2 | 19,347.48 | 42.9 |
| | | 2 - 5 | 20,044.47 | 44.44 |
| | | 5 - 15 | 5,680.73 | 12.6 |
| | | 15 - 20 | 25.35 | 0.06 |
| | | 20 + | 2.49 | 0.01 |



Şekil 5. Çalışma alanı eğim haritası

4.1.2. Yükseklik

Yükseklik genel olarak taşkın riski olan alanların belirlenmesinde önemli bir faktördür (Souissi vd., 2020). Yüksekliğin iklim ve eğim değerleri üzerinde etkisi olmakla birlikte, yüzeysel akış yükseklikle doğru orantılı olacak şekilde artar (Hoşgören, 2001). Yükseklik arttıkça buna bağlı olarak düşük sıcaklık ve yağışlarında artması ile yüksek kesimlerdeki sular akarsu ve dere yataklarındaki yüksekliğin az olduğu kısımlara akma eğilimi gösterir. Bu durum sel ve taşkın riskini önemli ölçüde artırır (Işık vd.,2020).

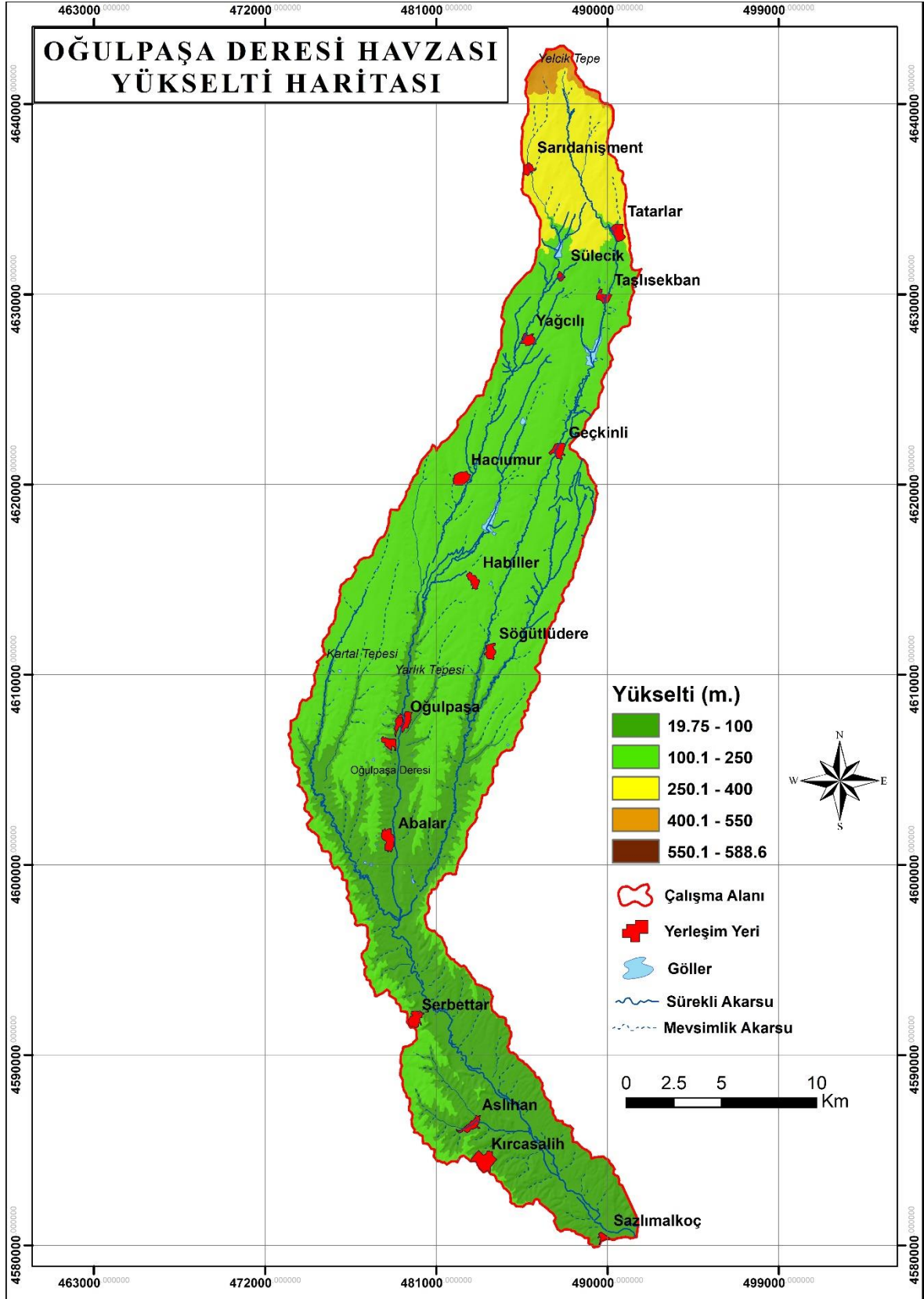
Çalışma alanına ait sayısal yükseklik modeli elde etmek için temin edilen 1/25000 ölçekli haritalar kullanılmıştır. Sayısal yükseklik modeli için TM (Transverse-Mercator) projeksiyonu, TUREF (Türkiye Ulusal Referans Çerçevesi) datumunda, çalışma alanına karşılık gelen 27. Zone kullanılmıştır. Elde edilen model 25x25 m hücre boyutuna sahiptir.

Çalışma alanına ait yükseklik değerleri 19-590 m aralığında değişmektedir ve beş sınıfa ayrılmıştır. Çalışma sahasında yer alan yükselti kademeleri içerisinde 100 m.'nin altında kalan alanlarda taşkın riskinin yüksek olduğu görülür (Turoğlu ve Uludağ, 2010). Çalışma sahasındaki 19-100 m yükseklik aralığına sahip alanlar çalışma sahasının %31,5'ini kaplamaktadır (Tablo 8). Çalışma alanına ait yükseklik haritası Şekil 6'da gösterilmektedir.

Tablo 8

Çalışma Alanı Yükseklik Değerleri

| Ölçüt | Ölçüt Ağırlık | Yükseklik (m) | Kriterler Alan | |
|---------------|---------------|---------------|----------------|-----------|
| | | | Hektar (ha) | Yüzde (%) |
| Yükseklik (m) | 0.157 | 19 -100 | 14,206.85 | 31.5 |
| | | 100 - 250 | 26,714.04 | 59.23 |
| | | 250 - 400 | 3,692.89 | 8.19 |
| | | 400 - 550 | 489.51 | 1.08 |
| | | 550 - 590 | 1.87 | 0.01 |



Şekil 6. Çalışma alanı yükseklik haritası

4.1.3. Bakı

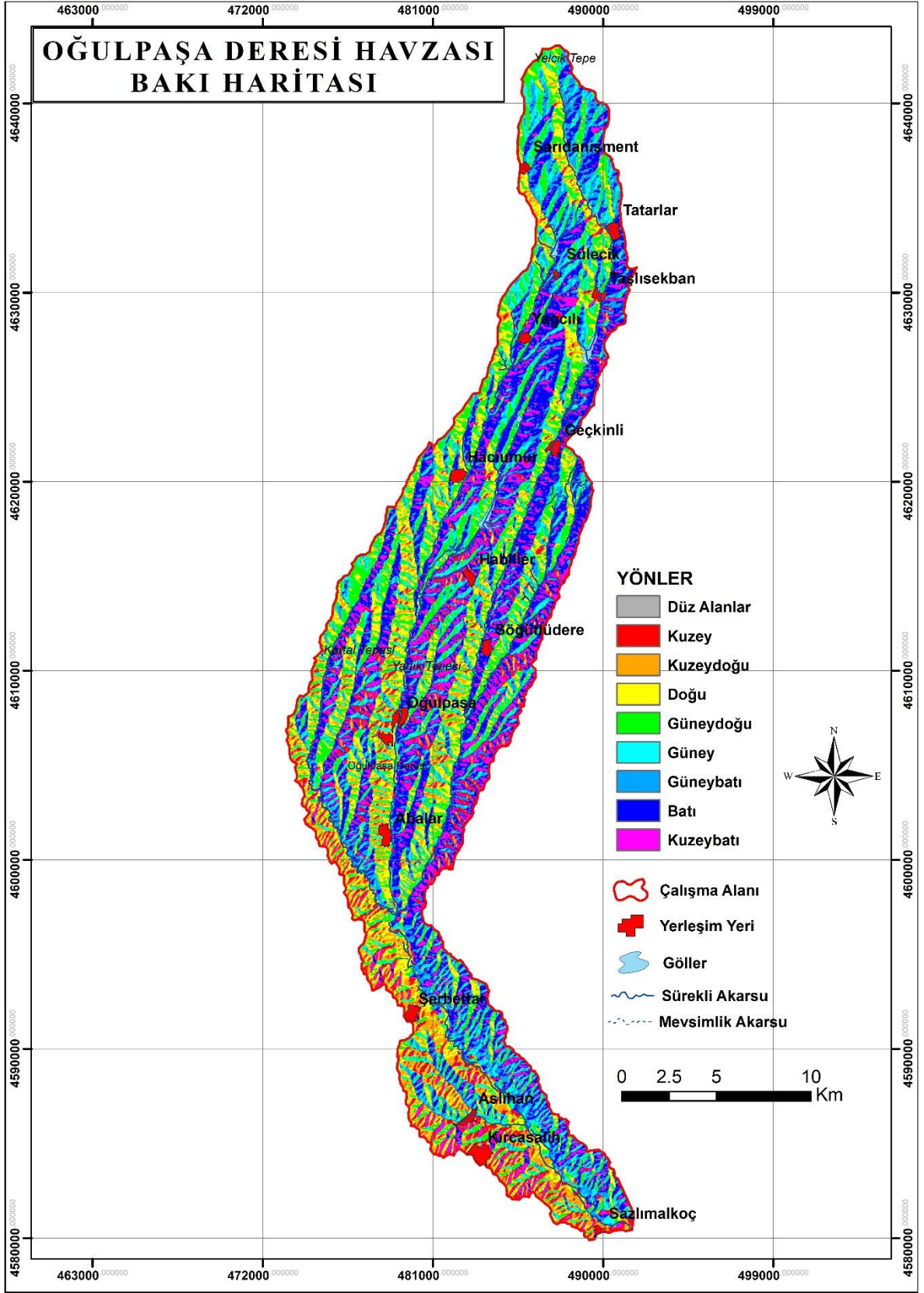
Bakı bir dağın yamaçlarında yağış, bitki örtüsü, sıcaklık gibi farklılıkları ifade eder (Dölek, 2015). Yağış miktarı ve sıcaklığa etki ederek dolaylı olarak taşkın üzerinde rol oynamaktadır. Nemli rüzgarlara dönük yamaçlar daha fazla yağış alacağından taşkınlar üzerinde etkisi olmaktadır (Hoşgören, 2001). Güneye bakan yamaçlarda bitkilere ait su kaybının fazla olması bu yamaçlardaki bitkilerde su ihtiyacı doğurur. Bu durum güneye bakan yamaçlarda nispeten seyrek bitki örtüsü oluşumuna ve buna bağlı olarak yüzeysel akışın hızlanmasına neden olur (Özdemir, 2007; Turoğlu ve Özdemir, 2005).

Çalışma sahasına ait bakı değerleri sayısal yükseklik modeli kullanılarak elde edilmiştir. Elde edilen bakı değerleri dört bakı yönü olacak şekilde bir araya getirilmiştir. Çalışma sahası bakı değerlerine bakıldığında güney yönlü bakıların hâkim olduğu görülmektedir (%40,46). Çalışma sahasının yükseklik değerleri güney-güneybatıdan kuzey yönüne doğru artış göstermektedir. Bu durum güney bakılı cephelerde ve batı yönlü bakılarda yağışı arttırıcı orografik bir etki meydana getirerek taşkın üzerinde dolaylı olarak etki etmektedir (Bitek vd., 2022). Çalışma sahasına ait bakı yönleri ve bunlara ait değerler Tablo 9’da ve çalışma sahasının bakı haritası Şekil 7’de gösterilmektedir.

Tablo 9

Çalışma Alanı Bakı Değerleri

| Ölçütler | Ölçüt Ağırlık | Bakı Yönleri | Kriterler Alan | |
|----------|---------------|---------------------------|----------------|-----------|
| | | | Hektar (ha) | Yüzde (%) |
| Bakı | 0,040 | Güney-Güneybatı-Güneydoğu | 18.245,01 | 40,46 |
| | | Batı | 9.074,63 | 20,12 |
| | | Kuzey-Kuzeybatı-Kuzeydoğu | 10.972,01 | 24,33 |
| | | Doğu | 6.803,30 | 15,09 |



Şekil 7. Çalışma alanı bakı haritası

4.1.4. Yağış

Sel ve taşkınların oluşumunda en önemli doğal ölçüt olarak yağış gelmektedir. Taşkınlar özellikle ani yağışlar neticesinde meydana gelmektedir. Meydana gelen ani ve yoğun yağışlar diğer ölçütlerin de etkisi ile birleşerek taşkınlara neden olurlar. Oluşan yoğun ve ani yağışların süresi ile taşkınların oluşumu arasında doğru orantı vardır. Günümüzde iklimsel değişimlerin etkisi ile birlikte yağışların özellikleri ve miktarlarında görülen farklılıklar taşkınları arttırıcı yönde bir etki gösterir. Yaz mevsimlerinde meydana gelen ani yağışlar bu etkiye göre şekillenir (Çamcı, 2022; Hoşgören 2001, Özdemir, 2018).

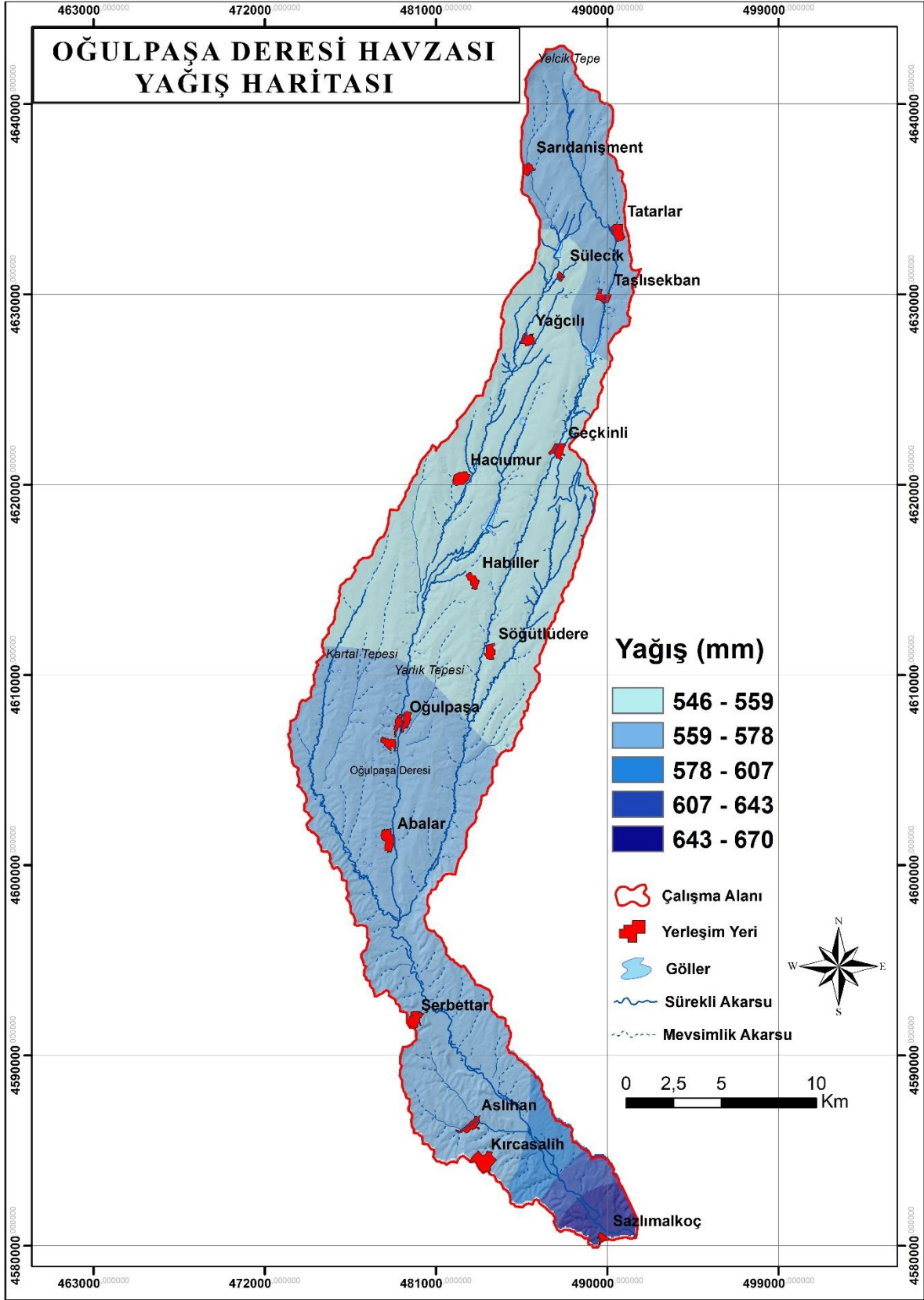
Çalışma alanındaki yağış haritası Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon Yöntemi (IDW) kullanılarak elde edilmiştir (Arslanoğlu ve Özçelik, 2005). Bu yöntemde çalışma alanına en yakın konumda ve uzun dönem verilerinin olduğu Edirne Meteoroloji İstasyonuna ait bilgiler kullanılmıştır (1960-2022). Bu istasyona ait yıllık ortalama toplam yağış verisi 565,1 mm'dir. İstasyon yüksekliği 51m olarak sunulmaktadır. Ayrıca havzaya en yakın konumdaki yerleşimlere ait toplam yağış verileri de kullanılmıştır. Bu yöntemde mesafeye göre enterpole edilecek nokta ters olarak ağırlıklandırılır ve örnek noktalara göre ortalama bir yüzey enterpolasyonu gerçekleştirilir.

Çalışma alanına baktığımızda yağış değerlerinin 546-670 mm arasında değiştiği görülmektedir. Yağış ortalama değeri ile kapladığı alan arasında ters orantı olduğu görülmektedir. Çalışma alanına ait değerler Tablo 10'da ve yağış haritası Şekil 8'de gösterilmektedir.

Tablo 10

Çalışma Alanı Ortalama Yağış Değerleri

| Ölçütler | Ölçüt Ağırlık | Ortalama Yağış (mm) | Kriterler Alan | |
|----------|---------------|---------------------|----------------|-----------|
| | | | Hektar (ha) | Yüzde (%) |
| Yağış | 0.316 | 643 - 670 | 838,26 | 1,86 |
| | | 607 - 643 | 707,96 | 1,57 |
| | | 578 - 607 | 1.280,86 | 2,85 |
| | | 559 - 578 | 23.178,18 | 51,56 |
| | | 546 - 559 | 18.945,34 | 42,15 |



Şekil 8. Çalışma alanı yağış haritası

4.1.5. Arazi Kullanımı

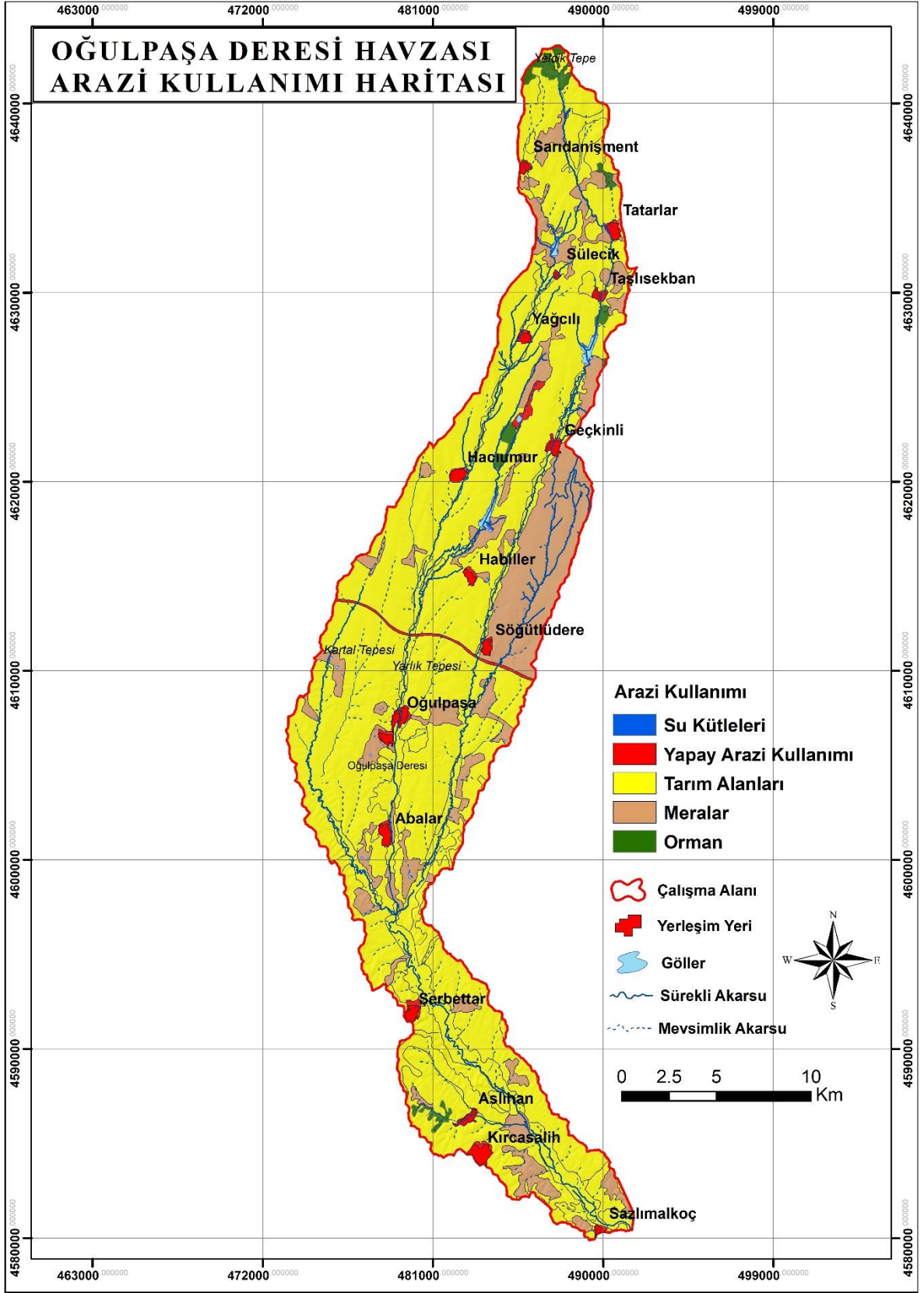
Doğal ortam koşulları ve beşeri özellikler arazilerin kullanım potansiyelini belirlemede etkili olan faktörlerdir. Potansiyeline uygun olarak kullanılmayan alanlar sürdürülebilir gelişmeyi etkileyen faktörler olarak karşımıza çıkmaktadır (Cürebal vd., 2008). Özellikle plansız yerleşmeler ve arazilerin uygun olmayan şekillerde kullanılması çeşitli sorunları da beraberinde getirmektedir. Arazi kullanımı taşkınların oluşumunda etkili faktörlerden biridir. Özellikle yapay kullanım alanlarında yer alan geçirimsiz yüzeyler suyun yüzey akışına etki ederek önünde bir baraj vazifesi görür ve suyun toprağa sızmasını engellemektedir. Geçirimsiz yüzeylerin artması yağış ile birleşerek taşkın oluşuma zemin hazırlamaktadır (Karakuş ve Ceylan, 2022; Önsoy, 2008).

Bu çalışmada elde edilen arazi sınıfları sahanın koşullarına literatür araştırmasına ve Corine sistemine göre sınıflarına ayrılmıştır (Sarı ve Özşahin, 2016). Çalışma alanı içerisinde tarım alanlarının geniş yer kapladığı görülür. Su yüzeyleri (Gölet vb.) ise en az kullanıma sahip alanlardır. Çalışma sahasına ait değerler Tablo 11’de ve çalışma alanına ait arazi kullanım haritası Şekil 9’da gösterilmektedir.

Tablo 11

Çalışma Alanı Arazi Kullanım Değerleri

| Ölçütler | Ölçüt Ağırlık | Kullanım Alanları | Kriterler Alan | |
|-----------------|---------------|-----------------------|----------------|-----------|
| | | | Hektar (ha) | Yüzde (%) |
| Arazi Kullanımı | 0.100 | Yapay Arazi Kullanımı | 976.35 | 2.03 |
| | | Tarım Alanları | 38,298.16 | 79.69 |
| | | Meralar | 8,065.69 | 16.78 |
| | | Orman | 574.52 | 1.2 |
| | | Su Yüzeyleri | 146.54 | 0.3 |



Şekil 9. Çalışma alanı arazi kullanımı haritası

4.1.6. Jeolojik Yapı (Litoloji)

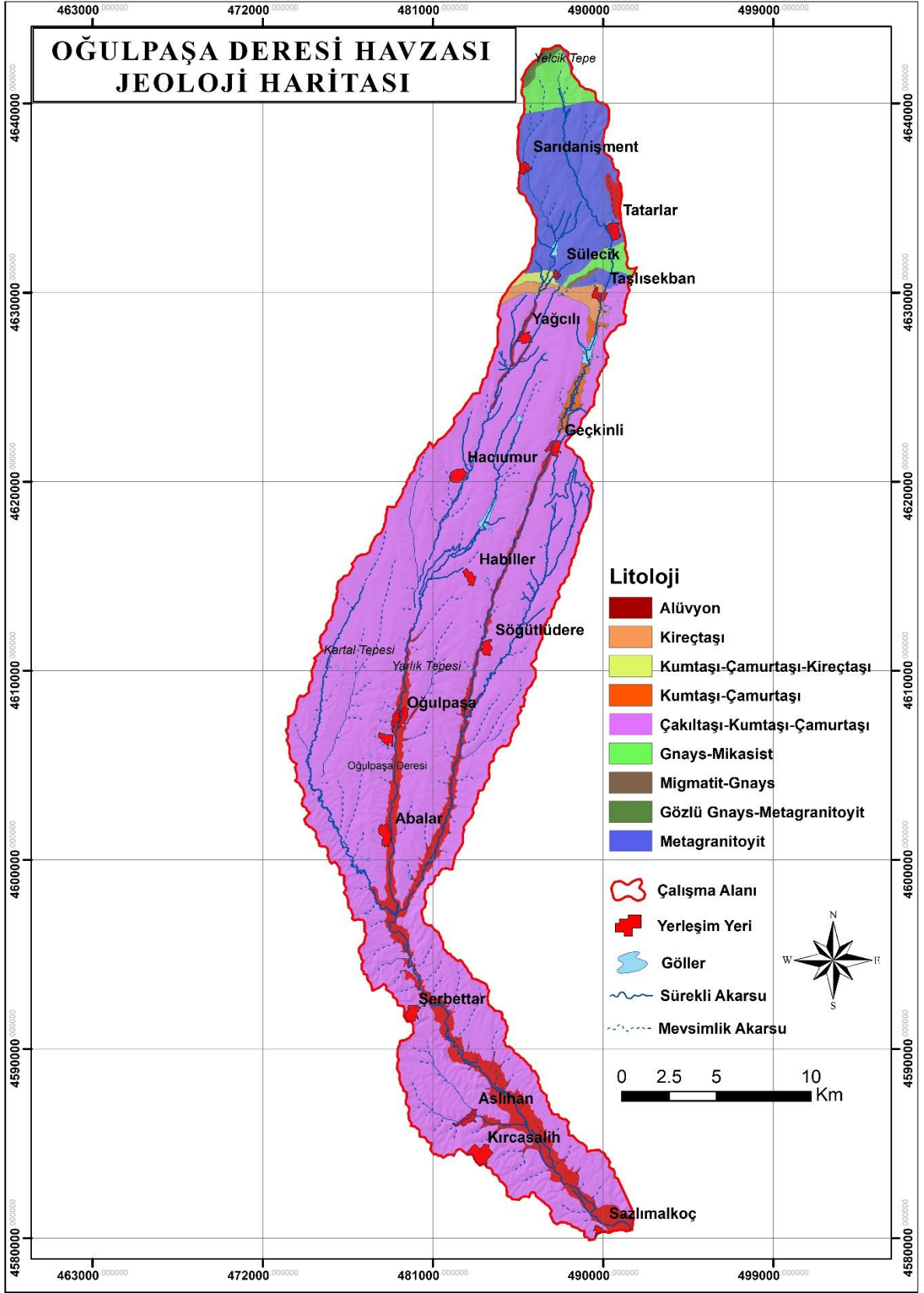
Litolojik birimler taşkınlar üzerinde etkili olan faktörlerden bir diğeridir. Kayaçların cinsi, geçirimsizlik oranı, gözenekli yapısına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Bu durum yağmur sularının yüzeysel akışında önemli bir faktördür. Kayaçların geçirimsizlik oranı arttıkça zemine bağlı olarak, akarsuya karışan su miktarı ters orantılı olacak şekilde azalır. Yağışlar ile gelen suyun büyük kısmı yer altı sularına karışarak yüzeysel akışa geçen su miktarının azalmasına neden olur. Ancak geçirimsiz olan formasyonlarda yüzey akışındaki artışa bağlı olarak taşkın/sel riskini de arttırmaktadır (Dölek, 2015; Işık vd.,2020).

Çalışma sahası incelendiğinde en fazla alana sahip olan birimin Çakıldaşı-Kumtaşı-Çamurtaşı birimlerinin olduğu görülür ve alanın (%78,14)'ünü kapsamaktadır. Alüvyon birimler taşkın oluşumunda diğer formasyonlara göre daha fazla risk oluşturarak taşkına en yatkın birim olarak ortaya çıkmaktadır. Çalışma alanının (%8,28) kaplamaktadır. Bu iki birim çalışma sahasının orta ve güney kısımlarında yoğunlaşmıştır. Çalışma alanına ait litolojik formasyon değerleri Tablo 12'de ve çalışma alanı jeoloji haritası Şekil 10'da gösterilmektedir.

Tablo 12

Çalışma Alanı Litolojik Yapı Değerleri

| Ölçütler | Ölçüt Ağırlık | Litolojik Birimler | Kriterler Alan | |
|----------|---------------|-----------------------------|----------------|-----------|
| | | | Hektar (ha) | Yüzde (%) |
| Litoloji | 0.066 | Alüvyon | 3,733.28 | 8.28 |
| | | Çakıldaşı-Kumtaşı-Çamurtaşı | 35,243.90 | 78.14 |
| | | Kumtaşı-Çamurtaşı | 350.00 | 0.78 |
| | | Kumtaşı-Çamurtaşı-Kireçtaşı | 125.76 | 0.28 |
| | | Kireçtaşı | 410.73 | 0.91 |
| | | Gnays-Mikasist | 1,017.97 | 2.26 |
| | | Migmatit-Gnays | 45.36 | 0.1 |
| | | Gözlü Gnays-Metagranitoyit | 120.87 | 0.27 |
| | | Metagranitoyit | 4,058.17 | 9.00 |



Şekil 10. Çalışma alanı jeoloji haritası

4.1.7. Toprak (Büyük Toprak Grupları)

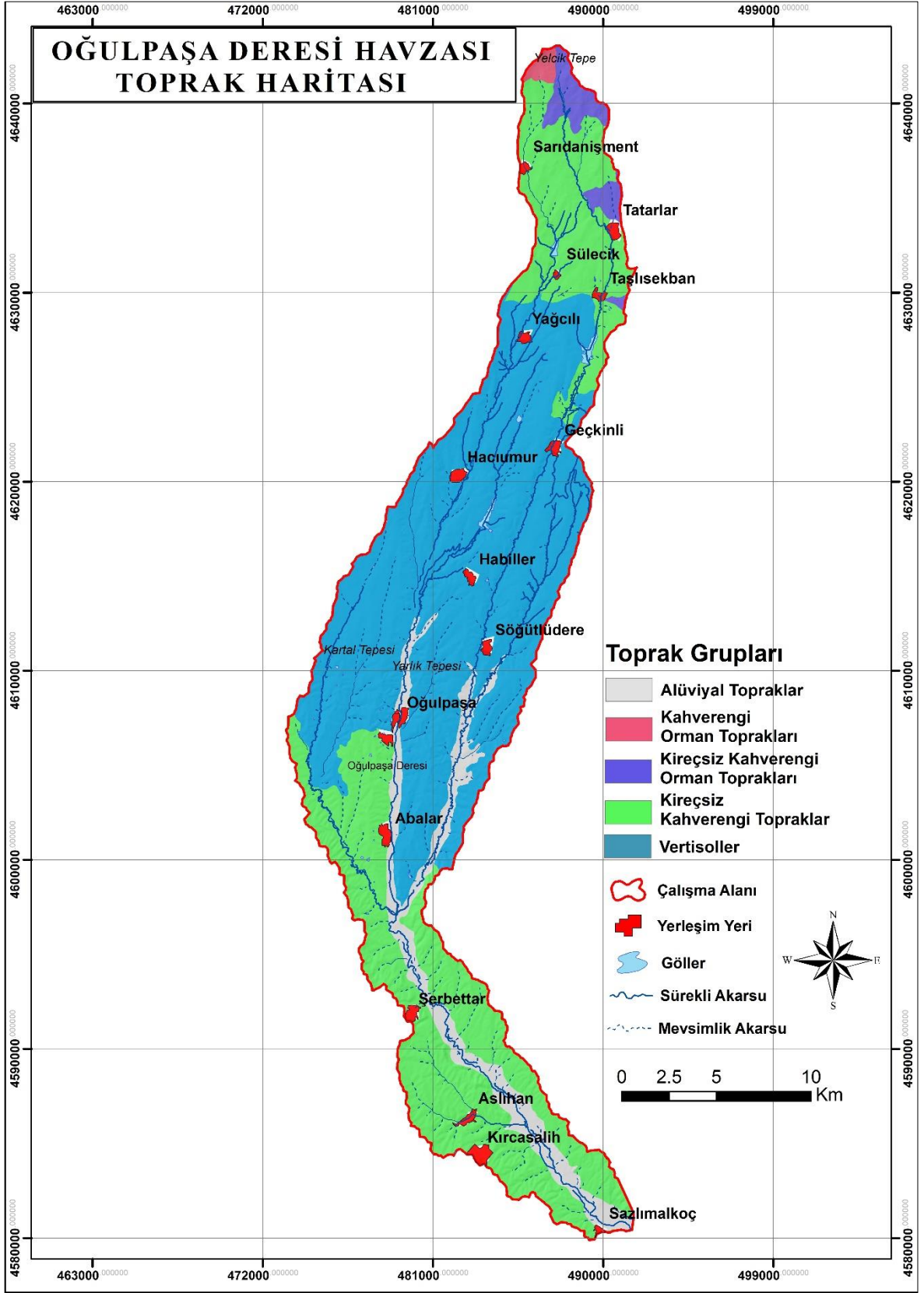
Toprak grupları suyun sızmasını farklı biçimlerde etkileyerek taşkın duyarlılığında etkili olan ölçütlerdendir. Toprağın türüne bağlı olarak yağışın toprak içerisindeki sızma oranı düşük olan toprak türlerinde yüzey drenajının artması ile beraber taşkın riskinin arttığı görülmektedir. Kolay aşınabilen ve killi özellik gösteren topraklar geçirimsiz özellik göstererek taşkına karşı yüksek duyarlılıktadır (Avcı ve Sunkar, 2015; Karakuş ve Ceylan, 2022; Oğuz vd., 2022).

Çalışma alanında 5 farklı toprak türünün olduğu görülmektedir. Alüvyal topraklar çalışma alanında (%8,22) 3.706 ha alan kaplamaktadır. Genel olarak akarsu ve dere kenarlarında ve vadi tabanlarında akarsular tarafından taşınarak oluşturulduğundan taşkın duyarlılığı açısından öneme sahiptir. Çalışma sahasında en fazla Vertisoller yer almakta (%51,26) ve 23.114 ha. Alan kaplamaktadır. Bu toprak türü killi ve koyu renklidir. Geçirgenlikleri düşüktür. Diğer toprak türleri çalışma sahasının %39,14'ünü kaplar ve bu toprak gruplarının drenajları iyidir. Çalışma sahasına ait toprak bilgilerini içeren bilgiler Tablo 13'de sunulmaktadır. Çalışma alanına ait büyük toprak gruplarını gösteren harita Şekil 11'de gösterilmektedir.

Tablo 13

Çalışma Alanı Toprak Grupları Değerleri

| Ölçütler | Ölçüt Ağırlık | Büyük Toprak Grupları | Kriterler Alan | |
|-----------------------|---------------|------------------------------|----------------|-----------|
| | | | Hektar (ha) | Yüzde (%) |
| Büyük Toprak Grupları | 0.062 | Alüviyal T. | 3,706.03 | 8.22 |
| | | Vertisoller | 23,114.70 | 51.26 |
| | | Kireçsiz Kahverengi T. | 16,384.87 | 36.33 |
| | | Kireçsiz Kahverengi Orman T. | 1,050.74 | 2.33 |
| | | Kahverengi Orman T. | 218.39 | 0.48 |



Şekil 11. Çalışma alanı toprak grupları haritası

4.1.8. Akarsulara Mesafe

Akarsuya olan uzaklık taşkına sebebiyet veren etkenlerden bir diğeridir. Akarsu kıyılarına yakın olan alanlar taşkınlardan en fazla etkilenen alanlar olarak ortaya çıkmaktadır (Özşahin ve Kaymaz, 2015). Ayrıca akarsu kollarının bir araya geldiği noktalarda ve alt havzalarda yükseklik ve eğim farklılıklarından dolayı suyun akım hızı artar ve bu durum sel ve taşkınlara zemin hazırlar (Çamcı vd., 2022).

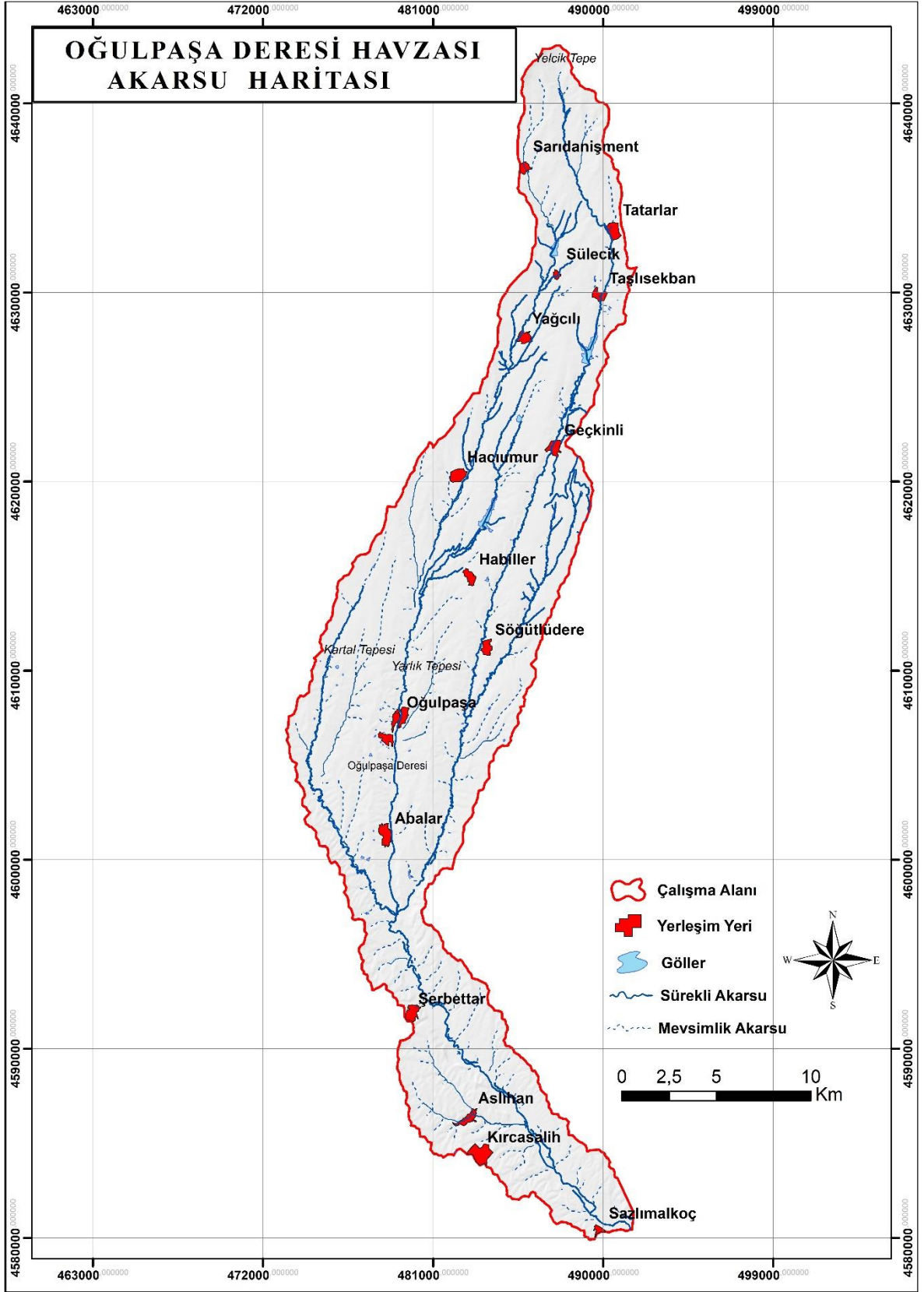
Çalışma alanında temin edilen veriler ile SYM'den elde edilen akarsu drenaj ağı kontrol edilerek birlikte kullanılmıştır. Drenaj ağı elde edilmesinde öncelikle SYM'de olan boşluklar giderilmiştir (Düzeltilmiş SYM=Filled DEM). Sonrasında Doğal Akış Yönü (Flow Direction), Doğal Akım (Flow Accumulation), Akış Tanımlaması (Stream Order) adımları takip edilerek akarsu ağı elde edilir. Elde edilen dizinler ile elde olan veri kıyaslanarak daha doğru bir veri ortaya konarak düzeltilmiş akarsu ağı elde edilir. Çalışma alanına bağlı akarsu drenaj ağı Şekil 12'de gösterilmektedir.

Çalışma alanına ait akarsu mesafe değerleri Tablo 14'de gösterilmiştir. Akarsulara en yakın olan mesafedeki alanlar (0-100m) çalışma sahasının %20,8'ini kaplamaktadır. Çalışma alanında akarsuya mesafe oranı ArcGIS yazılımında Multi Ring Buffer fonksiyonu ile derecelendirilerek akarsulardan uzaklaşma mesafesi elde edilmiştir. Elde edilen harita Şekil 13'de gösterilmektedir.

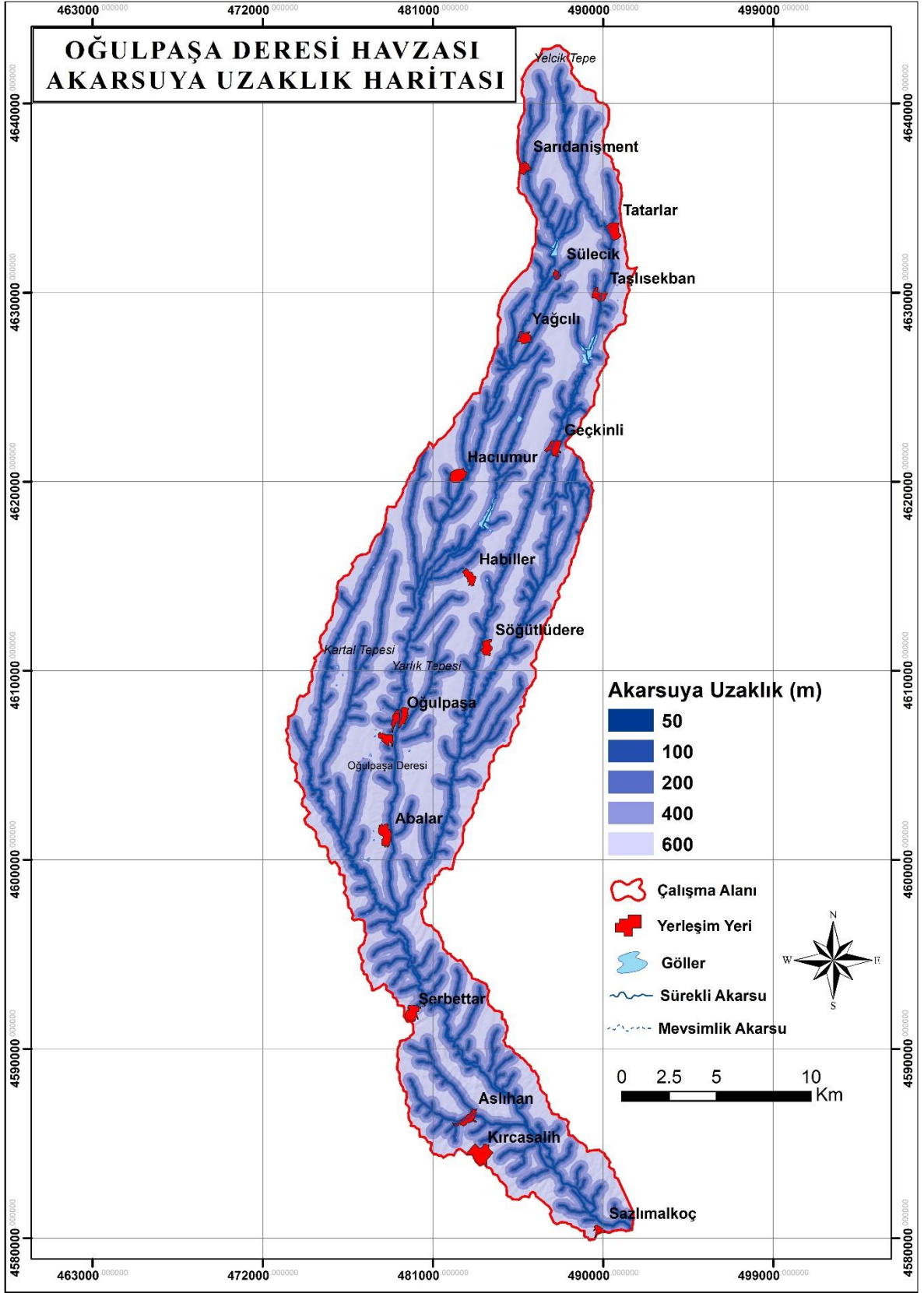
Tablo 14

Çalışma Alanı Akarsu Mesafe Değerleri

| Ölçütler | Ölçüt Ağırlık | Akarsulara Uzaklık (m). | Kriterler Alan | |
|-------------------|---------------|-------------------------|----------------|-----------|
| | | | Hektar (ha) | Yüzde (%) |
| Akarsu Mesafe (m) | 0,028 | 0 - 50 | 4.917,80 | 10,81 |
| | | 50 - 100 | 4.543,46 | 9,99 |
| | | 100 - 200 | 8.238,03 | 18,11 |
| | | 200 - 400 | 13.435,93 | 29,54 |
| | | 400 -600 | 14.351,53 | 31,55 |



Şekil 12. Çalışma alanı akarsu ağı haritası



Şekil 13. Çalışma alanı akarsu mesafe haritası

4.2. Alt Ölçütlerin Değerlendirilmesi, Normalleştirilmesi ve Yeniden Sınıflandırılması

Bu çalışmada, yükseklik, eğim, bakı, yağış, arazi kullanımı, jeolojik yapı, büyük toprak grupları ve akarsuya uzaklık ana ölçütler olarak belirlenmiştir. Bu ölçütlerin alt ölçütleri belirlenirken yine literatür, uzman görüşü ve arazinin yapısı dikkate alınmıştır. Alt ölçütlerin etki değeri her bir alt sınıf için 1-5 olacak şekilde puanlanmıştır. Bu puanlamada taşkın riskine göre oluşturulan harita için 5'ten 1'e doğru olacak şekilde Çok Yüksek, Yüksek, Orta, Düşük ve Çok Düşük olacak şekilde tekrar sınıflandırma işlemi yapılmıştır.

Tüm alt ölçütler için ikili karşılaştırma matrisi uygulanmış değerler normalleştirilmiştir. Tüm alt ölçütlere ait tutarlılık oranları hesaplanmış ve 0,10'luk değer altında kaldığı görülmüştür. Tüm yargılara ait değerlerin kendi içerisinde tutarlı olduğu görülmektedir. Çalışmada kullanılan tüm alt ölçütlere ait etki derecesi, tekrar sınıflandırma değerleri, ağırlık oranları ve tutarlılık oranlarına ait bilgilerin tümü Tablo 15'de sunulmuştur.

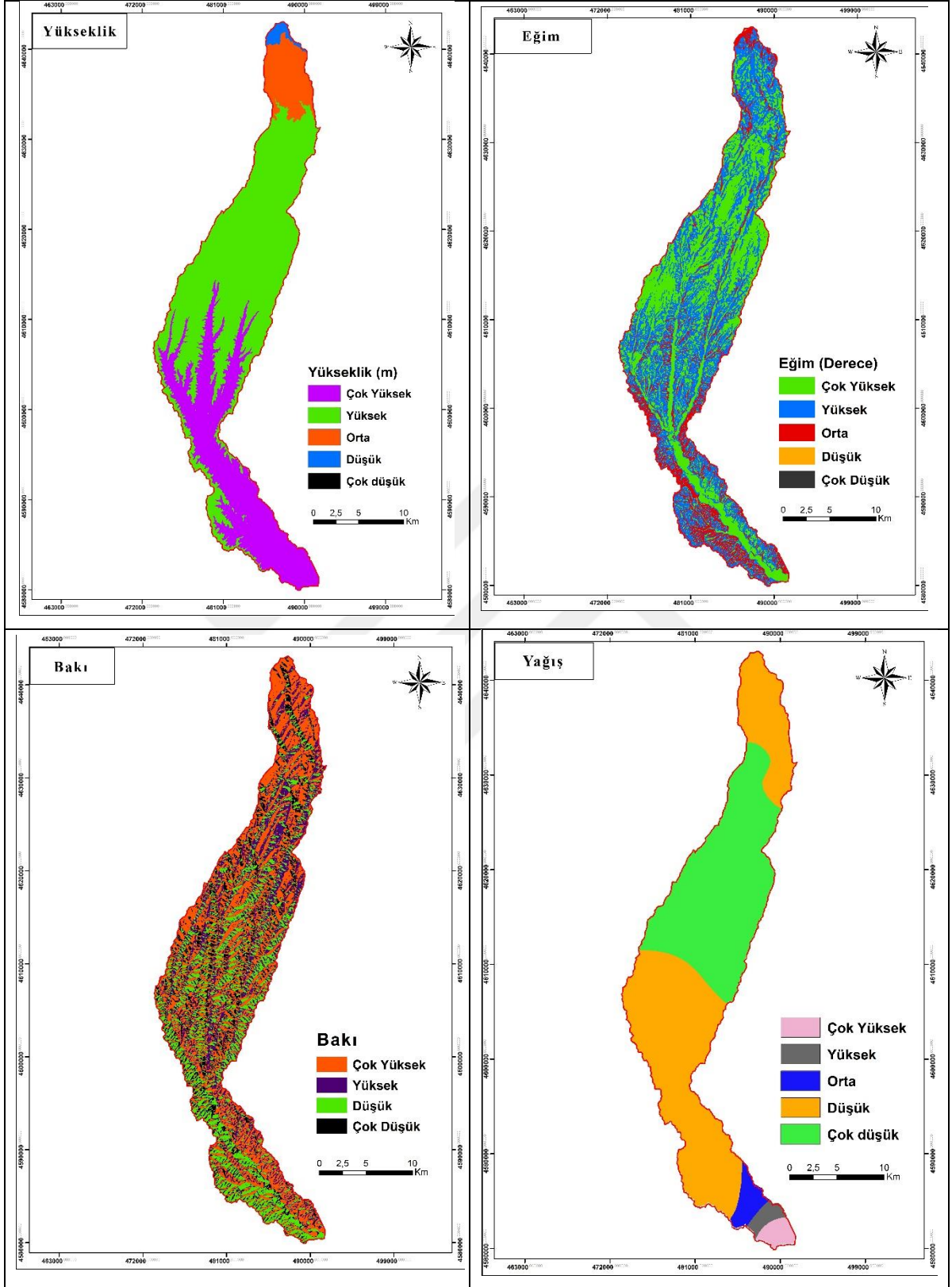
Tekrar sınıflandırma yapılırken yükseklik ve eğim ölçütleri için düşük olan değerler taşkın riski en yüksek alanlar olarak belirlenmiş, bakı özelliğinde güney yönlü bakıların en yüksek riski barındırdığı esas alınarak tekrar sınıflandırılmıştır. Yağış için en fazla yağış ortalamasına sahip alanlar en fazla riski barındıran alanlar olarak belirlenmiştir. Büyük toprak grupları ve litolojik özellikler dikkate alındığında alüvyon arazilerinin en yüksek riski barındıracak şekilde toprak ve kayaların geçirimsizlik oranına göre tekrar sınıflandırması yapılmıştır. Yine büyük toprak grupları içerisinde alüvyon ile birlikte vertisol toprak grubuna ait alanlar yüksek riskli olarak seçilmiştir. Kayaların geçirimsizlik oranına göre çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı ve kireçtaşı formasyonuna sahip sınıflar bir araya getirilerek yüksek riskli sınıf olarak atanmıştır. Arazi kullanımında yapay alanlar (yerleşim, karayolu, maden sahaları vb.) akarsu geçirimi en düşük alanlar olduğundan en yüksek risk grubu olarak seçilmiştir.

Tekrar sınıflandırma işlemi yapılmadan önce eldeki tüm veriler aynı koordinat sistemine getirilmiş ve tüm alt ölçütler raster formatına dönüştürülmüştür. Elde edilen alt ölçütlerin ağırlık oranları esas alınarak oluşturulan taşkın riski en yüksekten en düşüğe doğru oluşturulmuş sınıflandırma haritaları Şekil 14 ve Şekil 15'de gösterilmiştir.

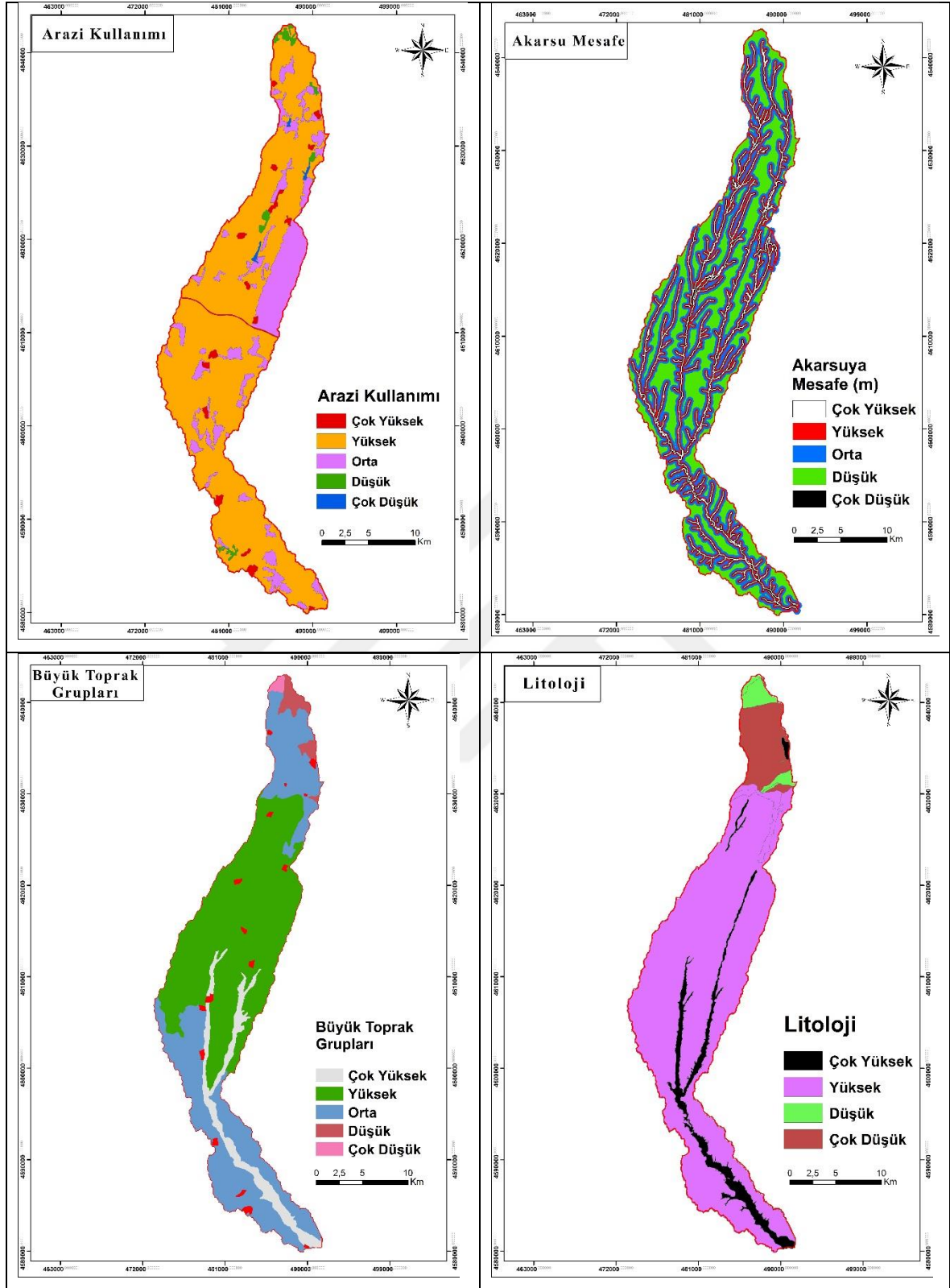
Tablo 15

Taşkın Risk Analizinde Alt Ölçütlere Ait Değerler

| Ölçütler | Ölçüt Ağırlık | Alt Birimler | Etki Değeri | Taşkın Riski | Kriter Ağırlık | Tutarlılık Oran | Kriterler Alan | |
|-----------------------|---------------|------------------------------|-------------|--------------|----------------|-----------------|----------------|-----------|
| | | | | | | | Hektar (ha) | Yüzde (%) |
| Eğim (%) | 0,231 | 0 - 2 | 5 | Çok Yüksek | 0,403 | 0,044 | 19.347,48 | 42,9 |
| | | 2 - 5 | 4 | Yüksek | 0,293 | | 20.044,47 | 44,44 |
| | | 5 - 15 | 3 | Orta | 0,162 | | 5.680,73 | 12,6 |
| | | 15 - 20 | 2 | Düşük | 0,073 | | 25,35 | 0,06 |
| | | 20 + | 1 | Çok Düşük | 0,069 | | 2,49 | 0,01 |
| Yükseklik (m) | 0,157 | 19 - 100 | 5 | Çok Yüksek | 0,422 | 0,019 | 14.206,85 | 31,5 |
| | | 100 - 250 | 4 | Yüksek | 0,269 | | 26.714,04 | 59,23 |
| | | 250 - 400 | 3 | Orta | 0,171 | | 3.692,89 | 8,19 |
| | | 400 - 550 | 2 | Düşük | 0,069 | | 489,51 | 1,08 |
| | | 550 - 590 | 1 | Çok Düşük | 0,069 | | 1,87 | 0,01 |
| Akarsu Mesafe (m) | 0,028 | 0 - 50 | 5 | Çok Yüksek | 0,408 | 0,038 | 4.917,80 | 10,81 |
| | | 50 - 100 | 4 | Yüksek | 0,271 | | 4.543,46 | 9,99 |
| | | 100 - 200 | 3 | Orta | 0,172 | | 8.238,03 | 18,11 |
| | | 200 - 400 | 2 | Düşük | 0,087 | | 13.435,93 | 29,54 |
| | | 400 - 600 | 1 | Çok Düşük | 0,061 | | 14.351,53 | 31,55 |
| Yağış Ortalaması (mm) | 0,316 | 643-675 | 5 | Çok Yüksek | 0,326 | 0,025 | 838,26 | 1,86 |
| | | 607-643 | 4 | Yüksek | 0,287 | | 707,96 | 1,57 |
| | | 578-607 | 3 | Orta | 0,19 | | 1.280,86 | 2,85 |
| | | 559-578 | 2 | Düşük | 0,123 | | 23.178,18 | 51,56 |
| | | 546-559 | 1 | Çok düşük | 0,075 | | 18.945,34 | 42,15 |
| Arazi Kullanımı | 0,100 | Yapay Arazi Kullanımı | 5 | Çok Yüksek | 0,42 | 0,035 | 976,35 | 2,03 |
| | | Tarım Alanları | 4 | Yüksek | 0,267 | | 38.298,16 | 79,69 |
| | | Meralar | 3 | Orta | 0,169 | | 8.065,69 | 16,78 |
| | | Orman | 2 | Düşük | 0,082 | | 574,52 | 1,2 |
| | | Su Yüzeyleri | 1 | Çok Düşük | 0,061 | | 146,54 | 0,3 |
| Litoloji | 0,066 | Alüvyon | 5 | Çok Yüksek | 0,239 | 0,007 | 3.733,28 | 8,28 |
| | | Çakıltı- Kumtaşı-Çamurtaşı | 4 | Yüksek | 0,143 | | 35.243,90 | 78,14 |
| | | Kumtaşı-Çamurtaşı | 4 | Yüksek | 0,143 | | 350 | 0,78 |
| | | Kumtaşı-Çamurtaşı-Kireçtaşı | 4 | Yüksek | 0,143 | | 125,76 | 0,28 |
| | | Kireçtaşı | 4 | Yüksek | 0,143 | | 410,73 | 0,91 |
| | | Gnays-Mikasist | 2 | Düşük | 0,052 | | 1.017,97 | 2,26 |
| | | Migmatit-Gnays | 2 | Düşük | 0,052 | | 45,36 | 0,1 |
| | | Gözlü Gnays-Metagranitoyit | 2 | Düşük | 0,052 | | 120,87 | 0,27 |
| | | Metagranitoyit | 1 | Çok Düşük | 0,033 | | 4.058,17 | 9 |
| Bakı | 0,040 | Güney-Güneybatı-Güneydoğu | 5 | Çok Yüksek | 0,409 | 0,024 | 18.245,01 | 40,46 |
| | | Batı | 4 | Yüksek | 0,305 | | 9.074,63 | 20,12 |
| | | Kuzey-Kuzeybatı-Kuzeydoğu | 2 | Düşük | 0,126 | | 10.972,01 | 24,33 |
| | | Doğu | 1 | Çok Düşük | 0,079 | | 6.803,30 | 15,09 |
| Büyük Toprak Grupları | 0,062 | Alüvyial T. | 5 | Çok Yüksek | 0,413 | 0,02 | 3.706,03 | 8,22 |
| | | Vertisoller | 4 | Yüksek | 0,276 | | 23.114,70 | 51,26 |
| | | Kireçsiz Kahverengi T. | 3 | Orta | 0,16 | | 16.384,87 | 36,33 |
| | | Kireçsiz Kahverengi Orman T. | 2 | Düşük | 0,08 | | 1.050,74 | 2,33 |
| | | Kahverengi Orman T. | 1 | Çok Düşük | 0,071 | | 218,39 | 0,48 |



Şekil 14. Alt Ölçütlere Ait Yeniden Sınıflandırılan Haritalar-1



Şekil 15. Ölçütlere Ait Yeniden Sınıflandırılan Haritalar-2

4.3. Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile Taşkın Risk Haritasının Oluşturulması

Ağırlık oranlarına göre sınıflandırma yöntemi ile oluşturulan haritalar (alt ölçütlerin her biri), ana ölçütlere ait ağırlık oranları ile çarpılarak taşkın riskine ait sonuçlar elde edilmiştir. ArcGIS yazılımında Overlay modülü (Weighted Sum) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Coğrafi Bilgi Sistemi tabanlı Analitik Hiyerarşi Yöntemi kullanılarak elde edilen taşkın risk haritası Şekil 17'de gösterilmektedir. Taşkın risk haritasında, taşkın riski çok yüksek alanlar 3.887,25 ha (%8,79), yüksek alanlar 6.267,79 ha (%14,17), orta derecede riskli alanlar 12.509,89 ha (%28,28), düşük risk grubuna sahip alanlar 18.882,58 ha (%42,69) ve çok düşük risk grubuna sahip alanlar 2.683,41 ha (%6,07) olacak şekilde elde edilmiştir. Çalışma alanı 44.230,92 ha alan kaplamakta ve bu alanın 10.155,04 ha (%22,96) çok yüksek ve yüksek risk barındırdığı görülmektedir.

Elde edilen değerlere ait veriler Şekil 16 ve Tablo 16 gösterilmektedir. AHY ile gerçekleştirilen risk analizinde özellikle çalışma alanının güney kısımlarının çok yüksek ve yüksek taşkın riski taşıdığı ortaya çıkmıştır. Çalışma alanında yer alan bu bölgeler yükseklik değerleri düşük, eğim değerleri düz ve düze yakın (0° - 2°) alanlardır. Bununla birlikte alüvyon arazilerinin olduğu bölgelerde riskin yüksek olduğu, arazi kullanımını açısından köy yerleşim alanlarının bulunduğu yerler taşkın riskinin en yüksek riske ulaştığı alanlar olarak dikkat çekmektedir. Taşkın risk analizinde hem doğal nedenler (taşkın riski çok yüksek olan bölgelerin aynı zamanda alt havza ve taşkın ovası olması), hem de beşeri nedenleri bir araya getirerek oluştuğu açıkça görülmektedir.

Taşkın risk haritasına göre Oğulapaşa, Abalar, Şerbettar, Aslıhan ve Sazlımalkoç köylerinin en yüksek taşkın riski barındırdığı yerleşim alanları olduğu ve genellikle bu yerleşimlerin akarsu boyunca ve akarsuya yakın uzaklıkta yer aldığı görülür. Bu alanlarda akarsuya yakın konumda bulunan birçok mülk ve arazinin taşkına maruz kalabileceği ve bu durumun can ve mal kayıplarına sebebiyet vereceği değerlendirilmektedir.

Ayrıca yükseklik değerlerinin kademeli olarak kuzeyden güneye doğru azalması ve eğim değerlerinin yine kuzeyden güneye doğru azalması, üst havzalarda akarsu kollarının bir araya gelip çalışma sahasının orta ve güney kısımlarında birleşerek çalışma sahasının en

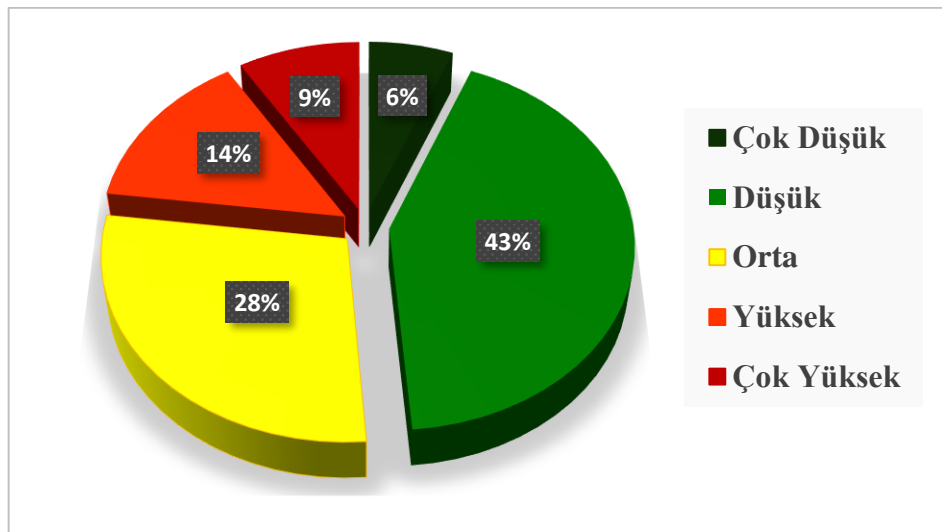
güneyinde yer alan Ergene Nehri'ne dökülmesi, güneye bakan bakı yönlerinin bu saha için yoğunlukta olması çalışma sahasında taşkını artırıcı etkenler olarak ön plana çıkmaktadır.

Buna karşın çalışma sahasının kuzey ve kuzeye yakın sayılabilecek orta-kuzey kısımlarında yükseklik değerlerinin arttığını ve eğim değerlerinin 5°'nin üzerinde yer aldığı görülür. Ayrıca bu bölgede yoğun bitki örtüsüne sahip Istaranca Dağlarına yakın lokasyonda yer alır. Zemin özellikleri buna bağlı olarak şekillenmiştir. Dolayısıyla çalışma sahasının bu bölgesinde taşkın riski düşük ve çok düşük olacak şekilde ortaya çıkmıştır.

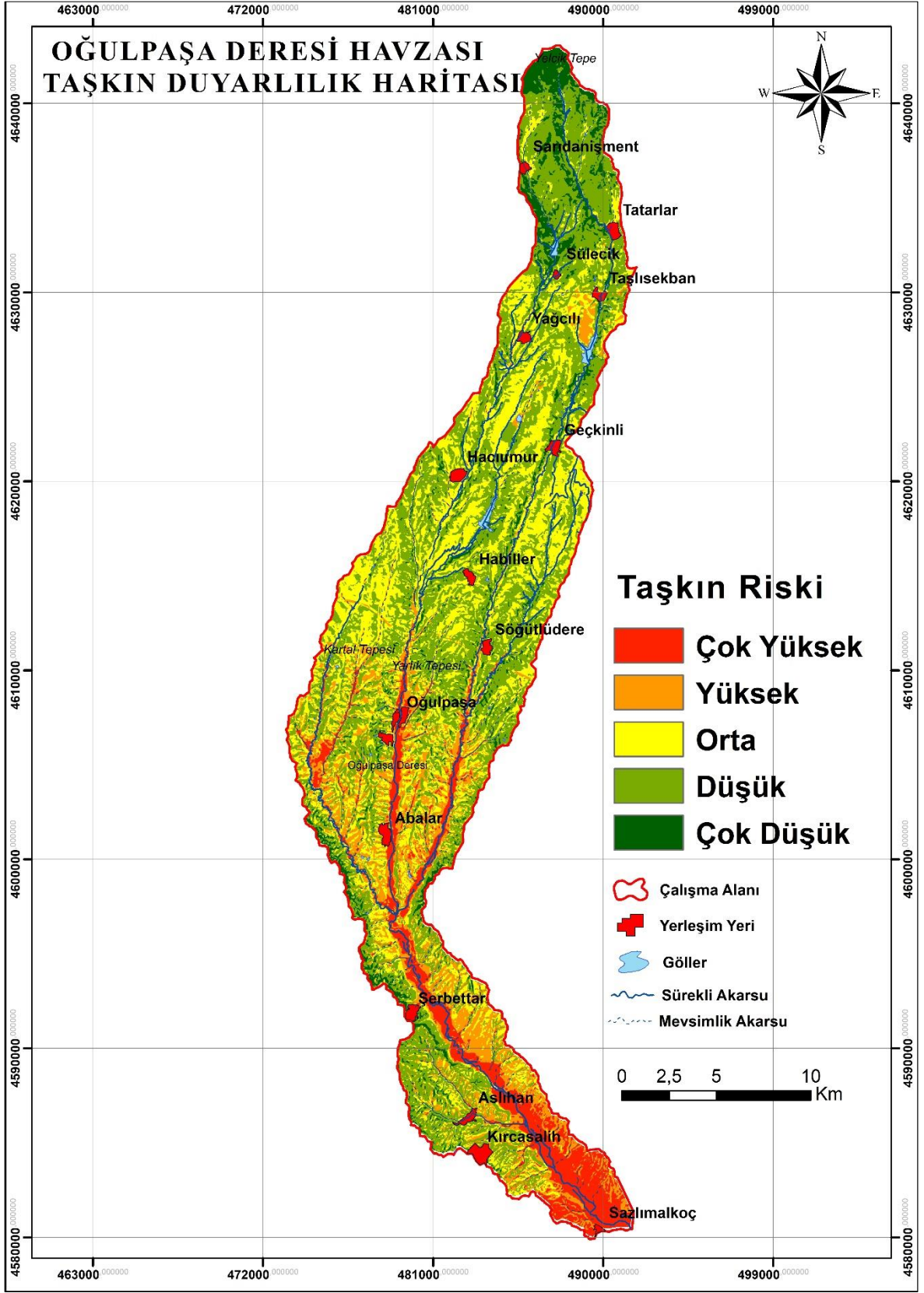
Tablo 16

Taşkın Risk Sınıfları ve Dağılışı

| Taşkın Afeti Riski | Alan | |
|--------------------|------------------|---------------|
| | Hektar (ha) | Yüzde (%) |
| Çok Düşük | 2.683,41 | 6,07 |
| Düşük | 18.882,58 | 42,69 |
| Orta | 12.509,89 | 28,28 |
| Yüksek | 6.267,79 | 14,17 |
| Çok Yüksek | 3.887,25 | 8,79 |
| TOPLAM | 44.230,92 | 100,00 |



Şekil 16. Taşkın risk sınıfları ve dağılışı



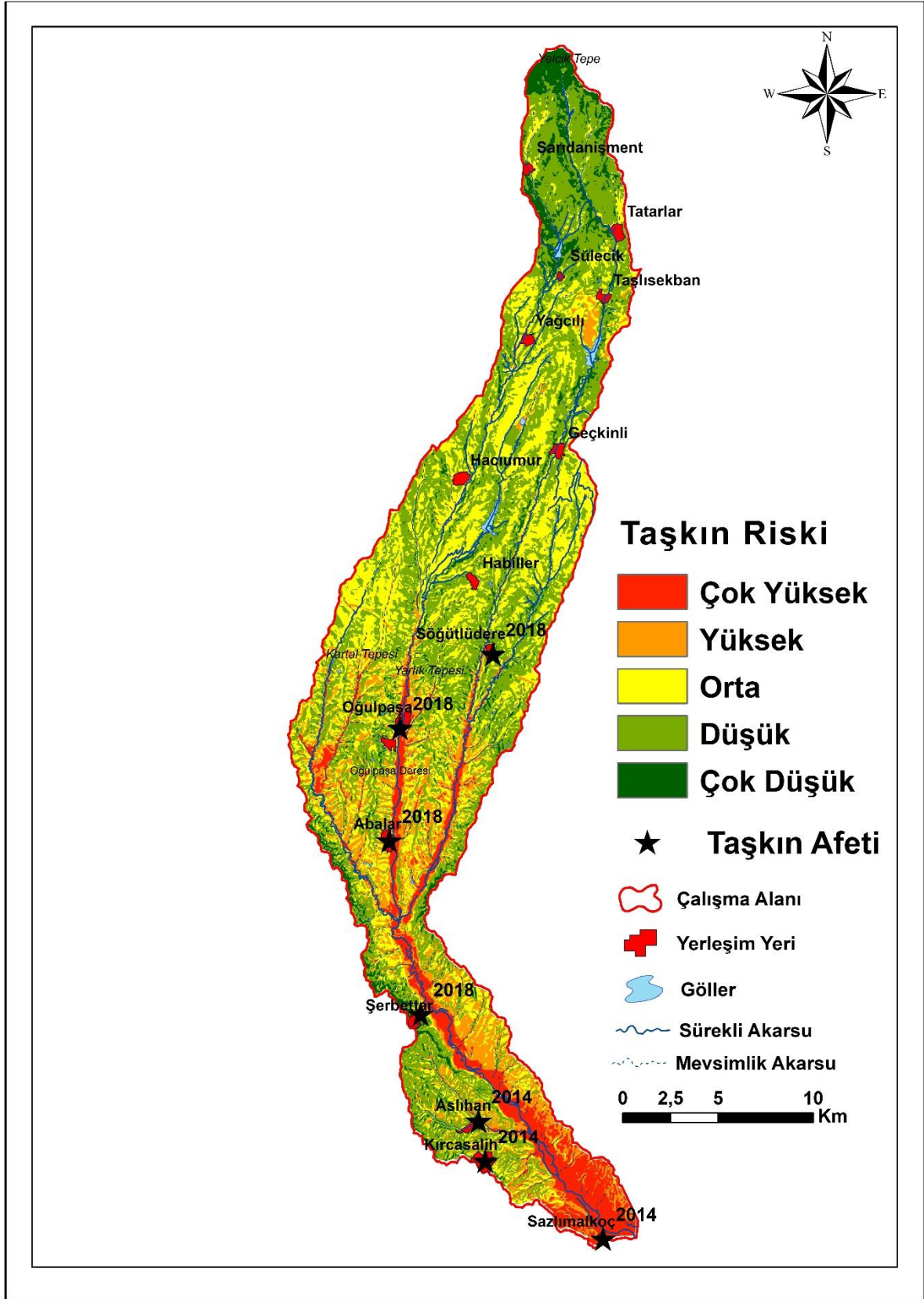
Şekil 17. Çalışma alanına ait AHY'ye göre taşkın risk haritası

4.4. Taşkın Risk Haritasının Afet Envanteri ile Karşılaştırılması

Coğrafi Bilgi Sistemi tabanlı Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile taşkın risk değerlendirmesinin doğruluğunu sağlamak amacıyla elde edilen analiz sonuçları daha önceki yıllara ait afet verileri ile birlikte kontrol edilmiştir (Şekil 18). Elde edilen analiz sonuçlarının afet envanteri ile uyduğu görülmektedir. Elde edilen sonuçların uyumlu olması olası taşkın sahaları için fikir verebilecektir. Edirne şehri özellikle konumu itibarıyla ve akarsuların geniş bir yayılım göstermesi nedeniyle geçmişten günümüze taşkın riskini barındırmaktadır. Özellikle Meriç ve Ergene nehirleri yatağındaki bölgeler riskin yüksek olduğu alanlar olarak görülür.

Özellikle 2000’li yıllardan bu yana yağış rejimine bağlı değişimler ile ani yağışlar neticesinde hem şehir merkezinde hem de köy yerleşim alanlarında taşkınlarda artış görülmektedir. Ortaya çıkarılan taşkın risk haritası ile kıyasladığımızda 2014 yılında Aslıhan, Kircasalih ve Sazlımalkoç köylerinin bulunduğu alanda taşkın meydana gelmiş ve büyük maddi kayıplara sebebiyet vermiştir. Bununla birlikte 2018 yılında çalışma alanı içerisinde yer alan Oğulpaşa Köyü başta olmak üzere birçok noktayı etkileyen ve aşırı yağışlara bağlı ani olarak gerçekleşen sel/taşkın sebebiyle can ve mal kayıpları yaşanmıştır. Oğulpaşa köyünde toplamda 74 konut bu afetten etkilenmiş bu konutlardan 19’u yıkık veya ağır hasarlı olduğu görülmüştür. Yaşanan bu afette 1 vatandaşımız hayatını kaybetmiştir (Şekil 19-20; AFAD, 2018). Ayrıca yine AFAD verilerine göre çalışma bölgesi sınırlarında yer alan Aslıhan Köyün de 1962 yılına ait Bakanlar Kurulunca Afete Maruz Bölge kararı alındığı görülmektedir.

DSİ ve AFAD verileri incelendiğinde afet yaşanmış alanlar ile ilgili olarak mekânsal verilerin yeterli düzeyde olmadığı görülmüştür. CBS tabanlı mekânsal analizler ile taşkınlara dönük olarak yapılacak tahmin ve değerlendirmelerin karar vericilere yarar sağlayacağı açıktır. Bu nedenle afetlere dönük olarak analiz haritalarından azami düzeyde faydalanılması gerekmektedir.



Şekil 18. Taşkın risk haritasının afet envanteri ile karşılaştırılması



Şekil 19. Oğulpaşa köyü taşkın afeti 1, 2018 (Edirne AFAD, 2018)



Şekil 20. Oğulpaşa köyü taşkın afeti 2, 2018 (Edirne AFAD, 2018)

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde ve dünyada özellikle iklim karakterinde yaşanan değişiklikler göz önüne alındığında yaşanma sıklığında etkilerinde artış olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda doğal koşulların etkisi ile birlikte beşeri koşullarında etkili olduğu görülmektedir. Arazi kullanımında akarsu yataklarının doğal akışını bozacak biçimde değiştirilmesi, uygulanan yanlış imar politikaları, araziden yararlanmadaki hatalı uygulamalar, planlama ve kontrol mekanizmasındaki ihmaller, insanların bu konular hakkında yeterince bilgilendirilmemesi, sonuçlarının hangi olumsuz durumları doğuracağı hakkında bilgi sahibi olunmaması gibi nedenlerle taşkınları arttırıcı yönde etkiler olarak öne çıkmaktadır.

Bu çalışmada Oğulpaşa Deresi havzasını kapsayan alanda CBS tabanlı Analitik Hiyerarşi Yöntemi kullanılarak taşkın risk analizi gerçekleştirilmiş taşkına duyarlı alanlar belirlenmiştir. AHY uygulanırken sekiz ölçütten faydalanılmıştır. Bu ölçütler yükseklik, eğim, bakı, yağış, arazi kullanımı, jeolojik yapı, büyük toprak grupları, akarsulara mesafe ölçütlerdir. Bu ölçütlere ait ağırlıklar belirlenmiş ve buna bağlı alt ölçütler elde edilmiş ve sonrasında tüm değerler ArcGIS ortamında değerlendirilerek sonuç haritası elde edilmiştir. Çalışma sonucunda taşkın risk haritasında, taşkın riski çok yüksek alanlar 3.887,25 ha (%8,79), yüksek alanlar 6.267,79 ha (%14,17), orta derecede riskli alanlar 12.509,89 ha (%28,28), düşük risk grubuna sahip alanlar 18.882,58 ha (%42,69) ve çok düşük risk grubuna sahip alanlar 2.683,41 ha (%6,07) olacak şekilde elde edilmiştir. Çalışma alanının orta ve güney kısımlarında yer alan bölgeler taşkın riski çok yüksek ve yüksek olarak ortaya çıkmıştır. Taşkın riskine en fazla sahip olan alanlar yağış miktarının çok olduğu yükseklik değerleri ve eğim değerleri düşük, özellikle yapay kullanım alanlarının geçirimsiz olduğu olan bölgeler olarak ortaya çıkmıştır.

Bölgede özellikle 2000’li yıllardan sonra ani yağışların neticesinde meydana gelen taşkınların sayısında ve etkisinde artış olduğu görülmektedir. Bu taşkınların etkisini azaltabilmek amacıyla sosyal ve teknik boyutlarda önleyici tedbirler alınabilir. Daha önceki yıllara ait afet envanteri değerlendirildiğinde özellikle akarsulara yakın olarak konumlanmış ve buna bağlı olarak arazi kullanımında yanlışlıklar ile beraber bu noktalarda kurulmuş olan köy yerleşim birimlerinin taşkınlarla maruz kaldığı görülür. Bu alanlarda özellikle köylerin

içinden veya yakınından geçen akarsu yataklarının malzeme taşınmasını ve birikimini engellemek kalıcı ve ucuz bir tedbir olacaktır. Akarsu yataklarının taşıma kapasitelerinin artırılması da bu doğrultuda değerlendirilebilir. Bununla birlikte suyun yüzeysel akış miktarının düşürülmesi ve buna bağlı projelerin hazırlanması da gereklidir. Ayrıca bu alanlarda yaşayan vatandaşlarımızın hem eğitim faaliyetleri hem de afet sigortası kapsamında bilgilendirilmeleri ve farkındalık sağlanması ayrıca önem taşımaktadır. Bu konuda ilgili kurumların çalışmaları ve kontrol mekanizmasının güçlü bir biçimde uygulanması esas olmalıdır.

2021 yılında ülkemizde yürürlüğe giren afetleri önleyici tedbirleri içeren İl Risk Afet Müdahale Planları doğrultusunda ilin hem doğal hem de beşeri koşulları göz önüne alınarak afet riskleri tanımlanmıştır. Özellikle bu planlarında içeriğinde yer alan risk azaltma çalışmalarının bölgesel kökenli olması sorunları yerinde tespit edip çözüme kavuşturma noktasında öneme sahiptir. Plan içerisinde yer alan risk önleyici faaliyetlere titizlikle uyulması gerektiği açıktır. Özellikle afet önleyici tedbirler noktasında kurumların uyumlu bir biçimde çalışması ve koordinasyonu çok önemlidir. Yine planlar doğrultusunda ortak bir veri tabanı kurulması ve bu verilerin güncel tutulması da ayrıca öneme sahiptir.

Çalışma sonucundan kullanılan yöntemin taşkın süreçleri ele alındığında taşkın öncesi risk azaltma faaliyetlerinde karar vericiler için kullanılabilir olduğu, taşkın risk değerlendirmesinde ve buna bağlı olarak oluşturulacak senaryolarda ve tatbikatlarda kullanılabileceği görülmüştür. Özellikle Coğrafi Bilgi Sistemlerinin, mekânsal analiz teknikleri kullanılarak taşkın risk haritalarının ortaya çıkarılmasında etkili olduğu görülür.

KAYNAKÇA

- Abdullah, M. F., Siraj, S., and Hodgett, R. E. (2021). "An Overview of Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) Application in Managing Water-Related Disaster Events: Analyzing 20 Years of Literature for Flood And Drought Events". *Water*, 13(10), 1358.
- Adıgüzel, O. (2009). "Personel Seçiminin Analitik Hiyerarşisi Prosesi Yöntemiyle Gerçekleştirilmesi". *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (24).
- AFAD, (2020). *Rapor: 2020 Yılı Doğa Kaynaklı Olay İstatistikleri*, T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. Erişim 1 Haziran 2023, https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/e_Kutuphane/Istatistikler/
- Akengin, H., ve Dölek, İ. (2013). *Genel fiziki coğrafya*. Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- Akkaya, U. (2016). Meriç ve Tunca Nehirlerinin Edirne Şehir Merkezi Kısımında 2 Boyutlu Taşkın Modellemesi (Doctoral Dissertation, Sakarya Üniversitesi (Turkey)). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/giris.jsp>
- Akman, M. U. (2021). "Taşkın Koruma ve Kontrol Yapılarının Değerlendirilmesi". *Türk Hidrolik Dergisi*, 5(1), 25-31.
- Arca, D. (2012). "Afet yönetiminde coğrafi bilgi sistemi ve uzaktan algılama". *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2(2), 53-61.
- Arslanoğlu, M. ve Özçelik, M., 2005, "Sayısal Arazi Yükseklik Verilerinin İyileştirilmesi", *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. 242 Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 28 Mart - 1 Nisan 2005, Ankara.
- Avcı, V., ve Sunkar, M. (2015). "Giresun'da Sel Ve Taşkın Oluşumuna Neden Olan Aksu Çayı Ve Batlama Deresi Havzalarının Morfometrik Analizleri". *Coğrafya Dergisi*, (30), 91-119.
- Batur, E., ve Maktav, D. (2012). "Uzaktan Algılama Ve Cbs Entegrasyonu İle Taşkın Alanlarının Belirlenmesi: Meriç Nehri Örneği". *Journal of Aeronautics ve Space Technologies/Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 5(3).

- Bitek, D., Uludağ ve M., Kaya, M. A. (2022). “Edirne’nin Kentsel Gelişiminin Sel/Su Baskınlarındaki Etkisi: 2018 Edirne Seli”, *TMMOB Afet Sempozyumu*, Ankara, ss.833-848
- Chakraborty, S., and Mukhopadhyay, S. (2019). “Assessing flood risk using analytical hierarchy process (AHP) and geographical information system (GIS): application in Coochbehar district of West Bengal, India”. *Natural Hazards*, 99, 247-274.
- Chen, Y. R., Yeh, C. H., and Yu, B. (2011). “Integrated application of the analytic hierarchy process and the geographic information system for flood risk assessment and flood plain management in Taiwan”. *Natural hazards*, 59, 1261-1276.
- Coşkun, M., ve Ortaç, G. (2022). “Filyos Çayı Havzası'nın (Karabük Merkez İlçe-Gökçebey) Çok Ölçütlü Karar Analizi Yöntemiyle Taşkın Risklerinin Belirlenmesi”. *Eastern Geographical Review*, 27(47).
- Cürebal, İ., Efe, R., Soykan, A., ve Sönmez, S. (2008). “Balıkesir Kent Merkezi Yerleşim Alanı ile Jeomorfolojik Birimler Arasındaki İlişkinin CBS ve UA Yöntemleriyle Belirlenmesi”. *Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu*, 20-23.
- Çamcı, K. G., Ünal A., ve Tonyalıoğlu, E. E. (2022). “Çok Kriterli Karar Analizi İle Doğal Afetlerde Haritalama: Aydın İli Sel-Taşkın Riski Örneği”. *Ulusal Uluslararası Çalışmalar Dergisi*, 6(2), 136-150.
- Çiçekli, A., ve Karaçizmeli, A. (2013) “Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci İle Başarılı Öğrenci Seçimi: Ege Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Örneği”. *Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 4(1), 71-95.
- Das, S. (2020). “Flood susceptibility mapping of the Western Ghat coastal belt using multi-source geospatial data and analytical hierarchy process (AHP). Remote Sensing Applications”. *Society and Environment*, 20, 100379.
- Dash, P., and Sar, J. (2020). “Identification And Validation of Potential Flood Hazard Area Using GIS-Based Multi-Criteria Analysis And Satellite Data-Derived Water Index”. *Journal of Flood Risk Management*, 13(3), E12620.

- De Montis, A., De Toro, P., Droste-Franke, B., Omann, I., and Stagl, S. (2000, May). "Criteria for quality assessment of MCDA methods. In 3rd Biennial Conference of the European Society for Ecological Economics", Vienna (pp. 3-6). Citeseer.
- Doğan, A. (2012). Yüzey Suları, Editör. Cahit Helvacı. *Genel Jeoloji Temel Kavramlar Essentials of Geology*. 11.Baskı. Nobel Akademik Yayıncılık. Ankara. 2012 ss:214-238.
- Dölek, İ. (2015). Sungu Beldesi Ve Yakın Çevresinde (Muş) Sel Ve Taşkına Duyarlı Alanların Belirlenmesi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (31), 258-280.
- Duman, N., ve İrcan, M. R. (2022). "Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı Çankırı Merkez İlçesinin Taşkın Duyarlılık Analizi". *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, (9), 50-66.
- Ekinci, R., Büyüksaraç, A., Ekinci, Y. L., ve Işık, E. (2020). "Bitlis ilinin doğal afet çeşitliliğinin değerlendirilmesi". *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, (6)1, 1-11
- Ergünay, O. (2007). "Türkiye'nin Afet Profili". *TMMOB Afet Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 5(7), 1-14.
- Erkal, T., ve Değerliyurt, M. (2009). "Türkiye'de afet yönetimi". *Doğu Coğrafya Dergisi*, 14(22), 147-164.
- Ertan, A., Özelkan, E., ve Karaman, M. (2021). "Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanılarak Coğrafi Bilgi Sistemleri Ortamında Sel ve Taşkın Alanlarının Belirlenmesi: Çanakale Karamenderes Havzası Örneği". *Journal of Research in Atmospheric Science*, 3(2).
- Fernández, D. S., and Lutz, M. A. (2010). "Urban flood hazard zoning in Tucumán Province, Argentina, using GIS and multicriteria decision analysis". *Engineering Geology*, 111(1-4), 90-98.
- Genç, F. N. (2007). "Doğal Afet Riskleri ve Türkiye'de Kentleşme". *TMMOB Afet Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 381-406.
- Greene, R., Devillers, R., Luther, J. E., and Eddy, B. G. (2011). "GIS-Based Multiple-Criteria Decision Analysis". *Geography Compass*, 5(6), 412-432.
- Hoşgören, M. Y. (2001). *Hidroğrafyanın ana çizgileri I: Yeraltı Suları, Kaynaklar, Akarsular*, 4. Baskı, Çankay Kitapevi, İstanbul.

- Işık, F., Bahadır, M., Zeybek, H. İ., ve Çağlak, S. (2020). “Karadere Çayı Taşkını (Araklı-Trabzon)”. *Mavi Atlas*, 8(2), 526-547.
- Kandilioti, G., and Makropoulos, C. (2012). “Preliminary flood risk assessment: the case of Athens”. *Natural hazards*, 61, 441-468.
- Karakuş, C. B., ve Ceylan, Ş. (2022). “Coğrafi Bilgi Sistemi Tabanlı Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanılarak Taşkın Tehlike Haritalaması”. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 10(4), 1155-1173.
- Karaman, M., Özelkan, E., ve Taşdelen, S. (2018). “Dar nehirlerin Sentinel2-A Uydu Görüntüleri İle Belirlenebilirliğinde Havza Hidrojeolojisinin Etkisi: Karamenderes (Çanakkale) Örneği”. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 4(2), 140-155.
- Karayusufoğlu, S. (2010). Solaklı Havzasının Uzaktan Algılama (ua) Ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Hidrolojik Modelinin Oluşturulması (Doctoral Dissertation, Bilişim Enstitüsü). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/giris.jsp>
- Kavzoğlu, T., ve Çölkesen, İ. (2011). “Uzaktan algılama teknolojileri ve uygulama alanları”. *Türkiye’de Sürdürülebilir Arazi Yönetimi Çalıştayı*, 26(27), 431-444.
- Kerim, A., ve Süme, V. (2019). “Taşkınlar, Taşkın Koruma ve Kontrol Yapıları; Rize İlinde Örnek Çalışmalar”. *Türk Hidrolik Dergisi*, 3(1), 1-13.
- Koçkan, Ç. (2015). “Doğal Afet Risk Yönetimi”. *In International Burdur Earthquake ve Environment Symposium (IBEES2015) Uluslararası Burdur Deprem ve Çevre Sempozyumu*, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur.
- Korkanç, S. Y., ve Korkanç, M. (2006). Sel Ve Taşkınların İnsan Hayatı Üzerindeki Etkileri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 8(9), 42-50.
- Luu, C., and Von Meding, J. (2018). “A flood risk assessment of Quang Nam, Vietnam using spatial multicriteria decision analysis”. *Water*, 10(4), 461.
- Malczewski, J. (1999). *GIS and Multicriteria Decision Analysis*. John Wiley ve Sons.
- Malczewski, J. (2004). GIS-Based Land-Use Suitability Analysis: A Critical Overview. *Progress in planning*, 62(1), 3-65.

- Malczewski, J. (2006). "GIS-Based Multicriteria Decision Analysis: A Survey of The Literature". *International Journal of Geographical Information Science*, 20(7), 703-726.
- Malkaralı, S., M.S.Korkmaz ve N.Sezen (2008). "Meriç Nehri Taşkını ve Taşkınlar ile İlgili Geliştirilen Uluslararası Projeler". *Taşkın Konferansı*, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü DSİ 11. Bölge Müdürlüğü, Edirne. 292 s. 12-37.
- Mesiha, S. (2000). "Çok Amaçlı Karar Vermede Bir Yaklaşım: Analitik Hiyerarşi Yöntemi". *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2(2), 149-162.
- Nkeki, F. N., Henah, P. J., and Ojeh, V. N. (2013). "Geospatial techniques for the assessment and analysis of flood risk along the Niger-Benue Basin in Nigeria". *Journal of Geographic Information System*, 5, 123-135
- Ocak, F., Bahadır, M., ve Aylar, F. (2021). "Bakacak Deresi Havzası'nın (Samsun) Coğrafi Analizi ve Taşkın Duyarlılığı". *Mavi Atlas*, 9(2), 61-81.
- Oğuz, K., Oğuz, E., ve Coşkun, M. (2016). "Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Taşkın Risk Alanlarının Belirlenmesi: Artvin İli Örneği", 4. *Ulusal Taşkın Sempozyumu*, 21, 24.
- Oğuz, E., Oğuz, K. ve Öztürk, K. (2022). "Düzce Bölgesi Taşkın Duyarlılık Alanlarının Belirlenmesi". *Geomatik*, 7(3), 220-234.
- Ouma, Y. O., and Tateishi, R. (2014). "Urban flood vulnerability and risk mapping using integrated multi-parametric AHP and GIS: methodological overview and case study assessment". *Water*, 6(6), 1515-1545.
- Önsoy, H. (2008). "Kentleşmede hidrolojinin önemi". *5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci Türkiye Bölgesel Su Toplantıları: Sel, Taşkın ve Heyelan Konferansları Bildiriler Kitabı*, 38, 42.
- Özalp, D., (2009). "Dere Taşkın Risk Haritalarının CBS Kullanılarak Oluşturulması ve CBS İle Taşkın Risk Analizi", İTÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), 156s, İstanbul.
- Özcan, O., ve Musaoğlu, N. (2009). "Taşkın Risk Analizinde Hidrolojik Modelleme ve Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi". *TUFUAB V. Teknik Sempozyumu*, Ankara.

- Özcan, O., Musaoğlu, N., ve Şeker, D. Z. (2009). "Taşkın Alanlarının Cbs ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Belirlenmesi ve Risk Yönetimi; Sakarya Havzası Örneği". *12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 11-15 Mayıs 2009, Ankara
- Özcan, O. (2017). "Taşkın Tespitinin Farklı Yöntemlerle Değerlendirilmesi: Ayamama Deresi Örneği". *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 3(1), 9-27.
- Özdemir, H. (2007). Havran Çayı Havzasının (Balıkesir) CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Taşkın ve Heyelan Risk Analizi. Basılmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, İstanbul.
- Özdemir, H. (2018). *Hidroğrafya*. Editör. Barbaros Gönençgil, Genel Fiziki Coğrafya. 1. Baskı Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, 2018, ss.259-295
- Özey, R., 2006, *Afetler Coğrafyası*. Aktif Yayınevi, İstanbul, 214s.
- Özşahin, E. (2013a). "Türkiye’de Yaşanmış (1970-2012) Doğal Afetler Üzerine Bir Değerlendirme". *Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*, Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay, Turkey.
- Özşahin, E. (2013b). "Arnavutluk’ta Taşkın Risk Analizi". *International Journal Of Eurasia Social Sciences*, 2013(12), 91-109.
- Özşahin, E., ve Kaymaz, Ç. (2015). "Cbs Ve Ahs Kullanılarak Doğal Çevre Bileşenleri Açısından Kentsel Mekânın Yerleşime Uygunluk Analizine Bir Örnek: Antakya (Hatay)". *Doğu Coğrafya Dergisi*, 20(33), 111-134.
- Parsian, S., Amani, M., Moghimi, A., Ghorbanian, A., and Mahdavi, S. (2021). "Flood hazard mapping using fuzzy logic, analytical hierarchy process, and multi-source geospatial datasets". *Remote Sensing*, 13(23), 4761.
- Radwan, F., Alazba, A. A., and Mossad, A. (2019). "Flood risk assessment and mapping using AHP in arid and semiarid regions". *Acta Geophysica*, 67, 215-229.
- Rahmati, O., Zeinivand, H., and Besharat, M. (2016). "Flood hazard zoning in Yasooj region, Iran, using GIS and multi-criteria decision analysis. Geomatics", *Natural Hazards and Risk*, 7(3), 1000-1017.
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. Mc Grawhill, Juc. New York.

- Saaty, R. W. (1987). “The Analytic Hierarchy Process—What It Is and How It is Used”. *Mathematical Modelling*, 9(3-5), 161-176.
- Saaty, T. L. (1994). “How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process”. *Interfaces*, 24(6), 19-43.
- Saaty, T. L., and Ozdemir, M. S. (2003). “Why the Magic Number Seven Plus or Minus Two”. *Mathematical and Computer modelling*, 38(3-4), 233-244
- Sar, N., Chatterjee, S., and Das Adhikari, M. (2015). “Integrated remote sensing and GIS based spatial modelling through analytical hierarchy process (AHP) for water logging hazard, vulnerability and risk assessment in Keleghai river basin, India”. *Modeling earth systems and environment*, 1, 1-21.
- Saral, A., ve Musaoğlu, N. (2011). “Çok Kriterli Karar Verme Ve Bilgi Difüzyonu Yöntemleri İle Taşkın Risk Analizi”. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 18-22.
- Sarı, H., ve Özşahin, E. (2016). “CORINE Sistemine Göre Tekirdağ İlinin AKAÖ (Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsü) Özelliklerinin Analizi/Analysis of LULC (Landuse/Landcover) Characteristics of Tekirdag Province based on the CORINE System”. *Alinteri Journal of Agriculture Science*, 30(1), 13-26.
- Sarıgül, O., ve Turoğlu, H. (2020). Kahramanmaraş Şehri Sel Ve Taşkınlarının Coğrafi Analizi Ve Öngörüler. *Coğrafya Dergisi*, (40), 275-293.
- Sayar, M. A., Selvi, H. Z., ve Buğdaycı, İ. (2019). “Suruç Çadırkent Alanının Analitik Hiyerarşi Yöntemiyle Belirlenmesi”. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 1(1), 20-31.
- Selçuk, L., Selçuk, A. S., ve Ksapoğlu, D. (2016). “Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Tabanlı Çok Kriterli Karar Analizi (Çkka) Kullanılarak, Van İli Merkez İlçelerinin Kentsel Taşkın Duyarlılık Değerlendirmesi”, *Yerbilimleri*, 37(1), 1-18.
- Souissi, D., Zouhri, L., Hammami, S., Msaddek, M. H., Zghibi, A., and Dlala, M. (2020). “GIS-Based MCDM–AHP Modeling for Flood Susceptibility Mapping of Arid Areas”, *Southeastern Tunisia. Geocarto International*, 35(9), 991-1017.

- Sunkar, M., ve Tonbul, S. (2010).” İluh Deresi Havzası’na (Batman) Yönelik Sel ve Taşkın Riski Analizleri”. *Nature Sciences*, 5(4), 255-273.
- Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (2017). *Rapor, Su Yönetimi Planı, Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü*. Erişim: 1 Haziran 2023, <http://taskinyonetimi.tarimorman.gov.tr/Dokumanlar>
- Şahin, C., Sipahioğlu, Ş. (2003). *Doğal Afetler ve Türkiye*. Genişletilmiş 2. Baskı, Gündüz Eğitim ve Yayıncılık, Ankara.
- Taş, E. (2018). “Coğrafi Bilgi Sistemleri Teknikleri Kullanılarak Taşkın Risk Potansiyelinin Değerlendirilmesi: Afyonkarahisar Çay Deresi Havzası”. *İklim Değişikliği ve Çevre Dergisi*, 3(1), 68-74.
- Tokgözlü, A., ve Özkan, E. (2018). “Taşkın risk haritalarında AHP yönteminin uygulanması: Aksu Çayı Havzası örneği”. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (44), 151-176.
- Turkey Disaster Response Plan (TAMP), 2013. Republic of Turkey Prime Ministry Disaster and Emergency Management Presidency. Erişim Tarihi: 1 Haziran 2023, https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/e_Kutuphane/Planlar
- Turoğlu, H. (2000). *Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel Esasları*. İstanbul: Çantay Yayınları.
- Turoğlu, H. (2005). “Bartın’da Meydana Gelen Sel Ve Taşkınlara Ait Zarar Azaltma Ve Önleme Önerileri”. *İ.T.Ü. Türkiye Kuvaterner Sempozyumu V Bildirileri*, İstanbul, Türkiye, 104-110.
- Turoğlu, H. ve Özdemir H., (2005). *Bartın'da Sel ve Taşkınlar: Sebepler, Etkiler, Önleme ve Zarar Azaltma Önerileri*. Çantay Kitabevi
- Turoğlu, H. (2010). “8–10 Eylül 2009 Tarihlerindeki Yağışların Silivri-Selimpaşa Sahil Kuşağında Neden Olduğu Sel Ve Taşkınlar”. *II. Ulusal Taşkın Sempozyumu, Afyon*
- Turoğlu, H., ve Uludağ, M. (2010).” Floods and flashfloods in Edirne (Turkey)”. *Proceedings of the 10th International Multidisciplinary Scientific GeoConference-SGEM*, 20-26.

- Turoğlu, H., ve Uludağ, M. (2013). “Arşiv verilerine dayalı ön değerlendirme: Edirne’de Meydana Gelen Eski ve Güncel Taşkımlar”. *Prof. Dr. Asaf KOÇMAN’a Armađan. Edebiyat Fakóltesi Yayın*, (180), 161-172.
- Turoğlu, (2023). H. “Jeomorfolojik Açıdan Akarsu Kıyıları ve Kıyı Kanunu”. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, (10), 34-48.
- Uludağ, M., ve Turoğlu, H. (2013). “Possible Hydrographic effects of climate change on lower part of transboundary Meric River Basin (Turkey)”. *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 14(2), 77-85.
- Uncu, L. ve Karakoca, E. (2022). *Edirne İlinin Konumu, Jeolojisi ve Jeomorfolojisi*. Editör, *Topçu Ahmet Ertek Edirne İlinin Coğrafyası, Türk Coğrafya Kurumu Yayıncılık, İstanbul*, ss.65-82.
- Uslu, G., Sesli, F. A., ve Uzun, B. (2018). “Coğrafı Bilgi Sistemleri İle Taşkın Tehlike Haritalarının Belirlenmesi”. *Kent Akademisi*, 11(4), 545-558.
- Vargas, L. G. (1990). “An Overview of The Analytic Hierarchy Process and Its Applications”. *European Journal of Operational Research*, 48(1), 2-8.
- Yılmaz, İ., Öztürk, D., ve Kırbaş, U. (2017). “Çorum ili taşkın tehlikesinin analitik hiyerarşı yöntemi kullanılarak incelenmesi”. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası*, 16, 3-6.
- Yiğit, A., ve Uysal, M. (2019, June). “Afet yönetiminde uzaktan algılamanın kullanımı”. *In İdRc 2019 İnternational Disaster ve Resilience Congress* (Vol. 26, p. 28).
- Yiğit, A. Y., ve Kaya, Y. (2020). “Sentinel-2A Uydu Verileri Kullanılarak Sel Alanlarının İncelenmesi: Düzce Örneği”. *Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi*, 2(1),

