T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TAŞKIN RİSKİNİN MEKÂNSAL VE İSTATİSTİKSEL OLARAK İNCELENMESİ

Hazırlayan
Selver GÜNGÖR

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Ümran KÖYLÜ

Yüksek Lisans Tezi

Haziran 2025
KAYSERİ

T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TAŞKIN RİSKİNİN MEKÂNSAL VE İSTATİSTİKSEL OLARAK İNCELENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Hazırlayan
Selver GÜNGÖR

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Ümran KÖYLÜ

Bu çalışma, Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından FYL-2021- 11364 kodlu proje ile desteklenmiştir.

Haziran 2025
KAYSERİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Selver GÜNGÖR

İmza

"Taşkın Riskinin Mekânsal ve İstatistiksel Olarak İncelenmesi" adlı Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi' ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Hazırlayan	**Danışman**
Selver GÜNGÖR	Dr. Öğr. Üyesi Ümran KÖYLÜ
İmza	İmza

Harita Mühendisliği ABD Başkanı

Doç. Dr. Ümit Haluk ATASEVER

İmza

TEŞEKKÜR

Bana çalışmalarım süresince her türlü yardımı ve fedakârlığı sağlayan, her zaman daha iyisini yapabileceğimi hissettiren ve cesaret veren, çalışmanın her aşamasında desteğini esirgemeyen değerli hocam tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Ümran Köylü' ye teşekkürlerimi sunarım.

Desteklerinden dolayı Erciyes Üniversitesi ve Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine, Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğüne, Meteoroloji Genel Müdürlüğüne, Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığına teşekkür ederim.

Hayatımın her döneminde yanımda olan emeğini, desteğini ve sevgisini esirgemeyen anneme, babama ve kardeşlerime sonsuz teşekkür ederim.

Selver GÜNGÖR

Haziran 2025, KAYSERİ

TAŞKIN RİSKİNİN MEKÂNSAL VE İSTATİSTİKSEL OLARAK İNCELENMESİ

Selver GÜNGÖR

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Haziran 2025
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ümran KÖYLÜ

ÖZET

Taşkın bir su kaynağının iklimsel ve fizyolojik nedenlerle yatağından taşmasıdır. Taşma sonucu çevresindeki yaşam alanlarının zarar görme olasılığı taşkın riskini oluşturur. Bu risk toprağın türü, jeolojik yapısı, eğim, bakı, arazi yapısı, yağış miktarı ve su kaynağının çevresinin şehirleşme derecesi gibi faktörlere bağlı olarak değişir. Bu çalışmada Ceyhan Havzası taşkın riski bu faktörlere göre mekânsal ve istatistiksel olarak ele alınmıştır. Ceyhan Havzası, Ceyhan Nehri ile oluşmuş Türkiye'nin dokuz şehrinin bir kısmını içine almıştır. Bu yüzden havza sınırları içerisinde birçok yerleşim ve tarım arazisi bulunan Ceyhan Nehri'nin taşkın riski yüksek alanlarının belirlenmesi bu çalışmanın amacını oluşturur. Havzanın büyük olmasından dolayı çalışma alanı Aşağı, Orta ve Yukarı Ceyhan alt havzası olarak ayrılmıştır. Taşkından etkilenebilecek riskli alanların tespit edilmesi ve taşkına etki eden faktörlerin etkisinin araştırılmasında Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Çok Ölçütlü Karar Analiz yöntemlerinden olan Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHP) kullanılmıştır. Taşkını etkileyebilecek eğim, bakı, yağış, jeoloji, toprak, arazi kullanım, akarsuya uzaklık kriterleri belirlenerek çalışma alanının bu kriterlere bağlı haritaları oluşturulmuştur. Bu haritalara AHP'den elde edilen ağırlık dereceleri işlenerek çakıştırılmış ve taşkından etkilenebilecek riskli alanlar tespit edilmiştir. Çalışma alanının %16'sının çok yüksek riskli alan, %34'ünün yüksek riskli alan olarak belirlenmesi taşkın riski için önlem alınması gerektiğini göstermiştir. Çalışma sonucunda taşkın riski yüksek alanlarda alınabilecek önlemler sunulmuştur. Ayrıca taşkın risk haritaları ve erken uyarı sistemlerinin çözüm sürecinde ne kadar etkili olduğu analiz edilerek gelecekte yaşanabilecek taşkın olaylarına karşı daha dirençli şehirler oluşturulması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Taşkın, Ceyhan Havzası, Risk Analizi, Coğrafi Bilgi Sistemleri

SPATIAL AND STATISTICAL ANALYSIS OF FLOOD RISK

Selver GÜNGÖR

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences
Master Thesis, June 2025
Supervisor: Assistant Professor Ümran KÖYLÜ

ABSTRACT

Flood is the overflow of a water source due to climatic and variable changes. The possibility of loss of life and damage as a result of overflow constitutes flood risk. The type of this risk varies depending on factors such as geological structure, slope, aspect, land structure, amount of precipitation and the degree of urbanization of the water source. This effective Ceyhan basin flood risk has been addressed spatially and combined according to these factors. The Ceyhan basin includes a part of the ninth part of Türkiye related to the Ceyhan River. The purpose of this study is to determine the flood risk of the Ceyhan River, which has many settlements and agricultural lands within this geographical region, at a high level. Due to the large size of the basin, the study area can be divided into Lower, Middle and Upper Ceyhan sub-basins. Geographic Information Systems (GIS) and Analytical Hierarchy Method (AHP) from Multi-Criteria Decision Analysis methods were used to determine the intervals that may be affected by the flood and the formation of the events affecting the flood. The study is recorded by determining the slope, aspect, precipitation, geology, soil, land use, distance to the stream criteria that will enrich the flood and maps related to these sections are presented. The weight degrees obtained from AHP are processed on these maps and superimposed and the areas that may be affected by the flood are determined. The study component is determined as 16% very high hazardous area and 34% high hazardous area and the precaution preparation process for flood risk is carried out. As a result of the study, the precautions that can be taken in areas with high flood risk are presented. In addition, the flood risk maps and early warning results are analyzed to determine how effective the solution process is and the city model that is more resistant to future flood events is targeted.

Keywords: Flood, Ceyhan Basin, Risk Analysis, Geographic Information System

İÇİNDEKİLER

TAŞKIN RİSKİNİN MEKÂNSAL VE İSTATİSTİKSEL OLARAK İNCELENMESİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK ii
YÖNERGEYE UYGUNLUK iii
KABUL VE ONAY iv
TEŞEKKÜR v
ÖZET vi
ABSTRACT vii
İÇİNDEKİLER viii
KISALTMALAR xi
TABLOLAR LİSTESİ xii
ŞEKİLLER LİSTESİ xiii
GİRİŞ 1

1.BÖLÜM
GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Problem Durumu ve Amacı 4
1.2 Araştırmanın Önemi 6
1.3 Taşkınlar 6
1.3.1 Taşkının nedenleri ve taşkına etki eden faktörler 6
1.3.1.1 Doğal Unsurlar 7
1.3.2.1 Doğal Faktörler 11
1.3.2.2 Beşeri Faktörler 11
1.3.2.3 Küresel ve Sosyal Faktörler 11
1.3.3 Taşkın Türleri 12
1.3.4 Taşkın Yönetimi ve Taşkından Korunma Önlemleri 14
1.4 Literatür Taraması 15

2. BÖLÜM
YÖNTEM VE MATERYAL

2.1. Çalışma Alanı 19
2.2 Yöntem 21
2.2.1 Coğrafi Bilgi Sistemleri 23
2.2.1.1 Sayısal Yükseklik Modeli 26
2.2.1.2 Eğim Hesabı 27
2.2.1.3 Bakı Hesabı 29
2.2.3.Hidroloji Analizi 31
2.2.3.1 Akım Yönünün ve Drenaj Ağının Belirlenmesi 31
2.2.3.2 Dolgu İşlemi (Fill) 31
2.2.3.2 Akış Yönü (Flow Direction) 31
2.2.3.3 Kümülatif Akım (Flow Accumulation) 33
2.2.4. Grid Analizleri (Enterpolasyon) 33
2.2.5. Yakınlık Analizi 34
2.2.6. Çakıştırma Analizleri 35
2.2.7. Analitik Hiyerarşi Yöntemi 36
2.3. Materyaller 39

3.BÖLÜM
BULGULAR

3.1 Eğim 41
3.2 Bakı 43
3.3 Yağış 45
3.4 Jeoloji 47
3.5 Toprak 49
3.6 Akarsuya Mesafe 51
3.7 Arazi Kullanımı 53
3.8 Taşkın Risk Analizi……..58

4. BÖLÜM
TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1. Tartışma, Sonuç ve Öneriler 60
4.2. Ceyhan Havzası İçin Alınabilecek Önlemler……..61
4.2.1. Erken Uyarı Sistemleri 61
4.2.2. Tahliye Yolları ve Barınma Alanları 62
4.2.3. Acil Durum Müdahale Tesisleri 62
4.2.4. Atık Yönetimi..... 64
4.2.5. Yapısal ve Sakınma Temelli Önlemler..... 64
4.2.6. Zarar Azaltma Stratejileri..... 66
4.2.7. Doğal Yöntemler 66
4.2.8. Planlama ve Mevzuat..... 67
4.2.9. Bilimsel ve Teknik Gelişim 67
KAYNAKÇA..... 69
EKLER..... 77
EK 1..... 77
ÖZGEÇMİŞ 81

KISALTMALAR

CBS : Coğrafi Bilgi Sistemleri

AHP : Analitik Hiyerarşi Prosesi

SRTM : Shuttle Radar Topography Mission

DEM : Sayısal Yükseklik Modeli

ÇKKV : Çok kriterli karar verme problemleri

W_i : Özvektör

CR : Tutarlılık Oranı

RI : Rastgele Matrisler İndisi

CI: Matristeki değerlerin Ortalaması

MTA: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü

MGM : Meteoroloji Genel Müdürlüğü

UA : Uzaktan Algılama

NDVI : Normalize Edilmiş Bitki Örtüsü İndeksi

YSA : Yapay Sinir Ağları

M-AHP : Modifiye Analitik Hiyerarşi Süreci

AGİ : Akım Gözlem İstasyonu

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Oluşum sürelerine göre taşkın sınıflandırması 12
Tablo 1.2. Mevsimsel oluşumlarına göre taşkın türleri 12
Tablo 1.3. Coğrafi kökenlerine göre taşkın çeşitleri..... 13
Tablo 2.1. AHP'de Kullanılan Karşılaştırma Ölçeği 37
Tablo 2.2. AHP Kriterlerinin Ağırlıklandırılmış Tablosu..... 40
Tablo 3.1. Kriterlerin AHP Yöntemine Göre Değerlendirilmesi 56
Tablo 3.2. Taşkın Risk Analizi Değerleri……...58

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Sağanak Yağış Sonrası Oluşan Taşkın Örneği 7
Şekil 1.2. Baraj Taşması Sonucu Oluşan Taşkın Örneği 8
Şekil 1.3. Altyapı Yetersizliği ve Yanlış Arazi Kullanımından Kaynaklı Taşkın Örneği 10
Şekil 2.1. Ceyhan Havzası Lokasyon Haritası 21
Şekil 2.2. Taşkın Risk Belirleme İşlem Adımları 23
Şekil 2.3. CBS'nin Temel Bileşenleri 24
Şekil 2.4. Raster ve Vektör Veri Yapısı 25
Şekil 2.5. CBS'nin Veri Yapısı 26
Şekil 2.6. Ceyhan Havzası Sayısal Yükseklik Modeli 27
Şekil 2.7. Eğim Derecesine Bağlı Yüzde Değişimi 28
Şekil 2.8. Yükseklik Verisinden Eğim Verisi Oluşturma 29
Şekil 2.9. Yükseklik Verisinden Bakı Verisi Oluşturma 29
Şekil 2.10. Bakı Hesabı İçin 3*3 Hareketli Pencere 30
Şekil 2.11. Akış Yönünün Belirlenmesi 31
Şekil 2.12. Yönlerin Sayısal Gösterimi 32
Şekil 2.13(a) Gridlerin Yükseklik Değeri (b) Gridlerin Akış Yönünün Vektörel Gösterimi (c) Gridlerin Akış Yönünün Sayısal Gösterimi 32
Şekil 2.14.(a) Hücre Akış İlişkisi, (b)Hücrelerin Harfle Gösterimi, (c)Hücre Değerleri 33
Şekil 2.15. Akarsu Etrafında Oluşturulan Tampon Bölgeler 35
Şekil 2.16. (a) Giriş Rasterı ve Ağırlık Değerleri (b) Giriş Rasterı Ağırlık Değerleri (c) Hücrelerin Ağırlıklı Toplamının Sonuç Değerleri 36
Şekil 3.1. Ceyhan Havzası Eğim Haritası 43
Şekil 3.2. Ceyhan Havzası Bakı Haritası 45
Şekil 3.3. Ceyhan Havzası Yağış Haritası 47
Şekil 3.4. Ceyhan Havzası Jeoloji Haritası 49
Şekil 3.5. Ceyhan Havzası Toprak Haritası 51
Şekil 3.6. Ceyhan Havzası Akarsuya Uzaklık Haritası 53
Şekil 3.7. Ceyhan Havzası Arazi Kullanımı Haritası 55
Şekil 3.8. Ceyhan Havzası Taşkın Risk Haritası 57

Şekil 3.9. Ceyhan Havzası Taşkın Risk Gruplarının Dağılımı..... 58
Şekil 3.10. Ceyhan Havzası'nda Yaşanan Taşkınlar……...59

GİRİŞ

Kentleşme, insanlık tarihi boyunca toplumların gelişimiyle paralel olarak şekillenmiş ve yerleşim alanlarının planlanması büyük bir önem kazanmıştır. Özellikle tarım devrimiyle birlikte insanlar su kaynaklarına yakın bölgelerde kalıcı yerleşimler kurmuştur. Böylece hem tarımsal üretimi artmış hem de temel geçim kaynaklarını sürdürebilir hale gelmiştir. Ancak nüfus artışı ve sanayileşmenin hız kazanmasıyla şehirleşme süreci kaçınılmaz olmuş, doğal alanlar yapılaşmaya açılarak ekosistem dengesi değişmiştir (Binici, 2022). Bu süreçte şehirlerin coğrafi konumu, topoğrafyası ve iklimsel özellikleri yerleşim alanlarının afetlere karşı kırılganlığını belirleyen temel faktörler arasında yer almaktadır (Genç, 2022). Özellikle Türkiye gibi kentleşme oranı yüksek ve farklı iklim kuşaklarına sahip ülkelerde doğal afetler yerleşim alanları üzerinde önemli bir tehdit oluşturmaktadır.

Son yıllarda artan iklim değişikliği etkileriyle birlikte aşırı yağışlar ve bunun sonucunda oluşan taşkınlar kentlerde ciddi can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. Yapılan araştırmalara göre kentleşmenin plansız ilerlemesi, yeşil alanların azalması ve geçirimsiz yüzeylerin artması, yağış sularının doğal yollarla toprak tarafından emilmesini zorlaştırarak taşkın riskini artırmaktadır (Partigöç ve Dinçer, 2024).

Taşkınlar, genellikle ani ve şiddetli yağışlar sonucunda meydana gelen akarsu yataklarının taşması veya yüzey akışının artmasıyla oluşan doğal afetlerdir. Kentsel alanlarda yaşanan taşkınların en önemli nedenlerinden biri altyapının yetersizliği ve yüzey akışını düzenleyen su drenaj sistemlerinin kapasitesinin sınırlı olmasıdır (Bayazıt, 2021). Özellikle hızla büyüyen şehirlerde betonlaşmanın artmasıyla yağış sularının yer altına sızması engellenmekte ve suyun yüzeyde birikerek taşkınlara yol açmasına neden olmaktadır. Bunun yanı sıra plansız yapılaşma sonucu dere yataklarının daraltılması ve akarsu yataklarının yanlış kullanımı taşkın riskini daha da artırmaktadır (Dursun, 2022).

Günümüzde taşkın riskinin azaltılması ve bu tür doğal afetlerin etkilerinin en aza indirilebilmesi için çeşitli modelleme teknikleri geliştirilmektedir. Bu modelleme yöntemleri sayesinde akarsu taşkın debileri hesaplanarak suyun akış yolları belirlenmekte ve taşkın tehlike haritaları oluşturulmaktadır. Böylece gelecekte yaşanabilecek taşkın olayları önceden tahmin edilerek risk yönetimi stratejileri geliştirilebilmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalar taşkın modelleme tekniklerinin doğruluk payının artırılması ve farklı veri setleriyle karşılaştırmalı analizlerin yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır (Demir ve ark., 2021; Demir ve Keskin, 2022).

Su kaynaklarının taşkınlara neden olmasını önlemek ve taşkın riskini azaltmak amacıyla dünya genelinde çeşitli önlemler alınmaktadır (Kundzewicz ve ark., 2013; Kvocka ve ark., 2016). Türkiye'de taşkın yönetimi konusunda yürütülen çalışmalar, 2011 yılında Orman ve Su İşleri Bakanlığı'na bağlı olarak kurulan Su Yönetimi Genel Müdürlüğü öncülüğünde şekillenmiştir. Bu kapsamda taşkın riski bulunan bölgelerde detaylı analizler yapılarak suyun taşkın tehlikesi oluşturmadan yönetilmesine yönelik çeşitli politikalar geliştirilmiştir. Özellikle havza bazlı yönetim anlayışı benimsenmiştir. Hidrolik, meteorolojik ve topoğrafik faktörler dikkate alınarak taşkınların neden olduğu zararların en aza indirilmesi hedeflenmiştir (T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2016).

Bu kapsamda çalışma alanı olarak seçilen Ceyhan Havzası Türkiye'nin güneyinde yer alan ve Ceyhan Nehri tarafından şekillendirilen önemli bir su toplama alanıdır. Kahramanmaraş, Adana ve Osmaniye illerini kapsayan havza, yaklaşık 21.000 km²'lik bir yüzölçümüne sahiptir. Ceyhan Nehri'nin uzunluğu yaklaşık 509 km olup, debisi mevsimsel olarak büyük değişkenlik göstermekte ve bu durum taşkın riskini artırmaktadır. Bölgedeki taşkınlar büyük ölçüde yanlış arazi kullanımı ve altyapı eksikliklerinden kaynaklanmaktadır. Dere yataklarının plansız olarak daraltılması ve kentleşmenin suyolları üzerine yayılması taşkın riskini artıran temel etkenler arasında yer almaktadır. Yapılan araştırmalar taşkın zararlarının büyük ölçüde önceden alınacak önlemlerle azaltılabileceğini ortaya koymaktadır (Al-Qazzaz, 2021; Seçkin, 2002).

Son yıllarda taşkın yönetimi konusunda geliştirilen modern yaklaşımlar erken uyarı sistemleri, taşkın modelleme teknikleri ve yapısal önlemler olmak üzere üç ana başlık altında ele alınmaktadır:

1. Erken Uyarı Sistemleri: Gelişmiş meteorolojik tahmin yöntemleri ve uzaktan algılama teknolojileri kullanılarak taşkın riski olan bölgelerde anlık veri analizi yapılmakta ve olası taşkın senaryoları oluşturulmaktadır. Bu sistemler sayesinde taşkın tehlikesi önceden belirlenerek halkın tahliye edilmesi ve gerekli önlemlerin alınması sağlanmaktadır (Anılan ve ark., 2021).
2. Taşkın Modelleme Teknikleri: Bilgisayar tabanlı simülasyonlar ve hidrolik modelleme yazılımları kullanılarak taşkınların nasıl gelişeceği ve hangi bölgeleri etkileyeceği önceden tahmin edilebilmektedir. Bu sayede şehir planlaması ve altyapı projeleri taşkın riskine göre şekillendirilebilmekte ve afet öncesi hazırlık süreci daha etkili hale getirilmektedir (Demir ve ark., 2021).
3. Yapısal Önlemler: Taşkın kontrolü için geliştirilen yapısal önlemler arasında barajlar, taşkın setleri, drenaj sistemleri ve taşkın yatakları yer almaktadır. Bu yapıların doğru şekilde planlanması ve uygulanması su baskınlarının şiddetini azaltarak can ve mal kaybını en aza indirmektedir. Ayrıca dere yataklarında biriken malzemenin düzenli olarak temizlenmesi ve taşkın riskli bölgelerin yapılaşmaya kapatılması, uzun vadeli taşkın yönetimi stratejilerinde önemli bir yer tutmaktadır (Akman, 2021).

Bu çalışmada ise yapılan araştırmalar göz önünde bulundurularak Ceyhan Havzası üç alt havzada incelenmiş ve bölgenin fizyolojik ve klimatolojik özellikleri göz önünde bulundurularak taşkın riski belirlenmiştir. Taşkın riskini artıran ve azaltan faktörler birbiriyle karşılaştırılmış ve taşkın riski yüksek alanlar belirlenerek alınması gereken önlemler sunulmuştur.

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Problem Durumu ve Amacı

Doğal felaketler, dünya genelinde insanların kontrolü dışında gerçekleşen olaylardır. Bu tür felaketleri tamamen durdurmak imkânsızdır. Ancak deprem, sel, tsunami, taşkın gibi afetlerin meydana gelmesi durumunda bu felaketlerin etkilerini en aza indirmek amacıyla çeşitli önlemler almak mümkündür. Taşkınlar, bu tür doğal felaketler arasında büyük bir tehdit oluşturmaktadır ve taşkın riskinin etkilerini azaltmak için erken uyarı sistemleri, baraj kurulması, havza yönetim planları gibi birçok çalışma yapılmaktadır.(Kalın, 2024)

Akarsu havzalarında gerçekleştirilen yerleşim alanları, yeni yol yapımları ve kentleşme faaliyetleri, arazi yapısının değişmesine yol açmakta ve bu da taşkın risklerini artırmaktadır. Bunun yanı sıra, uygunsuz tarım yöntemlerinin uygulanması, toprağın yanlış kullanımı ve ormanların tahrip edilmesi gibi faktörler, taşkınların etkisini daha yoğun bir şekilde hissettirmektedir. Bu çevresel tahribatlar, taşkınların büyüklüğünü ve sıklığını artırmakta, felaketlerin daha sık ve yıkıcı olmasına sebep olmaktadır. (Temur, 2023)

Türkiye'de taşkın olaylarının önemli bir bölümü, özellikle Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında meydana gelmektedir. Yapılan araştırmalar, bu dört ayda gerçekleşen taşkınların toplam taşkın olaylarının yaklaşık %66'sını oluşturduğunu göstermektedir. Bu durum özellikle bu dönemlerde taşkın riskinin daha yüksek olduğunu ve bu aylarda alınacak önlemlerin hayati önem taşıdığını ortaya koymaktadır. (Temur, 2023).

Ceyhan Havzası, coğrafi yapısı ve jeolojik özellikleri nedeniyle taşkın riski altında olan bölgelerden biridir. Bu havza, taşkınların sıkça görüldüğü ve büyük zararlara yol açabilen bir bölge olma potansiyeline sahiptir (Al-Qazzaz 2021). Bu nedenle taşkınların etkilerini azaltmak ve risklerini minimize etmek amacıyla çeşitli önlemler alınması gerekmektedir.

Bu çerçevede bu çalışmanın amacı taşkın riskinin azaltılmasına yönelik şu temel sorulara yanıt aramaktır:

1. **Taşkın Felaketlerinin Sebepleri Nelerdir ve Taşkın Riski Taşıyan Alanlar Belirlenirken Hangi Kriterler Dikkate Alınmalıdır?** Taşkın felaketlerinin başlıca sebepleri, dere yataklarının daraltılması ve yanlış yerleşim alanlarının inşa edilmesi gibi insan etkilerinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca çevresel tahribatlar ve doğal alanların yok edilmesi de taşkın risklerini artıran önemli faktörlerdir. Su kaynağının yakınına yerleşim alanı kurulması taşkından etkilenen kişi sayısını artıracak dolayısıyla taşkın riskini artıracaktır. Ayrıca havza alanlarında toprağın doygun hale gelmesiyle toprağın su tutma kapasitesinin azalması dolayısıyla suyun hızla akışa geçmesi taşkına sebep olabilmektedir. Yine arazinin eğimi, bakı özelliği, jeoloji özelliği de taşkın riskine etki eden faktörlerdir. İklimsel olarak yoğun yağışlar, kar erimeleri de diğer unsurlardır. Bu unsurların belirlenmesi, taşkın riski taşıyan alanların doğru şekilde haritalandırılmasına yardımcı olacaktır.

2. **Taşkın Riskli Alanları Belirlemek İçin Hangi Kriterlerin Ağırlıkları Daha Öncelikli Olmalıdır ve Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) Analiz Yöntemi Uygun Mudur?** Taşkın riskini belirlerken topografik özellikler, suyolu akış düzeni, yağış miktarları, zemin yapısı ve mevcut altyapı durumu gibi faktörlerin ağırlıkları doğru bir şekilde belirlenmelidir. AHP, bu kriterlerin birbirine göre önem derecelerini belirlemede ve taşkın riskinin daha etkili bir şekilde analiz edilmesinde son derece uygun bir yöntemdir. CBS tabanlı uygulamalarla beraber kullanılarak taşkın riskinin istatistiksel olarak hesaplanmasını sağlar.

3. **Çalışma Alanının Taşkın Riski Seviyesi Nedir ve Taşkın Risklerini Önlemek veya Azaltmak İçin Hangi Önlemler Alınabilir?** Çalışma alanının taşkın riski seviyesi mevcut çevresel ve yapısal faktörlerin analiz edilmesiyle belirlenebilir. Bu analizler, taşkınların hangi bölgelerde daha yoğun etkiler oluşturacağını ve hangi alanların öncelikli olarak korunması gerektiğini ortaya koyacaktır. Taşkın risklerini önlemek veya azaltmak için alınabilecek önlemler arasında dere yataklarının ıslahı, altyapı sistemlerinin güçlendirilmesi, ormanların korunması ve tarım alanlarında sürdürülebilir yöntemlerin benimsenmesi yer almaktadır. Ayrıca erken uyarı sistemleri kurulması ve halkın taşkınlar konusunda bilinçlendirilmesi de etkili bir çözüm olacaktır.

1.2. Araştırmanın Önemi

Taşkın riskinin belirlenmesi için birçok yöntem geliştirilmiş ve farklı çalışmalarda kullanılmıştır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde genellikle taşkın riski açısından dar çalışma alanları incelenmiştir. Bu çalışmada ise verinin kısıtlı olduğu bir akarsu havzasının iklimsel ve fizyolojik özellikleri dikkate alınarak değerlendirme yapılmıştır. Bu çalışma taşkınların daha etkin bir şekilde yönetilmesi ve bu felaketlerin etkilerinin azaltılması için önemli bir yol haritası sunmaktadır. Taşkın riski taşıyan bölgelerde doğru verilerle desteklenmiş analizler yapılarak bu bölgelerdeki riskler minimize edilebilir ve olası felaketlerin önüne geçilebilir. Sonuç olarak taşkın yönetiminde bütünleşik bir yaklaşım benimsemek toplumun güvenliğini ve çevresel sürdürülebilirliği artıracaktır.

1.3. Taşkınlar

1.3.1. Taşkının nedenleri ve taşkına etki eden faktörler

Bir doğal afet olması sebebiyle taşkınlar önlenemez ancak risk unsurları azaltılabilir. Taşkına neden olan faktörlerin araştırılıp önlem alınması gereklidir. Taşkınlar her ne kadar meteorolojik, hidrografik ve jeomorfolojik gibi doğal unsurlar sebebiyle gerçekleşse de insan müdahalesi ve sosyal faktörlerden de etkilenmektedir (Dölek ve Dölek, 2013).

1.3.1.1. Doğal Unsurlar

1. **Meteorolojik Faktörler:**

    - **Yoğun ve ani yağışlar:** Kısa sürede düşen yoğun yağış, drenaj kapasitesini aşarak yüzey akışına neden olur. Şekil 1.1'de görüldüğü üzere ani taşkınlar meydana gelir. Ani taşkınlar dik topografya, zayıf bitki örtüsü ve yüksek yoğunluklu yağışların kısa sürelerle birleştiği koşulların elverişli olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde daha fazla meydana gelir (Şen, 2018).
    - **Kar erimeleri:** Ani ısınmalar sonucu hızla eriyen karlar, taşkınlara yol açabilir.
    - **Tropikal fırtınalar ve kasırgalar:** Büyük miktarda yağış getirerek taşkına sebep olabilirler.



Şekil 1.1. Sağanak Yağış Sonrası Oluşan Taşkın Örneği (Bolu Olay, 2023)

2. **Hidrografik Faktörler:**

    - **Akarsu rejimleri:** Akarsuların düzensiz debi değişimleri taşkın riskini artırır.

    - **Yer altı suyu seviyeleri:** Yüksek yer altı su seviyesi, yüzey sularının drene olmasını zorlaştırır.

    - **Göl ve baraj taşmaları:** Doğal göllerin taşması veya baraj kapaklarının açılmasıyla oluşan ani su baskınları taşkın oluşturabilir. Şekil 1.2'de görüldüğü üzere baraj yakınına kurulan evler ve işyerleri sular altında kalabilir.



Şekil 1.2. Baraj Taşması Sonucu Oluşan Taşkın Örneği (Emlakta Son Dakika,2018)

3. **Jeomorfolojik Faktörler:**

    - **Eğim:** Eğimi az olan alanlarda suyun birikmesi kolaylaşır.

    - **Toprak özellikleri:** Kil gibi geçirimsiz topraklar suyu emmez, yüzey akışını artırır.

- **Vadiler ve havzalar:** Akarsu havzalarının yapısı suyun akış yönünü ve hızını etkiler; dar vadilerde suyun taşma ihtimali daha fazladır.

1.3.1.2 İnsan Faaliyetleri ve Sosyal Faktörler

1. **Kentsel Gelişim ve Arazi Kullanımı:**
   - **Yoğun yapılaşma:** Su geçirmez yüzeylerin (asfalt, beton vb.) artması yüzey akışını artırır.
   - **Yanlış yerleşim planlaması:** Taşkın riski yüksek olan alüvyal düzlüklere yerleşim yapılması.
   - **Yeşil alanların azalması:** Doğal su emici alanların yok olması.
2. **Altyapı Yetersizlikleri:**
   - **Yetersiz drenaj sistemleri:** Kanalizasyon ve yağmur suyu hatlarının yetersizliği taşkınlara neden olabilir. Şekil 1.3'de görüldüğü üzere altyapı yetersizliği ve yanlış arazi kullanımı taşkınlara yol açarak ciddi zararlara yol açmaktadır.
   - **Baraj ve set yetersizlikleri:** Su kontrol yapılarının eksik ya da bakımsız olması.



Şekil 1.3. Yanlış Arazi Kullanımından Kaynaklı Taşkın Örneği (Yavuz Y, 2022)

3. **Tarım ve Orman Uygulamaları:**
    - **Ormansızlaşma:** Bitki örtüsünün kaybı yüzey akışını artırır.
    - **Hatalı tarım teknikleri:** Erozyon ve toprak geçirimsizliğini artıran uygulamalar taşkın riskini tetikleyebilir.
4. **İklim Değişikliği ve Sosyal Duyarlılık:**
    - **İklim değişikliği:** Yağış rejimlerinin değişmesi ve aşırı hava olaylarının artması.
    - **Yetersiz risk farkındalığı:** Halkın taşkın riski konusunda bilinçsiz olması ve yeterince bilgilendirilmemesi.
    - **Yoksulluk ve göç:** Afete maruz kalma riski yüksek alanlara zorunlu yerleşim durumları.

1.3.2. Taşkına Etki Eden Faktörler

Taşkınlar, doğal ve beşeri faktörlerin karmaşık etkileşimi sonucu ortaya çıkan doğal afetlerdendir. Bu olayların oluşumunda etkili olan unsurlar; yağış miktarı, topografik

yapı, toprak özellikleri ve bitki örtüsü gibi doğal koşulların yanı sıra insan faaliyetlerinden kaynaklanan kentleşme, altyapı yetersizlikleri ve arazi kullanımındaki hatalar gibi beşeri etkenlerdir.

1.3.2.1. Doğal Faktörler

Taşkınların temel tetikleyicisi, aşırı ve ani yağışlar ile uzun süreli yağışlardır. Kar erimeleri ve don çözülmeleri de su miktarını artırarak taşkın riskini yükseltir. Topografya, taşkın oluşumunda kritik bir rol oynar. Düşük eğimli alanlar, vadiler ve çanak şeklindeki araziler suyun birikmesine elverişlidir. Dar vadilerde ve yerleşim yerlerinde su daha hızlı akar. Kentleşmeyle birlikte toprağın suyu geçirmemesi de bu durumu artırır (Şen, 2018). Toprağın geçirimsiz olması veya doygun hale gelmesi, suyun emilimini azaltarak yüzey akışını artırır. Bitki örtüsünün az olduğu bölgelerde erozyon ve suyun hızlı akışı taşkın ihtimalini güçlendirir. Aynı zamanda jeolojik yapı da önemlidir; kayaçların geçirgenliği ve zeminin su tutma kapasitesi taşkınların şiddetini belirler. Akarsu yatağının eğimi, genişliği ve derinliği gibi hidrolojik özellikler de suyun taşma eğilimini doğrudan etkiler.

1.3.2.2. Beşeri Faktörler

İnsan faaliyetleri, taşkın riskini artıran önemli bir etkendir. Kentleşme ve yapılaşma sürecinde betonlaşmanın artması suyun toprağa sızmasını engelleyerek yüzey akışını hızlandırır. Dere yataklarının daraltılması veya yapılaşmaya açılması suyun doğal akışını bozarak taşkınlara yol açar. Yetersiz drenaj sistemleri ve atıkların suyollarına atılması taşkın riskini daha da artırır. Tarım alanlarının yanlış kullanımı, ormansızlaşma ve yeşil alanların azalması, toprağın su tutma kapasitesini düşürür. Baraj ve setlerin yetersiz kalması veya ani su bırakılması da taşkınlara neden olabilir (Şen, 2018).

1.3.2.3. Küresel ve Sosyal Faktörler

İklim değişikliği taşkın riskini küresel ölçekte artıran bir unsurdur. Aşırı yağış olaylarının sıklığındaki artış ve mevsimsel düzensizlikler, taşkınların daha sık ve şiddetli yaşanmasına yol açar. Nüfus artışı ve göçler, insanları taşkın riski yüksek alanlara yerleşmek zorunda bırakır. Plansız kentleşme ve gecekondulaşma afet riskini

daha da yükseltir. Toplumda taşkın riski konusundaki bilinç eksikliği ve afet yönetimine yönelik hazırlıksızlık bu doğal afetin etkilerini daha yıkıcı hale getirir.

Taşkınların önlenmesi ve etkilerinin azaltılması için doğal süreçlerin iyi anlaşılması, sürdürülebilir kentleşme politikalarının benimsenmesi ve toplumsal farkındalığın artırılması gereklidir.

1.3.3. Taşkın Türleri

Taşkınlar, oluşum süreleri (Tablo1.1), mevsimsel özellikleri (Tablo 1.2) ve meydana geldikleri coğrafi konum (Tablo 1.3) gibi farklı kriterlere göre sınıflandırılabilir. Ancak taşkın türleri arasında kesin sınırlar yoktur, bazen birkaç tür birlikte görülebilir. Her taşkın türünün önlem ve müdahale stratejileri farklılık gösterir. Bu sınıflandırmalar taşkınların dinamiklerini anlamak ve risk yönetimi stratejileri geliştirmek açısından büyük önem taşır (T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2016)

Tablo 1.1**.** Oluşum sürelerine göre taşkın sınıflandırması

Taşkın Türü	**Özellikler**	**Oluşum Süresi**	**Potansiyel Etkiler**
Uzun Süreli Taşkınlar	Sürekli yağışlar veya kademeli kar erimeleri sonucu oluşur	1 hafta veya daha uzun	Yavaş geliştiği için tahliye için zaman vardır
Ani Taşkınlar	Şiddetli yağış veya baraj yıkılması sonucu oluşur	6 saat veya daha kısa	Hızlı gelişir, can kaybı riski yüksektir

Tablo 1.2. Mevsimsel oluşumlarına göre taşkın türleri

Taşkın Türü	**Meydana Geldiği Dönem**	**Ana Nedenleri**	**Coğrafi Dağılım**

Taşkın Türü	Meydana Geldiği Dönem	Ana Nedenleri	Coğrafi Dağılım
Yaz Taşkınları	Haziran-Eylül	Sağanak yağışlar, kar/buzul erimeleri	Dağlık bölgeler
Kış Taşkınları	Kasım-Mart	Uzun süreli yağışlar	Kıyı bölgeleri
İlkbahar Taşkınları	Nisan-Mayıs	Kar erimeleri, yağış artışı	Orta enlemler

Tablo 1.3. Coğrafi kökenlerine göre taşkın çeşitleri

Taşkın Türü	Oluştuğu Ortam	Temel Nedenleri	Özel Özellikler
Nehir Taşkınları	Akarsu yatakları	Yoğun yağış, baraj yıkılması	Yatak daralması riski artırır
Kıyı Taşkınları	Deniz kıyıları	Fırtına, tsunami	Tuzlu su etkisi
Dağ Taşkınları	Dağ etekleri	Kar erimeleri	Hızlı akış
Yeraltı Suyu Taşkınları	Yeraltı su sistemleri	Uzun süreli yağışlar	Sinsi gelişir
Göl Taşkınları	Göl çevreleri	Seviye değişimleri	Dalga etkili

1.3.4. Taşkın Yönetimi ve Taşkından Korunma Önlemleri

Havza yönetimi bir nehir havzası içindeki su kaynaklarının, toprakların ve ekosistemlerin sürdürülebilir bir şekilde korunmasını ve kullanılmasını amaçlayan bütüncül bir yaklaşımdır. Bu yönetim biçimi yalnızca kaynakların korunmasını değil, aynı zamanda bu kaynaklar üzerinde oluşabilecek risklerin önlenmesini de kapsar.

Taşkın yönetimi ise bu kapsamda havza içerisinde meydana gelebilecek taşkın olaylarının etkilerini azaltmayı hedefleyen yapısal ve yapısal olmayan önlemler bütünüdür. Risk temelli bir yaklaşımla ele alınan taşkın yönetimi, bireysel ve toplumsal düzeyde alınacak önlemlerin yanı sıra halkın bilinçlendirilmesini ve risk algısının değerlendirilmesini de içerir. Bu doğrultuda hazırlanan taşkın risk yönetim planları; taşkın tehlike ve taşkın risk haritalarına dayanan risk altında bulunan alanlarda uygun hedeflerin belirlenmesini ve bu hedeflere ulaşmak için alınması gereken önlemlerin tanımlanmasını sağlar (T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2016)

Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü'nün taşkınlarla mücadele stratejileri de bu doğrultuda bütüncül bir yaklaşımı benimseyerek hem yapısal hem de yapısal olmayan önlemleri kapsamaktadır. (Akman, 2021; Aslami, 2024)

Yapısal Önlemler:
Taşkın riskinin azaltılması amacıyla inşa edilen mühendislik yapıları şunlardır:

- Su Tutma Yapıları: Barajlar, göletler ve biriktirme havzaları sayesinde taşkın sularının kontrollü şekilde depolanması sağlanmaktadır.
- Akarsu Islah Çalışmaları: Dere yataklarının düzenlenmesi, setler ve taşkın duvarları gibi yapılar akarsuların kontrollü akışını garanti altına almaktadır.
- Havza Bazlı Çözümler: Tersip bentleri, taban kuşakları ve sel kapanları gibi yapılar havza içinde suyun kontrolünü sağlamaktadır.

Etkili taşkın yönetimi için yapısal önlemler tek başına yeterli olmamakta, bu nedenle yapısal olmayan önlemler olarak:

- Erken uyarı sistemleri

- Risk haritalandırma çalışmaları
- Toplumsal bilinçlendirme programları gibi yapısal olmayan önlemler de uygulanmaktadır.

Bu çok yönlü yaklaşım sayesinde hem taşkınların yıkıcı etkileri azaltılmakta hem de su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi sağlanmaktadır. DSİ'nin bu çalışmaları iklim değişikliğinin artan taşkın riskleri karşısında özellikle önem kazanmaktadır.

1.4. Literatür Taraması

Taşkın risk analizi, taşkınların neden olabileceği zararları önlemek ve yönetmek için son derece önemli bir yöntemdir. AHP, bu tür analizlerde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir ve genellikle CBS ile entegre edilerek taşkın risk haritalarının oluşturulmasında kullanılırken; hidrodinamik modeller ve yapay sinir ağları, taşkın yayılımını ve akış tahminlerini simüle etmek için kullanılır. Bu yöntemlerin eş zamanlı kullanımı taşkın risk yönetiminde daha kapsamlı ve etkili çözümler sunar. Aşağıda Türkiye' de ve Dünyada yapılan bazı çalışmalar sunulmuştur.

Sozer ve ark. (2018), Ankara için taşkın duyarlılık haritalarının oluşturulmasında Modifiye Analitik Hiyerarşi Süreci (M-AHP) yöntemini kullanmışlardır. Bu yöntem uzman görüşlerine dayalı olarak taşkın riskini etkileyen parametrelerin önceliklerini belirlemeye olanak tanımaktadır. Çalışmada kentsel alanlarda su birikimini etkileyen temel faktörler tespit edilmiştir. 2008 ve 2015 yıllarına ait taşkın duyarlılık haritaları üretilmiş ve bu haritaların 3B görselleştirilmesi DEM üzerine yerleştirilerek karşılaştırılmıştır. Sonuçlar kullanılan yöntem ve verilerin bölgesel ölçekte taşkın duyarlılık haritası üretiminde etkili bir şekilde kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Ekmekcioğlu ve ark., (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada İstanbul'da, taşkın risk haritalarının oluşturulmasında bulanık AHP yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem İstanbul'un ilçeler bazında taşkın risk haritasını oluşturmak için on üç taşkın hassasiyeti ve tehlike kriterini içermektedir. Araştırma ilçelerin risk puanlarını hesaplamak için çeşitli kurumlardan alınan verilerle kriter ağırlıklarını birleştirmiştir. Sonuçlar yüksek riskli ilçelerin genellikle şehrin merkezi ve yoğun nüfuslu bölgelerinde olduğunu göstermiştir.

Ozturk ve ark., (2021) tarafından hazırlanan çalışmada AHP yöntemi kullanılarak taşkın tehlike haritası oluşturulmuş ve bu harita, tarihsel taşkın envanteri ile karşılaştırılarak doğrulanmıştır. Harita gelecekteki yapısal önlemler ve detaylı çalışmalar için bir temel oluşturmuştur.

Ekmekcioğlu ve ark., (2021), yaptığı çalışmada taşkın riskinin belirlenmesi için bulanık AHP ve TOPSIS yöntemleri birleştirilerek, farklı paydaşların algılarına dayalı taşkın risk haritaları oluşturulmuştur. Bu yaklaşım paydaşların farklı bakış açılarını dikkate alarak daha kapsamlı ve etkili taşkın yönetim stratejileri geliştirilmesine olanak tanımaktadır

Saltoğlu (2022), Söğütlü Deresi Havzası'nda (Trabzon) Taşkınlar ve Taşkın Risk Analizi başlıklı çalışmasında havzanın fiziki ve beşeri coğrafya özelliklerini dikkate alarak CBS ve Uzaktan Algılama (UA) tekniklerinden yararlanılmıştır. Çalışmada taşkın oluşumunu etkileyen coğrafi faktörler tespit edilmiş ve bu faktörlerin taşkın riski üzerindeki etkileri AHP yöntemiyle sayısal olarak değerlendirilmiştir. İncelenen temel faktörler arasında litoloji, jeomorfoloji, yükselti, eğim, bakı, toprak özellikleri, Normalize Edilmiş Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI), akarsuya yakınlık ve arazi kullanımı yer almaktadır. Elde edilen veriler doğrultusunda CBS tabanlı bir taşkın risk haritası oluşturularak havza genelindeki risk düzeyleri ortaya konmuştur.

İnce (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Isparta ili Uluborlu-Senirkent Havzası özelinde gelecekte meydana gelebilecek sel afetlerinin etkilerini en aza indirmek ve gerekli önlemleri belirlemek amacıyla sel risk analizi yapılmıştır. Bu analizde CBS ile AHP birlikte kullanılmıştır. Çalışma kapsamında havzanın fiziksel ve çevresel özellikleri göz önünde bulundurularak yağış miktarı, eğim, arazi kullanımı, toprak yapısı, akarsuya mesafe ve jeolojik özellikler olmak üzere altı temel parametre değerlendirmeye alınmıştır. Analiz sonuçlarına göre havzanın güney kesimlerinde yer alan yüksek eğimli alanların sel riski açısından daha duyarlı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca 1995 ve 1996 yıllarında Senirkent'te meydana gelen sel olaylarının bu riskli bölgelerle örtüşmesi elde edilen sonuçların güvenilirliğini desteklemektedir.

Aslami (2024) "Şehirlerde Taşkın Yataklarının Yapılaşması Etkisi Altında Taşkın Risk Haritalarının İncelenmesi: İstanbul Göksu Deresi" başlıklı çalışmada, şehirleşmenin

taşkın riski üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Bu kapsamda, taşkın yataklarına inşa edilen yapıların taşkınların yayılımı üzerindeki rolü değerlendirilmiş ve taşkın risk haritaları üretilmiştir. Göksu Deresi örneğinde yıllar içinde yapılaşmada meydana gelen artışın taşkın yayılım alanını doğrudan büyük ölçekte değiştirmediği ancak taşkından etkilenen bina sayısında önemli bir artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgular yapılaşmanın taşkın riski üzerindeki dolaylı etkilerini ortaya koyması açısından dikkat çekicidir.

Büyükdinç (2023) CBS ve Hec-Ras Yazılımı İle Borçka İlçesindeki Derelerde Taşkın Modellemesinin Yapılması ve Taşkın Yayılım Haritalarının Üretilmesi adlı çalışmada Aksu ve İçkale derelerinin maksimum tekerrür debileri (Q50, Q100, Q500 ve Q1000) ile derelerin manning pürüzlülük katsayıları kullanılarak bir ve iki boyutlu taşkın modellemeleri yapılmıştır. Elde edilen taşkın yayılım haritaları taşkın riski taşıyan alanların görselleştirilmesini sağlayarak yerel yönetimlerin olası taşkınlara karşı önlem almasına katkı sunmayı hedeflemektedir. Bu yönüyle çalışma CBS destekli taşkın analizi uygulamalarına önemli bir örnek teşkil etmektedir.

İnan (2023) tarafından gerçekleştirilen doktora tezinde yapay sinir ağları (YSA) kullanılarak taşkın tahmini yapılmış ve veri asimilasyonunun bu tahminlere katkısı incelenmiştir. Çalışmanın uygulama alanı olarak Fransa'daki Cévennes Nehri havzaları seçilmiş ve farklı hidrolojik senaryolar doğrultusunda modellemeler gerçekleştirilmiştir. Veri asimilasyonu ile modelin girdileri ve çıktıları sürekli güncellenmiş, böylece tahmin doğruluğunun artırılması hedeflenmiştir. YSA'nın öğrenme kapasitesi sayesinde karmaşık hidrolojik süreçlerin modellenmesinde başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Bu yönüyle çalışma taşkın tahmininde YSA tabanlı yaklaşımların ve veri asimilasyon tekniklerinin entegre kullanımının etkinliğini ortaya koymaktadır.

Özcan ve ark. (2009) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Sakarya Havzası'nda taşkın alanlarının belirlenmesi ve bu alanlar üzerinden risk yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi amacıyla CBS ve UA yöntemleri birleştirilmiştir. Çalışmada uzaktan algılama verileri, yersel çalışmalar ve farklı veri grupları kullanılarak olası taşkınların etkileyeceği alanlar gözlemlenmiş ve CBS modelleri oluşturulmuştur. Ayrıca analizde kullanılan ÇKKV ve Hidrolojik Modelleme yöntemleri karşılaştırılmış ve hidrolojik modellemenin daha doğru sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Bu analizler sonucunda,

riskli bölgeler belirlenmiş ve taşkın yönetimi için alınması gereken önlemler önerilmiştir. Çalışma taşkın risk yönetimi uygulamaları için CBS ve UA'nın etkin kullanımını vurgulamaktadır.

Toprak (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Ağrı ve Doğubayazıt havzalarında taşkın oluşumunu etkileyen coğrafi faktörler incelenmiş ve taşkın risk analizleri yapılmıştır. Çalışmada CBS ile birlikte istatistiksel ve hidrolojik modeller kullanılarak doğru taşkın haritalarının üretilmesine katkı sağlanmıştır. Bu kapsamda bir boyutlu hidrolojik taşkın modeli ve frekans oranı yöntemi kullanılarak taşkına maruz kalabilecek alanlar belirlenmiş ve her iki modelin doğruluğu analiz edilmiştir. Bu analizler sonucunda taşkın riskinin daha doğru bir şekilde değerlendirilmesi sağlanmış ve bölgedeki taşkın yönetimi için önemli veriler elde edilmiştir.

Al-Qazzaz (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Ceyhan Havzası'nda taşkın frekans analizi yapılmıştır. Çalışmada taşkınların sıklığının ve büyüklüğünün belirlenmesi amacıyla istatistiksel yöntemler kullanarak taşkın frekans eğrileri oluşturulmuştur. Bu analizde çeşitli meteorolojik veriler ve geçmiş yıllara ait taşkın verileri değerlendirilerek, havzada taşkın riski taşıyan bölgeler belirlenmiştir. Ayrıca taşkın frekanslarının tahmin edilmesi ve taşkın yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi için sonuçlar ortaya konulmuştur. Çalışma, Ceyhan Havzası'nda taşkın yönetiminin iyileştirilmesine katkı sağlamayı amaçlamakta olup, taşkın risklerinin doğru bir şekilde analiz edilmesine olanak tanımaktadır.

2. BÖLÜM

YÖNTEM VE MATERYAL

2.1. Çalışma Alanı

Bu çalışmanın yürütüldüğü Ceyhan Havzası (Şekil 2.1), Türkiye'nin güneyinde, Doğu Akdeniz Bölgesi içerisinde yer almakta olup 36º 55' – 38º 72' kuzey enlemleri ve 35º 45' – 37º 81' doğu boylamları arasında konumlanmaktadır. Geniş bir yüzölçümüne sahip olan havza, İç Anadolu'nun doğu sınırlarından doğarak Akdeniz'e ulaşan Ceyhan Nehri ve yan kollarını kapsamaktadır. Seyhan, Fırat ve Asi havzalarıyla sınır komşusu olan Ceyhan Havzası; Toklu, Dibek, Binboğa, Kösürük, Kartal, Keklicek ve Hezanlı dağ sıraları ile diğer havzalardan doğal sınırlarla ayrılmaktadır. (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2018)

Ceyhan Nehri toplamda 425 km uzunluğunda olup, yıllık ortalama 82,9 m³/sn debi ve 7,18 km³ toplam akım kapasitesine sahiptir. Havza verimi ise 10,7 L/sn/km² olarak hesaplanmıştır (TÜBİTAK MAM, 2010). Akarsu, Kahramanmaraş'ın Elbistan ilçesinde bulunan Pınarbaşı mevkiinden doğmakta ve kuzeyden Söğütlü Çayı, Sarsap Deresi, Hurman Çayı ile güneyden Savrun ve Göksun Çayı gibi önemli kollarla birleşerek Yukarı Ceyhan Alt Havzası'nı oluşturmaktadır. Nehir doğuya doğru ilerleyerek Nargile Deresi ile birleşmekte ve daha sonra Menzelet ve Sır Barajlarına su temin ettiği Orta Ceyhan Alt Havzası'na geçmektedir. Bu bölgede Okkayası, Fırnız, Tekir ve Bertiz çayları da Ceyhan Nehri'ne katılım sağlamaktadır. Son olarak güneybatıya yönelerek Aslantaş Barajı'ndan geçen nehir, Adana'nın Ceyhan ilçesinden Akdeniz'e ulaşarak Aşağı Ceyhan Alt Havzası'nı meydana getirmektedir. (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2018)

Havza sınırları içerisinde Kahramanmaraş (Elbistan, Afşin, Ekinözü, Göksun, Dulkadiroğlu, Onikişubat, Pazarcık, Andırın), Osmaniye (Merkez, Kadirli, Bahçe),

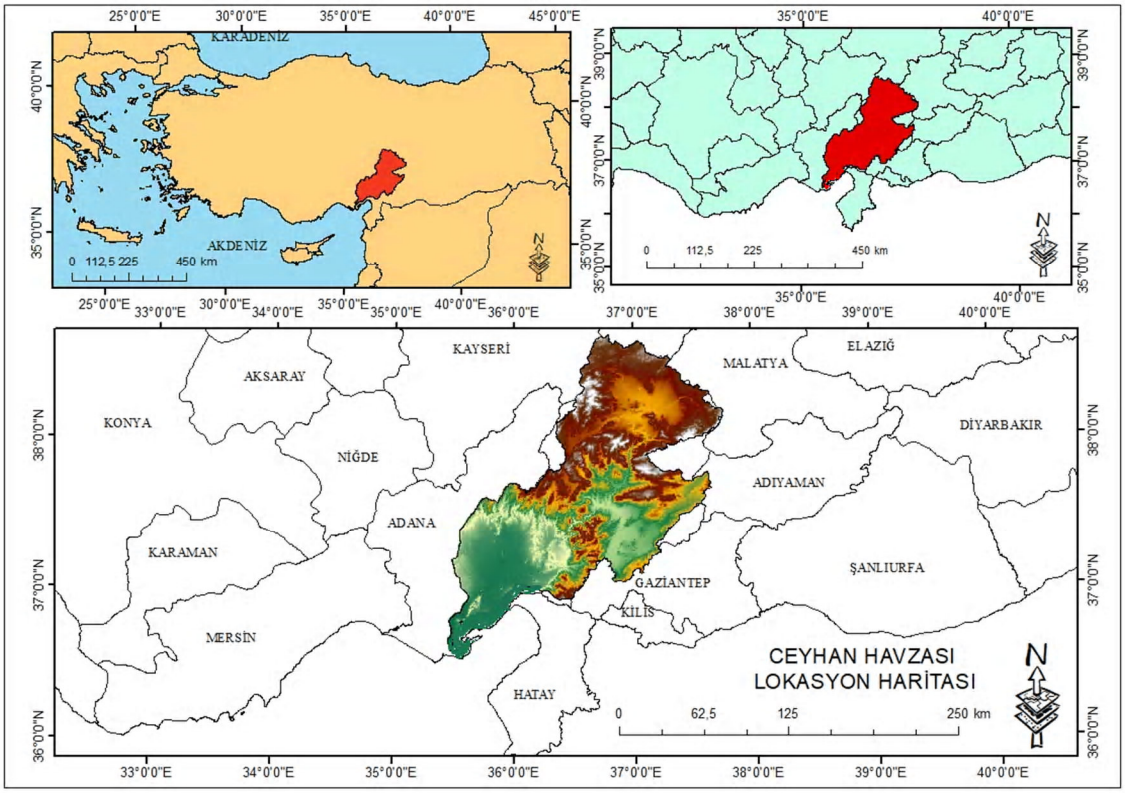
Adana (Ceyhan, Yumurtalık, Kozan) gibi birçok il ve ilçeler yer almaktadır. Bu da havzanın sadece doğal bir yapı değil, aynı zamanda ekonomik, sosyal ve kültürel etkileşimlerin yoğunlaştığı bir alan olduğunu göstermektedir (Kara, 2004; TÜBİTAK MAM, 2010)

İklim açısından Ceyhan Havzası'nın üst kısımlarında karasal iklim etkili olurken, alt kısımlara doğru Akdeniz ikliminin özellikleri belirginleşmektedir. Yukarı havzada sert kışlar ve yaz kuraklığı dikkat çekerken, aşağı havzada kışlar daha ılıman geçmekte ve yıllık yağış miktarı artmaktadır. Bu iklimsel farklılık havza boyunca toprak yapısı, bitki örtüsü, tarımsal üretim ve taşkın riski gibi birçok faktörün değişmesine neden olmaktadır (TÜBİTAK MAM, 2010)

Topografik olarak yüksek dağlık alanlardan alçak ovalara kadar geniş bir çeşitlilik gösteren havzada, özellikle Adana Ovası gibi geniş alüvyon düzlükleri tarımsal açıdan büyük önem taşımaktadır. Aynı zamanda bu ovalar taşkın riski açısından hassas bölgeler olarak değerlendirilmektedir. Ceyhan Nehri'nin oluşturduğu vadi ve düzlük alanlar hem tarım hem de yerleşim açısından cazip bölgeler olup taşkın riski açısından dikkatle izlenmesi gereken alanlardır. (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2018)

Çalışmada havzanın eğim, bakı, yükseklik gibi fizyolojik özelliklerini ortaya koymak amacıyla 30 metrelik çözünürlüğe sahip Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) verisinden elde edilen Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) temel altlık olarak kullanılmıştır. Bu veri üzerinden oluşturulan analizler taşkın risk haritasının temel girdilerini oluşturmaktadır.

Ceyhan Havzası sahip olduğu su kaynakları, enerji üretim kapasitesi, verimli tarım alanları ve geniş yerleşim alanlarıyla hem ekolojik hem de ekonomik açıdan Türkiye'nin en önemli havzalarından biridir. Bunun yanısıra, taşkın gibi doğal afetlere açık olması, sürdürülebilir havza yönetimi ve afet risk azalımı çalışmaları açısından stratejik öneme sahiptir. Bu yüzden çalışma alanı olarak seçilmiş ve taşkın risk belirleme çalışması yapılması planlanmıştır.



Şekil 2.1. Ceyhan Havzası Lokasyon Haritası

2.2. Yöntem

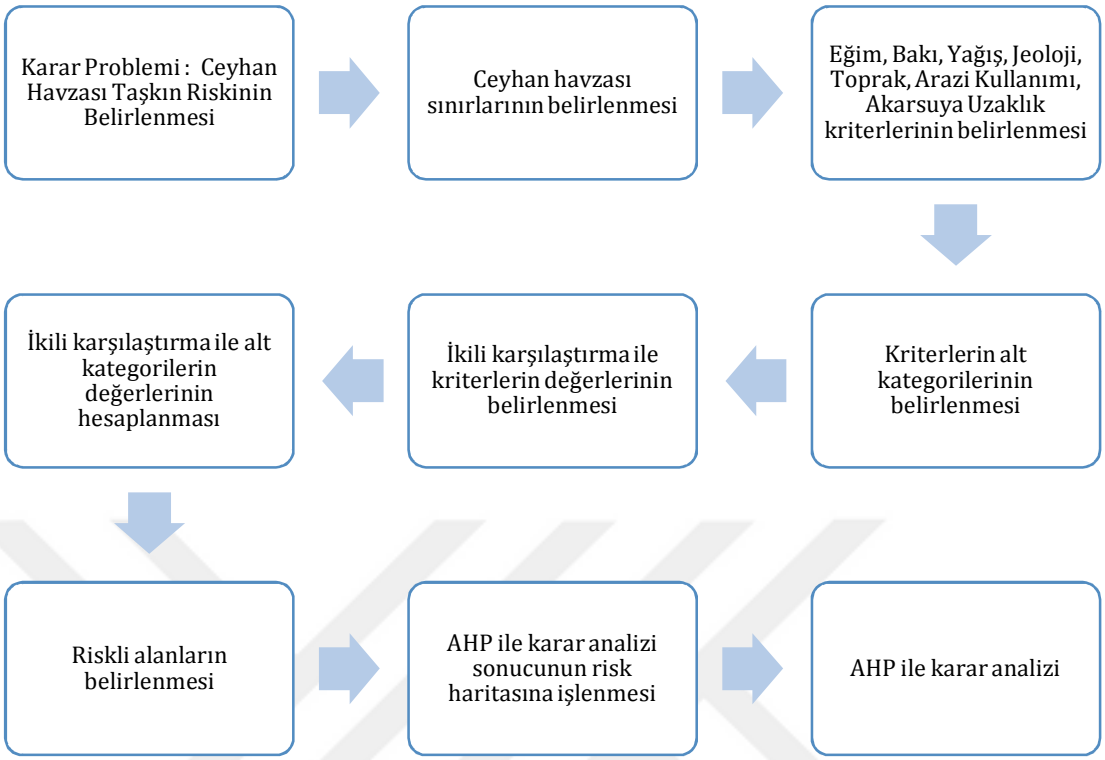
Taşkın depremden sonra en fazla can ve mal kaybının yaşandığı doğal bir afettir. Doğal afet olması sebebiyle engellenemez ancak erken uyarı sistemleri ve alınabilecek önlemlerle zararları azaltılabilir. Taşkının zararlı etkilerinin azaltılması için birçok yöntem ve bulgu geliştirilmiştir ve bu yöntemlerden biri de taşkın yönetimi ile karar alma süreçlerinde yaygın olarak kullanılan AHP yöntemidir. AHP, çok kriterli karar verme süreçlerinde farklı faktörleri karşılaştırarak en uygun seçeneğin belirlenmesini sağlar. Bu yöntemin CBS ile entegrasyonu taşkın yönetiminde mekânsal verilerin sistematik bir şekilde analiz edilmesine olanak tanımaktadır. CBS, verilerin harita tabanlı olarak görselleştirilmesini ve farklı senaryoların analiz edilmesini sağlayarak AHP' nin karar verme gücünü artıran bir araçtır. (Tanış ve Çelik, 2024, Tokgözlü ve Özkan, 2018).

AHP ve CBS entegrasyonu sayesinde taşkın yönetimi bağlamında; arazi kullanımı, su yönetimi, taşkın önleme yapıları, topografik özellikler ve çevresel etkiler gibi kriterler mekânsal olarak değerlendirilerek en uygun taşkın yönetim stratejisinin belirlenmesine

katkı sunulmaktadır. Özellikle havza yönetimi, taşkın risk haritalarının oluşturulması ve afet risk analizleri gibi uygulamalarda bu entegrasyon, karar vericilere bilimsel, sistematik ve mekânsal temelli bir yaklaşım sunar. Böylece sürdürülebilir çözümlerin geliştirilmesini desteklemektedir. (Yurteri, 2024; Aydın ve Birincioğlu, 2022)

Ceyhan Havzası, Türkiye yüzölçümünün yaklaşık %3,4'ünü kapsayan ve İç Anadolu'nun içlerinden başlayıp İskenderun Körfezinden denize dökülen büyük bir akarsudur. Havza sarp dağlık araziler ve geniş alüvyal tabanlardan oluşmuştur. Çalışmaya konu olan bu havzanın taşkın riskinin belirlenmesi için AHP ve CBS bir arada kullanılmıştır.

Yöntem genel olarak Şekil 2.2 'de görüldüğü üzere karar problemi olan Ceyhan Havzası'nın taşkın riskinin belirlenmesi için havza sınırlarının belirlenmesiyle başlar. Havzaya ait gerekli veri temin edildikten sonra eğim, bakı, yağış, jeoloji, toprak, arazi kullanımı, akarsuya uzaklık kriterlerinin belirlenmesi ile devam eder. Kriterler birbiriyle karşılaştırılır ve alt kriterler de önem derecesine göre sınıflandırılır. AHP'den elde edilen değerler risk haritasına işlenir ve harita yorumlanır.



Şekil 2.2. Taşkın Risk Belirleme İşlem Adımları

2.2.1. Coğrafi Bilgi Sistemleri

CBS, coğrafi veriyi (konum temelli bilgi) akıllı yönetim ve stratejik karar alma süreçlerine dönüştüren entegre bir sistemdir. Yazılım, donanım ve insan kaynağını bir araya getirerek iklim değişikliği, kentleşme, afet yönetimi gibi küresel sorunların yanında altyapı planlaması, sağlık hizmetleri dağılımı gibi yerel ihtiyaçlar için veriyi anlamlı hale getirir. (Özcan ve ark., 2021)

Başka bir tanımla CBS, mekânsal nesneleri (örneğin binalar, yollar, ormanlar) ve bu nesnelere ait öznitelik bilgilerini (nüfus, yükseklik, malzeme türü vb.) tek bir platformda ilişkilendirerek bu bilgilerin toplanması, saklanması, güncellenmesi, işlenmesi, analiz edilmesini sağlayan bir sistemdir. Elde edilen sonuçları; haritalar, grafikler veya raporlar gibi çeşitli formatlarda sunarak karar alma süreçlerine hız ve kesinlik kazandırır. (Yurteri, 2024; Tanış ve Çelik, 2024)

Şekil 2.3'te görüldüğü üzere CBS'nin bazı temel bileşenleri şunlardır:

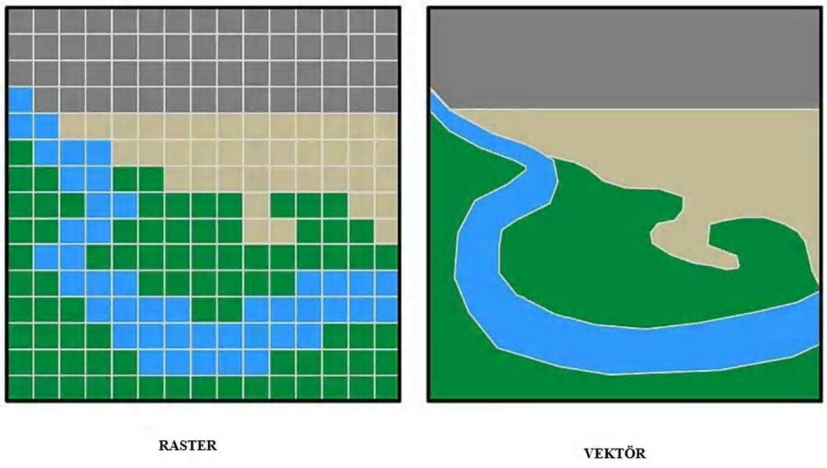
- **Veri**: Uydu kayıtları, haritalar, GPS verileri vb.
- **Yazılım:** ArcGIS, QGIS, MapInfo gibi analiz ve görselleştirme araçları.
- **Donanımlar**: GPS cihazları, sunucular, bilgisayarlar vb.
- **İnsan Kaynağı:** Haritacılar, mühendisler ve veri analistleri**.**
- **Yöntemler:** Veri işleme, mekânsal analizler, program teknikleri



*Şekil 2.3***.** CBS'nin Temel Bileşenleri

CBS konumsal veriler ile mekânsal bileşenleri temsil eden iki temel veri yapısına ayrılır: raster veriler ve vektör veriler. Bu veri türleri mekânsal analizlerin temelini oluşturur ve farklı kullanım alanlarına sahiptir. Şekil 2.4' te olduğu gibi raster veriler, coğrafi bilgilerin düzenli bir ızgara yapısı içinde pikseller veya hücreler halinde saklandığı veri türüdür (Tecim, 2008). Her bir hücre belirli bir coğrafi alanı temsil eder ve bu alanla ilgili bir renk veya sayısal değer içerir. Raster veri setlerinde hücre boyutu (piksel büyüklüğü), verinin çözünürlüğünü belirler ve daha küçük hücreler daha ayrıntılı

bir veri seti sunar. Örneğin yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri, detaylı arazi analizi ve çevresel değişim takibi için kullanılabilirken daha düşük çözünürlüklü raster veriler genel eğilimleri belirlemek için tercih edilebilir (Küpçü ve Çabuk, 2019) .Örneğin iklim haritaları, arazi yükseklik modelleri, sıcaklık dağılımları, toprak nem seviyeleri gibi veriler raster formatında tutulur. Ayrıca taranmış haritalar, ortofotolar ve uydu görüntüleri raster veri türünün yaygın örnekleridir (Tecim, 2008).



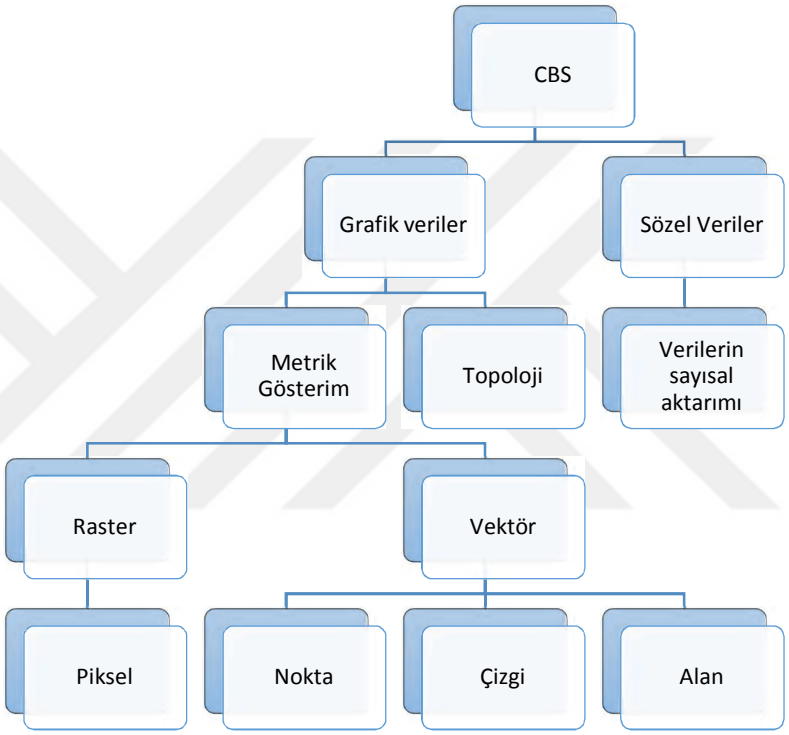
Şekil 2.4. Raster ve Vektör Veri Yapısı (Bilgili, 2019)

Vektör veriler, yeryüzündeki konumsal nesneleri belirli koordinat sistemlerine dayalı olarak tanımlayan bir veri yapısıdır. X ve Y koordinatları kullanılarak depolanan bu veriler özellikle kesin sınırların ve tanımlı nesnelerin gösterilmesinde etkilidir. Vektör veriler üç temel bileşenden oluşur:

- Nokta (Point) Veriler: Tek bir koordinat noktasıyla temsil edilen nesnelerdir. Örneğin; elektrik direkleri, ağaçlar, kuyu lokasyonları, şehir merkezleri ve önemli turistik noktalar noktasal verilerle ifade edilir.
- Çizgi (Line) Veriler: İki veya daha fazla noktadan oluşan, doğrusal yapılar için kullanılan veri türüdür. Örneğin; yollar, nehirler, demiryolları, sınır çizgileri, enerji iletim hatları gibi unsurlar çizgisel verilerle temsil edilir.
- Poligon (Alan) Veriler: Kapalı şekiller oluşturan, belirli bir alanı temsil eden vektör verileridir. Bina sınırları, arazi kullanım haritaları, tarım alanları, jeolojik

birimler, idari sınırlar, göller ve su havzaları gibi coğrafi nesneler poligonlarla ifade edilir.

Vektör verilerin en büyük avantajı yüksek doğruluk sunması ve nesnelerin detaylı olarak temsil edilebilmesidir. Bu veri türü özellikle kadastro çalışmaları, şehir planlama, altyapı yönetimi, ulaşım ağları ve doğal kaynak yönetimi gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.



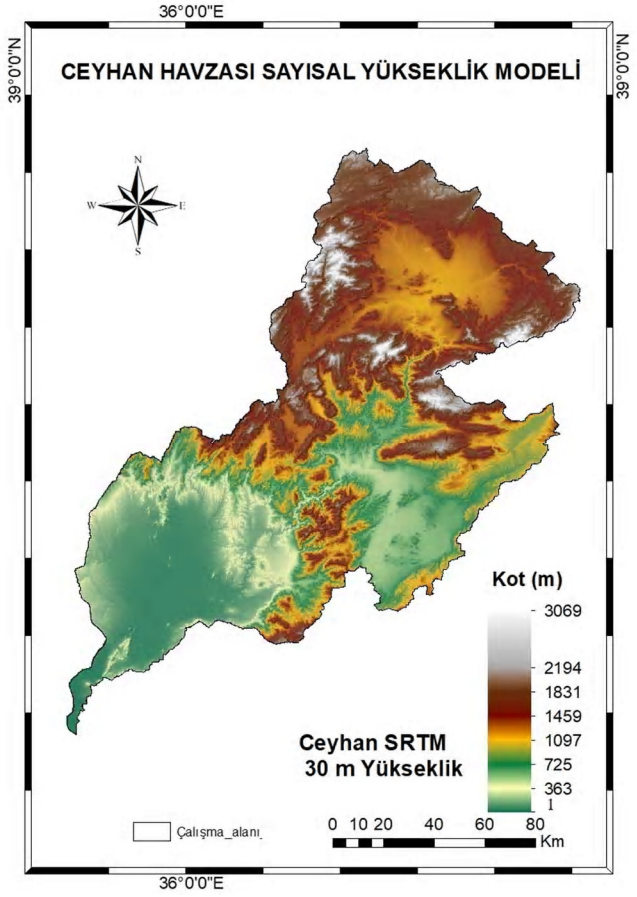
Şekil 2.5. CBS'nin Veri Yapısı

Şekil 2.5' te gösterilen grafik verilerin metrik gösterimi olan raster ve vektör veriler CBS uygulamalarında bir arada kullanılır. Örneğin, bir şehir planlamasında uydu görüntüleri (raster veri) ile yol ağları ve bina sınırları (vektör veri) entegre edilerek kapsamlı analizler yapılabilir (Tecim, 2008). Bu çalışmada ise raster veri ve vektör veri bir arada kullanılarak kapsamlı bir taşkın risk analizi yapılmıştır.

2.2.1.1. Sayısal Yükseklik Modeli

SYM, yeryüzü topoğrafyasının sayısal ortamda temsil edilmesini sağlayan raster tabanlı bir veri yapısıdır. SYM' deki her bir piksel sahip olduğu yükseklik değerine bağlı olarak temsil edilir (Şekil 2.6). Topoğrafyanın matematiksel ve mekânsal özelliklerini temsil

eden sayısal bir model olan SYM, coğrafi analizlerde temel veri kaynağı olarak kullanılmaktadır. CBS teknolojisi, SYM üretimini desteklemenin yanı sıra bu modellerden topografik ve morfometrik özniteliklerin otomatik türetilmesini mümkün kılmaktadır. (Öztürk, 2020, Güreşçi ve ark., 2012,)



*Şekil 2.6***.** Ceyhan Havzası Sayısal Yükseklik Modeli

Çalışmada Şekil 2.6 da yer alan SYM verisi kullanılarak eğim ve bakı hesabı yapılmıştır.

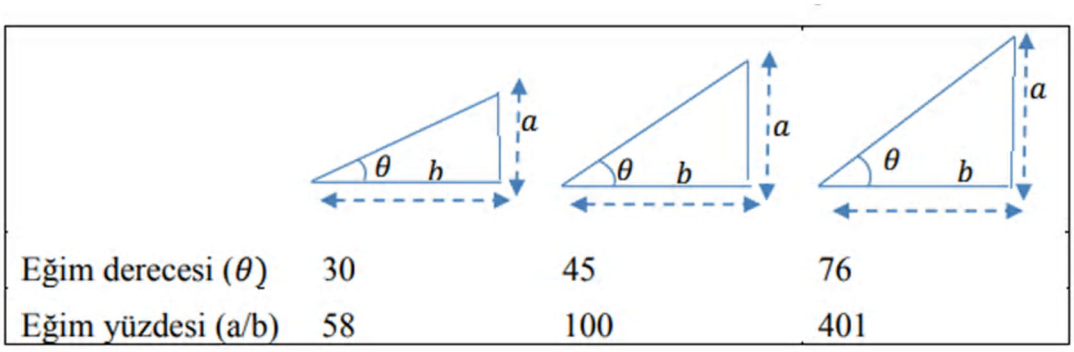
2.2.1.2. Eğim Hesabı

Eğim her hücrenin komşularıyla olan en yüksek değişim oranı olarak bulunmaktadır. SYM verisinden eğim, yüzde (%) cinsinden veya derece cinsinden raster veri olarak üretilebilmektedir. Şekil 2.7'de görüldüğü üzere düşey mesafenin yatay mesafeye oranın yüzde olarak ifadesi Denklem 2.2'de yer alan yüzde cinsinden eğim hesabıdır.

Denklem 2.1 ile hesaplanan düşey mesafenin yatay mesafeye oranının tanjant açısıyla hesaplanması ise derece cinsinden eğimdir (Rahmanlar,2015; Solmaz, 2010).

$$Eğim\ derecesi = \theta, \qquad tan\theta = \frac{yükseklik\ farkı}{yatay\ uzaklık} \tag{2.1}$$

$$Eğim\ yüzdesi = \frac{yükseklik\ farkı}{yatay\ uzaklık}\ x\ 100 \tag{2.2}$$



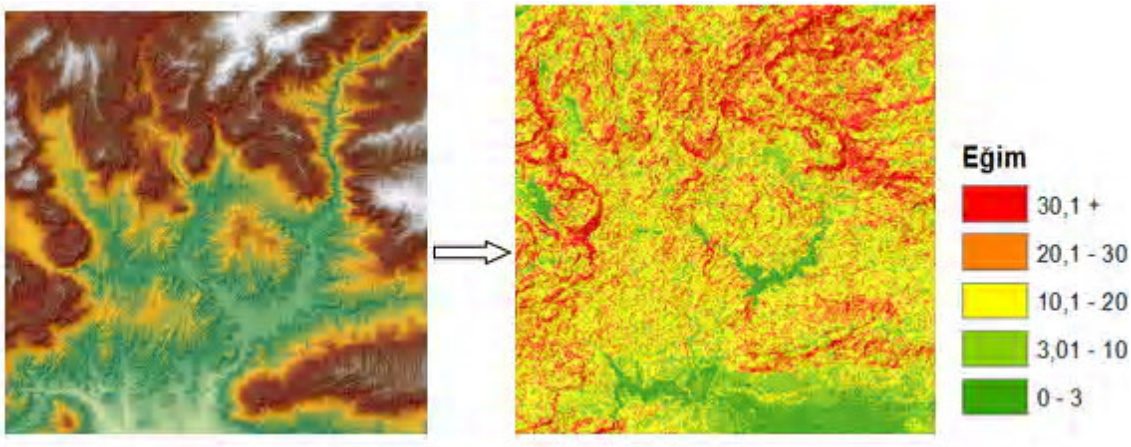
Eğim derecesi (θ)	30	45	76
Eğim yüzdesi (a/b)	58	100	401

Şekil 2.7. Eğim Derecesine Bağlı Yüzde Değişimi (Rahmanlar,2015)

Çalışma alanına ait eğim haritasının oluşturulmasında ArcGIS yazılımında yer alan Slope (Eğim) aracı kullanılmıştır. Bu araç, her hücrenin çevresindeki hücrelerle olan yatay (dz/dx) ve dikey (dz/dy) doğrultulardaki yükseklik farklarını analiz ederek en yüksek değişim oranını hesaplar (Kaynak,2023). Eğim değeri, SYM'den türetilmekte olup, bu hesaplamada kullanılan temel yöntem Denklem 2.3'de sunulmuştur.

$$\text{Eğim derece} = \text{atan}\ (\sqrt{([dz/dx]\ 2 + [dz/dy]\ 2)} * 180/\ pi) \tag{2.3}$$

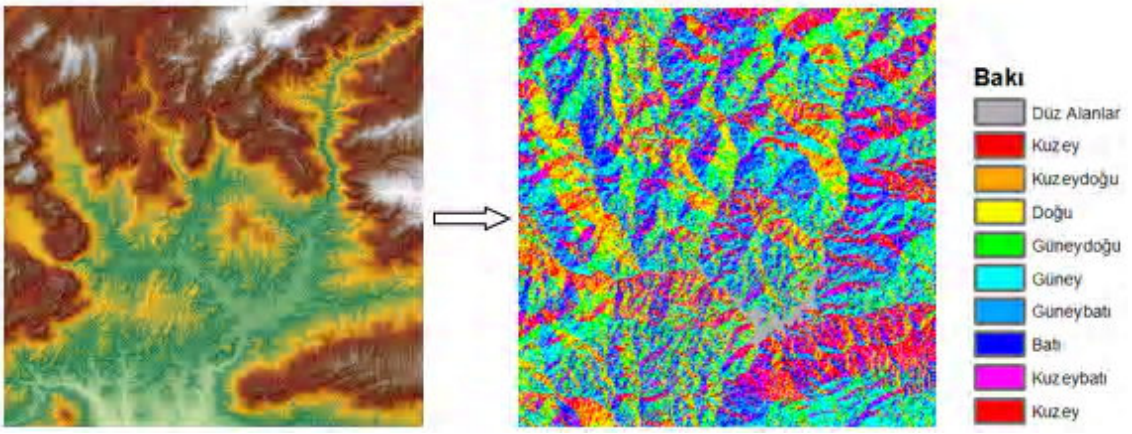
Çalışmada da kullanılan yüzde cinsinden eğim, yükseklik verisi üzerinde kullanılmaktadır. Çok eğimli yerler kırmızı renkte az eğimli yerler ise yeşil olarak gösterilmektedir (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. Yükseklik Verisinden Eğim Verisi Oluşturma

2.2.1.3. Bakı Hesabı

Bakı, SYM'de her bir hücrenin, komşu hücrelerle olan yükseklik farkına göre en dik eğim yönünü tanımlar (Şekil2.9). Başka bir ifadeyle, bakı, bir yüzeyin en fazla düşüş gösterdiği yönü, yani eğimin yönelimini ifade eder. Bakı hesaplamalarında yönler, derece cinsinden tanımlanır ve standart olarak Kuzey yönü 0° kabul edilir. Bu sistemde saat yönünde ilerlenerek Doğu 90°, Güney 180°, Batı ise 270° olarak tanımlanır; 360° tekrar Kuzey yönünü ifade edecek şekilde dairesel bir sistem oluşturur (Rahmanlar,2015; Şorman,2010).



*Şekil 2.9***.** Yükseklik Verisinden Bakı Verisi Oluşturma

Her hücre için hesaplanan bakı değeri, o hücrenin yüzey eğiminin hangi yöne doğru yöneldiğini gösterir. Yani, topoğrafyanın suyun ya da yerçekimi etkisiyle akış göstereceği yön bu değerle belirlenir. Yüzeyin düz olduğu, yani herhangi bir yöne eğim

göstermediği durumlarda (eğim açısı 0°), bakı değeri -1 olarak atanır. Bu özel değer, analizlerde düz alanların ayırt edilmesini sağlar ve özellikle hidrolojik modelleme uygulamalarında önemli bir parametre olarak kullanılır (Şorman,2010).

Bakı haritasının oluşturulmasında SYM veri seti girdi olarak kullanılmıştır. Bu işlemde, 3×3 boyutundaki bir hareketli pencere yardımıyla her bir piksel analiz edilmektedir. Söz konusu pencere, merkezinde bulunan pikselin (e) çevresindeki sekiz komşu pikselin (a–i) yükseklik değerlerini dikkate alan bir algoritma temelinde çalışır. Bu sayede merkez piksele ait bakı değeri hesaplanmaktadır. Pikseller alfabetik olarak adlandırılmış olup, "e" harfi merkez hücreyi, yani bakının hesaplandığı pikseli temsil etmektedir (Kaynak, 2023).

a	b	c
d	e	f
g	h	i

Şekil 2.10. Bakı Hesabı İçin 3*3 Hareketli Pencere

Şekil 2.10'daki e pikselinin x yönündeki değişim oranı denklem 2.4 ile hesaplanırken y yönündeki değişim oranı ise denklem 2.5 ile hesaplanmaktadır.

$$[dz/dx] = ((c + 2f + i) - (a + 2d + g))/8 \quad (2.4)$$

$$[dz/dy] = (g + 2h + i) - (a + 2b + c))/8 \quad (2.5)$$

e pikselinin hem x hem de y yönündeki değişim oranı kullanılarak bakı derece cinsinden denklem 2.6 kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$\text{Bakı} = 180/\text{pi} * \text{atan2}([dz/dy] - [dz/dx]) \quad (2.6)$$

2.2.3. Hidroloji Analizi

2.2.3.1. Akım Yönünün ve Drenaj Ağının Belirlenmesi

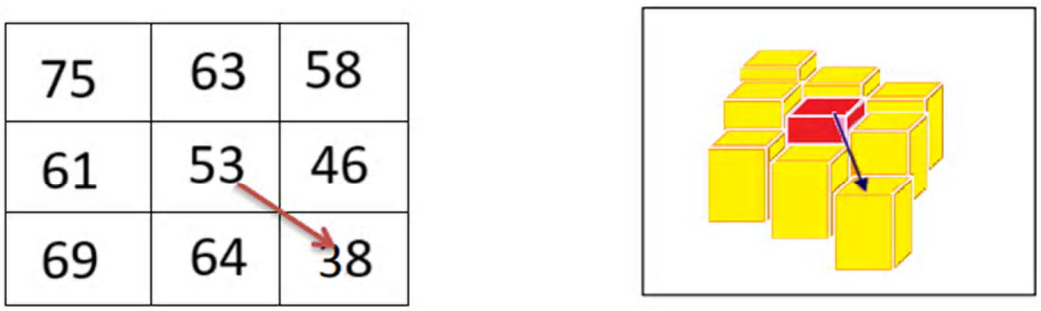
SYM hidrolojik çalışmalarda sıklıkla kullanılır. Bu kısımda SYM verileri kullanarak Ceyhan Havzası'na ait akış yönleri, akış birikimleri, drenaj ağı, havza sınırlarının belirlenmesi için ArcGIS yazılımı kullanılarak aşağıdaki işlem adımları uygulanmıştır.

2.2.3.2. Dolgu İşlemi (Fill)

SYM verilerinde, özellikle bulut örtüsü ya da su yüzeylerinden kaynaklanan yansımalar nedeniyle zaman zaman hatalı veya eksik yükseklik değerleri ortaya çıkabilmektedir. Bu tür veriler, gerçekleştirilen mekânsal analizlerin doğruluğunu olumsuz yönde etkileyerek yanıltıcı sonuçlara yol açabilir. Bu nedenle belirlenen boşluklar, çukurlar ve ani yükseklik değişimleri gibi verideki bozulmalar, dolgu (fill) işlemi ile düzeltilmelidir. (Uyar ve Öztürk., 2018)

2.2.3.2. Akış Yönü (Flow Direction)

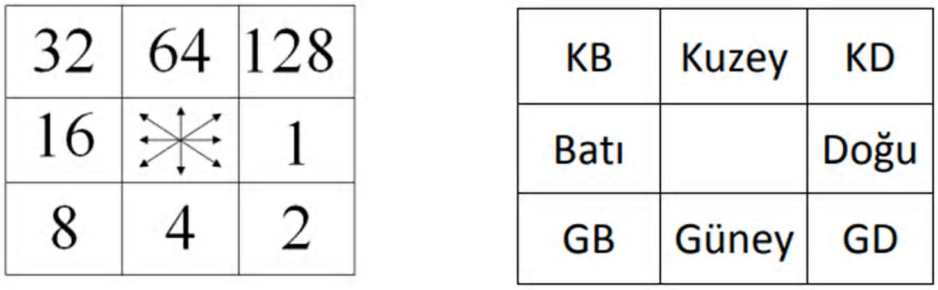
Akım yönünü hesaplamak için kullanılan bir işlemdir. Tanımlanan grid sistemi üzerindeki ilgili hücreye atanan değer çevresindeki sekiz komşu hücreden en düşük yükseklik değerine sahip olan hücreye doğru suyun akış yönünü ifade etmektedir (Güreşçi ve ark., 2012).



Şekil 2.11. Akış Yönünün Belirlenmesi (Güreşçi ve ark., 2012)

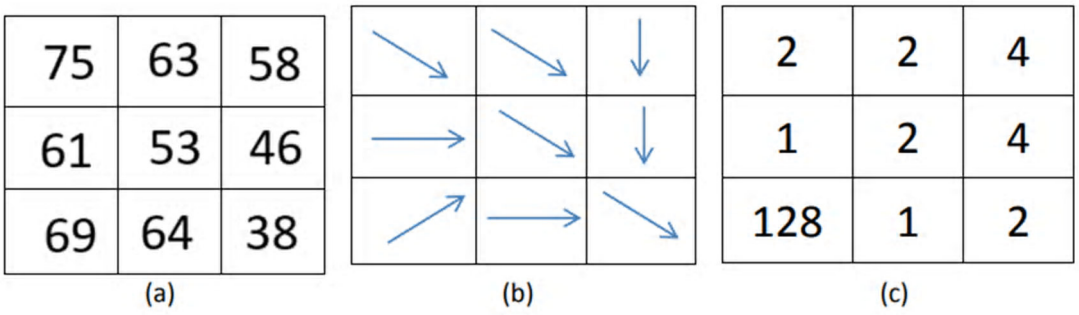
Şekil 2.11 'de de gösterildiği üzere her grid hücresi belirli bir yükseklik değerine sahiptir ve su akışı topografyanın eğimine bağlı olarak en düşük kotlu hücreye yönelmektedir.

Bilgisayar ortamında yüzey akış yönünün temsil edilmesinde sıklıkla “8 yönlü akım modeli” (D8- Eight Direction Flow Model) kullanılmaktadır. Bu model bir grid hücresinden akışın sekiz olası komşu hücreye yönelmesini esas alır.



Şekil 2.12. Yönlerin Sayısal Gösterimi (Güreşçi ve ark., 2012)

Akış yönlerinin sayısal olarak temsil edilebilmesi amacıyla her bir yön belirli bir kod değeri ile ifade edilmektedir. Örneğin Şekil 2.12’de görüldüğü üzere akış doğu yönüne gerçekleşiyorsa bu durum sayısal olarak "1" değeriyle gösterilirken; kuzeybatı yönü için "32", güneydoğu yönü için ise "2" değeri kullanılmaktadır. Bu kodlama sistemi akış yönlerinin sistematik ve dijital olarak modellenmesine olanak sağlamaktadır (Öztürk ve Kılıç, 2013; Öztürk 2020).

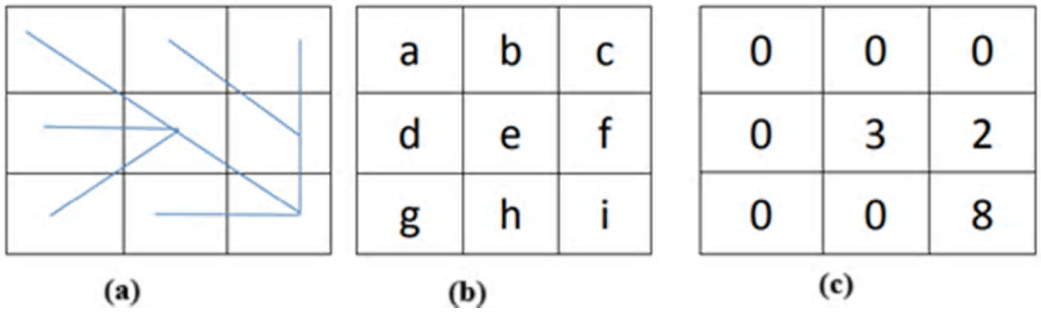


Şekil 2.13(a) Gridlerin Yükseklik Değeri (b) Gridlerin Akış Yönünün Vektörel Gösterimi (c) Gridlerin Akış Yönünün Sayısal Gösterimi (Güreşçi ve ark.,2012)

Aşağıdaki Şekil 2.13(a)’da hücrelere ait yükseklik değerleri, Şekil 2.13(b)’de akım yönleri ve Şekil 2.13(c) ’de ise bu yönlerin ArcGIS programında kullanılacak olan veri tablosu görülmektedir.

2.2.3.3. Kümülatif Akım (Flow Accumulation)

Akım yönü belirlenmesinin ardından her bir grid içerisine toplam kaç gridden akış gerçekleştiği bulunur. Bu işleme kümülatif akım birikimi (flow accumulation) denir.



Şekil 2.14.(a) Hücre Akış İlişkisi, (b) Hücrelerin Harfle Gösterimi (c) Hücre Değerleri (Güreşçi ve ark.,2012)

Şekil 2.14(a)' de, akım yönlerine bağlı olarak hücreler arasındaki akış ilişkileri gösterilmektedir. Şekil 2.14(b)'ye göre, a, b, c, d, g ve h hücrelerine herhangi bir akış gerçekleşmediği için bu hücrelerin değerleri "0" olarak atanmıştır. Öte yandan e hücresine üç farklı hücreden, f hücresine ise iki hücreden akış yönelmektedir. i hücresi ise çevresindeki hücreler arasında en düşük yükselti değerine sahip olması nedeniyle tüm sekiz komşu hücreden akış almaktadır. Bu yöntemle her bir hücrenin drenaj havzasında (su toplama alanında) kalan hücre sayısı Şekil 2.14(c)'deki gibi belirlenmiş olur. (Katipoğlu 2020, Güreşçi ve ark.,2012)

2.2.4. Grid Analizleri (Enterpolasyon)

Bir arazide farklı bölgelerden alınan ölçüm verileri kullanılarak belirli bir noktanın değerinin tahmin edilmesi işlemine "enterpolasyon" denir (Akacak ve Taş, 2021; İlker ve ark.,2019). CBS'de kullanılan başlıca enterpolasyon yöntemleri şunlardır:

1. Inverse Distance Weighting (IDW)
2. Kriging
3. Spline Enterpolasyonu
4. Bilinear Enterpolasyon

5. En Yakın Komşu Enterpolasyonu (Nearest Neighbor)
6. Radial Basis Function (RBF)
7. Trend Surface Analysis
8. Thiessen Poligonları (Voronoi Poligonları)

Çalışmada Meteoroloji Genel Müdürlüğünden temin edilen yıllık ortalama yağış verileri kullanılarak RBF yöntemi ile yağış haritası oluşturulmuştur. RBF, temel olarak noktalar arasındaki yarıçaptan yola çıkarak modelleme yapan bir tekniktir. RBF metodu, özellikle çok boyutlu verilerin enterpolasyonu için yaygın olarak kullanılan bir tekniktir. Bu yöntem sınırlı sayıda veri noktasıyla, tahmin edilmesi zor olan noktaların değerlerini belirlemek için etkili bir çözüm sunar (Akacak,2021)

Radyal tabanlı fonksiyonlar, genellikle Öklid uzayında tanımlanır ve bu fonksiyonların genel formu denklem 2.7 ile ifade edilir:

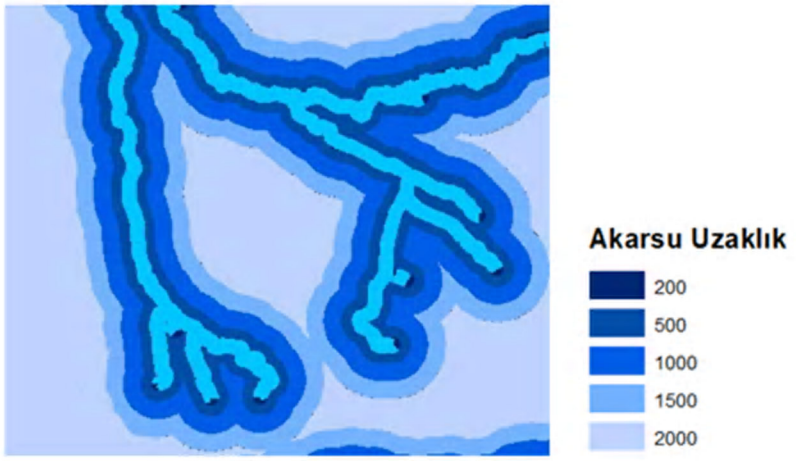
$$h = h\left(\frac{x-c}{r}\right) \tag{2.7}$$

Herhangi bir radyal tabanlı fonksiyon, merkez (c) ve yarıçap (r > 0) olmak üzere iki parametre ile belirlenir. Denklem 2.1 ‘de verilen bu parametrelerden c, fonksiyonun en büyük ya da en küçük değerini aldığı noktayı gösterirken r, bu noktaya olan uzaklıkları ölçeklendiren parametredir (Akacak,2021). Radyal tabanlı fonksiyonlar genellikle verilere ne kadar yakın olduklarına göre değerlerini belirler ve bu sayede verilerin enterpolasyonu için kullanılabilir. RBF, her bir veri noktası etrafında bir "etki alanı" oluşturur ve verilerin aralarındaki ilişkileri bu etki alanları aracılığıyla modellemeye çalışır. Yapılan enterpolasyona göre yağış yüksek kesimlere çıktıkça artmakta alçak kesimlerde azalmaktadır (Akacak ve Taş, 2021).

2.2.5. Yakınlık Analizi

Yakınlık analizi, sıklıkla tampon analizi (buffer analysis) olarak da adlandırılan, CBS’de kullanılan temel mekânsal analiz yöntemlerinden biridir. Bu yöntem, belirli bir coğrafi unsurun çevresinde kullanıcı tarafından tanımlanan mesafelerde yeni alanlar

oluşturarak (tampon bölgeler), bu bölgeler içerisinde kalan diğer mekânsal nesnelerin belirlenmesini ve bu nesneler üzerinde çeşitli sorgulamaların yapılmasını sağlar.

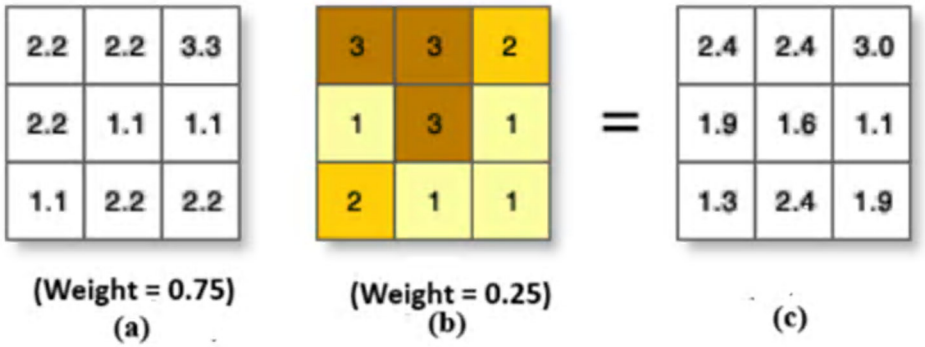


Şekil 2.15. Akarsu Etrafında Oluşturulan Tampon Bölgeler

Şekil 2.15'de olduğu gibi tampon bölgeler belirli bir referans noktası, çizgi veya alan etrafında eşit uzaklıkta oluşturulan geometrik sınırlar olarak tanımlanabilir. Bu sınırlar sayesinde analiz edilen unsurun çevresindeki potansiyel etkileşim alanları detaylı biçimde incelenebilir. (Taşkaya ve Ulutaş,2021). Çalışmada Ceyhan Nehri'nin etrafındaki belirli bir mesafede yer alan yerleşim alanlarının taşkın riskinin belirlenmesi için kullanılmıştır.

2.2.6. Çakıştırma Analizleri

CBS'de çakıştırma analizleri herhangi bir planlama, yer seçimi veya risk analizi çalışması yapılırken birden fazla veriyi aynı anda değerlendirebilmek için kullanılır. Ağırlıklı çakıştırma analizlerinde öncelikle kriterler ve kriterlerin alt sınıfları belirlenir. Katmanların sonuca etki durumuna göre katmanlara farlı ağırlıklar verilerek bir raster verisi oluşturulur. Çakıştırma Analizlerinden olan ve çalışmada kullanılan Ağırlıklı Toplam yöntemi raster verileri üst üste bindirir ve verilen ağırlıkla çarpar ve toplar (Çabuk ve ark., 2010).



*Şekil 2.16***.** (a) Giriş Rasterı Ve Ağırlık Değerleri (b) Giriş Rasterı Ağırlık Değerleri (c) Hücrelerin Ağırlıklı Toplamının Sonuç Değerleri (Esri ,2025)

Şekil 2.16'de, hücre değerleri ağırlık faktörleriyle çarpılır ve sonuçlar çıktı rasterını oluşturmak için toplanır. Örneğin, Şekil 2.16'daki sol üst hücreyi ele alalım. İki girdinin değerleri (2,2 * 0,75) = 1,65 ve (3 * 0,25) = 0,75 olur. 1,5 ve 0,75'in toplamı 2,4'tür.

2.2.7. Analitik Hiyerarşi Yöntemi

Karmaşık karar verme problemlerinde çok sayıda alternatifin ve ölçütün değerlendirilmesi gerektiğinde, karar vericilerin sistematik bir yaklaşım benimsemeleri büyük önem taşır. AHP, bu bağlamda karar süreçlerini yapılandırmak ve daha sağlıklı sonuçlara ulaşmak amacıyla geliştirilmiş etkili bir yöntemdir. Thomas L. Saaty tarafından 1977 yılında geliştirilen AHP, özellikle Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) problemlerinde insan yargılarını da işin içine katarak nicel ve nitel bilgileri birleştirme olanağı sunar (Saaty, 1980).

AHP' nin temel amacı karar vericilerin sezgilerini de dikkate alarak alternatifler arasında daha rasyonel ve objektif seçimler yapabilmelerini sağlamaktır. Bu yöntemde karar problemi hiyerarşik bir yapıya dönüştürülerek analiz edilir. Hiyerarşinin en üst seviyesinde genel amaç (problem), orta seviyelerinde kriterler ve varsa alt kriterler, en alt seviyede ise değerlendirmeye tabi tutulan alternatifler yer alır (Meşin ve Demir,2023; Yıldırım, 2022). Bu yapı, karar sürecini daha şeffaf ve yönetilebilir kılar.

AHP'nin dikkat çeken özelliklerinden biri de karar vericilerin farklı kriterler arasındaki göreli önemlerini belirleyebilmeleri için karşılaştırmalı yargılar kullanmasıdır. Saaty, 2008), bu karşılaştırmalar için 1 ile 9 arasında değişen bir önem ölçeği geliştirmiştir.

Tablo 2.1'de görüldüğü üzere bu ölçek sayesinde karar vericiler bir kriterin diğerine göre ne derece daha önemli olduğunu ifade edebilirler. Ara değerler (2, 4, 6, 8), iki ardışık seviyenin arasında kalan durumları belirtmek için kullanılır.

Tablo 2.1. AHP'de Kullanılan Karşılaştırma Ölçeği (Saaty, 2008)

Önem Değeri	**Tanım**	**Açıklama**
1	Eşit önemde	İki kriter eşit düzeyde önemli
3	Biraz daha önemli	Biri, diğerine göre hafif derecede daha önemli
5	Belirgin şekilde önemli	Biri, diğerine göre oldukça önemli
7	Çok önemli	Biri, diğerine göre açıkça üstün
9	Aşırı derecede önemli	Bir kriterin üstünlüğü mutlak kabul edilmiştir
2, 4, 6, 8	Ara değerler	İki ardışık önem düzeyi arasındaki ara yargılar

Bu ölçek doğrultusunda oluşturulan karşılaştırma matrisi yardımıyla her bir kriterin göreli ağırlığı hesaplanır. Ağırlıkların belirlenmesinde öz vektör yöntemi olarak adlandırılan Denklem 2.8 kullanılır. Bu yöntemle elde edilen ağırlıklar, karar vericilerin yargılarını sayısallaştırır ve analiz sürecine dâhil eder (Meşin ve Demir, 2023). Karar matrisi oluşturulduktan sonra her satırın geometrik ortalaması alınarak öz vektörler hesaplanır.

$$W_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n} \left(\frac{a_{ij}}{\sum_{j=1}^{n} a_{ij}} \right) \tag{2.8}$$

Daha sonra, denklem 2.9 kullanılarak tutarlılık oranı (CR) belirlenerek karar matrisinin tutarlılığı değerlendirilir. Bu süreç karar vericinin yargılarında çelişki olup olmadığını belirlemek açısından büyük önem taşır. Saaty (1980), tutarlılık oranını (CR) aşağıdaki formüller yardımıyla tanımlamıştır:

$$CR = \frac{CI(Tutarlılık\ Göstergesi)}{RI(Rassallık\ Göstergeleri)} \tag{2.9}$$

Burada RI, rastgele matrisler indisidir. CI, matristeki değerin ortalamasıdır. Çalışmada Tablo 2.1'e göre taşkını etkileyen faktörlere önem derecesine göre 1 ile 9 arasında değerler verilmiştir. 1 değeri taşkına en az etki eden faktör ve 9 değeri taşkını en fazla etkileyen faktör olarak değerlendirmeye alınmıştır. Taşkına etki eden faktörlerin tutarlılık oranları denklem 2.9 ile belirlenmiştir.

Kriterlerin geçerli sayılabilmesi için tutarlılık oranının 0.10'dan az olması gerekmektedir. Bu durumda bulunan kriterler analizlerde kullanılabilir. Ancak kriterin tutarlılık oranının 0.10'dan fazla olması durumunda işlem kabul edilemez ve tekrar incelenmesi gerekir (Saaty, 2008). Saaty tarafından tutarlılık göstergesi (CI) denklem 2.10'daki gibi hesaplanmıştır (Saaty,1980).

$$\boldsymbol{CL} = \frac{\boldsymbol{\lambda_{max} - n}}{\boldsymbol{n-1}} \tag{2.10}$$

Denklem 2.10'da yer alan maksimum öz değer $\boldsymbol{\lambda_{max}}$ ise aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır (Peng ve Dai, 2009).

$$\boldsymbol{\lambda_{max}} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{n}} \sum_{\boldsymbol{i=1}}^{\boldsymbol{n}} \left(\frac{(\boldsymbol{AW})_{\boldsymbol{i}}}{\boldsymbol{W_i}} \right) \tag{2.11}$$

Denklem 2.11'e göre göreli öncelikler karşılaştırma matrisinin sütunları ile çarpılır. Daha sonra toplanarak ağırlıklı toplam vektör ($(AW)_i$) oluşturulur. Ağırlıklı toplam vektörün elemanları kendisine karşılık gelen göreli önceliğe (W_i) bölündükten sonra sonucun aritmetik ortalaması $\boldsymbol{\lambda_{max}}$'ı vermektedir. (Güngör ve İşler, 2005; Ömürbek ve Şimşek, 2014).

AHP yönteminin mekânsal karar destek sistemleri ile entegrasyonu, özellikle risk değerlendirme çalışmalarında etkili bir sonuç üretmektedir. CBS ile birlikte kullanıldığında, elde edilen kriter ağırlıkları mekânsal veri katmanlarıyla birleştirilerek karar destek haritaları üretilebilir.

Taşkın riski modellemesi kapsamında belirlenen kriterler; eğim, bakı, yağış, jeolojik yapı, toprak türü, arazi kullanımı ve akarsuya uzaklık gibi fiziksel ve çevresel faktörleri içermektedir. Bu kriterler karşılıklı olarak karşılaştırılmış ve ağırlıklandırılmıştır. Sonrasında her bir kriter için raster veri katmanları oluşturularak AHP ile belirlenen

ağırlıklar bu katmanlara atanmıştır. Tüm katmanların çakıştırılmasıyla taşkın riski mekânsal olarak modellenmiş ve riskli alanlar belirlenmiştir.

Bu sayede, taşkın riskine maruz kalabilecek alanlar önceden belirlenebilmekte ve gerekli önlemlerin alınmasına olanak sağlanmaktadır. Ayrıca bu tür analizler, yerel yönetimlerin afet yönetimi planlamalarında karar destek aracı olarak kullanılabilmektedir.

2.3. Materyaller

Taşkın risk analizi yapılırken en önemli veri DEM verisidir. Çünkü hidrolojik tabanlı olan bu çalışmada havzanın akış yönü, çatallanma oranı, eğim, bakı analizleri için altlık oluşturmaktadır. Çalışmada SRTM' den elde edilen 30 m çözünürlüklü SYM altlık olarak kullanılmış eğim, bakı ve akarsuya uzaklık haritaları oluşturulmuştur.

Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'ndan temin edilen toprak verileriyle toprak haritası oluşturulmuştur.

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nün (MTA) 1/25.000 ölçekli jeoloji haritasından yararlanılarak havzanın jeoloji haritası oluşturulmuştur.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden (MGM) elde edilen meteorolojik istasyon verisi kullanılarak yağış haritası oluşturulmuştur.

Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığından temin edilen CORİNE arazi kullanım verisiyle arazi kullanım haritası oluşturuldu.

Tüm bu haritalara Tablo 2.2 de görülen kriterlerin ağırlıklı toplam değerleri girilerek yeniden sınıflandırılması yapılmıştır. Haritaların ArcGIS programında birleştirilmesi yapılarak taşkın risk haritası oluşturulmuştur.

Tablo 2.2. AHP Kriterlerinin Ağırlıklandırılmış Tablosu

Kriterler	Alt Kriterler	Puan	Tutarlılık Oranı
Eğim	0-3	9	%8
	3-10	7	
	10-20	5	
	20-30	3	
	> 30	1	
Bakı	Kuzey	3	%5
	Doğu-Batı	1	
	Güney	5	
Yağış	656-750	1	%8
	750-1080	3	
	1080-1300	5	
	1300-1500	7	
	1500-2150	9	
Jeoloji	Volkanik Tüf	5	%4
	Alüvyon	7	
	Bazalt	3	
	Sedimenter	3	
	Metamorfik	1	
Toprak	Alüvyal	7	%5
	Kahverengi Toprak	3	
	Fundalık	5	
	Organik	5	
	Kırmızı Toprak	3	
	Bazaltik	1	
Akarsuya Uzaklık	200	9	%8
	500	7	
	1000	5	
	1500	3	
	2000	1	
Arazi Kullanımı	Bahçe	5	%8
	Çayır	3	
	Çıplak Arazi	4	
	Fundalık-Orman	1	
	Kuru Tarım	2	
	Mera	2	
	Sulu Tarım	7	

3. BÖLÜM

BULGULAR

Taşkınlar, doğal afetler içerisinde can ve mal kaybına yol açma potansiyeli en yüksek olaylardan biri olup özellikle yerleşim alanlarına yakın bölgelerde ciddi risk oluşturmaktadır. Bu çalışmada taşkın riskinin mekânsal dağılımını belirlemek amacıyla AHP kullanılarak belirlenen kriter ağırlıkları CBS ortamında değerlendirilmiştir. Taşkın riskini etkileyen eğim, bakı, yağış, jeoloji, toprak, arazi kullanımı ve akarsuya uzaklık gibi kriterler, AHP yöntemiyle karşılıklı olarak karşılaştırılmış, her bir faktörün göreli önemi hesaplanmıştır. Elde edilen ağırlık değerleri, raster veri formatına dönüştürülerek ArcGIS yazılımında "Weighted Sum" yöntemi ile birleştirilmiş ve çalışma alanının taşkın riski haritalanmıştır. Bu bölümde yer alan bulgular, risk düzeylerinin mekâna göre nasıl değiştiğini ortaya koymakta ve afet yönetimi açısından önemli veriler sunmaktadır.

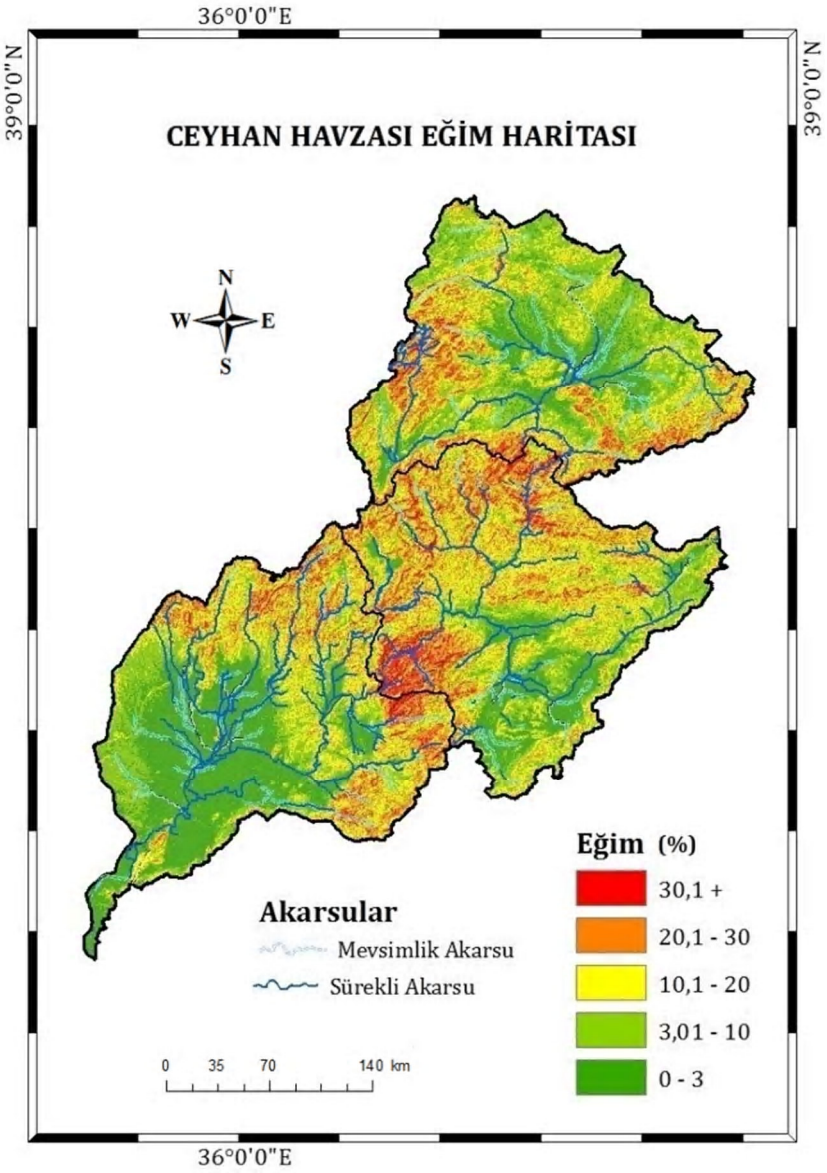
3.1. Eğim

Taşkın olaylarını etkileyen en önemli çevresel faktörlerden biri eğimdir. Düşük eğimli ya da düz alanlarda suyun akış hızı önemli ölçüde azalmaktadır. Bu durum yüzey akışını zorlaştırarak suyun birikmesine neden olmaktadır. Bu tip alanlarda suyun zemine sızması da sınırlı olduğundan yer altı su seviyesinde yükselmeler meydana gelmekte ve bu durum taşkın riskini artırmaktadır (Oğuz ve ark, 2022). Ayrıca eğimin az olduğu bölgeler genellikle tarım ve yerleşim faaliyetleri açısından tercih edilen alanlardır. Bu yoğun kullanım doğal akış yollarının bozulmasına veya daralmasına yol açarak suyun akışını kısıtlamakta ve potansiyel taşkın riskini daha da artırmaktadır.

Çalışma kapsamında yapılan analizlerde yukarı ve aşağı havza bölgelerinde eğimin düşük olduğu, orta havza kısmında ise daha yüksek eğimli alanların öne çıktığı gözlemlenmiştir. Eğim verileri literatürde yer alan sınıflandırmalara (Özşahin, 2016;

Yılmaz,2015; Tek,2013; Köroğlu,2023; Ocak ve Bahadır, 2020) uygun şekilde beş sınıfa ayrılmış ve bu sınıflara karşılık gelen ağırlıklar atanmıştır. Literatüre göre, taşkınların daha çok düz arazilerde meydana geldiği dikkate alınarak en düşük eğim sınıfına en yüksek ağırlık değeri (9), en yüksek eğim sınıfına ise en düşük ağırlık değeri (1) verilmiştir. Bu ağırlıklandırma eğim haritasına entegre edilmiş ve yeniden sınıflandırma yapılarak risk analizinde kullanılmıştır.

Özellikle düşük eğimli alanların yerleşim ve tarım faaliyetlerine daha açık olması, bu bölgelerde taşkınlardan etkilenen insan sayısını da artırmaktadır. Şekil 3.1 'de de görülebileceği üzere, Aşağı Ceyhan Alt Havzası'nda yer alan geniş ve alçak tarım alanları taşkın açısından önemli bir risk altındadır. Bu bölgelerde yüzey akışını kontrol altına almak adına yağmur suyu toplama havzalarının oluşturulması önerilebilir. Ayrıca dere yatakları çevresinde yapılaşmadan kaçınılması taşkın riskini azaltıcı önlemler arasında yer almaktadır.



Şekil 3.1. Ceyhan Havzası Eğim Haritası

3.2. Bakı

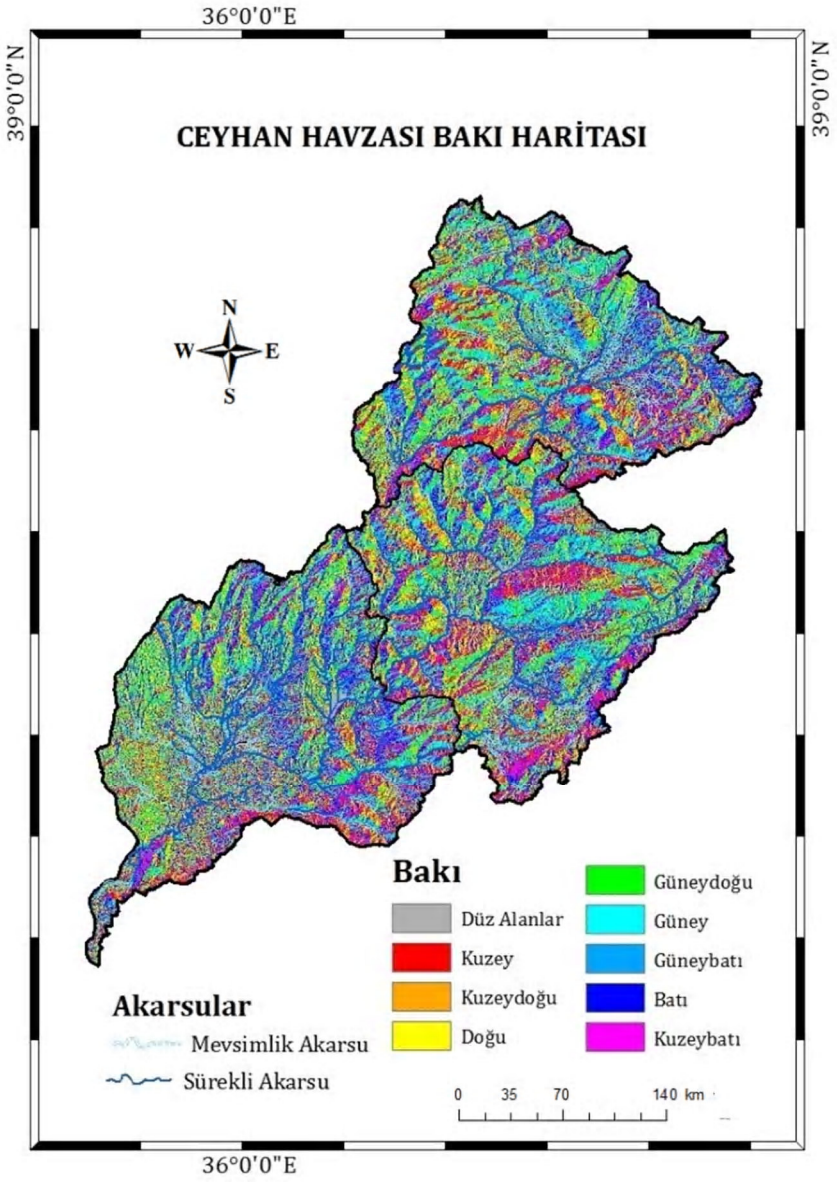
Taşkın oluşumunu etkileyen önemli faktörlerden biri de bakıdır. Bakı, bir arazinin güneş ışınlarını hangi açıyla aldığı ve hangi yöne eğimli olduğu bilgisini ifade eder. Arazinin farklı yönlere bakması; yağış miktarı, toprak nemliliği, buharlaşma oranı ve bitki örtüsü gibi çevresel özellikleri doğrudan etkilediğinden taşkın oluşumu üzerinde de belirleyici bir rol oynamaktadır (Yurteri, 2024; Sahana ve ark,2019).

Türkiye'nin Kuzey Yarımküre ‘de yer alması nedeniyle güneş ışınları daha dik açıyla güney yamaçlara ulaşır. Bu durum, güney yamaçların daha fazla ısınmasına, dolayısıyla

buharlaşmanın artmasına neden olur. Buharlaşmanın yüksek olduğu alanlarda toprak nemi azalır ve bitki örtüsü seyrekleşir. Buna karşılık, kuzeye bakan yamaçlar daha az güneş ışığı aldığından daha serin, daha nemli ve dolayısıyla daha yoğun bitki örtüsüne sahip alanlardır. Yoğun bitki örtüsü, sızmayı artırarak yüzey akışını azaltır ve taşkın riskini düşürür (Cihangir, 2013).

Ceyhan Havzası özelinde değerlendirildiğinde güneye bakan yamaçların daha yüksek taşkın riski taşıdığı tespit edilmiştir. AHP yöntemi ile yapılan değerlendirmede, Tablo 2.2'de gösterildiği gibi bakı faktörüne taşkın riski açısından önem durumuna göre güney yamaçlar için 5, kuzey yamaçlar için 3, doğu-batı yönlü yamaçlar için ise 1 değeri verilmiştir. Bu bulgular, literatürde belirtilen eğilimlerle de uyumludur (Özşahin, 2016; Yılmaz,2015; Tek,2013; Köroğlu,2023; Ocak ve Bahadır, 2020).

Elde edilen bu ağırlık değerleri, CBS ortamında oluşturulan bakı haritasına entegre edilerek yeniden sınıflandırma yapılmış; bu veriler daha sonra ağırlıklı çakıştırma analizinde kullanılarak taşkın riski haritalamasına katkı sağlamıştır. Bakı faktörüne ilişkin mekânsal dağılım ise Şekil 3.2'de sunulmaktadır.



*Şekil 3.2***.** Ceyhan Havzası Bakı Haritası

3.3. Yağış

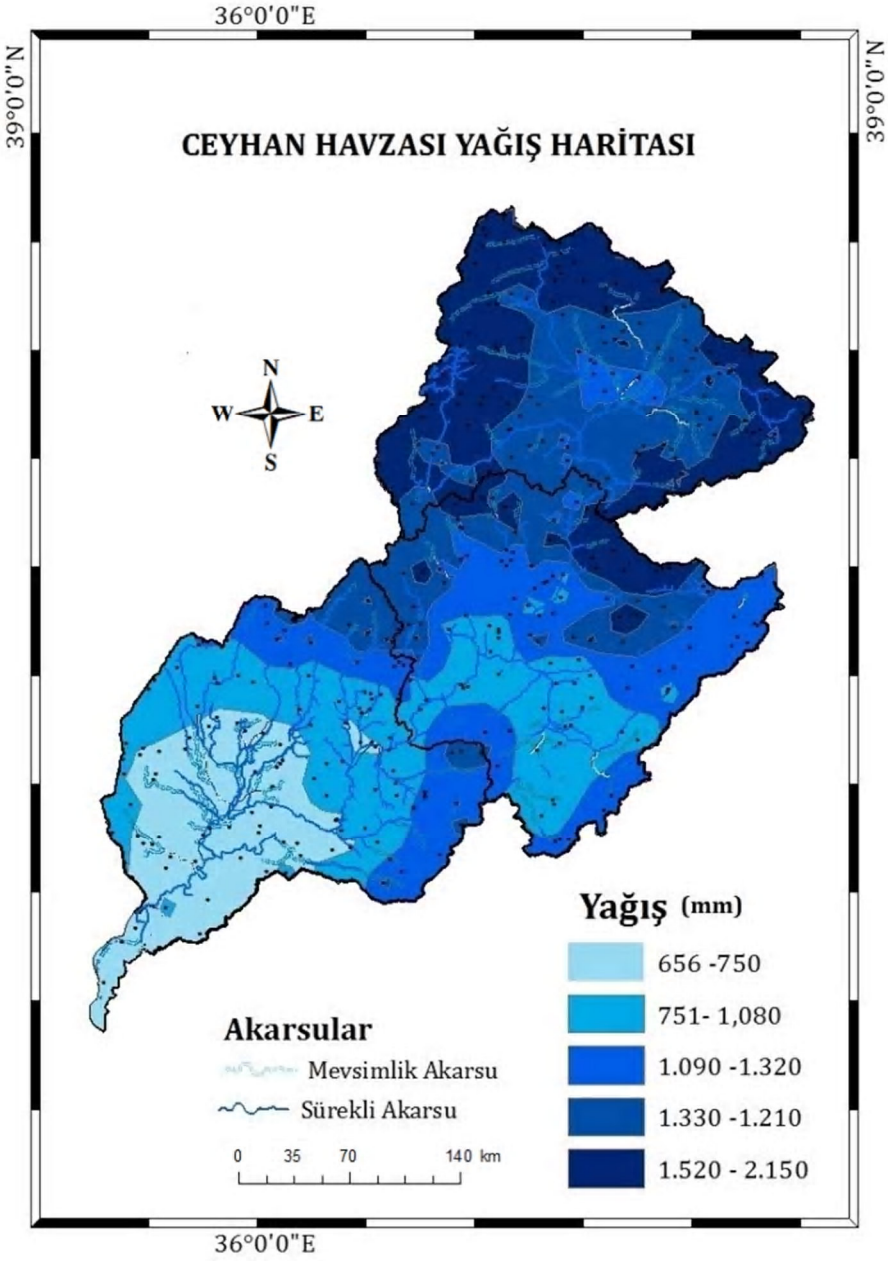
Taşkını etkileyen en önemli klimatolojik faktörlerden biri yağıştır. Yağışın miktarı, şiddeti ve süresi, yüzeysel akışın oluşumu ve taşkın riski üzerinde doğrudan belirleyicidir. Özellikle kısa süreli ve yoğun yağışlar, toprağın suyu emme kapasitesini aşarak yüzeysel akışı artırmakta ve bu durum taşkın oluşumunu tetiklemektedir (Ocak ve Bahadır, 2020).

Çalışma kapsamında havza genelindeki yağış dağılımı literatürdeki çalışmalara göre (Köroğlu,2023; Ocak ve Bahadır, 2020) beş sınıfa ayrılmış ve yağış miktarına bağlı

olarak bu sınıflara 1 ile 9 arasında değişen derecelendirmeler yapılmıştır (Tablo 2.1). Yağışın en fazla olduğu alanlara 9 puan verilmiş, en az yağış alan bölgeler ise 1 puanla değerlendirilmiştir (Tablo 2.2). Bu değerler CBS ortamında oluşturulan yağış haritasına entegre edilerek yeniden sınıflandırılmış ve ağırlıklı çakıştırma analizine dahil edilmiştir.

Yağış faktörüne ilişkin mekânsal dağılım Şekil 3.3'te sunulmaktadır. Bu sınıflandırma sonucunda Ceyhan Havzası içerisinde yer alan Yukarı Ceyhan Alt Havzası, en yüksek yağış alan bölge olarak belirlenmiştir. Orta Ceyhan Alt Havzası da yüksek yağış miktarına sahiptir. Buna karşın Aşağı Ceyhan Alt Havzası daha düşük yağış alması nedeniyle taşkın riski açısından görece daha az riskli bulunmuştur.

Elde edilen bulgulara göre özellikle Yukarı ve Orta Ceyhan Alt Havzaları, yoğun ve ani yağışlara karşı yüksek taşkın riski taşımaktadır. Bu nedenle bu bölgelerde erken uyarı sistemlerinin kurulması, yağmur suyu depolama alanlarının geliştirilmesi ve taşkın önleyici altyapı çalışmalarının artırılması önem arz etmektedir. Yağışın klimatolojik bir değişken olması sebebiyle, iklim değişikliğinin gelecekteki yağış rejimi üzerindeki etkileri de dikkate alınarak risk değerlendirmesi yapılması gerekmektedir.



Şekil 3.3. Ceyhan Havzası Yağış Haritası

3.4. Jeoloji

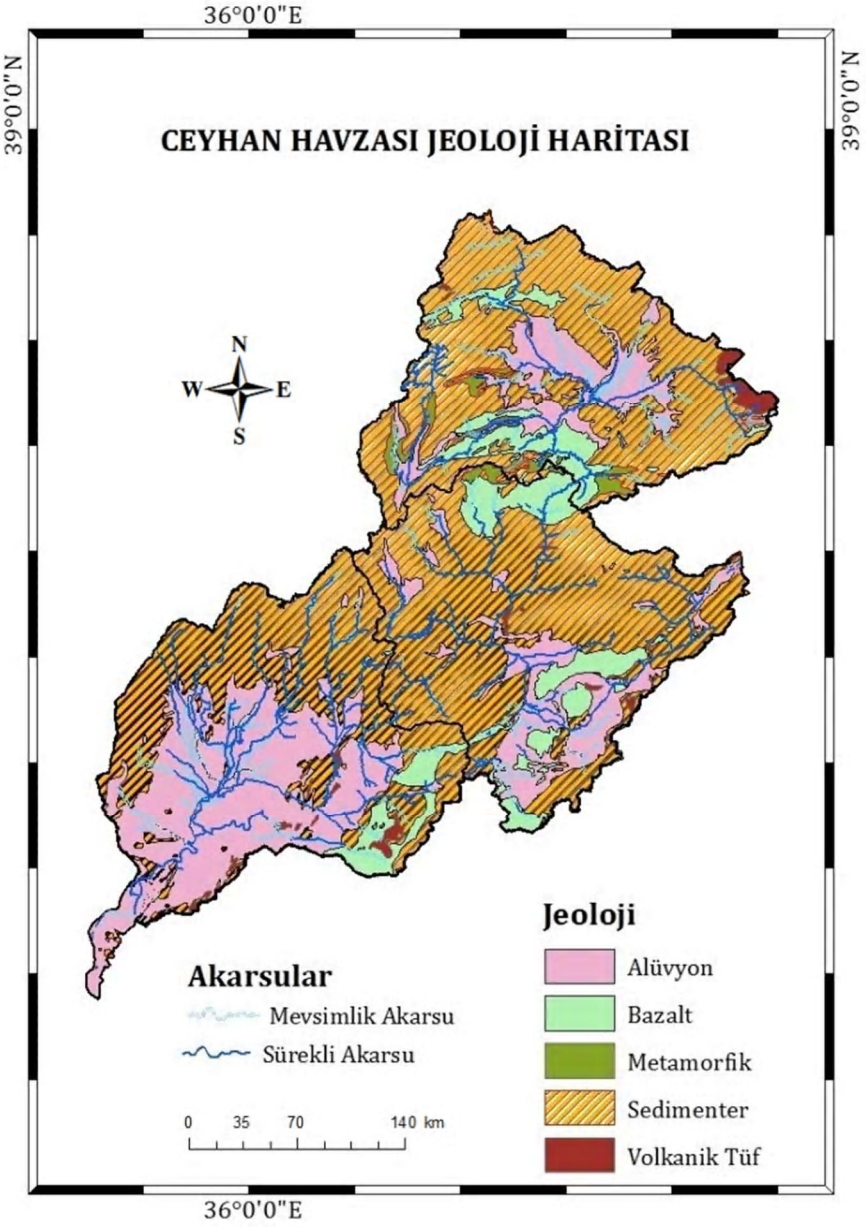
Akarsu havzalarında litolojik yapının özellikleri taşkın riskini doğrudan etkileyen önemli unsurlar arasında yer almaktadır. Zemin yapısının kayaç türüne göre değişen geçirgenlik, gözeneklilik ve aşınma direnci gibi fiziksel özellikleri, yağış sularının yer altına sızmasını ya da yüzeysel akışa geçmesini belirleyen temel faktörlerdendir (Sarıgül ve Turoğlu, 2020). Bu bağlamda geçirimsiz veya düşük geçirgenliğe sahip zeminlerde

yüzeysel akış artarken, yüksek geçirgenliğe sahip alanlarda sızma oranı artmakta, bu da taşkın riskini şekillendirmektedir (Hammami ve ark., 2019 ;Yurteri, 2024).
Ayrıca jeolojik yapı yerleşimlerin inşaat güvenliği açısından da kritik öneme sahiptir. Zayıf zemin yapısına sahip bölgelerde inşa edilen yapılar, taşkın gibi doğal afetler karşısında daha yüksek zarar görme riski taşımaktadır. Özellikle su tutma kapasitesi yüksek olan killi topraklar, sıkıştırılamayan gevşek zeminler, bataklık alanlar ve kalıcı su birikintileri bulunan bölgeler hem taşkın riski hem de yapı güvenliği açısından yerleşim için uygun değildir (Arkoç ve Özşahin 2015).

Ceyhan Havzası'nda çeşitli jeolojik birimler yer almaktadır. Alüvyon, bazalt, metamorfik, sedimenter ve volkanik tüf gibi farklı kayaç türleri, havzanın jeolojik yapısını oluşturmaktadır. Bu kayaç türleri taşkın riski üzerinde farklı düzeylerde etkili olmaktadır. Özellikle alüvyon ve volkanik tüf gibi geçirgen yapıya sahip zeminler, suyun hızlı bir şekilde yüzeyden yer altına geçmesini engelleyerek taşkın riskini artırmaktadır. Şekil 3.4'te görüldüğü üzere, volkanik tüf çalışma alanında küçük bir alanı kaplamasına rağmen yüksek geçirgenliği nedeniyle taşkın açısından kritik bir risk faktörüdür. Alüvyon kayaçlar ise özellikle alt havzada geniş alanlara yayılmış olup taşkın riski açısından öne çıkmaktadır. Ayrıca orta ve yukarı havzalarda akarsu çevresinde de alüvyon birimlerine rastlanmaktadır.

MTA'dan elde edilen veriler doğrultusunda, havzanın büyük bölümünü sedimenter kayaçlar oluşturmaktadır. Bu kayaçlar, tabakalı yapıya sahip tortul formasyonlar olup geçirgenlik özelliklerine bağlı olarak taşkın riskine daha az katkı sağlamaktadır. Bazalt kayaçlar, volkanik kökenli olup yukarı ve orta havza bölgelerinde yer almaktadır. Tıpkı sedimenter gibi, bazaltik toprak da taşkın açısından daha az risk oluşturan zemin türleri arasında yer almaktadır.

Jeoloji haritası temel alınarak yapılan değerlendirmelere göre, alt ve yukarı havzalar, zemin yapılarının özellikleri bakımından taşkın riski açısından en kritik bölgeler olarak belirlenmiştir. Ayrıca orta havzanın doğu kesimi de riskli alanlar arasında yer almaktadır. Bu bulgular, taşkın yönetimi ve afet öncesi planlama çalışmalarında jeolojik faktörlerin dikkate alınmasının önemini ortaya koymaktadır.



Şekil 3.4. Ceyhan Havzası Jeoloji Haritası

3.5. Toprak

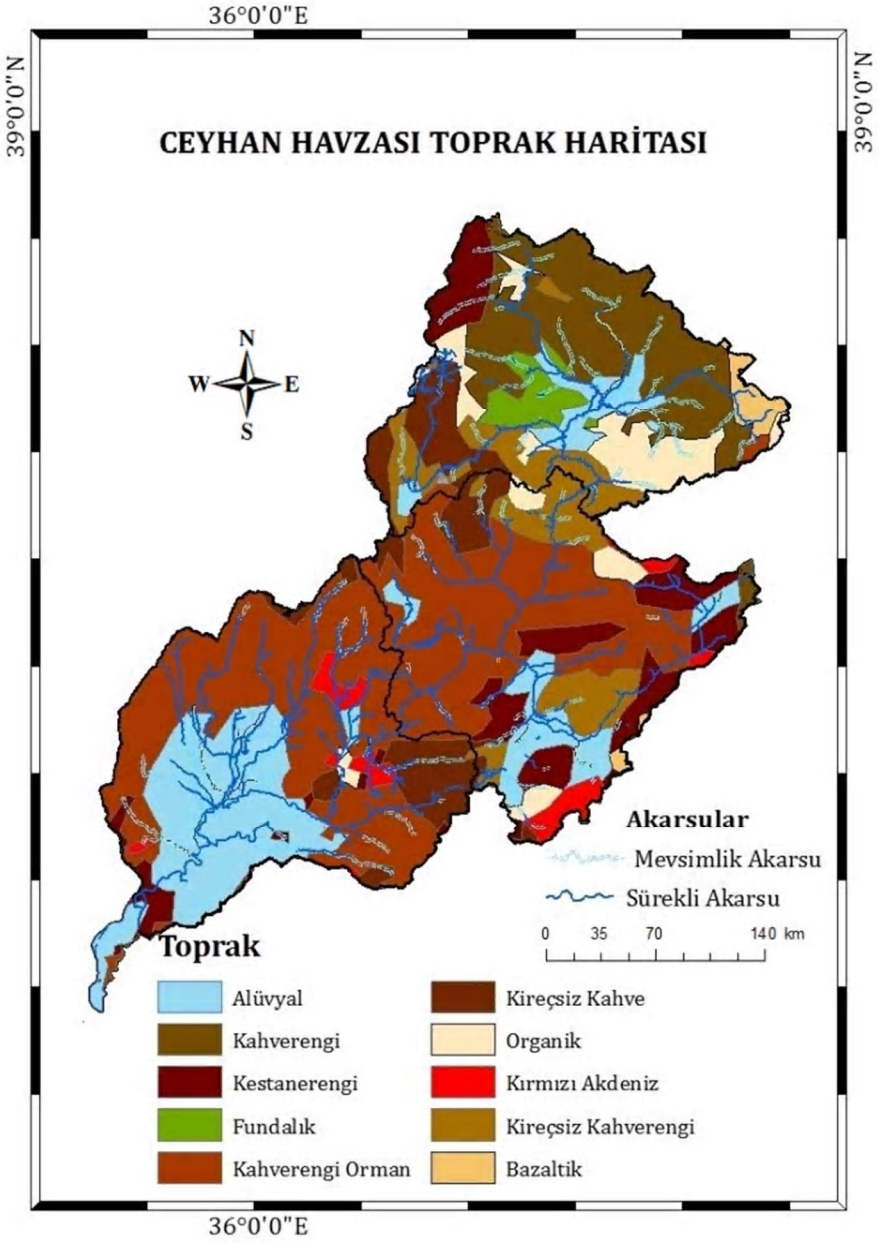
Arazinin toprak yapısı taşkın riskini etkileyen önemli doğal faktörlerden biridir. Toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri, özellikle su tutma kapasitesi, geçirgenlik düzeyi ve suya doygunluk durumu, yağış sonrası suyun yer altına sızmasını ya da yüzeysel akışa geçmesini belirleyici rol oynamaktadır (Tanış ve Çelik 2024) . Bu çalışma kapsamında, araştırma alanına ait toprak verileri Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'ndan temin edilmiştir. Şekil 3.5'de görüldüğü üzere:

- Yukarı Ceyhan Alt Havzası'nda; Fundalık, Kireçsiz Kahverengi Toprak, Organik Toprak, Bazaltik ve Alüvyal toprak tipleri yaygındır.
- Orta Ceyhan Alt Havzası'nda; Kahverengi ve Kestane Renkli Toprak, Kırmızı Akdeniz Toprağı ve Alüvyal topraklar hâkimdir.
- Aşağı Ceyhan Alt Havzası'nda ise; Kahverengi Orman Toprağı, Kırmızı Akdeniz Toprağı, Kireçsiz Kahverengi Toprak ve Alüvyal topraklar geniş alanlar kaplamaktadır.

Toprak yapısının taşkın riskine etkisi büyük ölçüde toprağın suya doygunluk düzeyine bağlıdır. Suya doygun topraklar, yağış sırasında suyu emme kapasitesini yitirdiğinden dolayı suyun doğrudan yüzeysel akışa geçmesine neden olur ve bu durum taşkın riskini artırır (Ocak ve Bahadır, 2020). Yukarı Ceyhan Alt Havzası'nın kuzey kesimlerinde yaygın olan kireçsiz, yumuşak yapılı kahverengi orman toprakları, aşırı yıkanmaya maruz kaldıkları için taşkın açısından yüksek riskli alanlar arasında yer almaktadır.

Alüvyal topraklar yukarı, orta ve aşağı havzalarda yaygın olarak gözlemlenmektedir ve taşkın riskini artıran en önemli toprak grubu olarak değerlendirilmektedir. Bu topraklar genellikle akarsuların biriktirdiği, yüksek tarımsal verimliliğe sahip ovalarda yer almakta ve çoğunlukla yerleşim alanlarıyla iç içe geçmiş durumdadır. Bu nedenle taşkın durumunda zarar görebilecek alanların başında gelmektedir. Buna karşın; Fundalık, Bazaltik ve Organik topraklar, daha geçirgen yapıları sayesinde taşkın açısından daha düşük riskli alanlar olarak sınıflandırılmıştır.

Bu bilgiler doğrultusunda, AHP ile her bir toprak tipine ilişkin ağırlık değerleri hesaplanmış ve bu değerler CBS ortamında oluşturulan toprak haritasına entegre edilerek yeniden sınıflandırma yapılmıştır. Elde edilen sınıflandırma risk analizinde kullanılarak taşkın riski modellemesine katkı sağlamıştır.



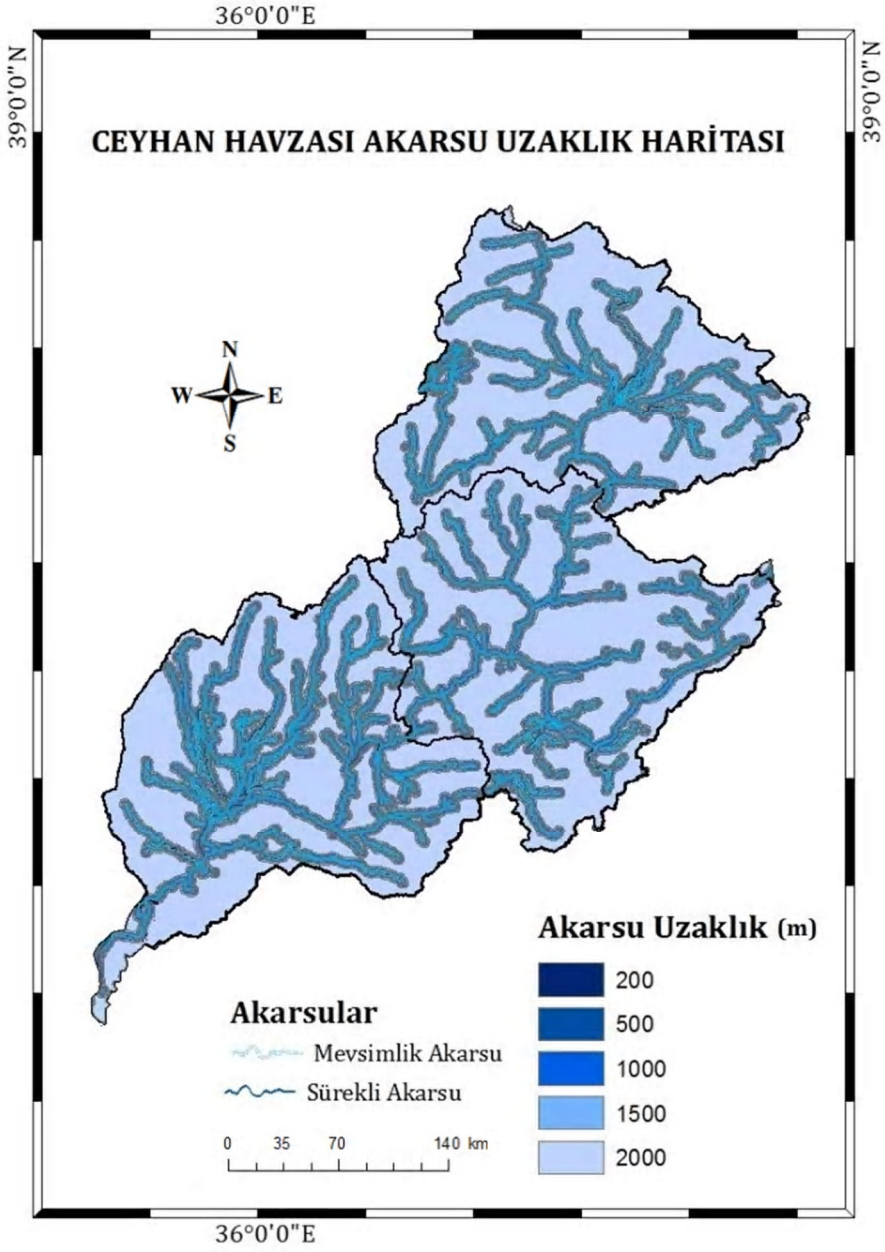
Şekil 3.5. Ceyhan Havzası Toprak Haritası

3.6. Akarsuya Mesafe

Akarsu taşkınlarını etkileyen önemli bir faktör de akarsu ağlarına yakınlıktır. Akarsular, özellikle yoğun yağış dönemlerinde taşkın riski taşıyan doğal yapılardır. Akarsuya yakın alanlarda yağış sonrası su seviyesinin yükselmesiyle birlikte taşkın meydana gelme olasılığı artar. Bu durum yerleşim alanları ve altyapılar için önemli riskler oluşturur (Dutta ve ark., 2023).

Şekil 3.6'da yer alan haritaya göre, AHP ile yapılan değerlendirme sonucunda akarsu ağlarına 200 m mesafedeki bölgelerin taşkın riski açısından çok riskli olduğu belirlenerek AHP de 9 değeri verilmiştir. Buna karşılık, 2000 m ve üzerindeki uzaklıkta bulunan yerleşim alanlarının taşkın açısından çok az riskli olduğu belirlenerek 1 değeri verilmiştir. Bu verilen değerlerle elde edilen ağırlık katsayıları, taşkın riski değerlendirmesinde önemli bir rol oynamaktadır ve haritaya eklenerek risk analizinde kullanılmıştır.

Bu bulgu, özellikle akarsu kenarlarında yerleşim alanlarının ve yapılaşmanın taşkın riski açısından yüksek tehlike arz ettiğini göstermektedir. Bu nedenle akarsu kenarlarında yapılan yerleşimlerin ve altyapı projelerinin taşkın riski değerlendirmeleri doğrultusunda dikkatle planlanması önemlidir.



Şekil 3.6. Ceyhan Havzası Akarsuya Uzaklık Haritası

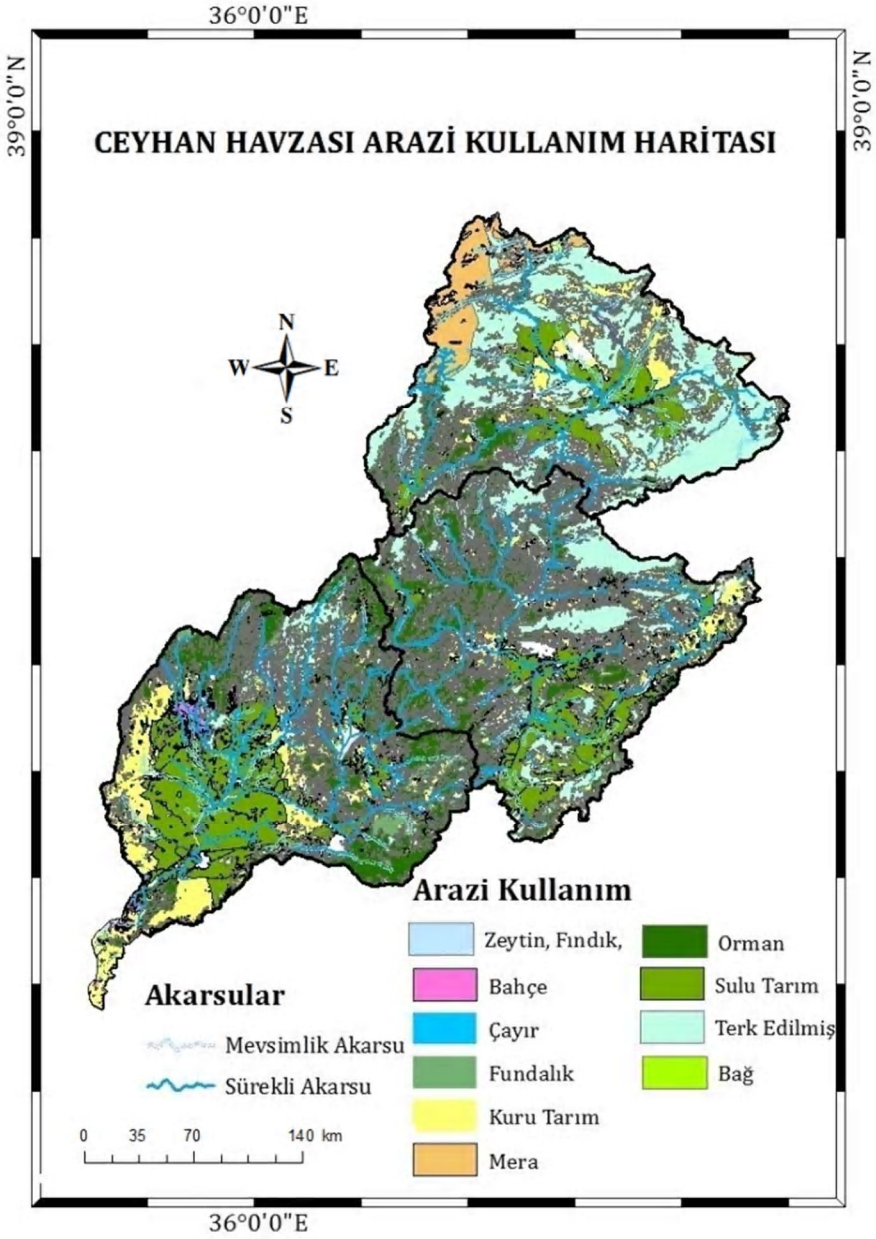
3.7. Arazi Kullanımı

Sel ve taşkınları doğrudan etkileyen faktörler arasında doğal unsurlar yer alırken, arazi kullanımı beşerî bir unsur olarak bu riskleri artırabilmektedir. Akarsu yataklarında yerleşim yerlerinin kurulması ve toprağın suyu tutma kapasitesini artıran bitki örtüsüne zarar verilmesi, taşkının vereceği zararları önemli ölçüde artırmaktadır (Cihangir, 2013). Örneğin çalışma alanında geçmiş yıllarda yaşanan taşkınlar incelendiğinde, Orta Ceyhan Alt Havzası'nda yer alan ve Göksun Deresi olarak bilinen nehrin bir kolunun

taşması sonucu çevresindeki ev ve iş yerleri ciddi şekilde zarar görmüştür (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2018). Bu durum, plansız kentleşme ve arazi kullanımındaki yanlışlıkların taşkın riskini nasıl artırabileceğini göstermektedir.

Şekil 3.7'de görüldüğü üzere, akarsu çevresindeki sulu tarım ve çayır arazileri, taşkın riski açısından yüksek risk taşıyan alanlardır. Buna karşın, orman alanları, fundalık ve mera gibi doğal alanlar, taşkın riski açısından daha düşük riskli bölgeler olarak değerlendirilmiştir.

AHP ile yapılan değerlendirme sonucunda sulu tarım alanları, taşkın riski açısından en yüksek riskli alanlar olarak belirlenmiş ve taşkına etki değeri 7 olarak kabul edilmiştir (Tablo 2.2). AHP sonucu elde edilen ağırlık katsayısı, diğer faktörlerin ağırlık değerleriyle birlikte Şekil 3.7'de yer alan haritaya eklenerek yeniden sınıflandırma yapılmış ve taşkın riski modellemesinde kullanılmıştır.



Şekil 3.7. Ceyhan Havzası Corine verisine göre Arazi Kullanımı Haritası

3.8. Taşkın Risk Analizi

Yapılan analizler sonucunda, Ceyhan Havzası'ndaki taşkın riskinin çeşitli doğal ve beşerî faktörlerin etkileşimiyle şekillendiği ortaya çıkmıştır. Yağışın yoğunluğu ve süresi, bakı, eğim, toprak yapısı ve jeolojik özellikler gibi doğal unsurlar taşkın riskini artıran önemli faktörler arasında yer almaktadır. Özellikle akarsu ağlarına yakınlık, yağışın fazla olduğu alanlar, kireçsiz kahverengi topraklar ve alüvyal topraklar, yüksek taşkın riski ile ilişkilendirilmiştir. Bunun yanı sıra arazi kullanımı da taşkın riskinin

belirleyicisi olarak karşımıza çıkmaktadır; özellikle sulu tarım alanları ve plansız kentleşme, riskli alanlar oluşturmuştur. Bu kriterler de kendi aralarında AHP yöntemine göre değerlendirilerek taşkın riskine etkileri değerlendirilmiştir (Tablo 3.1). Bu değerlendirmeye göre Ceyhan Havzası için eğim kriteri taşkın riski açısından en riskli unsur olarak karşımıza çıkmaktadır.

Tablo 3.1. Kriterlerin AHP Yöntemine Göre Değerlendirilmesi

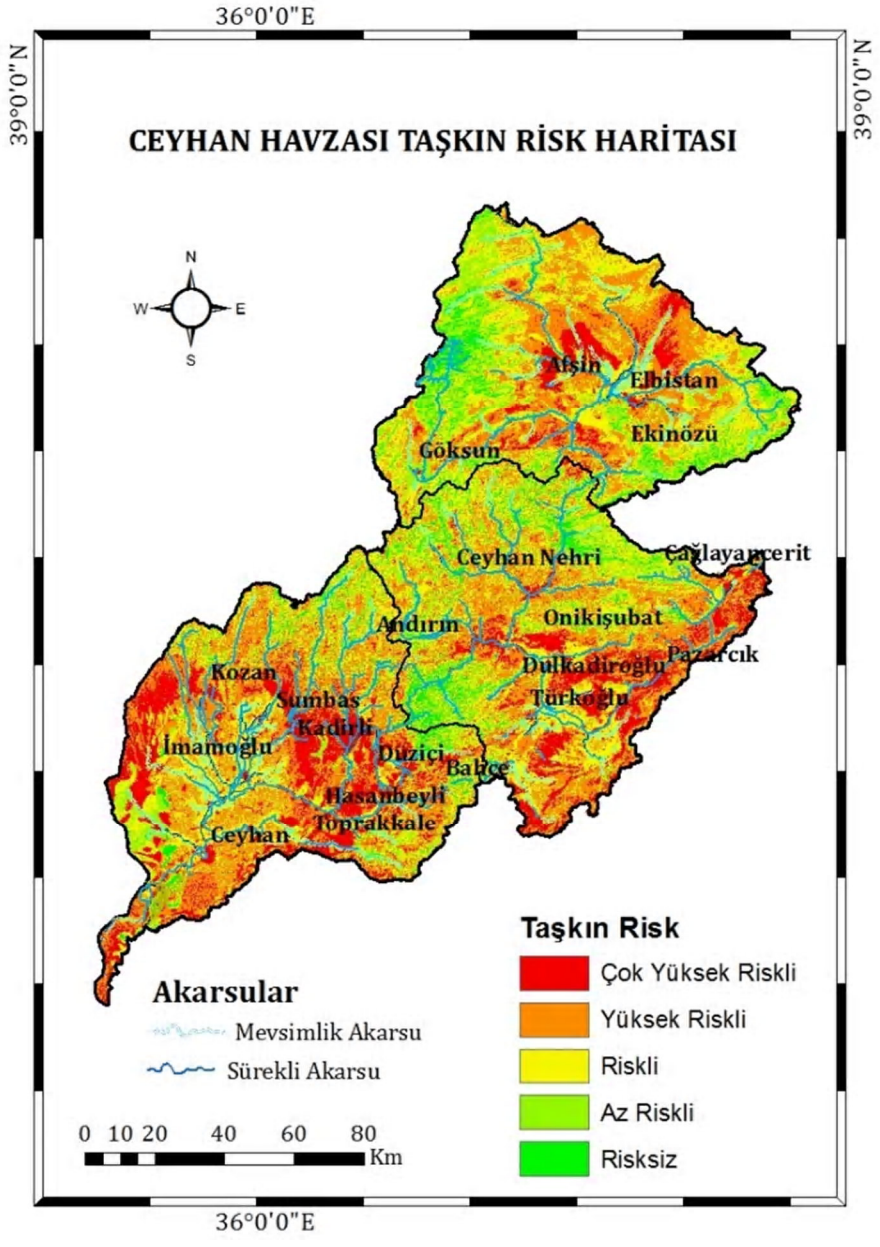
Taşkın Faktörleri	Akarsuya Yakınlık	Eğim	Yağış	Bakı	Arazi Kullanımı	Toprak	Jeoloji	Ağırlık Katsayısı	Tutarlılık Oranı
Akarsuya yakınlık	1	1/3	1/2	5	1/2	1/3	1/3	0.078	
Eğim	3	1	3	7	4	3	2	0.315	
Yağış	2	1/3	1	3	1/2	1/3	1/3	0.085	
Bakı	1/5	1/7	1/3	1	1/4	1/5	1/6	0.030	%6
Arazi Kullanımı	2	1/4	2	4	1	1/2	1/3	0.106	
Toprak	3	1/3	3	5	2	1	1/2	0.163	
Jeoloji	3	1/2	3	6	3	2	1	0.223	

Bu bulgular sonucunda elde edilen haritalara işlenen ağırlık kriterleriyle ağırlıklı çakıştırma analizi yapılmış ve Taşkın risk haritası (Şekil 3.8) elde edilmiştir. Taşkın risk haritasına göre elde edilen bulgular, havzanın farklı bölümlerinin taşkın riski açısından farklı düzeylerde tehdit altında olduğunu ortaya koymuştur. Yukarı Ceyhan Alt Havzası'nda yer alan Göksun, Elbistan, Afşin ve Ekinözü gibi ilçeler; akarsuya olan yakınlıkları, yoğun tarımsal faaliyetler ve geçirgenliği düşük, suya doygun toprak yapısı nedeniyle taşkın açısından yüksek riskli alanlar olarak belirlenmiştir. Özellikle eğimin düşük olduğu ve akarsu yatağına yakın tarım arazileri bu riski daha da artırmaktadır. Bu bölgelerde aşırı yağışlar sonrası yüzeysel akışa geçen suların birikmesi, taşkın tehlikesini artıran en önemli unsurlardandır.

Orta Ceyhan Alt Havzası'nda, özellikle Kahramanmaraş ilinin Onikişubat, Dulkadiroğlu ve Pazarcık ilçelerinden geçen nehir kolları, yoğun yerleşim alanlarına ve tarım sahalarına yakınlığı, yağışın nispeten fazla olması ve eğimin azalması gibi nedenlerle yüksek taşkın riski taşıyan alanlar olarak öne çıkmıştır. Buna karşın, Andırın

gibi dar vadilerden geçen akarsu kollarının bulunduğu yüksek eğimli alanlarda taşkın riski daha düşüktür.

Aşağı Ceyhan Alt Havzası ise çalışma sahasında en yüksek taşkın riskine sahip bölge olarak değerlendirilmiştir. Adana ve Osmaniye illeri sınırlarında kalan bu havzada; akarsuyun eğiminin azalması, alüvyal toprakların yaygınlığı, sulu tarımın yoğun olarak yapılması ve Seyhan Nehri ile birleşme gibi faktörler, taşkın tehdidini artıran başlıca unsurlar olarak tespit edilmiştir. Özellikle Kozan, Ceyhan, Kadirli, Sumbaş ve Bahçe ilçeleri bu kapsamda yüksek riskli alanlar arasında yer almaktadır.

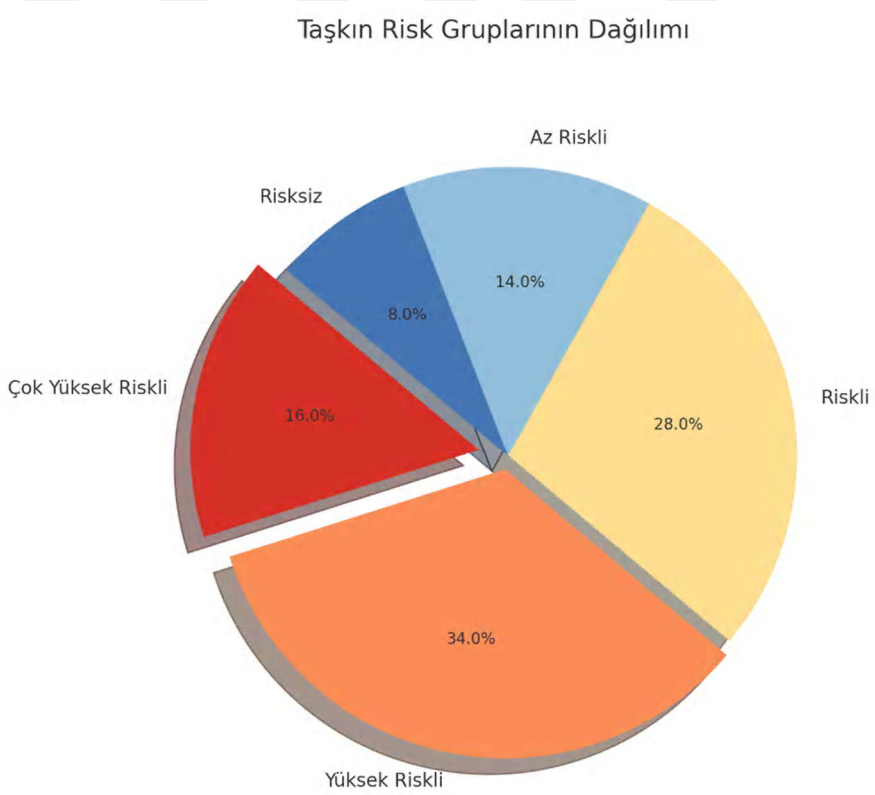


Şekil 3.8. Ceyhan Havzası Taşkın Risk Haritası

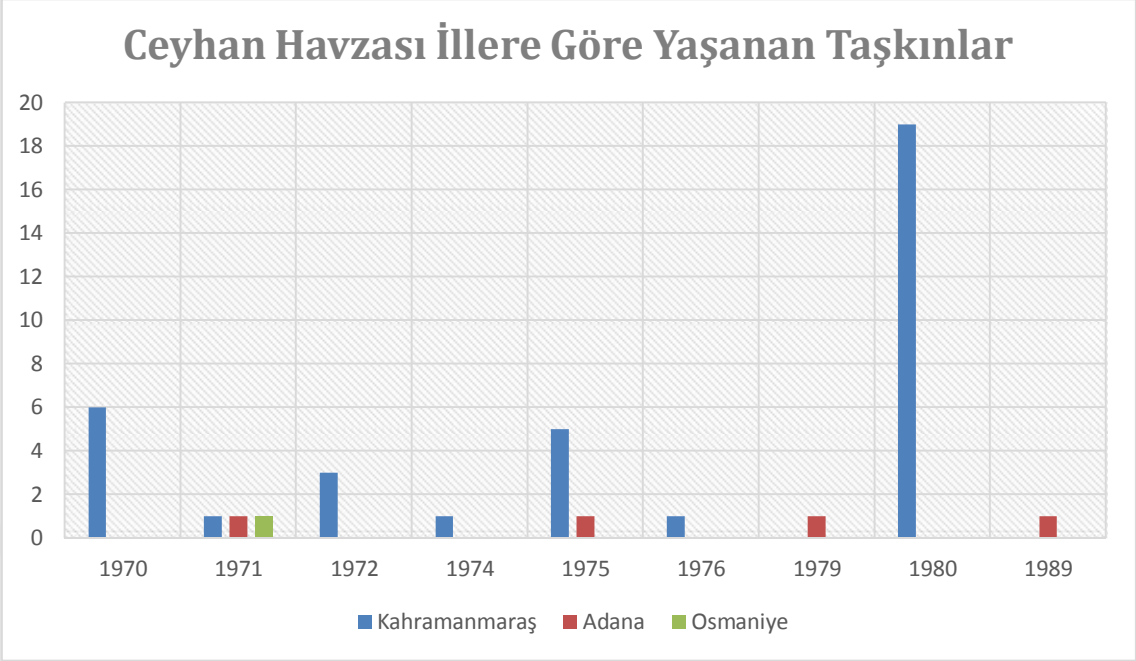
Tablo 3.2. Taşkın Risk Analizi Değerleri

Taşkın Durumu	**Ağırlıklı Toplam Risk Değeri (%)**	**Risk Alanı (%)**
Risksiz	0.027-0.108	0.08
Az Riskli	0.108-0.146	0.14
Riskli	0.146-0.180	0.28
Yüksek Riskli	0.180-0.230	0.34
Çok Yüksek Riskli	0.230-0.410	0.16

Şekil 3.8' deki kırmızı, yeşil, açık yeşil , turuncu, sarı renkteki alanlar Tablo 3.2 'de gösterilen ağırlıklı toplam risk değerlerine göre renklendirilmiştir. Şekil 3.9'da gösterilen alansal dağılıma göre çalışma alanının %16'sı "çok yüksek riskli", %34'ü "yüksek riskli" olarak sınıflandırılmıştır. Bu oranlar, Ceyhan Havzası genelinde taşkın riskinin dikkate alınması gereken önemli bir çevresel tehdit olduğunu açıkça göstermektedir.



Şekil 3.9. Ceyhan Havzası Taşkın Risk Gruplarının Dağılımı



Şekil 3.10. Ceyhan Havzası'nda Yaşanan Taşkınlar

Şekil 3.10'da görüldüğü üzere Ceyhan Havzası'nda 1970 ve 1989 yılları arasında gerçekleşen 42 adet taşkın incelendiğinde taşkınların daha çok Kahramanmaraş ilinde gerçekleştiği görülmektedir. Taşkın sahası en geniş alan ise Aşağı Ceyhan Ovasıdır. Yaşanan 42 adet taşkının çok yüksek riskli alan olarak belirlenen alanlarla %84 oranında uyum sağladığı görülmüştür. Bu oran taşkın risk analizinde AHP yönteminin kullanılabileceğini göstermektedir. Ayrıca yaşanan taşkınlar bazen can kaybı bazen de ciddi maddi zararla sonuçlanmıştır. Bu zararlar bölgede taşkın riski açısından önlem alınması gerektiğini de göstermiştir.

4. BÖLÜM

TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1 Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Türkiye'nin önemli su kaynaklarından biri olan Ceyhan Nehri ve bu nehre ait alt havzalar hem içme suyu temini hem enerji üretimi hem de tarımsal sulama açısından büyük önem taşımaktadır. Ancak bu çok yönlü kullanım potansiyeli beraberinde taşkın riski gibi ciddi doğal afet tehditlerini de beraberinde getirmektedir. Bu çalışmada, Yukarı, Orta ve Aşağı Ceyhan Alt Havzaları özelinde taşkın riski; eğim, bakı, jeoloji, toprak yapısı, yağış, arazi kullanımı ve akarsuya yakınlık gibi çok kriterli veriler dikkate alınarak CBS ve AHP yöntemleriyle değerlendirilmiş, taşkın risk haritası oluşturulmuştur.

Yukarı Ceyhan ve Orta Ceyhan alt havzalarında taşkın riski yüksek olan bölgelerin ağırlıklı olarak ana akarsuya yakın yerleşim alanlarında yoğunlaştığı görülmektedir. Bu durum bu alt havzalarda akarsuya olan mesafenin taşkın riskinde belirleyici bir faktör olduğunu göstermektedir. Özellikle nehir yataklarına yakın düzlük alanlarda kurulan yerleşimler, topografik olarak düşük kotlara sahip oldukları için su baskınına daha açıktır. Ayrıca bu alanlarda sürekli akarsuların varlığı, yıl boyunca taşkın riski oluşturan bir diğer etkendir.

Buna karşılık Aşağı Ceyhan alt havzasında ise riskli alanların büyük bir kısmı ana akarsu çevresinden ziyade mevsimlik akarsuların yoğunlaştığı bölgelerde yer almaktadır. Bu durum, bu kesimde taşkın riskinin daha çok sel ve yüzey akışı kaynaklı kısa süreli olaylarla ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Mevsimsel yağışlarla debisi hızla artan bu akarsular, özellikle geçirimsiz yüzeylerin yoğun olduğu alanlarda taşkın tehlikesini artırmaktadır.

Haritada renklerle sınıflandırılmış risk kategorileri bu yorumları destekler niteliktedir. Kırmızı ve turuncu renklerle gösterilen çok yüksek ve yüksek riskli bölgeler nehir kenarlarında veya mevsimsel dere yataklarında konumlanmıştır. Buna karşılık, kuzeydoğu ve kuzeybatı kesimlerde yer alan yüksek rakımlı ve eğimli alanlar ise az riskli veya risksiz olarak sınıflandırılmıştır. Bu alanlarda taşkın riski topografik koşullar nedeniyle oldukça düşüktür.

Sonuç olarak, her üç alt havzada taşkın riski benzer mekânsal desenler gösterse de riskin nedeni ve dağılımı havzanın farklı bölümlerinde farklı hidrografik ve morfolojik özelliklere bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle taşkınla mücadele stratejilerinin alt havza ölçeğinde farklılaştırılması önem arz etmektedir.

Çalışmanın sonunda ulaşılan bir diğer sonuç taşkın riskinin yalnızca doğal faktörlerle değil, aynı zamanda insan faaliyetleriyle de doğrudan ilişkili olduğudur. Özellikle yanlış arazi kullanımı, plansız kentleşme, nehir yataklarının daraltılması ve orman alanlarının tahrip edilmesi gibi insan kaynaklı etmenler taşkınların sıklığını ve şiddetini artırmaktadır. Gelecekte taşkınların etkilerini azaltmak için erken uyarı sistemlerinin, toprak suyu yönetimi yöntemlerinin ve doğal alanların korunmasının büyük önem taşıdığı sonucuna varılmaktadır. Bu doğrultuda havza yönetimi stratejilerinin tüm bu unsurları dikkate alarak geliştirilmesi taşkın riskinin etkin bir şekilde yönetilmesine katkı sağlayacaktır.

4.2. Ceyhan Havzası İçin Alınabilecek Önlemler

Sonuç olarak, taşkın riski taşıyan Ceyhan Havzası gibi alanlarda afet risklerini azaltmak amacıyla bilimsel temelli analizlerin gerçekleştirilmesi ve bu analizlere dayalı bütünleşik bir yönetim anlayışının benimsenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda aşağıda sıralanan önlemler taşkın riskinin azaltılmasına yönelik önerileri içermektedir:

4.2.1. Erken Uyarı Sistemleri

Taşkınların önceden tahmin edilebilmesi sayesinde erken uyarı sistemleriyle hem can hem de mal kayıpları en aza indirilebilmektedir. Risk haritalarıyla desteklenen taşkın modellemeleri sayesinde tehlike altındaki alanlar belirlenebilir. Özellikle ani taşkınlarda, nehirlerin aşağı kısımlarında yaşayan halkın kısa sürede uyarılması ve bölgeden tahliyesi hayati öneme sahiptir. Bu nedenle yerel yönetimlerin halkı

zamanında ve doğru şekilde bilgilendirmesi önemlidir. Halkın ise tahliye sürecine hazırlıklı olması gerekmektedir. Ayrıca toplu barınma alanlarının önceden hazırlanması ve afet sonrası dönemde iyileştirme süreci için planların oluşturulması kritik önlemler arasındadır.

Çalışmada elde edilen bulgulara göre Kahramanmaraş'ın Afşin, Türkoğlu, Pazarcık, Dulkadiroğlu ilçeleri, Osmaniye'nin Sumbaş, Kadirli, Hasanbeyli, Toprakkale ilçeleri ve Adana'nın Ceyhan ilçesinde erken uyarı sistemleri altyapısı güçlendirilmelidir. Akım Gözlem istasyonu (AGİ) sayısı arttırılmalıdır.

4.2.2. Tahliye Yolları ve Barınma Alanları

Taşkın sırasında yolların hasar görmesi ya da kullanılamaz hale gelmesi, tahliyeyi ve acil müdahaleyi olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle;

- Ana ulaşım ve iletişim hatlarının taşkın riski taşıyan alanlardan geçirilmemesi,
- Alternatif güzergâhların önceden planlanması,
- Ulaşım sistemlerinin çeşitlendirilmesi gerekmektedir.

Bu kapsamda Ceyhan Havzası üzerinde alınabilecek önlemler;

Kozan, Ceyhan, Kadirli, İmamoğlu, Elbistan, Dulkadiroğlu, Onikişubat gibi taşkın riski yüksek bölgelerde ana ulaşım arterlerinin taşkın yataklarından uzaklaştırılması kritik önemdedir.

Yeni yol projeleri, az riskli (açık yeşil) veya risksiz (yeşil) bölgelerden geçirilerek alternatif güzergâhlar oluşturulmalıdır. Goksun-Andırın**,** Toprakkale-Düziçi**,** Afşin-Göksun akslarında alternatif ulaşım koridorları oluşturulabilir.

Onikişubat, Elbistan, Ceyhan ve Kozan gibi yüksek nüfuslu yerleşim alanlarında sokak ölçeğinde tahliye planları yapılmalıdır.

4.2.3. Acil Durum Müdahale Tesisleri

Ani gelişen taşkınlara karşı etkili müdahale için önceden planlanmış müdahale stratejileri, altyapılar ve personel gereklidir. Bu doğrultuda:

- Hastaneler, okul binaları, itfaiye, karakol, enerji ve su altyapıları gibi yaşamsal öneme sahip kritik tesislerin işlevselliği korunmalı,
- Bu tesisler arasında bilgi paylaşımı ve koordinasyon sağlanmalı,

- Her tesis için özel acil durum planları hazırlanmalı ve entegrasyonu sağlanmalıdır.

Bu kapsamda Kahramanmaraş, Osmaniye ve Adana illerinde hastaneler ve okulların altyapısı kontrol edilmeli, yeni yapılacak okul hastane gibi yaşamsal öneme sahip binalar acil durum tahliye yollarıyla bağlantısı olmasına dikkat edilmelidir. Binaların taşkına veya herhangi bir afete maruz kaldığında sağlamlığı araştırılmalıdır. Özellikle 6 Şubat Kahramanmaraş depremine maruz kalan ve akarsu çevresinde bulunan binalar detaylı bir şekilde incelenmelidir.

Ceyhan Nehri ve yan kolları etrafında, özellikle Afşin, Elbistan, Dulkadiroğlu, Onikişubat, İmamoğlu, Kozan, Ceyhan, Kadirli gibi "yüksek taşkın riski" taşıyan ilçelerde yer alan hastaneler okul binaları itfaiye istasyonları emniyet ve jandarma birimleri enerji ve içme suyu altyapıları mutlaka kontrol edilmeli, bu yapıların yapısal sağlamlığı değerlendirilmelidir. Özellikle 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremi'nden etkilenen bölgelerde bulunan ve akarsu çevresinde konumlanan binalar detaylı olarak incelenmelidir.

Tüm kritik tesisler arasında hızlı bilgi paylaşımı ve koordinasyon sağlanması adına bir "Acil Müdahale İletişim Ağı" kurulmalıdır. Yeni yapılacak hastane, okul ve diğer yaşamsal tesislerin:

- Taşkın risk haritası dikkate alınarak daha az riskli (yeşil) veya risksiz (açık yeşil) bölgelerde konumlandırılması,
- Ana yollarla ve acil durum tahliye güzergâhlarıyla doğrudan bağlantılı olması,
- Yüksek kotlu ve sağlam zeminli alanlarda inşa edilmesi sağlanmalıdır.

Afşin-Elbistan hattı hem taşkın hem deprem riski taşıdığı için çift yönlü afet yönetimi planlamasına ihtiyaç duymaktadır.
Ceyhan-Kozan-İmamoğlu bölgeleri hem taşkın hem tarımsal faaliyetler nedeniyle hayati öneme sahiptir. Bu nedenle kırsal altyapı güçlendirilmelidir.
Dulkadiroğlu ve Onikişubat, hem yüksek nüfus hem altyapı yoğunluğu nedeniyle müdahale önceliği taşıyan merkezlerdir.

4.2.4. Atık Yönetimi

Taşkın sonrası ortaya çıkan döküntü ve tehlikeli atıklar, çevre ve insan sağlığı açısından ciddi tehdit oluşturabilir. Bu nedenle:

- Atıkların türüne göre ayrıştırılması ve bertarafı için geçici tesislerin kurulması,
- Özellikle evsel, kimyasal ve elektronik atıkların su kaynaklarına karışmasını önleyecek önlemler alınması,
- Taşkın bölgelerindeki çöp, moloz ve tehlikeli madde yönetimi için özel ekipman ve personel görevlendirilmesi gerekmektedir.

Çalışmada elde edilen haritaya göre, çok yüksek riskli (kırmızı) ve yüksek riskli (turuncu) alanlarda yer alan bazı kritik ilçeler şunlardır:

Ceyhan, İmamoğlu, Kozan, Kadirli, Onikişubat, Elbistan, Afşin, Dulkadiroğlu, Pazarcık. Bu bölgelerde, taşkın sonrası acil atık toplama ve ayrıştırma işlemlerinin yapılacağı geçici atık yönetim merkezleri kurulmalıdır. Bu tesisler, atıkları türüne göre (evsel, elektronik, kimyasal) ayrıştırabilmeli ve bertaraf süreçlerini başlatabilmelidir.

Ceyhan Nehri ve kolları boyunca yer alan yerleşimler (örneğin: Ceyhan, Düziçi, Toprakkale, Dulkadiroğlu, Afşin) taşkın sırasında tehlikeli atıkların yüzey sularına karışma riski açısından öncelikli bölgelerdir. Bu alanlarda kimyasal ve biyolojik tehlikeleri içerebilecek atıklar için geçici izolasyon alanları kurulmalı, atık suların taşınması için kapalı sistemler (tanklar, mobil arıtıcılar) planlanmalıdır.

Kozan, Kadirli, Elbistan gibi kırsal–kentsel geçiş bölgelerinde atık taşıma ekipmanları (kamyon, konteyner, ekskavatör) önceden belirlenmiş noktalarda hazır bulundurulmalıdır.

4.2.5. Yapısal ve Sakınma Temelli Önlemler

- Taşkın kontrol yapıları (sel kapanı, baraj, tersip bendi, taşkın duvarları) ile taşkın debisinin kontrol altına alınması,
- Akarsu yataklarının ıslahı, drenaj sistemlerinin iyileştirilmesi,

- Taşkın yataklarının imara kapatılması ve yerleşimden uzak tutulması,
- Yamaç stabilitesi sağlanarak heyelan ve çökme risklerinin azaltılması önerilmektedir.

Afşin, Elbistan, Onikişubat, Ceyhan, İmamoğlu ve Dulkadiroğlu gibi akarsu çevresinde ve ova tabanında yer alan alanlar için sel kapanı, taşkın duvarı ve tersip bentleri gibi yapılarla taşkın debisi kontrol altına alınmalıdır. Özellikle Ceyhan Nehri ana kolu boyunca, taşkın duvarları ve set sistemleri kurulmalı; ova tabanında suyun yayılımı sınırlandırılmalıdır. Göksun ve Andırın gibi dağlık bölgelerde sel kapanları ve taşkın barajlarıyla yukarı havzada suyun ani boşalımı engellenebilir.

Kozan, Kadirli, Düziçi, Toprakkale, Ceyhan gibi orta ve alt havza yerleşimlerinde dere yatakları zamanla dolmakta ve taşkına sebep olmaktadır. Bu bölgelerde dere yataklarının temizliği ve genişletilmesi, yan dere bağlantılarının iyileştirilmesi, kent içi drenaj hatlarının hidrolik kapasitelerinin artırılması önerilmektedir.

Haritada kırmızı (çok yüksek risk) ve turuncu (yüksek risk) olarak işaretlenen alanlarda plansız yapılaşma mevcuttur (örneğin: Elbistan, Dulkadiroğlu, Ceyhan, Kadirli çevresi). Bu bölgelerde taşkın yatağında bulunan yerleşimler kademeli olarak taşkın riski az veya sıfır alanlara (örneğin Göksun, Hasanbeyli, Balcılar gibi yeşil alanlar) taşınmalıdır.

Yeni yapılaşmalar için taşkın modellemeleri dikkate alınmalı ve mutlak taşkın alanları kesinlikle imara açılmamalıdır.

Haritada özellikle Pazarcık, Türkoğlu, Andırın ve Afşin bölgeleri eğimli topografyaya sahiptir ve taşkınla birlikte heyelan veya zemin çökmesi riski de taşımaktadır.

Bu bölgelerde:

- Eğimli arazilerde teraslama,
- Bitkilendirme (erozyon kontrolü için),
- Drenaj hendekleriyle yüzey suyu kontrolü,

- İstinat duvarları ve kaya tutucu ağlar gibi mühendislik çözümleri uygulanmalıdır.

4.2.6. Zarar Azaltma Stratejileri

Ceyhan, Elbistan, Onikişubat, Dulkadiroğlu, Kozan, Kadirli gibi çok yüksek riskli bölgelerde akarsu kenarındaki plansız yapılaşma dikkat çekmektedir. Bu bölgelerde nehir taşkın yatağında kalan konutlar ve sanayi tesisleri kademeli olarak daha az riskli bölgelere taşınmalıdır. Kentsel dönüşüm uygulamaları hem taşkın hem de deprem riskini birlikte gözeterek yeni plan kararlarıyla desteklenmelidir.

Tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin yaygın olduğu Kadirli, İmamoğlu, Toprakkale, Ceyhan, Elbistan gibi bölgelerde taşkınların ekonomik etkisi çok büyüktür. Bu alanlarda tarım arazileri ve çiftlikler için devlet destekli tarım sigortaları yaygınlaştırılmalıdır. Konut ve işyerlerinin taşkına karşı sigortalanması özendirilmelidir.

Afşin, Elbistan, Onikişubat, Dulkadiroğlu gibi büyük nüfuslu merkezlerde okullar, camiler ve mahalle merkezleri aracılığıyla taşkın senaryoları anlatılmalıdır. Tahliye ve ilk yardım tatbikatları düzenlenmeli ve mobil uygulama, broşür ve seminerlerle afet farkındalığı yaygınlaştırılmalıdır.

4.2.7. Doğal Yöntemler

Ceyhan Nehri boyunca, özellikle Ceyhan, Toprakkale, Düziçi, Kadirli çevresi düz ova niteliği taşır. Bu alanlarda taşkın ovası fonksiyonu korunmalı, suyun doğal yayılımına izin verilmelidir.

Tarım dışı kalan düşük kotlu alanlar sulak alan statüsüne kavuşturularak hem taşkın hem de kuraklıkla mücadelede kullanılabilir.

Kentsel alanlarda yağmur bahçeleri, geçirgen zeminler, yeşil parklar gibi yeşil altyapı uygulamaları ile yüzey akışı yavaşlatılabilir.

Haritada yüksek riskli yamaç bölgeleri (Afşin, Göksun, Pazarcık, Andırın, Türkoğlu) erozyona açık, bitki örtüsünün seyrek olduğu alanlardır. Bu alanlarda erozyon kontrolünün sağlanması için ağaçlandırma yapılmalıdır. Tahrip olmuş ormanlık alanlar onarılarak yüzey akışı yavaşlatılmalı ve toprak kaybı önlenmelidir.

Kozan, İmamoğlu, Elbistan, Dulkadiroğlu gibi yüksek eğimli alanlardan inen dereler, taşkın anında yoğun sediment taşır. Bu alanlarda:

- Dere ve kanal yataklarının düzenli temizliği yapılmalı,
- Tersip bentleri ile tortu kontrolü sağlanmalı,
- Alüvyon birikimi nedeniyle kapasitesi azalmış kanallar yeniden projelendirilmelidir.

4.2.8. Planlama ve Mevzuat

- Taşkın tehlike ve risk haritalarının güncellenmesi,
- Risk azaltma hedeflerinin kentsel planlara entegre edilmesi,
- Mevzuatın afet öncesi, sırası ve sonrasını kapsayacak şekilde yeniden düzenlenmesi gerekmektedir.

Bu kapsamda Ceyhan Havzası'nda Ceyhan, Elbistan, Onikişubat, Dulkadiroğlu, Kozan, Kadirli gibi çok yüksek riskli bölgelerde nehir kıyısındaki yapıların taşınması, yeşil koridor planlanması, geçici tahliye alanlarının plana işlenmesi önerilmektedir. Özellikle Onikişubat, Pazarcık ve Elbistan gibi deprem riski olan bölgelerde taşkınla bütünleşik bir afet planı oluşturulması gereklidir. Üretilen taşkın risk haritası planlamada ve karar destek sistemilerinde kullanılabilecek nitelikte bir yol gösterici olmuştur.

4.2.9. Bilimsel ve Teknik Gelişim

- AHP gibi çok kriterli karar verme tekniklerinin taşkın yönetiminde kullanımı artırılmalı,
- İklim değişikliği senaryoları risk analizlerine entegre edilmeli,
- CBS ve Uzaktan Algılama teknolojilerinin kullanımı yaygınlaştırılmalıdır.

Çalışmada kullanılan AHP yöntemi Ceyhan Havzası'nın taşkın riskini mekânsal ve istatistiksel olarak hesaplayarak bilimsel bir sonuç ortaya çıkarmıştır. AHP yöntemine göre elde edilen risk haritası Ceyhan Havzası'nda çok yüksek riskli, yüksek riskli, riskli, az riskli, risksiz alanları hesaplamıştır. Bu kapsamda geliştirilen sonuç ve öneriler, Ceyhan Havzası'nda taşkınlara karşı dirençli ve sürdürülebilir bir yönetim modelinin kurulmasına katkı sağlayacaktır. Çalışma, bilimsel temele dayalı karar alma süreçleri ile risk azaltma yaklaşımını teşvik etmektedir. Yerel yönetimlerin de AHP yöntemini havza yönetim çalışmalarında kullanması önerilmektedir.

Sonuç olarak, Ceyhan Havzası gibi taşkın riski taşıyan alanlarda afet riskinin azaltılması için hem bilimsel yöntemlere dayalı analizlerin yapılması hem de bu analizlerin sonuçlarına göre bütüncül bir yönetim yaklaşımının benimsenmesi büyük önem taşımaktadır.

Bu tez çalışmasında elde edilen bulgular, çok kriterli analiz yaklaşımlarının karar verme süreçlerinde özellikle taşkın yönetimi açısından etkin bir araç olduğunu ortaya koymaktadır. Bu yönüyle çalışma, taşkın riskinin değerlendirilmesi ve yönetilmesine yönelik stratejik planlamalar için bilimsel bir zemin sunmaktadır. Gelecek araştırmalarda AHP yönteminin farklı çok kriterli karar verme teknikleriyle karşılaştırılması, iklim değişikliği senaryolarının risk analizine entegre edilmesi, Uzaktan Algılama ve CBS teknolojilerinin daha yoğun kullanıldığı modellerin geliştirilmesi önerilmektedir. Ayrıca, yerel yönetimlerin karar süreçlerine bu tür mekânsal analizlerin entegre edilmesi, afet risk azaltma çalışmalarının etkinliğini önemli ölçüde artıracaktır. Bunun yanı sıra, fiziksel risk unsurlarının yanında sosyo-ekonomik kırılganlık faktörlerinin (gelir düzeyi, nüfus yoğunluğu, altyapı durumu vb.) de analize dâhil edilmesi, daha bütüncül ve gerçekçi bir risk değerlendirmesi sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

1. Akacak, A. K., 2021. Türkiye Akarsu Havzalarının Jeoistatistik Yöntemlerle Alansal Yağış Hesabı. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale, 244 s.

2. Akacak, A. K., Taş, İ., 2021. Farklı mekânsal enterpolasyon yöntemleriyle alansal yağış hesaplanması: Kuzey Ege Havza örneği. **Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences, 8**(2): 528-539.

3. Akman, M. U., 2021. Taşkın koruma ve kontrol yapılarının değerlendirilmesi. **Türk Hidrolik Dergisi, 5**(1): 25-31.

4. Al-Qazzaz, Z. A. A., 2021. Ceyhan Havzası'nın Taşkın Frekans Analizi. İstanbul Gelişim Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 149 s.

5. Anılan, T., Durmuş, H., Akçalı, E., Yüksek, Ö., 2021. Taşkın farkındalık ve erken uyarı sistemleri değerlendirmesi: Trabzon Beşikdüzü örneği. **Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 7**(1): 110-123.

6. Arkoç, O., Özşahin, B., 2015. Kentsel planlamada jeolojinin etkisi, Kırklareli örneği. **Kırklareli Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 1**(1): 30-40.

7. Aslami, A. K., 2024. Şehirlerde Taşkın Yataklarının Yapılaşması Etkisi Altında Taşkın Risk Haritalarının İncelenmesi: Çalışma Alanı: İstanbul Göksu Deresi. İstanbul Gelişim Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 75 s.

8. Aydın, M. C., Birincioğlu, E. S., 2022. Flood risk analysis using GIS-based analytical hierarchy process: A case study of Bitlis Province. Applied Water Science, 12: 122.

9. Bayazıt, Y., 2021. Bilecik ilindeki şehirleşmenin taşkın riski üzerindeki etkilerinin araştırılması. **Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 8**(1): 217-227.

10. Bilgili, Ö., 2019. Web tabanlı haritacılık: temel kavramlar. (Web sayfası: **https://omurbilgili.medium.com/web-tabanlı-haritacılık-temel-kavramlar-a463e29c1b2**), (Erişim tarihi: Haziran 2025).

11. Binici, F., Aksoy, T., 2022. Şehirleşmenin taşkın üzerindeki etkisi. GSI Journals Serie C: Advancements in Information Sciences and Technologies (AIST), 5(1): 64-76.

12. Bolu Olay, 2023. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden sağanak yağış uyarısı: Bolu ve Kocaeli, Trabzon, Erzurum ve Çanakkale olmak üzere metropol kentler sel ve taşkın tehlikesi altında. (Web sayfası**:** **https://www.boluolay.com/haber/22071155/meteoroloji-genel-mudurlugunden-saganak-yagis-uyarisi-bolu-ve-kocaeli-trabzon-erzurum-ve-canakkale-olmak-uzere-metropol-kentler-sel-ve-taskin-tehlikesi-altinda**), (Erişim tarihi: Haziran 2025).

13. Büyükdinç, M., 2023. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve HEC-RAS yazılımı ile Borçka ilçesindeki derelerde taşkın modellemesinin yapılması ve taşkın yayılım haritalarının üretilmesi. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Tokat, 85 s.

14. Cihangir, M. E., 2013. Alaplı Çayı Havzasının Sel ve Taşkın Analizi. İstanbul Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 161 s.

15. Çabuk, A., Küpçü, S., Uyguçgil, H., 2010. Temel kavramlar, ss. 12-15. In: Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Analiz ve Yorumlama (Eds: A. Çabuk, H. Uyguçgil). Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir.

16. Demir, V., Ülke Keskin, A., 2022. Yeterince akım ölçümü olmayan nehirlerde taşkın debisinin hesaplanması ve taşkın modellemesi (Samsun, Mert Irmağı örneği). Geomatik, 7(2): 149-162.

17. Demir, V., Beden, N., Keskin, A., 2021. Taşkın modelleme yöntemlerinin gözden geçirilmesi ve karşılaştırılması. **Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 28**: 1013-1021.

18. Dölek, İ., Dölek, İ., 2013. Muş'ta yaşanan sel ve taşkınlara neden olan doğal faktörlerin analizi. **Marmara Coğrafya Dergisi, 28**: 408-422.

19. Dursun, Y., 2022. Coğrafi Bilgi Sistemi ile Taşkın Risk Analizi: Osmaneli/Bilecik Örneği. Konya Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 72 s.

20. Dutta, M., Saha, S., Saikh, N. I., Sarkar, D., Mondal, P., 2023. Application of bivariate approaches for flood susceptibility mapping: a district level study in eastern India. **HydroResearch, 6**: 108-121.

21. Ekmekcioğlu, Ö., Koc, K., Özger, M., 2020. District based flood risk assessment in Istanbul using fuzzy analytical hierarchy process**. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, 35**: 617-637.

22. Ekmekcioğlu, Ö., Koc, K., Özger, M., 2021. Stakeholder perceptions in flood risk assessment: a hybrid fuzzy AHP-TOPSIS approach for Istanbul, Turkey. **International Journal of Disaster Risk Reduction, 60:** 102327.

23. Emlakta Son Dakika, 2018. Bartın'da yükselen baraj suları nedeniyle evleri su bastı. (Web sayfası: **https://www.emlaktasondakika.com/guncel/bartin-da-yukselen-baraj-sulari-nedeniyle-evleri-su-basti-132933.html**), (Erişim tarihi: Haziran 2025).

24. Esri, 2025. Weighted sum (spatial analyst). (Web sayfası: **https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/weighted-sum.htm**), (Erişim tarihi: Haziran 2025).

25. Genç, F. N., 2007. Türkiye'de kentleşme ve doğal afet riskleri ile ilişkisi, 349-358. TMMOB Afet Sempozyumu, 2007, Ankara, TMMOB, 496 s**.**

26. Güngör, İ., İşler, D. B., 2005. Analitik hiyerarşi yaklaşımı ile otomobil seçimi. **Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 1**(2): 21-33.

27. Güreşçi, N. G., Seyrek, K., Sargın, A. H., 2012. Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Hidroloji Uygulamaları. DSİ CBS Şube Müdürlüğü, Ankara, 76 s.

28. Hammami, S., Zouhri, L., Souissi, D., Souei, A., Zghibi, A., Marzougui, A., Dlala, M., 2019. Application of the GIS based multi-criteria decision analysis and analytical hierarchy process (AHP) in the flood susceptibility mapping (Tunisia). **Arabian Journal of Geosciences, 12**(21): 1–16.

29. İlker, A., Terzi, Ö., Şener, E., 2019. Yağışın alansal dağılımının haritalandırılmasında enterpolasyon yöntemlerinin karşılaştırılması: Akdeniz Bölgesi örneği. **Teknik Dergi, 30(**3): 9213-9219.

30. İnan, Ç. A., 2023. Artificial neural networks flood forecasting: investigation of the contributions of data assimilation for applications to Cevennes rivers. Muğla Sıtkı Koçman University, Doktora Tezi, Muğla, 293 s.

31. İnce, A. F., 2023. Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHP) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak sel risk potansiyelinin değerlendirilmesi: Isparta ili Uluborlu-Senirkent Havzası. Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Burdur, 74 s.

32. Kalın, Ö., 2024. Muş Havzası sel ve taşkın riski analizi. İzmir Bakırçay Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 89 s.

33. Kara, C., Alp, A., Erer, M., 2004. Orta ve Yukarı Ceyhan Havzası Balık Faunası ve Bölgesel Dağılımı. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı, Kahramanmaraş, 9 s.

34. Katipoğlu, O. M., Acar, R., 2020. Sayısal yükseklik modeli kullanılarak Fırat Havzasının drenaj ağı ve sınırlarının belirlenmesi, 38-49. 3. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi, 2020, Ordu, Ubak Yayınevi, 289 s.

35. Kaynak, T., 2023. Uzaktan algılama ve CBS entegrasyonuyla taşkın duyarlılık haritalarının üretiminde etkili faktörlerin özellik seçimiyle belirlenmesi. Erciyes Üniversitesi, Doktora Tezi, Kayseri, 142 s.

36. Köroğlu, B., 2023. Coğrafi bilgi sistemleri tabanlı çok kriterli karar analizi ile Giresun ili Dereli ilçesinin taşkın duyarlılık analizi. Artvin Çoruh Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Artvin, 68 s.

37. Kundzewicz, Z. W., Kanae, S., Seneviratne, S. I., Handmer, J., Nicholls, N., Peduzzi, P., Sherstyukov, B., 2013. Flood risk and climate change: global and regional perspectives. **Hydrological Sciences Journal, 59**(1): 1–28.

38. Küpçü, S., Çabuk, A., 2019. Temel kavramlar, ss. 9-11. In: Coğrafi Bilgi Sistemleri (Eds: A. Çabuk, H. Uyguçgil). Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir.

39. Kvočka, D., Falconer, R. A., Bray, M., 2016. Flood hazard assessment for extreme flood events. **Natural Hazards, 84**(3): 1569–1599.

40. Meşin, V., Demir, V., 2023. Coğrafi bilgi sistemleri tabanlı analitik hiyerarşi yöntemi kullanılarak Konya il merkezinde teknoloji geliştirme bölgesi için yer seçimi. **Geomatik, 8**(3): 208-221

41. Ocak, F., Bahadır, M., 2020. Örnek taşkın risk modeli oluşturulması ve Ünye şehrindeki derelere ait taşkın risk analizleri. **The Journal of Academic Social Science Studies, 13**(80): 499-524.

42. Oğuz, E., Oğuz, K., Öztürk, K., 2022. Düzce bölgesi taşkın duyarlılık alanlarının belirlenmesi. **Geomatik, 7**(3): 220-234.

43. Ozturk, D., Yılmaz, İ., Kırbaş, U., 2021. Flood hazard assessment using AHP in Corum, Turkey. **Tecnologia y Ciencias del Agua, 12**: 1-26.

44. Ömürbek, N., Şimşek, A., 2014. Analitik hiyerarşi süreci ve analitik ağ süreci yöntemleri ile online alışveriş site seçimi. **Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 12**(22): 306-327.

45. Özcan, C., Yılmaz, E., Lafcı, B., Küçükpehlivan, T., Aksoy, T., Ağaçsapan, B., Sarı, S., 2021. Coğrafi bilgi sistemlerinin Türkiye'deki tarihsel gelişimi ve mevcut durumu. GSI Journals Serie C: **Advancements in Information Sciences and Technologies, 4**(1): 33-61.

46. Özcan, O., Musaoğlu, N., 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, 2009, Ankara, Türkiye, 260-261.

47. Özşahin, E., 2016. Arnavutluk'ta taşkın risk analizi. **International Journal of Eurasia Social Sciences,** (12): 91-109.

48. Öztürk, D., Kılıç, F., 2013. Drenaj ağının çıkarımı ve topografik nemlilik indeksinin belirlenmesinde D8 ve D-INF algoritmalarının karşılaştırmalı analizi. TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 2013, Ankara, 1 s.

49. Öztürk, M. Z., 2020. Coğrafi Bilgi Sistemlerine Giriş. İstanbul Üniversitesi Rektörlüğü, Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi, İstanbul, 275 s.

50. Partigöç, N. S., Dinçer, C., 2024. Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) tabanlı afet risk analizi: Denizli ili örneği. **Geomatik, 9**(1): 27-44.

51. Peng, X., Dai, F., 2009. Information systems risk evaluation based on the AHP-fuzzy algorithm. Proceedings of the International Conference on Networking and Digital Society, 2009, China, 178-179 pp.

52. Rahmanlar, S., 2015. Entegre havza yönetiminde karar destek sistemi olarak Coğrafi Bilgi Sistemleri. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Uzmanlık Tezi, Ankara, 137 s.

53. Saaty, T. L., 1980. The analytic hierarchy process (AHP). **The Journal of the Operational Research Society, 41**(11): 1073-1076

54. Saaty, T. L., 2008. Relative measurement and its generalization in decision making: why pairwise comparisons are central in mathematics for the measurement of intangible factors the analytic hierarchy/network process. **Review of the Royal Spanish Academy of Sciences Series A Mathematics, 102**(2): 251-318.

55. Sahana, M., Patel, P. P., 2019. A comparison of frequency ratio and fuzzy logic models for flood susceptibility assessment of the lower Kosi River Basin in India**. Environmental Earth Sciences, 78:** 1-27.

56. Saltoğlu, F., 2022. Etkili faktörleriyle Söğütlü Deresi Havzası'nda (Trabzon) taşkınlar ve taşkın risk analizi. Samsun Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Samsun, 145 s.

57. Sarıgül, O., Turoğlu, H., 2020. Kahramanmaraş şehri sel ve taşkınlarının coğrafi analizi ve öngörüler. **Coğrafya Dergisi, (40)**: 275-293.

58. Seçkin, N., 2002. Ceyhan ve Seyhan Havzalarının Bölgesel Taşkın Frekans Analizi. Çukurova Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 132 s.

59. Solmaz, M. İ., Şenol, S., 2012. Eğimli arazilerin detaylı toprak etüd ve haritalanması için uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri teknolojilerini kullanarak yeni yöntemlerin geliştirilmesi. Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 27(5): 63–76.

60. Sozer, B., Kocaman, S., Nefeslioglu, H. A., Firat, O., Gokceoglu, C., 2018. Preliminary investigations on flood susceptibility mapping in Ankara (Turkey) using modified analytical hierarchy process (M-AHP). International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLII-5: 361–365.

61. Şen, Z., 2018. Flood Modeling, Prediction and Mitigation. Springer, 419 s.

62. Şorman, A., 2010. Mekansal analizler, ss. 122-124. In: Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Analiz ve Yorumlama (Ed: A. Çabuk). Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir.

63. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2018. Ceyhan Havzası Taşkın Yönetim Planı, 299 s.

64. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2016. Taşkın yönetim planlarının hazırlanması, uygulanması ve izlenmesi hakkında yönetmelik. Resmî Gazete, Sayı: 29710, 15 Şubat 2016. (Web sayfası: **https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2016/02/20160215-5.htm**), (Erişim tarihi: Haziran 2025).

65. Tanış, E., Çelik, R., 2024. CBS tabanlı AHP çok kriterli karar verme yöntemi (ÇKKY) kullanılarak Van Gölü Güzelsu Alt Havzası taşkın risk haritalarının çıkarılması ve değerlendirilmesi. **DÜMF Mühendislik Dergisi, 15**(4): 941–950

66. Taşkaya, S., Ulutaş, N., 2021. CBS ile yatırıma en uygun restoran alanlarının belirlenmesi, Tunceli örneği. **Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 4**(2): 134-141.

67. Tecim, V., 2008. Coğrafi Bilgi Sistemleri: Harita Tabanlı Bilgi Yönetimi. Vahap Tecim, Ankara, 388 s.

68. Tek, D., 2013. CBS ve uzaktan algılama yöntemleriyle Kağıthane Deresi'nin (İstanbul) taşkın risk analizi. Fatih Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 95 s.

69. Temur, G. Ö., 2023. Kapuz Deresi Havzası için taşkın risk faktörlerinin hesaplanması ve çevresel açıdan değerlendirilmesi. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir, 118 s.

70. Tokgözlü, A., 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.

71. Toprak, S., 2021. Ağrı ve Doğubayazıt havzalarında coğrafi faktörlerin sel ve taşkın oluşumundaki etkisi ve taşkın risk analizleri. Fırat Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Elazığ, 286 s.

72. TÜBİTAK MAM Çevre Enstitüsü, 2010. Havza koruma eylem planlarının hazırlanması - Ceyhan Havzası. 432 s.

73. Uyar, A., Öztürk, D., 2018. Kızılırmak Havzası drenaj ağının ve alt havza sınırlarının uzaktan algılama ve CBS ile otomatik çıkarımı, 362-365. SETSCI Conference Indexing System, Samsun, 1595 s.

74. Yavuz, Y., 2022. Türkiye taşkın ve sel felaketlerine hazır mı? soL Haber Portalı. (Web sayfası: **https://haber.sol.org.tr/haber/turkiye-taskin-ve-sel-felaketlerine-hazir-mi-338032**), (Erişim tarihi: Haziran 2025).

75. Yıldırım, F. B., 2022. Çok kriterli karar verme. (Web sayfası: **https://www.bahadirfyildirim.com/blog/serie/cok-kriterli-karar-verme/**), (Erişim tarihi: Haziran 2025).

76. Yılmaz, İ., 2015. Çorum ili taşkın tehlikesinin analitik hiyerarşi yöntemi kullanılarak incelenmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Samsun, 91 s.

77. Yurteri, C., 2024. Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ortamında analitik hiyerarşi yöntemi (AHP) yöntemi kullanılarak taşkın risk analizi: Karabük ili örneği. **Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 12**(2): 298-318.

EKLER

EK 1.

Taşkın Risk Haritasında kullanılan eğim faktörünün ağırlık değerleri

Eğim Sınıfları	0-3	3-10	10-20	20-30	30-78	Ağırlık katsayıları	Tutarlılık oranı
0-3	1	3	5	7	9	0,503	
3-10	1/3	1	3	5	7	0,260	
10-20	1/5	1/3	1	3	5	0,134	
20-30	1/7	1/5	1/3	1	3	0,068	%8
30-78	1/9	1/7	1/5	1/3	1	0,035	

Taşkın Risk Haritasında kullanılan bakı faktörünün ağırlık değerleri

Bakı Sınıfları	Kuzey	Doğu-Batı	Güney	Ağırlık katsayıları	Tutarlılık oranı
Kuzey	1	3	1/3	0,260	
Doğu -Batı	1/3	1	1/5	0,106	
Güney	3	5	1	0,633	%5

Taşkın Risk Haritasında kullanılan yağış faktörünün ağırlık değerleri

Yağış Sınıfları	1520-2150	1330-1510	1090-1320	751-1080	656-750	Ağırlık katsayıları	Tutarlılık oranı
1520-2150	1	3	5	7	9	0,503	%8
1330-1510	1/3	1	3	5	7	0,260	
1090-1320	1/5	1/3	1	3	5	0,134	
751-1080	1/7	1/5	1/3	1	3	0,068	
656-750	1/9	1/7	1/5	1/3	1	0,035	

Taşkın Risk Haritasında kullanılan jeoloji faktörünün ağırlık değerleri

Jeoloji Sınıfları	Volkanik Tüf	Alüvyon	Bazalt	Sedimenter	Metamorfik	Ağırlık katsayıları	Tutarlılık oranı
Volkanik Tüf	1	1/3	3	2	5	0,230	%4
Alüvyon	3	1	5	4	7	0,485	
Bazalt	1/3	1/5	1	1/3	2	0,081	
Sedimenter	1/2	1/4	3	1	3	0,153	
Metamorfik	1/5	1/7	1/2	1/3	1	0,051	

Taşkın Risk Haritasında kullanılan toprak faktörünün ağırlık değerleri

Toprak Sınıfları	Alüvyal	Kahve-rengi	Çıplak Kayalık	Kolüvyal	Kırmızı	Bazaltik	Ağırlık katsayıları	Tutarlılık oranı
Alüvyal	1	3	3	2	5	7	0,372	%5
Kahverengi	1/3	1	1/2	1/3	1/2	3	0,089	
Çıplak Kayalık	1/3	2	1	1/2	3	5	0,168	
Organik	1/2	3	2	1	3	5	0,237	
Kırmızı	1/5	2	1/3	1/3	1	3	0,097	
Bazaltik	1/7	1/3	1/5	1/5	1/3	1	0,038	

Taşkın Risk Haritasında kullanılan akarsuya yakınlık faktörünün ağırlık değerleri

Akarsuya yakınlık Sınıfları	200	500	1000	1500	2000	Ağırlık katsayıları	Tutarlılık oranı
200	1	3	5	7	9	0,503	%8
500	1/3	1	3	5	7	0,260	
1000	1/5	1/3	1	3	5	0,134	
1500	1/7	1/5	1/3	1	3	0,068	
2000	1/9	1/7	1/5	1/3	1	0,035	

Taşkın Risk Haritasında kullanılan arazi kullanım faktörünün ağırlık değerle

Arazi kullanım	**Bahçe**	**Çayır**	**Çıplak Arazi**	**Fundalık**	**Kuru Tarım**	**Mera**	**Sulu tarım**	**Ağırlık katsayısı**	**Tutarlılık Oranı**
Bahçe	1	1/3	1/3	3	2	2	1/5	0,093	%8
Çayır	3	1	1/3	3	3	3	1/4	0,146	
Çıplak arazi	3	3	1	4	3	3	1/3	0,205	
Fundalık-Orman	1/3	1/3	1/4	1	1/2	1/2	1/7	0,038	
Kuru Tarım	1/2	1/3	1/3	3	1	2	1/5	0,078	
Mera	1/2	1/3	1/3	2	1	1	1/4	0,060	
Sulu Tarım	5	4	3	7	4	4	1	0,380	

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Selver GÜNGÖR

Uyruğu: Türkiye (T.C)

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Erciyes Üniversitesi, Harita Mühendisliği	2025
Lisans	Erciyes Üniversitesi, Harita Mühendisliği	2015-2019
Lise	Çukurova Elektrik Anadolu Lisesi, Kahramanmaraş	2011-2015

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2025-Halen	Erciyes Üniversitesi	1
2023-2024	Güngör Harita Mühendislik	1

YABANCI DİL

İngilizce

YAYINLAR

Güngör, S., & Köylü, Ü., (2025). Taşkın Riskinin Mekansal ve İstatistiksel Olarak İncelenmesi . GEOMATIK , vol.10, no.2, 241-250.