



**ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİYLE TAŞKIN RİSK ANALİZİ:
ŞUHUT ALT HAVZASI ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Zehra Damla Akyıldız

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Murat KİLİT

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Mayıs 2023

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİYLE TAŞKIN RİSK ANALİZİ:
ŞUHUT ALT HAVZASI ÖRNEĞİ

Zehra Damla AKYILDIZ

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Murat KİLİT

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Mayıs 2023

TEZ ONAY SAYFASI

Zehra Damla AKYILDIZ tarafından hazırlanan “Analitik Hiyerarşi Süreciyle Taşkın Risk Analizi: Şuhut Alt Havzası Örneği” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 23 / 05 / 2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Murat KİLİT

Başkan : Prof. Dr. Yılmaz İÇAĞA
Afyon Kocatepe Üniversitesi,
İnşaat Mühendisliği Fakültesi İmza

Üye : Doç. Dr. Kemal SAPLIOĞLU
Süleyman Demirel Üniversitesi,
İnşaat Mühendisliği Fakültesi İmza

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Murat KİLİT
Afyon Kocatepe Üniversitesi,
İnşaat Mühendisliği Fakültesi İmza

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun
..... /..... /..... tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....
Prof. Dr. Bekir YALÇIN
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI
Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

23 / 05 / 2023

Zehra Damla AKYILDIZ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİYLE TAŞKIN RİSK ANALİZİ: ŞUHUT ALT HAVZASI ÖRNEĞİ

Zehra Damla AKYILDIZ

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Murat KİLİT

Bu araştırmada, Afyonkarahisar'ın Şuhut bölgesindeki Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHP) ile potansiyel taşkın tehlikesi alanları tanımlanmıştır. AHP, birden çok kriter içeren, karmaşık problemlerin çözümünde kullanılan bir karar verme yöntemidir.

Çalışmada yedi farklı katmanın ağırlıkları ve etkileri analitik hiyerarşi süreci ile elde edilmiştir. Bu kriterler; yağış, eğim, baki, toprak, arazi kullanımı, jeoloji ve akarsuya yakınlık parametreleridir.

AHP yönteminde kriterlere verilecek ağırlıklar ikili karşılaştırma ile belirlenmiş ve parametre derecelendirmeleri birleştirilerek bir taşkın tehlike indeksi oluşturulmuştur.

Sonuçlar, Coğrafi Bilgi Sistemleri (ArcGIS 10.4) ortamında ağırlık dereceleri değerlendirilerek birbirleri ile karşılaştırılmış ve çalışma yapılan bölgede taşkın etkileyeceği riskli alanlar bulunmuştur.

Sonuçta su altında kalan tehlike bölgelerinin yaklaşık %44,44'ünün yüksek ila çok yüksek taşkın riski taşıdığını göstermiştir.

2023, viii + 45 sayfa

Anahtar Kelimeler: Analitik Hiyerarşi Süreci, Taşkın Tehlike İndeksi, Taşkın, Risk Analizi, Çoklu Karar Alma.

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

FLOOD RISK ANALYSIS BY ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS:

ŞUHUT SUBBASIN EXAMPLE

Zehra Damla AKYILDIZ

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Civil Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Murat KİLİT

In this research, potential flood hazard areas were identified with the Analytic Hierarchy Method (AHP) in the Şuhut region of Afyonkarahisar. AHP is a decision-making method used to solve complex problems that include multiple criteria.

In the study, the weights and effects of seven different layers were obtained through the analytical hierarchy process. These criteria; precipitation, slope, aspect, soil, land use, geology and proximity to the stream parameters.

In the AHP method, the weights to be given to the criteria were determined by pairwise comparison and a flood hazard index was created by combining parameter ratings.

The results were compared with each other by evaluating their severity in the Geographic Information Systems (ArcGIS 10.4) environment, and risky areas that would be affected by floods were found in the study area.

The result showed that approximately 44,44% of the flooded hazard zones had a high to very high flood risk.

2023, viii + 45 pages

Keywords: Analytical Hierarchy Process, Flood Hazard Index, Flood, Risk Analysis, Multiple Decision Making.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın konusu, çalışmaların yönlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında yapmış olduğu büyük katkılarında dolayı tez danışmanım Sayın Dr.Öğr. Üyesi Murat KİLİT, her konuda öneri ve eleştirileriyle yardımlarını grdđđm hocalarıma teşekkür ederim.

Bu araştırma boyunca beni destekleyen ve cesaretlendiren babam Seyfettin SAYAN'a teşekkür ederim.

Zehra Damla AKYILDIZ

Afyonkarahisar 2023

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	ii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ	4
3. MATERYAL ve METOT	12
3.1 Çalışma Alanı	12
3.2 Kriter Tanımlama.....	14
3.3 Kriterlerin Haritalanması	15
3.3.1 Eğitim Haritası Oluşturma	16
3.3.2 Bakı Haritası Oluşturma	17
3.3.3 Toprak Haritası Oluşturma	18
3.3.4 Arazi Kullanım Haritası Oluşturma.....	19
3.3.5 Yağış Haritası Oluşturma	20
3.3.6 Jeoloji Haritası Oluşturma	21
3.3.7 Akarsuya Uzaklık Haritası Oluşturma.....	22
3.4 Kriterlerin Analiz İçin Hazır Hale Getirilmesi	23
3.5 Kriterlerin AHP Tablolarının Oluşturulması	24
3.5.1 Akarsuya Uzaklık AHP Tablosu Oluşturma.....	24
3.5.2 Yağış AHP Tablosu Oluşturma	24
3.5.3 Eğitim AHP Tablosu Oluşturma	25
3.5.4 Bakı AHP Tablosu Oluşturma	26
3.5.5 Jeoloji AHP Tablosu Oluşturma	27
3.5.6 Toprak AHP Tablosu Oluşturma	28
3.5.7 Arazi Kullanım AHP Tablosu Oluşturma.....	28
3.6 Analiz.....	29

3.6.1 Analiz Aşamasında Ağırlıklı Toplam	29
3.6.2 Değiştirilmiş Ağırlık Katsayıları İle Ağırlıklı Toplam	33
4.BULGULAR	38
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	35
6. KAYNAKLAR.....	39
ÖZGEÇMİŞ.....	42



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

°C	Derece santigrat
%	Yüzde

Kısaltmalar

AHP	Analitik Hiyerarşi Prosesi
ArcGIS	Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımı
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
DEM	Sayısal Yükseklik Modeli
GB	Güney Batı
Landsat 8 OLI	NASA'nın deneysel uydusu
MCDA	Çok Ölçütlü Karar Analizi
NDWI	Normalleştirilmiş Fark Su İndeksi
SAR	Sentetik Açıklıklı Radar

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1 Taşkın risk haritasının üretilmesinde sınıflara atanan ağırlık değerleri.....	5
Şekil 3.1 Çalışma Alanının Konumu.....	13
Şekil 3.2 Eğim Haritası	16
Şekil 3.3 Bakı Haritası	17
Şekil 3.4 Toprak Haritası	18
Şekil 3.5 Arazi Kullanım Haritası	19
Şekil 3.6 Yağış Haritası.....	20
Şekil 3.7 Jeoloji Haritası	21
Şekil 3.8 Akarsuya Uzaklık Haritası	22
Şekil 4.1 Taşkın Risk Analizi.....	38

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1 RI Değerleri.....	24
Çizelge 3.2 Akarsuya Uzaklık AHP Tablosu.....	24
Çizelge 3.3 Yağış AHP Tablosu.....	25
Çizelge 3.4 Eğim AHP Tablosu	25
Çizelge 3.5 Bakı AHP Tablosu	26
Çizelge 3.6 Jeoloji AHP Tablosu	27
Çizelge 3.7 Toprak AHP Tablosu	28
Çizelge 3.8 Arazi Kullanım AHP Tablosu.....	28
Çizelge 3.9 İkili Karşılaştırma Matrisi	30
Çizelge 3.10 İkili Karşılaştırma Matrisi(2.yol)	34
Çizelge 4.1 Kriterlerin Ağırlık Dereceleri.....	39

1. GİRİŞ

Taşkın felaketi, insan yaşamlarını ve sosyo-ekonomik koşulları etkileyen, toplumu tehdit eden, yinelenen ve yıkıcı doğal tehlikelerden biridir (Qi ve Altınakar 2011). Taşkınların etkileri gelişmekte olan ülkelerde (Türkiye gibi), özellikle yerel kırsal kesimde yaşayan topluluk tarafından ciddi şekilde hissedilmektedir. Topografik ve meteorolojik ortamlardan bağımsız olarak taşkın sorunları, arazi kullanım değişikliği, hızlı kentleşme ve iklim değişikliği gibi çevresel değişiklikler nedeniyle ciddi hale gelmektedir (Suriya vd. 2012).

Taşkın olayı doğal bir afet olduğundan, taşkın riski uygun yönetim ve azaltma stratejileri benimsenerek en aza indirilebilir. Bu nedenle, taşkın risklerinin değerlendirilmesi, azaltma stratejilerinin benimsenmesi için bir ön koşuldur.

Taşkın riski, taşkından kaynaklanan hasar ve kayıplara maruz kalmanın bir ölçüsüdür. Genel olarak tahmin edilen hesaplama fizyo-iklimsel, hidrodinamik, ekonomik, sosyal ve ekolojik yönlerdir. Taşkın riski, tehlike ve kırılganlığın toplanması veya çarpılması dikkate alınarak hesaplanır (Wang vd. 2011, Li vd. 2013).

Taşkın riskinin analitik olarak hesaplanması, veri kısıtlamaları nedeniyle çok karmaşık ve zordur (Kron 2005). Bunun yerine, sayısal modelleme ve indeks tabanlı analiz aracılığıyla tehlike değerlendirmesi oldukça yaygındır ve taşkın riski analizinin yerine geçer (Dutta vd. 2007, Kazakis vd. 2015). Dolayısıyla afet azaltma konusunda bir strateji geliştirmek ve tehlikeyi hesaplamak çok etkilidir.

Hidrolojik ve hidrodinamik modeller, havza ölçeğindeki taşkınların büyüklüğü, sıklığı ve boyutu bakımından taşkın simülasyonu için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte, hidrodinamik modellerin sınırlı veri koşullarında ve idari düzeyde uygulanması zor bir iştir. Bu nedenle, kritik parametreleri birleştiren indeks tabanlı bir yaklaşım, tehlikenin büyüklüğünü değerlendirmek için geçerli bir çözümdür (Kuldeep vd. 2016, Liu vd. 2012, Ullah vd. 2016).

Taşkın tehlikesi değerlendirmesi ile ilgili geçmiş çalışmalarda, sayısal yükseklik modeli (DEM) ile türetilmiş jeolojik ve hidrolojik özelliklere arazi kullanımı ve kentleşme bilgileri, insan etkinliği , altyapı ve nüfus özellikleri ve benzeri bazı çalışmalar azaltma politikası ve rehabilitasyon konularına odaklanmıştır (Burby vd. 2000, Noman vd. 2001, van der Veen ve Logtmeijer 2005, Dewan vd. 2007). Taşkın riskine karşı afet bölgelerinde ve riskli üretim alanlarında yer alan insanların, yapıların ve sistemlerin, taşkın tehlikesinin değerlendirilmesi, erken uyarı ve afet riskinin azaltılması için gereklidir (Xiao vd. 2016, Samela vd. 2016, Mojtahedi ve Oo 2016).

Son yirmi yılda, selleri kontrol eden parametrelerin rolünü anlayarak, endeks tabanlı taşkın tehlikesini ve riskini tahmin etmek için Çok Ölçütlü Karar Analizini (MCDA) kullanan birçok çalışma yapılmıştır (Hazarika vd. 2016, Kazakis vd. 2015, Papaioannou vd. 2015, Wuet vd. 2015, Xiao vd. 2016). CBS tabanlı MCDA, kriterleri hiyerarşik bir şekilde düzenleyerek karmaşık karar sorunlarını inceler (Chen vd. 2011). Bir literatürde Brito ve Evers (2016) tarafından yapılan inceleme, araştırmanın yaklaşık %82'sinin çoğu Asya ve Avrupa ülkelerinde, %85'i çalışılan MCDA'yı kullandığını ve çalışmanın yaklaşık %72'sinin AHP kullandığını buldu. MCDA çerçevesinde ancak bu çalışmalarda kullanılan parametrelerin perspektifi ve sayısı sabit değildi (Wang vd. 2011, de Brito ve Evers 2016, Madhuri vd. 2013). Örneğin Chen, Ito, Sawamukai ve Tokunaga (2015) nehir sistemi, yükseklik, çöküntü alanı, geçirimsiz alan oranı, gözaltı havuzları ve yağış olmak üzere altı kriter kullandı. Kazakis vd. (2015), yedi hidrojeolojik ve jeomorfolojik parametreyi analiz ederek idari düzeyde bir taşkın tehlike indeksi (FHI) hazırlamıştır. Bununla birlikte, çoğu çalışma, AHP modeli birden fazla kaynaktan belirsizliğe maruz kaldığı için gerekli olan doğrulamayı göz ardı etmiştir (Brito ve Evers 2016). Birkaç çalışma, seçilen bazı noktalarda sel olaylarının tarihsel verileriyle sonuçları doğrulamaya çalışmıştır ancak, konuma dayalı olay verileri, MCDA tabanlı tehlike haritasını doğrulamak için yeterli değildir (Kazakis vd. 2015, Wuet vd. 2015).

Uzaysal verileri kullanarak tarihsel taşkınların mekânsal haritalaması, sensör kapasitesindeki gelişmeler ve tekrarlayan kapsama nedeniyle popüler hale gelmiştir. Sentetik açıklıklı radar (SAR) verileri, buluta nüfuz etme kabiliyetinden dolayı taşkın haritalamada oldukça kullanışlıdır ancak maliyeti yüksek olduğundan az tercih

edilmektedir (Giustarini vd. 2016). Bu nedenle, Landsat 8 OLI görüntüleri gibi ücretsiz olarak elde edilebilen multispektral görüntüler taşkın riski değerlendirilmesinde daha çok tercih edilmektedir (Xu 2006, Du vd. 2014,).

Optik sensörlerin farklı spektral bantları tarafından yakalanan yüzey yansımaları işleyerek su piksellerini sınıflandırmak için çeşitli teknikler geliştirilmiştir (Feyisa vd. 2014). Pek çok çalışmada yüzey su kütlelerinin ve taşkın su baskınlarını çıkarmak için normalize edilmiş fark su indeksi (NDWI) kullanılmıştır (Pandey vd. 2010, Liv vd. 2013, Du vd. 2014).

Bu çalışmanın amacı taşkın riski azaltma önleminin öncelikli olarak uygulanması gereken tehlike bölgesini belirlemek için bir taşkın tehlike haritası hazırlamaktır. Burada, CBS tabanlı mekânsal çok kriterli değerlendirme çerçevesi, seçilen yedi kriteri birleştirerek indeks bazlı bir taşkın tehlikesi haritası hazırlamak için kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, Türkiye'nin Afyonkarahisar ilinde bulunan Akarçay bölgesi Şuhut havzası için entegre bir taşkın tehlikesi haritası hazırlanmıştır. Önerilen yöntem, veri ile sınırlı koşullar için taşkın tehlikesi haritalamasında yararlı bir araç olarak kullanılabilir.

2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

Çok Kriterli Karar Verme Ve Bilgi Difüzyonu Yöntemleri İle Taşkın Risk Analizi tezde analitik hiyerarşi yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem ile taşkın riski hesaplanmıştır. (Saral ve Musaoğlu 2011).

Çok kriterli karar verme yöntemlerinde en sık kullanılan AHP'dir. Çok kriterli karar verme yöntemlerini kriter sayıları fazla olduğunda karar sonucuna kolay ulaşmak için kullanılır.

AHP, ikili karşılaştırmalar yaparak, tüm kriterleri değerlendirerek sonuca ulaşmak için kullanılır. Bir karar verme probleminin AHP ile sonuca ulaştırmak için yapılması gereken adımlar aşağıdadır.

Adım 1: Problem tanımlanır.

Adım 2: İkili karşılaştırma matrisi ile değerlendirme ölçütleri oluşturulur.

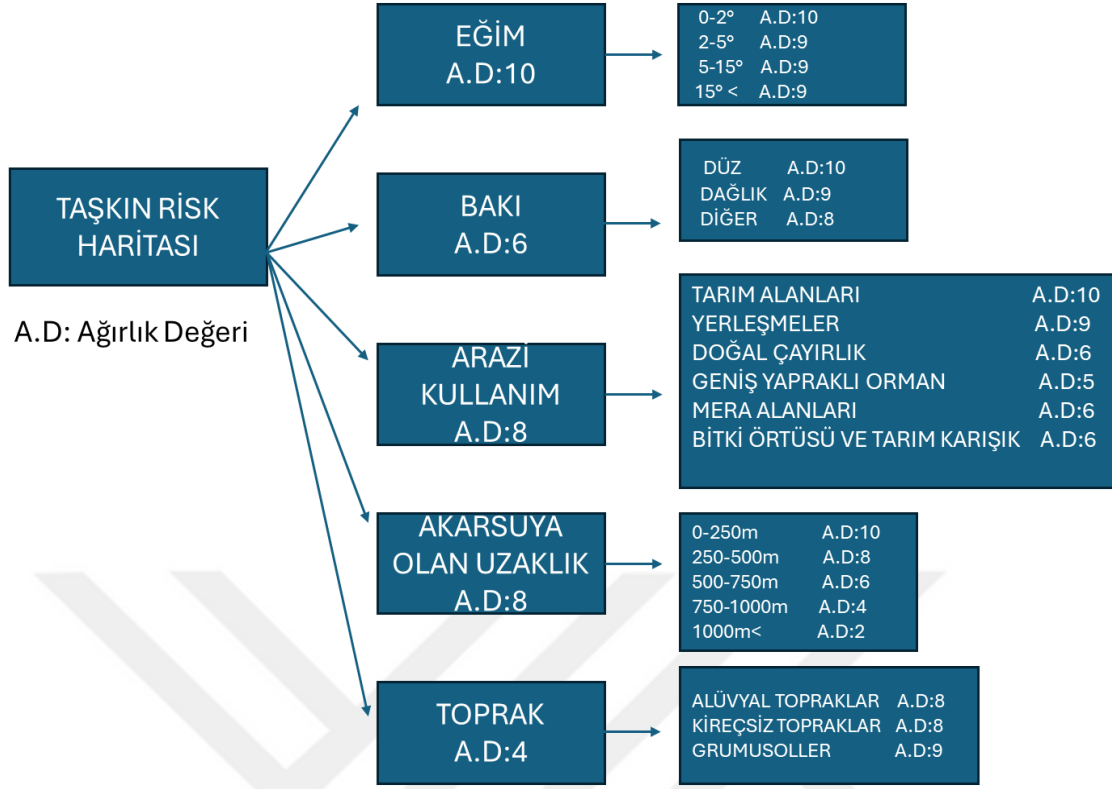
Adım 3: Matrisin her elemanı, kendi sütun toplamına bölünerek normalleştirilmiş karşılaştırma matrisi elde edilir.

Adım 4: Normalleştirilmiş karşılaştırma matrisinin satır ortalamaları hesaplanarak ölçütlerin önem değerleri elde edilir.

Adım 5: Tutarlılık oranı (CR - Consistency Rate) hesaplanır.

Adım 6: Sonuç dağılımının bulunması işlemleri sırasıyla yapılır (Aydın vd. 2009).

Taşkın Risk Analizlerinde Kullanılan Uzmana Dayalı Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi'nin Tutarlılığı Hakkında Bir Değerlendirme: Pehlivanköy (Kırklareli) İlçesi Örneği tezde taşkına duyarlılığı ölçmek için daha önce literatürde yapılan çalışmalar temel alınarak ağırlık değerleri atanmıştır. Ağırlık değerleri her kriterin detayına göre alt başlıklara ayrılmış ve kendi içlerinde dereceler vermiştir. Ağırlık değerleri literatür matrisinde işlenmiş ve taşkın haritası oluşturulmuştur (Aykut 2019).



Şekil 2.1 Taşkın risk haritasının üretilmesinde sınıflara atanan ağırlık değerleri.

Aksu Havzasında AHP Yöntemi ile Taşkın Risk Haritası Oluşturulması tezinde AHP yöntemi ile taşkın risk haritası oluşturulmuştur. Çalışmada Aksu Çayı Alt Havzası'na taşkın gerçekleşmesine etkili olan faktörlerin (yağış, eğim, arazi kullanımı-bitki örtüsü, toprak, akarsu ağlarına yakınlık ve litoloji) kendi aralarında önem sıralaması yapılmıştır. AHP yönteminde çıkan katsayılar göre de tekrar sınıflandırılarak (ArcGIS 10.4) ortamında taşkın risk haritası oluşturulmuştur.

AHP yöntemi Saaty tarafından birden çok sayıda ölçüt içeren karmaşık karar mekanizmalarını çözümleyip var olan probleme entegre edebilmemiz için geliştirilmiştir. Geliştirilen Analitik Hiyerarşi yöntemiyle problem, ana hedef, ölçütler, alt ölçütler ve seçenekler düzeylerinde hiyerarşik bir sistem içinde modelleme keşfedilmiştir.

Hiyerarşi minimum üç düzeyden oluşur. Birinci sırada problemin amacı, sonrasında ölçütler ve seçenekler yer almaktadır.

Çok boyutlu ve karmaşık olaylar, karmaşık ilişkiler sonucunda ortaya çıkmıştır. Analitik hiyerarşi yönlendirici etkisiyle vurgulanmaktadır. Faktörlerin kendi aralarında oranlarına ve sonuca etki etmedeki önceliklerine göre üç temel ögede toplanır. Bunlar; hiyerarşilerin oluşturulması, üstünlüklerin belirlenmesi, mantıksal ve sayısal tutarlılıktır (Tokgözlü ve Özkan 2018).

Tavşanlı Deresinde (Sivas-Hafik) Taşkın Risk Analizi tezinde Kızılırmak havzasında; Sivas ili Hafik ilçesi sınırı içerisinde yer alan, taşkın riski yüksek olan ve 370km² alanına sahip Tavşanlı deresi havzasında; taşkın riskini belirlemek için çalışma yapılmıştır. Amaç olası bir taşkın esnasında mevcut yerleşimlerin kayıp ve zararlarını tespit etmektir (Şengün vd. 2019). Taşkın riski belirlenmesinde uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemi tabanlı Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden olan iki farklı yöntem kullanılmıştır. İki yöntem karşılaştırılarak havzaya uygunlukları belirlenmiştir. Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve Ağırlıklı Çakışma (Weighted Overlay) kullanılmıştır.

Havzanın arazi kullanım ve toprak örtüsü belirlenerek çalışmada kullanılacak altlıklar oluşturulmuştur. Altlıkların etki yüzdeleri her iki yöntemde de eşit olarak girilmiştir. Bu yöntemler ile havzada taşkın riski taşıyan yerleşim haritaları oluşturulmuştur. Taşkın oluşmasında etkili olabilecek 7 farklı parametre seçilmiştir. Taşkınların oluşmasında en etkili üç parametre rölyef, eğim ve bakıdır. Oluşturulan haritalar iki farklı analiz ile karşılaştırılmıştır. Havzanın taşkın sahasına en duyarlı alanı kuzeydeki düzlük sahalar, sel alanları ise havzadaki vadi yamaçları sonucuna varılmıştır.

Coğrafi Bilgi Sistemi Tabanlı Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanılarak Taşkın Tehlike Haritalaması tezinde Sivas kent merkezi ve yakın çevresinin taşkın riski araştırılmıştır. Çalışmada taşkın risk haritası oluşturmak için 8 adet kriter (eğim, yükseklik, bakı, yağış, büyük toprak grubu, akarsulara uzaklık, litoloji ve arazi kullanımı) seçilmiştir. Bu kriterler literatür araştırma sonucunda seçilmiştir. Kriterlere taşkın riski açısından değerlendirme yapılarak 1 ile 5 arası puanlar verilmiştir. Bunlar sırasıyla; sırasıyla “çok yüksek”, “yüksek”, “orta”, “düşük” ve “çok düşük” kategorilerine karşılık gelmektedir. Kriterler çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHP)

yöntemi temelinde Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz sonucunda taşkın açısından riskli alanlar belirlenmiştir. AHP yönteminde dikkate alınan kriterler için CR (Tutarlılık) değeri 0.03 olarak hesaplanmış olup, bu değer elde edilen sonuçların tutarlı ve kabul edilebilir olduğunu göstermiştir.

Taşkın risk haritası sonucunda risk kategorileri 5 sınıfa ayrılmıştır. Bunlar; “çok yüksek (% 12,72)”, “yüksek (% 24,40)”, “orta (% 28,14)”, “düşük (% 25,40)” ve “çok düşük (% 11,32)” şeklindedir. Yerleşim alanlarının %25,2 si ile tarım alanlarının %47,2 i taşkın riski açısından “çok yüksek” riskli alanlar kategorisinde yer almıştır. Sonuçlar değerlendirildiğinde taşkın riski yüksek alanlarda yapılaşma ve kentsel gelişim kontrol altına alınmalı, taşkın duyarlılığı yüksek olan alanlardaki alt yapı konularında ilgili standartlar ve mevzuatlar ölçüsünde gerekli iyileştirmeler yapılmalıdır sonucuna varılmıştır (Karakuş ve Ceylan Demirel 2022).

Taşkın Risk Alanlarının Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanılarak Mikro-Havza Ölçeğinde Değerlendirilmesi tezinde Siirt Üniversitesi Kezer Yerleşkesinde bulunan mikro havzada taşkın riski taşıyan alanları belirlenmiştir. Çok kriterli karar verme yöntemi kullanarak risk durumunu değerlendirilmiştir. Araştırmada, taşkın risk derecelerini tahmin etmek için akış birikimi, yağış yoğunluğu, jeoloji, arazi örtüsü/kullanımı, eğim, yükseklik ve drenaj ağlarından uzaklık olmak üzere yedi kriter belirlenmiştir. Her kritere farklı ağırlıklar verilmiş olup, bu ağırlıklar AHP ile hesaplanmıştır. Ağırlık değerlerine göre farklı kriterlerin bilgileri üst üste çakıştırılmış ve taşkın risk haritası oluşturulmuştur. Sonuçta, Siirt Üniversitesi Kezer Yerleşkesi, taşkın riskinin orta derece olduğu bölgede yer almıştır. Arazi örtüsüne bakıldığında en riskli alanlar, şehir yapısının yoğun olduğu bölgelerdedir. Bu bölge %14,0 alanı kapsamaktadır. En risksiz alanlar ise ormanlık alanlardır ve %0,1 yüzdeyi kapsamaktadır. Araştırma alanında en yüksek ve yüksek taşkın riski taşıyan alanların yüzdelik olarak toplamı %21,6'dır (Sütünç ve Yavuz 2022). Araştırmada kullanılan kriterlerin yüzdelik ağırlıkları şu şekildedir; Akış birikimi %30, yağış yoğunluğu %10, jeoloji %5, arazi kullanımı %5, eğim %15, yükseklik %15, drenaj ağlarından uzaklık %20 dir. Bu kriter sonuçları AHP yöntemi ile birleştirilerek taşkın riski taşıyan bölgeler ortaya çıkarılmıştır. Kriterlerin derecelendirilmesinde literatürde uygulanmış çalışmalar dikkate alınmıştır. Araştırma alanında taşkın riski, ağırlıklı olarak

orta derecededir. Taşkın riskinin en fazla olduğu alanlar şehir yapısı sınıfının kapsadığı kesikli şehir yapısı, endüstriyel ve ticari alanlar, maden-boşaltım ve inşaat sahalarıdır. Bu alanlar, kullanımın ve doğal peyzajın yapaylaştırıldığı alanlar olarak haritada kendini göstermektedir. En risksiz alanlar ise ormanlık alanlardır. Yüzdeler olarak değerlendirildiğinde, %0,1 orman, %0,3 karışık tarım alanları ve makilik alan, %43,0 ekilebilir ve sürdürülebilir alanlar, %42,5 bitki örtüsü az ya da olmayan alanlar, %14,0 şehir yapısının hâkim olduğu alanlardır.

Analitik Hiyerarşi Yöntemi İle Behzat Deresi (Tokat) Havzası Taşkın Risk Analizi tezinde Tokat'ın Merkez ilçesinde bulunan, Behzat Deresi Havzası incelenmiştir. SentinelHub, NASA, Corine, HGM, MTA gibi birçok ulusal ve uluslararası kuruluştan elde edilen veriler ışığında AHS oluşturulmuştur. Havzanın güneybatı ve kuzey kesimlerinin yüksek oranda sel afetine yatkın alanlardan oluştuğu sonucuna varılmıştır. Yapılan hesaplamalara göre havzanın yaklaşık %38,9'luk bölümünün orta derecede, %5,4'lük bölümünün ise yüksek derecede sel afetine maruz kalabilecek alanların bulunduğu ortaya konmuştur. Çalışma alanının yağış haritasını oluşturmak için gerekli olan uzun yıllık ortalama yağış verileri Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden, bakı ve eğim haritasını oluşturmak için kullanılan Sayısal Yükseklik Verisi (DEM) NASA Earth Data bünyesinde bulunan ASF Alaska modülünden temin edilmiştir. Akarsu haritasını oluşturmak için ASF Alaska modülünden temin edilen DEM verisinin yanında Harita Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanmış 1/25.000 ölçekli topografya haritaları kullanılmıştır. Toprak haritası oluşturmak için Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından oluşturulmuş olan Toprak Kaynağı Envanter Etüt Raporu kullanılmıştır. Arazi kullanım durumu verileri Avrupa Birliği bünyesinde faaliyet gösteren Copernicus Land Monitoring Service (Copernicus Arazi İzleme Servisi)'den temin edilmiştir. Jeoloji haritası oluşturmak içinse Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğünden (MTA) 1/25.000 ölçekli jeoloji paftaları temin edilmiştir. Çalışma alanı taşkın risk analizinin yapılabilmesi için en çok kabul gören yöntem olan AHP kullanılmıştır. Hazırlanan yağış, bakı, eğim, akarsu ağı, akarsu havzası, toprak ve arazi kullanım haritaları ve AHP yazılımı ile hesaplanan ağırlık değerleri, ESRI ArcGIS PRO'da Weighted Overlay (ağırlıklı çakıştırma) aracını kullanarak çalışma alanı taşkın risk haritası elde edilmiştir. Analiz sonucunda havzanın yaklaşık %45'inin orta ve yüksek derecede taşkın riskine maruz

kalabileceği tespit edilmiştir (Taş ve Yanık 2022).

AHP Ve CBS Analizleri Kullanılarak Heyelan Duyarlılık Haritalarının Oluşturulması tezinde Kastamonu ili sınırları içinde bulunan İnebolu Havzasında bir heyelan duyarlılık çalışması gerçekleştirilmiştir. Literatür taraması sonucunda elde edilen bilgiler ve sahaya ait mevcut veriler göz önünde bulundurularak, heyelana sebep olabilecek 10 faktör belirlenmiştir. Bunlar eğim, bakı, yükseklik, eğrisellik, akarsuya uzaklık, topoğrafik nemlilik indeksi (TWI), sediman taşıma kapasite indeksi (LS Faktörü), akarsu aşındırma gücü indeksi (RSP), litoloji, arazi örtüsü/kullanımıdır. Bu faktörlere ilişkin haritalar, CBS tabanlı yazılımlar kullanılarak üretilmiştir. Faktörlerin birbiri ile olan ilişkilerinin tespit edilebilmesi amacıyla AHP yöntemi kullanılmış ve elde edilen ağırlık değerleri ile sahaya ait heyelan duyarlılık haritası üretilmiştir. Ayrıca, sahada daha önce çalışmış ve birçok kez saha çalışması için bölgede bulunmuş olan 4 farklı uzmanın görüşleri de alınarak, AHP ile 4 farklı sonuç haritası ile ortalama değerlerin kullanıldığı toplamda beş harita daha oluşturulmuştur. Üretilmiş tüm haritaların performansları, ROC analizleriyle denetlenmiş ve performans sonuçları elde edilmiştir. Yazar ve dört uzmanın görüşleri doğrultusunda, bölgedeki heyelanların oluşumunda en etkin parametrelerin, eğim, yükseklik, litoloji, akarsuya uzaklık ve arazi kullanımı/örtüsü parametreleri olduğu tespit edilmiştir (Acar 2019).

Coğrafi Bilgi Sistemi İle Taşkın Risk Analizi Osmaneli/Bilecik Örneği tezinde CBS kullanılarak Bilecik ili Osmaneli ilçe sınırları içerisinde taşkın risk analizi yapılmıştır. Bölgede Sakarya Nehri ve kolları olması Bilecik ilinin Osmaneli ilçesinin seçilmesinde etkili olmuştur. Çok Ölçütlü Karar Analizi (MCDA) kullanılarak, taşkına sebep olan parametrelerin ağırlık değerleri hesaplanmış ve taşkın riskine sahip olan alanlar belirlenmiştir. AHP ile taşkın analizlerinin belirlenmesinde kullanılan parametreler önem sırasına göre; yağış, akarsuya uzaklık, eğim, yükseklik, arazi kullanımı, bakı, jeoloji ve sıcaklıktır. Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) verisinin elde edilmesinde ALOS PALSAR uydularının veri setinden faydalanılmıştır. Raster ve vektör veriler kullanılarak, haritalama ve çakıştırılmalı analiz işlemlerinde ArcGIS programından yararlanılmıştır. Taşkın risk analizinin sonucunda; %11,9 oranında çok yüksek riskli, %35,9 oranında yüksek riskli, %28,7 oranında riskli, %20,6 az riskli ve %2,7 oranında risksiz alanlar

tespit edilmiştir. Genellikle akarsu havzalarına yakın alanlarda, taşkın oluşum riskinin fazla olduğu gözlenmiştir. Çalışmada eğim ve bakı analizlerinde, ALOS PALSAR uydu veri setinden elde edilmiş Sayısal Yükseklik Modeli, raster veri formatında önemli bir altlık oluşturmuştur. Uydudan elde edilmiş görüntüler taşkın risk analizinde kullanılmıştır. Yağış analizinde 13 yerleşkeye ait ortalama yağış verileri kullanılmıştır. Şiddetli yağışlarda taşkın riskinin önemli ölçüde arttığı gözlemlenmiştir. Taşkın risk haritası oluşturulurken AHP kullanılmıştır. Taşkına neden olan parametreler belirlenmiştir. Parametrelerin birbirlerine göre ağırlık durumları oluşturulmuştur. Parametreler AHP ile kullanım sırasına göre; yağış, akarsuya uzaklık, eğim, yükseklik, arazi kullanımı, bakı, jeoloji, sıcaklıktır. Ağırlık dereceleri ile birlikte vektör veri formatından raster formatına çevrilmiş ve analizler oluşturulmuştur. Kriterlerin çakıştırılması ile de taşkın risk haritasının modeli ortaya çıkmıştır. Taşkın risk haritası ile Google Earth uydu görüntüleri üzerinde çakıştırma yapılmıştır. Bölgenin topografyası incelenerek riskli alanların yerleşim bölgelerine ve ekilebilir tarım bölgelerine yakın olduğu görülmüştür. Analiz sonuçlarına göre bölgenin %28,7 si riskli alanları, % 20,6 sı az riskli alanları ve % 2,7 si risksiz alanları göstermektedir (Dursun 2022).

Çorum İli Taşkın Tehlikesinin Analitik Hiyerarşi Yöntemi Kullanılarak İncelenmesi tezinde MCDA yöntemlerinden AHP ile Çorum ilinin taşkın riski araştırılmıştır. Yağış, akarsulara uzaklık, eğim, yükseklik, arazi örtüsü, jeoloji, bakı, alt havzaların büyüklüğü ve alt havzaların şekli kriterleri seçilerek ağırlık dereceleri girilmiştir. AHP yöntemi ile taşkın risk haritası oluşturulmuştur. Elde edilen taşkın tehlike haritasının sonuçları, ilde yaşanan tarihi taşkın envanteriyle karşılaştırılmış, tehlike haritasının bu envanterle uyum gösterdiği ve bu haritanın gelecek muhtemel taşkınlar için tehlike altında bulunan alanların öngörüsünde kullanılabileceği tespit edilmiştir. Tehlike haritasına göre Çorum ilinin %3'ünün çok yüksek ve %25'inin yüksek taşkın tehlikesi taşıdığı tespit edilmiştir (Yılmaz vd. 2017).

Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanılarak Coğrafi Bilgi Sistemleri Ortamında Sel ve Taşkın Alanlarının Belirlenmesi: Çanakkale- Karamenderes Havzası Örneği tezinde Çanakkale Karamenderes Havzasında meydana gelen taşkınlarla ait risk haritaları AHP yöntemi ile CBS ortamında oluşturulmuştur. Çalışmanın taşkın riskine neden olan parametreler

şunlardır; litoloji, akarsuya mesafe, eğim, yükseklik ve bakıdır. Her kriterin ağırlık değerleri geçmiş taşkınların incelenmesi ve literatür taraması sonucunda belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, beklenildiği gibi ormanlık alanlar sel ve taşkın riski açısından düşük riske sahipken tarım alanları ve yapay alanlar riskli bulunmuştur. Taşkın oluşumunda en belirleyici parametre yağış olarak kabul edilmiştir. CBS tabanlı taşkın haritaları geçmiş vakalar dikkate alındığında tutarlı sonuç verdiği ifade edilmiştir. CBS ortamında üretilen, Çanakkale Karamenderes risk haritalarının taşkın esnasında sular altında kalacağı görülmüştür (Ertan vd. 2021).



3. MATERYAL ve METOT

Bu çalışmada, taşkın tehlikesi bölgelerini belirlemek için çok kriterli analiz için CBS tabanlı mekânsal veriler kullanılmıştır. Kriterlerin ağırlık dereceleri, seçilen kriterler arasındaki ilişkiler, taşkın üzerindeki etkileri dikkate alınarak yapılandırılmış bir şekilde analiz edilerek AHP ile hesaplanmıştır (Saaty 1980). AHP altı gerekli adımı içerir (Lee vd. 2008, Papaioannou vd. 2015). Bunlar; Yapılandırılmamış problemi tanımlamak, AHP hiyerarşisinin oluşturulması, ikili karşılaştırma tablosunun oluşturulması, ağırlık derecelerinin hesaplanması, tutarlılık yönteminin kontrolü ve doğrulanması.

Seçilen kriterlerin şematik katmanları hazırlanmış ve derecelendirmelerin atanması için değer aralıkları kümelendirilmiştir. Jenks'in doğal kırılma kümeleme tekniği (Jenks 1967) önceden tanımlanmış ayrı sınıf değerlerine sahip arazi kullanım türü, jeoloji ve benzeri gibi nitel parametreler dışında tüm kriterler için kullanılmıştır. Doğal kırılmalar, sınıflandırma tekniği, veri aralığını doğal gruplara dayalı olarak kümelere ayırdığı için MCDA tabanlı taşkın çalışmalarında popüler bir şekilde uygulanmaktadır (Huan vd. 2012, Stefanidis ve Stathis 2013, Papaioannou vd. 2015). Bu yöntem, her bir sınıfın ortalamasından ortalama sapmasını, diğer sınıf gruplarının araçlarından maksimum sapma ile birlikte en aza indirir (Stefanidis ve Stathis 2013).

Bu çalışma, sınıflar içindeki varyansı azalttığı ve sınıflar arası değişkenliği maksimize ettiği için doğal kırılma tekniğini kullanmıştır (Huan vd. 2012). Kriterlerin ve parametre derecelendirmelerinin nispi ağırlıkları birleştirilerek, GIS ortamında taşkın tehlike haritası hazırlanmıştır.

3.1 Çalışma Alanı

Çalışma alanı, Afyonkarahisar'ın 35 km güneyinde ve 42°49' - 42°80' kuzey enlemleri ile 26°96' - 30°14' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Ayrıca, Şuhut ovası, Akarçay havzası içinde yer almaktadır. Havza 677 km²'lik bir alanı kaplamaktadır.

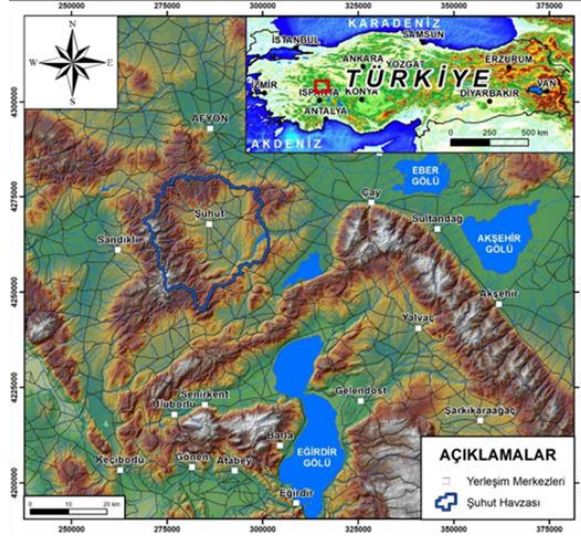
Bölgedeki yükseklik 900-1035 m arasında değişmekte olup ortalama 1021 m yüksekliğe sahiptir. Şuhut ovası'nın yüzölçümü 1182 km²'dir. Rakımı 1200 m olup Afyon'dan daha yüksektir. Aylık ortalama sıcaklık 22,2°C (Temmuz) ile 0,3°C (Ocak) arasında

değişmektedir. Bölge, Mayıs ayında en fazla (yaklaşık 54,8 mm) olmak üzere, yaklaşık 443,6 mm yıllık ortalama yağış almaktadır (Meteoroloji Genel Müdürlüğü).

Şuhut ovasında bulunan dağlar çıplaktır. Buralarda böğürtlen, kekik, keven, kardiken, üzerlik, sığır kuyruğu, deve diken, ballı baba, sayrık otu gibi otsu bitkiler yer alır. Ağaçların kapladığı yerler azdır. Ağaçlar dere boylarında ve kuytu yerlerde görülür. Bu ağaçlar söğüt, kavak yer yer yabancı ahlat, meşe, çam, kızılılık ağaçlarıdır. Seydi Sultan bataklığı saz ve kamışlarla kaplıdır. Alanda kültür bitkileri de oldukça yer kaplar.

Bölgenin tek akarsuyu Kali çayıdır. Kali çayı bu nedenle önemlidir. Çay, Kumalar dağından çıkar, Selevir barajında son bulur. Önemi az olsa da Kali çayından başka dereler de vardır. Bunlar; Bağlar deresi, Aydın deresi, Ellez deresi, Balçıkhisar deresidir. Mevsimlere göre bu derelerin suyu değişir. Selevir barajı Şuhut ilçesinin 15 km doğusunda Kali çayı üzerinde kurulmuştur. Rezervuar hacmi 80.000.555 m³, faydalı su hacmi 72.000.000 m³'dür. 20 km uzunluğundaki isale kanalı, bölge topraklarını sulamak amacıyla inşa edilmiştir. Kali çayı sulama yapmadan çay ovasına geçer. Çay ovasından ayrılan bir kol ile 2204 hektarlık kısmı sular. Diğer bir kolda 5860 hektarlık alanı kısmen sular.

Şuhut ovasında tarımsal faaliyetleri yoğun olarak yürütülür. Ovada önemli sorunlardan biri de tarımsal kirlenmedir. Kullanılan gübre sızıntı ile yeraltı sularına karışarak yeraltı suyu kalitesini bozmaktadır. Şuhut ovasının toplam nüfusu 60.000'dir (2000 yılı sayım).



Şekil 3.1 Çalışma alanının konumu.

3.2 Kriter Tanımlama

Uygun bir kriter seçimi taşkın yönetiminde çok önemlidir. Daha önceki çalışmalar, taşkın mekanizmasının fiziksel süreci etkileyen yerel coğrafi ayarlara uygun olarak bir dizi kriteri kullanmıştır (Chen vd. 2015, Kazakis vd. 2015, Papayuanu vd. 2015, Wu vd. 2015). Mevcut çalışma alanı, fizyografik, hidrolojik ve yüzey özelliklerine ilişkin yedi kriter belirlenmiştir. Bu kriterler eğim, bakı, toprak, arazi kullanım, yağış, jeoloji ve akarsuya uzaklıktır.

Yüzey üzerindeki su akışını kontrol ettikleri için yükseklik ve eğim seçilmiştir; yeraltı suyu derinliği sızma ve akış hızlarının kontrolüne katkıda bulunabilir. Bu çalışmada, yağmur döneminden ziyade yağmur öncesi dönem için kullanılan yeraltı suyu derinliği parametresi kullanılmıştır. Çünkü yağmur öncesi koşullar toprağın önceki nemini etkilemekte ve bu da en yüksek yağış sırasında sızma oranına etki etmektedir.

Arazi kullanımı, yüzey akışı oluşum oranını kontrol eden başka bir kritik parametredir. (Nie vd. 2011). Yağışın arazi yüzeyi ile etkileşimi çok karmaşık bir süreç olduğundan, toprak türleri ve eğim aynı zamanda taşkın duyarlılığını da kontrol ettiğinden, arazi kullanım parametresi akış potansiyelini vurgulamak için tek başına yeterli değildir. (Asare-Kyei vd. 2015). Bu nedenle, arazi kullanımı, toprak ve eğimin yağmurla karmaşık etkileşimlerini kendi bireysel etkilerini ayırıştırarak birleştirmek için akış katsayısındaki mekânsal bir varyasyon kullanılmıştır.

3.3 Kriterlerin Haritalanması

Kriterlerin haritalanmasında işlem adımları şu şekildedir:

A- Sayısal yükseklik modeli DEM indirilir.

- NASA Earth Explorer DEM verisi indirilir.
- ArcGis programına DEM verileri yüklenir.
- ALOS PALSAR'da çalışma alanının DEM verisi var mı kontrol edilir. Çözünürlük daha iyi olduğu için varsa buradan indirilir. (asf.alosko.edu)

B- Havza sınırı oluşturulur.

- Hidroloji analizi ile çalışma alanı sınırları belirlenir.
- DEM verisinden Arctoolbox- spational analyst tools- hydrology- fill komutları ile akarsu akışını engelleyecek boşluklar giderilir. Arctoolbox- spational analyst tools- hydrology- flow direction komutları ile akış yönü hesaplanır.
- Arctoolbox- spational analyst tools- hydrology- basin komutları ile havza analizi yapılır.
- Havza sınırları belirlenir. Vektörel çalışma alanı sınırı oluşturulur.

C- Her değer tekil değere çevirir.

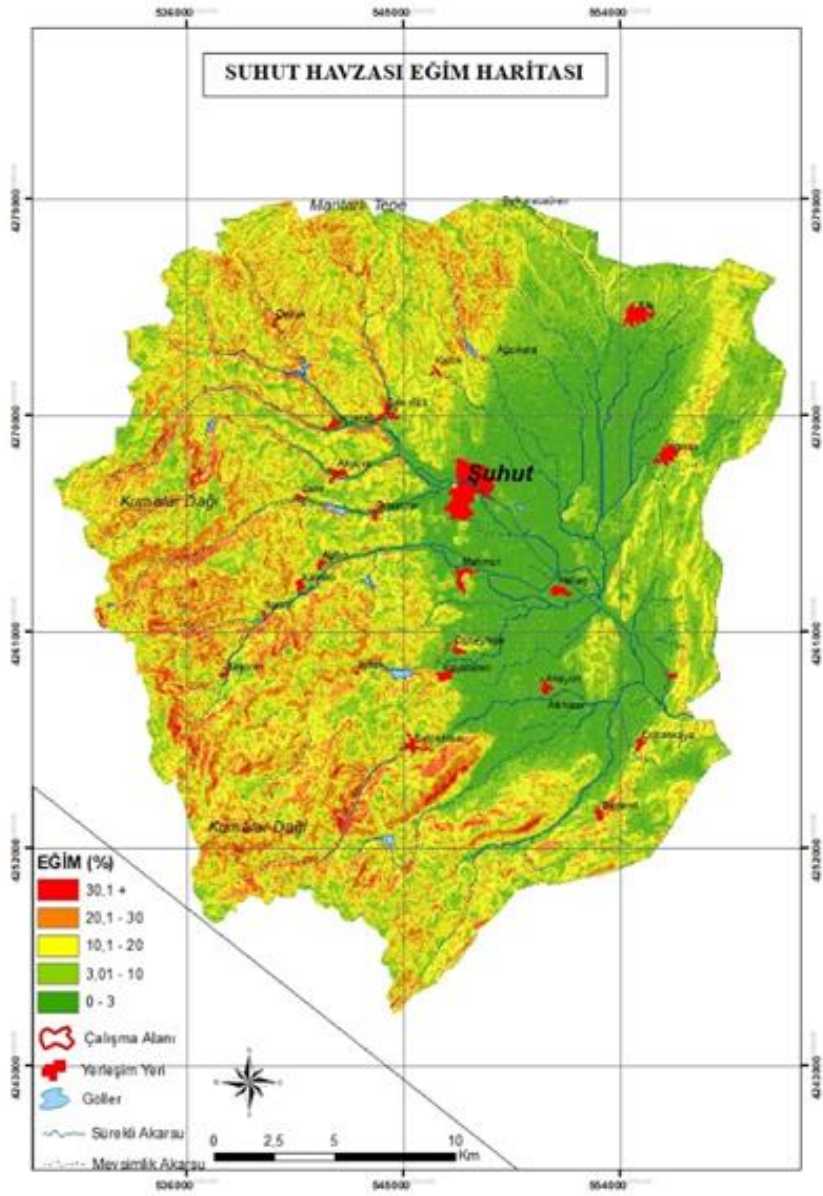
- Arctool box- conversion tools- from raster- raster to polygon komutları ile vektörel çalışma alanı sınırı/vektör veri oluşturulur.
- Çalışılan akarsuya göre DEM verisi bu sınıra göre kırılır.

D- Haritalar oluşturulur.

- I. Çalışma alanıyla ilgili vektörel veriler derlenir. Çalışma alanındaki akarsu, yol, yerleşim yerleri belirtilir.
- II. Havzadaki akarsu sistemi oluşturulur.
- III. Eğim haritası oluşturulur.
- IV. Bakı haritası oluşturulur.
- V. Toprak haritası oluşturulur.
- VI. Arazi kullanım haritası oluşturulur.
- VII. Yağış haritası oluşturulur.
- VIII. Jeoloji haritası oluşturulur.
- IX. Analizde kullanmak için akarsuya yakınlık haritası oluşturulur.

3.3.1 Eğim Haritası Oluşturulması

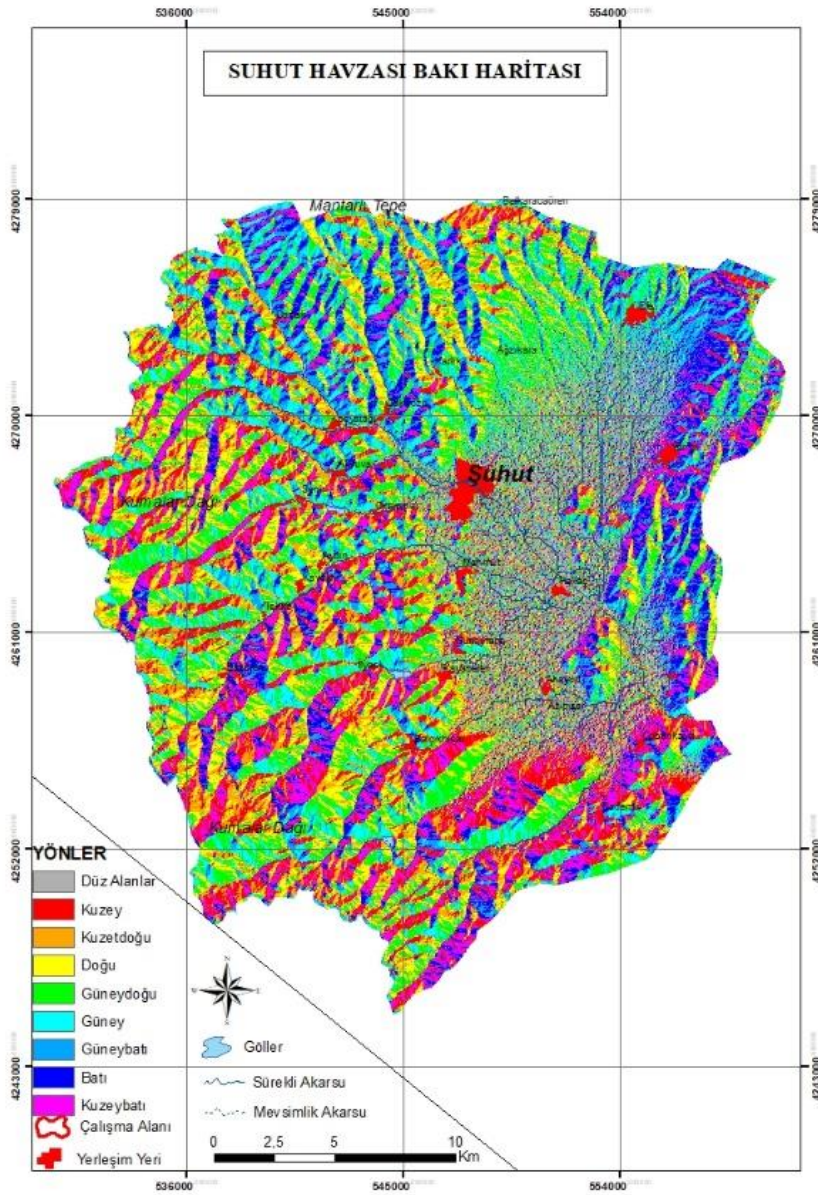
Eğim değerlerinin hesaplanması ve çalışma alanına uyarlanması için NASA Earth Data bünyesinde bulunan ASF Alaska modülünden DEM temin edilmiştir (ASF Alaska 2022). Bu veri ESRI ArcGIS Pro programında havza sınırlarına göre Clip aracına tabi tutulmuş ardından elde edilen DEM verisi 3D Analyst-Surface Raster-Slope aracında işlenerek çalışma alanının eğim verileri elde edilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Eğim Haritası.

3.3.2 Bakı Haritası Oluşturulması

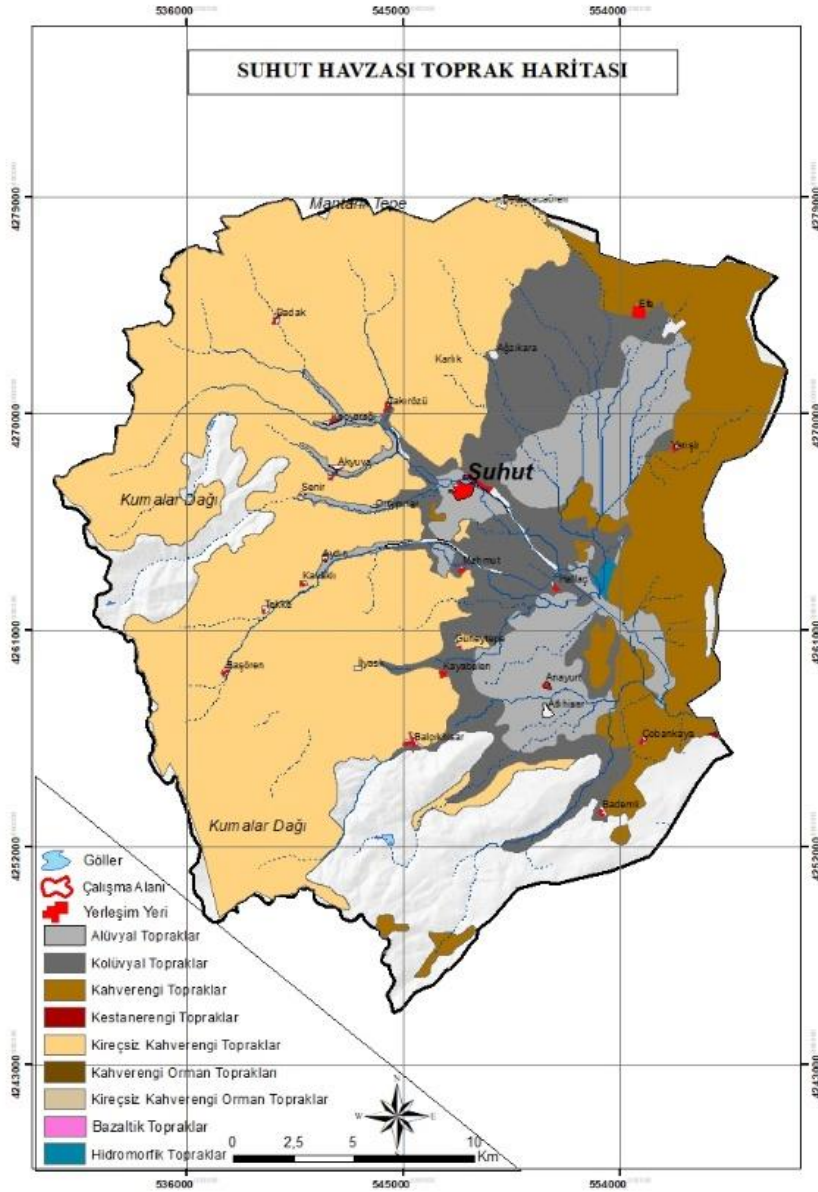
Bakı değerlerinin hesaplanması ve çalışma alanına uyarlanması için NASA Earth Data bünyesinde bulunan ASF Alaska modülünden temin edilen DEM verisi ESRI ArcGIS Pro programında havza sınırlarına göre Clip aracına tabi tutulmuş ardından elde edilen DEM verisi 3D Analyst-Surface Raster-Aspect aracında işlenerek çalışma alanının bakı verileri elde edilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 Bakı Haritası.

3.3.3 Toprak Haritası Oluşturulması

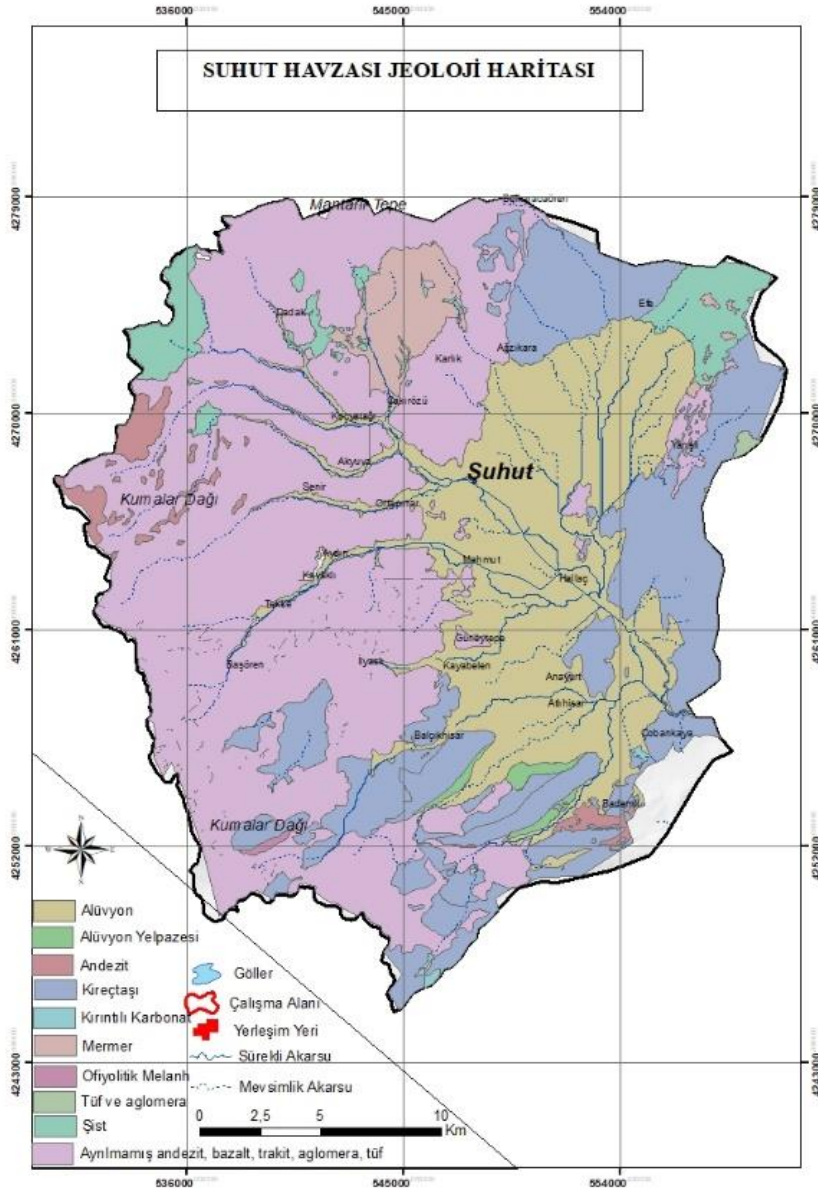
Toprak faktörü hesaplanması ve çalışma alanına uyarlanması için büyük toprak gruplarının çalışma alanında kapladıkları yerleri tespit etmek gerekmektedir. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından oluşturulmuş olan Toprak Kaynağı Envanter Etüt Raporu (TGM 1971) incelendiğinde çalışma alanını içerisinde barındıran H 36 ve H 37 paftalarının büyük toprak grupları dağılım haritası taranmış ve ESRI ArcGIS Pro yazılımında sayısallaştırılmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Toprak Haritası.

3.3.6 Jeoloji Haritası Oluşturulması

Jeoloji faktörü hesaplanması ve çalışma alanına uyarlanması için jeolojik formasyonları çalışma alanında kapladıkları yerleri tespit etmek gerekmektedir. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğünden (MTA) 1/25.000 ölçekli H36b3, H36c2, H37a4, H37d1, H37a3 ve H37d2 açıklanmalı jeoloji paftaları temin edilmiştir (MTA, 1/25000 Ölçekli H36 ve H37 Jeoloji Haritaları 1964). Temin edilen jeoloji paftalarında bulunan jeoloji haritaları taranarak ESRI ArcGIS Pro yazılımında sayısallaştırılmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7 Jeoloji Haritası.

3.4 Kriterlerin Analiz için Hazır Hale Getirilmesi

1- Analiz yapılacak veriler aynı koordinat sistemine sahip vektörel hale dönüştürülür. Vektörel veriler bütünleştirilerek tekli katmanlar haline getirilir ve veri girişi sağlanır. Her kriterin AHP tablosu oluşturulur ve veri girişi yapılır. AHP tablosu oluşturma; Her kritere ayrı tablo oluşturulur, katman sayısı(n) belirlenir, ArcGIS kriterin öznel tablosu açılır, ağırlık değerleri taşkın riskine göre girilir. Doğruluk oranı belirlenir. Tüm kriterlerin AHP tabloları oluşturulur. Oluşturulan vektörel veriler raster hale çevrilerek ağırlıklı toplam analizi yapılır. Kriterlerin ağırlık dereceleri için internet kaynağından yararlanılmıştır (Ahmet Kargın AHP İle Taşkın Risk Analizi) (<https://www.udemy.com/course/analitik-hiyerarsi-sureciyle-taskn-risk-analizi-i-arcgis/>,18.01.2021).

Önem derecelerine göre ağırlık dereceleri verilmiştir. Bunlar;

1/9-1/8: Çok daha az önemli

1/7-1/6: Daha az önemli

1/5-1/4: Az Önemli

1/3-1/2: Orta derecede daha az önemli

1-2 : Eşit

3-4 : Orta derecede daha önemli

5-6 : Çok önemli

7-8 : Daha çok önemli

9 : Çok daha çok önemli

3.5 Kriterlerin AHP Tablolarının Oluşturulması

ArcGIS ortamında analiz yapılacak veriler aynı koordinat sistemine sahip vektörel hale dönüştürülür. Vektörel veriler bütünleştirilerek tekli katmanlar haline getirilir ve veri girişi sağlanır. Her kriterin AHP tablosu oluşturulur ve veri girişi yapılır. Her bir tablonun doğruluğunun analizi için tutarlılık kontrolü yapılır.

Tutarlılık kontrolü şu şekilde yapılır;

Ölçek katsayıları belirlenen kriterlerin ve alternatiflerin AHP Template programı kullanılarak yüzde önem ağırlıklarının tutarlılığı geçerli olacak şekilde elde edilmiştir.

Tutarlılığın geçerliliği, tutarlılık indeksi ve oranı hesaplanarak kontrol edilmiştir.

A matrisinin tutarlılık oranının hesaplanmasında

$$CR = CI / RI$$

eşitliği kullanılmıştır. Burada;

CR = Tutarlılık Oranı (Consistency Ratio)

CI = Tutarlılık İndeksi (Consistency Index), $CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$

RI = Rastgele İndeks (Random Index)

RI katsayıları kriter sayısına göre değişmektedir. Değerleri Çizelge 3.8 de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1 RI değerleri

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0,6	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6

Buna göre tutarlılık oranı (CR) genellikle % 10 veya daha küçükse matrisin tutarlı olduğu kabul edilmektedir.

3.5.1 Akarsuya Uzaklık AHP Tablosu Oluşturma

Akarsuya uzaklık kriter tablosu oluşturulur. Katman sayısı(n) belirlenir. ArcGIS akarsuyun öznelik tablosu açılır. Akarsuya yakınlık için ağırlık değerleri taşkın riskine göre girilir. Tutarlılık oranı belirlenir.

Çizelge 3.2 Akarsuya Uzaklık AHP Tablosu.

KRİTERLER (m)	250	500	1000	1500	2000	AHP	TUTARLILIK DENETİMİ
250	1	2	7	6	9	0,499	%49,90
500	1/2	1	2	5	6	0,262	%26,20
1000	1/7	1/2	1	2	5	0,130	%13,00
1500	1/6	1/5	1/2	1	2	0,068	%6,80
2000	1/9	1/6	1/5	1/2	1	0,040	%4,00

3.5.2 Yağış AHP Tablosu Oluşturma

Yağışın fazla olduğu alanlar (taşkın riskinin fazla olduğu alanlar) ağırlık değeri fazla, yağışın az olduğu alanlar- ağırlık değeri az olacak şekilde değerlendirilir. Katman sayısı (n) belirlenir. ArcGIS yağışın öznitelik tablosu açılır. Yağış katmanının ağırlık değerleri taşkın riskine göre girilir. Tutarlılık oranı belirlenir.

Çizelge 3.3 Yağış AHP Tablosu.

KRİTERLER (mm)	509- 536	537- 598	599- 658	659- 745	746- 1080	AHP	TUTARLILIK DENETİMİ
509-536	1	2	5	7	9	0,503	%50,30
537-598	1/2	1	2	5	7	0,26	%26,00
599-658	1/5	1/2	1	2	5	0,134	%13,40
659-745	1/7	1/5	1/2	1	2	0,068	%6,80
746-1080	1/9	1/7	1/5	1/2	1	0,035	%3,50

3.5.3 Eğim AHP Tablosu Oluşturma

Eğimin fazla olduğu alanlar (taşkın riskinin fazla olduğu alanlar) ağırlık değeri fazla, eğimin az olduğu alanlar- ağırlık değeri az olacak şekilde değerlendirilir. Katman sayısı (n) belirlenir. ArcGIS eğimin öznitelik tablosu açılır. Eğim katmanının ağırlık değerleri taşkın riskine göre girilir. Tutarlılık oranı belirlenir.

Çizelge 3.4 Eğim AHP Tablosu.

KRİTERLER (%)	0-3	3-10	10-20	20-30	30+	AHP	TUTARLILIK DENETİMİ
0-3	1	2	5	8	9	0,494	%49,40
3-10	1/2	1	2	5	7	0,269	%26,90
10-20	1/5	1/2	1	2	5	0,136	%13,60
20-30	1/8	1/5	1/2	1	2	0,064	%6,40
30	1/9	1/7	1/5	1/2	1	0,038	%3,80

3.5.4 Bakı AHP Tablosu Oluşturma

Çalışma alanına göre katman sayısı (n) yönler belirlenir. Akarsuyun akış yönüne doğru taşkın riskini belirlenir. Ağırlık değerleri verilir ve tutarlılık oranı belirlenir.

Çizelge 3.5 Bakı AHP Tablosu.

KRİTERLER	KUZEY	DOĞU-BATI	GÜNEY	AHP	TUTARLILIK DENETİMİ
KUZEY	1	3	1/3	0,260	%26,0
DOĞU-BATI	1/3	1	1/5	0,106	%10,6
GÜNEY	3	5	1	0,633	%63,3

3.5.5 Jeoloji AHP Tablosu Oluşturma

Malzemelere göre sınıflandırılır. Taşkın riskine neden olacak en zayıf malzeme alüvyon, en riskli andezit). Malzemelere göre ağırlık değerleri verilir. Tutarlılık oranı belirlenir.

Çizelge 3.6 Jeoloji AHP Tablosu.

KRİTERLER	ALÜ.	AND.	K. TAŐI	KAR.	MER.	MEL.	TÜF	ŞİST	AYRILMAMIŞ ANDEZİT	AHP	TUTARLILIK DENETİMİ
ALÜVYON	1	1/5	3	4	5	6	7	8	9	0,243	24,30%
ANDEZİT	5	1	2	3	4	5	6	7	8	0,289	28,90%
KİREÇTAŞI	1/3	1/2	1	2	3	4	5	6	7	0,154	15,40%
KARBONAT	1/4	1/3	1/2	1	2	3	4	5	6	0,108	10,80%
MERMER	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2	3	4	5	0,075	7,50%
MELANH	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2	3	4	0,052	5,20%
TÜF	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2	3	0,036	3,60%
ŞİST	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2	0,025	2,50%
AYRILMAMIŞ ANDEZİT	1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	0,018	1,80%

9%

3.5.6 Toprak AHP Tablosu Oluşturma

Çizelge 3.7 Toprak AHP Tablosu.

KRİTERLER	ALÜVYAL	KAHVERENGİ	KİREÇSİZ	DİĞER	AHP	TUTARLILIK DENETİMİ
ALÜVYAL	1	3	3	2	0,445	%44,50
KAHVERENGİ	1/3	1	1/2	1/3	0,107	%10,70
KİREÇSİZ	1/3	2	1	1/2	0,165	%16,50
DİĞER	1/2	3	2	1	0,283	%28,30

3.5.7 Arazi Kullanım AHP Tablosu Oluşturma

Çizelge 3.8 Arazi Kullanım AHP Tablosu.

KRİTERLER	BAĞ-BAHÇE	ÇAYIR	ORMAN	FUNDALIK	KURU TARIM	MERA	SULU TARIM	AHP	TUTARLILIK DENETİMİ
BAĞ-BAHÇE	1	1/3	1/3	3	2	2	1/5	0,093	9,30%
ÇAYIR	3	1	1/3	3	3	3	1/4	0,146	14,60%

Çizelge 3.8 (Devam) Arazi Kullanım AHP Tablosu.

KRİTERLER	BAĞ-BAHÇE	ÇAYIR	ORMAN	FUNDALIK	KURU TARIM	MERA	SULU TARIM	AHP	TUTARLILIK DENETİMİ
ORMAN	3	3	1	4	3	3	1/3	0,205	20,50%
FUNDALIK	1/3	1/3	1/4	1	1/3	1/2	1/7	0,038	3,80%
KURU TARIM	1/2	1/3	1/3	3	1	2	1/5	0,078	7,80%
MERA	1/2	1/3	1/3	2	1/2	1	1/4	0,060	6,00%
SULU TARIM	5	4	3	7	5	4	1	0,380	38,00%

3.6 Analiz

Tüm kriterlerin AHP tabloları oluşturulur. Oluşturulan vektörel veriler raster hale çevrilerek ağırlıklı toplam analizi yapılır.

3.6.1 Analiz Aşamasında Ağırlıklı Toplam

Ağırlıklı toplam analizinde, vektörel haldeki veriler raster (piksel boyutlu) hale çevrilir. Kriterler arasında AHP tablosu oluşturulur. Katmanların kendi aralarındaki uygunluk kriterleri girilir. AHP doğruluk oranı belirlenir. ArcGis Weighted Sum katmanların ağırlık değerleri girilir ve analiz edilir. Taşkın risk haritası oluşturulur. Taşkın risk gruplarının ne kadar yer kapladığı hesaplanır. Çalışma alanının risk yüzdesi belirlenir.

Çizelge 3.9 İkili Karşılaştırma Matrisi

İKİLİ KARŞILAŞTIRMA MATRİSİ						AHP ÇARPANI	TUTARLILIK
AKARSUYA UZAKLIK (m)	250	500	1000	1500	2000		
250	1	2	7	6	9	0,499	
500	1/2	1	2	5	6	0,262	6%
1000	1/7	1/2	1	2	5	0,13	
1500	1/6	1/5	1/2	1	3	0,068	
2000	1/9	1/5	1/5	1/2	1	0,04	
YAĞIŞ (mm)	509-536	537-598	599-658	659-745	746-1080		
509-536	1	2	5	7	9	0,503	
537-598	1/2	1	2	5	7	0,26	4%
599-658	1/5	1/2	1	2	5	0,134	
659-745	1/7	1/5	1/2	1	2	0,068	
746-1080	1/9	1/7	1/5	1/2	1	0,035	

Çizelge 3.9 (Devam) İkili Karşılaştırma Matrisi

İKİLİ KARŞILAŞTIRMA MATRİSİ										AHP ÇARPANI	TUTARLILIK DENETİMİ
EĞİM (°)	0-3	3-10	10-20	20-30	30-+						
0-3	1	2	5	8	9					0,494	3%
3-10	1/2	1	2	5	7					0,269	
10-20	1/5	1/2	1	2	5					0,136	
20-30	1/8	1/5	1/2	1	2					0,064	
30-+	1/9	1/7	1/5	1/2	1					0,038	
BAKI	Kuzey Yönler	Doğu- Batı	Güney Yönler								
Kuzey Yönler	1	3	1/3							0,26	5%
Doğu-Batı	1/3	1	1/5							0,106	
Güney yönler	3	5	1							0,633	
JEOLOJİ	Alüvyon	Andezit	Kireçtaşı	Karbonat	Mermer	Melanh	Tüf	Şist	Ayrılmamış Andezit		
Alüvyon	1	1/5	3	4	5	6	7	8	9	0,243	9%
Andezit	5	1	2	3	4	5	6	7	8	0,289	
Kireçtaşı	1/3	1/2	1	2	3	4	5	6	7	0,154	
Karbonat	1/4	1/3	1/2	1	2	3	4	5	6	0,108	

Çizelge 3.9(Devam) İkili Karşılaştırma Matrisi

İKİLİ KARŞILAŞTIRMA MATRİSİ										AHP ÇARPANI	TUTARLILIK DENETİMİ
	Alüvyon	Andezit	Kireçtaşı	Karbonat	Mermer	Melanh	Tüf	Şist	Ayrılmamış Andezit		
Mermer	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2	3	4	5	0,075	
Melanh	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2	3	4	0,052	%9
Tüf	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2	3	0,036	
Şist	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2	0,025	
Ayrılmamış Andezit	1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	0,018	
TOPRAK	Alüvyal	Kahverengi	Kireçsiz	Diğer							
Alüvyal	1	3	3	2						0,445	
Kahverengi	1/3	1	1/2	1/3						0,107	3%
Kireçsiz	1/3	2	1	1/2						0,165	
Diğer	1/2	3	2	1						0,283	

Çizelge 3.9(Devam) İkili Karşılaştırma Matrisi

İKİLİ KARŞILAŞTIRMA MATRİSİ								AHP ÇARPANI	TUTARLILIK DENETİMİ
ARAZİ KULLANIM	Bağ- Bahçe	Çayır	Orman	Fundalık	Kuru Tarım	Mera	Sulu Tarım		
Bağ-Bahçe	1	1/3	1/3	3	2	2	1/5	0,093	
Çayır	3	1	1/3	3	3	3	1/4	0,146	
Orman	3	3	1	4	3	3	1/3	0,205	
Fundalık	1/3	1/3	1/4	1	1/3	1/2	1/7	0,038	8%
Kuru Tarım	1/2	1/3	1/3	3	1	2	1/5	0,078	
Mera	1/2	1/3	1/3	2	1/2	1	1/4	0,06	
Sulu Tarım	5	4	3	7	5	4	1	0,38	

3.6.2 Değiştirilmiş Ağırlık Katsayıları İle Ağırlıklı Toplam

Oluşturan ikili karşılaştırma tablosunun (Çizelge 3.9) kıyaslanması için başka uzman görüşlerine göre değerler atanmış ve yeni tablo oluşturulmuştur (Çizelge 3.10). Oluşturulan tablo sonucunda tutarlılık oranları önemli derecede değiştiğinden bu katsayılar ile modelleme yapılmamıştır. Oluşturulan tablo ve tutarlılık oranları şu şekildedir;

Çizelge 3.10 İkili Karşılaştırma Matrisi(2.yol)

İKİLİ KARŞILAŞTIRMA MATRİSİ						AHP ÇARPANI	TUTARLILIK DENETİMİ
AKARSUYA UZAKLIK (m)	250	500	1000	1500	2000		
250	1	4	7	6	9	0,515	
500	1/4	1	4	5	6	0,236	24%
1000	1/7	1/4	1	4	5	0,129	
1500	1/6	1/5	1/4	1	6	0,088	
2000	1/9	1/5	1/5	1/6	1	0,032	
YAĞIŞ (mm)	509-536	537-598	599-658	659-745	746-1080		
509-536	1	4	5	7	9	0,506	
537-598	1/4	1	4	5	7	0,253	%17
599-658	1/5	1/4	1	4	5	0,136	
659-745	1/7	1/5	1/4	1	4	0,071	
746-1080	1/9	1/7	1/5	1/4	1	0,033	

Çizelge 3.10 (Devam) İkili Karşılaştırma Matrisi(2.yol)

İKİLİ KARŞILAŞTIRMA MATRİSİ						AHP ÇARPANI	TUTARLILIK DENETİMİ
EĞİM (°)	0-3	3-10	10-20	20-30	30-+		
0-3	1	4	5	8	9	0,494	17%
3 -10	1/4	1	4	5	7	0,269	
10 -20	1/5	1/4	1	4	5	0,136	
20 -30	1/8	1/5	1/4	1	4	0,064	
30- +	1/9	1/7	1/5	1/4	1	0,038	
BAKI	Kuzey Yönler	Doğu- Batı	Güney Yönler				
Kuzey Yönler	1	6	1/6			0,254	63%
Doğu-Batı	1/6	1	1/5			0,084	
Güney yönler	6	5	1			0,662	

Çizelge 3.10 (Devam) İkili Karşılaştırma Matrisi(2.yol)

İKİLİ KARŞILAŞTIRMA MATRİSİ										AHP ÇARPANI	TUTALTILIK DENETİMİ
JEOLOJİ	Alüvyon	Andezit	Kireçtaşı	Karbonat	Mermer	Melanh	Tüf	Şist	Ayrılmamış Andezit		
Alüvyon	1	1/5	6	8	5	6	7	8	9	0,227	
Andezit	5	1	4	6	8	5	6	7	8	0,3	
Kireçtaşı	1/6	1/4	1	4	6	8	5	6	7	0,145	
Karbonat	1/8	1/6	1/4	1	4	6	8	5	6	0,105	
Mermer	1/5	1/8	1/6	1/4	1	4	6	8	5	0,077	9%
Melanh	1/6	1/5	1/8	1/6	1/4	1	4	6	8	0,061	
Tüf	1/7	1/6	1/5	1/4	1/6	1/4	1	4	6	0,048	
Şist	1/8	1/7	1/6	1/5	1/8	1/6	1/4	1	4	0,023	
Ayrılmamış Andezit	1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	0,014	
TOPRAK	Alüvyal	KahveR	Kireçsiz	Diğer							
Alüvyal	1	6	6	4				0,564			
Kahverengi	1/6	1	1/4	1/6				0,054			
Kireçsiz	1/6	4	1	1/4				0,119			
Diğer	1/4	6	4	1				0,263			

Çizelge 3.10(Devam) İkili Karşılaştırma Matrisi(2.yol)

İKİLİ KARŞILAŞTIRMA MATRİSİ								AHP ÇARPANI	TUTARLILIK DENETİMİ
ARAZİ KULLANIM	Bağ-Bahçe	Çayır	Orman	Fundalık	Kuru Tarım	Mera	Sulu Tarım		
Bağ- Bahçe	1	1/6	1/6	6	4	4	1/5	0,094	
Çayır	6	1	1/6	6	6	6	1/8	0,157	
Orman	6	6	1	8	6	6	1/6	0,229	
Fundalık	1/6	1/6	1/8	1	1/6	1/4	1/7	0,022	%41
Kuru Tarım	1/4	1/6	1/6	6	1	4	1/5	0,07	
Mera	1/4	1/6	1/6	4	1/4	1	1/8	0,037	
Aulu Tarım	5	8	6	7	5	8	1	0,391	

4. BULGULAR

Afyonkarahisar'ın Şuhut ovasında AHP çoklu karar verme yöntemi ile potansiyel sel tehlikesi alanlarını bulmak için çalışmada yedi farklı kriterin ağırlıkları ve etkileri analitik hiyerarşi süreci ile elde edilmiştir.

Öncelikle çalışmada kullanılacak kriterler belirlenmiş ve bu kriterlere ArcGIS ortamında haritalaştırılmıştır. Oluşturulan haritaların öznitelik tablolarına göre her bir kriter için AHP tablosu oluşturulmuştur. Her bir kriter kendi içerisindeki öznitelik tablosu ile değerlendirilmiş ve uzman görüşlerine göre değerler atanmıştır (Çizelge 3.9). Ağırlık değerlerine göre oluşturulan matriste AHP sonuç çıktısına ulaşılmıştır. Sonuç kısmında da kriterlerin birbirlerine göre ağırlık değerleri girilerek taşkın riski AHP çizelgesine ulaşılmıştır (Çizelge 4.1). Değiştirilmiş ağırlık katsayıları ile yapılan hesaplamada tutarlılık yüzdesi %10 değerini aştığı için ikinci yol olarak adlandırılan hesaplama sonlandırılmıştır. Taşkın riskini içeren AHP çizelgesine göre Şuhut alt havzasının taşkın risk haritası Şekil 4.1'de verilmiştir.

Katmanların ağırlık dereceleri şu şekilde bulunmuştur.

Çizelge 4.1 Kriterlerin Ağırlık Dereceleri.

KRİTERLER	YAĞIŞ	EĞİM	BAKI	TOPRAK	ARAZİ KULLANIM	JEOLOJİ	AKARSUYA YAKINLIK	AHP ÇARPANI	TUTARLILIK DENETİMİ
YAĞIŞ	1	3	7	2	5	2	2	0,078	%7,80
EĞİM	1/3	1	5	3	3	2	3	0,315	%31,50
BAKI	1/7	1/5	1	1/3	1/2	1/3	1/4	0,085	%8,50
TOPRAK	1/2	1/3	3	1	3	3	2	0,030	%3,00
ARAZİ KULLANIM	1/5	1/3	2	1/3	1	1/3	1/4	0,106	%10,60
JEOLOJİ	1/2	1/2	3	1/3	3	1	2	0,163	%16,30
AKARSUYA YAKINLIK	1/2	1/3	4	1/2	4	1/2	1	0,223	%22,30
									%6

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Çalışma alanı, küçük ölçekli topografik farklılıklar ile karakterize edilen taşkın yatağında yer aldığından, genellikle taşkınlardan etkilenmektedir. Taşkın risk analizi için bölgenin beşeri ve doğal faktörleri ele alınmış ve 7 kriter belirlenmiştir. Bu kriterlere göre taşkın analizi yapılmıştır. Analiz AHP çarpanı ile uzman görüşlerine göre atanan değerler ile yapılmıştır. Analiz sonucu tutarlılık denetimi ile doğrulanmıştır.

Uzman görüşlerine göre atanan değer sonucunda çizelge ortaya çıkmıştır (Şekil 4.1). Çizelge sonucunda; çoğunlukla, çalışma alanının %44,4'ü yüksek sel tehlikesi bölgesinde yer almakta olup, bunun sırasıyla %2,5 ve %29,6 alanı kapsayan çok yüksek tehlike ve orta tehlike bölgeleri olarak bulunmuştur. Yalnızca % 42,9 ve %12,6 'lık alan, sırasıyla çok düşük ve düşük sel tehlikesi bölgelerinde yer almaktadır. Şuhut ilçesinin merkez taraflarının bir kısmı çok riskli bölgeye girmektedir. Kumalar Dağı, Başören Köyü, İlyaslı Köyü, Tekke Köyü, Kavaklı Köyü Aydın Köyü ve Dadak Köyü Riskli bölgede yer almaktadır. Anayur Köyü, Balçıkhisar Köyü Çobankaya Köyü, Mahmut Köy, Ortapınar Köyü Risksiz bölgede yer almaktadır.

Çalışma alanının talkına maruz kalabilecek yerlerdeki taşkın riski durumunun oluşma sebepleri arasında yerleşim yerlerinin dere yataklarına kurulması, küresel ısınma sonucunda akarsuların hidrolojik rejimlerinin değişmesi, eğim değerlerinin değişmesi sonucunda düşen yağışın akışı hızlandırması, orman alanlarının günden güne azalması sebepleri gösterilebilir.

Bu çalışmada kullanılan AHP yöntemi, taşkın analizlerinde taşkın yönetimi için öneri olarak alınabilecek bir yöntemdir. Taşkınların öngörülemez hasar verici sonuçları nedeniyle taşkın riski altında olan alanların belirlenmesi, risklerin azaltılması açısından önemlidir. Bu çalışma, tutarlılık analizi neticesinde taşkın analizinde taşkın önleyici tedbirler tasarımlarına yardımcı olacak bir çalışmadır. Çalışma sonuçları değerlendirildiğinde; taşkın riski yüksek alanlarda yapılaşma ve kentsel gelişim kontrol altına alınmalı, taşkın duyarlılığı yüksek olan alanlarda alt yapı konularında gerekli iyileştirmeler yapılmalıdır.

6. KAYNAKLAR

- Aykut T, 2019, Taşkın Risk Analizlerinde Kullanılan Uzmanla Dayalı Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi'nin Tutarlılığı Hakkında Bir Değerlendirme: Pehlivanköy (Kırklareli) İlçesi Örneği, Uluslararası Jeomorfoloji Sempozyumu 2019 Bildiriler Kitabı, 424-431.
- Dursun Y, 2022, Coğrafi Bilgi Sistemi İle Taşkın Risk Analizi: Osmaneli/Bilecik Örneği, Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, 20-58.
- Ertan A, Özelkan E, Karaman M, 2021, Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanılarak Coğrafi Bilgi Sistemleri Ortamında Sel ve Taşkın Alanlarının Belirlenmesi: Çanakkale Karamenderes Havzası Örneği, Journal of Research in Atmospheric Science , Cilt: 3, Sa:2, 1-9.
- Karakuş C B, Ceylan Demirel Ş, 2022, Coğrafi Bilgi Sistemi Tabanlı Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanılarak Taşkın Tehlike Haritalaması, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 1160-1170.
- Özcan O , Musaoğlu N , Şeker D Z, 2009, Taşkın Alanlarının CBS ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Belirlenmesi ve Risk Yönetimi; Sakarya Havzası Örneği, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 2-8.
- Saral A, 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, 3-6.
- Sütünç H S, Yavuz V S, 2022, Taşkın Risk Alanlarının Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanılarak Mikro-Havza Ölçeğinde Değerlendirilmesi, İdealkent Cilt: 13 Sayı: 37, 1667 – 1690.
- Taş M E, Yanık M E, 2022, Analitik Hiyerarşi Süreci (Ahs) Metodu İle Behzat Deresi (Tokat) Havzası Taşkın Risk Analizi, Erzincan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 185-199.
- Tokgözlü A, Özkan E, 2018, Taşkın Risk Haritalarında AHP Yönteminin Uygulanması: Aksu Çayı Havzası Örneği, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi, 151-155, 168.
- Toosia A S , Tousib E G, Ghassemia S A, Cheshomic A, Alaghmand S. 2020, A multi-criteria decision analysis approach towards efficient rainwater Harvesting, ResearchGate, 1-14.

Yılmaz İ, Öztürk D , Kırbaş U, 2017, Çorum İli Taşkın Tehlikesinin Analitik Hiyerarşi Yöntemi Kullanılarak İncelenmesi, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 16. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 2-5.

İnternet Kaynakları

2- <https://www.udemy.com/course/analitik-hiyerarsi-sureciyle-taskn-risk-analizi-i-arctgis/>,18.01.2021

3- https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/Hassas%20Alan%20Projesi%20Havza%20Eylem%20Planlar%C4%B1/Akar%C3%A7ay%20Havzas%C4%B1%20Eylem%20Plan%C4%B1_A4.pdf, 25.02.2021

4- <http://dergipark.org.tr/>, 10.05.2021

5- <http://www.suhut.gov.tr/tarihce>, 10.05.2021



