T.C.

BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

COĞRAFYA ANABİLİM DALI

KARINCA DERE (BALIKESİR) HAVZASI'NIN TAŞKIN RİSK ANALİZİ

DOKTORA TEZİ

MELİKE DURAK

BALIKESİR – 2026

T.C.

BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

COĞRAFYA ANABİLİM DALI

KARINCA DERE (BALIKESİR) HAVZASI'NIN TAŞKIN RİSK ANALİZİ

DOKTORA TEZİ

MELİKE DURAK

TEZ DANIŞMANI

PROF. DR. İSA CÜREBAL

BALIKESİR – 2026

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

TEZ ONAYI

Enstitümüzün Coğrafya Anabilim Dalı'nda 201912516003 numaralı Melike Durak'ın hazırladığı Karınca Dere (Balıkesir) Havzası'nın Taşkın Risk Analizi konulu DOKTORA tezi ile ilgili TEZ SAVUNMA SINAVI, Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliği uyarınca 31/07/2026 tarihinde yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda tezin onayına OY BİRLİĞİ ile karar verilmiştir.

Üye (Başkan) Prof. Dr. Abdullah SOYKAN	İmza
Üye (Danışman) Prof. Dr. İsa CÜREBAL	İmza
Üye Prof. Dr. Alaattin KIZILÇAOĞLU	İmza
Üye Prof. Dr. Hasan ÖZDEMİR	İmza
Üye Prof. Dr. Emre ÖZŞAHİN	İmza

Enstitü Onayı

ETİK BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı ve
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.
- Yükseköğretim Kurulu tarafından 2024 yılında yayınlanan "Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Faaliyetlerinde Üretken Yapay Zekâ Kullanımına Dair Etik Rehber" ve Üniversitemiz Sosyal Bilimler Enstitüsü Lisansüstü Çalışmalarda Üretken Yapay Zekâ Kullanımı: Etik İlkeler ve Uygulama Rehberi hakkında bilgi sahibiyim. Üretken yapay zekânın kullanılmasına ilişkin doğabilecek sorumluluklarımı kabul ettiğimi beyan ederim

10/08/2026

İmza

Melike DURAK

ÖNSÖZ

“Karınca Dere (Balıkesir) Havzası'nın Taşkın Risk Analizi” başlıklı bu çalışmada, Karınca Dere Havzası genelinde meydana gelebilecek taşkın risklerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama yöntemleri kullanılarak analiz edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma, taşkın risk analizlerinin yalnızca aşağı havza için değil, aynı zamanda yukarı havzada yer alan kırsal yerleşmelerin risk durumunun da ele alınması açısından önem taşımaktadır. Afetlere karşı önlem almak ve oluşabilecek riskleri en aza indirmek, ancak önceden yapılacak kapsamlı risk analizi çalışmaları ile mümkün olabilmektedir. Bu bağlamda, çalışma afet yönetimi ve planlama süreçlerine altlık veri sağlayarak önemli bir katkı sunmaktadır.

Lisans, yüksek lisans ve doktora öğrenimim boyunca desteğini her zaman hissettiğim, örnek aldığım ve danışmanlığımı yürüten değerli hocam Prof. Dr. İsa CÜREBAL’a; fikir ve düşüncelerini her zaman önemsediğim, desteklerini benden hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocalarım Prof. Dr. Abdullah SOYKAN, Prof. Dr. Alaattin KIZILÇAOĞLU ve Prof. Dr. Emre ÖZŞAHİN’e; tez sürecim boyunca gerek yöntemin uygulanması gerekse fikirleriyle her zaman yol gösteren değerli hocam Prof. Dr. Hasan ÖZDEMİR’e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Arazi çalışmalarında yardımlarını ve katkılarını eksik etmeyen Uzm. Furkan İNAN, Dr. Ayşe SARIDURAN, Uzm. Berkay YILMAZ ve Seher AKKUŞ’a; her anımda yanımda olan, desteklerini her zaman hissettiğim sevgili arkadaşlarım Gülcan KAYGUSUZ, Tuğçe TİLKİ, Yasemin ÖNEM ve Tarhan TİLKİ’ye sonsuz teşekkür ederim.

Hayatım boyunca verdikleri sevgi, cesaret ve moral ile bu yolda her zaman yanımda olan sevgili aileme ve halam Nurşen DURAK YÜCEL’e ne kadar teşekkür etsem azdır.

BALIKESİR, 2026 **MELİKE DURAK**

ÖZET

KARINCA DERE (BALIKESİR) HAVZASI'NIN TAŞKIN RİSK ANALİZİ

DURAK, Melike
Doktora, Coğrafya Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Prof. Dr. İsa CÜREBAL
2026, 339 Sayfa

Taşkın risk analizleri, taşkın önleme ve zarar azaltma stratejileri açısından büyük önem taşımaktadır. Bu analizler, en savunmasız bölgelerin tespit edilmesine olanak sağlamaktadır. Bu çalışmanın amacı, Balıkesir ili Burhaniye ilçesi sınırları içerisinde yer alan Karınca Dere Havzası'nda Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama yöntemleri kullanılarak taşkın risk analizlerini gerçekleştirmektir. Bu amaç doğrultusunda, öncelikle inceleme alanının fiziki özellikleri ile riskin ortaya çıkmasındaki temel etken olan zarar görebilirlik parametreleri incelenmiş ve dört farklı taşkın senaryosu oluşturulmuştur. Bu senaryolar; hidrolik düzenleme yapılarının (Reşitköy Barajı ve Bahadınlı Regülatörü) varlığı/yokluğu ile iki aşırı durum (dolusavak taşkını ve baraj yıkılması) senaryolarından oluşmaktadır. Analizlerde kullanılan altlık veriler; SYM5, maksimum akım verileri, arazi kullanımı, bina envanteri, elektrik hatları (AG-OG), su hatları (içme suyu-atıksu), doğalgaz hatları, nüfus verileri ve tarımsal ürün desenidir. Hidrolik düzenleme yapılarının varlığı/yokluğu üzerine tasarlanan senaryolar için Q5, Q10, Q50, Q100, Q500 ve Q1000 akım değerleri Gumbel EV I (Ekstrem Değer) dağılımı kullanılarak hesaplanmıştır. Dolusavak taşkını için kullanılan akım hidrografı, Reşitköy Barajı ve Bahadınlı Regülatörü teknik raporundan temin edilmiştir. Baraj yıkılmasına ait akım hidrografı ise Froehlich formülleri kullanılarak oluşturulmuştur. Sonraki aşamada, HEC-RAS yazılımı ile iki boyutlu modelleme için gerekli geometrik veriler oluşturulmuş ve taşkın derinlik ile hız haritaları üretilmiştir. Bu haritalar, ArcGIS/ArcMap 10.8 yazılımı kullanılarak DEFRA yöntemine göre taşkın tehlike haritalarına dönüştürülmüştür. Taşkın tehlike haritalarının üretilmesinin ardından, taşkın etki alanında kalan zarar görebilirlik parametrelerinin her biri için ayrı ayrı risk analizi yapılmıştır. Hidrolik düzenleme yapılarının dikkate alınmadığı senaryoya göre,

yalnızca üç kırsal mahallede taşkın riski bina risk durumu ve tarımsal risk kategorisinde incelenmiştir. Bina risk durumu açısından Sübeylidere ve Karadere kırsal mahalleleri, tarımsal risk açısından ise Şahinler kırsal mahallesi öne çıkmaktadır. Hidrolik düzenleme yapılarının dikkate alındığı senaryoda ise taşkın yayılım alanı önemli ölçüde daralmıştır. Bu senaryoya göre yalnızca akarsu kıyısında yer alan tarım arazileri ve bu araziler üzerindeki yapılar risk altındadır. Bina risk durumu genel olarak düşük seviyede olup, tarımsal risk yalnızca tek yıllık bitki tarımı yapılan arazilerde yüksektir. Hidrolik düzenleme yapıları olağan tekerrür olaylarında taşkın riskini önemli ölçüde azaltmasına rağmen, iki aşırı durum senaryosu (dolusavak taşkını ve baraj yıkılması) gibi düşük olasılık-yüksek etki senaryolarında kritik altyapı için kırılganlık belirgin şekilde devam etmektedir. Tek yıllık ürün desenlerinin tüm senaryolarda yüksek zarar olasılığı üretmesi, tarımsal sistemlerin de taşkın riskine karşı hassas olduğunu göstermektedir. Bu tür afetlere karşı öncelikle tüm senaryolarda taşkın etki alanında kalan beşeri yapılar bir plan çerçevesinde tahliye edilmelidir. Hidrolojik açıdan yetersiz bulunan köprü, menfez gibi yapılar yeniden inşa edilmelidir. Tarımsal risk için taşkın etki alanında yer alan tarım arazilerinin ürün deseni yeniden belirlenmelidir. Taşkın risk analizleri uygulandığı dönemin mevcut koşullarını yansıttığı için, afet yönetim planlarının gerçekçi sonuçlar verebilmesi adına belirli periyotlarda güncellenmelidir.

Anahtar Kelimeler: Karınca Dere Havzası, Reşitköy Barajı, Bahadınlı Regülatörü, Taşkın Risk Analizi, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS).

ABSTRACT

FLOOD RİSK ANALYSİS OF KARINCA CREEK (BALIKESİR) BASİN

DURAK, Melike
PhD Thesis, Department of Geography
Thesis Advisor: Prof. Dr. İsa CÜREBAL
2026, 339 Sayfa

Flood risk analyses are of great importance in terms of flood prevention and damage reduction strategies. These analyses enable the identification of the most vulnerable areas. The aim of this study is to conduct flood risk analyses in the Karınca Stream Basin, located within the boundaries of Burhaniye district in Balıkesir province, using Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing methods. For this purpose, the physical characteristics of the study area and the vulnerability parameters, which are the main factors in the emergence of risk, were first examined, and four different flood scenarios were developed. These scenarios consist of the presence/absence of hydraulic structures (Reşitköy Dam and Bahadınlı Regulator) and two extreme conditions (spillway flood and dam failure). The base data used in the analyses include DEM5, maximum flow data, land use, building inventory, electrical lines, water lines, natural gas lines, population data, and agricultural crop patterns. For the scenarios designed based on the presence/absence of hydraulic structures, Q5, Q10, Q50, Q100, Q500, and Q1000 flow values were calculated using the Gumbel EV I (Extreme Value) distribution. The flow hydrograph used for the spillway flood was obtained from the technical report of Reşitköy Dam and Bahadınlı Regulator. The flow hydrograph for dam failure was generated using Froehlich formulas. In the next stage, geometric data required for two-dimensional modeling were created using HEC-RAS software, and flood depth and velocity maps were produced. These maps were then converted into flood hazard maps according to the DEFRA method using ArcGIS/ArcMap 10.8 software. After producing the flood hazard maps, a separate risk analysis was applied for each vulnerability parameter within the flood impact area. According to the scenario where hydraulic structures were not considered, flood risk was examined in three rural neighborhoods under building risk and agricultural risk

categories. In terms of building risk, Sübeylidere and Karadere rural neighborhoods stand out, while Şahinler rural neighborhood is notable for agricultural risk. In the scenario where hydraulic structures were considered, the flood spread area significantly narrowed. In this case, only agricultural lands located along the riverbank and the structures on these lands are at risk. Building risk is generally low, while agricultural risk is high only in areas where annual crops are cultivated. Although hydraulic structures significantly reduce flood risk during ordinary recurrence events, vulnerability remains evident for critical infrastructure in two extreme scenarios (spillway flood and dam failure), which are low-probability but high-impact events. The fact that annual crop patterns produce a high probability of damage in all scenarios indicates that agricultural systems are also highly sensitive to flood risk. To mitigate such disasters, all human structures within the flood impact area should be evacuated under a planned framework in all scenarios. Hydrologically inadequate structures such as bridges and culverts should be reconstructed. For agricultural risk, the crop pattern of agricultural lands within the flood impact area should be redefined. Since flood risk analyses reflect the current conditions of the period in which they are applied, disaster management plans must be updated periodically to provide realistic results.

Keywords: Karınca Creek Basin, Reşitköy Dam, Bahadınlı Regulator, Flood Risk Analysis, Geography Information Systems (GIS).

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ……...iii
ÖZET……..iv
ABSTRACT……...vi
İÇİNDEKİLER.....viii
TABLOLAR LİSTESİ xi
ŞEKİLLER LİSTESİ..... xv
KISALTMALAR LİSTESİ.....xxiii
1. GİRİŞ……...1

1.1. Araştırmanın Problemi..... 6
1.2. Araştırmanın Amacı..... 12
1.3. Araştırmanın Önemi 13
1.4. Araştırmanın Varsayımları 14
1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları..... 14
1.6. Tanımlar..... 15

2. İLGİLİ ALAN YAZIN..... 16

2.1. Kuramsal Çerçeve..... 16
2.2. Konu ile İlgili Araştırmalar 18
2.3. Saha ile İlgili Araştırmalar..... 32

3. YÖNTEM……..37

3.1. Harita Tasarımı ve Analizleri 39
3.2. Morfometrik Analizler..... 41
3.3. SCS Curve Number Metodu..... 44
3.4. Maksimum Akımın Hesaplanması 47
3.5. Gumbel EV I (Extreme Value I) Dağılımı 48
3.6. İki Boyutlu Modelleme ve Taşkın Tehlike Haritalarının Oluşturulması..... 51

3.6.1. Baraj ile İlgili Taşkın Modelleri 56

3.7. Model Performansının Değerlendirilmesi 57
3.8. Zarar Görebilirlik Parametreleri ve Değerlendirmeleri 57

4. BULGULAR VE YORUMLAR..... 62

4.1. Taşkını Etkileyen Faktörler 62

4.1.1. İnceleme Alanının Genel Fiziki Coğrafya Özellikleri 62

4.1.1.1. Litoloji (Anakaya) Özellikleri..... 62
4.1.1.2. Litolojik Birimlerin Hidrojeolojik Özellikleri 69
4.1.1.2. Jeomorfolojik Özellikler 71

4.1.1.2.1. Dağlık Alanlar..... 72
4.1.1.2.2. Platoluk Alanlar..... 74
4.1.1.2.3. Ovalar..... 75

4.1.1.3. İklim Özellikleri..... 76

4.1.1.3.1. Sıcaklık..... 78

4.1.1.3.2. Yağış 81
4.1.1.3.3. Rüzgar 83
4.1.1.3.4. Nem 84
4.1.1.4. Hidrografik Özellikler 85
4.1.1.4.1. Yeraltı Suları ve Kaynaklar 86
4.1.1.4.2. Akarsular 87
4.1.1.4.3. Debi ve Akım Özlellikleri 88
4.1.1.5. Bitki Örtüsü Özellikleri 95
4.1.1.5.1. Orman Formasyonu 96
4.1.1.5.2. Çalı Formasyonu 100
4.1.1.5.3. Ot Formasyonu 101
4.1.1.6. Toprak Özellikleri 102
4.1.1.6.1. Büyük Toprak Grupları 103
4.1.1.6.1.1. Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları 103
4.1.1.6.1.2. Kahverengi Orman Toprakları 103
4.1.1.6.1.3. Alüvyal Topraklar 105
4.1.1.6.1.4. Kolüvyal Topraklar 105
4.1.1.6.2. Hidrolojik Toprak Grupları 106
4.2. Morfometrik Özelliklerin Taşkın Üretmedeki (Duyarlılık) Rolü 110
4.2.1. Çizgisel Morfometrik Özellikler 110
4.2.1.1. Çatallanma Oranı (Rb) 110
4.2.1.2. Akarsu Uzunluk Oranı (RL) 115
4.2.1.3. Tekstür Oranı (T) 117
4.2.1.4. Drenaj Tekstür Oranı (Rt) 118
4.2.1.5. Akarsu Uzunluk-Gradyan İndeksi (SL İndeks) 119
4.2.1.6. Akarsu Boyuna Profilleri 123
4.2.2. Alansal Morfometrik Özellikler 123
4.2.2.1. Uzunluk Oranı (R_e) 123
4.2.2.2. Havza Şekli (Rf) 124
4.2.2.3. Gravelius indeks (K_g) 126
4.2.2.4. Havza Asimetrisi 126
4.2.2.5. Drenaj yoğunluğu (Dd) 128
4.2.2.6. Akarsu Sıklığı (F_s) 129
4.2.3. Relief Morfometrik Özellikler 130
4.2.3.1. Eğim 130
4.2.3.2. Bakı 137
4.2.3.3. Relief Oranı (R_h) 145
4.2.3.4. Havza Reliefi (B_h) 146
4.2.3.5. Engebelilik Değeri 147
4.2.3.6. Akım Toplanma Zamanı (T_c) 148
4.2.3.7. Hipsometrik İntegral (H_i) 149
4.2.3.8. Hipsometrik Eğri (H_c) 151
4.3. Taşkın Tehlike Analizi 156

4.3.2. Yağış-Akış Modellemesi 156
4.3.3.Maksimum Akımın Hesaplanması 158
4.3.4. Taşkın Frekans Analizleri 158
4.3.5. Taşkın Haritalaması 170
4.3.5.1. Geometrik Verilerin Oluşturulması 171
4.3.6. Reşitköy Barajı ve Bahadınlı Regülatörü'nün İnşa Edilmediği Varsayımı Altında Farklı Tekrarlama Periyotlarına Göre Taşkın Tehlike Analizi 181
4.3.7. Reşitköy Barajı ve Bahadınlı Regülatörü'nün Aşağı Havzasında Baraj ve Regülatör Etkisinin Değerlendirilmesi ile Farklı Tekrarlama Periyotlarına Göre Taşkın Tehlike Analizi 199
4.3.8. Dolusavak Taşkını Senaryosuna Göre Taşkın Tehlike Analizi 204
4.3.9. Baraj Yıkılması Senaryosuna Göre Taşkın Tehlike Analizi 208
4.3.10. Model Performansının Değerlendirilmesi 212
4.4. Maruziyet - Zarar Görebilirlik Analizleri 214
4.4.1.Yerleşme Özellikleri 214
4.4.1.1. Yerleşim Birimlerinin Tarihçesi 214
4.4.1.2. Yerleşmeler ve Meskenlerin Zarar Görebilirlikleri 215
4.4.1.2.1. Kamu Yapıları 218
4.4.2. Ulaşım Sistemleri 223
4.4.3. Elektrik Hatları 225
4.4.4. Doğalgaz Hatları 228
4.4.5. Su ve Kanalizasyon Hatları 230
4.4.6. Tarımsal Faaliyetler 233
4.4.7. Sanayi Faaliyetleri 236
4.4.8. Turizm Faaliyetleri 240
4.4.9. Nüfus Özellikleri 242
4.4.10. Kültürel Özellikler 249
4.5. Taşkın Risk Analizleri 258
4.5.1. Reşitköy Barajı ve Bahadınlı Regülatörü'nün İnşa Edilmediği Varsayımı Altında Farklı Tekrarlama Periyotlarına Göre Taşkın Risk Analizi 258
4.5.2. Reşitköy Barajı ve Bahadınlı Regülatörü'nün Aşağı Havzasında Baraj ve Regülatör Etkisinin Değerlendirilmesi ile Farklı Tekrarlama Periyotlarına Göre Taşkın Risk Analizi 260
4.5.3. Dolusavak Taşkını Senaryosuna Göre Taşkın Risk Analizi 261
4.5.4. Baraj Yıkılması Senaryosuna Göre Taşkın Risk Analizi 272
5. SONUÇ VE ÖNERİLER 285
5.1. Sonuçlar 285
5.2. Öneriler 290
KAYNAKÇA……..291

TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1. Morfometrik Parametreler ve Matematiksel İfadeleri 43

Tablo 2. AMC Sınıfları İçin Mevsimsel Yağış Sınırları..... 46

Tablo 3. AGİ'lere Ait 1965 - 2021 Yılları Arasında Ölçülmüş Maksimum Akım Verileri..... 50

Tablo 4. Model İçin Taşkın Yatağı ve Akarsu Yatakları İçin Kullanılan Manning's N Değerleri 52

Tablo 5. Taşkın Derinlik-Hız ve Arazi Örtüsü Kullanımlarına Göre Df Oranı..... 55

Tablo 6. İnsan ve Binalara Ait Taşkın Tehlike Sınıfları..... 56

Tablo 7. Çalışmada Kullanılacak Olan Yöntemin İş Akışını Gösteren Tablo..... 61

Tablo 8. Burhaniye'nin Minimum, Maksimum ve Ortalama Sıcaklıkları (1974-2021) 79

Tablo 9. Burhaniye Aylık Ortalama Yağış Değerleri 82

Tablo 10. Burhaniye'de Aylara Göre Ortalama Nispi Nem Oranları..... 85

Tablo 11. Karadere Bahadınlı AGİ Ortalama ve Maksimum Akım Verileri 91

Tablo 12. Karınca D. Reşitköy AGİ Ortalama ve Maksimum Akım Verileri..... 92

Tablo 13. Karınca Dere Havzası Çatallanma Oranı (R_b)..... 111

Tablo 14. Karınca Dere Havzası Alt Havzalarına Ait Çatallanma Oranları (R_b)... 111

Tablo 15. Karınca Dere Havzası'nın Uzunluk Oranı (R_l)..... 116

Tablo 16. Karınca Dere Havzası Alt Havzalarına Ait Uzunluk Oranları (R_l)..... 116

Tablo 17. Karınca Dere Havzası'nın Tekstür Oranı (T)..... 117

Tablo 18. Karınca Dere Havzası Alt Havzalarına Ait Tekstür Oranları (T)..... 118

Tablo 19. Karınca Dere Havzası'nın Drenaj Tekstür Oranı (R_t)..... 118

Tablo 20. Karınca Dere Havzası Alt Havzalarına Ait Drenaj Tekstür Oranları (R_t) 119

Tablo 21. Karınca Dere Havzası'nın Uzunluk Oranı (R_e)..... 124

Tablo 22. Karınca Dere Havzası Alt Havzalarına Ait Uzunluk Oranları (R_e)..... 124

Tablo 23. Karınca Dere Havzası'nın Havza Şekli (R_f) Değeri 125

Tablo 24. Karınca Dere Havzası Alt Havzalarına Ait Havza Şekli (R_f) Değerleri 125

Tablo 25. Karınca Dere Havzası'nın Gravelius İndeks (K_g) Değeri..... 126

Tablo 26. Karınca Dere Havzası'nın Asimetri Faktörü (AF) Değeri..... 127

Tablo 27. Karınca Dere Havzası Alt Havzalarına Ait Asimetri Faktörü (AF) Değerleri 127

Tablo 28. Karınca Dere Havzası Alt Havzalarına Ait Gravelius İndeks (K_g) Değerleri 128

Tablo 29. Karınca Dere Havzası'nın Drenaj Yoğunluğu (D_d)Değeri 129

Tablo 30. Karınca Dere Havzası Alt Havzalarına Ait Drenaj Yoğunluğu (D_d) Değerleri 129

Tablo 31. Karınca Dere Havzası'nın Akarsu Sıklığı (F_s)Değeri 130

Tablo 32. Karınca Dere Havzası Alt Havzalarına Ait Akarsu Sıklığı (F_s)Değerleri 130

Tablo 33. Karınca Dere Havzası'nın Eğim Özellikleri ve Afet Türü İlişkisi..... 131

Tablo 34. Alt Havzaların Eğim Özelliklerinin Alansal Dağılışları 132

Tablo 35. Karınca Dere Havzası'nın Bakı Özelliklerinin Alansal ve Oransal Dağılışı 138

Tablo 36. Karınca Dere Havzası Alt Havzalarına Ait Bakı Oranları ve Diagramları 139

Tablo 37. Karınca Dere Havzası'nın Relief Oranı (R_h)Değeri..... 145

Tablo 38. Karınca Dere Havzası Alt Havzalarına Ait Relief Oranı (R_h)Değerleri. 145

Tablo 39. Karınca Dere Havzası'nın Havza Reliefi (B_h)Değeri 146

Tablo 40. Karınca Dere Havzası Alt Havzalarına Ait Havza Reliefi (B_h)Değerleri 147

Tablo 41. Karınca Dere Havzası'nın Engebelilik Değeri (R_n)Değeri 148

Tablo 42. Karınca Dere Havzası Alt Havzalarına Ait Engebelilik Değeri (R_n)Değerleri 148

Tablo 43. Karınca Dere Havzası'nın Akım Toplanma Zamanı (T_c) Değeri 149

Tablo 44. Karınca Dere Havzası Alt Havzalarına Ait Akım Toplanma Zamanı (T_c) Değerleri 149

Tablo 45. Karınca Dere Havzası'nın Hipsometrik İntegral (H_i)Değeri 150

Tablo 46. Karınca Dere Havzası Alt Havzalarına Ait Hipsometrik İntegral (H_i) Değerleri 151

Tablo 47. Her Bir Arazi Kullanımı/Örtüsü ve Hidrolojik Toprak Grubuna Ait CN Değerleri 157

Tablo 48. Alt Havzaların Değişik Şartlara Ait CN Değerleri..... 158

Tablo 49. Karınca ve Karadere Ana Kollarına Üzerinde Yer Alan AGİ Akım Verilerinin Tekrarlama Sıklıkları Tablosu 161

Tablo 50. Alt Havzaların SCS-CN Yağış Akış Metodu ile Üretilmiş Yıllık Maksimum Akım Tablosu 162

Tablo 51. Alt Havzalara Ait SCS-CN Akım Verilerinin Tekrarlama Sıklıkları Tablosu 163

Tablo 52. Alt Havzalara Ait Gumbel Ev I (Ekstrem Değer I) Dağılımı (SCS-CN Metodu ile Üretilmiş Akım Değerleri Kullanılmıştır.)..... 164

Tablo 53. AGİ Verilerine Ait Gumbel Ev I (Ekstrem Değer I) Dağılımı 165

Tablo 54. AGİ Akım Verilerinin Shreve Çatallanma Oranı Dikkate Alınarak Alt Havzalara Dağıtılmış Yıllık Maksimum Akımlarının Olasılık Tekrarlanma Sıklıkları Tablosu 167

Tablo 55. Shreve Çatallanma Oranına Göre Alt Havzalara Dağıtılmış AGİ Akım Verilerinin Gumbel Ev I (Ekstrem Değer I) Dağılımı (Baraj ve Regülatör Dikkate Alınmamıştır.) 169

Tablo 56. Shreve Çatallanma Oranına Göre Alt Havzalara Dağıtılmış AGİ Akım Verilerinin Gumbel Ev I (Ekstrem Değer I) Dağılımı (Baraj ve Regülatör Dikkate Alınmıştır.) 169

Tablo 57. Gedik Aşınma Zamanları ve Pik Akım Değerleri 178

Tablo 58. Karınca Dere Farklı Senaryolara Ait Taşkınların Sayısal Özellikleri 210

Tablo 59. Alt Havzalara Ait Taşkınların Sayısal Özellikleri 212

Tablo 60. İnceleme Alanındaki Yerleşmelerin Yapı Özellikleri 218

Tablo 61. Burhaniye İlçesi Kamu Kurumları ve Personel Sayısı Bilgileri Tablosu221

Tablo 62. Farklı Senaryolara Göre Taşkın Yayılış Alanında Kalan Bina Türlerinin Mahallelere Göre Dağılışı 222

Tablo 63. Alçak Gerilim (AGHAT) ve Orta Gerilim (OGHAT) Zarar Görebilirlik Değerlerinin Mahallelere Göre Dağılımı..... 226

Tablo 64. Doğalgaz Hatları Zarar Görebilirlik Değerlerinin Mahallelere Göre Dağılımı 229

Tablo 65. Doğalgaz Boru Hatlarının Özellikleri 229

Tablo 66. İçme Suyu ve Atıksu Hatlarının Zarar Görebilirlik Değerlerinin Mahallelere Göre Dağılımı 232

Tablo 67. Burhaniyede Yetiştirilen Tarım Ürünlerinin Dağılımı 236

Tablo 68. Şarköy Organize Sanayi Bölgesi'nde Yer Alan Fabrikalar OSB..... 239

Tablo 69. Karınca Dere Havzası Mahalle Nüfusu Verilerinin Cinsiyete Göre Dağılım Tablosu 245

Tablo 70. Karınca Dere Havzası'nda Mahalle Nüfusu Dağılımına Göre Zarar Görebilirlik Özellikleri Tablosu 246

Tablo 71. Karınca Dere Havzası'nda Mahalle Nüfusu Yoğunluğuna Göre Zarar Görebilirlik Özellikleri Tablosu 247

Tablo 72. Karınca Dere Havzası'nda Mahalle Nüfusuna Göre Zarar Görebilirlik Özellikleri Tablosu 248

Tablo 73. Karınca Dere Havzası Arazi Kullanım Özelliklerinin Alansal Dağılımı 253

Tablo 74. Karınca Dere Havzası Farklı Senaryolara Göre Taşkın Yayılış Alanlarının Kapladığı Arazi Kullanım Türleri 255

Tablo 75. Karınca Dere Havzası Alt Havzalarının Farklı Senaryolara Göre Taşkın Yayılış Alanlarının Kapladığı Arazi Kullanım Türleri 256

Tablo 76. Farklı Taşkın Sıklık Senaryolarına Göre Kırsal Mahallelerde Yer Alan Yapıların Risk Durumlarının Dağılımı 259

Tablo 77. Karınca Dere Havzası Alt Havzalarının Farklı Senaryolara Göre Taşkın Yayılış Alanlarının Kapladığı Arazi Kullanım Türleri 260

Tablo 78. Farklı Senaryolara Göre Reşitköy Barajı ve Bahadınlı Regülatörü'nün Aşağı Havzasında Kalan Yapıların Mahallelere Göre Dağılımı ve Risk Durumu.. 270

Tablo 79. Karınca Dere Havzası Farklı Senaryolara Göre Taşkın Yayılış Alanlarının Kapladığı Arazi Kullanım Türleri 271

Tablo 80. Dolusavak Taşkını Senaryosuna Göre Doğalgaz Hatlarının Taşkın Etki Durumu 271

Tablo 81. Dolusavak Taşkını Senaryosuna Göre İçme Suyu ve Atıksu Hatlarının Taşkın Etki Durumu 272

Tablo 82. Dolusavak Taşkını Senaryosuna Göre Alçak Gerilim (AGHAT) ve Orta Gerilim (OGHAT) Hatlarının Taşkın Etki Durumu 272

Tablo 83. Baraj Yıkılması Senaryosuna Göre Doğalgaz Hatlarının Taşkın Etki Durumu 282

Tablo 84. Dolusavak ve Baraj Yıkılması Taşkın Risk Senaryolarına Göre Oluşacak Ekonomik Kayıplar 282

Tablo 85. Baraj Yıkılması Senaryosuna Göre Alçak Gerilim (AGHAT) ve Orta Gerilim (OGHAT) Hatlarının Taşkın Etki Durumu 283

Tablo 86. Baraj Yıkılması Senaryosuna Göre İçme Suyu ve Atıksu Hatlarının Taşkın Etki Durumu 284

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. 1980-1999 ve 2000-2019 Yılları Arasında Dünyada Meydana Gelen Afetler ve Etkileri Kaynak: UNDRR and CRED (2019)..... 2
Şekil 2. 1980-1999 ve 2000-2019 Yılları Arasındaki Dönemde Dünyada Yaşanan Afetler ve Sayıları Kaynak: UNDRR and CRED (2019)..... 2
Şekil 3. 2000-2019 Yılları Arasını Kapsayan Dönemde Dünyada Meydana Gelen Afetler ve Yüzdeleri Kaynak: UNDRR and CRED (2019)..... 3
Şekil 4. 2000-2019 Yılları Arasını Kapsayan Dönemde Dünyada Meydana Gelen Afetlerden Etkilenen Toplam Kişi Sayısı ve Yüzdeleri Kaynak: UNDRR and CRED (2019)..... 3
Şekil 5. Karınca Dere Havzası Lokasyon Haritası Kaynak: Orijinal..... 5
Şekil 6. Karınca Dere Havzası'nda Yaşanan Taşkınlara Ait Gazete Haberleri Kaynak: Devrim Gazetesi..... 8
Şekil 7. 02 Kasım 2012 Tarihinde Edremit Körfezinde Etkili Olan Su Baskınlarına Ait Gazete Haberi Kaynak: Zeytin Efe Gazetesi..... 9
Şekil 8. Karadere Kırsal Mahallesi Yapay Kanalda Oluşan Zarar (16.01.2024) Kaynak: Orijinal..... 10
Şekil 9. Karadere Kırsal Mahallesi Yapay Kanalın Onarılmış Halinin Görüntüsü (23.01.2024) Kaynak: Orijinal..... 10
Şekil 10. Akarsuyun Akış Yönüne Göre Sol Tarafında Kalan Yerleşmelere Ait Görüntü (Bahadınlı Kırsal Mahallesinin Karadere Kırsal Mahallesine Doğru Çıkışında) 23.01.2024 Kaynak: Orijinal. 10
Şekil 11. Akarsuyun Taşkın Anında Yatak Değiştirerek Çarpak Noktasını Aşındırdığı Nokta ve DSİ'nin Demonstrasyon Çalışması (23.01.2024) Kaynak: Orijinal..... 10
Şekil 12. Sübeylidere Kırsal Mahallesi'nde 18.07.2017 Tarihinde Meydana Gelen Sel Afeti Kaynak: Orijinal..... 11
Şekil 13. Çalışmada Kullanılan Başlıca Materyaller..... 38
Şekil 14. Bahadınlı Kırsal Mahallesinin Batısında Kara Dere Anakolu Yatağındaki Alüvyal Depolar Kaynak: Orijinal..... 52
Şekil 15. Karadere Anakolu Üzerinde Yer Alan Köprü Ölçümleri Kaynak: Orijinal..... 53
Şekil 16. Karınca Dere Anakolu Yapay Kanalın Başlangıç Noktası Akarsuyun Kaynağından Mansabına Doğru Çekilmiş Fotoğraf Kaynak: Orijinal..... 53
Şekil 17. Karınca Dere Anakolu Yapay Kanalın Bitiş Noktası Akarsuyun Mansabından Kaynağına Doğru Çekilmiş Fotoğraf Kaynak Orijinal..... 54
Şekil 18. Karadere Kırsal Mahallesi Karadere Anakolu Yapay Kanal Ölçümleri Kaynak: Orijinal..... 54
Şekil 19. Karınca Dere Havzası'nın Jeoloji Haritası Kaynak Orijinal..... 63
Şekil 20. Sübeylidere Yerleşmesinin Girişinde Yolun Sol Tarafında Fiziksel Parçalamaya Aynı Zamanda Hidrasyona Maruz Kalan Bazalt Blokları Dokanağında Granitler Kaynak: Orijinal..... 65
Şekil 21. Şarköy'ün Güneyinde Kireçtaşı, Kumtaşı, Kiltaşı, Çamurtaşı ve Silttaşı Neojen Gölsel Ortamda Gelen Malzemeye Göre Ardalanmıştır Kaynak: Orijinal... 66
Şekil 22. Neojene Ait Andezitler Üzerinde Gelişmiş Pseudo Karstik Şekiller Kaynak: Orijinal..... 68

Şekil 23. Dağlık Sahadan Batıya Burhaniye ve Edremit Ovalarına Bakış Kaynak: Orijinal..... 72
Şekil 24. Kırtık Kırsal Mahallesi Yolu Üzerinden Güneydoğu Yönüne Doğru Bakış Kaynak: Orijinal 73
Şekil 25. Karınca Dere Havzası'nın Yükselti Basamakları Haritası Kaynak: Orijinal 74
Şekil 26. Karınca Dere Havzası'nın Jeomorfoloji Haritası Kaynak: Orijinal 76
Şekil 27. Thornthwaite İklim Sınıflandırması'na Göre Burhaniye İstasyonu Su Bilançosu Kaynak: Orijinal 78
Şekil 28. Karınca Dere Havzası'nın Ortalama Sıcaklık Dağılışı Haritası Kaynak: Orijinal..... 80
Şekil 29. Burhaniye (1974 – 2021) Aylık Minimum, Ortalama ve Maksimum Sıcaklık Grafiği Kaynak: Orijinal..... 81
Şekil 30. Burhaniye'nin Aylık Toplam Yağış ve Aylık Ortalama Sıcaklık Grafiği (1974-2021) Kaynak: Orijinal 82
Şekil 31. Karınca Dere Havzası'nın Yağış Dağılışı Haritası Kaynak: Orijinal 83
Şekil 32. Burhaniye Yıllık Ortalama Rüzgâr Gülü Diyagramı Kaynak: Orijinal 84
Şekil 33. Bahadınlı Kırsal Mahallesi (Karadere) Akarsuyun Aşağı Havzasına Doğru Çekilmiş Fotoğraf (2022 Mart) Kaynak: Orijinal 89
Şekil 34. Karınca Anakolu Üzerinde Yer Alan DSİ Reşitköy AGİ'nin Bulunduğu Noktadan Yukarı Havzaya Doğru Çekilmiş Fotoğraf (2026 Ocak) Kaynak: Orijinal 90
Şekil 35. Karınca Dere Yatak Düzenlemesi Yapılan Alandan Akarsuyun Mansabına Doğru Çekilmiş Bir Fotoğraf (2022 Mart) Kaynak: Orijinal 90
Şekil 36. Karınca Ana Kolu Üzerinde Yer Alan AGİ'ye Ait Ortalama ve Maksimum Akım Verileri Kaynak: Orijinal..... 93
Şekil 37. Karedere Ana Kolu Üzerinde Yer Alan AGİ'ye Ait Ortalama ve Maksimum Akım Verileri Kaynak: Orijinal..... 93
Şekil 38. Karınca Ana Kolu Üzerinde Yer Alan AGİ'ye Ait Ortalama Akım Verileri Kaynak: Orijinal 94
Şekil 39. Karadere Ana Kolu Üzerinde Yer Alan AGİ'ye Ait Ortalama Akım Verileri Kaynak: Orijinal 94
Şekil 40. Kızılçam Ormanları Kaynak: Orijinal..... 98
Şekil 41. Kaplansivrisi Tepe Civarında Karaçamlar Saf Birlikler Oluşturur Kaynak: Orijinal..... 99
Şekil 42. Kızılçamların Tahrip Edildiği Yerlerde Hâkim Duruma Geçen Maki Toplulukları Kaynak: Orijinal 99
Şekil 43. Meşe Toplulukları ve Dağların Zirve Kesimlerinde Karaçamlar Kırtık Kırsal Mahallesi Yolu Üzerinden Güneydoğu Yönlü Çekilmiş Fotoğraf Kaynak: Orijinal 100
Şekil 44. Karınca Dere Havzası'nın NDVI Değerleri Haritası Kaynak: Orijinal ... 102
Şekil 45. Avunduk Kırsal Mahallesi Çevresinde Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları / Hidrolojik Toprak Gruplarına Göre D Grubundaki Topraklar Kaynak: Orijinal..... 104
Şekil 46. Avunduk Kırsal Mahallesi Çevresinde Tüfler Üzerinde Gelişmiş Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları / Hidrolojik Toprak Gruplarına Göre D Grubundaki Topraklar Kaynak: Orijinal 104
Şekil 47. Reşitköy Barajı Çevresinde Kahverengi Orman Toprakları / Hidrolojik Toprak Gruplarına Göre B Grubundaki Topraklar Kaynak: Orijinal..... 105

Şekil 48. Burhaniye Ovası Büyük Toprak Gruplarına Göre Alüvyal Topraklar / Hidrolojik Toprak Gruplarına Göre C Grubundaki Topraklar Kaynak: Orijinal 107
Şekil 49. Şahinler Kırsal Mahallesi Çevresindeki Kolüvyal Topraklar / Hidrolojik Toprak Gruplarına Göre C Grubundaki Topraklar Kaynak: Orijinal..... 107
Şekil 50. Karınca Dere Havzası Büyük Toprak Grupları (BTG) Haritası Kaynak: Orijinal..... 108
Şekil 51. Karınca Dere Havzası'nın Hidrolojik Toprak Grupları (HTG) Haritası Kaynak: Orijinal 109
Şekil 52. Alanbey Dere ve Karadere (Bahadınlı) Alt Havzalarının Çatallanma Oranı Haritaları Kaynak: Orijinal..... 112
Şekil 53. Karınca Dere Havzası'nın Çatallanma Oranı Haritası Kaynak: Orijinal.. 113
Şekil 54. Karadere (Karadere), Hıyarlık Dere ve Karranocağı Dere Havzalarının Çatallanma Oranı Haritaları Kaynak: Orijinal 114
Şekil 55. Bahçecik Dere (Sübeylidere), Karınca 1 ve 2, Suçöven Dere (Kurucaoluk Yaylası) ve Ballı Dere (Şahinler) Havzalarının Çatallanma Oranı Haritaları Kaynak: Orijinal..... 115
Şekil 56. Karınca Dere Havzası'nın SL İndeks Değerleri Kaynak: Orijinal 120
Şekil 57. Karadere Havzası (Bahadınlı Kırsal Mahallesi)'nın SL İndeks Değerleri Kaynak: Orijinal 120
Şekil 58. Karadere Havzası (Karadere Kırsal Mahallesi)'nın SL İndeks Değerleri Kaynak: Orijinal 120
Şekil 59. Ballı Dere Havzası (Şahinler Kırsal Mahallesi)'nın SL İndeks Değerleri Kaynak: Orijinal 120
Şekil 60. Suçöven Dere Havzası (Kurucaoluk Yaylası)'nın SL İndeks Değerleri Kaynak: Orijinal 121
Şekil 61. Karranocağı Dere Havzası (Karadere Kırsal Mahallesi)'nın SL İndeks Değerleri Kaynak: Orijinal..... 121
Şekil 62. Bahçecik Dere Havzası (Sübeylidere Kırsal Mahallesi)'nın SL İndeks Değerleri Kaynak: Orijinal 121
Şekil 63. Hıyarlık Dere Havzası (Karadere Kırsal Mahallesi)'nın SL İndeks Değerleri Kaynak: Orijinal 121
Şekil 64. Karınca 1 Alt Havzası (Hürriyet Mahallesi)'nın SL İndeks Değerleri Kaynak: Orijinal..... 122
Şekil 65. Alanbey Dere Havzası (Bahadınlı Kırsal Mahallesi)'nın SL İndeks Değerleri Kaynak: Orijinal 122
Şekil 66. Karınca 2 Alt Havzası (Şarköy Kırsal Mahallesi)'nın SL İndeks Değerleri Kaynak: Orijinal 122
Şekil 67. Çeşmebaşı Dere Havzası (Yunuslar Kırsal Mahallesi)'nın SL İndeks Değerleri Kaynak: Orijinal 122
Şekil 68. Karınca Dere'nin İki Anakoluna Ait Profiller Kaynak: Orijinal..... 123
Şekil 69. Karınca Dere Havzası'nın Eğim Haritası Kaynak: Orijinal 134
Şekil 70. Karadere (Bahadınlı) ve Alanbey Dere Havzalarının Eğim Haritası Kaynak: Orijinal..... 135
Şekil 71. Karadere (Karadere), Karranocağı Dere ve Hıyarlık Dere Havzalarının Eğim Haritası Kaynak: Orijinal 136
Şekil 72. Bahçecik Dere, Suçöven Dere, Ballı Dere, Karınca 1 ve Karınca 2 Havzalarının Eğim Haritası Kaynak: Orijinal 137
Şekil 73. Karınca Dere Havzası'nın Bakı Haritası Kaynak: Orijinal 141
Şekil 74. Karadere (Karadere), Karranocağı Dere Ve Hıyarlık Dere Havzalarının Bakı Haritası Kaynak: Orijinal 142

Şekil 75. Karadere (Bahadınlı) ve Alanbey Dere Havzalarının Bakı Haritası Kaynak: Orijinal..... 143
Şekil 76. Bahçecik Dere, Suçöven Dere, Ballı Dere, Karınca 1 ve Karınca 2 Havzalarının Bakı Haritası Kaynak: Orijinal..... 144
Şekil 77. Karınca Dere Havzası'nın Hipsometrik Eğrisi Kaynak: Orijinal 152
Şekil 78. Karınca Dere Alt Havzalarına Ait Hipsometrik Eğriler Kaynak: Orijinal153
Şekil 79. Çizgisel Morfometri Taşkın Etki Durumu Haritası Kaynak: Orijinal 154
Şekil 80. Alansal Morfometri Taşkın Etki Durumu Haritası Kaynak: Orijinal 155
Şekil 81. Relief Morfometrisi Taşkın Etki Durumu Kaynak: Orijinal..... 155
Şekil 82. Morfometri Taşkın Etki Durumu Haritası Kaynak: Orijinal 156
Şekil 83. Alt Havzaların SCS-CN Yağış Akış Metodu ile Üretilmiş Yıllık Maksimum Akımları Kaynak: Orijinal..... 160
Şekil 84. AGİ Verilerine Ait Gumbel Ev I (Ekstrem Değer I) Dağılımı Kaynak: Orijinal..... 165
Şekil 85. Alt Havzalara Ait Gumbel Ev I (Ekstrem Değer I) Dağılımı (SCS-CN Metodu İle Üretilmiş Akım Değerleri Kullanılmıştır.) Kaynak: Orijinal..... 166
Şekil 86. AGİ Akım Verilerinin Shreve Çatallanma Oranı Dikkate Alınarak Alt Havzalara Dağıtılmış Yıllık Maksimum Akımlarının Olasılık Tekrarlanma Yüzdeleri Kaynak: Orijinal 168
Şekil 87. Shreve Çatallanma Oranına Göre Alt Havzalara Dağıtılmış AGİ Akım Verilerinin Gumbel Ev I (Ekstrem Değer I) Dağılımı Kaynak: Orijinal..... 170
Şekil 88. HEC-RAS'ta Karınca Dere Üzerine Eklenmiş Köprü Yapılarına Bir Örnek (Karınca Dere Yatak Düzenlemesinin Bittiği Noktadaki Köprüye Ait Profiller) Kaynak: Orijinal 172
Şekil 89. Karınca Dere Üzerinde Yer Alan Burhaniye Küçük Sanayi Sitesinin Bulunduğu Alandaki Köprü Kaynak: DSİ (2023) Kaynak: Orijinal 173
Şekil 90. Hidrolojik Açıdan Yetersiz Bulunan ve Yenileme Çalışmaları Devam Eden Ören Mahallesi İle Öğretmenler Mahallesi Arasında Yer Alan Köprü Kaynak: Orijinal 173
Şekil 91. Reşitköy Barajı Gövde Geometrisi ve HEC-RAS Üzerinden Tanımlanan Gedik Oluşum Parametreleri Arayüzü Kaynak: Orijinal 174
Şekil 92. Reşitköy Barajı Hidrolik Yapıları: Dolusavak Deşarj Kanalı ve Enerji Kırıcı Havuz ile Birlikte Baraj Kret Ve Gövde Yapısının Mansaptan Görünüşü Kaynak: Orijinal..... 175
Şekil 93. Reşitköy Barajı Rezervuar Alanı ve Gövde Memba Yüzünün Genel Görünümü Kaynak: Orijinal 176
Şekil 94. Gedik Akım Hidrografı Kaynak: Orijinal 178
Şekil 95. HEC-RAS Flow Hydrograph Örneği (Baraj ve Regülatörün Dikkate Alınmadığı 100 Yıllık Taşkın Senaryosuna Ait Hidrograf) Kaynak: Orijinal 179
Şekil 96. Dolusavak Taşkını Taşkın Hidrografı..... 180
Şekil 97. HEC-RAS Unsteady Flow Analysis Örneği (Baraj ve Regülatörün Dikkate Alınmadığı 100 Yıllık Taşkın Senaryosuna Ait) Kaynak: Orijinal 181
Şekil 98. Ören Mahallesi Karınca Dere Dirsek Yaptığı Alandan Yukarı Havzaya Doğru Çekilmiş Fotoğraf (2022 Mart) Kaynak: Orijinal 186
Şekil 99. Öğretmenler Mahallesi Yukarı Havzaya Doğru Çekilmiş Fotoğraf Kaynak: Orijinal..... 186
Şekil 100. Sübeylidere Kırsal Mahallesi Aşağı Havzaya Doğru Çekilmiş Fotoğraf Kaynak: Orijinal 187
Şekil 101. Kurucaoluk Yaylası Aşağı Havzaya Doğru Çekilmiş Fotoğraf Kaynak: Orijinal..... 187

Şekil 102. Yunuslar Kırsal Mahallesi Yukarı Havzaya Doğru Çekilmiş Fotoğraf Kaynak: Orijinal 187
Şekil 103. Karadere Kırsal Mahallesi Aşağı Havzaya Doğru Çekilmiş Fotoğraf Kaynak: Orijinal 187
Şekil 104. Şahinler Kırsal Mahallesi Aşağı Havzaya Doğru Çekilmiş Fotoğraf Kaynak: Orijinal 187
Şekil 105. Bahadınlı Kırsal Mahallesi Aşağı Havzaya Doğru Çekilmiş Fotoğraf Kaynak: Orijinal 187
Şekil 106. A-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / B-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / C-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / D-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / E-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / F-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / G-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / H-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / I-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası Kaynak: Orijinal..... 188
Şekil 107. A-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / B-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / C-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / D-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / E-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / F-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / G-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / H-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / I-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası Kaynak: Orijinal..... 189
Şekil 108. Karadere Kırsal Mahallesi A-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / B-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / C-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / D-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / E-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / F-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / G-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / H-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / I-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası Kaynak: Orijinal 190
Şekil 109. Karadere Kırsal Mahallesi A-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / B-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / C-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / D-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / E-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / F-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / G-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / H-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / I-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası Kaynak: Orijinal 191
Şekil 110. Kurucaoluk Yaylası A-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / B-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / C-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / D-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / E-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / F-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / G-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / H-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / I-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası Kaynak: Orijinal..... 192
Şekil 111. Kurucaoluk Yaylası A-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / B-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / C-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / D-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / E-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / F-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / G-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / H-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / I-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası Kaynak: Orijinal 193
Şekil 112. Şahinler Kırsal Mahallesi A-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / B-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / C-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / D-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / E-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / F-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / G-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / H-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / I-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası Kaynak: Orijinal 194

Şekil 113. Şahinler Kırsal Mahallesi A-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / B-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / C-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / D-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / E-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / F-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / G-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / H-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / I-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası Kaynak: Orijinal 195
Şekil 114. Sübeylidere Kırsal Mahallesi A-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / B-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / C-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / D-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / E-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / F-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / G-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / H-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / I-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası Kaynak: Orijinal 196
Şekil 115. Sübeylidere Kırsal Mahallesi A-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / B-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / C-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / D-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / E-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / F-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / G-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / H-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / I-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası Kaynak: Orijinal..... 197
Şekil 116. Yunuslar Kırsal Mahallesi A-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / B-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / C-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / D-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / E-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / F-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / G-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / H-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / I-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası Kaynak: Orijinal 198
Şekil 117. Yunuslar Kırsal Mahallesi A -) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / B-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / C-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / D-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / E-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / F-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / G-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / H-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / I-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası Kaynak: Orijinal 199
Şekil 118. Reşitköy Barajı Ve Bahadınlı Regülatörü'nün Etki Alanı Haritası Kaynak: Orijinal..... 201
Şekil 119. A-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / B-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / C-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / D-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / E-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / F-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / G-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / H-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / I-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası Kaynak: Orijinal..... 202
Şekil 120. A-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / B-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / C-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / D-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / E-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / F-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / G-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / H-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / I-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası Kaynak: Orijinal 203
Şekil 121. A -) Dolusavak Taşkını 7. Saat Derinlik Haritası / B-) Dolusavak Taşkını 7. Saat Hız Haritası / C-) Dolusavak Taşkını 7. Saat Tehlike Haritası / D-) Dolusavak Taşkını 14. Saat Derinlik Haritası / E-) Dolusavak Taşkını 14. Saat Hız Haritası / F-) Dolusavak Taşkını 14. Saat Tehlike Haritası / G-) Dolusavak Taşkını 21. Saat Derinlik Haritası / H-) Dolusavak Taşkını 21. Saat Hız Haritası / I-) Dolusavak Taşkını 21. Saat Tehlike Haritası / İ-) Dolusavak Taşkını 28. Saat Derinlik Haritası / J-) Dolusavak

Taşkını 28. Saat Hız Haritası / K-) Dolusavak Taşkını 28. Saat Tehlike Haritası Kaynak: Orijinal 207
Şekil 122. A -) Dolusavak Taşkını Pik Akım Derinlik Haritası / B-) Dolusavak Taşkını Pik Akım Hız Haritası / C-) Dolusavak Taşkını Pik Akım Tehlike Haritası / D-) Baraj Yıkılması Taşkını Pik Akım Derinlik Haritası / E-) Baraj Yıkılması Taşkını Pik Akım Hız Haritası / F-) Baraj Yıkılması Taşkını Pik Akım Tehlike Haritası Kaynak: Orijinal 211
Şekil 123. 500 Yıllık Taşkın Senaryosuna Ait Derinlik Ölçümü Kaynak: Orijinal 213
Şekil 124. 16 Ocak 2024 Tarihli Taşkın Esnasında Yapılan Derinlik Ölçümleri Kaynak: Orijinal 213
Şekil 125. 500 Yıllık Taşkın Senaryosuna Ait Taşkın Yayılım Alanı ile 16 Ocak 2024 Taşkını Envanter Alanının Karşılaştırılması Kaynak: Orijinal 213
Şekil 126. Ören Mahallesi Zemin Katlı Binalara Örnek Kaynak: Orijinal 217
Şekil 127. Ören Mahallesi Zeminüstü 1 Katlı Binalara Örnek Kaynak: Orijinal ... 217
Şekil 128. Öğretmenler Mahallesi Zeminüstü 3 ve Üzeri Katlı Binalara Örnek Kaynak: Orijinal 217
Şekil 129. Öğretmenler Mahallesi Zeminüstü 2 Katlı Binalara Örnek Kaynak: Orijinal 217
Şekil 130. Burhaniye Kaymakamlık Binası Kaynak: Orijinal 220
Şekil 131. Balıkesir Büyükşehir Belediyesi Ek Hizmet Binası Kaynak: Orijinal .. 220
Şekil 132. Burhaniye Belediyesi Binası Kaynak: Orijinal 220
Şekil 133. Karınca Dere Havzası Yollar Haritası Kaynak: Orijinal..... 224
Şekil 134. Burhaniye Elektrik İletim ve Dağıtım Hatları Haritası Kaynak: Orijinal 227
Şekil 135. Burhaniye Doğalgaz Hatlarının Dağılışı Haritası Kaynak: Orijinal 230
Şekil 136. Burhaniye Su ve Kanalizasyon Hatları Haritası Kaynak: Orijinal..... 233
Şekil 137. Burhaniye Ovası'nda Tarımsal Faaliyetler (Yulaf, Brüksel Lahanası, Lahana, Enginar ve Kereviz Tarımı) Kaynak: Orijinal 234
Şekil 138. Burhaniye Ovası'nda Tarımsal Faaliyetler (Domates, Kabak, Enginar, Salatalık ve Sivribiber Tarımı) Kaynak: Orijinal 235
Şekil 139. Zeytin, Mısır ve Patlıcan Tarımı Faaliyetleri Kaynak: Orijinal..... 235
Şekil 140. Akarsuyun Akış Yönüne Göre Sol Tarafından Kuzeybatı Yönüne Doğru Çekilmiş Fotoğraf (Solda Şarköy Osb, Sağda Askeri Alan) Kaynak: Orijinal 237
Şekil 141. Eski Zeytinyağı Fabrikası (Günümüzde Okul Öncesi Eğitim Kurumu Olarak Kullanılıyor) Kaynak: Orijinal 238
Şekil 142. Ballıktaş, Dedekaya ve Boşnak Tepe II Kaynak: Orijinal 240
Şekil 143. Adramytteion Limanı Kaynak: Efe vd., 2012..... 241
Şekil 144. Adramytteion Kültür Rotası Haritası Kaynak: Orijinal 241
Şekil 145. Burhaniye İlçesi Nüfusun Yaş ve Cinsiyete Göre Dağılım Grafiği Kaynak: Orijinal..... 243
Şekil 146. Karınca Dere Havzası'nın Mahalle Nüfusu Verilerinin Cinsiyete Göre Dağılım Grafiği Kaynak: Orijinal 244
Şekil 147. Burhaniye Kocacami Kaynak: Orijinal 251
Şekil 148. Burhaniye Hacı Ahmet Cami Kaynak: Orijinal 252
Şekil 149. Muhyiddin Rumi Türbesi Kaynak: Orijinal 252
Şekil 150. Pazarbaşı Hamamı Kaynak: Orijinal..... 252
Şekil 151. Karınca Dere Havzası Arazi Kullanımı Haritası Kaynak: Orijinal..... 257
Şekil 152. Nüfus Özelliklerinin Dolusavak Taşkın Risk Durumu Haritası Kaynak: Orijinal..... 263

Şekil 153. Mesken Yapı Durumu Özelliklerinin Kat Sayısına Göre Dolusavak Taşkın Risk Durumu Haritası Kaynak: Orijinal 264
Şekil 154. Dolusavak Taşkını Senaryosuna Göre Doğalgaz Hatlarının Risk Durumu Haritası Kaynak: Orijinal 265
Şekil 155. Dolusavak Taşkını Senaryosu Alçak Gerilim Hatlarının (AGHAT) Risk Durumu Haritası Kaynak: Orijinal 266
Şekil 156. Dolusavak Taşkını Senaryosu Orta Gerilim Hatlarının (OGHAT) Risk Durumu Haritası Kaynak: Orijinal 267
Şekil 157. Dolusavak Taşkını Senaryosu İçme Suyu Hatlarının Risk Durumu Haritası Kaynak: Orijinal 268
Şekil 158. Dolusavak Taşkını Senaryosu Atıksu Hatlarının Risk Durumu Haritası Kaynak: Orijinal 269
Şekil 159. Nüfus Özelliklerinin Baraj Yıkılması Senaryosuna Göre Taşkın Risk Durumu Haritası Kaynak: Orijinal 274
Şekil 160. Mesken Yapı Durumu Özelliklerinin Kat Sayısına Göre Baraj Yıkılması Taşkın Risk Durumu Haritası Kaynak: Orijinal 275
Şekil 161. Baraj Yıkılması Senaryosuna Göre Tarımsal Taşkın Risk Durumu Haritası Kaynak: Orijinal 276
Şekil 162. Baraj Yıkılması Senaryosuna Göre Doğalgaz Hatlarının Taşkın Risk Durumu Haritası Kaynak: Orijinal 277
Şekil 163. Baraj Yıkılması Senaryosuna Göre İçme Suyu Hatlarının Taşkın Risk Durumu Haritası Kaynak: Orijinal 278
Şekil 164. Baraj Yıkılması Senaryosuna Göre Atıksu Hatlarının Taşkın Risk Durumu Haritası Kaynak: Orijinal 279
Şekil 165. Baraj Yıkılması Senaryosuna Göre Alçak Gerilim (AGHAT) Hatlarının Taşkın Risk Durumu Haritası Kaynak: Orijinal 280
Şekil 166. Baraj Yıkılması Senaryosuna Göre Orta Gerilim (OGHAT) Hatlarının Taşkın Risk Durumu Haritası Kaynak: Orijinal 281

KISALTMALAR LİSTESİ

AGHAT : Alçak Gerilim Hattı

BASKİ : Balıkesir Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü

CBS : Coğrafi Bilgi Sistemleri

CRED : Afet Epidemiyolojisi Araştırma Merkezi

DSİ : Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü

EEA : Avrupa Çevre Ajansı

EM-DAT : Uluslararası Afet Veritabanı

GPS : Küresel Konumlama Sistemi

HGM : Harita Genel Müdürlüğü

İHA : İnsansız Hava Aracı

LİDAR : Işık Algılama ve Mesafe Ölçme

MGM : Meteoroloji Genel Müdürlüğü

OGHAT : Orta Gerilim Hattı

OSB : Organize Sanayi Bölgesi

SYM : Sayısal Yükselti Modeli

TABB : Türkiye Afet Bilgi Bankası

TEİAŞ : Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi

TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu

UA : Uzaktan Algılama

UEDAŞ : Uludağ Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi

UNDRO : Birleşmiş Milletler Afet Yardım Organizasyonu.

UNDRR : Birleşmiş Milletler Afet Riskini Azaltma Ofisi

WMO : Dünya Meteoroloji Örgütü

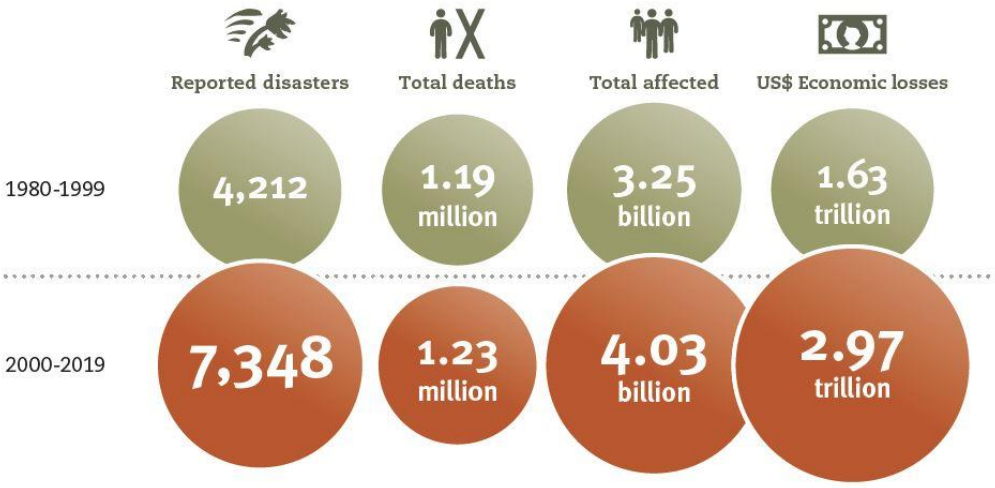
YGHAT : Yüksek Gerilim Hattı

1. GİRİŞ

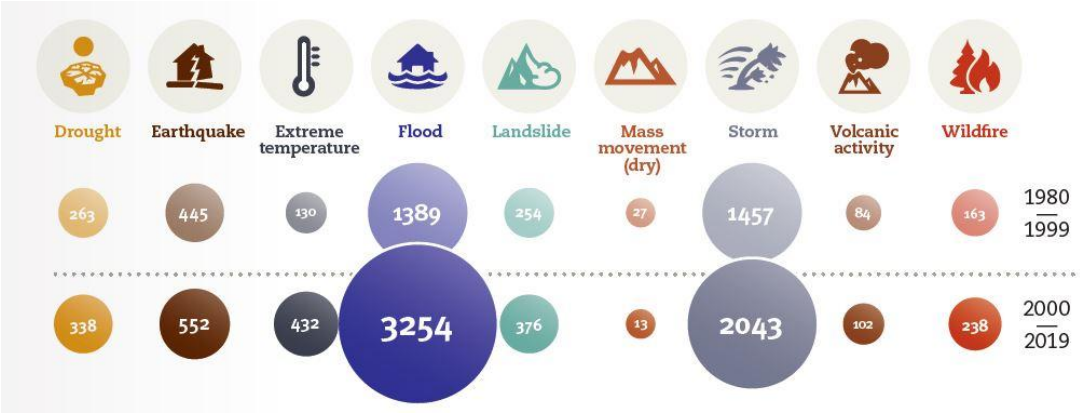
Taşkınlar, günümüzde en sık görülen doğal afetler arasında yer almakta olup, çoğunlukla kısa süreli ve şiddetli yağışlar sonucunda meydana gelmektedir. Bununla birlikte taşkın oluşum süreçleri, akarsuyun rejim özelliklerine bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Taşkınların oluşumunu yalnızca doğal faktörlerle açıklamak yeterli değildir. Artan nüfus baskısı ile birlikte ortaya çıkan yanlış arazi kullanımı, plansız kentleşme uygulamaları, taşkın yataklarının yerleşime açılması ve havza özellikleriyle uyumsuz mühendislik yapıları, normal koşullarda taşkın oluşturmayan yağışların dahi taşkınlara yol açmasına neden olabilmektedir. Bu tür müdahaleler, afet anında can ve mal kayıplarının artmasında da belirleyici bir rol oynamaktadır.

Sel ve taşkınlar, dünya genelinde en yıkıcı doğal afetler arasında yer almakta olup (De Moel vd., 2009; Kundzewicz vd., 2014; Paprotny vd., 2019), her yıl yaklaşık 200 milyon insanı etkileyerek önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Dottori vd., 2016; Costache vd., 2019; Chaulagain vd., 2023). EM-DAT verilerine göre 2000–2019 yılları arasında küresel ölçekte toplam 7.348 doğal afet kaydedilmiş, bu afetler yaklaşık 4,03 milyar kişiyi etkilemiş ve 1,23 milyon kişinin yaşamını yitirmesine yol açmıştır; aynı dönemde afetlere bağlı toplam ekonomik kayıp yaklaşık 2,97 trilyon ABD doları olarak gerçekleşmiştir (Şekil 1). Söz konusu dönemde yıllık ortalama 367 afet kaydı yapılmış olup, bu afetlerin %44'ünü taşkınlar, %28'ini ise fırtınalar oluşturmuştur (Şekil 3). Yıllık ortalama 163 olay ile en yaygın afet türü olan taşkınlar, 2000–2019 yılları arasında yaklaşık 1,65 milyar insanı etkilemiş ve 104.614 kişinin hayatını kaybetmesine neden olmuştur (Şekil 4; UNDRR and CRED, 2019). Türkiye açısından değerlendirildiğinde ise taşkınlar, depremlerden sonra en yüksek ekonomik kayba yol açan doğal afet türü olup, ülke genelinde her yıl yaklaşık 300 milyon TL maddi zarara neden olmaktadır. Türkiye Afet Bilgi Bankası verilerine göre 1900–2018 yılları arasında 6.069 afet olayı meydana gelmiş, bu süreçte 62.400 yapı ağır hasar görmüş ve 507 yapı tamamen yıkılmıştır (TABB, 2018; Öcal, 2019). Ayrıca 1997–2015 yılları arasında Türkiye genelinde gerçekleşen 1.209 taşkın olayı sonucunda 720

kişi yaşamını yitirmiş ve yaklaşık 893.993 hektarlık alan su altında kalmıştır (Kınacı vd., 2017).



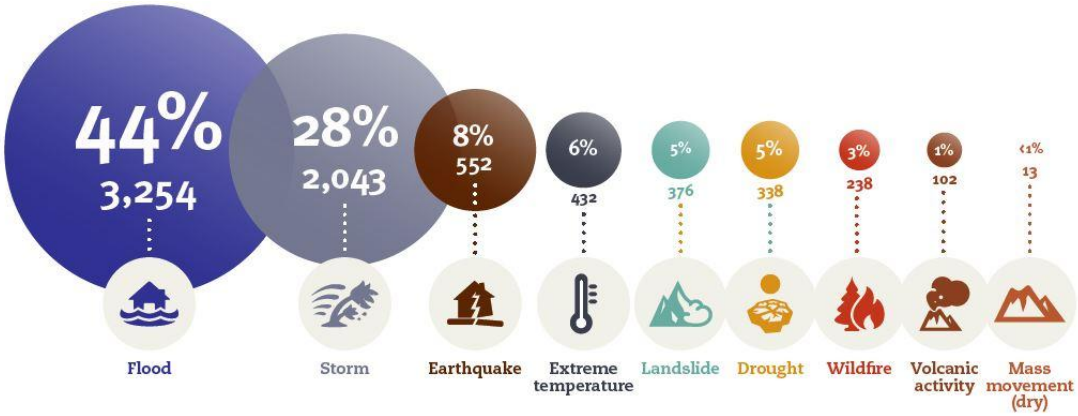
Şekil 1. 1980-1999 ve 2000-2019 Yılları Arasında Dünyada Meydana Gelen Afetler ve Etkileri
Kaynak: UNDRR and CRED (2019)



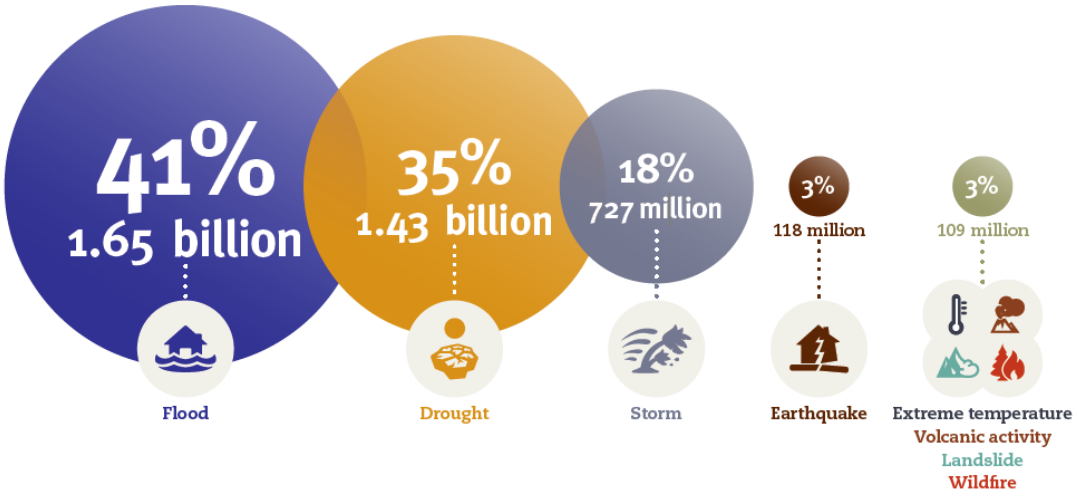
Şekil 2. 1980-1999 ve 2000-2019 Yılları Arasındaki Dönemde Dünyada Yaşanan Afetler ve Sayıları
Kaynak: UNDRR and CRED (2019)

Son yıllarda taşkın olaylarının görülme sıklığında, etki alanında ve şiddetinde gözlenen artışlar, bu afet türüne yönelik küresel ölçekte bir farkındalık oluşmasına neden olmuştur. Taşkınların insan yaşamı ve sosyo-ekonomik faaliyetler üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirmek amacıyla çeşitli yönetim ve planlama yaklaşımları geliştirilmiştir. Afet yönetimi ve planlama süreçlerinde temel bileşenlerden biri ise, taşkından etkilenmesi muhtemel alanlarda gerçekleştirilen risk analizleridir. Taşkın afetinin oluşum süreçlerinin anlaşılması, risk altındaki alanların belirlenmesi ve olası zararların önceden tahmin edilmesi, taşkın yönetimi açısından günümüzde kritik bir husus hâline gelmiştir. Dünya genelinde önemli can ve mal kayıplarına neden olan

taşkınların etkilerini en aza indirmek amacıyla; bölgesel taşkın yönetim planlarının hazırlanması, hidrometrik ve meteorolojik gözlem çalışmaları, taşkın envanterlerinin (taşkın yıllıkları) oluşturulması ve imar planlarına yönelik taşkın etütlerinin gerçekleştirilmesi gibi çok sayıda çalışma yürütülmektedir. Bu çalışmalar kapsamında elde edilen veriler, potansiyel taşkınların tahmin edilmesine ve risklerin daha sağlıklı bir biçimde değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır (Özalp, 2009). Bu doğrultuda ihtiyaç duyulan mekânsal verilerin elde edilmesi, üretilmesi, depolanması ve nicel analizlere tabi tutularak değerlendirilmesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) teknikleri önemli bir araç niteliği taşımaktadır.



Şekil 3. 2000-2019 Yılları Arasını Kapsayan Dönemde Dünyada Meydana Gelen Afetler ve Yüzdeleri
Kaynak: UNDRR and CRED (2019)



Şekil 4. 2000-2019 Yılları Arasını Kapsayan Dönemde Dünyada Meydana Gelen Afetlerden Etkilenen Toplam Kişi Sayısı ve Yüzdeleri
Kaynak: UNDRR and CRED (2019)

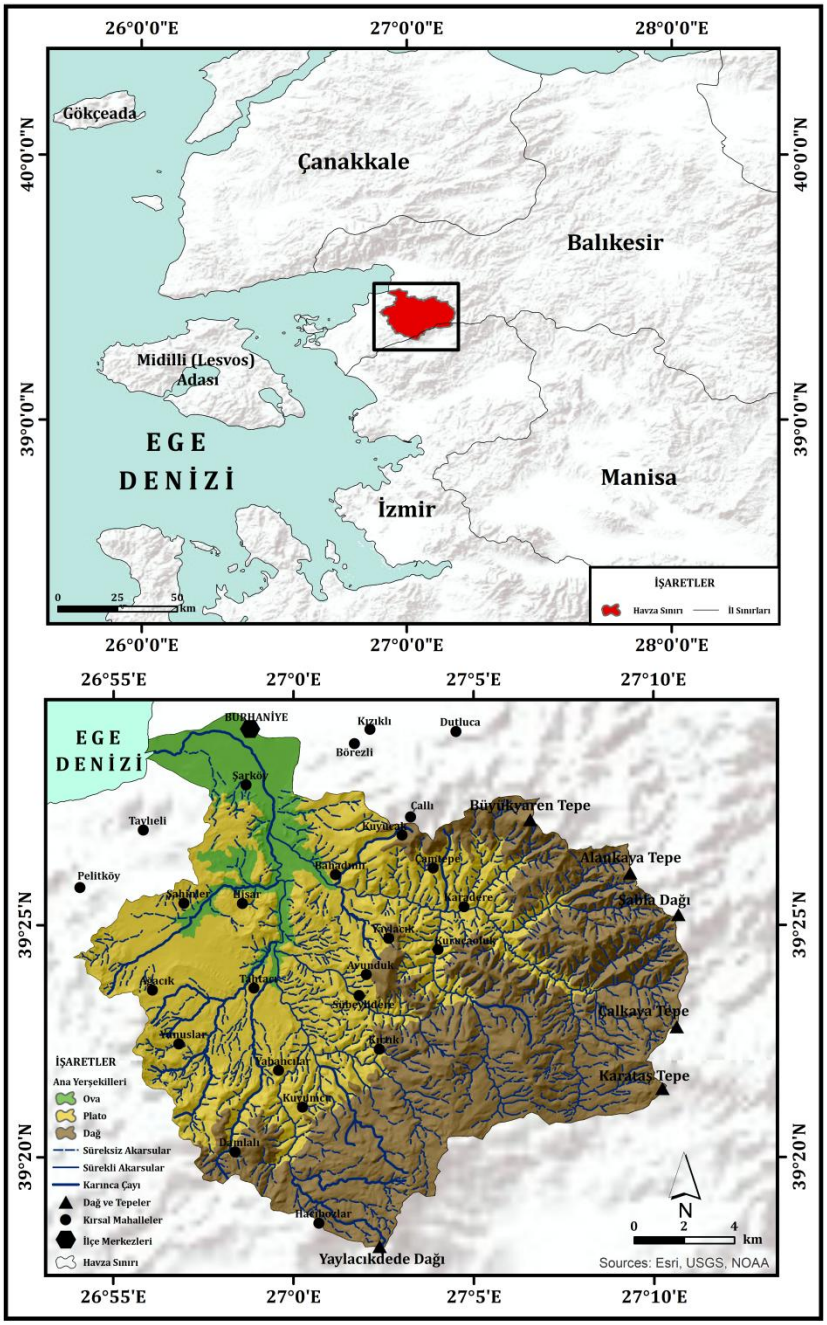
Bu çerçevede, potansiyel taşkın alanlarının belirlenmesi ve taşkın riskinin hesaplanmasında taşkın modellemeleri önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır. Olası

taşkınların meydana gelebileceği alanların sınırlarını, taşkın sırasında oluşabilecek su derinliklerini ve akış hızlarını tanımlayan hidrodinamik modeller, taşkın tehlikesinin ortaya konulmasında yaygın olarak kullanılmaktadır (Straatsma and Huthoff, 2011). Akarsuların hidrolik davranışları, hidrolik modeller aracılığıyla zamansal ve mekânsal ölçeklerde gerçeğe en yakın biçimde değerlendirilebilmekte olup (Mtamba vd., 2015), bu modeller taşkın yönetimi ve planlama çalışmalarında temel bir yaklaşım hâline gelmiştir. Gerçekçi ve güvenilir sonuçlara ulaşılabilmesi amacıyla hidrolik modelleme teknikleri sürekli olarak geliştirilmekte ve iyileştirilmektedir.

Bu bağlamda, taşkın riski açısından yüksek potansiyele sahip alanlardan biri olan Karınca Dere Havzası'nda, taşkın yönetimi ve planlamasına yönelik olarak risk analizi; çeşitli istatistiksel yöntemler ve hidrolik modeller kullanılarak gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar haritalar aracılığıyla ortaya konulmuştur.

İnceleme Alanının Konumu:

İnceleme alanı olarak belirlenen Karınca Dere Havzası, 1941 I. Türk Coğrafya Kongresi'nde yapılan coğrafi bölge sınıflandırmasına göre Ege Bölgesi'nin Ege Bölümü'nde, Edremit Yöresi'nin güney kıyısında yer almaktadır. İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflandırması'na (İBBS) göre Karınca Dere Havzası'nın yaklaşık %93'lük bölümü, Düzey 1'de TR2 Batı Marmara Bölgesi, Düzey 2'de TR22 Balıkesir-Çanakkale Alt Bölgesi ve Düzey 3'te Balıkesir Alt Bölgesi kapsamında, Burhaniye İlçesi idari sınırları içerisinde bulunmaktadır. Havzanın yaklaşık %7'lik kısmı ise Düzey 1'de TR3 Ege Bölgesi, Düzey 2'de TR31 İzmir Alt Bölgesi sınırları içerisinde yer almakta olup, idari olarak Bergama İlçesi'ne dâhildir. Karınca Dere Havzası, coğrafi koordinat sistemine göre 26°53′–27°11′ doğu boylamları ile 39°18′–39°29′ kuzey enlemleri arasında konumlanmaktadır.



Şekil 5. Karınca Dere Havzası Lokasyon Haritası
Kaynak: Orijinal

1.1. Araştırmanın Problemi

Taşkınlar dünyanın hemen hemen her yerinde meydana gelen can kayıplarının yanı sıra büyük ekonomik kayıplara neden olan doğal afetlerdir. Günümüzde sürekli artış gösteren dünya nüfusu ve bu nüfusun suya olan ihtiyacı nedeniyle su kaynaklarına yakın konumlara yerleşmesi taşkın ve sellerin etkisi ve şiddetini arttırıcı rol üstlenmektedir. Dünya genelinde yaklaşık 1 milyar insan taşkın riski taşıyan alanlarda yaşamaktadır (Baldassarre vd., 2013; Samela vd., 2016). Günümüzde modern toplumların yaklaşık %40'ının akarsulara 15 km mesafede yerleşmesiyle taşkın olaylarında önemli ölçüde artış yaşanmıştır (Favey vd., 1999; Small and Cohen, 2004; Kalyanapu and Kim, 2013). 2050 yılına gelindiğinde bu oranın ciddi boyutlara ulaşacağı öngörülmektedir (Cohen, 2003; Kalyanapu and Kim, 2013). Taşkın ovalarının artan nüfusa bağlı olarak yapılaşmaya açılması geçirimliliği azaltarak yüzeysel akışı arttırıcı rol üstlenecektir. Akarsu taşkın yataklarının imara açılması, yanlış mühendislik uygulamaları, arazi kullanımındaki değişimler, tarım alanlarının yerleşime açılması ve bitki örtüsü tahribatı taşkın riskini arttırmaya devam edecektir.

Karınca Dere Havzası, gerek doğal ortam özellikleri gerekse yanlış antropojenik uygulamalar nedeniyle taşkın riski yüksek bir havza niteliği taşımaktadır. Bu doğrultuda, havzadaki taşkın karakteristiğinin daha iyi anlaşılabilmesi amacıyla inceleme alanında geçmiş dönemlerde meydana gelen taşkın olaylarının tarihsel gelişiminin ve etkilerinin ortaya konulması önem taşımaktadır. Geçmiş taşkınlara ilişkin kayıtlar, havzada taşkın olgusunun zamansal seyri ve etkilerinin değerlendirilmesine imkân sağlamaktadır.

İnceleme Alanındaki Taşkınların Tarihçesi:

Aşırı yağışlar sonucu su seviyesinin aniden yükselerek dere kenarında yer alan setleri yıktığı kaydedilmiştir (Şekil 6) (Devrim Gazetesi, 6 Ocak 1964). 12 Ocak 1968 tarihinde yaşanan sağanak yağışlara bağlı olarak Karınca Dere'nin su seviyesi ani olarak yükselmiş, eğitim taburunun kıyısındaki setlerin önemli bir kısmını yıkarak, askeri cephanelik binasında çökmeye neden olmuştur. Ancak askerlerin müdahalesiyle birlikte setler hızlı bir şekilde onarılarak taşkın sularının şehir içine yayılmasının önüne geçilmiştir (Şekil 6) (Devrim Gazetesi, 13 Ocak 1968). 21 Ocak 1998 tarihinde kesintisiz devam eden sağanak yağışlara bağlı olarak meydana gelen

taşkın olayı ile ilgili olarak basılı yayın kaynaklarından elde edilen bilgilere göre, özellikle Öğretmenler Mahallesi'nin büyük bir bölümü sular altında kalmıştır. Taşkın esnasında, Öğretmenler Mahallesi ile Ören Mahallesi arasında yer alan köprünün bulunduğu nokta başta olmak üzere, pekçok noktada dere yatağının taşmasına bağlı olarak bu mahallelerde yer alan binaların giriş katları sular altında kalmıştır (Şekil 6) (Devrim Gazetesi, 22 Ocak 1998). Aralıksız devam eden olumsuz hava koşulları nedeniyle, 1 Şubat 1998 tarihinde etkili olan yoğun sağanak yağışlar sonucunda özellikle Öğretmenler Mahallesi'nde ciddi bir taşkın tehlikesi yaşanmış; su şebekesi zarar görmüştür. Buna bağlı olarak bazı mahallelerde günlerce su kesintisi yaşanmıştır (Şekil 6) (Devrim Gazetesi, 2 Şubat 1998; Devrim Gazetesi, 5 Şubat 1998). Su kesintisi yaşanmayan mahallelerde ise şebeke suyunda kirlilik tespit edilmiş ve bölge halkı salgın hastalıklara karşı uyarılmıştır. Afetten etkilenen vatandaşlara 60 milyar TL tutarında ödenek aktarılmıştır (Şekil 6) (Devrim Gazetesi, 4 Şubat 1998). Edremit Körfezi genelinde etkili olan sel felaketi, bölgeyi ciddi bir tehlike karşı karşıya bırakmış ve Balıkesir ilinin Afet Bölgesi olarak ilan edilmesine neden olmuştur (Şekil 6) (Devrim Gazetesi, 13 Şubat 1998). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı tarafından yapılan açıklamada, sel felaketinin Edremit Körfezi'nde toplam 400 milyar 298 milyon liralık zarara yol açtığı belirtilmiş; 21 hektar ekili alan ile 2.278 adet ağacın zarar gördüğü, ayrıca 450 küçükbaş ve 8 büyükbaş hayvanın telef olduğu bildirilmiştir (Şekil 6) (Devrim Gazetesi, 20 Mart 1998). 02.10.2012 tarihinde Edremit Körfezi'nde etkili olan sağanak yağışlar, alçak ve çukur alanlar ile dere yatakları çevresinde su baskınlarına neden olmuştur. Bu olaydan Burhaniye ilçesindeki İskele Mahallesi önemli ölçüde etkilenmiştir (Şekil 7) (Zeytin Efe Gazetesi, 05 Kasım 2012). 03.12.2012 tarihinde Burhaniye'de meydana gelen taşkında Öğretmenler Mahallesi'nde birçok evi su basmıştır. Bahçe duvarı yıkılan bir evde yaşayan 73 yaşındaki bir kadın, taşkın sularına kapılarak hayatını kaybetmiştir (http-1). Sübeylidere Kırsal Mahallesi'nde 18.07.2017 tarihinde meydana gelen sel afeti büyük maddi hasara yol açmıştır. Afet sırasında 4 konut ve 3 iş yeri olmak üzere toplam 7 taşınmazı su altında kalmış, 20 araç sel sularına kapılarak metrelerce sürüklenmiştir. Ayrıca mahalledeki elektrik ve su şebekeleri de ciddi şekilde zarar görmüştür (Şekil 12). 16 Ocak 2024 tarihinde Bahadınlı ve Karadere kırsal mahallelerinde etkili olan taşkın olayı sonucunda, Karadere Kırsal Mahallesi'nde yalnızca yapay kanalın bir bölümü zarar görmüştür. Bahadınlı Kırsal Mahallesi'nde, akarsuyun akış yönüne göre sağ tarafında dere yatağına çok yakın konumda bulunan meskenlerde taşkın sırasında

ciddi hasar meydana gelmiştir. Bu kapsamda 22 baş koyun telef olmuş; taşkın suları 1 adet sağım makinesi, 2 adet çapa makinesi, 3 adet jeneratör ve yaklaşık 2250 kg hayvan yemi malzemesini sürükleyerek beraberinde götürmüştür (Şekil 8, Şekil 9, Şekil 10, Şekil 11).



Şekil 6. Karınca Dere Havzası'nda Yaşanan Taşkınlara Ait Gazete Haberleri
Kaynak: Devrim Gazetesi



ZeytinEfe

GÜNLÜK TARAFSIZ GAZETE

05 Kasım 2012 Pazartesi Sayı: 448

RAHATLIĞIYLA SATIN

ADRES: ÇELİKBAĞA GAYRİMENKUL ÖĞRETMENLER MAHALLESİ MUAMMER AKSOY CADDESİ NO:34/B BURHANİYE/BALIKESİR
TEL: 0 266 416 42 54
CEP: 0 533 399 95 21
CEP: 0 507 242 43 14

Edremit Körfezi'nde sağanak yağış sonrası birçok ev ve işyerleri sular altında kaldı. Dere yataklarında bulunan ağırlarda ve kümeslerde bulunan birçok hayvan sel sularına kapılarak telef oldu.

TAM BİR FELAKET

Tüm Körfez bölgesi etkilendi!

Edremit, Burhaniye ve Gömeç ilçelerinde etkili olan sağanak yağış nedeniyle birçok ev ve iş yerini su bastı, çok sayıda hayvan telef oldu. Edremit Körfezi'nde akşam saatlerinde yaklaşık bir saat etkili olan şiddetli yağış, su baskınlarına ve sele yol açtı. Edremit, yağmura teslim oldu. Yollarda bir çok araç mahsur kaldı. Mahsur kalan vatandaşların yardımına iş makineleri yetişti. 6'da



3 Zeytin Efe

05 KASIM 2012 PAZARTESİ

Güncel

YAĞMURDAN BURHANİYE'DE NASİBİNİ ALDI

Cuma akşam saatlerinde başlayan şiddetli lodos ile birlikte sağanak yağış hayatı felç etti. Burhaniye de alçak ve çukur yerlerde görülen su baskınları etkisini İskele Mahallesi Hocazade deresinin patlamasıyla gösterdi.

12 KAÇAK GÖÇMEN YAKALANDI!

Şekil 7. 02 Kasım 2012 Tarihinde Edremit Körfezinde Etkili Olan Su Baskınlarına Ait Gazete Haberi
Kaynak: Zeytin Efe Gazetesi



Şekil 8. Karadere Kırsal Mahallesi Yapay Kanalda Oluşan Zarar (16.01.2024)
Kaynak: Orijinal



Şekil 9. Karadere Kırsal Mahallesi Yapay Kanalın Onarılmış Halinin Görüntüsü (23.01.2024)
Kaynak: Orijinal



Şekil 10. Akarsuyun Akış Yönüne Göre Sol Tarafında Kalan Yerleşmelere Ait Görüntü (Bahadınlı Kırsal Mahallesinin Karadere Kırsal Mahallesine Doğru Çıkışında) 23.01.2024.
Kaynak: Orijinal



Şekil 11. Akarsuyun Taşkın Anında Yatak Değiştirerek Çarpak Noktasını Aşındırdığı Nokta ve DSİ'nin Demonstrasyon Çalışması (23.01.2024)
Kaynak: Orijinal



Şekil 12. Sübeylidere Kırsal Mahallesi'nde 18.07.2017 Tarihinde Meydana Gelen Sel Afeti
Kaynak: Orijinal

Araştırma Soruları:

1. Karınca Dere Havzası'nın taşkın olasılığı, yaşanma sıklığı ve boyutu nedir?
2. Karınca Dere Havzası'nda meydana gelebilecek olası taşkınlarda etkilenecek yerler nerelerdir?
3. Karınca Dere yukarı ve orta çığırında yer alan Karadere, Sübeylidere ve Bahadınlı Kırsal mahallelerinin taşkın riski nedir?
4. Havzada akarsu taşkın yatağının imara açılması, yanlış mühendislik uygulamaları ve arazi kullanımında meydana gelen değişimlerin taşkın riski açısından rolü nedir?
5. Olası bir taşkın afeti esnasında ve sonrasında taşkın riski altındaki sahalarda yaşayan veya bu sahalardan geçim sağlayan nüfus üzerinde afetin etkisi nasıl ve ne şekilde olacaktır?
6. Dere yatağına yapılan ıslah çalışmalarının taşkına etkisi ne şekilde olacaktır. Şiddeti arttırma yönünde mi? azaltma yönünde mi? rol üstlenecektir.
7. Havzada yapılması planlanan Bahadınlı Regülatörü ve Reşitköy Barajı'nın meydana gelebilecek olası taşkınlardaki rolü nasıl ve ne şekilde olacaktır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, Balıkesir ili Burhaniye ilçesi sınırları içinde yer alan Karınca Dere Havzası genelinde, meydana gelebilecek taşkın olaylarının afet yönetiminde esas olacak risk analizi çalışmalarını, CBS ve Uzaktan Algılama yöntemleriyle ortaya koymaktır. İnceleme alanında meydana gelen taşkınların, geçmiş dönemlerde havzada yer alan yerleşmelere ve tarım arazilerine verdiği büyük zararlar nedeniyle Karınca Dere yatağı üzerine çeşitli düzenleme çalışmaları yapılmıştır. Ayrıca Karınca Dere üzerine sulama amaçlı Reşitköy Barajı'nın inşaat çalışmaları tamamlanmıştır. Reşitköy Barajı Karınca Dere'nin Karınca Dere kolu üzerine Dedetepe ve Çamlıktepe etekleri arasında 79,50 m talveg kotunda yer almaktadır. Tahtacı Kırsal Mahallesi ile Sübeylidere Kırsal Mahallesi yolu ayrımından itibaren, Tahtacı Kırsal Mahallesi'ne doğru 250 m mesafededir (DSİ, 2015).

Bu barajın taşkın kontrolü çalışmalarına da fayda sağlayacağı düşülmektedir. Tüm bu önlemlere rağmen inceleme alanında meydana gelebilecek olası taşkınların; CBS ve UA yöntemleri kullanılarak, mevcut yatak özelliklerine göre farklı senaryolarını oluşturmak ve bunlara yönelik risk analizi çalışmaları yapmak bu araştırmanın temel kapsamını oluşturmaktadır.

1.3. Araştırmanın Önemi

Dünya genelinde yıkıcılığı en yüksek afetler arasında yer alan taşkınlar ve seller, Türkiye özelinde depremlerden sonra en büyük sosyo-ekonomik hasara neden olan afet türü olarak stratejik bir tehdit oluşturmaktadır. Bu durum, taşkın yönetimini sadece yerel düzeyde değil, uluslararası boyutta bir güvenlik ve sürdürülebilirlik meselesi haline getirmiştir. Küresel iklim değişikliği ve hızlı şehirleşme baskısı altındaki havzalarda; yanlış arazi kullanımı ve havza yapısıyla uyumsuz yapısal müdahaleler, taşkınların sıklığını ve şiddetini katlanarak artırmaktadır. Her yıl yaşanan can ve mal kayıpları, afet yönetiminde artık müdahale odaklı değil, risk ve tahmin odaklı bir paradigma değişimini zorunlu kılmaktadır.

Taşkın risk analizi literatürü incelendiğinde, tehlike ve riski konu alan çalışmaların genellikle kentsel alanlara yoğunlaştığı, kırsal mahallelerdeki risk analizi çalışmalarının ise çoğunlukla göz ardı edildiği tespit edilmiştir. Karınca Dere Havzası, gerek fiziki ortam koşulları gerekse beşeri faaliyetler bakımından taşkın ve sel riski oldukça yüksek bir bölgedir. Hem Burhaniye şehir merkezini etkileyen aşağı havzada hem de alt havzaların etkisi altındaki kırsal yerleşmelerde, geçmişten günümüze kadar pek çok taşkın meydana gelmiş olup bu tehdit günümüzde de varlığını sürdürmektedir.

Bu çalışmada, Karınca Dere Havzası için risk analizi çalışmaları yürütülürken, Burhaniye şehir merkezi ile birlikte dere yataklarında konumlanan kırsal mahalleler için de farklı senaryolara dayalı taşkın risk analizleri üretilmiştir. Çalışma, Türkiye'nin ulusal afet politikalarıyla uyumlu olarak yerel ölçekteki bir akarsu sisteminin taşkın dinamiklerini bilimsel temellere oturtması bakımından büyük önem taşımaktadır. Karınca Dere Havzası'nın aşağı kesimleri ve kırsal mahalleler özelinde üretilecek taşkın risk haritaları; bölgedeki imar planlarının revize edilmesi, taşkın yatağındaki hassas yapıların korunması ve olası afet anındaki tahliye stratejilerinin belirlenmesi için somut birer karar destek mekanizması işlevi görecektir. Sonuç olarak

bu çalışma; Karınca Dere Havzası özelindeki taşkın dinamiklerinin felakete dönüşmesini önleyecek bilimsel bir altlık sunması ve afet yönetimi literatürüne uygulamalı bir model kazandırması bakımından önem arz etmektedir.

1.4. Araştırmanın Varsayımları

Karınca Dere Havzası üzerine kurgulanan bu araştırmanın temel varsayımı, Karınca Dere Havzası'na ait mevcut topografik, hidrolojik ve meteorolojik verilerin havzanın gerçek karakterini yansıttığı ve gelecekteki taşkın olaylarını öngörmek için yeterli doğruluğa sahip olduğu varsayımıdır.

Araştırmanın hipotezleri:

H1: Reşitköy Barajı ve Bahadınlı Regülatörü, Karınca Dere aşağı havzasının taşkın riskini önemli ölçüde azaltacaktır.

H2: Baraj ve regülatörün etki alanı dışında kalan kırsal mahallelerde taşkın riski, güncelliğini ve önemini korumaya devam etmektedir.

H3: Dere yataklarında gerçekleştirilen taşkın koruma amaçlı yapısal düzenlemeler, akış dinamiklerini değiştirerek taşkın riskini artırıcı bir rol üstlenecektir.

H4: Baraj yıkılması ve dolusavak taşkını senaryolarında meydana gelebilecek etkiler, Karınca Dere Havzası ve Burhaniye ilçe sınırlarıyla sınırlı kalmayacaktır.

1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırmanın sınırlılıkları, mevcut veri imkanları ve saha koşulları çerçevesinde şekillenmiştir. Çalışma kapsamında kullanılan SYM5 verileri temel altlık olarak alınmış olup, daha yüksek çözünürlüğe sahip İnsansız Hava Aracı (İHA) veya Laser Imaging Detection and Ranging (LİDAR) tabanlı yeryüzü verilerine erişim sağlanamaması topografyayı temsil düzeyini sınırlandırmıştır. Meteorolojik veriler açısından, çalışma alanında yalnızca bir adet istasyonun bulunması, bu istasyonun zaman içerisinde yer değiştirmiş olması ve yukarı havzanın yüksek kesimlerini temsil etme yeteneğinin kısıtlı kalması, yağış-akış modellemelerinde önemli bir veri kısıtı oluşturmuştur. Ayrıca, havza içerisindeki taşkın dinamikleri açısından kritik öneme

sahip yan dereler üzerinde herhangi bir akım gözlem istasyonunun bulunmaması, yan kol katkılarının hesaplanmasında teorik yaklaşımlara dayanılmasını zorunlu kılmıştır.

Geçmiş dönemlerde sahada meydana gelen taşkın olaylarına ve özellikle havza tarihindeki en büyük taşkın anlarına dair fotoğraf veya video gibi görsel kayıtların bulunmaması, model sonuçlarının sahadaki gerçek izlerle karşılaştırılmasını ve kalibrasyon sürecini güçleştirmiştir. Sosyo-ekonomik açıdan ise sahadaki beşeri faktörlerin zarar görebilirlik düzeylerini belirleyecek olan (bina bazlı nüfus verileri gibi) detaylı mikro istatistiklerin eksikliği, hasar analizlerinin hassasiyetini sınırlayan bir diğer unsurdur.

1.6. Tanımlar

Tehlike: Belirli bir alanda ve zamanda, zarar verme potansiyeli taşıyan doğal bir tehlikenin meydana gelme ihtimalidir (UNDRO, 1979; UNDP, 2004).

Zarar Görebilirlik: Meydana gelme ihtimaliolan bir doğa olayına bağlı olarak, beşeri unsurlara ait duyarlılık veya etkilenme derecesidir. Bu kavram, afet risk analizlerinde tehlikeyi tamamlayan temel bir bileşen olarak ilk kez UNDRO (1979) raporlarında yer bulmuştur.

Risk: Belirli bir olaya bağlı olarak meydana gelebilecek can kayıpları, yaralanmalar, yapısal hasarlar ile sosyo-ekonomik unsurların ve doğal çevrenin zarar görme olasılığı olarak değerlendirilmektedir (UNDRO, 1979; UNDP, 2004).

Afet Yönetimi: Afetlere hazırlanmak, müdahele etmek ve afetlerden sonra iyileştirme çalışmaları için alınan önlemlerin organizasyonu, planlaması ve uygulamasıdır (UNDRR, 2016).

Afet Risk Yönetimi: Mevcut afet risklerini yönetmek ve olası yeni riskleri azaltmak amacıyla politika ile stratejilerin uygulanması; bu sayede dayanıklılığın artırılması ve kayıpların azaltılmasına katkıda bulunulması süreci olarak tanımlanmaktadır (UNDRR, 2016).

2. İLGİLİ ALAN YAZIN

2.1. Kuramsal Çerçeve

Kurak ve yarı-kurak bölgelerde taşkın riskinin yönetimi, modern hidrolojik modelleme çağından önce ekosistemle uyumlu mühendislik uygulamaları ve kurumsal izleme pratikleriyle şekillenmiştir. Bu yaklaşımın en erken ve kapsamlı örnekleri Mezopotamya'nın alüvyal düzlüklerinde görülmektedir. Güncel arkeo-jeomorfolojik çalışmalar, Eridu bölgesinde 200'den fazla ana ve 4.000'i aşkın tali kanaldan oluşan devasa bir ağın varlığını ortaya koymuştur (Wilkinson vd., 2015; Jotheri, 2018; Jotheri vd., 2025). Bu sistemlerde doğal setlerin (levee) bitümle güçlendirilmesi ve set yarılması (avülsiyon) noktalarının bilinçli yönetimi, taşkın sularını kontrollü biçimde yayarak akış enerjisini azaltma ve tarımsal verimliliği artırma stratejisinin bir parçası olarak uygulanmıştır (Jotheri, 2018; Jotheri vd., 2025). Mezopotamya üzerine yapılan çalışmalar, antik dönemde su yönetiminin yalnızca teknik bir gereklilik değil, aynı zamanda devletin ekonomik çıkarları ve hükümdarın meşruiyetini pekiştirme aracı olarak işlev gördüğünü ortaya koymaktadır (Rost, 2017). Benzer şekilde İndus Vadisi medeniyetleri (Mohenjo-Daro), ani taşkınların yıkıcı etkisini azaltmak için yükseltilmiş platformlar ve tahliye odaklı morfolojik uyum yöntemleri geliştirmiştir (Raikes, 1965).

Tarihsel süreçte taşkın yönetiminin "ölçüm ve metrikasyon" evresi, Nil Havzası'ndaki uygulamalarla kurumsallaşmıştır. Roda ve Elephantine gibi nilometreler aracılığıyla taşkın seviyelerinin sistematik takibi, suyun yüksekliğine göre vergi ve ürün tahmini yapılmasını sağlayarak tarihin ilk risk-getiri analizlerini oluşturmuştur (Ardagh, 1889). Benzer şekilde, Sarı Nehir havzasında MÖ 1920'de meydana gelen büyük taşkın, doğal afetlerin yalnızca hidromorfolojik süreçler değil, aynı zamanda sosyo-politik dönüşümler üzerinde etkili olabileceğini göstermektedir (Wu vd., 2016). Bu erken dönem uygulamaları, taşkınların yalnızca doğal süreçler

olarak değil, ölçülebilir, yönetilebilir ve toplumsal sonuçlar doğuran riskler olarak ele alınabileceğini ortaya koymuştur.

Fiziksel müdahaleye dayalı bu miras, 20. yüzyılın ilk yarısında modern hidroloji biliminin kuramsal temellerine evrilmiştir. Bu süreçte Horton (1932), drenaj havzası özelliklerini nicel yöntemlerle tanımlayarak havza morfometrisi ile hidrolojik süreçler arasındaki ilişkinin kuramsal çerçevesini oluşturmuştur. 1930'larda yine Horton (1933) tarafından geliştirilen sızma kuramı, kurak bölgelerdeki ani taşkınların temel mekanizması olan "sızma fazlası akış" (infiltration-excess) sürecini matematiksel bir zemine oturtmuştur. Aynı dönemde Sherman (1932), birim hidrograf yaklaşımıyla yağışın akışa dönüşümünü hesaplanabilir kılarak modern hidrolojik modelleme yöntemlerinin önünü açmıştır. 1941 yılında Gumbel'in uç değer kuramını hidrolojiye uyarlaması ise, yıllık maksimum akım verilerinin olasılıksal olarak ifade edilmesini ve belirli tekerrür aralıklarına sahip tasarım debilerinin belirlenmesini standart hale getirmiştir (Gumbel, 1941). Sonuç olarak, Mezopotamya'nın fiziksel kontrol yöntemlerinden başlayan bu tarihsel gelişim, 1950'li yıllara gelindiğinde istatistiksel genelleme ve fiziksel tabanlı modellerle birleşerek günümüz taşkın risk analizi metodolojisinin kökenini oluşturmuştur. 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren, duyarlılık, tehlike, zarar görebilirlik, planlama, risk ve risk yönetimi gibi kavramların geliştirilmesine zemin hazırlamıştır. "Duyarlılık" (vulnerability) kavramı, özellikle afet risk analizlerinde tehlike olgusunu tamamlayan temel bir bileşen olarak Birleşmiş Milletler Afet Yardım Ofisi raporlarında yer almaya başlamış; bu sayede kavram, hem akademik literatürde hem de afet risk yönetimi uygulamalarında giderek daha yaygın bir kabul görmüştür (UNDRO, 1979). 20. yüzyılın başlarından itibaren taşkın risk yönetimi, yalnızca mühendislik temelli bir müdahale alanı olmaktan çıkarak; sosyal, çevresel ve yönetsel boyutları kapsayan çok disiplinli bir yaklaşıma evrilmiştir. Bu dönüşüm, özellikle 2000'li yıllardan itibaren uluslararası politika belgeleri ve yasal düzenlemeler aracılığıyla kurumsal bir çerçeveye oturmuş ve taşkın risk yönetimini sürdürülebilir kalkınma politikalarının ayrılmaz bir bileşeni haline getirmiştir (WMO, 2003; EEA, 2007).

2.2. Konu ile İlgili Araştırmalar

“The Maximum Discharge of Outburst Floods Caused by the Breaching of Man-made and Natural Dams” başlıklı çalışmada doğal molozdan yapılan barajların patlaması sonucu meydana gelebilecek taşkının boyutları incelenmiştir. Bu barajlar için maksimum deşarj (Qmax) ve patlama sırasında ortaya çıkacak su hacmi (Vmax) arasında ilişki (Qmax=0,72 / Vmax= 0,53) kurulmuştur (Evans, 1986).

"Evaluation of 1D and 2D Numerical Models for Predicting River Flood İnundation" başlıklı çalışmada, 1D ve 2D taşkın modelleri kapsamında HEC-RAS, Telemac 2D ve Lisflood-FP yazılımları kullanılarak farklı kanal pürüzlülük değerleri üzerinden taşkın yayılımı test edilmiştir. HEC-RAS ve Telemac 2D modellerinde tutarlı sonuçlar elde edilirken, Lisflood-FP modelinde ek kalibrasyon gereksinimi ortaya çıkmıştır (Horrit vd., 2002).

“Flood Hazard and Risk Analysis in The Southwest Region of Bangladesh” başlıklı makalede Bangladeş'in güneybatı bölgesinde akış gösteren Gorai ve Arial Khan akarsularının taşkın yataklarında MIKE 11 hidrodinamik modeli kullanılarak taşkın tehlikesi ve risk değerlendirmesi yapılmıştır. İnceleme alanının taşkın tehlike haritaları taşkın süresi ve derinliği dikkate alınarak yapılmıştır. Zarar görebilirlik analizini yapmak için yeterli sel hasarı verisine ulaşılamadığı için zarar görebilirlik analizi basitçe nüfus yoğunluğu dikkate alınarak yapılmıştır. Çalışmanın son aşamasında taşkın tehlike haritaları ve zarar görebilirlik haritalarının çarpımından taşkın risk haritası elde edilmiştir (Tingsanchali and Karim, 2005).

“Development of an Adaptive Evacuation Route Algorithm under Flood Disaster” başlıklı bildiride, Kobe şehrinde bulunan Nagata bölgesinde, CBS yazılımlarından DiMSIS kullanılarak Dijkstra shortest path method fikrine dayanan bir algoritma olan The Adaptive Evacuation Route Algorithm (AERA) test edilmiştir. Bu algoritma toplam tahliye süresini en asgari seviyeye indirmeyi hedefler. Test sonucunda AERA'nın optimum tahliye rotası sağlamak için kullanılabileceğini göstermiştir (Liu, vd., 2006).

“Havran Çayı Havzasının (Balıkesir) CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Taşkın ve Heyelan Risk Analizi” başlıklı çalışmada taşkın risk analizi ArcGIS/ArcMap yazılımı ve hidrolik modelleme yazılımlarından biri olan

HEC-RAS yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Bu çalışmada yazar riski oluşturan fiziki ve beşeri faktörleri ayrı ayrı detaylı bir şekilde ele almıştır. Çalışmanın taşkın risk analizi bölümünde akarsuyun akım gözlem istasyonu mevcut olmayan kolları için yağış-akış modellemesi SCS Curve Number Metodu kullanılmıştır. Taşkın sıklık analizleri için ise Gumbel EV I (Extreme Value I) ve Log Pearson Tip 3 dağılımları tercih edilmiştir. İnceleme alanında baraj mevcut olduğu için taşkın risk analizi farklı senaryolara göre çalışılmıştır. Heyelan risk analizi kısmında riski oluşturan beşeri faktörlerden sadece nüfusun zarar görebilirlik analizi yapılabilmiş olup diğer parametreler için zarar görebilirlik analizi yapılamamıştır. Nüfusun zarar görebilirlik analizi yapılabildiği için heyelan risk haritası üretilebilmiştir. Çalışmanın sonunda taşkın ve heyelan risk haritası birleştirilerek Havran Çayı Havzası'nın MultiRisk Haritası üretilmiştir (Özdemir, 2007a).

"Taşkınların haritalanmasında HEC-GeoRAS ve HEC-RAS'ın kullanımı: Havran Çayı Örneği (Balıkesir)" Havran ilçe merkezi ve ovasında CBS ve hidrolik yazılımlar kullanılarak olası taşkınların hidrolik modellemesi yapılmış ve taşkın haritaları üretilmiştir. Çalışmada 1/25.000 ölçekli topografya haritaları, GPS verileri, yatak geometrisi, Quickbird uydu görüntüsü, akım verileri ve Havran Barajı'nın teknik özellikleri kullanılmıştır. Veriler, ArcGIS uzantısı HEC-GeoRAS ve HEC-RAS yazılımlarıyla analiz edilerek farklı senaryolara göre taşkın haritaları oluşturulmuştur (Özdemir, 2007b).

"Taşkın Alanlarının Belirlenmesinde Farklı Tarihli ve Farklı Çözünürlüklü Uydu Görüntülerinin Kullanımı: 2003 Mahanadi Taşkınları Örneği (Orissa – Hindistan)" başlıklı çalışmada, Hindistan'ın doğusundaki Orissa bölgesinde yer alan Mahanadi Nehri ve kollarında taşkın analizine odaklanılmıştır. Farklı tarihlere ait Landsat ETM+, IRS Pan ve Radarsat-1 uydu görüntüleri kullanılarak taşkın yayılımı incelenmiştir. Görüntüler üzerinde Density Slicing ve ISODATA sınıflama yöntemleri uygulanmış, doğruluk değerlendirmesi için hata matrisi kullanılmıştır. Ayrıca, taşkınların etkilediği arazi kullanım türleri CBS yardımıyla belirlenmiştir (Özdemir, 2007c).

"SCS CN Yağış-Akış Modelinin CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Uygulanması: Havran Çayı Havzası Örneği (Balıkesir)" başlıklı çalışmada yağış-akış ilişkisini modellemek için USDA tarafından geliştirilen SCS Curve Number yöntemi kullanılmıştır. Arazi kullanımı verisi Spot XS (2005) uydu görüntüsünden,

toprak grupları ise 1/25.000 ölçekli haritalardan elde edilerek ILWIS 3.3 yazılımında analiz edilmiştir. Yağış verileri Edremit ve Burhaniye istasyonlarının 1975-2003 dönemi günlük kayıtlarından alınmıştır. Modelden elde edilen akım değerleri ile yağış verileri ve havzadaki tek akım istasyonu verileri karşılaştırılmış, yüksek korelasyon bulunmuştur (Özdemir, 2007d).

"16 Kasım 2007 Tuzla Deresi Taşkınının Nedenleri Üzerine Bir Çalışma (Silivri-İstanbul)" başlıklı çalışmada, 16 Kasım 2007'de Silivri'de Tuzla Deresi'nin taşmasına neden olan taşkın, afet sonrası yapılan arazi gözlemleriyle incelenmiştir. Bulgular, yoğun yağışların yanı sıra havzanın fizyografik özellikleri ve dere yatağındaki yanlış arazi kullanımlarının taşkında etkili olduğunu göstermiştir. Bu uygulamalar sürdükçe taşkın riskinin devam edeceği sonucuna ulaşılmıştır (Özdemir ve Bayrakdar, 2007).

"Yeşilırmak Havzası Taşkınlarının Mevsimselliğinin İncelenmesi" başlıklı çalışmada Yeşilırmak Havzası'ndaki taşkınların mevsimselliği, Yönsel İstatistik ve Rölatif Frekans yöntemleriyle analiz edilmiştir. Her iki yöntemle elde edilen sonuçlar birleştirilerek havzada dört benzer bölge belirlenmiştir. Ayrıca, yıllar içinde taşkınların gerçekleşme zamanında değişim olup olmadığı incelenmiş ve son dönemde yaklaşık bir aylık kayma tespit edilmiştir (Pala, 2008).

"Havran Çayı'nın (Balıkesir) Taşkın Sıklık Analizinde Gumbel ve Log Pearson Tip III Dağılımlarının Karşılaştırılması" başlıklı çalışmada, Havran Çayı, Küçükçay, Bent ve Kışla dereleri için 5, 10, 25, 50, 100, 200 ve 1000 yıllık taşkın tekrarlama sıklıkları Gumbel ve Log Pearson Tip III dağılımlarıyla hesaplanmıştır. Elde edilen akım değerleri taşkın risk analizlerine altlık oluşturmuş ve iki istatistiksel yöntemin sonuçları karşılaştırılmıştır (Özdemir, 2008a).

"Taşkınların Tahmini ve Risk Analizinde CBS-UZAL ve Hidrolik Modellemenin Entegrasyonu" başlıklı çalışmada CBS, uzaktan algılama ve hidrolik modelleme entegrasyonlarının taşkın tahmini ve risk analizlerindeki kullanımına ülkemiz ve dünyadan örnekler verilmiştir. Bu tür çalışmaların, taşkın yönetimi ve planlamasında daha gerçekçi yapısal ve yapısal olmayan önlemler alınmasına ve taşkınların afete dönüşmeden en az zararla atlatılmasına katkı sağlayacağı belirtilmiştir (Özdemir, 2008b).

"Farklı Senaryolara Göre Taşkın Risk Analizi: Havran Çayı Örneği (Balıkesir)" başlıklı çalışmada, barajın hesaba katıldığı ve katılmadığı senaryolar ile dolusavak taşkını ve olası baraj yıkılması durumları analiz edilmiştir. Sonuçlar, baraj kaynaklı taşkınların normal taşkınlara göre daha fazla zarar verebileceğini göstermiştir. Bu nedenle risk yönetiminde bu tür senaryoların dikkate alınması gerektiği vurgulanmıştır (Özdemir, 2008c).

"Sakarya Nehri Alt Havzası'nın Taşkın Riski Analizinin Uzaktan Algılama ve Cbs ile Belirlenmesi" başlıklı çalışmada, Sakarya Nehri alt havzasında taşkın riski, CBS, uzaktan algılama ve hidrolik modelleme yöntemleriyle analiz edilmiştir. Spot uydu görüntülerinden arazi kullanımı ve SYM üretilmiş, MCDA ve Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile risk alanları belirlenmiştir. Hidrolojik-hidrolik modelleme ile karşılaştırıldığında, MCDA yöntemi daha yüksek risk değerleri vermiştir (Özcan, 2008).

"Evaluation of Morphometric Parameters of Drainage Networks Derived From Topographic Maps and DEM in Point of Floods" başlıklı çalışmada, alt havzaların taşkınlara etkisini belirlemek için drenaj ağlarının morfometrik özellikleri incelenmiştir. Manuel sayısallaştırma ile elde edilen veriler, ArcGIS Hidrology aracı kullanılarak SYM'den üretilen verilerle karşılaştırılmıştır. SYM tabanlı analizler daha yüksek değerler göstermiştir. Çalışma, CBS yazılımlarıyla alt havzaların taşkın riskini etkileyen morfometrik parametrelerin hesaplanabileceğini ortaya koymuştur (Özdemir and Bird, 2009).

"Kızılırmak Havzası Taşkınlarının Mevsimselliğinin İncelenmesi" başlıklı çalışmada, Kızılırmak Havzası'ndaki taşkınların mevsimselliği, EİE'ye ait 19 istasyondan alınan yıllık maksimum debiler kullanılarak Yönsel İstatistik ve Rölatif Frekans yöntemleriyle incelenmiştir. Sonuçlar, bölgeler arasında benzerlikler ve taşkın tarihlerinde yıllara bağlı kaymalar olduğunu göstermiştir. Ayrıca Yeşilırmak Havzası ile karşılaştırıldığında benzer mevsimsellik değişimleri tespit edilmiştir (Bilen, 2009).

"Flood Maps in Europe – Methods, Availability and Use" başlıklı çalışmada, AB, 2007'de sel riski yönetimine geçişi desteklemek için 2007/60/EC yönergesini kabul etmiş ve üye ülkelerin taşkın riski haritaları hazırlamasını zorunlu kılmıştır. Makale, Avrupa'daki 29 ülkenin mevcut taşkın haritalama uygulamalarını ve kullanımını incelemektedir (De Moel vd., 2009).

"**Dere Taşkın Risk Haritalarının CBS Kullanılarak Oluşturulması ve CBS ile Taşkın Risk Analizi"** başlıklı çalışmada, taşkın risk analizi, ArcGIS/ArcMap ve HEC-RAS yazılımları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İnceleme alanında jeolojik, hidrojeolojik, jeomorfolojik, iklim, toprak ve arazi kullanımı özellikleri değerlendirilmiş; taşkın debileri farklı yöntemlerle hesaplanmıştır. Ancak çalışmada beşeri faktörler dikkate alınmamış, bu yönüyle eksik kalmıştır (Özalp, 2009).

"Darıdere Barajının Tedrici Yıkılması ve Yarıktan Çıkan Taşkının HEC-RAS ve DAMBRK Programlarında İncelenmesi" başlıklı çalışmada, HEC-RAS ve DAMBRK programlarıyla yapılan simülasyonlarda, maksimum taşkın hidrografının baraj gölüne girmesiyle yetersiz dolusavak kapasitesi nedeniyle baraj kret kotunun aşılması ve ardından gövdede yarılma senaryosu incelenmiştir. Üç farklı yarık tipi varsayılarak, mansaptaki altı enkesitte maksimum debi ve su seviyeleri analiz edilmiştir (Düden, 2010).

"Trabzon Değirmendere Havzası'nda Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Bir Hidrolik Model Yardımıyla Taşkın Analizi Yapılması" başlıklı çalışmada, taşkın risk analizi ArcGIS ve HEC-RAS yazılımlarıyla yapılmış, topografik veriler HEC-GeoRAS modülüyle işlenerek taşkın haritaları üretilmiştir. Riskli yerleşimler belirlenmiş ve çözüm önerileri sunulmuştur (Uçar, 2010).

"Kozlu (Zonguldak) Bölgesinde Taşkın Riskinin Jeolojik ve Hidrojeolojik Olarak Belirlenmesi" başlıklı çalışmada, Zonguldak Kozlu'da taşkın riski jeolojik ve hidrojeolojik açıdan değerlendirilmiş, geçirimsiz litolojik birimlerin riski artırdığı belirlenmiştir. Taşkınların önlenmesi için alt ve üst havzada ıslah çalışmaları ile drenajın iyileştirilmesi önerilmiştir (Baysal, 2010).

"Sellenme/Taşkın Riski ve Yönetiminin Kentsel Planlamaya Entegrasyonu" başlıklı çalışmada, yerleşim yeri seçimindeki mantığın artık, güzel manzara, rant, uygun fiyat, kolay ulaşımdan daha öncel olarak risk faktörlerini gözeten bilinçli seçim, yönlendirme ve yönetimle belirlenmesi gerektiği vurgulanmıştır. Riski azaltıcı önlemler konusunda önerilerde bulunulmuştur (Koyuncu, 2010).

"A Simple İnertial Formulation of The Shallow Water Equations For Efficient Two-Dimensional Flood İnundation Modelling" başlıklı çalışmada, x ve y kartezyen yönlerindeki akışların ayrıştırıldığı 2D taşkın modellerinde kullanım için 1D sığ su teorisinden türetilen yeni bir denklem seti geliştirilmiştir. Bu yeni denklem

setini kullanan çözümlerin, dikkate alınan koşullar için şebekeden bağımsız olduğu ve sürtünmeye karşı sezgisel olarak doğru bir hassasiyete sahip olduğu gösterilmiştir. Ancak Mannings N sürtünme katsayısı n=0.01 olduğunda, tahmin edilen derinlikte küçük kararsızlıklar ve artan hatalar not edilmiştir (Bates, vd., 2010).

"Akarsularda Taşkın Ötelenme Modelleri Alara Çayı Uygulaması" başlıklı çalışmada, Alara Çayı'nın çeşitli sebeplerle yatağından taşarak çevresindeki doğal yapıya, arazilere, yerleşmelere, altyapı tesislerine ve canlılara zarar vermek suretiyle etki bölgesinde akımın yıkıcı etkiye sahip hacminin tespiti için hidrolik ve hidrolojik taşkın ötelenme metotları ile hesaplamalar yapılmıştır. Ölçülen akım verileri Kinematik, Difüzyon ve Dinamik modeller ile Muskingum-Cunge Modeli kullanılarak elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır (Özdoğan, 2010).

"İluh Deresi Havzası'na (Batman) Yönelik Sel ve Taşkın Riski Analizleri" başlıklı çalışmada, CBS ve HEC-RAS yazılımlarından faydalanılarak Hidrolik Modelleme yöntemiyle İluh Deresi ve yakın çevresi taşkın riski açısından değerlendirilmiştir (Sunkar ve Tonbul, 2010).

"Trabzon Değirmendere Havzasında Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Bir Hidrolik Model Yardımıyla Taşkın Analizi Yapılması" başlıklı çalışmada, Trabzon ili Değirmen Dere Havzası'nda Hidrolik Modelleme yöntemiyle taşkın analizi yapılmıştır. Risk altında olan alanların tespitini ve bu alanların olası bir taşkın anında görebilecekleri zararın nasıl en aza indirilebileceği konusunda önerilerde bulunulmuştur (Uçar, 2010).

"Çokal Barajı (Çanakkale) Çökme Modeli ve Taşkın Risk Analizi" başlıklı çalışmada, Çokal Barajı'nın olası çökme senaryosu 1D hidrolik modelleme ile analiz edilmiştir. Modelleme için SYM, uydu görüntüleri, toprak verileri, 30 yıllık yağış-akım verileri ve arazi ölçümleri kullanılmıştır. HEC-RAS yazılımıyla yapılan simülasyonlar, baraj çökmesi durumunda Evreşe Ovası'nda ciddi can ve mal kayıpları olacağını göstermiştir (Özdemir vd., 2011).

"Boğluca (Kayalı) Deresinin Taşkın Riskinin İrdelenmesi" başlıklı çalışmada, taşkınlar ve taşkınlardan kaynaklanan zararlardan genel olarak bahsedilmiştir. İnceleme alanında DSİ sentetik metot ile birim hidrografın elde edilmesi, mockus yöntemi, S.C.S. (Soil Conservation Service) sentetik metot, snyder sentetik yöntemi ve rasyonel yöntem kullanılarak taşkın debilerinin hesabı yapılmıştır.

Taşkın haritasının oluşturulması aşamasında ArcGIS ve HEC-RAS yazılımları ile Hec-GeoRAS modülünden faydalanılmıştır. Çalışmanın devamında geometrik verilerin nasıl oluşturulduğu konusunda bilgi verilerek taşkın haritası oluşturulmuştur. Bu çalışmada taşkın haritası, akarsuyun kolları, kıyıları, akış yolları, akarsu yatak kesitleri, akarsu yatağında bulunan mühendislik yapılar (köprü-menfez), arazi kullanımı, su toplama bölgeleri ve sanal seddelerin sayısallaştırılması ve Hec-GeoRAS modülü kullanılarak HEC-RAS'a aktarılması ile üretilmiştir (Eren, 2011).

"Taşkın Risk Yönetiminde Zarar Görebilirlik Analizleri" başlıklı çalışmada, Mahmutşevketpaşa Deresi Havzası'nda taşkın riski için fiziksel, sosyal ve ekonomik zarar görebilirlik analizleri yapılmış ve haritalanmıştır. Analizler, geçmiş taşkın verileri ve CBS ortamında oluşturulan risk haritası kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Taşkesen, 2011).

"Sel ve Taşkın Zararlarının Önlenmesi Üzerine Bir Araştırma: Düzce-Kaynaşlı Örneği" başlıklı çalışmada, Düzce Kaynaşlı'da taşkın riskini azaltmak için arazi kullanım değişimleri ve havzanın morfometrik özellikleri incelenmiş, yağış-akış ilişkisiyle farklı tekerrür sürelerinde akımlar hesaplanmıştır. CBS ve HEC-RAS kullanılarak taşkın analizi yapılmış ve riskli alanlar haritalanmıştır (Çitgez, 2011).

"Boğluca (Kayalı) Deresinin Taşkın Riskinin İrdelenmesi" başlıklı çalışmada, Boğluca Deresi havzasında Snyder, Mockus, Rasyonel ve S.C.S yöntemlerinden faydalanılarak muhtelif tekerrürlü taşkın debileri elde edilmiş ve taşkın riski irdelenmiştir (Eren, 2011).

"Quantitative flood risk assessment with applicaton in Turkey" başlıklı çalışmada, Dalaman Çayı Ovası'nda taşkın risk potansiyeli 1D ve 2D modellerle karşılaştırılmış, 1 m çözünürlüklü alanda yapılan modelleme ile gerçek taşkın sınırları karşılaştırılmıştır. Sonuçta 2D modelin daha başarılı olduğu belirtilmiştir (Keskin, 2012).

"Giresun Pazarsuyu Örneğinde, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Entegrasyonu ile Taşkın Risk Haritalarının Üretilmesi" başlıklı çalışmada, Pazarsuyu Deresi'nde taşkın risk haritaları JFLOW modeli ve Java tabanlı simülasyonlarla üretilmiştir. Altlık veriler ArcGIS ile hazırlanmış, uydu görüntüleri üzerinde sınıflandırma yapılarak risk altındaki yapılar ve arazi kullanımı belirlenmiştir (Kaya, 2012).

“Evaluating Scale and Roughness Effects in Urban Flood Modelling Using Terrestrial LIDAR Data” başlıklı çalışmada, şehirsel bir alanda farklı yüksek çözünürlüklü karasal LİDAR verileri (10 cm, 50 cm ve 1 m) ve pürüzlülük değerleri kullanılarak LİSFLOOD-FP hidrolik modelinde uygulanan St. Vernant denkleminin yeni bir formülü test edilmiştir. İmceleme alanı olarak 2007 yazında yüzey suyu taşkınları yaşayan Alcester, (Birleşik Krallık) tercih edilmiştir. Modellenen su derinliği, kapsamı, varış zamanı ve hızının ızgara çözünürlüklerine ve farklı pürüzlülük koşullarına göre duyarlılıkları analiz edilmiştir. Sonuçlar, arazi çözünürlüğünü 1m'den 10 cm'e çıkarmanın modellenen su derinliğini, yayılımını, varış süresini ve hızını önemli ölçüde etkilediğini göstermiştir. Çünkü yol eğimleri, kaldırımlar gibi küçük ölçekli topografyaların yüksek çözünürlüklü DEM’lerde temsiliyeti artmaktadır. Çalışmanın sonucunda yüksek çözünürlüklü LİDAR verilerinin özellikle şehirsel alanlardaki taşkın modelleri için avantajlı bir veri yapısı olduğu belirtilmiştir (Özdemir, vd., 2013).

“Taşkın zararları ve zarar görülebilirlik analizi Tarabzon Değirmendere Sanayi Mahallesi örneği” başlıklı çalışmada, Doğu Karadeniz'deki Trabzon ili sınırları içinde yer alan Değirmendere Havzası'nın mansabı tarafında yer alan Sanayi Mahallesi'nde taşkınların meydana gelmesi halinde yaşanabilecek zararlar, arazi yapısında meydana gelebilecek deformasyonlar, jeolojik zarar görülebilirlik, çevresel zarar görülebilirlik, baraj yıkılmasına bağlı zarar görülebilirlik, çalışma alanının alt yapısında oluşabilecek zarar görülebilirlik ve son olarak da Değirmendere'nin mansabında yer alan Trabzon Limanı'nın zarar görülebilirliği üzerinde ayrı ayrı durmuştur. Yazar, bu çalışmasında zarar görülebilirlik analizini HEC-RAS adlı paket programdan yararlanarak gerçekleştirmiştir (Serencam, 2013).

“Şehir Taşkınlarının Modellenmesinde Yersel Lidar Verilerinin Kullanımı: Alcester Örneği (İngiltere)” başlıklı çalışmada, şehirsel alanlardaki en küçük topografik değişkenlerin temsil kabiliyetinin arttıran yersel LİDAR verilerinin özellikle plüviyal taşkınlardaki sonuçları daha düşük çözünürlüklü verilere göre nasıl değişiklik gösterdiğinin bir örneği verilmiştir. Yersel LİDAR verisinden oluşturulan 10 cm çözünürlüğe sahip DEM verisinin kullanıldığı modelde taşkın derinliği, hızı ve ulaşma zamanı 1m çözünürlüğe sahip DEM verisinin kullanıldığı modele göre daha fazla bulunmuştur. DEM’e ait çözünürlüğün 1m den 10cm’ye artması sonucunda su derinliğinde ~%36’ya, su hızında ise ~%54 oranında artışa neden olmuştur. Fakat

taşkının yayılış alanı, simulasyon genelinde çözünürlüğün artmasıyla ~%5 oranında azalmıştır. İnceleme alanı olarak belirlenen yaklaşık 0,1 km^2'lik alan için uygulanan bu model çalışmasında değerlerde görülen bu farklılık daha geniş alanlara uygulanacak çalışmalarda farkın daha fazla olacağını göstermiştir. Elde edilen bu sonuçlar, kullanılan altlık verilerin yüzeyi temsil kabiliyetlerinin artması oranında daha gerçekçi sonuçlara ulaşılacağını göstermiştir. Çalışmanın sonucunda şehir taşkınlarına karşı yapılacak risk yönetimi çalışmalarında yersel LİDAR verileri temel altlık olarak kullanılması, suların cadde ve sokaklardaki hareketine bağlı olarak önleme ve zarar azaltma planlamaları yapılması gerektiği vurgulanmıştır (Özdemir, 2013).

"Toward a methodology to ınvestigate the downstream flood hazards on the American River due to Changes in Probable Maximum Flood due to Effects of Artificial Reservoir Size and Land-Use / Land-Cover Patterns" başlıklı çalışmada, Amerikan coğrafyasındaki bir akarsu havzasında, levee (set) yüksekliğinin taşkın kontrolüne etkisi 2B modelleme ile incelenmiştir. Flood2D-GPU kullanılarak baraj öncesi ve sonrası akım durumu, 1 m ve 7 m set yükseklikleriyle NED (32 m) ve Lidar (1.3 m) DEM verileri üzerinden simüle edilmiştir. Arazi kullanımının Manning pürüzlülük katsayısına etkisi ve gelecekteki arazi planlamasının önemi vurgulanmıştır (Kalyanapu vd., 2013).

"Alaplı Çayı Havzası'nın Sel ve Taşkın Analizi" başlıklı çalışmada, inceleme alanında sel ve taşkınların afete dönüşmesi antropojen faaliyetlere bağlanmaktadır. Yazar ilgili çalışmasında eğim, bakı, yükselti, arazi kullanımı, toprak ve bitki örtüsü haritalarını çakıştırarak sel ve taşkın risk zonları oluşturmuştur (Cihangir, 2013).

"Aşağı Sakarya Nehri'nde Taşkın Yayılım Haritalarının Elde Edilmesi" başlıklı çalışmada, Aşağı Sakarya Nehri Havzası'nda HEC-RAS yazılımından faydalanılarak hidrolik modelleme yöntemiyle taşkın risk haritaları üretilmiştir (Doğan vd., 2013).

"Batman Çayı'nın Taşkın Analizinin HEC-RAS Programıyla Yapılması" başlıklı çalışmada, Batman Çayı Havzası'nda HEC-RAS kullanılarak kararlı ve yavaş değişen akım koşulları modellenmiştir. Analizler, kesit tabanının düz olması nedeniyle su yüksekliğinin sınırlı kaldığını ancak taşkının geniş alanlara yayıldığını göstermektedir (Efe, 2014).

“GIS-Based Approach For Flood Analysis: Case Study Of Keçidere Flash Flood Event (Turkey)” başlıklı çalışmada, Keçi Dere Havzası’nda yaşanan taşkınların mekanizması hidrolojik modelleme kullanılarak açıklanmıştır. Çalışmanın veri kaynaklarını 1/25.00’lik haritalardan 10 m’lik izohipsler sayısallaştırılarak üretilmiş DEM, uydu görüntüleri ve arazi çalışmaları oluşturmaktadır. 29 yıllık maksimum akış verilerine LPT3 uygulanarak 2, 5, 50, 100, 200, 500 ve 1000 yıllık taşkın debileri hesaplandı. Modelde kullanılacak geomoetrik verilerin sayısallaştırması ve analizleri tamamlandıktan sonra HecGeoRAS aracı kullanılarak veri dönüşümü sağlanmış ve veriler HEC-RAS’a aktarılarak modellenmiştir. Son aşamada ise modelin sonuçları ile arazi çalışmalarından elde edilen veriler karşılaştırılmıştır. Taşkın sularının yayılımı ve derinliğinin analizi 500’lık maksimum akış verileri ile örtüştüğü gözlemlenmiştir (Cürebal, vd., 2015).

“Akarsu Havzalarında Topografik Nem İndeksleri ile Taşkına Meyilli Alanların Belirlenmesi” başlıklı çalışmada, CBS tabanlı Nem İndeksleri Modeli ile Tekirdağ ve Samsun illerinden seçilen altı adet havzanın taşkın durumunda su altında kalabilecek alanlarını belirleyen bir analiz yapılmıştır (Ermiş, 2015).

“Kozlu (Zonguldak) Bölgesinde Taşkın Riskinin Jeolojik ve Hidrojeolojik Olarak Belirlenmesi” başlıklı çalışmada, Zonguldak ili Kozlu Beldesi'nde oluşabilecek taşkın riskinin jeolojik ve hidrojeolojik olarak belirlenmesi amacıyla inceleme alanı ve yakın çevresinin jeolojisi, hidrolojisi ve hidrojeolojisi birbiri ile ilişkilendirilerek taşkın riski açısından değerlendirilmiştir. İnceleme alanından elde edilen bilgilere dayanılarak taşkın sırasında yaşanabilecek maddi ve manevi kayıpları en aza indirmek için çeşitli öneriler sunulmuştur (Baysal, 2015).

“Vulnerability assessment using LIDAR data in Silang-Sta. Rosa Subwatershed, Philippines” başlıklı çalışmada, arazi kullanımı ve yüksek çözünürlüklü SAR DEM verileriyle 1D ve 2D taşkın modelleri kullanılarak kentsel alanlardaki taşkın yayılımı belirlenmiştir. Çalışmada, karmaşık akış koşullarında 2D modelin daha başarılı olduğu ve 2D Diffusion Wave formülünün tercih edildiği vurgulanmıştır (Bragais vd., 2016).

“Akım Gözlem İstasyonu Bulunmayan Taşkın Havzalarındaki Değişimlerin Taşkın Riskine Etkisinin Belirlenmesi: Rize, Güneysu Örneği” başlıklı çalışmada, Güneysu Deresi için AGİ verisi olmadan taşkın modellemesi yapılmış, zamansal taşkın risk değişimi analiz edilerek arazi kullanımının risk

haritalarındaki rolü ortaya konmuştur. Çalışmada hidrograf simülasyonu, UA ve CBS teknikleri kullanılarak sürdürülebilir taşkın yönetimi için öneriler geliştirilmiştir (Kaya, 2017).

"Marmara Denizi Havzasının Hidroklimatolojik Dinamiklerinin Belirlenmesi" başlıklı çalışmada, Marmara Denizi Havzası'nda yağış, akış, buharlaşma ve su dengesi ilişkileri incelenmiş; MGM ve DSİ verileri kullanılarak Thiessen poligon yöntemiyle alansal dağılımlar hesaplanmıştır. Analizler, buharlaşmanın hidroklimatolojik dinamiklerde en güçlü denetçi olduğunu ve su dengesinin özellikle Biga Yarımadası'nda negatif değerler gösterdiğini ortaya koymuştur (Akbaş ve Özdemir, 2018).

"Havza Morfometrik Özelliklerinin Taşkın Üretmedeki Rolü Biga Çayı Havzası Örneği" başlıklı çalışmada, Biga Çayı Havzası alt havzaları morfometrik özelliklerine göre sınıflandırılmış ve taşkın üretme potansiyelleri analiz edilmiştir. Çalışmada SYM verisi, D8 akış ve Strahler yöntemleri kullanılarak en yüksek taşkın etkisine sahip alt havzanın Biga Alt Havzası olduğu belirlenmiştir (Utlu ve Özdemir, 2018).

"Investigating The Role of Model Structure and Surface Roughness in Generating Flood İnundation Extents Using One- And Twodimensional Hydraulic Models" başlıklı çalışmada, HEC-RAS 1D ve 2D, LISFLOOD-FP diffusive ve subgrid olmak üzere yaygın olarak kullanılan dört hidrolik model, performans, model yapısı ve yüzey pürüzlülüğü karakterizasyonuna duyarlılıkları bakımından karşılaştırılmıştır. Genel olarak 1D ve 2D modeller karşılaştırıldığında 2D modellerin daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Teste tabi tutulan tüm modellerin taşkın yatağı pürüzlülüğü arttırıldığında daha iyi performans gösterdiği gözlemlenmiştir. Modeller taşkın yatağında tekdüze ve dağıtılmış pürüzlülük karakterizasyonu için değerlendirildiğinde ise dağıtılmış pürüzlülük karakterizasyonuna kıyasla tekdüze yüzey karakterizasyonu daha iyi sonuç vermiştir (Liu, vd., 2018).

"Taşkın Modellemeleri İçin Farklı Uzaktan Algılama Görüntülerinden Elde Edilen Pürüzlülük Haritalarının Karşılaştırılması" başlıklı çalışmada, Landsat-8, Sentinel-2, CORINE-2018 ve DigitalGlobe verileriyle üretilen arazi kullanımı sınıflandırmaları karşılaştırılmış, mekânsal ve spektral çözünürlüğün

pürüzlülük haritalarının doğruluğunu belirlemede etkili olduğu vurgulanmıştır (Bolat, 2019).

"Farklı Çözünürlüklü Veri Kaynaklarına Bağlı Taşkın Tehlike Analizi: Biga Çayı Havzası Örneği" başlıklı çalışmada, Biga Çayı Havzası'ndaki taşkınlar; farklı çözünürlükteki sayısal yükseklik modelleri (DEM) ve arazi kullanım özelliklerine göre analiz edilmiştir. Çalışmada, en hassas veri seti olan İHA-DEM, modelin doğruluğunu ölçmek için kalibrasyon verisi olarak kullanılmış; düşük, orta ve yüksek çözünürlüklü modellerden elde edilen derinlik ve hız parametreleri bu veriyle kıyaslanmıştır. Gumbel-EV-I yöntemiyle belirlenen farklı tekrarlama sıklıklarına ait modellerin testi sonucunda, İHA-DEM verisine en yakın sonuçları Eu-DEM ve Alos 12.5 m verilerinin verdiği saptanmıştır. Yıllık maksimum akım verilerine dayalı olarak, suyun derinliği ve hızı üzerinden bir tehlike analizi oluşturulmuştur. Sonuç olarak, Biga yerleşmesinde özellikle eğimin azaldığı taşkın yatağı alanlarında tehlike seviyesinin yüksek olduğu tespit edilmiştir (Utlu, 2019).

"Regional Flood Risk Analysıs for Huaihong South Flood Control Protected Area in Chın A Using An Integrated Method" başlıklı çalışmada, Çin'deki Huaihe Nehir Havzası'nın Huaihong güney taşkın kontrol koruma alanında ArcGIS ve MİKE 11 yazılımları kullanılarak bir boyutlu (1-D) ve iki boyutlu (2-D) birleştirilmiş hidrodinamik model ile taşkın risk analizi yapılmıştır. Zarar görebilirlik analizi için öncelikle değerlendirme indeksi sistemi kurulmuş sonrasında afet ilerleme yöntemi ile analiz edilmiştir. Sonuçlar inceleme alanının çoğu bölgesinde sel riskinin orta veya yüksek olduğunu göstermiştir (Gao, vd., 2020).

"How Much Spatial Resolution Do We Need to Model A Local Flood Event? Benchmark Testing Based on UAV Data From Biga River (Turkey)" başlıklı çalışmada, ALOS DEM (12,5 ve 30 m), EU-DEM (25 m), ASTER GDEM (30 m), SRTM (30 ve 90 m), MERİT DEM (90 m) ve TANDEM-X (90 m) gibi ücretsiz olarak kullanılabilen SYM'ler ve İHA (5 cm) verisi kullanılmıştır. Sonrasında bu SYM'lerin her biri ayrı ayrı kullanılarak taşkın modelleri oluşturulmuştur. Sonuçlar karşılaştırıldığında EU-DEM'in taşkın boyutu, derinliği ve hızı açısından en uygun veri seti olduğu sonucuna varılmıştır. ALOS 12.5 DEM ve MERIT DEM (90 m) verileri ise genişlik, derinlik ve hız açısından en uygun olanlardır (Özdemir ve Utlu, 2020).

“Sel – Taşkın Modellerinde Hava LİDAR Verilerinin Kullanımı: Ulus Çayı Örneği” başlıklı çalışmada, Ulus Çayı üzerinde LİDAR verisiyle 25 cm çözünürlüklü DEM ve farklı detaylarda DSM üretilmiş, yüzey topografyası ile bina ve ağaç etkileri incelenmiştir. Hipotetik akım verisi kullanılarak DEM ve DSM tabanlı 2B taşkın modelleri karşılaştırılmış, su yüksekliği ve yayılımındaki farklılıklar ortaya konmuştur (Şimşek, 2020).

“Tüm Modeller Yanlıştır, Ancak Bazıları Faydalıdır: Akım Gözlem İstasyonu Bulunmayan Havzalarda Düşük (Kurak) ve Yüksek (Taşkın) Akım Davranışlarının Belirlenmesi” başlıklı çalışmada, akım gözlem istasyonu bulunmayan Bartın Çayı alt havzalarında düşük ve yüksek akım karakteristikleri SWAT modeli kullanılarak simüle edilmiş ve sonuçları gözlem verileriyle karşılaştırmıştır. Kalibre edilen modelin havza içi süreçleri temsil etmede yeterli olduğu görülse de, çeşitli belirsizlik kaynakları nedeniyle bazı akım metriklerinde sapmalar tespit edilmiştir (Akbaş ve Özdemir, 2022).

“Akım Gözlem İstasyonu Bulunmayan Havzalarda Taşkın Debisi Tahmini: Doğu Karadeniz Örneği” başlıklı çalışmada, akım verisi kısıtlı olan Doğu Karadeniz Havzası'ndaki alt havzaların taşkın debilerini L-momentler yöntemiyle hesaplanmıştır. Bölgesel analizler aracılığıyla en uygun istatistiksel dağılım belirlenmiş ve farklı tekerrür periyotlarına sahip taşkın debileri ortaya konulmuştur. Çalışmanın sonuçları, bölgedeki hidrolojik ve hidrodinamik güvenlik çalışmaları için kritik bir veri altlığı sunmaktadır (Elbaşı ve Özdemir, 2023).

“Is there a consistency in basin morphometry and hydrodynamic modelling results in terms of the flood generation potential of basins? A case study from the Ulus River Basin (Türkiye)” başlıklı çalışmada, havza morfometrisi ile hidrodinamik model sonuçlarının sel potansiyelini belirlemedeki tutarlılığını Ulus (Türkiye) örneğinde karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. LISFLOOD-FP hidrodinamik modeli ve Normalleştirilmiş Morfometrik Sel İndeksi (NMFI) sonuçları, Süleyman alt havzasının en yüksek sel riskine sahip bölge olduğu konusunda tam uyum göstermiştir. Elde edilen bulgular, NMFI yönteminin veri yetersizliği olan bölgelerde taşkın oluşturma potansiyelini anlamak için güvenilir ve etkin bir araç olarak kullanılabileceğini kanıtlamaktadır (Özdemir ve Akbaş, 2023).

“A new approach to flood susceptibility analysis of urbanised alluvial fans: the case of Bursa City (Türkiye)” başlıklı çalışmada, Uludağ'ın kuzey

yamacındaki kentleşmiş alüvyal yelpazelerin sel duyarlılığını, havza morfometrisi ve antropojenik arazi kullanım özelliklerini entegre ederek incelemiştir. Normalleştirilmiş Morfometrik Taşkın İndeksi yöntemiyle yapılan analizler sonucunda, incelenen havza ve yelpaze sistemlerinin (B/F) büyük çoğunluğunun "yüksek" ve "çok yüksek" duyarlılık seviyesinde olduğu saptanmıştır. Elde edilen bulgular tarihsel sel envanteriyle yüksek tutarlılık sergileyerek, yerleşim alanlarındaki sel risk yönetimi için kritik bir veri seti sunmaktadır (Çorapçı ve Özdemir, 2024).

"Flood susceptibility analysis of settlement basins on a provincial scale using inventory flood data" başlıklı çalışmada, Bursa'da nehir kıyısı ve vadi tabanındaki 344 yerleşim yerinin 483 havzası için baskın morfometrik parametrelere dayalı sel duyarlılığı analizi yapmıştır. Normalleştirilmiş Morfometrik Taşkın İndeksi (NMFI) kullanılarak yapılan değerlendirme sonucunda, ildeki yerleşimlerin %51'inin yüksek taşkın potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir. Araştırma, sel risk yönetimi kapsamında hangi ilçelere ve yerleşim yerlerine öncelik verilmesi gerektiğine dair kritik veriler sunmaktadır (Kuşçu ve Özdemir, 2024).

"Türkiye'de Taşkınların FlooDOT Tabanlı İncelenmesi ve Farklı Veri Kaynaklarının Mekânsal Karşılaştırılması" başlıklı çalışmada, Türkiye'de 1928–2022 yılları arasındaki taşkınları farklı veri kaynaklarıyla derleyen kapsamlı FlooDOT envanterini tanıtmaktadır. Getis-Ord Gi*analiziyle 9181 taşkın noktası incelenmiş; olayların bimodal bir karakterde ve çeyrek yüzyıllık döngülerle seyrettiği, Doğu Karadeniz'in ise en kritik sıcak bölge olduğu saptanmıştır. Bulgular, küresel envanterlerin yarattığı veri boşluğunun FlooDOT ile kapandığını ve çok kaynaklı verinin tehlike analizleri için stratejik önemini vurgulamaktadır (Akbaş, Özdemir ve Görüm, 2025).

"Evaluating the capability of UAV-Derived DEMs for flood hazard analysis" başlıklı çalışmada, Ulus'ta (Türkiye) farklı İHA çözünürlüklerinin (0.1m, 0.5m, 1m) sel modelleme sonuçları üzerindeki etkisini LISFLOOD-FP kullanarak analiz etmiştir. Çözünürlük 1m'den 0.1m'ye çıktığında işlem süresi 711 kat artarken, sel derinliği ve hızı gibi temel verilerde anlamlı bir fark oluşmamıştır. Bulgular, çok yüksek çözünürlüklü verilerin (0.1m) geniş alanlarda düşük maliyet etkinliği ve yüksek işlem süresi nedeniyle verimsiz olduğunu göstermektedir (Özdemir ve Akbaş, 2025).

“Basin morphometry? It is no longer an issue with HydroMachine toolbox” başlıklı çalışmada, geliştirilen HydroMachine aracı tanıtılmıştır. Bu araç, ArcGIS ortamında kullanıcı dostu bir arayüzle 11 morfometrik parametreyi otomatik hesaplayarak hem zaman tasarrufu sağlamakta hem de taşkın duyarlılığı analizlerinde kullanılabilmektedir (Topsakal, vd., 2025).

“Flood Susceptibility Mapping in the İskenderun Gulf Basins (Türkiye) Using Morphometric and Multivariate Techniques” başlıklı çalışmada, İskenderun Körfezi'ndeki 24 havzanın sel duyarlılığı morfometrik analizler ve istatistiksel yöntemlerle (NMFI ve PCA) değerlendirilerek kapsamlı bir risk analizi sunulmaktadır. Analizler, havzaların çoğunun orta-yüksek risk grubunda olduğunu ve PCA yönteminin sınıflandırmada daha yüksek performans sergilediğini göstermiştir (Utlu, Ghasemlounıa ve Demirbilek, 2025).

2.3. Saha ile İlgili Araştırmalar

“Edremit-Burhaniye Ovası ve Yakın Çevresinin Beşeri ve İktisadi Coğrafyası Üzerine Bir Araştırma” başlıklı çalışmada, Edremit–Burhaniye Ovası ve çevresinin beşerî ve ekonomik yapısı ortaya konularak, bu yapıyı şekillendiren doğal ve coğrafi faktörler saha gözlemleri, anketler ve istatistiksel veriler ışığında bütüncül bir yaklaşımla analiz edilmiştir (Mutluer, 1990).

“Edremit Ovası ve Yakın Çevresinin Jeomorfolojik ve Uygulamalı Jeomorfolojik Etüdü” başlıklı çalışmada, Edremit Ovası’nın tektonik ve morfolojik bakımdan karmaşık bir evrim sürecinden geçtiği ifade edilmektedir. Çalışma alanının; Zeytinli Çayı, Edremit Çayı, Kızılkeçili Dere, Havran Çayı ve Karınca Dere ile bunların kolları tarafından drene edildiği, bu akarsu ağlarının ise ovanın ve çevresinin bugünkü morfolojik görünümünün oluşumunda belirleyici bir etken olduğu vurgulanmaktadır (Hocaoğlu, 1991).

“Batı Anadolu’nun Jeotektonik Evrimi” başlıklı çalışmada, Batı Anadolu, Ege Adaları ve Yunanistan'ın Üst Triyas'a kadar benzer bir tektonik evrim gösterdiğini, ancak Pliyo-Kuvaterner döneminde Ege Adaları ve Yunanistan'ın Batı Anadolu'dan ayrılarak farklı bir tektonik gelişim süreci izlediğini ifade etmiştir (Bingöl, 1976).

“Türkiye’nin Genel Tektonik Durumu ile Başlıca Deprem Bölgeleri Arasındaki İlişkiler” başlıklı çalışmada, Edremit Körfezi’nde düşey tektonik hareketlere bağlı olarak farklı ölçeklerde çok sayıda normal ve ters fayın geliştiğini belirtmektedir. Ayrıca körfezin, Türkiye’nin neotektonik rejimi kapsamında normal faylanma ile şekillenmiş bir horst-graben sistemi içinde yer aldığını ve bu yapısal özelliklere bağlı olarak bölgenin birinci derece deprem kuşağında bulunduğunu vurgulamaktadır (Ketin, 1968).

“Türkiye’nin Başlıca Orojenik Olayları ve Paleocoğrafik Evrimi” başlıklı çalışmada, Edremit Körfezi çevresinde, Triyas yaşlı sedimanter kayaçların metamorfik-kristalin kayaçları diskordans olarak kestiği ifade edilmektedir (Ketin, 1977).

“Biga Yarımadası Güneyinin (Savaştepe-Kırkağaç-Bergama-Ayvalık) Temel Jeoloji Özellikleri” başlıklı çalışmada, sahanın jeolojik evrimi kronolojik bir yaklaşımla ele alınmış; sahada yer alan formasyonların mekânsal dağılımları ayrıntılı olarak ortaya konmuştur (Akyürek ve Soysal, 1981).

“Ege Bölgesi Coğrafyası” başlıklı çalışmada, Ege Bölgesi’nin bölümleri ve yöreleri ele alınmış; 1941 Coğrafi Bölge Sınıflandırması çerçevesinde Edremit yöresi içinde yer alan çalışma sahasının genel fiziki coğrafya özellikleri ile yerleşim tarihine ilişkin değerlendirmeler yapılmıştır (Darkot ve Tuncel, 1995).

“Havrançayı-Bakırçay Arasındaki Bölgenin Bitki Coğrafyası” başlıklı çalışmada, İklim özellikleri ile bitki coğrafyası arasındaki ilişkiler değerlendirilmiş; inceleme alanında yer alan bitki tür ve çeşitleri ayrıntılı olarak ele alınmıştır (Sönmez, 1996).

“Ayvalık ile Ören (Burhaniye) Arasının Kıyı Jeomorfolojisi” başlıklı çalışmada, Ayvalık–Burhaniye arasındaki kıyı şeridi ile yakın çevredeki adaların genel fiziki coğrafya özelliklerini ele almış; ayrıca jeomorfolojik unsurların oluşum ve gelişim süreçlerini ayrıntılı biçimde açıklamıştır (Soykan, 1997).

“Edremit İlçesi (Balıkesir) Coğrafyası” başlıklı çalışmada, Edremit ilçesi ve yakın çevresinde rölyefin oluşumunda tektonik süreçlerin belirleyici olduğunu; bu süreçlerle şekillenen yer şekillerinin akarsu ağı tarafından parçalanması sonucu gelişen aşınım yüzeyleri ile vadilerin önemli bir yer tuttuğunu belirtmektedir (Yüceşahin, 1997).

“Kuzeybatı Anadolu Depremleri Jeofizik Toplantısı” sonuç raporunda, bölgede gelişen fayların oluşum mekanizmaları ele alınmış; bu faylar boyunca meydana gelen depremlerin yıkıcı etkileri ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir (Balıkesir Valiliği ve TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası, 2001).

“Balıkesir Ovası ve Yakın Çevresinin Neotektonik Özellikleri ve Depremselliği” başlıklı çalışmada, sahanın birinci derece deprem kuşağı içerisinde yer aldığını; zemini oluşturan birimlerin büyük ölçüde Pliyosen, Pleistosen ve Holosen yaşlı olması ve yeraltı su seviyesinin yüksekliği gibi etkenlerin bir araya gelmesiyle, bölgenin hem yüksek depremsellik riski taşıdığını hem de olası bir deprem durumunda hasar potansiyelinin artabileceğini vurgulamaktadır (Tağıl, 2004).

“Kıyı Turizminden Alpinizme Sürdürülebilir Turizm (Burhaniye-Edremit-Kaz Dağı Örneği)” başlıklı çalışmada, değişen küresel koşullara bağlı olarak turizm tercihlerinde farklılaşma yaşandığını ve bireylerin alternatif turizm alanlarına yöneldiğini belirtmektedir. Bu bağlamda, sürdürülebilir turizm anlayışının geliştirilmesinde jeomorfolojik özellikler başta olmak üzere fiziki coğrafya unsurlarının ayrıntılı biçimde tanınmasının ve buna dayalı jeoiktisadi planlamaların yapılmasının önemini vurgulamaktadır. Ayrıca çalışmada, Burhaniye’nin doğal kaynak değerleri ile turizm potansiyeli kapsamlı olarak ele alınmıştır (Kargı, 2010).

“Geçmişten Geleceğe Edremit Körfezi Tarihi” bu çalışmada, antik kentler, zeytincilik kültürü, bölgeye özgü mimari ve yerel tarih gibi unsurları bütüncül bir bakışla ele alınarak bölgenin kültürel ve ekonomik kimliğini ortaya konulmuştur (Gücü, 2011).

“Burhaniye Doğal Kaynak Değerleri” başlıklı çalışmada, Burhaniye ilçesinin doğal çevre unsurları incelenmiş; bu unsurlar doğrultusunda ekonomik faaliyetler ile yerleşme özellikleri ele alınmıştır. Çalışmada özellikle biyocoğrafik faktörler ayrıntılı biçimde değerlendirilmiştir (Efe vd., 2012).

“Land Use and Land Cover Change Detection in Karinca River Catchment NW Turkey Using GIS and RS Techniques” başlıklı çalışmada, Karınca Çayı Havzası’nı ele alan bu çalışmada, 1979–2007 döneminde arazi kullanımında önemli değişimler yaşandığı ortaya konulmuştur. Bu değişimlerin, erozyon ve arazi bozunumu gibi çevresel sorunları artırdığı vurgulanmıştır (Efe vd., 2012).

“Burhaniye’de Yaylacılık Faaliyetlerinin Ekoturizm Açısından Önemi ve Değeri” başlıklı çalışmada, yayla yerleşmelerinin tespiti ve haritalandırılması yapılmış; bu yerleşmelerin doğal ve kültürel kaynak değerleri ayrıntılı biçimde ortaya konmuştur. Çalışma sonucunda, Burhaniye yaylalarının ekoturizm açısından taşıdığı potansiyel ve değerler değerlendirilmiş (Efe vd., 2014).

“Geçmişten Günümüze Burhaniye (Adramytteion-Kemer-Edremit) Tarihi” başlıklı çalışmada, Burhaniye’nin tarihsel gelişimi; Antik Çağ’daki Adramytteion yerleşimi, Osmanlı döneminde Kemer adıyla anılan idari ve sosyal yapı, II. Abdülhamid döneminde Burhaniye isminin ortaya çıkışı ve zeytincilik ile yerel mimari gibi kültürel miras unsurları ele alınmıştır (Gücü, 2014).

“Burhaniye - Bir Zeytincilik ve Sayfiye Yerleşmesi” bu çalışmada, Burhaniye ilçesinin fiziki ve beşeri coğrafya özellikleri, bölgenin tarım ekonomisindeki (zeytincilik) yeri ve Ören gibi önemli merkezlerin turizm (sayfiye) potansiyeli derinlemesine incelenmiştir (Doldur, 2014)

“Reşitköy Barajı ve Bahadınlı Regülatörü Raporu” başlıklı çalışmada, Karınca Dere üzerinde inşası planlanan baraja ilişkin olarak, sahanın jeolojik, fiziki, ekolojik ve sosyo-ekonomik özellikleri kapsamlı biçimde analiz edilmiş; söz konusu barajın sulama gereksinimlerinin karşılanması açısından bölge için önemli bir ihtiyaç olduğu vurgulanmıştır (DSİ 25. Bölge Müdürlüğü, 2015).

“Balıkesir Ovası-Kocaçay-Manyas Ovası ve Susurluk Çayı Arasında Kalan Sahanın Jeomorfolojisi” başlıklı çalışmada, sahadaki jeomorfolojik birimlerin oluşum ve gelişim süreçlerini ve bu süreçleri etkileyen faktörleri ayrıntılı olarak incelemiştir. Ayrıca, jeolojik zamanlar boyunca sahanın jeomorfolojik evrimi, bu evrime yön veren süreçler ile tektonik faaliyetler kapsamlı biçimde ele alınmıştır (Gökçe, 2016).

“Edremit Körfezi’nin Güney Kesiminde Ortaçağ” bu çalışmada, Bölgedeki Prehistorik, Protohistorik ve Antik dönemlere ait veriler Edremit, Burhaniye ve Ayvalık ilçelerinde incelenmiştir. Arkeolojik mirasın bilinçli tahribat nedeniyle büyük tehdit altında olduğu belirtilmiştir. Tarihsel süreçte yoğun yerleşim merkezi olan bölgenin, Geç Antik ve Ortaçağ dönemlerinde nüfus azalması ve yerleşim değişiklikleriyle dikkat çektiği vurgulanmıştır (Beksaç, 2018).

“Karınca Çayı (Burhaniye-Balıkesir) Havzasının Uygulamalı Jeomorfolojisi” başlıklı çalışmada, sahaya ait uygulamalı jeomorfolojik özellikler ele alınmış; fiziki ve beşeri coğrafya unsurlarının etkileşimi çerçevesinde günlenme, erozyon, kütle hareketleri, sel-taşkın ve yanlış arazi kullanımı gibi başlıca jeomorfolojik sorunlar ortaya konulmuştur (Aykurt, 2019).

“Burhaniye’de Yerleşmenin Gelişimi” Bu çalışmada, Burhaniyenin Cumhuriyet döneminde tarım ve sanayiye dayalı bir ekonomisi olduğu ifade edilmiştir. 1950 sonrası ulaşım imkânlarının gelişmesiyle turizm kenti olarak öne çıktığı ortaya konulmuş, günümüzde tarım ve turizmin birlikte sürdürüldüğü vurgulanmıştır. Kentleşmenin tarım arazilerini ortadan kaldırarak nüfus ve işlevsel büyümeye yol açtığı belirtilmiştir (Özbakır, 2022).

“The Role of Basin Morphometric Features in Flood Output: A Case Study of the Karınca Creek Basin” başlıklı çalışmada, çizgisel, alansal ve relief morfometrisine ait parametreler ayrı ayrı değerlendirilmiş; ardından bu bileşenler bütüncül bir yaklaşımla ele alınarak Karınca Dere Havzası ve alt havzalarının taşkın duyarlılığı analiz edilmiştir (Durak ve Cürebal, 2023).

“Balıkesir İli 2024 Çevre Durum Raporu” başlıklı çalışmada, sürdürülebilir kaynak yönetimi ve arazi kullanımının sağlanması amacıyla, Balıkesir’de hava, su ve toprak kirliliği başta olmak üzere çevresel sorunların giderilmesine yönelik çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Balıkesir Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2025).

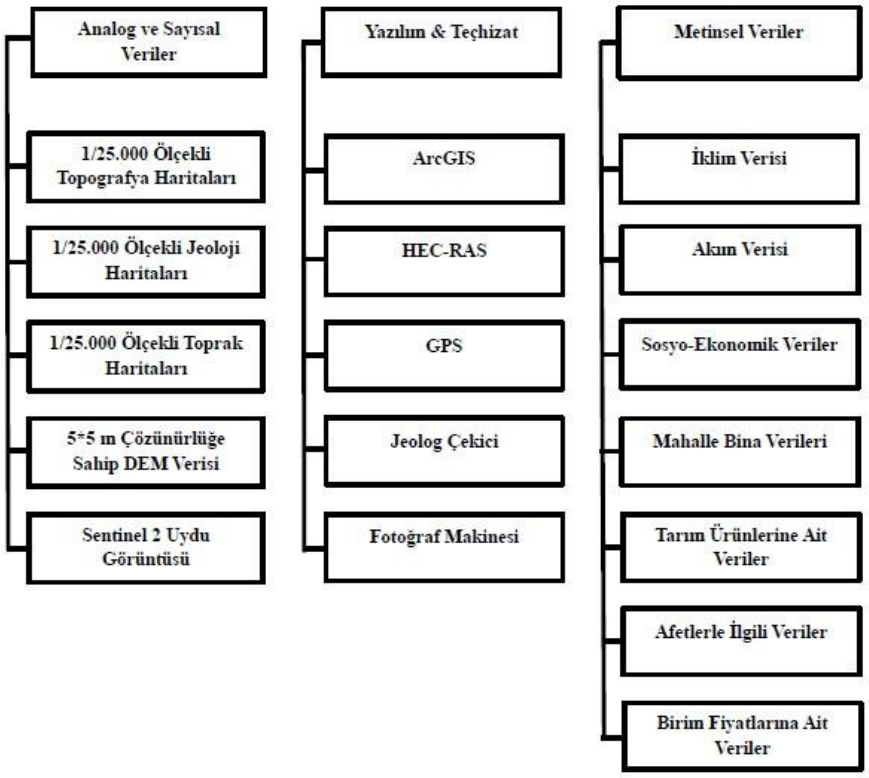
3. YÖNTEM

Çalışma kapsamında öncelikle detaylı literatür taraması yapılmıştır. Literatür taraması ile konu ve alan ile ilgili temel bilgilerin edinilmesinin ardından inceleme alanında yer alan AGİ istasyonlarının konumları ve verileri ile ilgili bilgi edinilmiştir.

Bu çalışmanın yürütülmesinde kullanılan materyaller; araştırma öncesinde mevcut olan ve çalışma sürecinde üretilen veriler, kullanılan yazılım ve teknik donanımlar ile metinsel belgeler olmak üzere üç ana grupta ele alınmıştır. Analog ve sayısal nitelikteki veriler kapsamında, araştırma alanına ait uydu görüntüleri ile 1/25.000 ölçekli topografya, jeoloji ve toprak haritalarından yararlanılmıştır. Bu çalışmada, uzaktan algılama verisi olarak 10 m mekânsal çözünürlüğe sahip Sentinel-2 uydu görüntüleri; yüzey topografyasının modellenmesi amacıyla ise 5 m çözünürlüklü Sayısal Yüzey Modeli (SYM) kullanılmıştır.

Yazılım olarak CBS yazılımlarından ArcGIS yazılımı ve buna ait alt analiz modülleri kullanılmıştır. Hidrolik modelleme için ise U.S. Army ürünü olan HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center-River Analysis System), yazılımından yararlanılmıştır. Alet ve teçhizat olarak arazi çalışmalarında el tipi GPS cihazı, jeolog çekici, asit çözeltisi ve fotoğraf makinesi kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan metinsel veriler ilgili kurumlardan temin edilmiştir. Bu kapsamda, meteorolojik veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden; akım verileri ile Reşitköy Barajı ve Bahadınlı Regülatörüne ait bilgiler Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nden sağlanmıştır. Sosyo-ekonomik, nüfus ve tarımsal ürünlere ilişkin veriler Türkiye İstatistik Kurumu'ndan (TÜİK) elde edilmiştir. Mahalle bina envanteri Balıkesir Büyükşehir Belediyesi'nden temin edilmiştir. Köprülerle ilgili veriler ise Karayolları Genel Müdürlüğü'nün 2. Bölge Müdürlüğü (İzmir) ve 14. Bölge Müdürlüğü'ne bağlı 141. Şube Şefliği (Balıkesir) aracılığıyla sağlanmıştır.



Şekil 13. Çalışmada Kullanılan Başlıca Materyaller
Kaynak: Orijial

Bu çalışmada, verilerin hazırlanması ve veri girişi süreci en kritik ve en fazla zaman gerektiren aşamayı oluşturmuştur. Çalışmada kullanılan 1/25.000 ölçekli temel altlık haritalar (topografya, jeoloji, toprak) J17b2, J17b3, İ17c3, J18a1, J18a2, J18a3 ve J18a4 paftalarından oluşmakta olup toplam yedi paftayı kapsamaktadır. Bu altlık haritalar ile uydu görüntülerinin projeksiyon ve koordinat dönüşümleri gerçekleştirilmiş, ardından sayısallaştırma işlemleri ve sözel veri girişleri tamamlanmıştır. Veri girişinin ardından yapılan arazi çalışmalarıyla elde edilen veriler bir araya getirilmiş, düzenlenmiş ve böylece veri hazırlama aşaması tamamlanmıştır.

Veri girişi, arazi çalışmaları ve uydu görüntülerinin işlenmesinin tamamlanmasının ardından, veri analizi ve değerlendirme aşamasına geçilmiştir. Bu aşamada, taşkın risk analizinde kullanılacak temel analizler ve değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir. İlk olarak, inceleme alanının genel fiziki özellikleri detaylı biçimde ele alınmış ve analiz sürecinin temelini oluşturacak veriler hazırlanmıştır.

3.1. Harita Tasarımı ve Analizleri

Jeoloji haritası, MTA Kuzeybatı Anadolu Bölge Müdürlüğü'nden SHP formatında temin edilen sayısal jeoloji verileri kullanılarak oluşturulmuş ve litolojik özelliklerine göre sınıflandırılmıştır.

Jeomorfoloji haritası, Aykurt (2019) tarafından hazırlanan çalışmadan alınarak bu araştırmada kullanılmıştır.

Topografya haritaları üzerinden sayısallaştırılan 10 m izohipsleri kullanılarak Araçlar (ArcToolbox), Mekansal Analiz Araçları (Spatial Analyst Tools), enterpolasyon (interpolation), topografyadan hücresel veri üretme (Topo to Raster) analizi ile Sayısal Yükselti Modeli (SYM = Digital Elevation Model - DEM) üretilmiştir. Üretilen Sayısal Yükselti Modeli, Classify işlemi uygulanarak 100 m'lik yükselti basamaklarına ayrılmış ve haritalanmıştır.

İklim özellikleri, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilen Burhaniye Meteoroloji İstasyonu'nun 1974–2021 dönemine ait rasat verileri kullanılarak belirlenmiştir (MGM, 2021).

Yıllık ortalama sıcaklık dağılışı haritası, sıcaklığın yükseltiyle birlikte her 200 m'de 1 °C azaldığını kabul eden "Lapse Rate" yaklaşımı esas alınarak, yıllık ortalama sıcaklık verilerinin enterpolasyonu ile oluşturulmuştur.

Yağış dağılışı haritası, aylık ortalama toplam yağış verilerinin, yükseltinin her 100 m artışında yağış miktarının 54 mm arttığını esas alan "Schreiber Formülü" kullanılarak enterpole edilmesi sonucunda haritalanmıştır.

Drenaj ağı haritası, Sayısal Yükselti Modeli kullanılarak ArcToolbox içindeki Mekânsal Analiz Araçları (Spatial Analyst Tools) bölümünde Hydrology analizlerinden Flow Direction ve Flow Accumulation işlemleri uygulanmıştır. Ardından Raster Calculator penceresinde Streamnetwork= yazıldıktan sonra Conditional altındaki "Con" seçilmiş ve Layers and Variables kısmındaki "flow_accum" verisi kullanılarak Streamnetwork = Con("flow_accum" >= 75, 1) ifadesi ile üretilmiştir. Üretilen akarsu ağı, Stream to Feature analizi kullanılarak vektör formata dönüştürülmüş, ardından sınıflandırılarak haritalanmıştır.

Toprak özelliklerinin belirlenmesinde, Topraksu Genel Müdürlüğü tarafından 1970 yılında hazırlanmış olan Büyük Toprak Grupları (BTG) haritası SHP formatında temin edilerek kullanılmıştır.

Hidrolojik toprak grupları haritası, büyük toprak grupları verileri kullanılarak Özer (1990) çalışmasında belirtilen kriterlere göre üretilmiş ve haritalanmıştır.

Yollar haritası, Karayolları Genel Müdürlüğü 14. Bölge Müdürlüğü (Balıkesir) ve 2. Bölge Müdürlüğü (İzmir)'den temin edilen veriler kullanılarak üretilmiş ve haritalanmıştır.

Reşitköy Barajı ve Bahadınlı Regülatörü etki alanı haritası, baraj ve regülatörün etki alanı dışında kalan taşkın tehlikesi altındaki yerleşim birimlerinin belirlenmesi ve haritalanmasıyla üretilmiştir.

Elektrik iletim ve dağıtım hatları haritası, Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ) Balıkesir İşletme Şefliği ile Uludağ Elektrik Dağıtım A.Ş. (UEDAŞ) Balıkesir İşletmesi'nden temin edilen SHP formatındaki veriler kullanılarak üretilmiştir.

Doğalgaz hatları haritası, Aksa Doğalgaz Balıkesir'den temin edilen SHP formatındaki veriler kullanılarak üretilmiştir.

Burhaniye su ve kanalizasyon hatları haritası, Balıkesir Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü'nden temin edilen SHP formatındaki veriler kullanılarak üretilmiştir.

Adramytteion kültür rotası haritası, manuel sayısallaştırma yöntemiyle üretilmiş ve haritalanmıştır.

Karınca Dere Havzası arazi kullanımı haritası, Sentinel-2 uydu görüntüsü kullanılarak Image Classification aracı ile üretilmiştir. Bu süreçte Maximum Likelihood Classification (MLC) algoritması uygulanmış ve 1000 adet örneklem noktası eğitim verisi olarak kullanılmıştır. Böylece havzanın farklı arazi kullanım sınıfları belirlenerek haritalanmıştır.

NDVI: Havzadaki bitki örtüsünün dağılışı Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) değerleri ile ortaya konmuştur. NDVI, güneşten ve bakış açısından kaynaklanan değişik aydınlanma özellikleri ve ve gölge etkisini önemli ölçüde ortadan kaldırarak bitki örtüsünün yeşillik miktarını belirleyen bitki indislerinden biridir

(Sellers, 1985; Melesse ve Jordan., 2003; Wang vd., 2004; Holben ve Frasher, 1984; Shultz vd., 2000; Sotomayor, 2002). NDVI yakın kızılötesi ve kırmızı bandlarının fark ve toplamının oranlanmasıyla elde edilir (Rouse vd., 1973).

Bu özellik Sentinel 2 için şu şekilde formülüze edilir;

NDVI=(Band 8-Band 4)/(Band 8+Band 4)

NDVI değerleri -1 ile +1 arasında değişkenlik gösterir. Negatif değerler bitki örtüsünden tamamen yoksun alanlar kar örtüsü, bulutlar ve su yüzeylerini, kayalık ve toprak alanlar 0'a yakın değerler gösterirken, 0,1 ile 1 arasındaki alanlar ise bitki örtüsünün yoğunluğu ve yeşilliğine bağlı olarak değişkenlik gösterir (Melesse vd., 2003; Pettorelli vd., 2006). Değerin 1'e yaklaşması sağlıklı ve yoğun bitki örtüsünün göstergesidir. Sentinel 2a uydu görüntüsü kullanılarak üretilen NDVI değerleri -12 – 0,61 arasında değişen aralıklara sahiptir. Bu değerlere göre - 0,12 ile 0,1 arasında değişen alanlar havzada bitki örtüsünden tamamen yoksun alanları ve su yüzeylerini, 0,1 – 0,25 değer aralığına sahip olan alanlar seyrek bitki örtüsünün bulunduğu alanları (Zeytinlik, Fundalık vb., gibi) ve son olarak 0,25 üzeri değer aralığına sahip alanlar ise bitki örtüsünün sık ve yoğun olduğu ormanlık, fundalık ve sulamalı tarım arazilerini göstermektedir (Şekil 44).

3.2. Morfometrik Analizler

Değerlendirmenin ilk aşamasında taşkın riski taşıyabilecek yerleşim yerlerinin tespiti yapılarak bu yerleşim yerlerini etkileyebilecek akarsu havzalarının morfometrik analizleri yapılmıştır. Bu analizler 5 başlık altında ele alınmıştır.

Sayısal Yükselti Modeli kullanılarak yine mekânsal analizlerden biri olan yeniden sınıflandırma (Reclass, Reclassify) işlemine tabi tutularak 20 m'lik yükselti basamaklarına ayrılmıştır. Sonrasında basamakların alansal değerleri hesaplanarak hipsografik eğri üretilmiştir.

Sayısal Yükselti Modeli kullanılarak mekânsal analiz araçlarından yüzey (surface), eğim (slope) analizi ile eğim haritası üretilmiştir. Eğim haritası, yeniden sınıflandırma işlemi ile eğim gruplarına ayrılmış, eğim gruplarının alansal değerleri hesaplanmış, tablo ve diyagramı oluşturulmuştur.

Yine Sayısal Yükselti Modeli kullanılarak yüzey analizlerinden bakı (aspect) analizi uygulanmış ve bakı haritası üretilmiştir. Yeniden sınıflandırma işlemi sayesinde bakı haritasındaki yönlerin alansal değerleri hesaplanmış, tablo ve diyagramı oluşturulmuştur.

Havzanın çizgisel morfometri (Çatallanma Oranı, Akarsu Uzunluk Oranı, Tekstür Oranı, Drenaj Tekstür Oranı, Akarsu Uzunluk-Gradyan İndeksi (SL İndeks) ve Akarsu Boyuna Profili), alansal morfometri (Uzunluk Oranı, Havza Şekli, Gravelius İndeksi, Asimetri Faktörü, Drenaj Yoğunluğu ve Akarsu Sıklığı) ve relief morfometrisi (Akım Toplanma Zamanı, Hipsometrik İntegral, Hipsometrik Eğri, Havza Reliefi, Relief Oranı ve Engebelilik Değeri) özellikleri ayrı ayrı ele alınarak değerlendirilmiştir (Tablo 1). Bu hesaplamalar ArcGIS/ArcMap 10.8 ve MS Excel programlarından faydalanılarak risk taşıyabilecek alt havzalara uygulanmıştır.

Akarsu boyuna profili ArcGIS/ArcMap 10.8 ve MS Excel programları yardımıyla Karınca kolu ve Karadere kolu için ayrı ayrı her 250 m'de bir yükselti okunarak oluşturulmuştur.

Devlet Su İşleri (DSİ) 25. Bölge Müdürlüğü'nden günlük ortalama akım verileri ile yıllık maksimum akım verileri temin edilmiştir. Bu veriler kullanılarak aylık ve yıllık ortalama akımlar hesaplanmış ve akarsuların debi özellikleri yorumlanmıştır.

Alt havzaların genelinde akım gözlem istasyonu (AGİ) bulunmaması nedeniyle, havzanın hidrolojik toprak özellikleri, arazi kullanımı/arazi örtüsü verileri ve günlük yağış verileri kullanılarak SCS Curve Number (CN) yöntemi ile yağış-akış modellemesi gerçekleştirilmiştir. Model sonucunda elde edilen akışa geçen su miktarına bağlı olarak tahmini maksimum akım değerleri hesaplanmıştır.

Tablo 1. Morfometrik Parametreler ve Matematiksel İfadeleri

No	Parametre	Formül		Kaynak
Çizgisel Morfometri				
1	Çatallanma Oranı (R_b)	$R_b = N_u / N_{u+1}$	N_u = Akarsu havzasındaki dizin sayısı	Schumm 1956
			N_{u+1} = Bir sonraki toplam dizin sayısı	
2	Akarsu Uzunluk Oranı (R_L)	$R_L = L_u / L_{u+1}$	L_u = Dizin sayısı toplam uzunluğu (m)	Patton 1988
			L_{u+1} = Sonraki dizin sayısı toplam uzunluğu (m)	
3	Tekstür Oranı (T)	$T = N_{u1} / P$	N_{u1} = 1. dizinlerin toplam sayısı	Horton 1945
			P = Havza çevre uzunluğu km	
4	Drenaj Tekstür Oranı (R_t)	$R_t = N_u / A$	N_u = Havzadaki dizinlerin toplam sayısı	Horton 1945
			A = Havza Alanı km^2	
5	Akarsu Uzunluk-Gradyan İndeksi (SL İndeks)	$SL = (\Delta H / \Delta L) L$	ΔH = Hesaplanan kolun yükseklik değişimi (m)	Keller ve Pinter 2002
			ΔL = Kolun uzunluğu (m)	
			L = İndeksin hesaplandığı yerden vadinin en yüksek noktasına kadar olan mesafedir.	
Alansal Morfometri				
7	Uzunluk Oranı (R_e)	$R_e = 2/L_m * (A/\pi)^{0.5}$	L_m = Havza çevresi uzunluğu km	Schumm 1956
			A = Havza Alanı km^2	
8	Havza Şekli (R_f)	$RF = A/Lb^2$	A = Havza Alanı km^2	Horton 1932
			L_b = Havza uzunluğu	
9	Gravelius indeks (K_g)	$Kg = P/2\sqrt{A * \pi}$	P = Havza çevre uzunluğu km	Gravelius, 1914
			A = Havza Alanı km^2	
10	Havza Asimetrisi	(AF) = 100 (Ar/At)	Ar = Havza içinde ana akarsu gövdesinin akış yönüne göre sağ alanı (km^2)	Keller ve Pinter 2002
			At = Havzanın toplam alanı (km^2)	
11	Drenaj yoğunluğu (D_d)	$D_d = L/A$	L = Toplam akarsu uzunluğu	Horton 1932, 1945
			A = Havza Alanı km^2	
12	Akarsu Sıklığı (F_s)	$Fs = N/A$	N = 1. Dizinlerin toplam sayısı	Horton 1932, 1945
			A = Havza Alanı km^2	
Relief Morfometrisi				
13	Relief Oranı (R_h)	$B_h = H_{max.} - H_{min.}$	$H_{max.}$ = Maksimum yükselti	Schumm 1956
			$H_{min.}$ = Mimimum yükselti	
14	Havza Reliefi (B_h)	$R_h = H/L$	H = havza reliefi	Schumm 1956
			L = Maksimum havza uzunluğu	
15	Engebelilik Değeri R_n	$R_n = B_h * D_d$	B_h = Havza reliefi	Schumm 1956
			D_d = Drenaj yoğunluğu	
16	Akım Toplanma Zamanı (T_c)	$T_c = 0.0195 * L^{0.77}/S^{0.385}$	S = Havza eğimi	Kirpich 1940
			L = Maksimum ana akarsu uzunluğu	
17	Hipsometrik İntegral (H_i)	$H_i = H_{ort.} - H_{min.} / H_{max.} - H_{min.}$	$H_{max.}$ = Maksimum yükselti	Pike and Wilson (1971), Mayer (1990)
			$H_{ort.}$ = Ortalama yükselti	
			$H_{min.}$ = Mimimum yükselti	
18	Hipsometrik Eğri (H_c)	X = a/A Y=h/H	h = Rölatif yükseklik	Pike and Wilson (1971), Mayer (1990)
			H = Toplam yükseklik	
			a = Rölatif alan	
			A = Toplam alan	

Kaynak: Orijinal

3.3. SCS Curve Number Metodu

Havzanın yüzeysel akış potansiyelini tahmin etmek ve taşkın olaylarını simüle etmek amacıyla, SCS-CN (Soil Conservation Service Curve Number) metodolojisi kullanılarak detaylı yağış-akış analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu modelleme ile, özellikle Dormant Season ve Growing Season gibi farklı hidrolojik dönemler için üretilen sentetik akım serileri, havzanın tepkisini mevsimsel değişkenlikler açısından derinlemesine analiz etme olanağı sağlamıştır. Ayrıca SCS dünyada, küçük alt havzaların yağış-akış modellerinde yaygın olarak tercih edilen bir modeldir (Beven, 2001; Das and Paul, 2006; Jain vd., 2006, Özalp, 2009; Oğuz vd., 2015; Soomro vd., 2019).

- SCS modelinde kullanılan veriler;
- Arazi kullanımı/örtüsü verisi
- Hidrolojik toprak grupları
- Günlük yağış verileri (1979-2010)
- Önceki nem içeriği (Antecedent Moisture Conditions). Önceki (Antecedent) nem içeriği için temel üç kategori belirlenmiştir (Hjelmfelt vd., 1982; Tablo 42).
- SCS akış modeli için kullanılan formül (SCS, 1964, 1972);

$$Q = \frac{(P - la)^2}{\{(P - la) + S\}}$$

-
- Formülde yer alan; Q= Akış (mm), P= Yagış (mm), S= Toprak tarafından tutulan sudur (mm). *la* değeri akış başlamadan önce tüm kayıpları ifade etmektedir.
- Yağış miktarı (P), başlangıçtaki kayıplardan (*la*) büyük olduğunda birinci denklem, yağışın başlangıç kayıplarına eşit veya daha az olduğu durumda ise ikinci denklem kullanılmaktadır. (*la*) akış başlamadan önce bitki örtüsünde (dal ve yapraklarda) tutulan, çukur alanlarda biriken, toprak yüzeyinden buharlaşan ve toprağa sızan su miktarlarının toplamını ifade eder. (*la*) değeri birçok parametreye bağlı olarak değişmektedir. Küçük havzalarda yapılan çalışmalar sonucunda, *la*= 0.2S eşitliği önerilmektedir (SCS, 1972).
- *la*= 0.2S yerine konduğunda ortaya çıkan yeni formül şu şekildedir (USDA 2004);

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{(P + 0.8S)}$$

-

- Toprak tarafından tutulan su olan S değeri ise;

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

-

- Formülünden elde edilir. Formüldeki CN (Curve Number) değeri, havzada yer alan hidrolojik toprak grupları, arazi kullanımı/örtüsü ve AMC değerlerinin bir fonksiyonudur (Johnson, 1998).
- CN değeri, havzanın su tutma potansiyeli ile ilişkili olup; arazi kullanımı, toprak özellikleri ve yağış öncesindeki toprak nemi içeriği, CN değerinin belirlenmesinde önemli faktörlerdir. CN değerleri için arazi kullanımı/örtüsü ile hidrolojik toprak grupları verileri ArcGIS/ArcMap 10.8 CBS yazılımı kullanılarak kesiştirilmiştir. Sonrasında çakıştırılan iki farklı veri tek bir haritada toplanmıştır. Böylece arazi kullanımı ve hidrolojik toprak gruplarına göre hazırlanan standart tablodan CN değerleri CBS veri tabanına işlenmiştir. CBS veri tabanına işlenen CN değerleri ve intersect aracı ile üretilen haritada alansal veriler mevcut olduğundan, değişik AMC sınıflarına göre ortaya çıkan alt havzalara ait CN değerleri bazı formüllerle hesaplanmıştır.
- Bunlardan AMC II sınıfına göre CN II değeri;

$$CNII = \frac{\sum_{i=1}^{n} (CN_i * A_i)}{\sum_{i=1}^{n} A_i}$$

-

- formülünden elde edilmiştir.
- Bu formülde;
- CN II = Havzaya ait CN II değeri.
- CNi = Her bir arazi kullanımı/örtüsü ve hidrolojik toprak grubuna ait CN değeridir (Tablo 48).
- Ai = Her bir arazi kullanımı/örtüsü ve hidrolojik toprak grubunun alanıdır.
- CN II'nin dışında AMC I ve AMC III sınıflarına göre ortaya çıkan CN I ve CN III değerleri de aşağıdaki formüllerle hesaplanmıştır (Sobhani, 1975; Hawkins vd., 1985).

- $$CNI = \frac{(4.2 * CNII)}{(10 - 0.058 * CNII)}$$

- $$CNIII = \frac{(23 * CNII)}{(10 + 0.13 * CNII)}$$

- Yukarıda verilen formüller kullanılarak alt havzaların CN değerleri hesaplanmıştır (Tablo 49). Hesaplanan bu değerler, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilen 1979–2010 dönemine ait günlük toplam yağış verilerine, toprağın nem durumu ve mevsimsel koşullar dikkate alınarak uygulanmıştır. Bu süreç sonucunda, günlük toplam yağış değerlerine karşılık gelen akım miktarları belirlenmiştir. 2010 yılında istasyon manuel ölçümden otomatik ölçüme geçtiği ve yer değiştirdiği için, bu tarihten sonraki veriler değerlendirme dışında bırakılmıştır.

Tablo 2. AMC Sınıfları İçin Mevsimsel Yağış Sınırları

AMC-Sınıfları	AMC (mm)		İçerik
	Dormant Season	Growing Season	
I	<13	<36	Kuru toprak, fakat çok kurak şartlar içermez
II	13-28	36-53	Geçiş- orta koşullar
III	>28	>53	Doymuş toprak, aşırı yağış

Kaynak: SCS (1972)

Arazi kullanımı/örtüsü verisi için Sentinel 2 uydu görüntüsünden manuel sayısallaştırma metodu ile elde edilmiştir. Hidrolojik toprak grupları haritasının oluşturulması amacıyla, TOPRAKSU Genel Müdürlüğü tarafından 1970 yılında hazırlanmış olan Büyük Toprak Grupları (BTG) haritasından yararlanılmıştır. Hidrolojik toprak gruplarının sınıflandırılmasında, "Su Yapılarının Projelendirilmesinde Hidrolojik ve Hidrolik Esaslar" adlı kaynakta yer alan "Haritalama Birimlerine Göre Hidrolojik Toprak Grupları" tablosu kullanılmıştır (Özer, 1990). A, B, C ve D olmak üzere dört gruptan oluşan hidrolojik toprak sınıfları, eğim ve arazi örtüsünden bağımsız olarak, toprakların hidrolojik özelliklerine göre

belirlenmiştir (USDA, 1985; Wanielista vd., 1997). Hidrolojik analizler ve alt havzalara ait yağış-akış modellemelerinde kullanılmak üzere, çalışma alanına ait hidrolojik toprak grupları haritası üretilmiştir.

3.4. Maksimum Akımın Hesaplanması

Yağış-akış analizleri sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda maksimum akım değerleri türetilmiştir. Bu hesaplamalarda SCS Dimensionless Unit Hydrograph yöntemi kullanılmıştır.

Bu metot;

$$Q_{peak} = 2.8 \frac{RO * A}{T_{peak}}$$

formülüne dayanmaktadır (Schwab vd., 1993). Formülde yer alan;

RO= Akış miktarı (cm)

A= Havza alanı (km^2)

T_{peak}= Maksimum akım zamanı (saat) dır.

Q_{peak}= Maksimum akımı ifade etmektedir.

T_{peak} değeri

$$T_{peak} = \frac{D}{2} + t_{lag}$$

formülü kullanılarak elde edilmiştir. Formülde; D= Aşırı yağış süresi (saat) olup,

$$D = 0.133 * t_{lag} / 0.6$$

formülü kullanılarak hesaplanmıştır.

t_{lag} değeri ise gecikme zamanı (saat) olup,

$$t_{lag} = 0.6 * tc$$

formülü ile hesaplanmıştır. Formüldeki tc değeri ise akım toplanma zamanı (saat) olup,

$$t_c = 0.0195 * L^{0.77} * S^{0.385}$$

Kirpich formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Formülde;

L= Ana akarsu uzunluğu (m),

S= Mesafe ağırlıklı kanal eğimi (m/m) dir.

3.5. Gumbel EV I (Extreme Value I) Dağılımı

Bu çalışmada, AGİ verilerinin dikkate alındığı frekans analizlerinde 43 yıllık maksimum akım verileri; yağış-akış yöntemi ile üretilen akım verileri için ise 32 yıllık maksimum akım verileri kullanılmıştır. Bu verilerin analizi ve 5, 10, 50, 100, 500 ve 1000 yıllık tekerrür periyotlarının hesaplanmasında Gumbel EV I (Extreme Value Type I) dağılımı tercih edilmiştir.

AGİ verileri ile alt havzalara ait akım verileri maksimum değerden minimum değere doğru sıralanmış olup bunlara ait tekrarlama sıklıkları (T) Weibull formülüyle (T= n+1/m) hesaplanmıştır (Rao ve Hamed, 2000). Bu tekralama sıklıklarının yüzde olarak karşılığı yine Tablo 55 ve Şekil 57 gösterilmiştir.

Hidrolojik değişkenlerin dağılış hesaplamalarında Ekstrem Değer I en önemli dağılımlardan birisidir (Gumbel, 1958). Ekstrem Değer I (Gumbel EV I) yıllık ekstrem akım değerlerine bağlı bir istatistiksel yöntemdir.

Bu yöntem;

$X_T = \bar{X} + K * \sigma$

formülüyle hesaplanır (Gumbel, 1958; IACWD, 1982; USACE, 1993). Formülde yer alan;

X_T = T tekrarlama sıklığındaki değişim değeri

$\bar{X}$ = Değişimin ortalama değeri

K = Sıklık faktörü katsayısı

σ = Örneklerin standart sapması'dır.

Sıklık faktörü olan K' yı bulmak için;

$$K = \frac{y_T - \bar{y}_n}{s_n}$$

formülü kullanılmaktadır. Formülde yer alan;

$\bar{y_n}$ = İndirgenmiş ortalama değer olup ele alınan akım yıllarının sayısına bağlı değişkenlik gösterir. Bu değer AGİ'ler için 0,5453, alt havzalar için ise 0,5380'dir (Subramanya, 1997).

S_n = İndirgenmiş standart sapma değeridir. Bu da ele alınan akım yıllarının sayısına bağlı değişkenlik gösterir. Bu değer AGİ'ler için 1,1480, alt havzalar için ise 1,1193'dır (Subramanya, 1997).

y_T = İndirgenmiş değişken değeri olup,

$$y_T = -(LN * LN\frac{T}{T-1})$$

formülü ile hesaplanmıştır. Formülde yer alan T, tekrarlama aralığı olup, LN ise doğal logaritma değeridir.

Tablo 3. AGİ'lere Ait 1965 - 2021 Yılları Arasında Ölçülmüş Maksimum Akım Verileri

Rapor Yılına Göre Sıralama									
Su Yılı	**Karadere**	**Tarih**	**Karınca**	**Tarih**	**Su Yılı**	**Karadere**	**Tarih**	**Karınca**	**Tarih**
1965	130	20.02.1965	20	22.12.1964	**1994**	14,4	9.04.1994	83,0	9.04.1994
1966			48	20.01.1966	**1995**	12,1	19.06.1995	19,0	10.11.1994
1967			66	24.12.1966	**1996**	16,3	6.02.1996	23,0	6.02.1996
1968			282	11.01.1968	**1997**	15,5	31.12.1996	38,0	31.12.1996
1969			77	19.04.1969	**1998**			25,0	Ekim
1970			100	27.02.1970	**1999**			36,0	21.11.1998
1971			40	26.02.1971	**2000**			65,5	21.02.2000
1972			10	15.02.1972	**2001**	16,3	2.02.2001	13,4	2.02.2001
1973			74	26.02.1973	**2002**	25,5	25.12.2001	33,2	22.12.2001
1974			30	2.12.1973	**2003**	7,1	Nisan	300,0	5.02.2003
1975			89	25.03.1975	**2004**	48,5	22.06.2004	25,1	30.01.2004
1976			13,5	15.02.1976	**2005**	36,6	6.03.2005	49,0	6.03.2005
1977			31,0	2.12.1976	**2006**	25,5	11.02.2006	38,8	11.02.2006
1978			68,0	15.02.1978	**2007**	23,5	25.05.2007	7,1	10.06.2007
1979	11	14.01.1979	59,0	6.01.1979	**2008**	13,3	5.12.2007	16,0	11.12.2007
1980	37	8.06.1980	96,0	7.06.1980	**2009**	38	14.02.2009	30,5	12.03.2009
1981	27	15.01.1981	68,0	15.02.1981	**2010**	50,3	13.02.2010	76,3	2.02.2010
1982	50	15.12.1981	135,0	30.11.1981	**2011**	27,6	10.12.2010	22,4	27.12.2010
1983	22	1.02.1983	64,0	1.02.1983	**2012**	16,3	14.04.2012	19,2	14.04.2012
1984	20	7.12.1983	50,0	3.03.1984	**2013**			260,0	1.12.2012
1985	12,5	21.01.1985	39,0	20.03.1985	**2014**			13,8	27.11.2013
1986	14	26.01.1986	63,0	10.02.1986	**2015**	17,8	12.01.2015	11,6	29.03.2015
1987	23	23.12.1986	47,0	23.12.1986	**2016**	58,7	17.01.2016	42,9	17.01.2016
1988	32	16.12.1987	58,0	16.12.1987	**2017**	72,3	12.01.2017	94,3	29.11.2016
1989	16	10.12.1988	47,0	10.12.1988	**2018**	30,1	28.02.2018	44,9	28.02.2018
1990	7,4	29.12.1989	3,1	27.12.1989	**2019**	43,7	26.01.2019	38,8	26.01.2019
1991	8,84	30.11.1990	80,0	13.12.1990	**2020**	4,3	27.05.2020	4,5	27.02.2020
1992	5,48	20.06.1992	2,9	18.11.1991	**2021**	30,9	30.01.2021	14,3	30.01.2021
1993	15,5	25.02.1993	87,0	23.02.1993					

Kaynak: Orijinal

3.6. İki Boyutlu Modelleme ve Taşkın Tehlike Haritalarının Oluşturulması

Taşkın tehlike analizleri dört farklı senaryo kapsamında değerlendirilmiştir. Bu senaryolar; (1) Reşitköy Barajı ve Bahadınlı Regülatörü'nün dikkate alınmadığı doğal taşkın senaryosu, (2) Reşitköy Barajı ve Bahadınlı Regülatörü'nün dikkate alındığı doğal taşkın senaryosu, (3) dolusavak taşkını senaryosu ve (4) baraj yıkılmasını dikkate alan senaryodur. Analizler ArcGIS/ArcMap 10.8 ve HEC-RAS 6.4.1 (Hydrologic Enginering Center River Analysis System) yazılımları kullanılarak gerçekleştirilmiş, hidrolik modeller iki boyutlu (2D) olarak HEC-RAS ortamında üretilmiştir. Altlık veri olarak Harita Genel Müdürlüğü tarafından sağlanan 5 metre çözünürlüğe sahip Sayısal Yükselti Modeli (SYM5) kullanılmıştır. SYM5, 2013 yılında başlatılan stereo hava fotoğrafı çekimlerinin otomatik eşleştirilmesiyle oluşturulmuş olup, topografyadaki tüm detayları (beşeri yapılar ve bitki örtüsü dahil) içermektedir. Model, 5 metre grid aralığına sahip olup kaba hataların giderilmesinden sonra %90 güven aralığında ±3 metre düşey doğruluk sağlamaktadır (Çam vd., 2013). SYM5 verisinde bulunan kaba hatalar ArcGIS Pro 2 yazılımı kullanılarak düzeltilmiş, düzenleme yalnızca akarsu yataklarında yapılmıştır. Veri boşluklarının giderilmesi ve akarsu yataklarının düzenlenmesi kapsamında, Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından gerçekleştirilen yatak ölçümleri ve arazi çalışmaları sırasında elde edilen veriler dikkate alınmıştır (Şekil 14, Şekil 15, Şekil 16, Şekil 17, Şekil 18).

HEC-RAS hidrolik modelleme aşamasında taşkın hız ve derinlik haritalarının üretiminde mesh boyutu sayısal yükselti modelinin çözünürlüğüne uygun olarak 5 metre olarak belirlenmiştir. Hesaplamalarda 0.1 saniyelik zaman adımı kullanılmış olup, bu sayede akışın dinamik değişimleri hassas bir şekilde hesaplanmıştır. Modellerde kullanılan Manning's N değerleri Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Model İçin Taşkın Yatağı ve Akarsu Yatakları İçin Kullanılan Manning's N Değerleri

Arazi Kullanım Türleri	Manning's N Değerleri
Ağaçlık Alanlar	0.15
Fundalık	0.025
Özel Ürün (Zeytinlik, Meyve Bahçesi, Fıstık Çamı)	0.06
Tarım Arazileri (Tek Yıllık Bitki Tarımı)	0.04
Yerleşim Alanları	0.038
Akarsu Yatağı 1	0.025
Akarsu Yatağı 2	0.017
Akarsu Yatağı 3	0.04
Akarsu Yatağı 4	0.05
Kullanılmayan Boş Alanlar	0.07

Kaynak: Chow (1959)



Şekil 14. Bahadınlı Kırsal Mahallesinin Batısında Kara Dere Anakolu Yatağındaki Alüvyal Depolar
Kaynak: Orijinal



Şekil 15. Karadere Anakolu Üzerinde Yer Alan Köprü Ölçümleri
Kaynak: Orijinal



Şekil 16. Karınca Dere Anakolu Yapay Kanalın Başlangıç Noktası Akarsuyun Kaynağından Mansabına Doğru Çekilmiş Fotoğraf
Kaynak: Orijinal



Şekil 17. Karınca Dere Anakolu Yapay Kanalın Bitiş Noktası Akarsuyun Mansabından Kaynağına Doğru Çekilmiş Fotoğraf
Kaynak: Orijinal



Şekil 18. Karadere Kırsal Mahallesi Karadere Anakolu Yapay Kanal Ölçümleri
Kaynak: Orijinal

Taşkın esnasında suyun akışı ile beraber çevreden taşıdığı materyaller yani debris (enkaz) miktarı suyun derinliği ve hızına bağlı olarak değişmektedir. DF oranları (enkaz-debris faktörü) Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Taşkın Derinlik-Hız ve Arazi Örtüsü Kullanımlarına Göre DF Oranı

Derinlik ve Hız	Ekilebilir Alan	Orman	Kent
0.00 - 0.25 m	0	0	0
0.25 - 0.75 m	0	0.5	1
d>0.75 m & v>2 m/s	0.5	1	1

Kaynak: DEFRA/EA (2003) ve DEFRA/EA (2006)

Taşkın tehlike haritaları DEFRA yöntemi dikkate alınarak oluşturulmuştur. İngiltere Tarım ve Çevre Bakanlığı'na (DEFRA) ait bu yöntem, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) tarafından da önerilmektedir. DEFRA "insanlar için risk" rehberinde taşkın tehlike seviyelerini tanımlayarak sınıflandırmıştır. Bu rehberde yaralanma ve can kayıplarının büyük ölçüde bireylerin taşkın anındaki davranışlarından kaynaklanabileceği vurgulanmaktadır. DEFRA İngiltere, Fransa ve Hollanda gibi ülkelerde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir.

Tehlike seviyelerini belirlemek için kullanılan denklem (DEFRA/EA, 2003);

$$FHR=d(v+0,5)+DF$$

FHR (Flood Hazard Rating) = taşkın tehlike oranı,

d = derinlik (m),

v = hız (m/s)

DF =Debris (Enkaz) faktörüdür.

Taşkın tehlikesi hesaplamalarında kullanılan 0,5 sabit değeri, akış hızının 0 m/s olduğu alanlarda yalnızca su derinliğine bağlı olarak ortaya çıkabilecek en düşük düzeydeki tehlikeyi ifade etmek amacıyla kullanılmaktadır. Enkaz faktörü (DF) ise 0 ile 1 arasında değişmekte olup, bu değerler çalışma alanındaki baskın arazi kullanım özellikleri dikkate alınarak belirlenmektedir (DEFRA/EA, 2003; DEFRA/EA, 2006).

Taşkın tehlike haritaları; taşkın yayılımı, su derinliği ve akış hızı gibi hidrodinamik değişkenlerin belirli denklemlerle analiz edilerek bir araya getirilmesiyle oluşturulur. Çalışma kapsamındaki tehlike sınıflandırmasında; insanlar için DEFRA/EA (2006), binalar için ise DEFRA/EA (2003) raporlarında önerilen eşik değerler referans alınmıştır (Tablo 6).

Tablo 6. İnsan ve Binalara Ait Taşkın Tehlike Sınıfları

Türü	Tehlike Değer Aralığı	Tehlike Sınıfı	Açıklama
İnsan	< 0.75	Düşük	Sığ akan su veya derin durgun su
	0.75-1.25	Orta	Çocuklar ve yaşlılar için tehlikeli
	1.25-2.5	Yüksek	Birçok insan için tehlikeli
	> 2.5	Çok Yüksek	Bütün insanlar için tehlikeli
Bina	< 2.5	Düşük	Geçici, basit yapılar
	2.5-5	Orta	İyi yapılı ahşap binalar
	5-7	Yüksek	Tuğla yığma binalar
	>7	Çok Yüksek	Betonarme yapılar

Kaynak: DEFRA/EA (2003) ve DEFRA/EA (2006)

3.6.1. Baraj ile İlgili Taşkın Modelleri

Bu çalışma kapsamında, maksimum su seviyesi 118,46 m olan koşullarda baraj gerisinde depolanacak su hacmi dikkate alınarak, olası bir deprem sonucunda baraj gövdesinin hasar görmesi ve taban seviyesine kadar enine gelişeceği varsayılan bir gedikten suyun ani boşalması durumunda etkilenmesi muhtemel alanlar belirlenmiştir. Model sonuçlarının gerçeğe en yakın şekilde elde edilebilmesi amacıyla, gövdede oluşacak gedikte farklı yüksekliklere bağlı olarak meydana gelebilecek maksimum akımlar ile toplam boşalma süresinin hesaplanmasında Froehlich (1995) tarafından geliştirilen ampirik bağıntılardan yararlanılmıştır.

Froehlich (1995a),

$t_f = 0.00254 V_w^{0.53} h_b^{-0.9}$

formülü kullanılmıştır.

Formüldeki V_w göçme anında rezervuarın hacmi (m^3), h_b ise gediğin yüksekliğidir (m.).

Gedik yüksekliğine bağlı olarak ortaya çıkan pik akım değeri ise;

$Q_p = 0.607 V_w^{0.295} H_w^{1.24}$ formülüyle hesaplanmıştır (Froehlich, 1995b).

Fomülde yer alan H_w rezervuarda bulunan suyun yüksekliğidir. Bu formülde suyun hacmi ve yüksekliği arasındaki ilişki kullanılmıştır.

Belirlenen formüller, inceleme alanında inşa edilen baraj gölünde farklı su kotları ve çeşitli gedik yükseklikleri için uygulanarak, toplam su çıkışının zamana bağlı değişimi hesaplanmıştır. Barajın kil, kum, çakıl ve kaya dolgu malzemelerinden

oluşan bir kret yapısına sahip olması nedeniyle, kret üzerinde meydana gelebilecek bir gediğin ani şekilde değil, kademeli olarak açılacağı varsayılmıştır. Bu kapsamda gedik açılımının her biri 5 m aralıklarla ve zamana yayılarak gerçekleştiği kabul edilmiştir. Farklı su seviyelerine karşılık gelen hacim değerlerinin hesaplanmasında ise ArcGIS/ArcMap 10.8 yazılımı içerisinde yer alan 3D Analyst, Functional Surface ve Surface Volume araçları kullanılmıştır.

3.7. Model Performansının Değerlendirilmesi

Oluşturulan taşkın modelinin performansı, gözlenen taşkın verileri kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, HEC-RAS 2D modeli ile elde edilen taşkın yayılım alanı, taşkın envanter haritasından elde edilen gözlenen taşkın yayılım alanı ile karşılaştırılmış ve mekânsal uyum Fit Index (F) kullanılarak belirlenmiştir (Bates and De Roo, 2000; Horritt and Bates, 2002). Fit Index, model tarafından tahmin edilen taşkın alanı ile gözlenen taşkın alanının mekânsal çakışma düzeyini ifade etmekte olup, kesişim alanının birleşim alanına oranı olarak hesaplanmaktadır.

$$F = A_i / A_t$$

A_i: Model ve gözlenen taşkın alanlarının kesişim alanıdır (m^2)

A_t: Gözlenen taşkın yayılım alanı (m^2)

3.8. Zarar Görebilirlik Parametreleri ve Değerlendirmeleri

Sonrasında, riski oluşturan faktörlerin her biri ayrı ayrı incelenmiştir. Ancak bu faktörler yalnızca olası bir taşkın anında zarar görebilecek dere yatağı veya taşkın yatağında bulunan Burhaniye ilçe merkezindeki mahalleler ile Sübeylidere, Bahadınlı ve Karadere kırsal mahalleleri için değerlendirilmiştir. Beşeri faktörler, inceleme alanında risk altındaki beşeri unsurlar ve bunların zarar görebilirlikleri kapsamında ele alınmıştır. Çalışmamızın zarar görebilirlik analizleri kısmında, binaların zarar görebilirlik analizleri dışında kalan tüm parametrelerde Cutter vd. (1997) tarafından ortaya konulan formül kullanılmıştır.

Formül; Zarar Görebilirlik $= \frac{Parametre\ Mahalle}{Parametre\ Toplam} = X = \frac{\text{X}}{Maksimum\ X}$

Yerleşmeler ve mesken özellikleri kapsamında, yerleşmelerin tipi, bulundukları yükselti aralığı, konut tipleri ve konutlarda kullanılan malzeme türleri incelenmiştir. Bina envanteri Balıkesir Büyükşehir Belediyesi'nden temin edilmiş, ayrıca Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü'nün Parsel Sorgu Uygulaması üzerinden binaların yapı malzemesi bilgisine erişilerek bu veriler öznitelik bilgilerine eklenmiştir. İnceleme alanındaki binalar, inşaat malzemesi türüne göre betonarme, kargir, tuğla, kerpiç, prefabrik ve diğer olarak sınıflandırılmıştır. Ancak yapılan analizler sonucunda, inşaat malzemesi türüne göre binaların %96'sının risk durumlarının aynı kategoride değerlendirildiği tespit edilmiştir (RESCDAM, 2001). Bu nedenle, zarar görebilirlik değerleri yalnızca kat sayısına göre hesaplanmıştır. Kat durumuna göre risk dereceleri; zemin ve zemin altı katları olan binalar için yüksek risk, 1 ve 2 katlı binalar için orta risk, 3 ve üzeri katlı binalar için ise düşük risk olarak belirlenmiştir (DEFRA, 2006). Binalara 1 ile 3 arasında değişen zarar görebilirlik değerleri atanmış; burada 1 düşük risk, 3 ise yüksek risk anlamına gelmektedir. Son olarak, binaların zarar görebilirlik değerleri haritalanarak mekânsal analiz gerçekleştirilmiştir.

1. Kamu yapılarının, olası bir afet meydana geldiğinde gerek içinde bulunan insan sayısı gerekse konumsal olarak afetten etkilenip etkilenmeyeceği açısından incelenmesi gerekmektedir. Bunun için sahadaki kamu binalarına ait dağılış ortaya konularak, bu yapılarda çalışan personel sayıları da dikkate alınmıştır. Eğitim kurumların da personel ve öğrenci sayısı birlikte değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler neticesinde ilgili haritalar oluşturulmuştur.
2. Ulaşım yapıları, değişik türlere sahip ulaşım sistemlerinin, çalışma alanı içinde görülen tipi sadece karayollarıdır. Bu yolların niteliği, işlekliği ve yapı malzemeleri ve toplam uzunlukları ayrı ayrı ele alınmıştır. İnceleme alanında yer alan köprü, menfez vb., gibi olası bir afet anında ulaşımı etkileyecek mühendislik yapılarda değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler neticesinde ilgili haritalar oluşturulmuştur.
3. Elektrik hatları, olası bir afet anında zarar görme ihtimali yüksek olan unsurlar arasında yer almaktadır. Bu kapsamda enerji hatları, trafo merkezleri ve transformatörler ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Yapılan

değerlendirmeler sonucunda, ilgili unsurların mekânsal dağılımını gösteren haritalar oluşturulmuştur.

4. Su ve kanalizasyon sistemleri kapsamında, havza için oluşturulan risk senaryolarında mevcut su dağıtım hatlarının ve atıksu deşarj sistemlerinin konumu incelenmiştir. Bu incelemede, söz konusu hatların olası bir afet anında afet etki alanında kalıp kalmayacağı değerlendirilmiş ve mekânsal dağılımları haritalanmıştır. Bu analiz büyük önem taşımaktadır çünkü su ve kanalizasyon hatlarının zarar görmesi, hijyenik olmayan çevre koşullarının ortaya çıkmasına neden olarak afetin etkisini artırıcı bir rol üstlenebilmektedir.
5. Tarımsal faaliyetler başlığı altında havzanın tarımsal ürün deseni ortaya konulmuş, olası bir taşkın durumunda bu ürünlerin hassasiyetleri ve zarar görebilirlik düzeyleri değerlendirilerek elde edilen veriler mekânsal olarak haritalandırılmıştır. Havzadaki tarımsal faaliyetler temel olarak işlemeli tarım (tek yıllık bitkiler) ile ağırlıklı olarak zeytinlikler ve kısmen narenciye bahçelerinden oluşan ağaçlı tarım (çok yıllık bitkiler) şeklinde sınıflandırılmıştır. Tarım alanlarının zarar görebilirlik analizlerinde, Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından yayımlanan ve ampirik gözlemlere dayanan hasar matrisi esas alınmıştır (FAO, 2012). Özellikle sahada baskın olarak bulunan çok yıllık ağaç türlerinin (başta zeytin olmak üzere diğer meyve ağaçları) farklı fenolojik dönemlerde, taşkın suları altında kalma sürelerine (1 gün, 2–3 gün ve 3 günden fazla) bağlı olarak maruz kalabilecekleri zarar düzeyleri, söz konusu matriste yer alan bilimsel projeksiyonlar doğrultusunda modellenmiştir (FAO, 2012, s. 38). Bu kapsamda, oluşturulan taşkın senaryoları kullanılarak hem tek yıllık tarım alanlarının hem de havza ekonomisinde önemli bir yere sahip olan zeytinliklerin taşkınlardan etkilenebilirlik durumları değerlendirilmiştir.
6. Sanayi faaliyetleri, olası bir afet anında etkilenecek olan sanayi faaliyetleri, personel sayıları, üretim malzemeleri açısından ayrı ayrı incelenerek olası bir afet anında zarar görebilirlikleri değerlendirilmiştir.
7. Turizm faaliyetleri, Karınca Dere'nin denize döküldüğü alanda ikincil konutlar ve bunların önünde yer alan plajlar mevcuttur. Turizm inceleme

alanı ve çevresinde önemli bir ekonomik faaliyet türüdür. Bu alanların zarar görebilirlikleri bu başlık altında değerlendirilmiştir.

8. Nüfus özellikleri başlığı altında, mevcut nüfusun inceleme alanındaki dağılımı ve yoğunluğu değerlendirilmiştir.
9. Kültürel özellikler başlığı altında, maddi ve manevi kültürel değerler incelenecek olup olası bir afet anında bunların zarar görebilirliğe etkileri değerlendirilmiştir.
10. Çevresel zarar görebilirlik özellikleri, başlığı altında havzadaki arazi kullanım özellikleri incelenmiştir. Havzada yer alan doğal kaynakların zarar görebilirlik durumu değerlendirilmiştir.

Taşkın risk analizleri, her bir parametre için dört farklı senaryo kapsamında gerçekleştirilmiştir. Reşitköy Barajı'nın inşaatı tamamlanarak su tutmaya başlaması nedeniyle, Reşitköy Barajı ve Bahadınlı Regülatörü'nün dikkate alınmadığı senaryoda risk hesaplamaları yalnızca bu yapıların etki alanı dışında kalan bölgeler için uygulanmıştır. Buna karşılık, Reşitköy Barajı ve Bahadınlı Regülatörü'nün dikkate alındığı doğal taşkın, dolusavak taşkını ve baraj yıkılması senaryolarında risk analizleri, söz konusu yapıların etki alanı içerisinde yer alan bölgeler için gerçekleştirilmiştir.

Risk = Hazard (Tehlike) * Vulnerability (Zarar Görebilirlik)

Tablo 7. Çalışmada Kullanılacak Olan Yöntemin İş Akışını Gösteren Tablo

<table>
<tr><th colspan="4">Altlık Verilerin Hazırlanması</th></tr>
<tr><th>Altlık Haritalar</th><th>Uydu Görüntüleri</th><th>Metinsel Veriler</th><th>Arazi Çalışmaları</th></tr>
<tr><td>Haritaların Temini
Koordinat Dönüşümü
Sayısallaştırma
Veri Girişi</td><td>Görüntü Temini
Koordinat Dönüşümü
Görsel Yorumlama
Kontrollü Sınıflandırma
Doğruluk Belirleme</td><td>Veri Temini
Sınıflandırma
Düzenleme
Veri Girişi</td><td>Planlama
Havza İçindeki Çalışmalar Veri Topalama
Verilerin Düzenlenmesi
Dijital Ortama Verilerin Girilmesi</td></tr>
<tr><th colspan="4">Analiz ve Değerlendirme</th></tr>
<tr><th colspan="2">Genel Fiziki Özellikler</th><th>Tehlike Analizleri</th><th>Maruziyet ve Zarar Görebilirlik</th></tr>
<tr><td colspan="2">Jeolojik Özellikler
Morfometrik Özellikler
İklim Özellikleri
Hidrografik Özellikler
Bitki Örtüsü
Toprak Özellikleri</td><td>Havzada Meydana Gelen Taşkınların Tarihçesi
Yağış-Akış Analizleri
Taşkın Sıklık Analizleri
Taşkın Modelleri ve Haritalamaları</td><td>Yerleşme Özellikleri
Nüfus Özellikleri
Ulaşım Yapıları
Elektirik Hatları
Doğalgaz Hatları
Su ve Kanalizasyon Sistemleri
Tarımsal Faaliyetler
Turizm Faaliyetleri
Sanayi Faaliyetleri
Çevresel Faktörler
Kültürel Özellikler</td></tr>
<tr><th colspan="4">Risk Analizi</th></tr>
<tr><th colspan="4">Sonuç</th></tr>
</table>

Kaynak: Orijinal

4. BULGULAR VE YORUMLAR

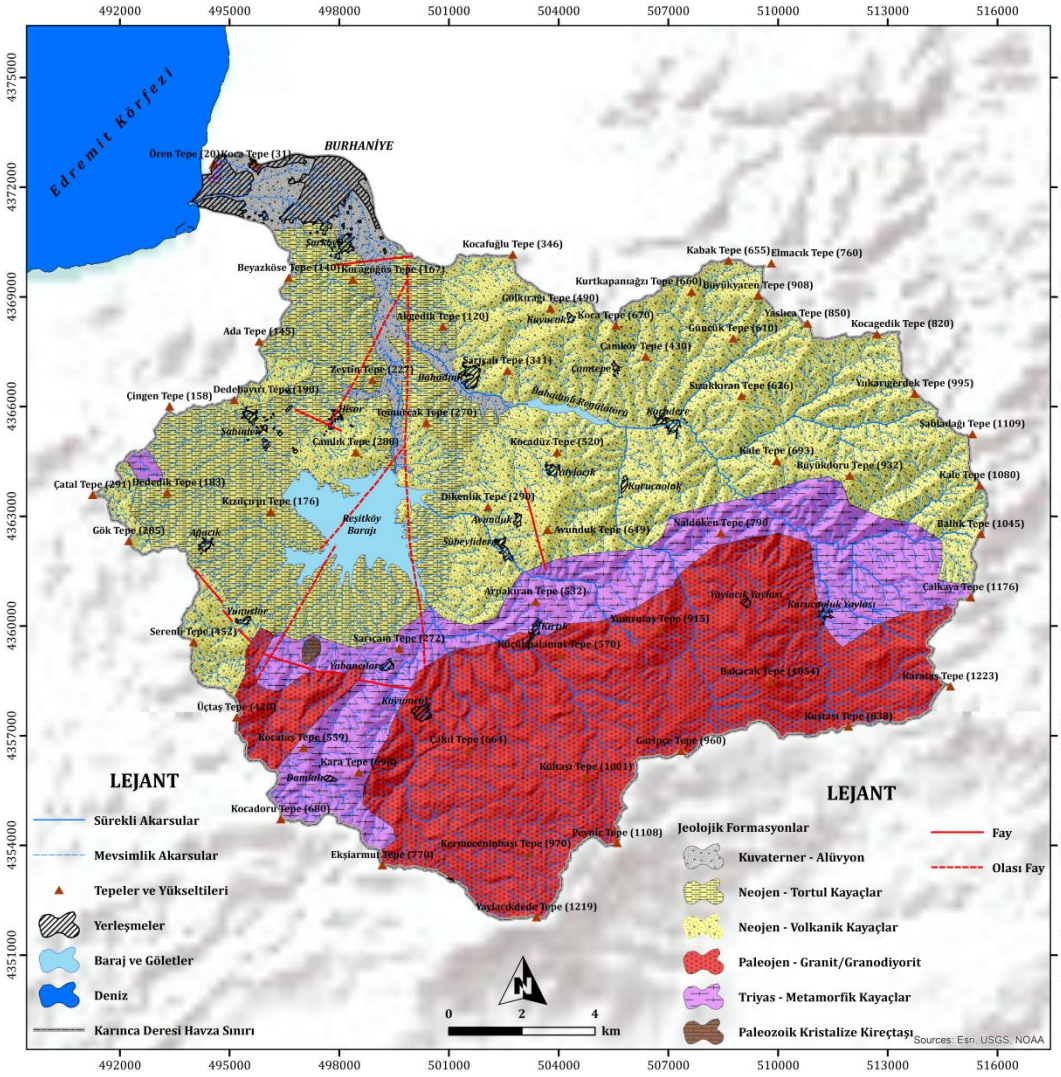
4.1. Taşkını Etkileyen Faktörler

4.1.1. İnceleme Alanının Genel Fiziki Coğrafya Özellikleri

4.1.1.1. Litoloji (Anakaya) Özellikleri

Jeolojik yapı ve özellikle litolojik özellikler, taşkın afetlerinin oluşum süreçleri üzerinde dolaylı bir etkiye sahiptir. Havza ölçeğinde gerçekleştirilen taşkın risk analizlerinde, taşkın oluşumunu etkileyen parametrelerden biri olarak ele alınan jeolojik özellikler, çalışmaya sağladığı katkı düzeyi dikkate alınarak değerlendirilmiştir.

Karınca Dere Havzası'nda Paleozoik'ten Kuaterner'e kadar uzanan geniş bir jeolojik zaman aralığına ait çeşitli litolojik birimler yer almaktadır (Şekil 19). Havza genelinde sedimanter, volkanik ve metamorfik kayaçlar birlikte gözlenmektedir. Karınca Dere'nin kaynak alanlarını oluşturan Madra Dağı kütlesine ait yükseltiler ile Yaylacıkdede Dağı'nın bulunduğu sahalar ağırlıklı olarak granit ve granodiyoritlerden meydana gelmiştir. Buna karşılık Büyükyaren Tepe (908 m), Şabla Dağı (1110 m) ve bu alanların uzantılarında andezitik kayaçlar yaygın olarak görülmektedir (Şekil 19). Aşınmaya karşı görece dirençsiz olan bu kayaçların ayrışması sonucunda yüksek miktarda kum boyutunda malzeme oluşmaktadır. Kaynak sahalarını bu litolojik birimler oluşturan Karınca Dere, özellikle kısa süreli ve şiddetli yağışlar sırasında kil, mil, silt ve kum boyutundaki sedimanları taşımaktadır. Taşınan malzemenin önemli bir bölümü, eğimin azaldığı kesimlerde dere yatağı boyunca birikmektedir. Karınca Dere, dağlık alanlardan aşındırarak taşıdığı çakıl, kum, kil, mil ve silt gibi farklı boyutlardaki sedimanları Burhaniye Ovası'nda depolamaktadır. Kireçtaşları ise dağlık kütleler ile ova alanları arasındaki geçiş zonunda yer alan alçak tepelik sahalarda yaygın olarak gelişmiş olup, yer yer killi ve kumlu tabakalar hâlinde gözlenmektedir. Bu sahadaki tortul kayaçlar, birçok yerde altta bulunan andezitik birimlerin üzerini



Şekil 19. Karınca Dere Havzası'nın jeoloji haritası
Kaynak: Orijinal

örtmektedir. Kozak plütonu olarak tanımlanan kütle granodiyoritik bileşimli olup kuvars, hornblend, feldispat ve biyotit minerallerini içermektedir; silisyumdioksit (SiO_2) oranı %63 ile %87 arasında değişmektedir. Plütonun kenar zonlarına doğru granodiyoritler porfiritik bir doku kazanmakta, dokanak alanlarında ise metamorfizma ürünleri olan manyetit, pirit ve kalkopirit türü cevherleşmeler gözlenmektedir. Ayrıca plüton içerisinde yer yer aplit damarları da bulunmaktadır (Akyürek ve Soysal, 1983).

Paleozoyik:

Bu döneme ait kristalize kireçtaşları Yabancılar Kırsal Mahallesi'nin batısında ve Çatal Tepe'nin zirvelerinde çok dar alanlarda görülmektedir (Şekil 19). "Üst Permiyen'e ait kristalize olmuş olistolitler halindeki bu formasyonlar, Alt Triyas'a ait yeşil şist ve metagrovaklar arasında yer yer adacıklar meydana getirir." Açık beyaz, grimsi beyaz renkte

bulunan bu kristalize kireçtaşları Karbonifer ve Permiyen dönemlerine ait fosiller içermekte olup yüksek oranda kırıklı ve çatlaklı bir yapı göstermektedir (Akyürek ve Soysal, 1983).

Mesozoyik:

Paleozoik yaşlı birimler üzerinde diskordant olarak yer alan bu formasyonlar, Triyas dönemine ait yeşil şist, metakumtaşı ve metagrovaklardan oluşmaktadır. Karakaya Formasyonu'nun bir bölümünü oluşturan söz konusu Triyas yaşlı birimler, havzanın güneybatısında Gömeç ilçe sınırından başlayarak doğuda İvrindi ilçe sınırına kadar uzanmakta ve Kozak granodiyorit kütlesini çevreleyerek kesintisiz bir yayılım göstermektedir (Şekil 19). Metagrovaklar, metakumtaşlarına kıyasla daha az kırıklı bir yapıya sahip olup genel olarak kütlevi doku özelliği sergilemektedir. Ağacık yerleşiminin kuzeybatısında yer alan Ören Tepe ve Koca Tepe çevresinde de gözlenen bu kayaçlar, aşınmaya karşı yüksek direnç göstermeleriyle dikkat çekmektedir (Akyürek ve Soysal, 1983).

Tersiyer:

Bu döneme ait birimler, Paleojen yaşlı granodiyoritler ile Neojen'e ait volkanik kayaçlar ve gölsel kökenli tortullardan oluşmaktadır. Karınca Dere Havzası'nda, özellikle su bölümü çizgisine yakın kesimlerde Paleojen dönemine ait asidik karakterli plütonik kütleler içerisinde gelişmiş granodiyoritler yaygın olarak gözlenmektedir. İnceleme alanındaki granodiyoritler genel olarak açık renkli, sert dokulu olup fiziksel parçalanma ve kimyasal ayrışma süreçlerinin etkisi altında, çoğunlukla eksfoliasyon tipi ayrışma özellikleri sergilemektedir. "Yapılarındaki mineral durumu oldukça değişken olmakla beraber, ana mineralleri; kuvars, oligoklaz-andezin bileşiminde plajiyoklaz, alkali feldspat, hornblend ve biyotit oluşturur. Ayrıca apatit, titanit, zirkon, epidot, rutil ve opak mineraller de görülebilmektedir." Granodiyorit birimleri yoğun biçimde aplit damarları tarafından kesilmekte olup, Triyas yaşlı kayaçları intrüzif nitelikte yararak sokulmuşlardır. Bu intrüzyonlara bağlı olarak, söz konusu birimlerin dokanak zonlarında kontak metamorfizması gelişmiştir. Granodiyorit kütlesinin üzerinde ise Neojen yaşlı volkanik birimler yer almaktadır (Şekil 20). Granodiyoritlerin Triyas dönemine ait formasyonları kesmesi, bu birimlerin stratigrafik olarak Triyas yaşlı kayaçlardan daha genç olduğunu göstermektedir. Kozak Masifi'ne yönelik gerçekleştirilen radyometrik yaş tayini çalışmalarında, kullanılan farklı yaşlandırma yöntemlerine bağlı olarak

değişken sonuçlar elde edilmiştir. Bu veriler birlikte değerlendirildiğinde masifin yaşının Üst Kretase–Eosen aralığında olması olası görülmektedir (Akyürek ve Soysal, 1983). Bununla birlikte bazı araştırmacılar, granodiyoritlerin yaşını Üst Oligosen–Alt Miyosen dönemine kadar taşımaktadır (Yılmaz vd., 2000). Havza genelinde en geniş yayılım alanına sahip formasyonları granodiyoritler oluşturmaktadır. Güneybatı, güney ve güneydoğu kesimlerden itibaren yüzlek veren bu birimler; Hacıboğazlar, Kuyumcu ve Kırtık kırsal mahalleleri ile Gölcük Yaylası, Sinekliyayla, Kırtık Güzlesi, Kırtık Eski Güzlesi, Avunduk Yaylası, Sübeylidere Yaylası, Kurucaoluk Yaylası, Yaylacık Yaylası ve Karadere Güzlesi çevresinde yayılım göstererek İvrindi–Bergama idari sınırına kadar uzanmaktadır (Akyürek ve Soysal, 1983).



Şekil 20. Sübeylidere Yerleşmesinin Girişinde Yolun Sol Tarafında Fiziksel Parçalamaya Aynı Zamanda Hidrasyona Maruz Kalan Bazalt Blokları Dokanağında Granitler
Kaynak: Orijinal

Neojen yaşlı tortullar, batıda Kadanadüzü çevresinden başlayarak Pelitköy üzerinden Ağacık'a, buradan da Yunuslar yerleşimine kadar uzanan bir yayılım göstermektedir. Söz konusu birimler, Yabancılar–Bahadınlı hattının batısında geniş alanları kaplayacak şekilde devam etmektedir."Neojen'e ait tortul kayaçlar, konglomera, kumtaşı, silttaşı, marn ve kireçtaşlarından oluşmaktadır. Konglomeralar spilit, kireçtaşı, muskovit, şist, mermer, granodiyorit blok ve çakıllarının killi bir çimento ile birleşmesinden oluşmuştur." Şarköy'ün

güney kesimlerinde gözlenen kumtaşları, çoğunlukla konglomera kökenli bileşenlerden oluşmaktadır. Tabaka eğimleri alansal olarak farklılık göstermekle birlikte, genel eğim yönü ova istikametindedir. Bu kesimde tabaka eğimlerinin ovaya doğru 25° ile 63° arasında değiştiği belirlenmiştir. Ağacık ve Şahinler çevresi ile Hisarköy'ün kuzeyinde yer alan Neojen yaşlı tortullarda ise tabaka eğimleri yer yer güneydoğu, güney ve güneybatı doğrultularında olup, eğim değerleri 15° ile 25° arasında değişmektedir (Şekil 21). Söz konusu kayaçların killi bir çimento ile bağlanmış olması, suyla temas ettiklerinde bünyelerindeki killerin su alarak şişmesine ve buna bağlı olarak kısa sürede ayrışıp dağılmalarına neden olmaktadır. Neojen'e ait tortulların önemli bir bölümü ise Pliyosen yaşlı killi kireçtaşları ve marnlardan oluşmaktadır (Akyürek ve Soysal, 1983).



Şekil 21. Şarköy'ün Güneyinde Kireçtaşı, Kumtaşı, Kiltaşı, Çamurtaşı ve Silttaşı Neojen Gölsel Ortamda Gelen Malzemeye Göre Ardalanmıştır
Kaynak: Orijinal

Volkanik kompleksin batı sınırı boyunca yayılım gösteren Neojen yaşlı tortullar içerisinde yer alan konglomeralar, çoğunlukla kireçtaşı, marn ve kil tabakaları ile ardalanmalı bir yapı sunmakta olup, bu tabakaların kalınlığı yaklaşık 30–50 cm arasında değişmektedir. Önceki dönemlere ait andezit ve dasit çakıllarını içeren bu birikimler, bazı kesimlerde 60 m'ye varan kalınlıklara ulaşmaktadır."Bazen andezitler üzerinde 15 m kalınlıkta ince bir tabaka yapan köşeli, andezitik elemanlı ve demirli çimentolu bir konglomera tabakası da görülmüştür."(Akyürek ve Soysal, 1983)

Neojen dönemine ait konglomeralar, genellikle granüler kireçtaşı, kumtaşı ve kireçtaşı çimentolu olup, inceleme alanındaki tüm petrografik bileşenlerin ürünüdür. Havzada bulunan kumtaşları gölsel kökenlidir ve gri, sarımsı ile bej tonlarında görülür. Bu kumtaşları, konglomeralara kıyasla daha sınırlı alanlarda bulunur ve kil ile kumun ardalanması sonucu oluşmuştur. Dokularında demirli bileşiklerle hafifçe renklenmiş kuvars, feldspat, mika, klorit ve kireçtaşı parçaları yer alır (Akyürek ve Soysal, 1983).

Neojen formasyonları içinde en dikkat çeken birim kireçtaşlarıdır. Diğer birimlere göre daha geniş alanlara yayılırlar. Bu kireçtaşları, gölsel faunaya ait gastropod, ostrakod ve radyolarya gibi fosil kırıntıları içerir. Fosiller sonradan kristalleşmiştir. Tabaka kalınlıkları 2 m ile 70 m arasında değişir. Kumlu ve çakıllı yapıya sahip bu kırıntılı kireçtaşları genellikle beyaz, krem ve limon sarısı renktedir (Akyürek ve Soysal, 1983).

Alt Neojen (Miyosen) dönemine ait kumlu kil, kil, marn, kireçtaşı ve kumtaşı ardalanmaları gevşek yapılıdır ve aşınmaya karşı dayanıksızdır. Killi yüzeyler su ile temas ettiğinde suyu bünyelerine alarak şişer ve geçirimsiz bir tabaka oluşturur. Bu alanlarda sızma kapasitesi düşük, yüzeysel akış ise yüksektir. Kumlu killi yüzeyler, kum içeriği nedeniyle killi yüzeylere göre daha geçirgendir. Üst Neojen (Pliyosen) formasyonları ise killi-kumlu ve iri çakıllı seviyelerden oluşur; iri çakıllı seviyeler oldukça geçirgendir (Akyürek ve Soysal, 1983).

Ova tabanında alüvyal dolgu altında yaklaşık 200 m kalınlıkta, batı-kuzeybatı yönünde uzanan geçirimsiz Neojen formasyonu bulunur. Karınca Dere havzasında bu formasyonun görünür kalınlığı 300 m, toplam kalınlığı ise yaklaşık 500 m olarak tahmin edilmektedir (Akyürek ve Soysal, 1983). Havzadaki Neojen yaşlı tortul kayaçlar killi çimento ile bağlandıkları için su aldıklarında kolayca dağılır ve üzerinde gevşek, nispeten derin topraklar gelişir (Akyürek ve Soysal, 1983).

Neojen volkanitlerinin batı sınırı Börezli-Yabancılar arasında kuzey-güney doğrultusunda uzanır. Bu volkanik kompleks Hisarköy, Şahinler ve Yunuslar çevresinde adacıklar halinde görülür. Daha eski volkanik kompleks, yüksek kesimlerde Neojen sedimanter örtünün aşınmasıyla yüzeye çıkmıştır. Kompleks; andezit, dasit lavlar, tüf ve aglomeradan oluşur (Şekil 22). Andezit ve dasitler nispeten

sert, bol çatlaklı kayaçlardır ve geniş alanlara yayılır. Tüf ve aglomeralar ise gevşek yapılı, gri-beyaz ve açık pembe renklidir. Volkanik faaliyetler yaklaşık 18 milyon yıl önce Alt-Orta Miyosen'de başlamış, asıl etkinlik Alt Pliyosen'de yoğunlaşmıştır. Bu dönemde sedimantasyona katkı sağlanmış ve topografyada çeşitlenmeler meydana gelmiştir. Yunuslar, Şahinler ve Hisarköy arasında yer alan kaldera da bu süreçte oluşmuştur. Neojen sonlarına doğru başlayan bu volkanizmanın ne zaman sona erdiği kesin olarak bilinmemektedir (Akyürek ve Soysal, 1983).

Havzadaki andezitler sert olup farklı yönlerde gelişmiş eklem sistemleri gösterir (Akyürek ve Soysal, 1983). Hisarköy ve Bahadınlı çevresindeki aglomeratik seriler 20-60 cm kalınlıkta düzenli tabakalanma sergiler. Andezitik elemanlardan oluşan bu tabakalar kuzeybatıya doğru 10°-20° eğimlidir (Akyürek ve Soysal, 1983).

Hisarköy ve Bahadınlı çevresinde görülen aglomeratik seriler 20-60 cm kalınlıkta gayet düzgün bir tabakalanma gösterirler. Andezitik elemanlardan oluşan bu formasyona ait tabakalar kuzeybatıya doğru 10º-20º'ler arasında eğimlidir (Akyürek ve Soysal, 1983).



Şekil 22. Neojene ait andezitler üzerinde gelişmiş pseudo karstik şekiller
Kaynak: Orijinal

Kuvaterner:

Kuvaterner dönemine ait formasyonlar; Pleyistosen'e ait eski alüvyonlar, Holosen'e ait yeni alüvyonlar ile birikinti konileri ve yelpazelerinden oluşmaktadır. Üst Tersiyer'de gerçekleşen Post-Alpin hareketler sonucunda Burhaniye ve çevresi bir graben yapısı kazanmış ve bu alan ilk olarak Miyosen Gölü tarafından kaplanmıştır. Göl, çevredeki yüksek alanlardan gelen akarsuların taşıdığı çakıl, kum, kil ve mil gibi malzemelerle dolmuştur. Kuvaterner başlarına kadar süren tektonik hareketler, havzanın batı kesiminin çökmesiyle taban seviyesinin değişmesine neden olmuş; bu süreçte göl boşalmış, eski depolar üzerinde birikinti konileri ve yelpazeleri oluşmuş, depresyon tabanı ise daha genç malzemelerle örtülmüştür (Akyürek ve Soysal, 1983).

Havzadaki Kuvaterner dolguları, Şarköy'den kuzeye doğru uzanarak geniş bir ova düzlüğü meydana getirir (Şekil 19). Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nün yaptığı sondaj çalışmalarına göre, ovayı oluşturan alüvyonların kalınlığı 50-60 m civarındadır. Bu alüvyal dolgu; kum, çakıl, kil ve mil gibi unsurlardan oluşmakta olup, malzemenin kaynağını çevredeki yüksek alanlarda bulunan metamorfik, volkanik ve tortul kayaçlar sağlamaktadır (Akyürek ve Soysal, 1983).

4.1.1.2. Litolojik Birimlerin Hidrojeolojik Özellikleri

Sızma süreci, zeminin yapısal özelliklerine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Taneli yapıya sahip zeminlerde sızma, Darcy Kanunu çerçevesinde gerçekleşirken; çatlaklı zeminlerde ise genel hidrodinamik prensipler doğrultusunda meydana gelir. Çatlakların kılcal veya dar olması durumunda, sızmanın başlangıç evresi laminer akım karakteri gösterir ve bu süreç taneli zeminlerdeki davranışa benzerlik arz eder. Çatlak genişliği arttığında akım türbülanslı hale gelirken, daha büyük çatlaklar yağış şiddetinden bağımsız olarak yağış sularının tamamının zemine infiltrasyonuna olanak tanır.

Karınca Dere Havzası'nda yer alan jeolojik birimler, hidrojeolojik özellikleri dikkate alınarak dört sınıfta değerlendirilmiştir: geçirimli (Gç1), geçirimli-erimeli (Gç2), yarı geçirimli (Gy) ve geçirimsiz (Gz) birimler.

Geçirimli Birim (Gç1):

Çakıl, kum, kil ve mil gibi farklı boyutlarda unsurlar içeren, çimento malzemesi bulunmayan veya zayıf çimentolu yapıya sahip Pleyistosen dönemine ait eski alüvyonlar ile Holosen dönemine ait genç alüvyonlar, yüksek su tutma kapasitesine sahip formasyonlar olup suyu kolaylıkla iletebilmektedir. Bu nedenle alüvyonların geçirgenlik düzeyi oldukça yüksektir. Havzada yer alan Neojen yaşlı kumtaşları ve konglomeralar ise killi çimento ile bağlanmış durumdadır. Bu birimler su ile temas ettiğinde çimento malzemesini oluşturan killer suyu absorbe ederek şişmekte ve hızlı bir şekilde ayrışmaktadır; bu durum geçirgenliklerinin artmasına neden olmaktadır. Ayrıca, Karbonifer ve Permiyen fosilleri içeren, yoğun kırık ve çatlak sistemine sahip kristalize kireçtaşları ile Triyas dönemine ait yeşil şistler ve metakumtaşları, çatlak genişliklerine bağlı olarak laminer veya türbülanslı akım koşulları oluşturabilmekte ve yüksek geçirgenlik göstermektedir.

Geçirimli Ergimeli (Gç2):

Havzada yer alan gastropod, ostrakod ve radyolarya fosil kırıntılarını içeren gölsel kireçtaşları, çözünme özelliği nedeniyle yüksek geçirgenlik göstermekte ve yeraltı suyu açısından zengin birimler olarak değerlendirilmektedir.

Yarı Geçirimli (Gy):

İnceleme alanında yer alan Neojen dönemine ait silttaşları, küçük tane boyutları nedeniyle suyu daha yavaş iletmekte ve bu özellikleriyle yarı geçirimli birimler arasında değerlendirilmektedir. Havzada bulunan Neojen yaşlı aglomera ve tüfler ise gevşek dokulu olup, farklı tane boyutlarının varlığına bağlı olarak yarı geçirimli zeminler grubunda yer almaktadır. Karakaya Formasyonu'nun bir parçasını oluşturan Triyas yaşlı metagrovaklar, metakumtaşlarına kıyasla daha az kırıklı ve kütlevi bir yapıya sahip olduğundan geçirgenlikleri düşüktür. Ayrıca Neojen dönemine ait andezit ve dasitler, çeşitli yönlerde gelişmiş eklem sistemleri nedeniyle yarı geçirimli zemin özelliği göstermektedir.

Geçirimsiz (Gz):

Alt Neojen (Miyosen) formasyonu, kum, kil, marn, kireçtaşı ve kumtaşı ardalanması ile karakterize edilirken; Üst Neojen (Pliyosen) formasyonu killi-kumlu

seviyeler ve iri çakıllı tabakalarla temsil edilmektedir. Her iki formasyon, genel olarak geçirimsiz litolojik özellikler sergilemektedir. İnceleme alanında en yaygın birimi oluşturan granodiyoritler ise kütlevi ve sert yapıları nedeniyle geçirimsiz birimler arasında yer almaktadır.

4.1.1.2. Jeomorfolojik Özellikler

Karınca Dere Havzası, kabaca güneydoğu-kuzeybatı doğrultusunda uzanan bir morfolojik yapıya sahiptir. Akarsu, kaynaklarını Yaylacıkdede Dağı'ndan alarak sularını Edremit Körfezi'ne boşaltmaktadır (Şekil 23, Şekil 26). Ortalama yatak eğimi yaklaşık 2.17° (%3.80) olan bu drenaj sistemi, genç ve dinamik bir morfolojik karakter sergilemektedir. Batı Anadolu'daki horst-graben sisteminin kuzey kesiminde yer alan Karınca Dere havzası, tektonik kökenli bir havza olup güneyde Madra Dağı horstu ile kuzeyde Kazdağları horstu arasında, Edremit grabeni içerisinde konumlanmıştır. Farklı tür ve dirençteki kayaçları içeren havzanın günümüzdeki jeomorfolojik yapısının oluşumunda flüvyal aşındırma süreçleri belirleyici bir rol oynamıştır. Flüvyal aşınımın şiddeti tektonik aktiviteyle doğrudan ilişkilidir; bu süreç sonucunda farklı yükselti kademelerinde aşınım yüzeyleri gelişmiştir. Havzanın ana jeomorfolojik ünitelerini dağlar, platolar ve ovalar oluşturur. Güneyden doğuya doğru havzayı çevreleyen Kozak plütonunun devamı niteliğindeki granit ve granodiyoritler, dağlık alanları meydana getirir. Şabla Dağı çevresinde yer alan andezitler, havzayı güneyden çevreleyen dağlık sahayı oluşturmaktadır. 700-1200 m yükseltiler arasında yer alan bu dağlık alan, Karınca Dere ve kollarının kaynak sahasını oluşturmakta; aynı zamanda akarsular tarafından dar ve derin vadilerle yarılmanın başladığı bölgedir. Karınca Dere havzasındaki platoluk alanlar, Miyosen, Pliyosen ve Post Pliyosen aşınım yüzeyleri olmak üzere üç ayrı grup halinde sınıflandırılmıştır. Dağlık alanlara paralel uzanan akarsular tarafından dar ve derin biçimde yarılmış Miyosen aşınım yüzeyleri, akarsuyun orta çığırında yer alan Pliyosen aşınım yüzeyleri ve bunların kuzeybatısında bulunan Post-Pliyosen aşınım yüzeyleri belirlenmiştir. Karınca Dere, yüksek kesimlerden aşındırıp taşıdığı malzemeleri eğimin azaldığı alanlarda biriktirerek Burhaniye Ovası'nı oluşturmuştur (Şekil 26; Şekil 23).



Şekil 23. Dağlık Sahadan Batıya Burhaniye ve Edremit Ovalarına Bakış
Kaynak: Orijinal

4.1.1.2.1. Dağlık Alanlar

İnceleme alanının yaklaşık 3/1'i dağlık alanlardan oluşmaktadır. Dağlık alanlar yaklaşık 400–450 metre civarındaki yükseltilerden başlayarak 1200 metreye kadar ulaşan yüksekliklere sahiptir. Bu alanlar; Kozak granodiyorit domunun devamı niteliğindeki kuzeydoğu-güneybatı yönlü uzanış gösteren Yaylacıkdede Dağı (1220 m) ile Karataş Tepe (1223 m) ve batıda andezit volkanizması sonucu oluşan Şabla Dağı'nı (1110 m) kapsamaktadır. Dağlık alanlar, oluşum süreçlerinin ardından aşınıma uğramış ve sonrasında tektonik hareketlerle yeniden yükselmiştir. Bu nedenle yüksek kesimler, aşınım düzlükleri şeklinde görülmektedir (Efe vd., 2012; Aykurt 2019).

Jeomorfolojik olarak bir dom niteliğindeki Yaylacık Dede Dağı, jeolojik olarak Üst Oligosen-Alt Miyosen dönemleri arasında oluşmuştur (Akyürek ve Soysal, 1981). Madra Dağı'nın batı uzantısını oluşturan bu kütle, kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda uzanış göstermektedir. Yaylacık Dede Dağı ve çevresindeki başlıca yükseltiler şu şekildedir; Yaylacık Dede Dağı (1220 m), Peynir Tepe (1108 m), Kültaşı Tepe (1100 m), Kaplansivrisi Tepe (988 m) ve Çakıl Tepe (864 m) (Şekil 25).

Bu alanda, granit ve granodiyorit anakayasına bağlı olarak tor topografyasına ait yer şekilleri görülmektedir. Kültaşı Tepe'nin kuzeydoğusunda, tor topografyasına ait yer şekilleri belirgin şekilde ayırt edilmektedir. Karınca Dere'nin kolları olan Değirmen Dere ve Bozacı Dere, kaynaklarını Yaylacıkdede Dağı ve çevresinden almaktadır. Bu akarsuların şekillendirdiği sahada en belirgin yükselti, 988 metreye ulaşan Kaplansivrisi Tepesi'dir. İnceleme alanında yüksek dağlık kesimlerde zirveler çoğunlukla aşınım düzlükleri şeklinde görülürken, Kaplansivrisi Tepesi belirgin bir doruk karakteri sergilemektedir (Şekil 24).

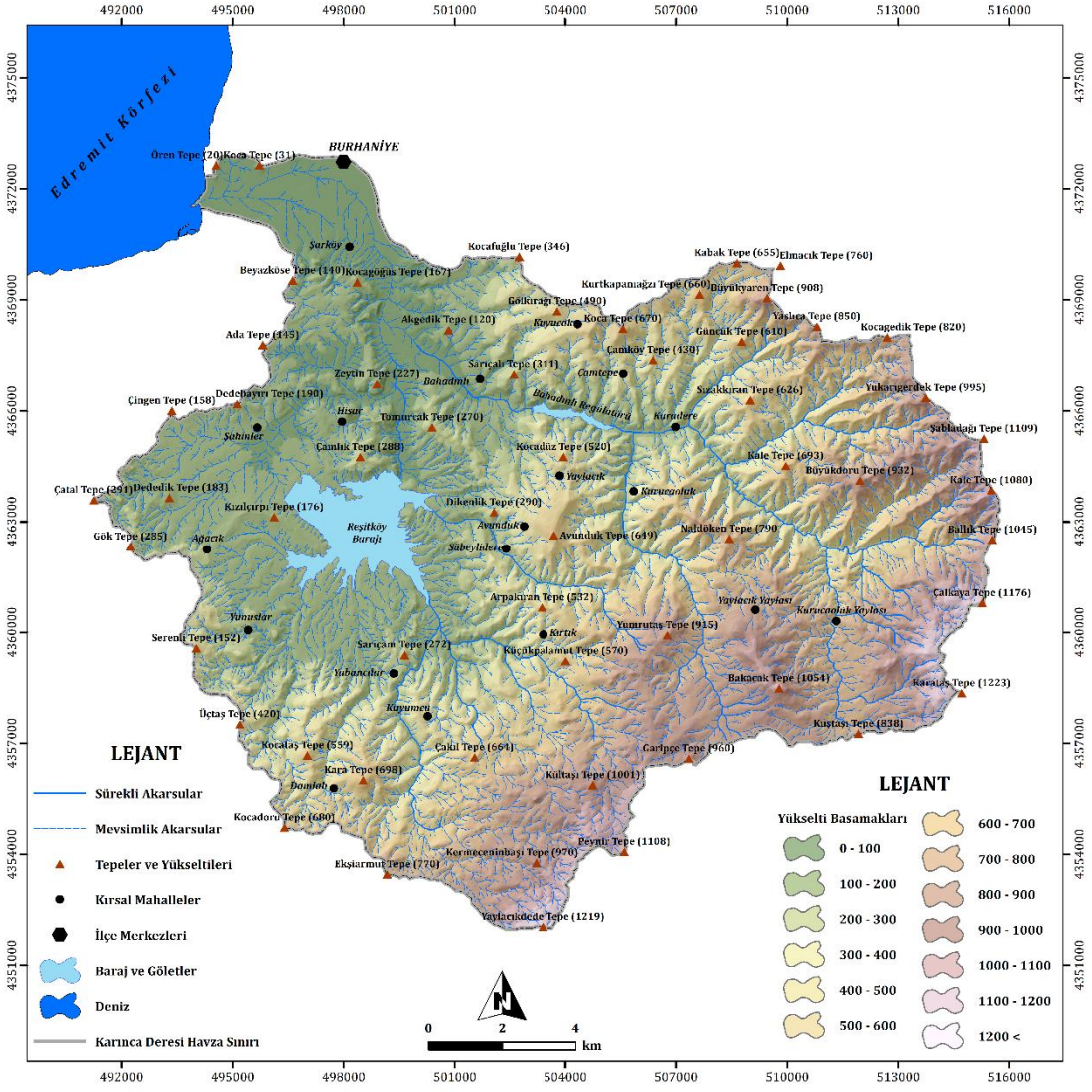
Karataş Tepe (1223 m), Karınca Dere Havzası'nın en yüksek zirvesidir ve litolojik özellikleri bakımından Yaylacık Dede Dağı ile benzerlik göstermektedir. Çevresinde yer alan başlıca yükseltiler arasında Kızılgerme Tepe (1220 m), Çalkaya Tepe (1176 m), Taşlı Tepe (1046 m) ve Bakacak Tepe (1055 m) bulunmaktadır. Kara Dere'yi oluşturan kollar arasında yer alan Suçöven Dere ve Akpınar Dere, kaynaklarını bu dağlık alandan almaktadır.



Şekil 24. Kırtık Kırsal Mahallesi Yolu Üzerinden Güneydoğu Yönüne Doğru Bakış
Kaynak: Orijinal

Andezitik volkanizma sonucu oluşan Şabla Dağı ve çevresi, jeomorfolojik olarak farklı özellikler göstermektedir. Yaylacık Dede Dağı ve Karataş Tepe çevresine oranla yükseltisi daha az olan bu alanda ortalama yükseltiler 1100 metrenin altındadır.

Şabla Dağı ve çevresinde yer alan başlıca yükseltiler; Şabla Dağı (1110 m), Alankaya Tepe (966 m), Büyükyaren Tepe (908 m), Büyükdoru Tepe (932 m) ve Tokatkırı Tepe (878 m)'dir. Bu dağlık alan, Kara Dere'yi oluşturan kollardan biri olan Ilıca Dere'ye ve bölgedeki birçok mevsimlik akarsuya kaynaklık etmektedir.



Şekil 25. Karınca Dere Havzası'nın Yükselti Basamakları Haritası
Kaynak: Orijinal

4.1.1.2.2. Platoluk Alanlar

Karınca Dere ve kollarının aşındırmasıyla oluşan platoluk alanlar, havzada en yaygın görülen jeomorfolojik birimleri oluşturmakta ve inceleme alanının yaklaşık 1/3'ünü kaplamaktadır. Söz konusu platolar, oluşum ve gelişim özellikleri dikkate alınarak Miyosen, Pliyosen ve Post Pliyosen aşınım yüzeyleri olmak üzere üç grupta değerlendirilmiştir.

Miyosen aşınım yüzeyleri, havzanın doğu, kuzeydoğu ve güney kesimlerinde yayılış göstermekte olup havzadaki en yüksek kademeyi oluşturan aşınım yüzeyleridir. Kuyucak, Karadere, Yaylacık, Avunduk ve Sübeylidere kırsal mahalleleri çevresi ile güneyde Damlalı Kırsal Mahallesine kadar uzanan bu yüksek kademedeki aşınım yüzeyleri, akarsular tarafından dar ve derin vadilerle yarılarak plato karakteri kazanmıştır.

Bu seviyenin yükselti bakımından daha altında yer alan ve bir geçiş basamağı oluşturan Pliyosen aşınım yüzeyleri ise havzanın orta ve batı kesimlerinde belirginleşmektedir. Özellikle Bahadınlı Kırsal Mahallesi'nin çevresinde, Avunduk Kırsal Mahallesi'nin kuzeybatısında ve Yunuslar Kırsal Mahallesi'nin güneybatısında plato düzlükleri şeklinde görülmektedir.

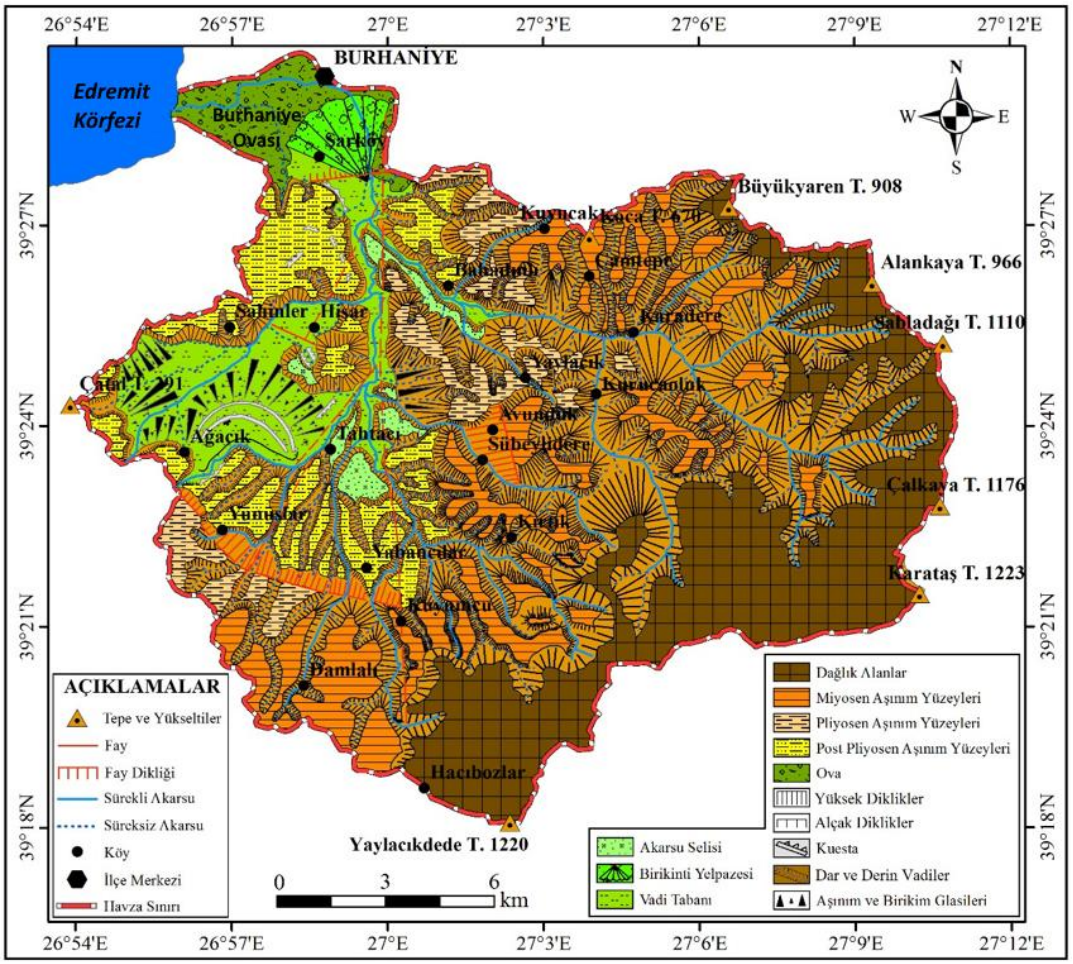
Havzanın kuzeybatısında, Burhaniye alüvyal ovasının güneyinde, Yabancılar ve Yunuslar kırsal mahallelerinin kuzeyinde, Ağacık Kırsal Mahallesi'nin batısında en genç aşınım evresini temsil eden Post Pliyosen aşınım yüzeyleri yer almaktadır. Bu alanlar, akarsular tarafından parçalanmış alçak plato basamakları hâlinde uzanmaktadır.

Sonuç olarak, havza çevresindeki yüksek dağlık kütleler ile merkezi ova tabanı arasında belirgin kademeler oluşturan bu yarılmış platoluk sahalar, havzanın eğim değerlerini, bakı koşullarını ve drenaj ağının gelişimini doğrudan kontrol eden dinamik jeomorfolojik üniteler niteliğindedir.

4.1.1.2.3. Ovalar

Karınca Dere Havzası'nda ovalar, havzanın batısında Neojen ve Kuvaterner çökelleri üzerinde gelişen ovalar ile akarsuların biriktirme faaliyetleri sonucu oluşan alüvyal ovalar olmak üzere iki farklı şekilde görülmektedir. Bunlardan Burhaniye Ovası, kıyı ovası niteliğinde olup Karınca Dere ile Havran Çayı'nın taşıdığı ve biriktirdiği alüvyal malzemelerin birikimi sonucunda oluşmuştur. Batıdan doğuya doğru genişleyen bu ovanın en geniş kesimi yaklaşık 12 km'ye ulaşırken, uzunluğu ise yaklaşık 20 km'dir (Şekil 23) (Efe vd., 2012). Karınca Dere'nin ana kollarından biri olan Karadere, Bahadınlı Kırsal Mahallesi'nin bulunduğu alandan itibaren geniş tabanlı bir vadide akış göstererek taşıdığı alüvyal malzemeleri yatak içerisinde biriktirmektedir. Karınca Dere'nin Burhaniye Ovası'na açıldığı kesimde bir birikinti

yelpazesi gelişmiştir. Akarsu, Edremit Körfezi'ne ulaşmadan önce taşıdığı en ince malzemelerle akarsuyun ağız kısmında plajlar (Ören, İskele) oluşturmaktadır. Karınca Dere'nin her iki yakasında görülen bu plajlar, akarsuyun getirdiği alüvyonların dalga ve akıntıların işlenmesi sonucu meydana gelmiştir. Havzanın batısında ise, Neojen göl sedimanları üzerinde gelişen taşkın ovaları hafif ondüleli (dalgalı) bir yüzey karakteri sergilemektedir; bu alanlarda, hafif eğimli katmanlar üzerinde Kuvaterner dönemine ait alüvyal birikimler yer almaktadır (Şekil 26).



Şekil 26. Karınca Dere Havzası'nın Jeomorfoloji Haritası
Kaynak: Aykurt (2019)

4.1.1.3. İklim Özellikleri

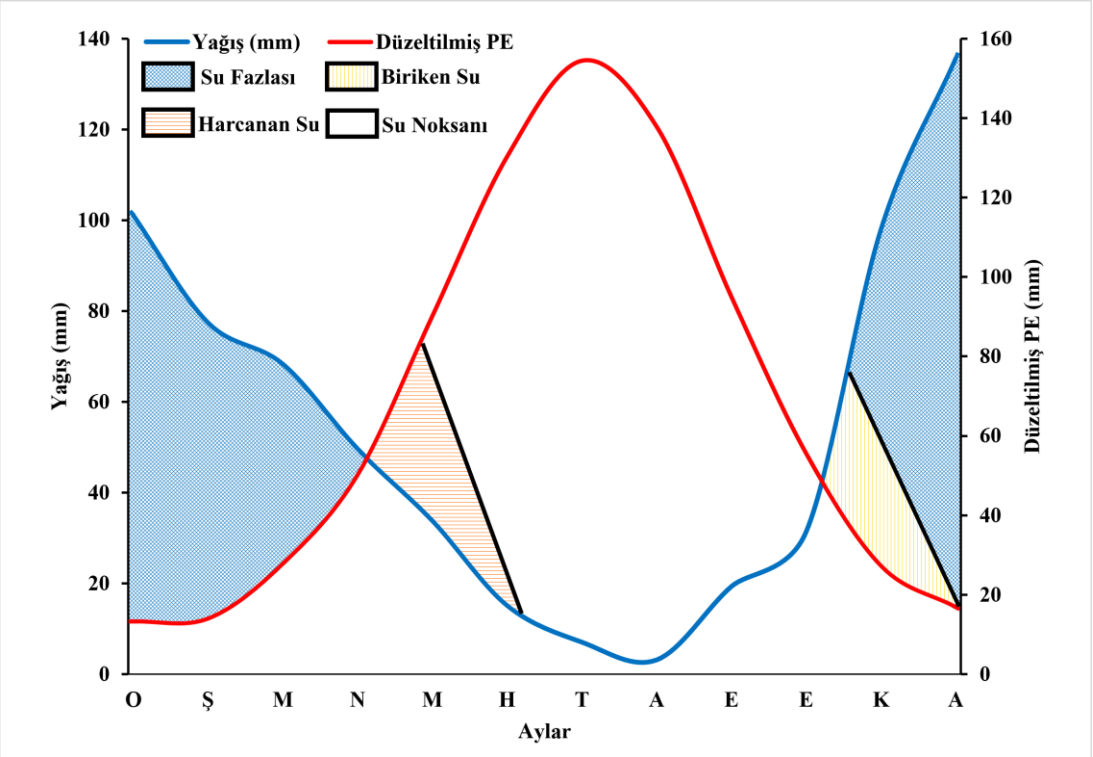
Karınca Dere Havzası, orta kuşağın subtropikal alt kuşağında bulunur. Havza'nın orta ve aşağı çığırı, yazları sıcak ve kurak, kışları ise ılık ve yağışlı olan Akdeniz ikliminin etkisi altındadır. Yukarı çığırında ise yükseltiye bağlı olarak Akdeniz dağ iklimi koşulları görülmektedir (Şekil 21). İnceleme alanında flüvyal

süreçlerin etkinliğini belirleyen en önemli unsur iklimdir. Akdeniz iklim koşulları nedeniyle akarsuyun debisi yıl içinde büyük değişiklikler gösterir. Kasım-Mart arasındaki nemli ve yağışlı dönemde debi artar, buna bağlı olarak akarsuyun akış hızı ve aşındırma gücü yükselir. Yaz kuraklığında ise akım değeri düşer, akarsu yatağında zayıf bir şekilde akar veya bazı kesimlerde tamamen kurur. Taşkın oluşumunda iklimin belirleyici rolü büyüktür; özellikle sağanak yağışlar havzada sık sık sel ve taşkınlara yol açar.

Karınca Dere Havzası yıl boyunca farklı hava kütlelerinin etkisi altındadır. Ekim ayından itibaren Orta ve Doğu Avrupa'dan gelen soğuk hava kütleleri (Kontinental Polar - cP, Maritim Polar - mP) ile güneyden gelen tropikal hava kütleleri (Kontinental Tropikal - cT, Maritim Tropikal - mT) karşılaşır ve bu durum batıdan doğuya doğru alçak basınç sistemlerinin geçişine neden olur. Bu dolaşım koşulları, yağışlı ve rüzgârlı dönemlerle serin, açık ve yağışsız dönemlerin birbirini izlemesine yol açar. Avrupa'dan gelen mP hava kütlesi Alpler, Balkanlar ve Karpatlar gibi yüksek alanları aşarak geldiğinde alt katmanlarda nem azalır ve kararlılık artar. Ancak Akdeniz üzerinde bir süre kalırsa modifikasyona uğrayarak sıcaklığı yükselir, nemi artar ve kararsız hale gelir; bu da kıyıdan dağlık alanlara doğru orografik yağışlara neden olur. Kış boyunca etkili olan polar cephe, batı rüzgârları sistemiyle Mayıs ayından itibaren kuzeye çekilir ve tropikal hava kütleleri etkili olmaya başlar. Azor yüksek basıncının Akdeniz'e yayılmasıyla Maritim Tropikal (mT) hava kütlesi batı ve kuzeybatıdan bölgeye ulaşır. Orta Avrupa ve Balkanlar üzerinden uzun bir yol kat ettiğinden nemini kaybeder ve inceleme alanına sıcak, kurak bir hava olarak gelir (Koçman, 1993).

İnceleme alanındaki sıcaklık ve yağış koşullarının yıl içerisindeki değişimini hidrolojik açıdan değerlendirmek amacıyla Thornthwaite iklim sınıflandırmasından yararlanılmıştır. Sıcaklık, yağış ve potansiyel evapotranspirasyon arasındaki ilişkiyi esas alan bu yönteme göre havzada su bütçesi yıl içerisinde belirgin mevsimsel farklılıklar göstermektedir. Özellikle Haziran-Ekim döneminde evapotranspirasyonun yağıştan fazla olması nedeniyle su noksanı yaşanırken, Aralık-Mart döneminde yağışların artmasıyla birlikte toprak suya doymakta ve su fazlası oluşmaktadır (Şekil 27). Bu durum, kış aylarında yüzey akışının ve akarsu debilerinin artmasına bağlı olarak taşkın oluşumu açısından elverişli hidrolojik koşulların geliştiğini ortaya koymaktadır. Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre Karınca Dere Havzası yarı

nemli (C2), ikinci dereceden mezotermal (B'2), yaz mevsiminde çok kuvvetli su noksanı bulunan (s2) ve denizel şartlara yakın (B'3) bir iklim tipine sahiptir.



Şekil 27. Thornthwaite İklim Sınıflandırması'na Göre Burhaniye İstasyonu Su Bilançosu
Kaynak: Orijinal

4.1.1.3.1. Sıcaklık

Burhaniye Meteoroloji İstasyonu'ndan elde edilen sıcaklık verileri kullanılarak, günlük ortalama sıcaklıklardan aylık ortalamalar, aylık ortalamalardan ise yıllık ortalama sıcaklık değerleri (°C) hesaplanmıştır. Bu verilere göre yıllık ortalama sıcaklık 16,4 °C'dir (Tablo 8). İnceleme alanında en yüksek aylık ortalama sıcaklık 26,7 °C ile Temmuz ayında, en düşük aylık ortalama sıcaklık ise 7.1 °C ile Ocak ayında gerçekleşmektedir. Mayıs ayından Ekim ayına kadar olan dönemde sıcaklıklar yıllık ortalama değerin üzerinde seyrederken, Ekim ayından Nisan ayı sonuna kadar ise bu değerin altında kalmaktadır.

İnceleme alanında maksimum sıcaklık ortalamaları değerlendirildiğinde, en yüksek değer Temmuz ayında 37,8 °C olarak kaydedilmiştir. 1974–2021 yılları arasındaki veriler incelendiğinde, en yüksek sıcaklık 1 Temmuz 2017 tarihinde 43,2 °C olarak ölçülmüştür (Tablo 8). En düşük sıcaklıklar ise Ocak ayında görülmekte olup, ortalama minimum değer -4,1 °C'dir. Aynı dönemde kaydedilen en düşük

sıcaklık 9 Ocak 2015 tarihinde -8,1 °C olarak gerçekleşmiştir. Minimum sıcaklık ortalamaları arasında en yüksek değerler Temmuz ve Ağustos aylarında (15,6 °C) gözlenmektedir (Tablo 8, Şekil 29).

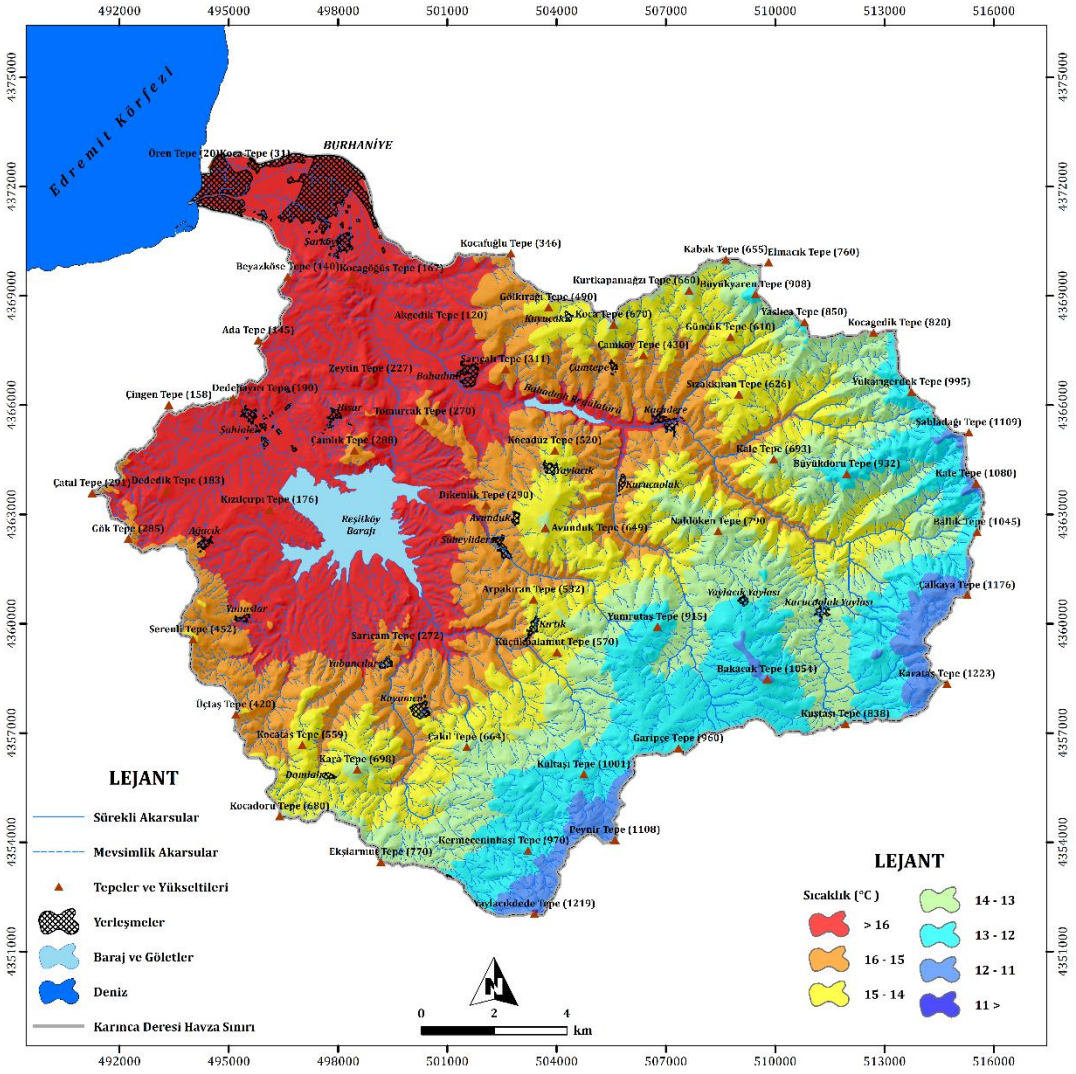
Aşağı havzada ortalama sıcaklığın 16,4 °C olması ve aylık ortalama sıcaklıkların 0 °C'nin altına düşmemesi, "Subtropikal Sıcaklık Rejimi" etkisi altında bulunduğunu göstermektedir. Buna karşılık, havzada yükseltinin 1223 m'ye kadar ulaşması, yükseltiye bağlı olarak sıcaklık değerlerinin azalmasına neden olmakta ve yukarı havzada aşağı havzadan farklı bir sıcaklık rejiminin gelişmesine yol açmaktadır (Şekil 28).

Aşağı havzada sıcaklık rejimine bağlı olarak artan buharlaşma koşulları akarsu debilerinde azalmaya yol açmaktadır. Yaz aylarında bu durum daha da belirginleşerek birçok akarsu tamamen kuruma eğilimine girmektedir. Buna karşılık, yukarı havzada sıcaklık koşullarının daha düşük olması buharlaşmanın sınırlı kalmasına ve akarsu debilerinin görece daha yüksek olmasına katkı sağlamaktadır. Bu durum, taşkın oluşumuna yönelik hidrolojik duyarlılığın havza genelinde mekânsal olarak değişkenlik gösterdiğini ortaya koymaktadır.

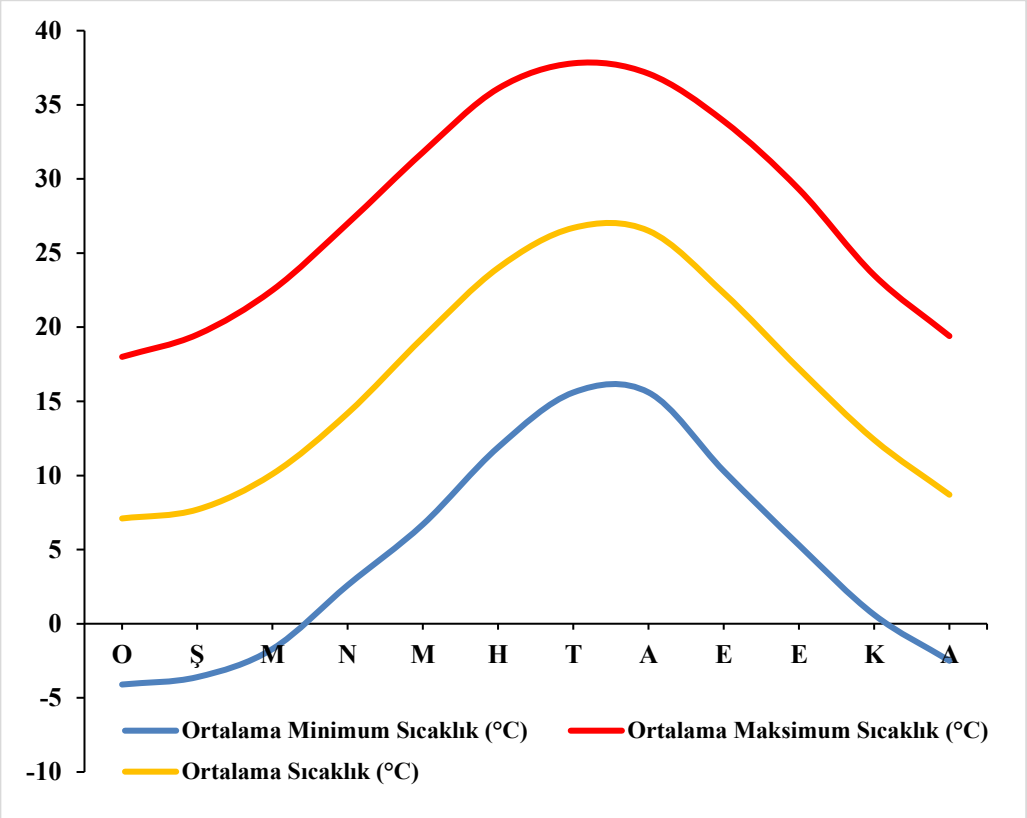
Tablo 8. Burhaniye'nin Minimum, Maksimum ve Ortalama Sıcaklıkları (1974-2021)

Veriler	AYLAR												Yıllık Ort.(°C)
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
Ortalama Minimum Sıcaklık (°C)	-4.1	-3.6	-1.7	2.6	6.7	11.9	15.6	15.6	10.3	5.3	0.6	-2.5	4.7
Ortalama Maksimum Sıcaklık (°C)	18.0	19.5	22.5	27.0	31.8	36.1	37.8	37.1	33.9	29.3	23.5	19.4	28.0
Ortalama Sıcaklık (°C)	7.1	7.7	10.1	14.2	19.3	24	26.7	26.5	22.3	17.2	12.4	8.7	16.4

Kaynak: Orijinal



Şekil 28. Karınca Dere Havzası'nın Ortalama Sıcaklık Dağılışı Haritası
Kaynak: Orijinal



Şekil 29. Burhaniye (1974 – 2021) Aylık Ortalama Minimum, Ortalama ve Ortalama Maksimum Sıcaklık Grafiği
Kaynak: Orijinal

4.1.1.3.2. Yağış

Burhaniye Meteoroloji İstasyonu verilerine göre yıllık toplam yağış 612,4 mm olup, yağışın yıl içindeki dağılımı düzensizdir. En fazla yağış kış aylarında (Aralık 102,2 mm, Ocak 91,1 mm) gerçekleşirken yaz aylarında (özellikle Ağustos 5,9 mm) belirgin bir azalma görülmektedir (Tablo 9, Şekil 30). Havzada yağışın aylara göre ortalama dağılışı incelendiğinde "Akdeniz Yağış Rejimi'' etkisi altında olduğu söylenebilir. Bu rejime bağlı olarak yağışın yıl içinde düzenli dağılmaması akarsu debilerinde değişkenliğe neden olmaktadır. Yağışların kış aylarında yoğunlaşması, taşkınların büyük ölçüde bu dönemde ortaya çıkmasına zemin hazırlamaktadır.

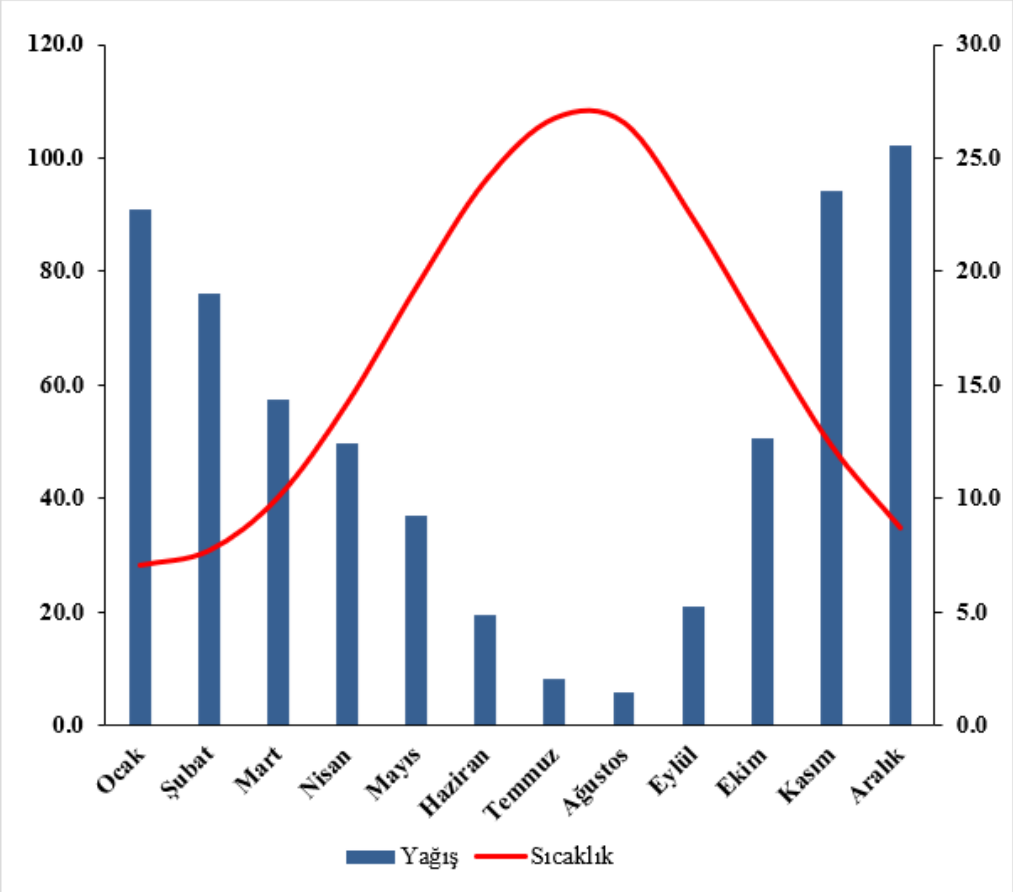
Yağışın havza içerisindeki dağılışı homojen olmayıp, yükselti koşullarına bağlı olarak mekânsal farklılıklar göstermektedir. Bu kapsamda, yüksek kesimlere doğru yağış miktarında artış gözlemlenmektedir (Şekil 31). Havzada yükseltinin artmasına bağlı olarak orografik etkiyle yağış miktarının artması, yüksek kesimlerde yüzey akışını artırarak taşkın oluşumuna karşı hidrolojik duyarlılığı yükseltmektedir. Havzanın yüksek kesimlerinde (1000 m üzeri) sıcaklığın düşmesine bağlı olarak

zaman zaman kar yağışları görülse de kar örtüsünün kalıcılığı sınırlıdır. Dolayısıyla kar erimelerine bağlı taşkın oluşumu yaygın değildir.

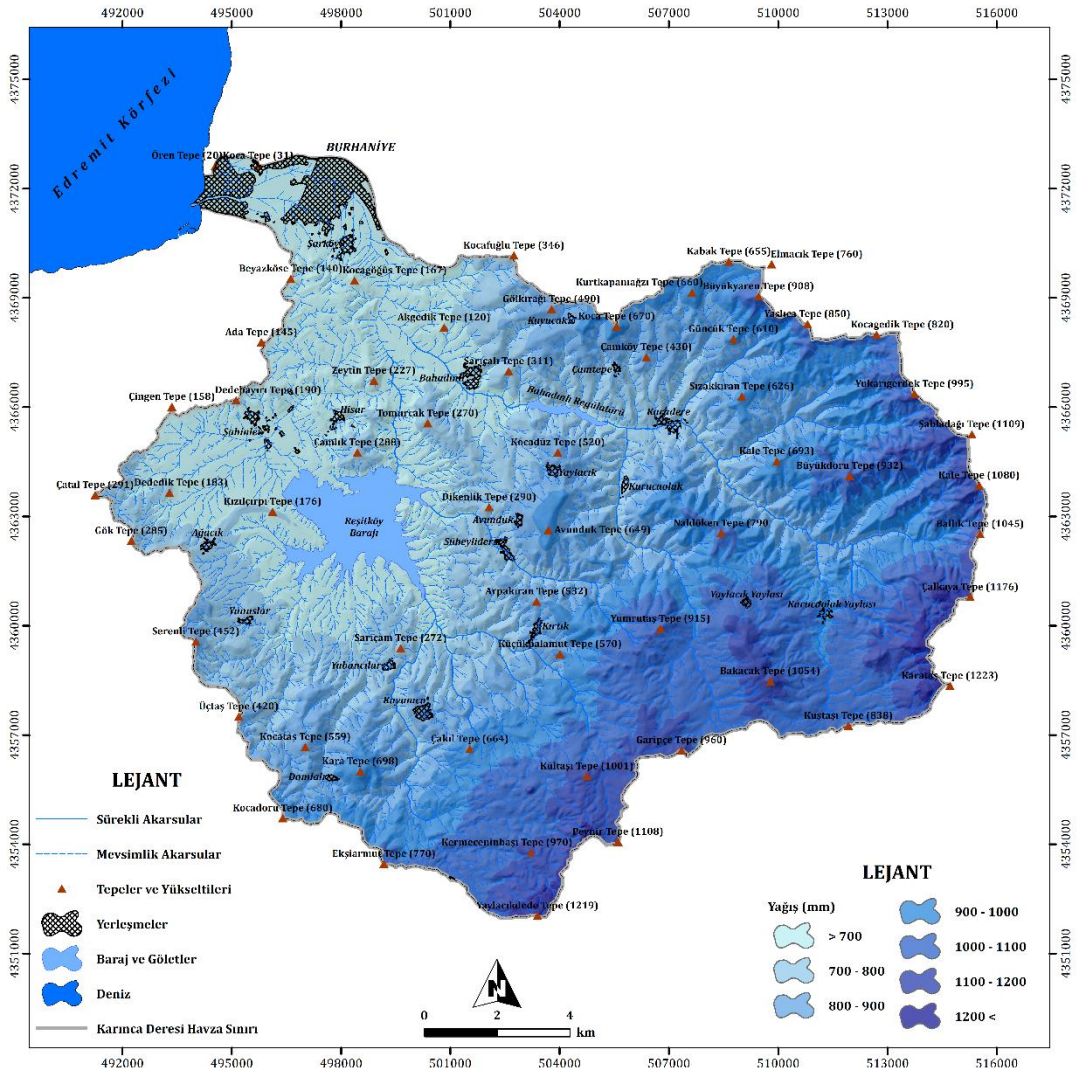
Tablo 9. Burhaniye Aylık Ortalama Yağış Değerleri

Veriler	AYLAR												Yıllık Yağış (mm)
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
Aylık Toplam Yağış (mm)	91.1	76.1	57.3	49.6	36.9	19.6	8.1	5.9	20.9	50.7	94.2	102.2	612.4

Kaynak: Orijinal



Şekil 30. Burhaniye'nin Aylık Toplam Yağış ve Aylık Ortalama Sıcaklık Grafiği (1974-2021)
Kaynak: Orijinal

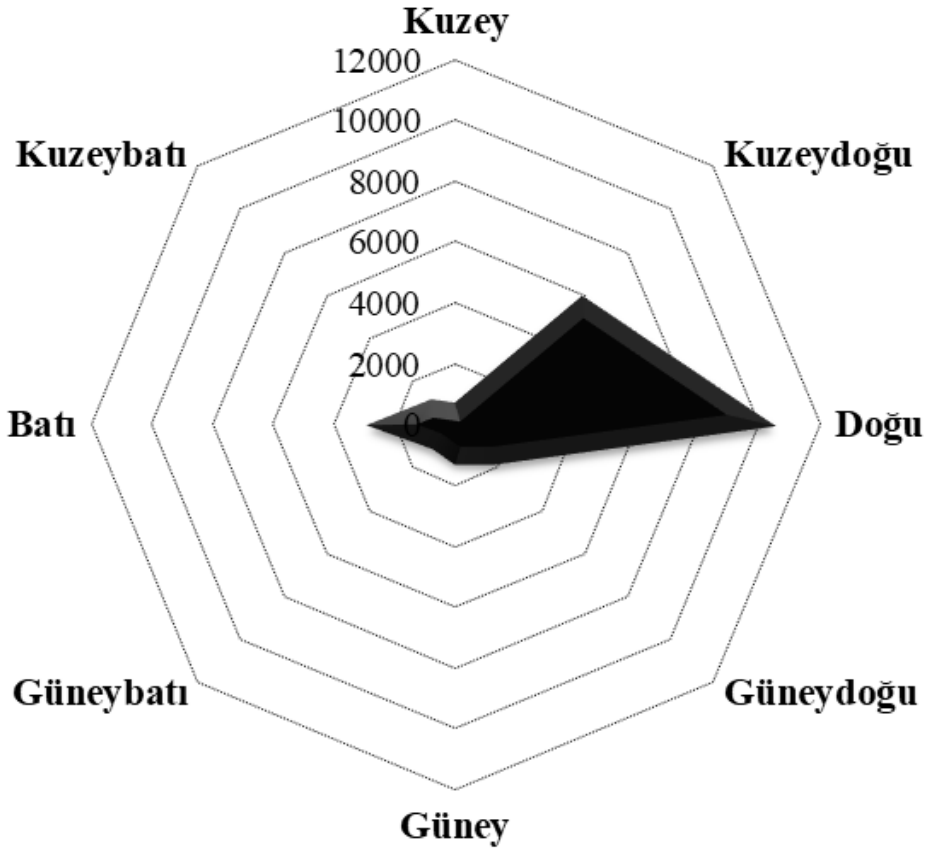


Şekil 31. Karınca Dere Havzası'nın Yağış Dağılışı Haritası
Kaynak: Orijinal

4.1.1.3.3. Rüzgar

Burhaniye Meteoroloji İstasyonu'ndan elde edilen yıllık rüzgâr esme ortalamalarına ait verilerin diyagramı incelendiğinde, hâkim rüzgâr yönünün doğu sektörlü olduğu görülmektedir (Şekil 32). Doğudan sonra en sık esiş yönü kuzeydoğudur. Dağlık sahadan denize doğru esen bu rüzgârlar havadaki nispi nemin azalmasına neden olmaktadır. Ayrıca dağlık alanlar yüksek basınç merkezleri oluşturarak meltem rüzgârlarının gelişmesine katkı sağlamaktadır. Bu rüzgârlar yaz aylarında aşırı ısınmayı önlerken, kış mevsiminde daha ılıman koşulların oluşmasına yardımcı olmaktadır (Efe vd., 2012).

Doğu ve kuzeydoğu sektörlü rüzgârlar, havzanın nem ve buharlaşma koşullarını etkileyerek hidrolojik süreçler üzerinde dolaylı bir rol oynamaktadır. Rüzgârların nispi nemi azaltıcı etkisi, özellikle kurak dönemlerde toprak nem koşullarını değiştirebilmektedir. Bununla birlikte, havzada taşkın oluşumunda belirleyici olan temel etkenler yağışın şiddeti ve süresi ile topoğrafik özelliklerdir. Bu nedenle rüzgâr rejimi, taşkın gelişimini doğrudan kontrol eden bir faktör olmaktan ziyade, havzanın ön nemlilik koşullarını etkileyen ikincil bir hidrometeorolojik değişken olarak değerlendirilebilir.



Şekil 32. Burhaniye Yıllık Ortalama Rüzgâr Gülü Diyagramı
Kaynak: Orijinal

4.1.1.3.4. Nem

Nispi nem oranı, yağış durumu ile ilgili bilgi verir. Yüzde olarak ifade edilen nispi nem, havanın doyma noktasına ne kadar yakın veya uzak olduğunu belirtir (Dönmez, 1984). Burhaniye Meteoroloji İstasyonu verilerine göre havzanın yıllık ortalama nispi nem oranı %60,2'dir. Türkiye genelinde ise bu değer yaklaşık %63,8 civarındadır. İnceleme alanında nispi nemin düşük olmasının başlıca nedeni, hâkim

rüzgârların karasal kökenli olmasıdır. Nemin en yüksek olduğu dönemler Kasım, Aralık ve Ocak aylarıdır. Eylül ayından itibaren artmaya başlayan nispi nem, kış aylarında %69–70 seviyelerine ulaşır. İlkbahardan itibaren azalmaya başlayan nem oranı, yaz aylarında en düşük düzeyine iner (Tablo 10).

Tablo 10.Burhaniye'de Aylara Göre Ortalama Nispi Nem Oranları

Veriler	AYLAR												Yıllık Ortlama Nisbi Nem (%)
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
Aylık Ortalama Nisbi Nem (%)	69.6	66.9	64.3	61.9	56.8	50.4	46.6	48.9	53.8	62.5	69.4	70.7	60.2

Kaynak: Orijinal

Atmosferdeki hava sirkülasyonu, nem miktarının artış ve azalışında genel ölçekte etkili olmaktadır. Subtropikal Akdeniz ikliminin etkisi altındaki havzada, termik ve dinamik kökenli hava hareketlerinden kaynaklanan basınç farklılıkları nispi nemde değişimlere yol açmaktadır. Akdeniz Havzası, tropikal ve polar hava kütleleri arasında bir cephe konumunda bulunduğundan, sonbahar sonu ve kış mevsimi boyunca nispi nem oranı yükselir ve cephesel yağışlar görülür. İlkbahara doğru cepheler zayıflamaya başlar, yaz aylarında ise nispi nem ve yağış olasılığı azalır. Bu dönemde sıcaklığın yüksek, bulutluluğun düşük ve gökyüzünün durağan olduğu hava koşulları hâkim olur.

Nispi nemin kış aylarında yükselerek cephesel yağışları desteklemesi, yüzey akışını artırarak taşkın riskini yükseltirken; yaz aylarında düşen nem oranı ise yağış olasılığını azaltarak taşkın ihtimalini sınırlamaktadır.

4.1.1.4. Hidrografik Özellikler

Karınca Dere Havzası'nın hidrografik yapısı, denizel ve karasal hidrografya olmak üzere iki ana eksende değerlendirilmektedir. Denizel hidrografik özellikler, akarsuyun mansabında Edremit Körfezi'ne ulaştığı bölümde yoğunlaşmaktadır. Bu alanda, kuzeyde Ören, güneyde ise Öğretmenler ve İskele mahallelerinde akarsular tarafından taşınan alüvyonlar dalga ve akıntılar ile işlenerek plajlara dönüştürülmüştür. Karasal Hidrografya kapsamında, havza içerisinde yer alan yeraltı suları, kaynaklar ve akarsular ayrıntılı olarak incelenecektir. İnceleme alanında doğal göl bulunmamaktadır. Bununla birlikte, tarımsal sulama ve taşkın kontrolü amacıyla

inşa edilmiş olan Reşitköy Barajı Göleti mevcuttur. Ayrıca, Karadere kolu üzerinde Reşitköy Barajı'na su temin etmek amacıyla planlanan Bahadınlı Regülatörü Projesi bulunmaktadır.

4.1.1.4.1. Yeraltı Suları ve Kaynaklar

Karınca Dere Havzası, iklimsel, jeolojik ve jeomorfolojik özellikleri bakımından yeraltı suyu oluşumu için elverişli koşullara sahiptir. Dağlık kesimlerdeki diyaklazlı litolojik yapı ile granit ve andezit gibi magmatik kayaçların varlığı, mineral içerikleri sayesinde yüksek kaliteli içme sularının oluşumuna katkı sağlamaktadır. Bu alanlarda yıllık yağışın 1000 mm'ye ulaşması ve zaman zaman meydana gelen kar erimeleri, yeraltı suyu oluşumunu desteklemektedir. Havzada yeraltı suyu açısından en önemli formasyon alüvyondur. Ova tabanındaki alüvyon kalınlığı doğudan batıya doğru artış göstermektedirYeraltı su seviyesi, batıdan doğuya doğru derinleşerek 12 metreye kadar ulaşmaktadır. Karınca Dere'nin mansap noktasında, Ören Tepe'nin güneyinde Liman bölgesini de kapsayan sahil boyunca dar bir şerit halinde uzanan kesimde yeraltı su seviyesi genellikle 2 metreden daha sığdır. Sahil kesiminde, Ören Tepe ve Küçük Tepe'nin bulunduğu alandan yaklaşık 2–3 km kuzeye kadar olan bölgede yeraltı su seviyesi 2–3 m civarındadır; geriye kalan alanlarda ise 2 m'den daha sığdır. Koca Tepe'nin kuzeyi ile Memiş ve Mahkeme mahallelerini kapsayan kesimde yeraltı su seviyesi 4–5 m derinliğe ulaşırken, diğer bölümlerde 3–4 m aralığında değişmektedir. Genel olarak, yeraltı su seviyesi sahil kesiminde yaklaşık 1 metre iken, doğuya doğru ilerledikçe 25 metreye kadar derinleşmektedir (Esin ve Ceryan, 2015). Karınca Dere'nin kıyı kesiminde, İskele ve Ören Mahalleleri kıyısında deniz suyu akarsuya intrüzyon yapmaktadır. Bu durum, kıyı kesimindeki yeraltı sularının kalitesini düşürerek tuzlu su özelliği kazanmasına neden olmaktadır (Esin ve Ceryan, 2015).

İnceleme alanında en yüksek rakıma sahip kaynak, Yaylacıkdede Dağı'nın kuzey eteklerinde yer alan Çobanoğlu Çeşmesi olup 1158 m yüksekliktedir. En düşük rakımlı su kaynağı ise İğdeler mevkiinde, denize yaklaşık 300 m mesafede bulunan ve 1,5 m rakıma sahip kuyudur. Havzanın güneydoğu ve güney kesimlerinde granodiyoritlerden oluşan dağlık alanlarda çeşitli kaynaklar bulunmaktadır. Bu kaynaklar, özellikle Kurucaoluk ve Hacıbozlar kırsal mahallelerine ait yaylalarda doğal halleriyle gözlenebilmektedir. Granitik kayaçlar ile metamorfik şistlerden

süzülen sular, içerdiği mineraller sayesinde yüksek kaliteli içme suyu özelliği taşımaktadır. Karadere güzlesi yakınlarında, granodiyorit-şist kontaktında 600 m rakımda yüzeye çıkan ve debisi yaklaşık 15 lt/sn olan bir kaynak suyu, 1950 yılında kaptaj yapılarak 37 km'lik isale hattı ile Burhaniye'ye taşınmıştır. Şebeke düzenlemeleri sonrasında bu su, Burhaniye merkezinde 36 çeşme aracılığıyla halkın kullanımına sunulmuştur (Efe vd., 2012).

Karınca Dere Havzası'ndaki pınarların akiferlerini granit, granodiyorit ve andezit gibi magmatik kayaçlar ile metamorfik şistler oluşturur. Başlıca pınarlar şunlardır: Yığmataştepe Pınarları (Kırtık güzlesi doğusunda, 1150 m), Almalı Pınarı (Kurucaoluk yaylası doğusunda, 1030 m), Yaylalalan Pınarı (Kurucaoluk yaylası doğusunda, 960 m), Dikmeçınar Pınarı (Kırtık güzlesi doğusunda, 900 m), Delimehmedin Pınarı (Karadere güzlesi güneydoğusunda, 800 m), Çınarçukuru Pınarı (Ayıklıören yaylası kuzeyinde, 550 m), Ayaklı Kaynağı (Ören Mahallesi'nde kıyı çizgisine yaklaşık 1 km mesafede, 4 m) ve Düdüklü Kaynağı (Karadere güzlesi güneybatısında, 630 m) (Efe vd., 2012).

4.1.1.4.2. Akarsular

Karınca Dere Havzası'ndaki akarsular, ana hatları ile değerlendirildiğinde Karınca Dere (Şekil 34, Şekil 35) ve Karadere (Şekil 33) olmak üzere iki anakoldan meydana geldiği görülür.

Karınca Dere, kaynaklarını havzanın güneyindeki Yaylacıkdede Dağı'ndan alan Değirmen Dere, Cambaz Dere, Bozacı Dere ve Bahçecik Dere'nin birleşmesi ile oluşmaktadır. Karadere ise kaynaklarını havzanın güney ve güneydoğusundaki Şabla Dağı ve çevresinden alan Suçöven Dere, Akpınar Dere ve Ilıca Derenin birleşiminden oluşur. Karadere, daha güneyde Yaylacıkdede Dağı ve Madra Dağı arasındaki yüksek düzlükten kaynaklanan kuzeye doğru akış gösteren Erik Dere ile birleşir. Yüksek dağlık alanlardan kaynaklarını alan bu akarsular kabaca güneydoğu-kuzeybatı yönünde akış gösterir. Karınca Dere, Karadere ile birleşmesinin ardından havzanın aşağı çığırında bir dirsek yaparak batıya yönelir ve sularını Edremit Körfezi'ne boşaltır.

Karınca Dere bütünsel olarak değerlendirildiğinde drenaj ağı genel olarak dantritik drenaj ağı özelliği gösterir. Alt havzalar detaylı incelendiğinde ise yer yer kancalı drenaj ağı özelliği gösteren akarsular da mevcuttur.

Akdeniz iklim koşullarının etkisi altında bulunan Karınca Dere, sel rejimi özellikleri gösteren bir akarsudur. Bu nedenle kış mevsiminde artan yağışlar, havzanın aşağı çığırında zaman zaman taşkınlara yol açmaktadır. Buna karşılık, kurak dönemlerde akarsular yataklarında oldukça zayıf bir akış sergiler; hatta bazı kesimlerde tamamen kuruyarak geride alüvyonlarla dolu kuru yataklar bırakır.

4.1.1.4.3. Debi ve Akım Özlellikleri

Karınca Dere Havzası'nda akım verileri DSİ tarafından iki farklı istasyonda ölçülmekte olup, bu istasyonlar 1.10.1964 tarihinde ölçümlere başlamış ve günümüzde de aktif olarak ölçümlerine devam etmektedir. Bu istasyonlardan karınca kolu üzerinde yer alan D04A017 kodlu Karınca D. Reşitköy istasyonu Burhaniye - Reşitköy Yolunun 10 km'sindeki Köprünün 100 m Membaındadır. Coğrafi konum olarak ise 26°59'34" Doğu boylamı ile 39°26'23" Kuzey enleminin kesişim noktasında yer almaktadır. 2. istasyon ise karadere kolu üzerinde Bahadınlı Köyündeki Karadere Köprüsünün 30 m mansap tarafında yer alan D04A016 kodlu Karadere Bahadınlı istasyonudur. Bu istasyon coğrafi konum olarak ise 27°1'3" Doğu boylamı ile 39°26'45" Kuzey enleminin kesişim noktasında yer almaktadır. Bu istasyonlardan elde edilen akım verileri, Ekim ayından başlayıp Eylül ayında sona eren ve "su yılı" olarak adlandırılan formatta değerlendirilmiştir.

Tablo 11'de Karadere Bahadınlı AGİ'nin aylık ortalama akımları ve su yıllarına ait maksimumlar gösterilmiştir. Buna göre, yıllık ortalamalarda maksimum 1,47 m^3/s olan akımlar, maksimum akım verilerinde 50,3 m^3/s'yi bulmaktadır (Şekil 37). Tablo 12'de ise Karınca Reşitköy AGİ'nin aylık ortalama akımları ve su yıllarına ait maksimumlar gösterilmiştir. Buna göre, yıllık ortalamalarda maksimum 1,72 m^3/s olan akımlar, maksimum akım verilerinde 300 m^3/s'yi bulmaktadır (Şekil 36). Karınca anakolu üzerinde yer alan AGİ'nin verileri incelendiğinde akış maksimumlarının en fazla 2003 (5 Şubat 2003) ve 2013 su yıllarında (1 Aralık 2012) gerçekleştiği görülür. Karadere anakolu üzerinde yer alan AGİ'nin verileri incelendiğinde akış maksimumlarının en fazla 1982 (15 Aralık 1981), 2004 (22 Haziran 2004) ve 2010 su

yıllarında (13 Şubat 2010) gerçekleştiği görülür. Her iki istasyonun maksimum akımlarının 36 yıllık genel eğimleri incelendiğinde net bir artış gözlemlenmektedir. Her iki AGİ istasyonuna ait 36 yıllık ortalama akım değerleri incelendiğinde ise ortalama akımın en fazla artış gösterdiği aylar Aralık – Şubat ayları arasında toplanırken en fazla maksimum ortalama akımın gerçekleştiği ay ise Şubat ayıdır. Temmuz, Ağustos ve Eylül ayları ise akımların minimum düzeyde olduğu aylardır (Şekil 38, Şekil 39).



Şekil 33. Bahadınlı Kırsal Mahallesi (Karadere) Akarsuyun Aşağı Havzasına Doğru Çekilmiş Fotoğraf (2022 Mart)
Kaynak: Orijinal



Şekil 34. Karınca Anakolu Üzerinde Yer Alan DSİ Reşitköy AGİ'nin Bulunduğu Noktadan Yukarı Havzaya Doğru Çekilmiş Fotoğraf (2026 Ocak)
Kaynak: Orijinal



Şekil 35. Karınca Dere Yatak Düzenlemesi Yapılan Alandan Akarsuyun Mansabına Doğru Çekilmiş Bir Fotoğraf (2022 Mart)
Kaynak: Orijinal

Tablo 11. Karadere Bahadınlı AGİ Ortalama ve Maksimum Akım Verileri

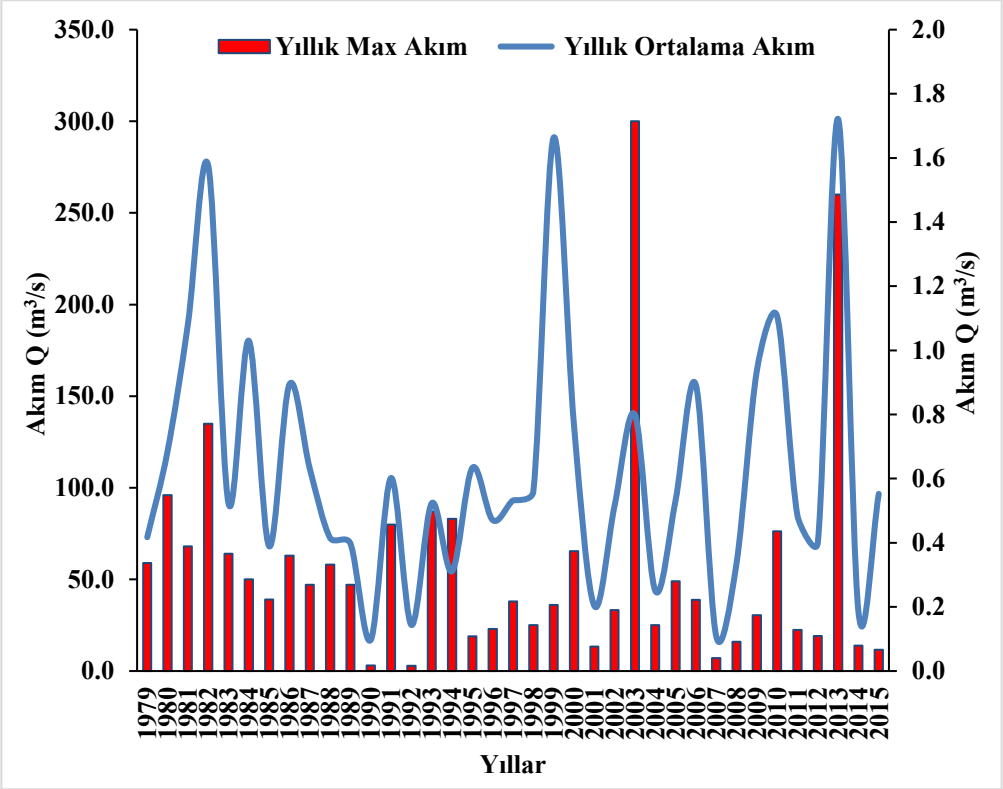
Yıllar	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ortalama	Max
1979	0.58	0.65	0.63	2.47	2.07	1.19	1.09	0.75	0.47	0.28	0.13	0.02	0.86	11
1980	0.33	0.86	1.10	1.98	0.56	0.37	0.21	0.22	1.08	0.43	0.28	0.26	0.64	37
1981	0.36	0.47	2.19	4.50	2.49	1.31	0.68	0.82	0.36	0.24	0.16	0.18	1.15	27
1982	0.30	0.07	6.77	3.41	1.80	1.76	1.34	1.37	0.44	0.18	0.09	0.09	1.47	50
1983	0.22	0.24	0.58	1.02	3.34	1.05	1.06	0.52	0.21	0.14	0.05	0.02	0.70	22
1984	0.10	0.47	1.12	3.28	2.57	3.75	3.06	1.84	0.76	0.23	0.18	0.15	1.46	20
1985	0.08	0.42	0.34	1.47	0.86	1.60	0.78	0.40	0.11	0.01	0.00	0.00	0.51	12.5
1986	0.03	0.41	0.27	3.05	3.53	2.17	0.78	0.36	0.18	0.02	0.00	0.00	0.90	14
1987	0.07	0.14	0.70	3.19	2.84	2.69	1.85	0.77	0.34	0.06	0.01	0.00	1.05	23
1988	0.06	0.42	1.47	0.77	0.97	2.32	1.45	0.46	0.17	0.04	0.01	0.00	0.68	32
1989	0.07	1.27	3.15	0.88	0.51	0.89	0.37	0.22	0.10	0.01	0.00	0.00	0.62	16
1990	0.05	0.16	0.48	0.38	0.40	0.38	0.36	0.16	0.04	0.00	0.00	0.00	0.20	7.4
1991	0.06	0.26	2.12	1.58	0.75	0.57	0.55	0.63	0.30	0.09	0.00	0.00	0.57	8.84
1992	0.06	0.16	0.50	0.42	0.31	0.80	0.57	0.17	0.09	0.02	0.00	0.00	0.26	5.48
1993	0.01	0.16	0.49	0.52	1.75	1.68	0.84	0.46	0.13	0.02	0.00	0.00	0.50	15.5
1994	0.03	0.21	0.43	0.53	1.28	0.99	0.95	0.51	0.15	0.01	0.00	0.00	0.42	14.4
1995	0.04	0.28	0.55	2.17	1.32	2.74	1.54	0.54	0.13	0.01	0.00	0.01	0.78	12.1
1996	0.09	0.33	0.65	0.53	3.89	1.86	2.22	0.97	0.40	0.07	0.00	0.10	0.93	16.3
1997	0.17	0.51	1.54	2.49	0.90	1.45	2.48	0.79	0.28	0.02	0.00	0.00	0.89	15.5
1998	0.16	0.45	1.24	1.98	1.07	1.26	2.09	0.73	0.23	0.02	0.00	0.00	0.77	15.7
1999	0.16	0.38	0.94	1.47	1.25	1.07	1.71	0.67	0.18	0.01	0.00	0.00	0.65	15.9
2000	0.15	0.31	0.64	0.95	1.42	0.87	1.32	0.61	0.12	0.01	0.00	0.00	0.53	16.1
2001	0.15	0.25	0.33	0.44	1.60	0.68	0.93	0.56	0.07	0.01	0.00	0.00	0.42	16.3
2002	0.00	0.47	3.34	2.62	1.49	1.73	2.33	0.66	0.27	0.51	0.18	0.06	1.14	25.5
2003	0.42	0.72	0.72	0.00	0.00	0.00	2.39	0.80	0.36	0.05	0.02	0.06	0.46	7.1
2004	0.21	0.24	0.34	2.09	1.79	0.89	0.45	0.29	0.17	0.01	0.00	0.00	0.54	48.5
2005	0.00	0.09	0.17	0.99	4.00	3.20	1.45	0.54	0.25	0.07	0.00	0.01	0.90	36.6
2006	0.20	0.64	1.16	1.40	3.11	4.12	1.54	0.56	0.29	0.04	0.01	0.01	1.09	25.5
2007	0.15	0.59	0.25	0.44	0.60	1.00	0.55	0.27	0.08	0.00	0.00	0.00	0.33	23.5
2008	0.05	0.85	2.76	0.65	0.71	0.61	0.88	0.24	0.03	0.00	0.00	0.00	0.56	13.3
2009	0.06	0.11	0.31	1.61	5.52	6.14	2.02	0.70	0.28	0.07	0.00	0.03	1.40	38
2010	0.04	0.44	1.84	1.77	6.98	2.15	1.29	0.65	0.38	0.10	0.02	0.01	1.31	50.3
2011	0.19	0.59	1.76	1.06	1.20	1.13	1.07	0.94	0.49	0.09	0.01	0.00	0.71	27.6
2012	0.13	0.15	1.09	1.75	1.86	1.23	1.71	0.76	0.30	0.04	0.01	0.00	0.75	16.3
2013	0.13	0.17	1.01	1.94	2.01	1.58	1.92	0.75	0.40	0.05	0.01	0.00	0.83	16.8
2014	0.13	0.18	0.93	2.13	2.16	1.93	2.13	0.73	0.50	0.07	0.01	0.00	0.91	17.3
2015	0.13	0.20	0.85	2.32	2.31	2.28	2.34	0.71	0.60	0.09	0.00	0.01	0.99	17.8
Ortalama	0.14	0.39	1.21	1.63	1.93	1.66	1.36	0.62	0.29	0.08	0.03	0.03		

Kaynak: Orijinal

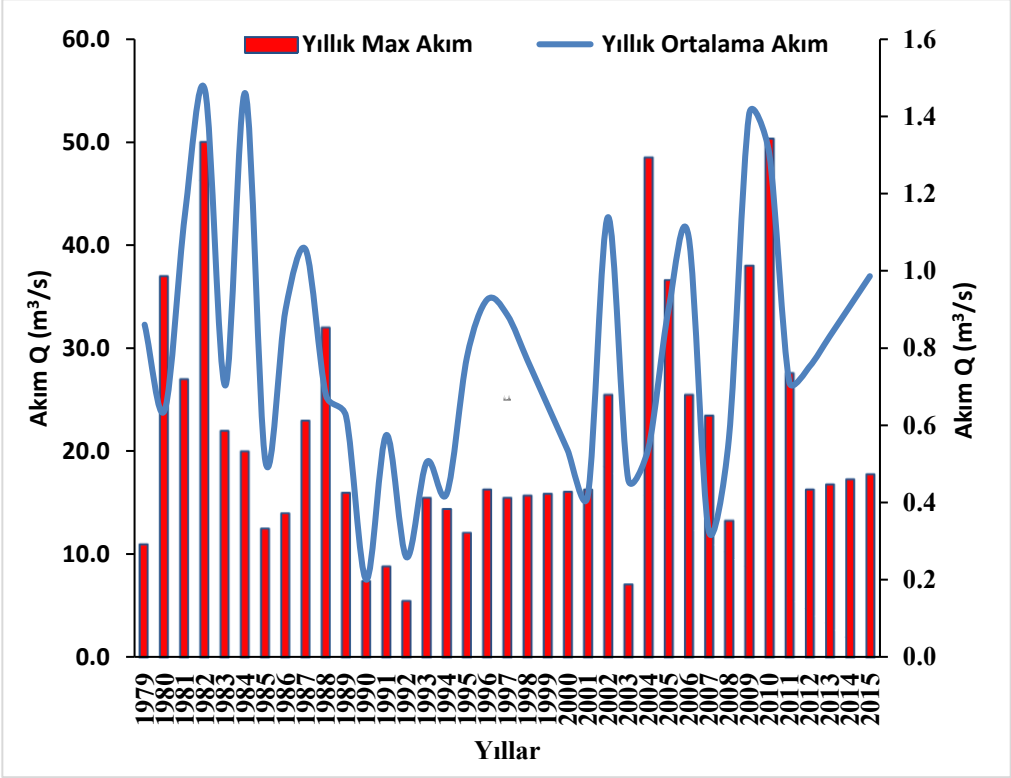
Tablo 12. Karınca D. Reşitköy AGİ Ortalama ve Maksimum Akım Verileri

Yıllar	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ortalama	Max
1979	0.08	0.20	0.26	1.74	1.28	0.62	0.54	0.21	0.04	0.02	0.02	0.00	0.42	59
1980	0.08	0.62	0.25	2.05	0.99	1.37	0.71	0.48	1.48	0.14	0.03	0.02	0.69	96
1981	0.08	0.45	1.99	3.84	2.46	1.60	0.73	1.49	0.26	0.06	0.01	0.01	1.08	68
1982	0.07	1.89	7.49	3.40	1.96	1.55	1.08	1.03	0.30	0.10	0.03	0.02	1.58	135
1983	0.12	0.19	0.57	1.05	2.10	0.51	0.82	0.48	0.24	0.10	0.06	0.03	0.52	64
1984	0.08	0.25	0.56	2.45	2.02	4.06	1.89	0.76	0.26	0.03	0.01	0.00	1.03	50
1985	0.01	0.14	0.14	1.28	0.60	1.61	0.61	0.20	0.06	0.03	0.00	0.00	0.39	39
1986	0.01	0.16	0.17	3.70	3.60	1.87	0.76	0.34	0.09	0.04	0.00	0.00	0.89	63
1987	0.04	0.11	0.63	1.78	1.78	1.75	0.86	0.44	0.16	0.03	0.00	0.00	0.63	47
1988	0.00	0.16	1.13	0.41	0.59	1.43	0.82	0.33	0.11	0.01	0.00	0.00	0.42	58
1989	0.00	0.86	2.03	0.57	0.36	0.54	0.25	0.12	0.04	0.00	0.00	0.00	0.40	47
1990	0.00	0.06	0.25	0.18	0.20	0.19	0.21	0.08	0.01	0.00	0.00	0.00	0.10	3.1
1991	0.04	0.40	3.10	1.31	0.76	0.38	0.39	0.48	0.23	0.09	0.01	0.02	0.60	80
1992	0.09	0.13	0.29	0.23	0.21	0.28	0.29	0.12	0.07	0.02	0.00	0.00	0.14	2.9
1993	0.01	0.14	0.51	0.30	2.53	1.62	0.69	0.36	0.10	0.01	0.00	0.00	0.52	87
1994	0.00	0.11	0.41	0.48	0.80	0.53	0.95	0.36	0.09	0.01	0.00	0.00	0.31	83
1995	0.03	0.20	0.35	1.96	1.00	2.32	1.20	0.43	0.11	0.01	0.00	0.00	0.63	19
1996	0.04	0.17	0.34	0.26	1.68	1.00	1.12	0.43	0.12	0.01		0.02	0.47	23
1997	0.06	0.17	1.53	1.45	0.51	0.70	1.31	0.48	0.17	0.01	0.00	0.00	0.53	38
1998	0.26	0.44	4.02	0.00	0.00	0.00	1.02	0.84	0.13	0.01	0.00	0.01	0.56	25
1999	0.10	1.86	2.92	2.48	7.79	2.47	1.76	0.38	0.17	0.03	0.00	0.00	1.66	36
2000	0.00	0.30	1.10	1.27	3.21	1.42	1.07	0.65	0.17	0.02	0.00	0.00	0.77	65.5
2001	0.04	0.13	0.14	0.21	0.91	0.23	0.51	0.24	0.02	0.01	0.00	0.00	0.20	13.4
2002	0.00	0.15	1.77	1.44	0.83	0.94	0.81	0.19	0.03	0.01	0.00	0.02	0.52	33.2
2003	0.05	0.31	0.39	1.07	5.64	0.99	0.89	0.21	0.04	0.01	0.00	0.00	0.80	300
2004	0.05	0.09	0.12	0.73	0.84	0.58	0.36	0.17	0.06	0.01	0.00	0.00	0.25	25.1
2005	0.00	0.03	0.08	0.59	2.24	2.24	0.76	0.30	0.12	0.01	0.00	0.03	0.53	49
2006	0.02	0.45	1.21	1.44	3.19	2.89	1.04	0.34	0.12	0.01	0.00	0.00	0.89	38.8
2007	0.02	0.09	0.11	0.20	0.21	0.32	0.22	0.08	0.06	0.00	0.00	0.00	0.11	7.1
2008	0.02	0.36	1.50	0.46	0.39	0.37	0.62	0.25	0.06	0.00	0.00	0.00	0.34	16
2009	0.00	0.04	0.13	0.80	3.54	4.02	1.83	0.61	0.23	0.04	0.00	0.00	0.94	30.5
2010	0.00	0.28	1.15	0.90	7.36	2.04	0.82	0.39	0.29	0.05	0.00	0.00	1.11	76.3
2011	0.15	0.16	1.08	0.75	0.99	0.80	0.96	0.60	0.29	0.01	0.00	0.00	0.48	22.4
2012	0.02	0.05	0.48	1.22	0.97	0.46	0.89	0.48	0.22	0.01	0.00	0.00	0.40	19.2
2013	0.00	0.07	5.61	3.68	5.31	3.32	2.05	0.42	0.16	0.03	0.00	0.00	1.72	260
2014	0.11	0.35	0.14	0.24	0.20	0.32	0.48	0.27	0.11	0.00	0.00	0.00	0.18	13.8
2015	0.02	0.06	0.39	1.17	1.27	1.60	1.44	0.46	0.20	0.01	0.00	0.00	0.55	11.6
Ortalama	0.05	0.31	1.20	1.27	1.90	1.32	0.89	0.42	0.17	0.03	0.01	0.01		

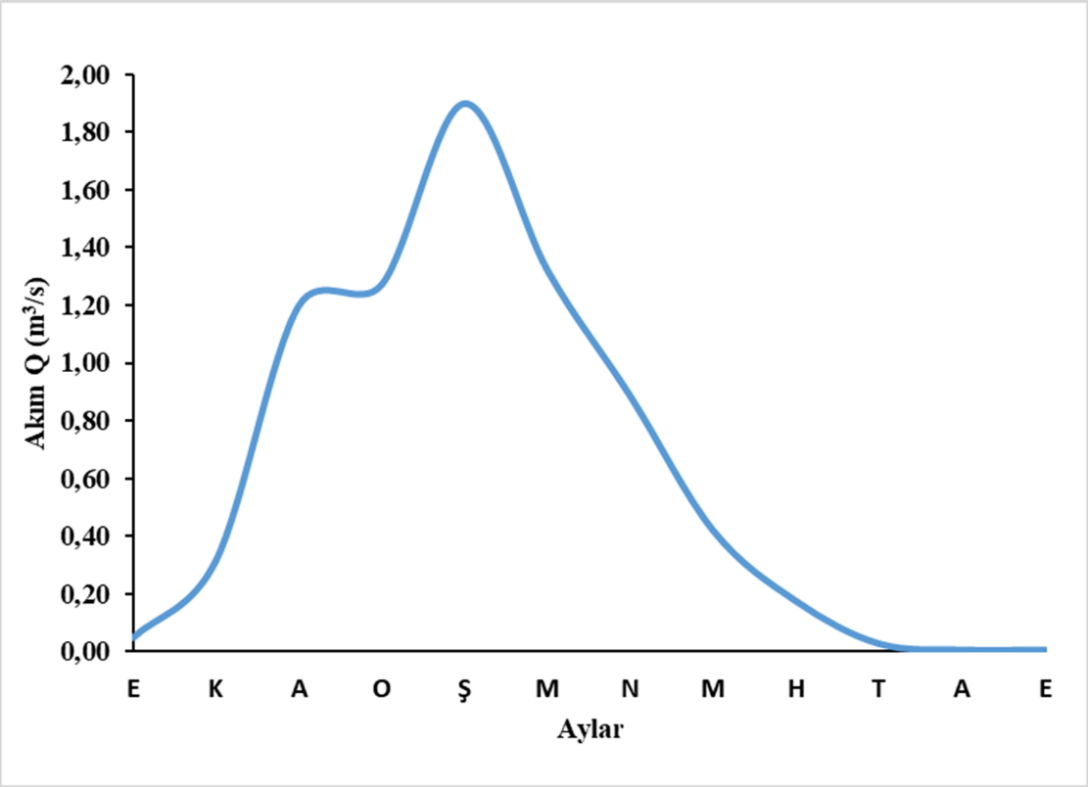
Kaynak: Orijinal



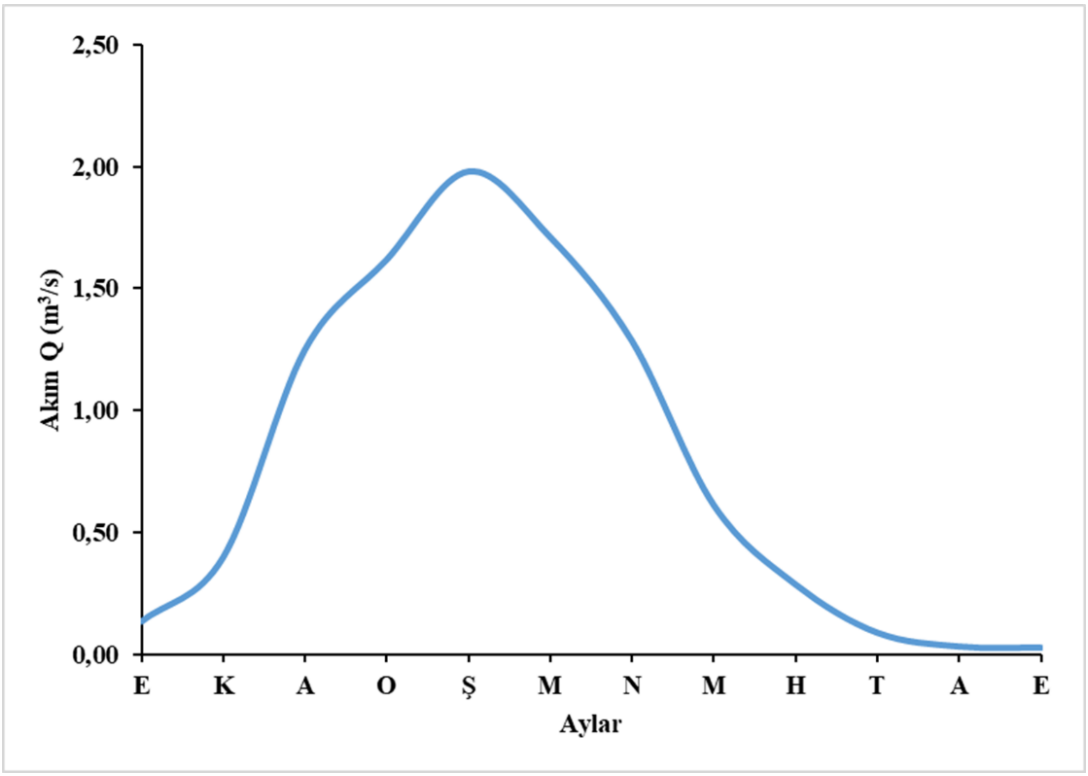
Şekil 36. Karınca Ana Kolu Üzerinde Yer Alan AGİ'ye Ait Ortalama ve Maksimum Akım Verileri Kaynak: Orijinal



Şekil 37. Karedere Ana Kolu Üzerinde Yer Alan AGİ'ye Ait Ortalama ve Maksimum Akım Verileri
Kaynak: Orijinal



Şekil 38. Karınca Ana Kolu Üzerinde Yer Alan AGİ'ye Ait Ortalama Akım Verileri
Kaynak: Orijinal



Şekil 39. Karadere Ana Kolu Üzerinde Yer Alan AGİ'ye Ait Ortalama Akım Verileri
Kaynak: Orijinal

4.1.1.5. Bitki Örtüsü Özellikleri

Bitki örtüsü, sızma ve yüzeysel akış süreçleri üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Sel ve taşkın oluşumunda bitki örtüsü özellikleri, özellikle ormanlıkalanların varlığı, yönlendirici bir etkiye sahiptir (Turoğlu ve Özdemir, 2005). Eğimli ve bitki örtüsünden yoksun alanlarda yüzeysel akış artarken, yoğun bitki örtüsüne sahip bölgelerde sızma oranı yükselmektedir (Schultz and Engman, 2000).

Bitki örtüsü sürtünme katsayısını arttırarak, yüzeysel akışa geçen suların kinetik enerjisini düşürür. Sel ve taşkınların yıkıcı etkisine karşı kalkan görevi görmektedir.

Türkiye'nin sahip olduğu coğrafi konum, iklimsel çeşitlilik ve yer şekillerinin kısa mesafelerde farklılık göstermesi, ülkenin zengin bir bitki çeşitliliğine sahip olmasını sağlamıştır (Avcı, 2005). Benzer kökene sahip bitki türlerinin belirli bir coğrafi alanda yayılım göstererek meydana getirdikleri topluluklar flora âlemi olarak tanımlanmaktadır (Erinç, 1997). Türkiye, sahip olduğu coğrafi konumun bir sonucu olarak Avrupa-Sibirya, İran-Turan ve Akdeniz flora bölgelerine ait bitki topluluklarının bir arada bulunabildiği ender alanlardan biridir (Avcı, 1993). Karınca Dere Havzası ise bu fitocoğrafik bölgelerden biri olan Akdeniz Fitocoğrafya Bölgesi sınırları içerisinde yer almaktadır (Sönmez, 1996).

Karınca Dere Havzası'nda yükseltinin kısa mesafelerde deniz seviyesinden yaklaşık 1200 metreye kadar artış göstermesi, alanda farklı vejetasyon basamaklarının gelişmesine neden olmaktadır. Deniz seviyesinden itibaren inceleme alanının doğal bitki örtüsü; maki türleri, kızılçam (*Pinus brutia*), fıstıkçamı (*Pinus pinea*), karaçam (*Pinus nigra*) ve meşe (*Quercus sp*.) topluluklarından oluşmaktadır.

Havzadaki yerleşim geçmişinin yaklaşık beş bin yıl öncesine kadar uzanması, Antik Çağ'dan günümüze değin doğal peyzajın yer yer değişime uğramasına neden olmuştur. Bu süreçte bazı alanlarda doğal bitki örtüsü tahrip edilmiş ve doğal görünüm önemli ölçüde dönüştürülmüştür. Akdeniz coğrafyasında yaygın olarak görülen yaylacılık faaliyetleri ise özellikle yüksek kesimlerde antropojen etkilerin artmasına yol açmıştır.

4.1.1.5.1. Orman Formasyonu

Karınca Dere Havzası'nın önemli bir bölümünün dağlık alanlardan oluşması, yükseltiye bağlı olarak orman örtüsünde ekolojik ve floristik farklılıkların, yani vejetasyon basamaklarının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Ormanlık alanların 0–800 metreler arasında yer alan kesimi alt zonu, daha yüksek seviyeler ise üst zonu oluşturmaktadır. Batı Anadolu'da orman üst sınırı genel olarak yaklaşık 1900 metre civarındadırKarınca Dere Havzası'nın en yüksek zirvesi olan Karataş Tepe (1223 m), orman üst sınırının altında yer almaktadır. Bu nedenle dağlık alanların zirve kesimlerinin orman örtüsü ile kaplı olması beklenir. Ancak havzada dağların yüksek kesimleri, antropojenik faaliyetler nedeniyle orman örtüsünden yoksun bırakılmıştır.

Ormanlar, günümüzde havzanın güney ve güneydoğusunda yer alan dağlık ve engebeli alanlarda yoğunlaşmaktadır. Hakim ağaç türleri arasında Kızılçam (*Pinus brutia*), Fıstıkçamı (*Pinus pinea*), Karaçam (*Pinus nigra*) ve meşe (*Quercus sp.*) bulunmaktadır. Bunlarla birlikte, yer yer görülen diğer ağaç türleri arasında Akçaağaç (*Acer sp.*), Kızılağaç (*Alnus sp.*), Kokar Ardıç (*Juniperus foetidissima*) ve Çınar (*Platanus orientalis*) bulunmaktadır (Efe vd., 2012). Havzada en yoğun görülen ağaç türü Kızılçam'dır. Kızılçam ormanları, 0–800 metre arasında dağılış göstererek ormanların alt zonunu oluşturmaktadır (Şekil 40). Ancak 0–300 metre arasında, kızılçam ormanları büyük ölçüde antropojenik etkiler sonucu ortadan kaldırılmış ve bu alanlar zeytinliklerle kaplanmıştır.

Havzada kızılçam ormanları, saf kızılçam toplulukları şeklinde bulunmamaktadır. Ekolojik ortam koşullarına bağlı olarak farklı cinsten ağaç türleri bir arada yer alabilmektedir. Kızılçam ormanları, vejetasyon basamaklarına göre yer yer meşe türleri ve karaçamlarla birlikte; akarsu vadilerinde ise higrofit türlerle görülmektedir. Kızılçam ormanlarında araya karışan en önemli tür palamut meşesi (*Quercus ithaburensis*)'dir. Bunun yanı sıra mazı meşesi (*Quercus infectoria*), saçlı meşe (Quercus cerris) ve tüylü meşe (*Quercus pubescens*) kızılçam ormanları içerisinde yer alan diğer meşe türleridir. Havzada bazı kızılçam ormanları, artan meşe toplulukları nedeniyle kızılçam-meşe ormanlarına dönüşmüştür. Bu duruma özellikle 400–500 metre yükselti aralığında rastlanmaktadır. Bu yükselti aralığında kızılçam ormanları ile birlikte genellikle saçlı meşe (*Quercus cerris*) görülmektedir.

Kırtık, Kuyumcu ve Hacıbozlar kırsal mahallelerinin bulunduğu alanlarda, 500 metre yükselti basamağından itibaren kızılçam ormanlarının içine yoğun olarak fıstıkçamı (*Pinus pinea*) karışmaktadır. Bu yükselti kuşağında orman yapısı, kızılçam-fıstıkçamı karışık ormanı niteliği kazanır. Bölgedeki mikroklimatik koşullar karaçamın yayılışını sınırlandırmıştır. Ancak kuzeye bakan bazı yamaçlarda 600 metreden itibaren kızılçamların arasında karaçam toplulukları görülmeye başlar. Yükselti arttıkça karaçamların oranı artarak orman, kızılçam-karaçam karışık ormanı özelliği kazanır. 800 metre yükseltiden itibaren ise orman yapısı saf karaçam ormanına dönüşmektedir.

Karaçam (*Pinus nigra*) ormanları, yaklaşık 800 metre yükseltiden başlayarak dağların üst kesimlerine kadar uzanmakta ve Akdeniz'in oromediteran iklim katına özgü klimatik koşullar altında gelişmektedir (Sönmez, 1996). Havzanın iklim özellikleri, dağlık alanların zirvelerine kadar karaçamın yayılışı için uygun koşullar sunmaktadır. Ancak antropojenik etkiler nedeniyle bazı kesimlerde karaçam ormanlarının yerini bozkır formasyonları almıştır. Karaçamlar, havzanın güneyinde 1100 metreye kadar yoğun olarak görülmektedir (Şekil 41). Bu türün en yaygın olduğu alanlar Karadere'nin güneyi ile Kurucaoluk, Avunduk ve Gölcük yaylaları çevresidir.

Fıstıkçamı (*Pinus pinea*), Karınca Dere Havzası'nda hem doğal bitki örtüsünün bir unsuru olarak hem de ekonomik değerine bağlı olarak oluşturulan plantasyonlar şeklinde iki farklı formda bulunmaktadır. Bu tür, yalnızca klimatik koşullara değil, aynı zamanda edafik faktörlere karşı da seçici özellik göstermektedir. Özellikle kumlu tekstüre sahip toprakların oluşumuna imkân veren granit, granodiyorit ve gnays gibi kayaçlar üzerinde yetişir (Efe vd., 2012). Havzanın güney ve güneydoğusunda uzanış gösteren granit ve granodiyorit anakayaları üzerinde fıstıkçamı doğal bitki örtüsü olarak görülmektedir. Ayrıca Hacıbozlar Kırsal Mahallesi'nde ekonomik faaliyetlerin başında fıstıkçamı üretimi gelmekte olup, bu nedenle söz konusu alanda plantasyon şeklinde yayılış göstermektedir.

Asli yayılış alanı Akdeniz Bölgesi'nin dağlık kesimleri ve Doğu Toroslar olan ardıç ormanları, Karınca Dere Havzası'nda özel bir yere sahiptir. Havzada ardıç ormanlarının varlığı, kuzey kıyı Ege'de yayılışını göstermesi açısından önemlidir (Sönmez, 1998). Toroslarda 1000 metrenin üzerinde orografik zonda bulunan ardıç ormanları, burada 500–1000 metreler arasında yer almaktadır. Boylu ve kokar ardıçlar

(*Juniperus foetidissima*), yüksek nispi nemi sevmeyen, ışık isteği fazla ve yazları sıcak-kurak geçen iklim koşullarına uyum sağlayan türlerdir. Orografik yapının oluşturduğu mikroklimatik şartlar sayesinde bu türler Çatak Deresi Havzası'nda tutunabilmiştir (Sönmez, 1998). Havza, geniş alanlarda nadiren rastlanan çeşitli bitki türlerine ev sahipliği yapmaktadır; bunlar arasında çitlenbik (*Celtis tournefortii, Celtis glabrata*), akçaağaç (*Acer monspessulanum, Acer sempervirens, Acer hyrcanum*) ve cehri (*Rhamnus sp*.) yer almaktadır (Efe vd., 2012).

Meşe (*Quercus ithaburensis, Quercus infectoria, Quercus cerris*) ormanları havzada hiçbir yerde saf birlikler halinde yer almaz (Şekil 43). Ormanlık alanların alt zonunda kızılçamlar, üst zonunda ise karaçamlar ile birlikler oluşturular. Alt zonda bulunan meşe türleri: mazı meşesi (*Quercus infectoria*), tüylü meşe (*Quercus pubescens*) ve saplı meşe (*Quercus robur*)'dir. Küptepe'nin kuzeye bakan yamaçlarında, 800 metrelerden itibaren karaçamlarla karışık meşe toplulukları görülmektedir. Bu toplulukların büyük kısmını saçlı meşe (*Quercus cerris*) oluştururken, Macar meşesi (*Quercus frainetto*) ve sapsız meşe (*Quercus petraea*) türlerine ise seyrek olarak rastlanmaktadır.



Şekil 40. Kızılçam Ormanları
Kaynak: Orijinal



Şekil 41. Kaplansivrisi Tepe Civarında Karaçamlar Saf Birlikler Oluşturur
Kaynak: Orijinal



Şekil 42. Kızılçamların Tahrip Edildiği Yerlerde Hâkim Duruma Geçen Maki Toplulukları
Kaynak: Orijinal



Şekil 43. Meşe Toplulukları ve Dağların Zirve Kesimlerinde Karaçamlar Kırtık Kırsal Mahallesi Yolu Üzerinden Güneydoğu Yönlü Çekilmiş Fotoğraf
Kaynak: Orijinal

4.1.1.5.2. Çalı Formasyonu

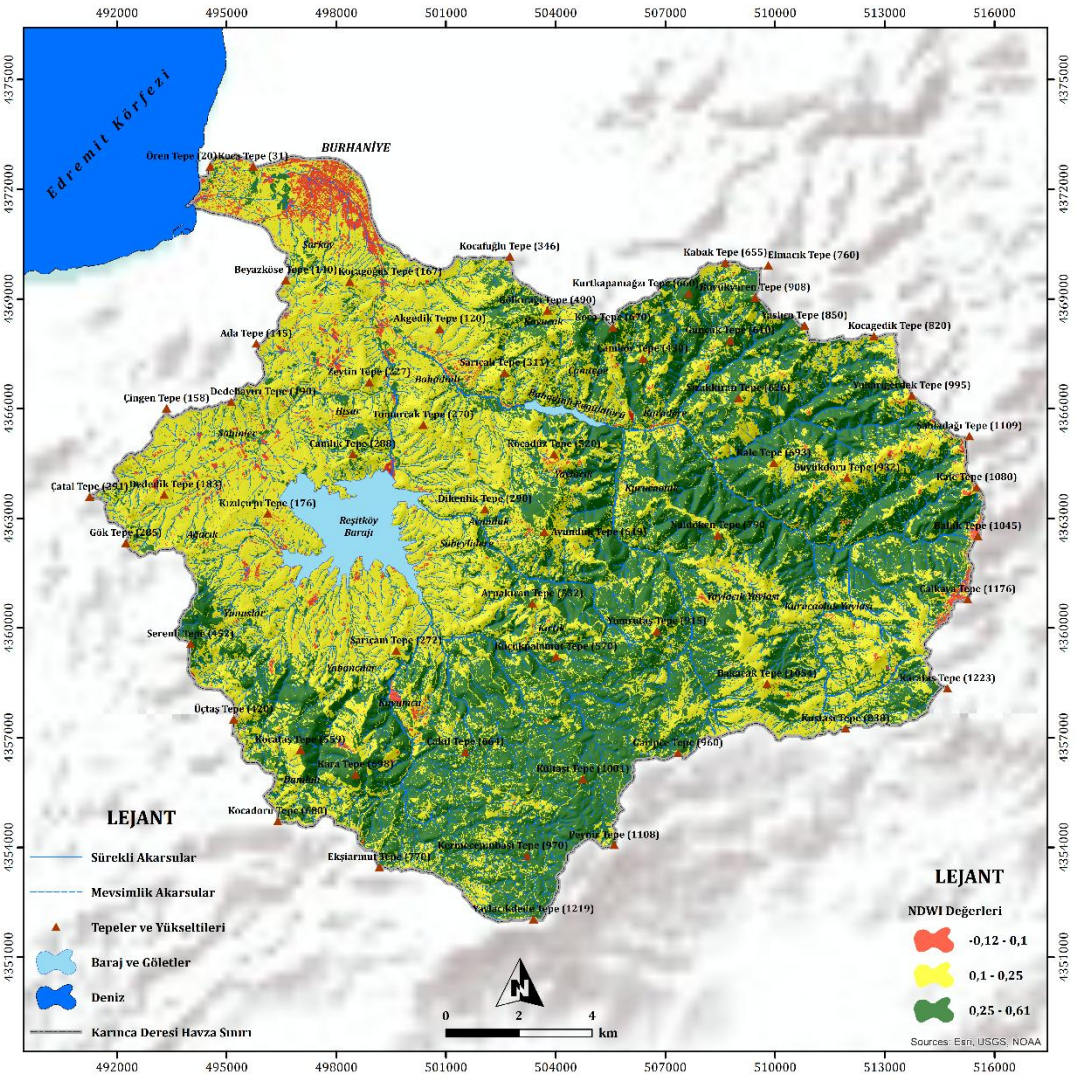
Karınca Dere havzası'nda çalı vejetasyonu atnropojenik etkiler sonucunda oluşmuştur. Adramytteion, Troya, Bergama, Antandros ve Assos gibi antik yerleşimlerin bulunduğu bölge, Anadolu'nun en eski yerleşim alanlarından biridir. Bu nedenle yaklaşık beş bin yıldır süregelen antropojenik faaliyetler, doğal bitki örtüsünün tahribine yol açmıştır. Tarımsal kullanım amacıyla ormanlık alanların ortadan kaldırılması, orman varlığının önemli ölçüde azalmasına neden olmuştur. Ayrıca yakacak temini için yapılan kesimler tahribatı artırmış ve bunun sonucunda maki gibi çalı formasyonları sahada baskın hale gelmiştir (Şekil 42).

Karınca Dere Havzası çalı türleri açısından zengindir. Maki karakterindeki çalı toplulukları 450-500 metrelere kadar görülür. 500 metrelerin üzerinde çalı türleri yaprak döken türlerdir. Havzada en yaygın görülen her dem yeşil çalı türleri, tüylü laden (*Cistus creticus*), adaçayı yapraklı laden (*Cirtus salviifolius*), kermez meşesi (*Quercus coccifera*), kocayemiş (*Arbutus unedo*), kuşkonmaz (*Asparagus acutifolius*),

katran ardıcı (*Juniperus oxycedrus*), sakız (*Pistacia lentiscus*), katırtırnağı (Spartium junceum), zakkum (*Nerium oleander*)'dur. Mazı meşesi (*Quercus infectoria*), kebere (*Capparis spinosa*), ılgın (*Tamarix symirnesis*), hayıt (*Vitex agnus-castus*), abdestbozan dikeni (Sarcopoterium spinosum) gibi yaprak döken çalı türleri de mevcuttur (Efe vd., 2012). Her dem yeşil çalı türlerinden olan Zeytin (*Olea europaea)* hem doğal hem de kültüre alınmış olarak bulunur. Ekonomik değeri sahip zeytin bazı alanlarda doğal bitki örtüsünün ortadan kaldırılmasına neden olmuştur.

4.1.1.5.3. Ot Formasyonu

Karınca Dere Havzası'nda iklim ve yükselti özellikleri, doğal alpin çayırlarının gelişmesine uygun değildir. Bu nedenle havzada gözlemlenen bozkır alanları doğal değil, antropojen kökenlidir. Özellikle Dağlık alanların yüksek kesimlerinde gözlemlenen bozkırlar yaylacılık faaliyeti sonucu oluşmuştur.



Şekil 44. Karınca Dere Havzası'nın NDVI Değerleri Haritası
Kaynak: Orijinal

4.1.1.6. Toprak Özellikleri

Taşkın oluşumunu etkileyen en önemli faktörlerden biri havzanın toprak özellikleridir. Toprakların su tutma kapasitesi, geçirgenlik düzeyi ve yüzey akışına karşı gösterdiği davranış, yağış sonrası akımın miktarını ve taşkın oluşumunu doğrudan belirlemektedir. Bu kapsamda havzanın toprak yapısı önce Büyük Toprak Grupları (BTG) esas alınarak değerlendirilmiş, ardından Hidrolik Toprak Grupları (HTG) sınıflandırması ile taşkın oluşumuna etkileri ortaya konulmuştur.

4.1.1.6.1. Büyük Toprak Grupları

Büyük Toprak Grupları (BTG) haritası esas alındığında, Karınca Dere Havzası'nda yer alan toprak türlerinin alansal dağılımı belirgin farklılıklar göstermektedir. Bu kapsamda havzada en geniş alanı kireçsiz kahverengi orman toprakları kaplamakta olup, bunu sırasıyla kahverengi orman toprakları, alüvyal topraklar ve kolüvyal topraklar izlemektedir (Şekil 50).

4.1.1.6.1.1. Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları

Havzada %84,4 ile en geniş yayılım alanına sahip topraklardır. Anakaya, bitki örtüsü ve iklimin etkisi altında oluşan bu topraklar zonal topraklar grubunda yer almakta olup A, B ve C horizonları ayırt edilebilmektedir. Kireçsiz kahverengi orman toprakları havzanın yukarı ve orta çığırında çok geniş bir alanda yayılım gösterir (Şekil 45, Şekil 46, Şekil 50). Hafif yıkanmış özelliğe sahip olduklarından toprağın kimyasal bileşiminde yer alan kireç gibi eriyebilen maddelerin pek çoğu yıkanmıştır. Buna bağlı olarak A ve B horizonları kireç içermez. Bu topraklar erozyona maruz kalmadıkları yerlerde 75 – 100 cm derinliklere sahiptir. Genel olarak A horizonları ortalama 15-20 cm kalınlığında olup renkleri çoğunlukla koyudur. B horizonlarında ise kil birikmesi görülmektedir. Poroziteleri oldukça iyi gelişen bu topraklar, havalanma ve geçirimlilik bakımından elverişli oldukları gibi B horizonlarındaki kil oranının yüksekliğine bağlı olarak su tutma kapasiteleri de yüksektir (Sönmez, 1996).

4.1.1.6.1.2. Kahverengi Orman Toprakları

Havzada %8,6'lık dağılış oranına sahip olan bu topraklar, intrazonal toprak grubu içinde değerlendirilirler. Renkleri genellikle kırmızı-kahverengi bünyelerinde kireç bulunduran bu toprakların horizonları gelişmiş, derin, kil oranları oldukça yüksek olup geçirimliliği ve havalanması kireçsiz kahverengi orman topraklarına göre daha zayıftır (Sözmez, 1996). Kahverengi orman toprakları, Bahadınlı Kırsal Mahallesi'nin güneybatısında Tomurcak Tepe'nin çevresinde, Reşitköy Barajının güneybatısı ve güneyinde, Çatal Tepe ve Gök Tepe'nin doğusunda, Dedebayırı Tepe ve Çingen Tepe'nin güneyinde ve son olarak Kocagöğüs Tepe ve Beyazköse Tepe'nin kuzeyinde dağılış göstermektedir (Şekil 47, Şekil 50).



Şekil 45. Avunduk Kırsal Mahallesi Çevresinde Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları / Hidrolojik Toprak Gruplarına Göre D Grubundaki Topraklar
Kaynak: Orijinal



Şekil 46. Avunduk Kırsal Mahallesi Çevresinde Tüfler Üzerinde Gelişmiş Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları / Hidrolojik Toprak Gruplarına Göre D Grubundaki Topraklar
Kaynak: Orijinal



Şekil 47. Reşitköy Barajı Çevresinde Kahverengi Orman Toprakları / Hidrolojik Toprak Gruplarına Göre B Grubundaki Topraklar
Kaynak: Orijinal

4.1.1.6.1.3. Alüvyal Topraklar

Havzada %3,7'lik dağılış oranına sahip olan bu topraklar, azonal topraklar grubu içinde değerlendirilmektedir. Alüvyal topraklar, havzada eğim değerlerinin düşük olduğu ovalık alanda ve geniş vadi tabanlarında dağılış göstermektedir. Horizonlaşma gözlemlenmeyen bu topraklar, akarsuların yüksek sahalardan aşındırarak taşıdıkları çeşitli materyalleri içermesi nedeni ile heterojen bir yapı gösterir. Düzlük alanlara karşılık gelen eğim değeri oldukça düşük alanlarda yer alan bu topraklarda drenaj bozuk veya yetersizdir (Şekil 48, Şekil 50).

4.1.1.6.1.4. Kolüvyal Topraklar

Havzada %3,3'lük dağılış oranına sahip olan bu topraklar da azonal topraklar grubu içinde yer almaktadır. Kütle hareketleri sel ve seyelan suları ile taşınarak birikime uğramışlardır. Bol miktarda çakıl ve köşeli bloklar içeren oldukça kaba tekstürlü bir bünyeye sahip olan bu toprakların geçirimliliği yüksek, su tutma

kapasiteleri ise düşüktür. Kolüvyal topraklar, Şahinler Kırsal Mahallesi'nin çevresinde geniş bir alanda ve Karınca Dere ve Karadere geniş tabanlı vadilerinin güneybatı yamaçlarında yer yer alüvyal toprakların çevresinde dağılış göstermektedir (Şekil 49, Şekil 50).

4.1.1.6.2. Hidrolojik Toprak Grupları

Hidrolojik toprak grupları, yöntem bölümünde anlatıldığı gibi A, B, C ve D gruplarına ayırt edilmiştir (Şekil 51). Hidrolojik toprak gruplarının özellikleri kısaca şu şekildedir;

Grup A (Düşük akım potansiyeli); bu toprakların nem içeriği fazla olsa bile kumlu veya çakıllı tekstür özelliklerine sahip olmalarına bağlı olarak geçirgenlikleri ve su taşınımı yüksektir.

Grup B; Orta derecede geçirgen özelliğe sahip olan bu toprakların ince ve kaba tekstür içerikleri ve geçirgenliği de orta derecededir. Su iletkenliği de orta düzeyde olan bu topraklar A grubundaki topraklara yakın özellik gösterirler (Şekil 47).

Grup C; Orta ince ve ince tekstür özelliklerine sahip olan bu toprakların geçirgenlikleri yavaştır. Su iletkenlikleri de düşük olup D grubundaki topraklara yakın özellik gösterirler (Şekil 48, Şekil 49).

Grup D (Yüksek akım potansiyeli); Bu toprakların geçirgenlikleri çok düşüktür. Yüksek oranda kil içeren bu toprakların yüzeyindeki kil tabakasının varlığına bağlı olarak su iletkenliği çok yavaştır (Şekil 45, Şekil 46).

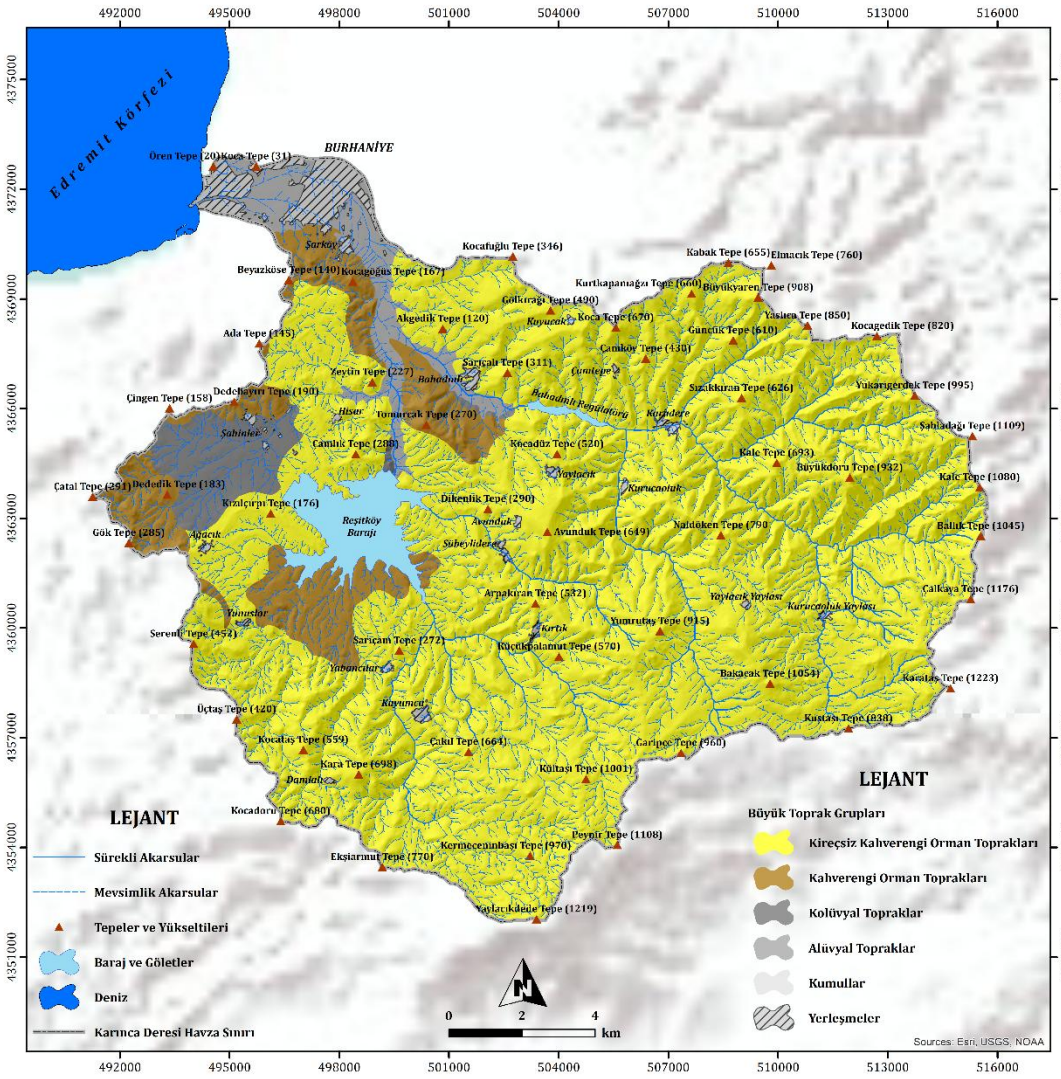
Karınca Dere Havzası'nı hidrolojik toprak grupları (HTG) açısından değerlendirdiğimizde; havzada en fazla yayılış alanına sahip hidrolojik toprak grubunu %66,6 ile D grubu topraklar oluşturmaktadır. Bunu sırası ile %27,9 ile C grubu topraklar, %5,5 ile B grubu topralar ve son olarak da %0,02 ile A grubu topraklar takip etmektedir. HTG haritası incelendiğinde havzanın yüksek kesimlerinde D grubu hidrolojik toprakların yayılış gösterdiği gözlemlenmektedir (Şekil 51). Bu durum yağmur sularının hızlı bir şekilde akışa geçmesini destekler niteliktedir.



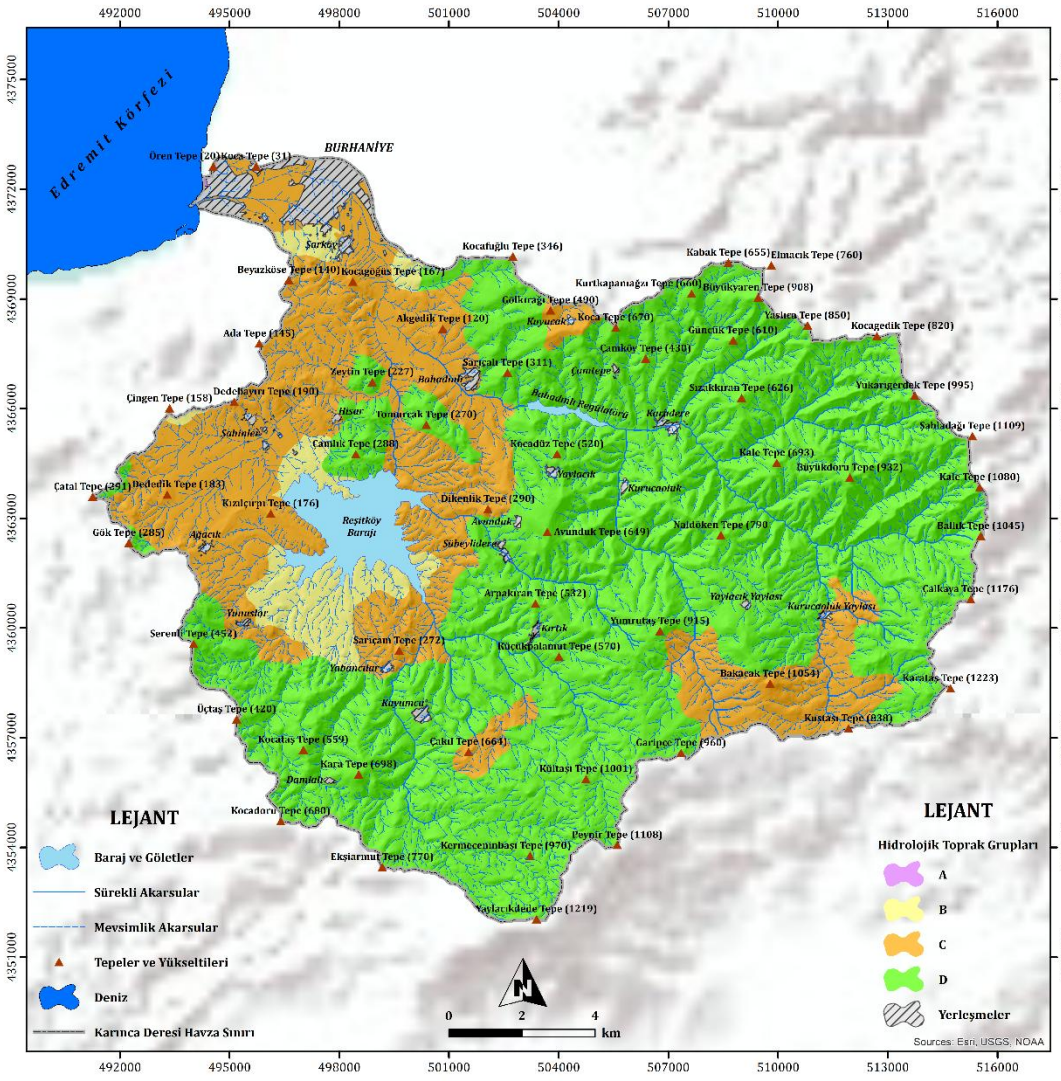
Şekil 48. Burhaniye Ovası Büyük Toprak Gruplarına Göre Alüvyal Topraklar / Hidrolojik Toprak Gruplarına Göre C Grubundaki Topraklar
Kaynak: Orijinal



Şekil 49. Şahinler Kırsal Mahallesi Çevresindeki Kolüvyal Topraklar / Hidrolojik Toprak Gruplarına Göre C Grubundaki Topraklar
Kaynak: Orijinal



Şekil 50. Karınca Dere Havzası Büyük Toprak Grupları (BTG) Haritası
Kaynak: Orijinal



Şekil 51. Karınca Dere Havzası'nın Hidrolojik Toprak Grupları (HTG) Haritası
Kaynak: Orijinal

4.2. Morfometrik Özelliklerin Taşkın Üretmedeki (Duyarlılık) Rolü

Morfometri, topografyanın sayısal olarak ifadesidir. Jeomorfometri ise yeryüzünün nicel yöntemlerle analizi ile ilgilenen bilim dalıdır (Pike 2000). Nicel yöntemler ile farklı topografik özelliklerin karşılaştırılması ve parametrelerin hesaplanması jeomorfologların daha objektif değerlendirmeler yapmasını sağlamaktadır (Keller ve Pinter, 2002).

Jeomorfometrik yöntemler günümüzde Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımlarından faydalanılarak daha kolay ve pratik bir şekilde yapılabilmektedir. Bu yöntemler sonucunda elde edilen verilerle, havzaların oluşum ve gelişiminde rol oynayan etmenlerin daha iyi yorumlanabilmesi ve havzaların taşkın üretmedeki etki derecelerinin anlaşılabilmesi hedeflenmiştir. Bu amaç doğrultusunda havzanın eğim, bakı, çizgisel morfometri (Çatallanma Oranı, Akarsu Uzunluk Oranı, Tekstür Oranı, Drenaj Tekstür Oranı, Akarsu Uzunluk-Gradyan İndeksi (SL İndeks) ve Akarsu Boyuna Profili), alansal morfometri (Uzunluk Oranı, Havza Şekli, Gravelius İndeksi, Asimetri Faktörü, Drenaj Yoğunluğu ve Akarsu Sıklığı) ve relief morfometrisi (Akım Toplanma Zamanı, Hipsometrik İntegral, Hipsometrik Eğri, Havza Reliefi, Relief Oranı ve Engebelilik Değeri) özellikleri ele alınmıştır.

4.2.1. Çizgisel Morfometrik Özellikler

4.2.1.1. Çatallanma Oranı (Rb)

Çatallanma Oranı "R_b" belirli bir dizinin havzadaki toplam sayısının, bir üst dizinin havzadaki toplam sayısına oranıdır (Strahler, 1952, 1964). "R_b" özellikle havzaların mevcut durumlarının belirlenmesi ve akarsu üretmedeki rolü açısından önemlidir. "R_b" havzalardaki yağışın topografik faktörler, yüzey geçirimliliği ve bitki örtüsü ile olan ilişkisini ortaya koymaktadır. Buna bağlı olarak R_b değeri düşük olan havzalarda, geçirimlilik kapasitesi düşük, yüzeysel akış yüksek olup aynı zamanda yüksek ve keskin bir akım hidrografı özelliği hakimdir. Yüksek "R_b" değeri gösteren havzalarda ise geçirimlilik kapasitesi yüksek, yüzeysel akış düşük olup aynı zamanda daha düşük ve devamlı bir akım hidrografı özelliği gösterir (Strahler, 1952, 1964; Özdemir, 2011). Çatallanma oranı, havza içerisindeki akarsu dizinlerinin sayısına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle elde edilen değerlerin

yorumlanması, tek bir sabit ölçüt üzerinden yapılmaktan ziyade, farklı havzalara ait çatallanma oranlarının karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesiyle daha anlamlı sonuçlar vermektedir. Karınca Dere Havzası'nın "R_b" ortalaması değeri 4,24'tür (Tablo 13, Şekil 53). Alt Havzalara ait "R_b" değerleri ise 7,03 ile 3,58 arasında değişmektedir. En yüksek "R_b" değerine sahip olan Bahçecik Dere (7,03) alt havzasının diğer alt havzalara oranla geçirimlilik kapasitesinin yüksek, yüzeysel akışının düşük, akım hidrografının ise düşük ve devamlı bir akım özelliği gösterdiği ifade edilebilir. Bunu sırası ile Alanbey Dere (6), Çeşmebaşı Dere (Yunuslar) (5,33), Hıyarlık Dere (4,87), Karadere (Bahadınlı) (4,73), Karadere (Karadere) (4,55) ve Ballı Dere (Şahinler) (4,23) alt havzaları takip etmektedir. En düşük "R_b" değerine sahip olan Karınca 2 (3,58) alt havzasının ise diğer alt havzalara oranla geçirimlilik kapasitesinin daha düşük, yüzeysel akışı yüksek, akım hidrografı ise yüksek ve keskin bir akım hidrografı özelliği göstermektedir. Bunu sırası ile Suçöven Dere (Kurucaoluk Yaylası) (3,95), Karınca 1 (4) ve Karranocağı (4,04) alt havzaları takip etmektedir (Tablo 14, Şekil, 52, Şekil 54, Şekil 55).

Tablo 13. Karınca Dere Havzası Çatallanma Oranı (R_b)

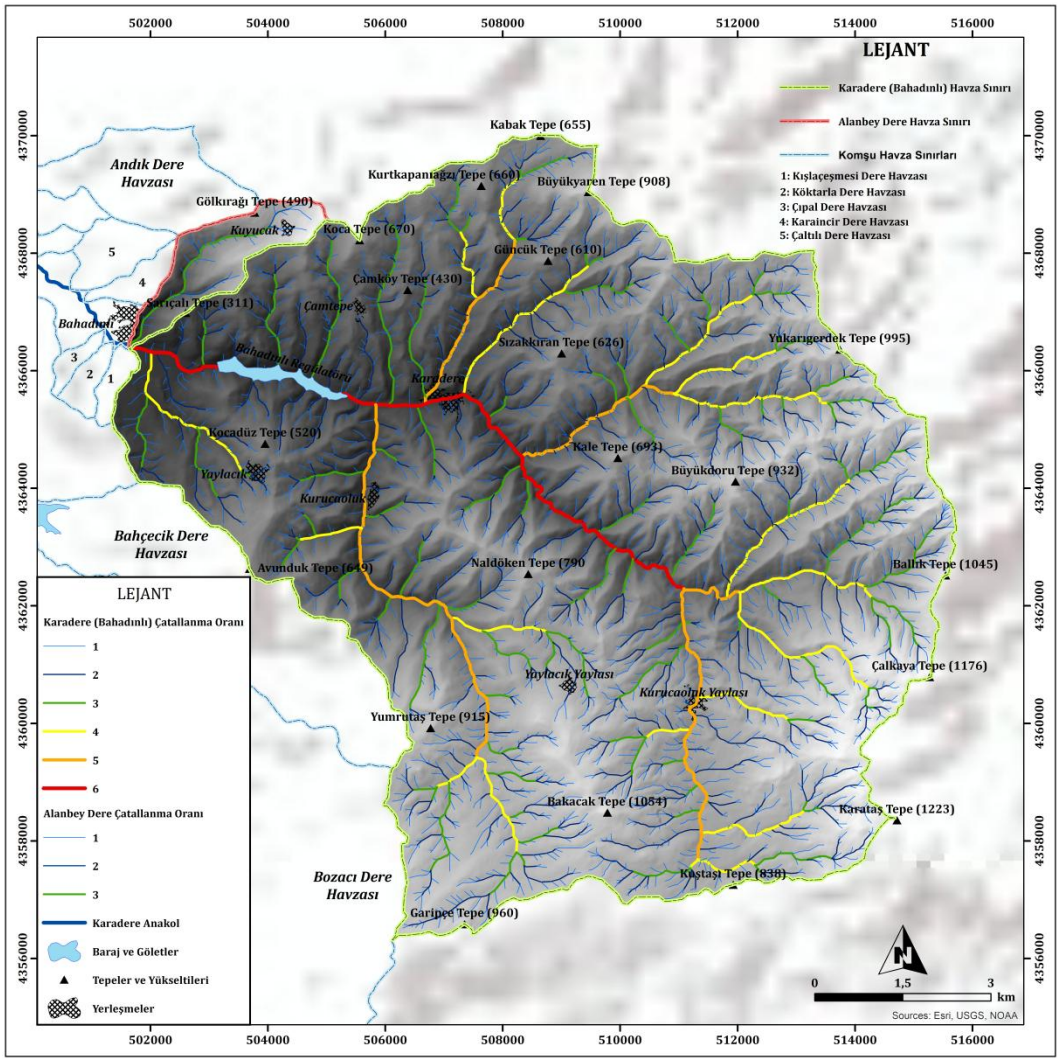
Çatallanma Oranı													
N_u^1	N_u^2	N_u^3	N_u^4	N_u^5	N_u^6	N_u^7	R_b^1	R_b^2	R_b^3	R_b^4	R_b^5	R_b^6	R_b ort.
5625	1147	249	55	14	4	1	4,9	4,6	4,5	3,9	3,5	4	4,24

Kaynak: Orijinal

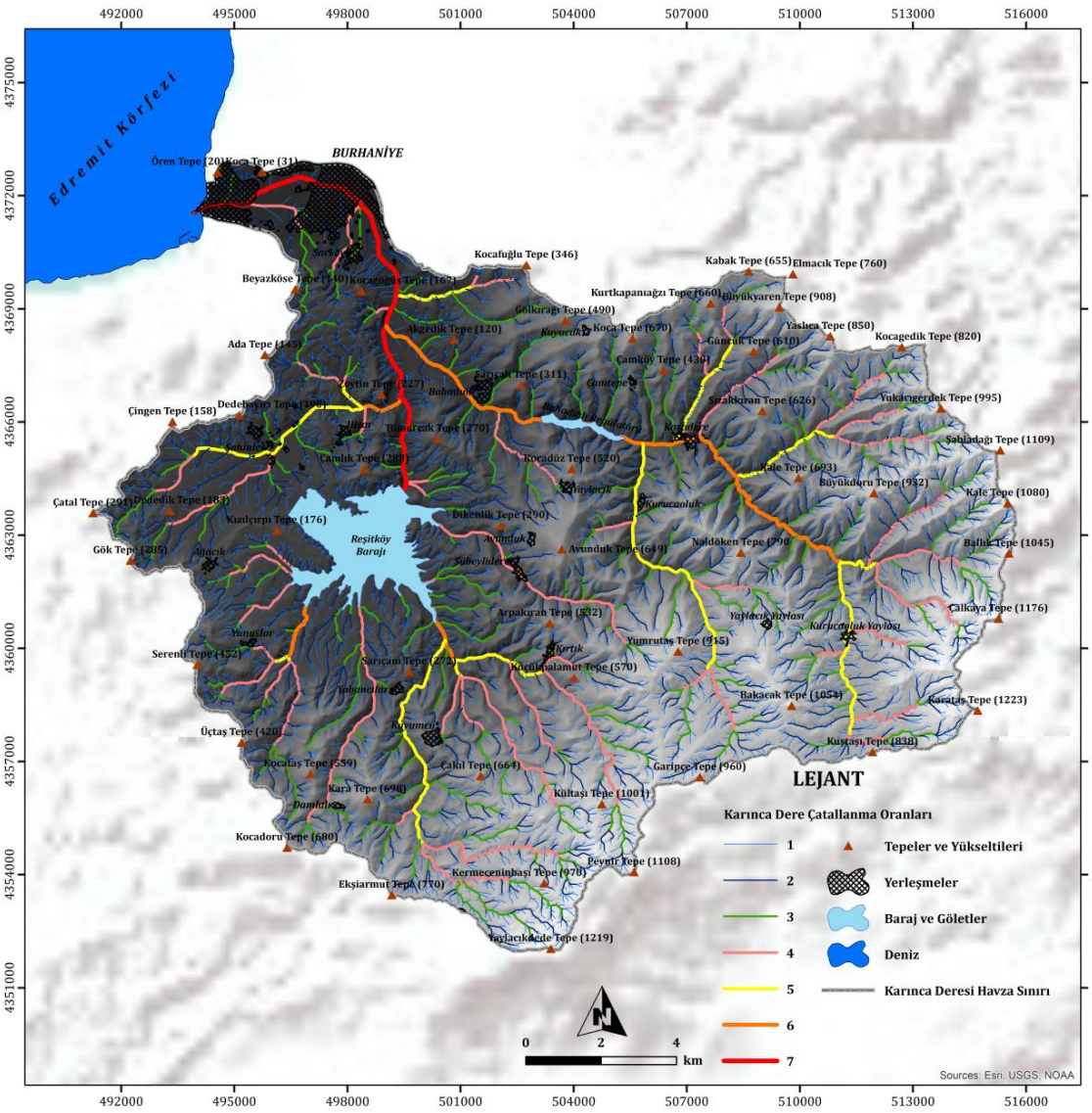
Tablo 14. Karınca Dere Havzası Alt Havzalarına Ait Çatallanma Oranları (R_b)

Çatallanma Oranı (R_b)												
Havza Adı	Nu_1	Nu_2	Nu_3	Nu_4	Nu_5	Nu_6	Rb_1	Rb_2	Rb_3	Rb_4	Rb_5	$Rb_{ort.}$
Karadere (Bahadınlı)	2327	455	96	20	5	1	5,11	4,74	4,80	4,00	5,00	4,73
Alanbey Dere	35	4	1				8,75	4				6,00
Ballı Dere (Şahinler)	284	59	13	3	1		4,81	4,54	4,33	3,00		4,23
Çeşmebaşı Dere	46	10	2	1			4,60	5,00	2,00			5,33
Bahçecik Dere	142	34	8	1			4,18	4,25	8,00			7,03
Suçöven Dere	278	52	14	5	1		5,35	3,71	2,80			3,95
Karadere (Karadere)	1249	240	51	11	3	1	5,20	4,71	4,64	3,67	3,00	4,55
Hıyarlık Dere	94	22	3	1			4,27	7,33	3,00			4,87
Karranocağı Dere	167	32	7	3	1		5,22	4,57	2,33	3,00		4,04
Karınca Alt Havza 1	53	13	3	1			4,08	4,33	3,00			4,00
Karınca Alt Havza 2	36	8	3	1			4,50	2,67	3,00			3,58

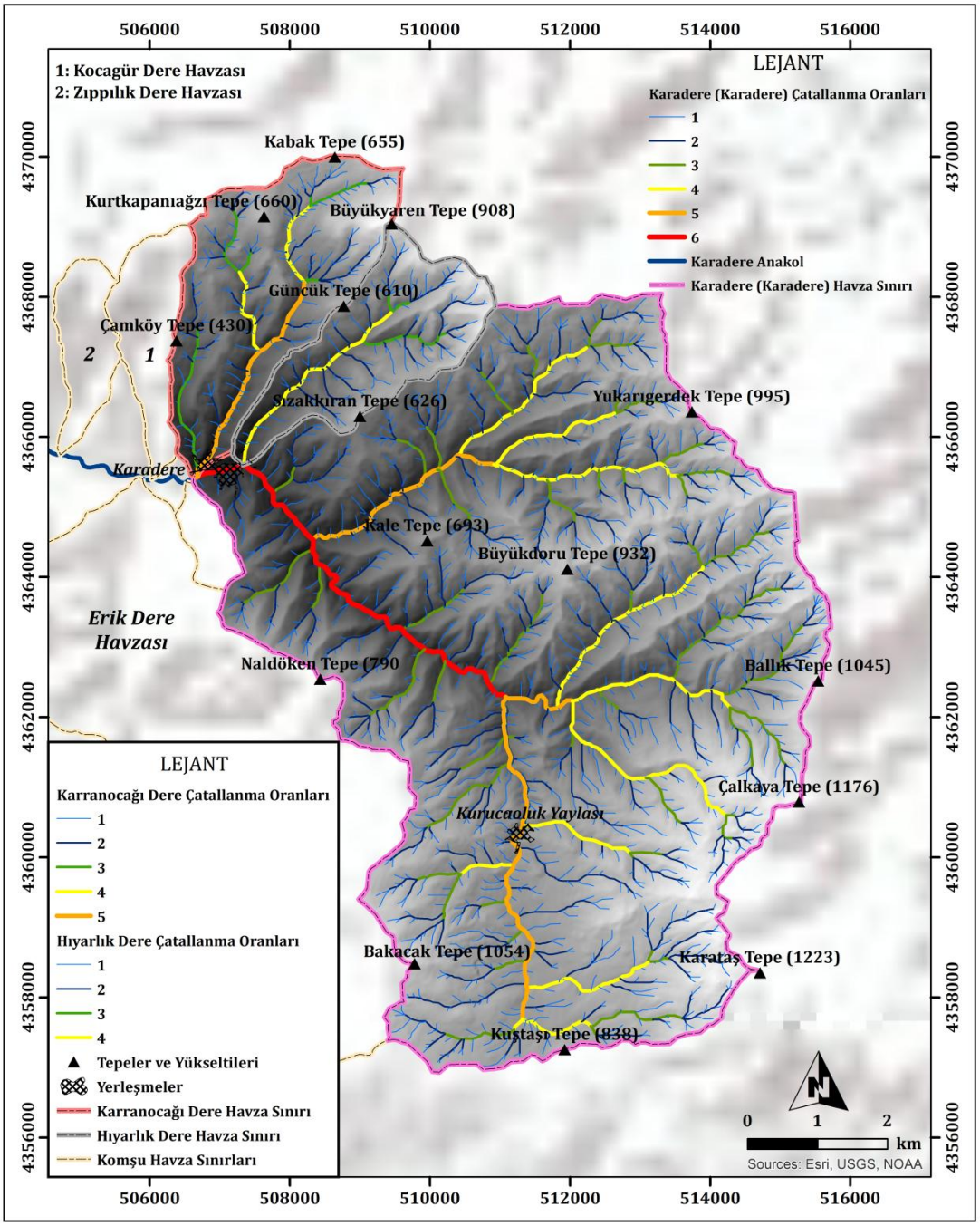
Kaynak: Orijinal



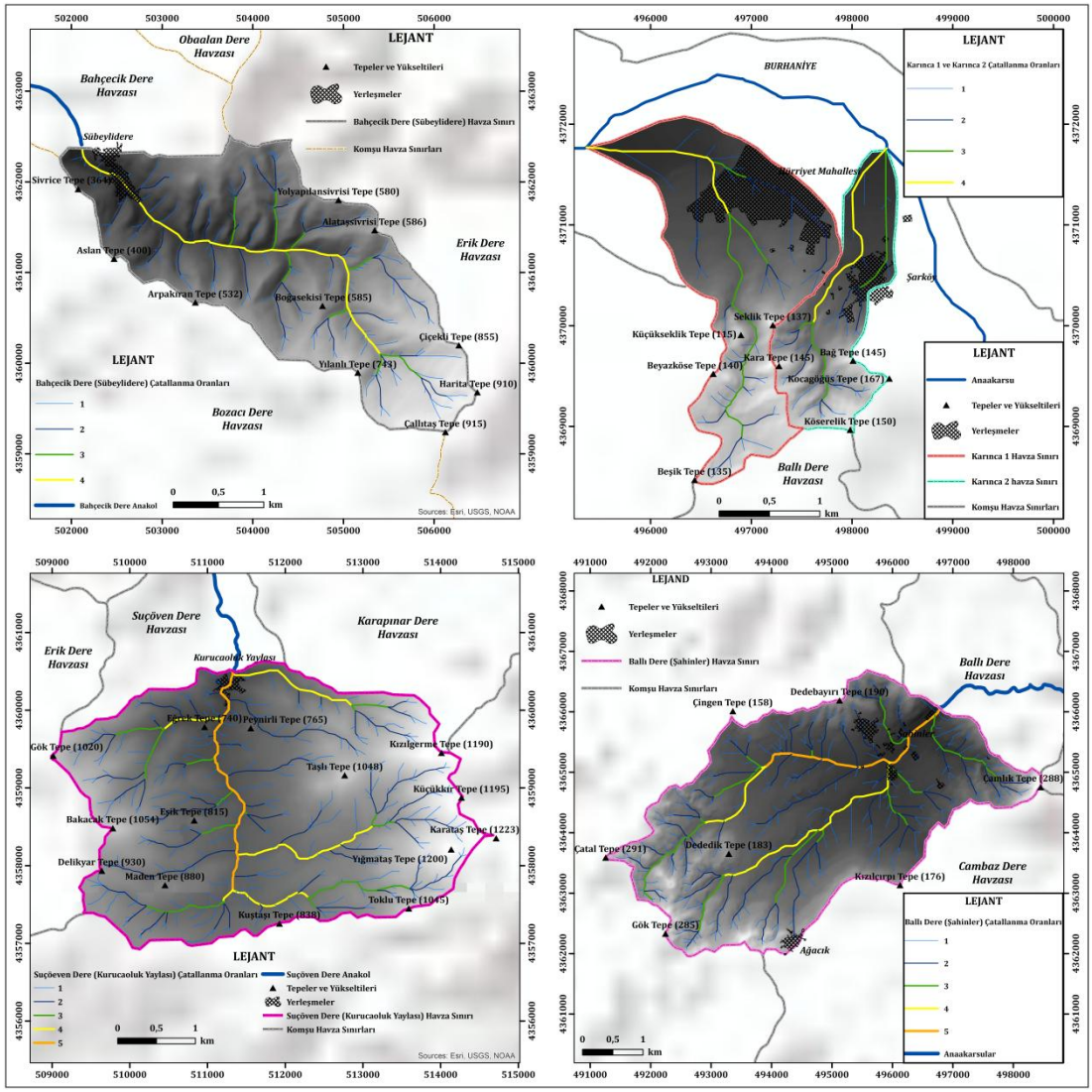
Şekil 52. Alanbey Dere ve Karadere (Bahadınlı) Alt Havzalarının Çatallanma Oranı Haritaları
Kaynak: Orijinal



Şekil 53. Karınca Dere Havzası'nın Çatallanma Oranı Haritası
Kaynak: Orijinal



Şekil 54. Karadere (Karadere), Hıyarlık Dere ve Karranocağı Dere Havzalarının Çatallanma Oranı Haritaları
Kaynak: Orijinal



Şekil 55. Bahçecik Dere (Sübeylidere), Karınca 1 ve 2, Suçöven Dere (Kurucaoluk Yaylası) ve Ballı Dere (Şahinler) Havzalarının Çatallanma Oranı Haritaları
Kaynak: Orijinal

4.2.1.2. Akarsu Uzunluk Oranı (RL)

Akarsu Uzunluk Oranı (RL), belirli bir dizinin toplam uzunluğunun bir sonraki dizinin toplam uzunluğuna oranıdır (Strahler, 1964). RL değeri suyun kanal içindeki oyalanması ve tutulması bakımından fikir sahibi olmamızı sağlamaktadır. Böylece üst kollardan gelecek olan suyun drene edilebilmesi için, alt kolların uzunluklarının yeterli olup olmaması durumunun anlaşılmasına da yardımcı olmaktadır (Patton, 1988; Özdemir, 2011). RL değerinin yüksek çıkması üst kollardan gelecek olan suyun drene edilebilmesi için alt kolların yetersizliğini ortaya koymaktadır. Karınca Dere Havzası RL değeri 2,03'tür (Tablo 15). Alt havzalardan elde edilen RL değerleri incelendiğinde ise en yüksek değerlere sahip olan havzalar Suçöven Dere (2,24),

Hıyarlık Dere (2,18) ve Karadere (Karadere) (2,14) alt havzalarıdır. Bu havzalarda ana kola su gönderen 1 ve 2. dizinlerin fazlalığının yanı sıra alt kolların yetersiz ve kısa olma durumu mevcuttur. Buna bağlı olarak Suçöven Dere, Hıyarlık Dere ve Karadere (Karadere) alt havzaları diğer alt havzalara göre daha fazla taşkın üretme potansiyeline sahiptir. En düşük değere sahip olan havza ise 0,45 değeri ile Karınca 1 alt havzasıdır (Tablo 16). Uzunlamasına havzalarda dairesel havzalara oranla dizin uzunluk oranları değerleri daha az olmaktadır. Bu da suyun daha az tutulduğunu ve hızlı bir şekilde drene olduğunu göstermektedir. Dairesel havzalarda ise tutulma ve ana kolda birikim daha fazladır.

Tablo 15. Karınca Dere Havzası'nın Uzunluk Oranı (R_L)

Akarsu Uzunluk Oranı (R_L)													
Nu^1	Nu^2	Nu^3	Nu^4	Nu^5	Nu^6	Nu^7	$R_{L\ 1}$	$R_{L\ 2}$	$R_{L\ 3}$	$R_{L\ 4}$	$R_{L\ 5}$	$R_{L\ 6}$	$R_{L\ ort.}^{o}$
842185	394544	189842	110271	39646	27259	13765	2,13	2,08	1,72	2,78	1,45	1,98	2,03

Kaynak: Orijinal

Tablo 16. Karınca Dere Havzası Alt Havzalarına Ait Uzunluk Oranları (R_L)

Akarsu Uzunluk Oranı (R_j)												
Havza Adı	Nu^1	Nu^2	Nu^3	Nu^4	Nu^5	Nu^6	$R_L{}^1$	$R_L{}^2$	$R_L{}^3$	$R_L{}^4$	$R_L{}^5$	$R_L{}^{ort.}$
Karadere (Bahadınlı)	351316	163481	73603	36756	20384	11893	2,15	2,22	2,00	1,80	1,71	1,98
Alanbey Dere	5635	1735	3543				3,25	0,49				1,02
Ballı Dere (Şahinler)	43646	29233	10643	5280	3561		1,49	2,75	2,02	1,48		2,09
Çeşmebaşı Dere	5080	2597	1537	288			1,96	1,69	5,34			1,82
Bahçecik Dere	17008	10865	3269	4582			1,57	3,32	0,71			1,87
Suçöven Dere	42626	24973	6408	5763	3240		1,71	3,90	1,11	1,78		2,24
Karadere (Karadere)	190247	89773	35231	22294	9573	6468	2,12	2,55	1,58	2,33	1,48	2,14
Hıyarlık Dere	14479	7905	1924	3227			1,83	4,11	0,60			2,18
Karranocağı Dere	22630	9156	4803	2680	3324		2,47	1,91	1,79	0,81		2,06
Karınca Alt Havza 1	8011	4353	3596	1834			1,84	1,21	1,96			0,45
Karınca Alt Havza 2	4241	2257	2508	2079			1,88	0,90	1,21			1,39

Kaynak: Orijinal

4.2.1.3. Tekstür Oranı (T)

Tekstür Oranı (T), 1. dizinlerin toplam sayısı ile havzanın çevre uzunluğu arasındaki orandır (Strahler, 1964; Biswas vd., 1999). "T" değeri havzaların litolojik özellikleri, sızma kapasitesi ve relief özelliklerine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Özdemir, 2011; Rana vd., 2016). Değerin yüksek çıkması, ana akarsuya su gönderen 1. Dizinlerin fazla olduğunu, az çıkması ise 1. dizinlerin az olduğunu göstermektedir. Bu değer genellikle dairesel havzalarda yüksek, uzunlamasına havzalarda ise düşüktür. Karınca Dere Havzası "T" değeri 59,84'tür (Tablo 17). Alt Havzalara ait "T" değerleri ise 44,5 ile 3,7 arasında değişmektedir. En yüksek "T" değerine sahip alt havzalar Karadere (Bahadınlı) (44,5) ile Karadere (Karadere) (32,2) alt havzalarıdır. En düşük "T" değerine sahip alt havza ise Alanbey Dere (3,7) alt havzasıdır (Tablo 18). Tekstür oranının yüksekliği akışa geçen suyun 1. dizinlerden toplanmasını ve ana akarsuya katılımını hızlandırarak taşkın ve sel üretme potansiyelini arttırır. Buna bağlı olarak Karadere (Bahadınlı) ve Karadere (Karadere) alt havzalarının taşkın ve sel üretme potansiyeli yüksek iken Alanbey Dere alt havzasının taşkın ve sel üretme potansiyeli düşüktür. R_L değerleri de bu sonucu destekler niteliktedir.

Tablo 17. Karınca Dere Havzası'nın Tekstür Oranı (T)

Tekstür Oranı (T)			
Havza Adı	**Nu_1**	**P**	**T**
Karınca Dere Havzası	5625	94	59,84

Kaynak: Orijinal

Tablo 18. Karınca Dere Havzası Alt Havzalarına Ait Tekstür Oranları (T)

Tekstür Oranı (T)			
Havza Adı	**Nu_1**	**P**	**T**
Karadere (Bahadınlı)	2327	52,3	44,5
Alanbey Dere	35	9,6	3,7
Ballı Dere(Şahinler)	284	20,7	13,7
Çeşmebaşı Dere (Yunuslar)	46	6	7,7
Bahçecik Dere (Sübeylidere)	142	13,4	10,6
Suçöven Dere (Kurucaoluk)	278	17	16,4
Karadere (Karadere)	1249	38,8	32,2
Hıyarlık Dere	94	11,7	8
Karranocağı Dere	167	13,3	12,6
Karınca Alt Havza 1	53	11,3	4,7
Karınca Alt Havza 2	36	7,5	4,8

Kaynak: Orijinal

4.2.1.4. Drenaj Tekstür Oranı (Rt)

Drenaj tekstür oranı "R_t", bir havzanın sızma kapasitesini yansıtan temel göstergelerden biridir (Horton, 1945). Smith'in (1950) sınıflandırmasına göre düşük "R_t" değerleri, yüksek sızma ve zayıf yüzeysel akış özelliklerine sahip havzaları; buna karşılık yüksek "R_t" değerleri ise düşük sızma ve güçlü yüzeysel akış koşullarının görüldüğü havzaları işaret eder. Karınca Dere Havzası'nın "R_t" değeri 23,98'dir (Tablo 19). Alt havzalardan elde edilen "R_t" değerleri ise 36,9 ile 13,8 arasında değişmektedir (Tablo 20). En yüksek "R_t" değerlerine sahip olan Çeşmebaşı Dere, Karınca 2 ve Bahçecik Dere (Sübeylidere) alt havzaları akım üretme potansiyeli en yüksek olan alt havzalardır. Bunları Karranocağı Dere, Karadere (Karadere) ve Suçöven Dere alt havzaları takip eder. Bu alt havzalarda "R_t" değerlerinin diğer alt havzalara oranla yüksek olması havza sızma kapasitesinin düşük, yüzeysel akışın ise yüksek olduğunu göstermektedir.

Tablo 19. Karınca Dere Havzası'nın Drenaj Tekstür Oranı (R_t)

Drenaj Tekstür Oranı (R_t)			
Havza Adı	**Nu**	**A**	**R_t**
Karınca Dere Havzası	7095	295,9	23,98

Kaynak: Orijinal

Tablo 20. Karınca Dere Havzası Alt Havzalarına Ait Drenaj Tekstür Oranları (R_t)

Drenaj Tekstür Oranı (R_t)			
Alt Havza Adı	**Nu**	**A**	**R_t**
Karadere (Bahadınlı)	2904	122,1	23,8
Alanbey Dere	40	2,9	13,8
Ballı Dere(Şahinler)	360	17,5	21
Çeşmebaşı Dere (Yunuslar)	59	1,6	36,9
Bahçecik Dere (Sübeylidere)	185	7,1	26,1
Suçöven Dere (Kurucaoluk)	350	14,5	24
Karadere (Karadere)	1555	63	24,7
Hıyarlık Dere	120	5,3	22,6
Karranocağı Dere	210	8,3	25,4
Karınca Alt Havza 1	70	3,8	18,4
Karınca Alt Havza 2	48	1,8	26,7

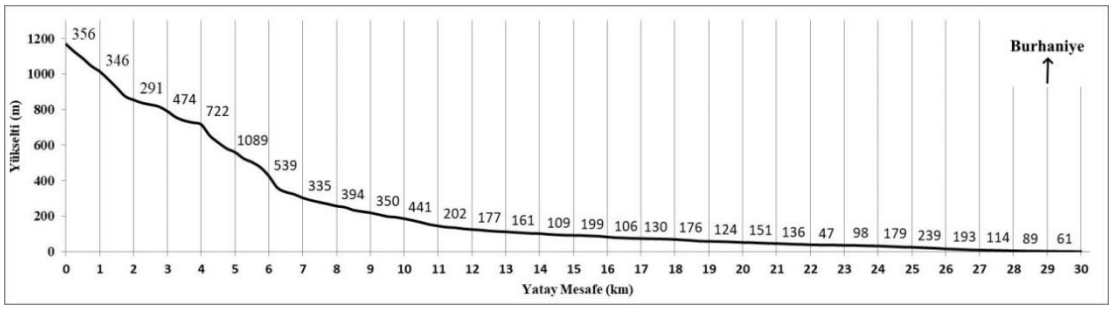
Kaynak: Orijinal

4.2.1.5. Akarsu Uzunluk-Gradyan İndeksi (SL İndeks)

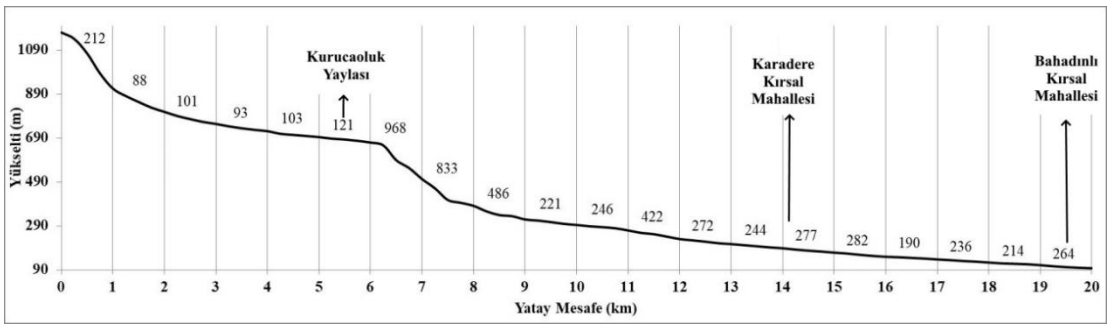
SL indeksi, akarsu ana kolunun aşındırma gücünü ortaya koyan önemli bir jeomorfometrik göstergedir. Akarsu boyunca aşınım ya da birikimin baskın olduğu alanların belirlenmesinde kullanılmakta olup, ayrıca vadi kanalındaki olası tektonik etkinlikler, anakaya direnci ve topoğrafik özelliklerin değerlendirilmesine katkı sağlamaktadır (Hack, 1973). Yüksek SL değerleri aşınımı, düşük değerler ise birikimi işaret etmektedir.

Karınca Dere Havzası'nda SL İndeksi akarsuyun boyuna profilinin bükmeli eğrisi boyunca belirgin şekilde bir noktada anomani göstermiştir. Karınca Dere'nin anakolu, mansap noktasından itibaren 24. km'de yer alan Yongalı Tepe'nin kuzeyine kadar geniş yataklı ve alüvyal tabanlı bir vadi boyunca akış göstermektedir. Bu alana gelene kadar SL indeksi maksimum 394 değerini bulmaktadır. Bu durum bize akarsuyun geniş tabanlı alüvyal vadisi boyunca birikimin ön planda olduğunu kanıtlar niteliktedir. Özellikle akarsuyun aşağı çığırında ovalık alanda oldukça düşük değerler göstermektedir. Yongalı Tepe'nin kuzeyinde SL indeks değerleri aniden yükselerek 1089 değerini bulur (Şekil 56). Karedere anakolu Gürencik Sırtı'nın güneyinde Ada Tepe'nin batısında SL indeks değerleri aniden yükselerek 968 değerini bulur (Şekil 57). Bu durum havzada yakın geçmişte yaşanan neotektonik hareketler ve litoloji ile ilişkilidir. Karınca Dere'nin iki anakoluna ait boyuna profiller incelendiğinde bu eğim

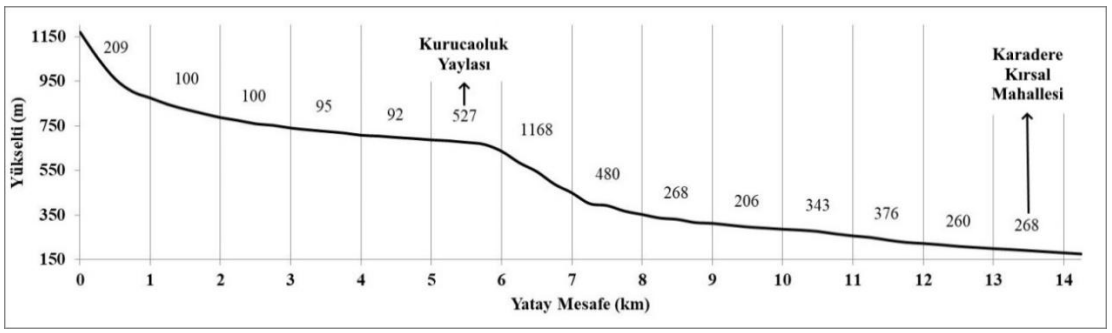
kırıklığının hemen hemen aynı seviyelerde olması havzanın tektonik hareketlerle yükseldiğinin bir kanıtıdır (Şekil 48, Şekil 49).



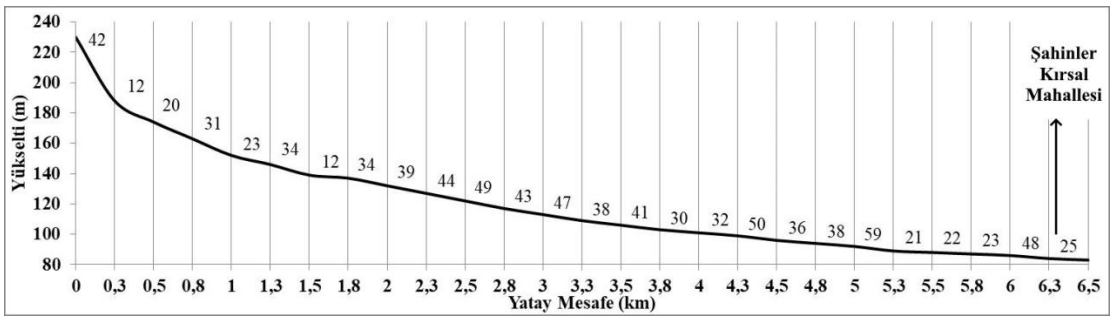
Şekil 56. Karınca Dere Havzası'nın SL İndeks Değerleri
Kaynak: Orijinal



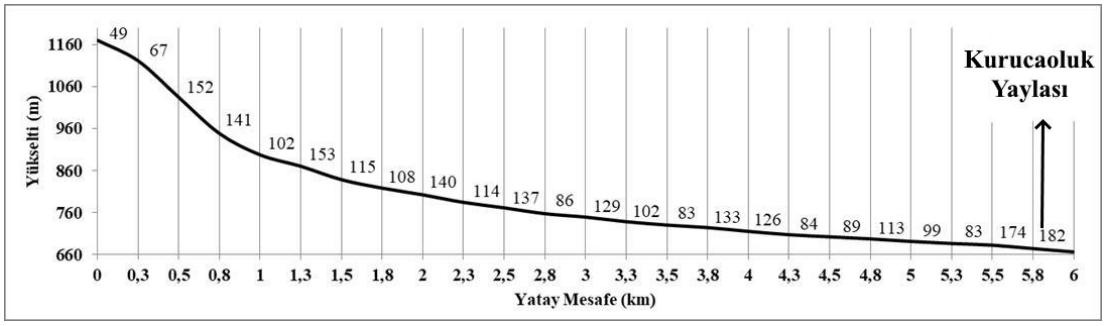
Şekil 57. Karadere Havzası (Bahadınlı Kırsal Mahallesi)'nın SL İndeks Değerleri
Kaynak: Orijinal



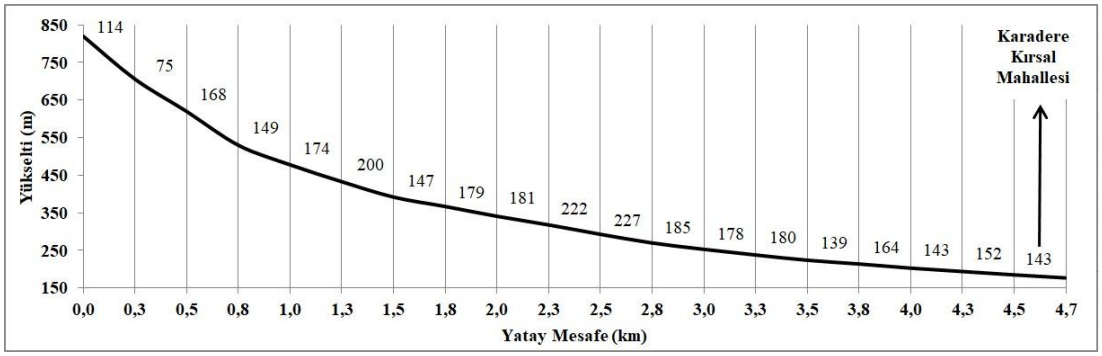
Şekil 58. Karadere Havzası (Karadere Kırsal Mahallesi)'nın SL İndeks Değerleri
Kaynak: Orijinal



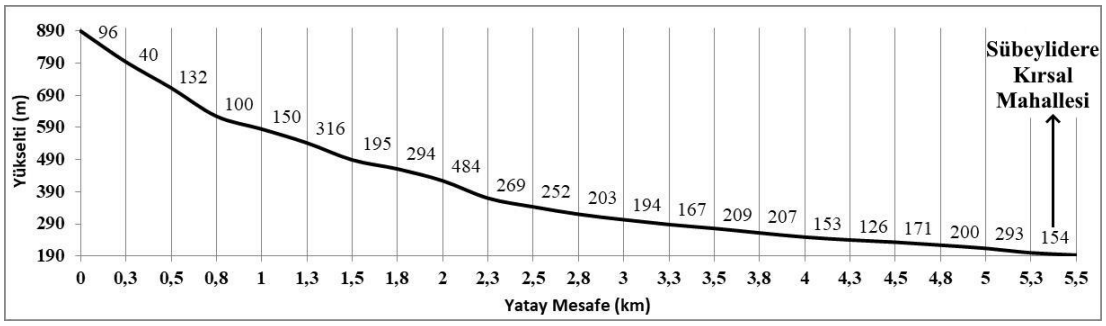
Şekil 59. Ballı Dere Havzası (Şahinler Kırsal Mahallesi) SL İndeks Değerleri
Kaynak: Orijinal



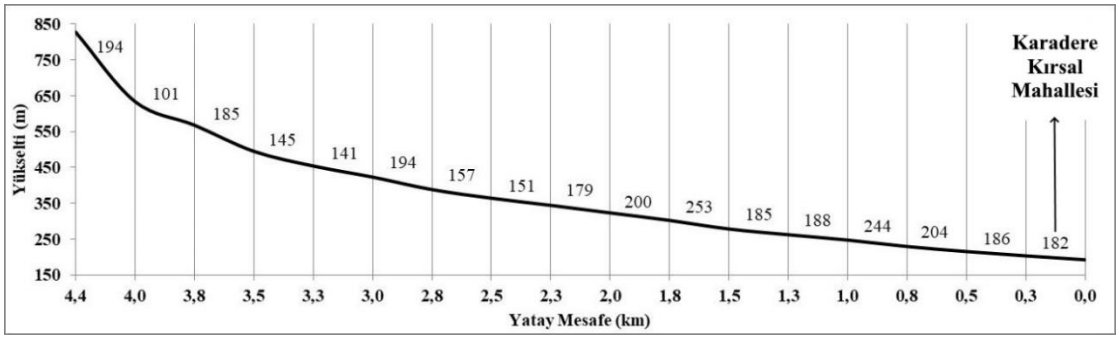
Şekil 60. Suçöven Dere Havzası (Kurucaoluk Yaylası)'nın SL İndeks Değerleri
Kaynak: Orijinal



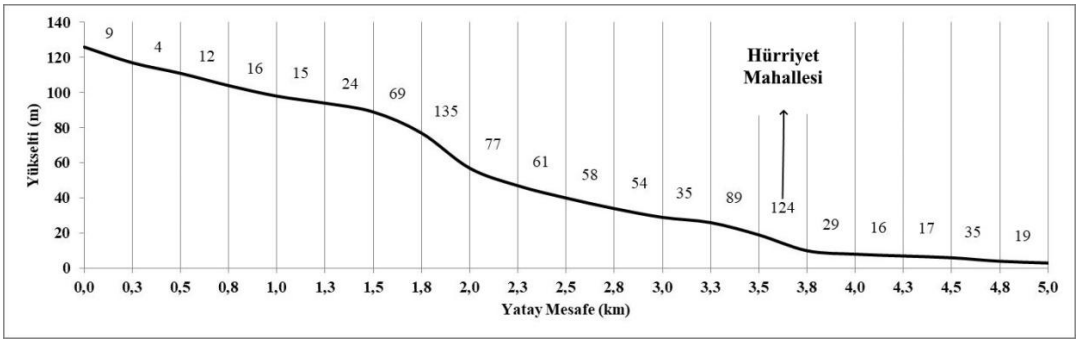
Şekil 61. Karranocağı Dere Havzası (Karadere Kırsal Mahallesi)'nın SL İndeks Değerleri
Kaynak: Orijinal



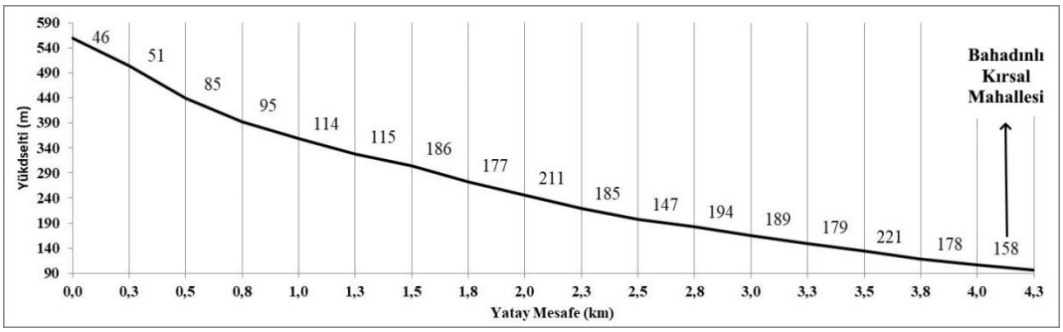
Şekil 62. Bahçecik Dere Havzası (Sübeylidere Kırsal Mahallesi)'nın SL İndeks Değerleri
Kaynak: Orijinal



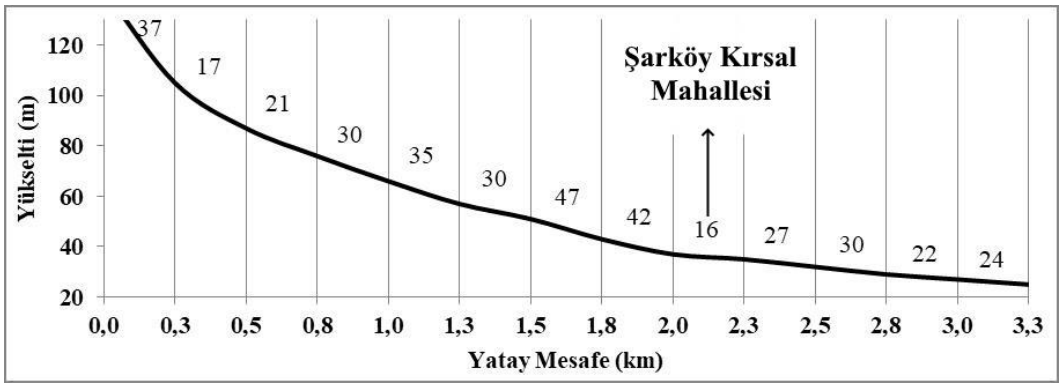
Şekil 63. Hıyarlık Dere Havzası (Karadere Kırsal Mahallesi)'nın SL İndeks Değerleri
Kaynak: Orijinal



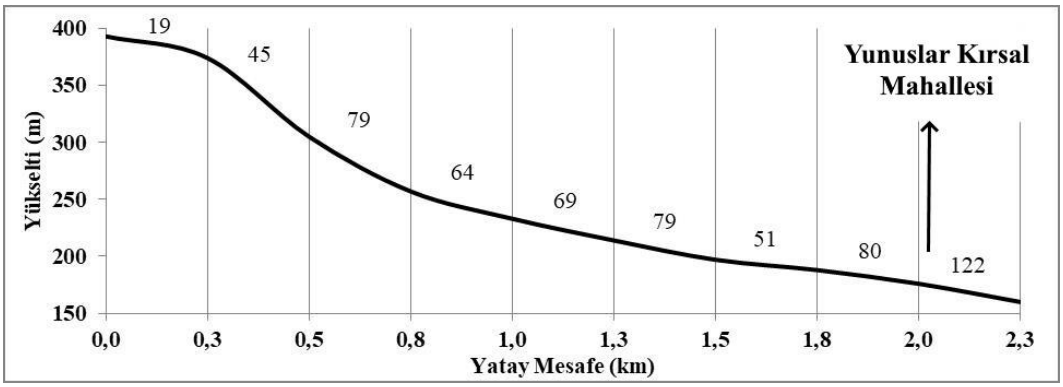
Şekil 64. Karınca 1 Alt Havzası (Hürriyet Mahallesi)'nın SL İndeks Değerleri
Kaynak: Orijinal



Şekil 65. Alanbey Dere Havzası (Bahadınlı Kırsal Mahallesi)'nın SL İndeks Değerleri
Kaynak: Orijinal



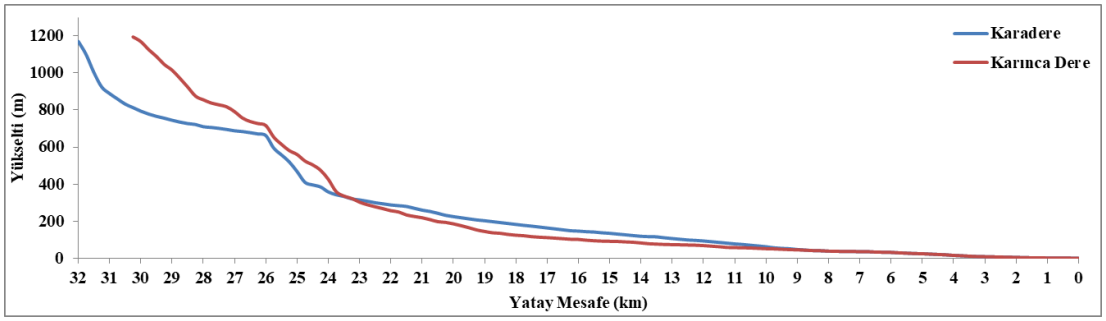
Şekil 66. Karınca 2 Alt Havzası (Şarköy Kırsal Mahallesi)'nın SL İndeks Değerleri
Kaynak: Orijinal



Şekil 67. Çeşmebaşı Dere Havzası (Yunuslar Kırsal Mahallesi)'ın SL İndeks Değerleri
Kaynak: Orijinal

4.2.1.6. Akarsu Boyuna Profilleri

Akarsuların boyuna profilleri, havzaların şekillenmesinde etkili olan tektonizma ve flüvyal süreçlerin ne derece etkili olduğunu göstermesi açısından önemlidir. Boyuna profilde görülen dışbükeylikler havzanın tektonik hareketlerin etkisi ile yükseldiğininin, içbükeylikler ise akarsular ve diğer dış kuvvetlerin etkisi ile aşındırılarak alçaldığının göstergesidir. Karınca Dere'nin her iki anakolunda da hemen hemen aynı seviyelerde belirgin bir eğim kırıklığı mevcuttur. Bu eğim kırıklığının olduğu seviyelerde yükselti yaklaşık olarak 2 km de 360 m artış gösterir. Bu eğim kırığından sonra Karadere anakolunun talveg profili yaklaşık 4 km boyunca yatay olarak seyrederken Karınca Dere anakolunun talveg profilinde eğim kırıklıkları ile birlikte yükselti artmaya devam etmektedir (Şekil 68). Bunu havzadaki tektonik hatların dağılışına bağlayabiliriz.



Şekil 68. Karınca Dere'nin İki Anakoluna Ait Profiller
Kaynak: Orijinal

4.2.2. Alansal Morfometrik Özellikler

4.2.2.1. Uzunluk Oranı (R_e)

Uzunluk oranı (R_e), havza alanına eşit bir dairenin çapının, havzanın maksimum uzunluğuna oranlanmasıyla hesaplanan morfometrik bir parametredir (Schumm, 1956). R_e indeksi, havzanın sızma kapasitesi ile yüzeysel akış özellikleri hakkında önemli bilgiler sunmaktadır. Bu değer 0 ile 1 arasında değişmekte olup, 1'e yaklaşması havzanın daha dairesel bir geometriye sahip olduğunu, 0'a yaklaşması ise havza şeklinin uzunlamasına karakter gösterdiğini ifade etmektedir (Biswas vd., 1999). "R_e" değeri düştükçe geçirimlilik artar, yüzeysel akış ise düşer. "R_e" arttıkça geçirimlilik düşer, yüzeysel akış ise artar. Buna bağlı olarak yüksek "R_e" değerlerine

sahip havzalarda erozif faaliyetler ve sediment taşınımı yüksektir (Özdemir, 2011; Reddy vd., 2004). Karınca Dere Havzası'nın "R_e" değeri 0,21'dir (Tablo 21). Alt havzaların "R_e" değerleri ise 0,2 ile 0,25 arasında değişmektedir. En düşük "R_e" değerlerine sahip olan Karınca 1 (0,2), Karınca 2 (0,2) ve Alanbey Dere (0,2) uzunlamasına havzalar olup sızma kapasiteleri yüksek, yüzeysel akışları ise düşüktür. Yüksek "R_e" değerine sahip olan Suçöven Dere (Kurucaoluk Yaylası) alt havzası (0,25) ise diğer alt havzalara oranla daha dairesel bir havza olup sızma kapasitesi düşük, yüzeysel akışı yüksektir (Tablo 22). Buna bağlı olarak Suçöven Dere (Kurucaoluk Yaylası) alt havzasında erozif faaliyetler ve sediment taşınımı da yüksektir.

Tablo 21. Karınca Dere Havzası'nın Uzunluk Oranı (R_e)

Havza Adı	Uzunluk Oranı (R_e)
Karınca Dere Havzası	0,21

Kaynak: Orijinal

Tablo 22. Karınca Dere Havzası Alt Havzalarına Ait Uzunluk Oranları (R_e)

Alt Havza Adı	Uzunluk Oranı (R_e)
Karadere (Bahadınlı)	0,24
Alanbey Dere	0,2
Ballı Dere(Şahinler)	0,23
Çeşmebaşı Dere (Yunuslar)	0,24
Bahçecik Dere (Sübeylidere)	0,22
Suçöven Dere (Kurucaoluk)	0,25
Karadere (Karadere)	0,23
Hıyarlık Dere	0,22
Karranocağı Dere	0,24
Karınca Alt Havza 1	0,2
Karınca Alt Havza 2	0,2

Kaynak: Orijinal

4.2.2.2. Havza Şekli (Rf)

Havza şekli "R_f", havza alanının maksimum havza uzunluğunun karesine oranıdır (Horton, 1932). Bu değer, havzanın geometrik yapısının dairesel ya da uzun bir formda olup olmadığını belirlemektedir. Düşük R_f değerine sahip havzalar, yan

kollardan gelen düşük debili akımların uzun bir sürede yüksek ana akıma dönüştüğü bir yapı sergiler. Buna karşın yüksek R_f değerli havzalar, yan kollardan gelen yoğun akımın kısa sürede birleşerek ani ve kısa süreli maksimum debilere yol açtığı bir morfolojiye sahiptir (Biswas vd., 1999; Reddy vd., 2004; Özdemir, 2011). Karınca Dere Havzası'nın "R_f" değeri 0,49'dir (Tablo 23). Alt havzaların "R_f" değerleri ise 0,17 ile 0,81 arasında değişmektedir. En düşük "R_f" değerlerine sahip olan Alanbey Dere alt havzası (0,17) kısa zamanda yan kollardan gelen az akımla, uzun süreli yüksek ana akımın görüleceği bir akım hidrografı sunmasının yanı sıra uzunlamasına bir havza özelliği gösterir. En yüksek değere sahip olan Suçöven Dere (Kurucaoluk) alt havzası (0,81) ise uzun zamanda yan kollardan gelen yüksek akımla, kısa süreli düşük ana akımın görüleceği bir akım hidrografı sunan dairesel bir havza özelliği gösterir (Tablo 24).

Tablo 23. Karınca Dere Havzası'nın Havza Şekli (R_f) Değeri

Havza Adı	Havza Şekli (R_f)
Karınca Dere Havzası	0,49

Kaynak: Orijinal

Tablo 24. Karınca Dere Havzası Alt Havzalarına Ait Havza Şekli (R_f) Değerleri

Alt Havza Adı	Havza Şekli (R_f)
Karadere (Bahadınlı)	0,53
Alanbey Dere	0,17
Ballı Dere(Şahinler)	0,47
Çeşmebaşı Dere (Yunuslar)	0,34
Bahçecik Dere (Sübeylidere)	0,26
Suçöven Dere (Kurucaoluk)	0,81
Karadere (Karadere)	0,54
Hıyarlık Dere	0,28
Karranocağı Dere	0,29
Karınca Alt Havza 1	0,3
Karınca Alt Havza 2	0,2

Kaynak: Orijinal

4.2.2.3. Gravelius indeks (K_g)

Gravelius indeks "K_g", havzanın dairesel veya uzunlamasına bir görünüme sahip olup olmadığı hakkında bilgi veren bir indistir. Düşük "K_g", değerleri havzanın dairesel bir görünüme sahip olduğunu gösterirken, yüksek "K_g", değerleri ise havzanın uzunlamasına bir görünüme sahip olduğunu gösterir. Yüksek "K_g", değerlerine sahip havzalarda erozif faaliyetler ve sediment taşınımı da yüksektir (Ajay vd., 2014). Karınca Dere Havzası'nın "K_g"değeri 1,54'tür (Tablo 25). Alt havzaların "K_g" değerleri ise 1,26 ile 4,98 arasında değişmektedir (Tablo 28). En yüksek "K_g" değerine sahip olan ve uzunlamasına bir havza özelliği sunan Alanbey Dere alt havzasıdır. En düşük "K_g" değerine sahip olan Suçöven Dere (Kurucaoluk) alt havzası ise dairesel bir havza görünümü sunar.

Tablo 25. Karınca Dere Havzası'nın Gravelius İndeks (K_g) Değeri

Havza Adı	Gravelius İndeks (K_g)
Karınca Dere Havzası	1,54

(**Kaynak:** Orijinal)

4.2.2.4. Havza Asimetrisi

Asimetri faktörü "AF", drenaj ağı geometrisini tanımlamaya olanak sağlayan nicel yöntemlerden biridir. "AF" ile, aktif tektonizmadan etkilenmiş olan havzalarda, drenaj ağlarının dokusu ve geometrisi nicel olarak ortaya konulabilir (Keller ve Pinter, 2002). Havza asimetrisi üzerinde yalnızca tektonizma değil, litoloji, iklim ve bitki örtüsü de etkilidir (Gardner vd., 1987). Karınca Dere Havzası'nın Karadere ve Karınca Dere olmak üzere iki anakolu mevcuttur. Bu iki anakol Şeytankaya Tepe'nin kuzeyi, Hacıbey Tepe'nin ise güneyinde birleşerek 8,6 km sonra Edremit Körfezine dökülür. Buna bağlı olarak Karınca Dere Havzası için Asimetri Faktörü yanıltıcı bir sonuç elde etmemek adına Karadere ve Karınca Dere kolu için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bu değer Karadere kolu alt havzasında 56,6 iken Karınca Dere kolu alt havzasında ise 44,8'dir (Tablo 26). Karadere alt havzası için AF > 50 olması havzadaki tektonizma kökenli çarpılmanın (tilt), akarsuyun akış yönüne göre sol tarafına doğru olduğunu göstermektedir. Karınca Dere alt havzasında ise AF < 50 olması çarpılmanın akarsuyun akış yönüne göre sağ tarafında olduğunu gösterir. Bunu destekleyen bir diğer özellik de Karınca Dere alt havzasında havzanın sol tarafından anakola katılan,

Karedere havzasında ise havzanın sağ tarafında kalan akarsular daha uzundur. Aynı zamanda su toplama havzaları da daha büyüktür. Bu da taşkınlarla ilgili yapılabilecek risk çalışmalarında dikkate alınması gereken önemli bir parametredir.

Tablo 26. Karınca Dere Havzası'nın Asimetri Faktörü (AF) Değeri

Alt Havza Adı	Asimetri FaktörüAF
Karınca Dere	44,8
Karadere	56,6

Kaynak: Orijinal

Tablo 27. Karınca Dere Havzası Alt Havzalarına Ait Asimetri Faktörü (AF) Değerleri

Havza Adı	Asimetri Faktörü (AF)
Karadere (Bahadınlı)	55,4
Alanbey Dere	47,2
Ballı Dere(Şahinler)	45,1
Çeşmebaşı Dere (Yunuslar)	68,8
Bahçecik Dere (Sübeylidere)	52,1
Suçöven Dere (Kurucaoluk)	37,2
Karadere (Karadere)	71,1
Hıyarlık Dere	26,4
Karranocağı Dere	84,3
Karınca Alt Havza 1	62,3
Karınca Alt Havza 2	60,4

Kaynak: Orijinal

Tablo 28. Karınca Dere Havzası Alt Havzalarına Ait Gravelius İndeks (K_g) Değerleri

Havza Adı	Gravelius İndeks (K_g)
Karadere (Bahadınlı)	1,34
Alanbey Dere	4,98
Ballı Dere(Şahinler)	1,4
Çeşmebaşı Dere (Yunuslar)	1,34
Bahçecik Dere (Sübeylidere)	1,42
Suçöven Dere (Kurucaoluk)	1,26
Karadere (Karadere)	1,38
Hıyarlık Dere	1,43
Karranocağı Dere	1,3
Karınca Alt Havza 1	1,59
Karınca Alt Havza 2	1,57

Kaynak: Orijinal

4.2.2.5. Drenaj yoğunluğu (Dd)

Drenaj yoğunluğu "D_d" havzadaki toplam drenaj uzunluğunun havza alanına bölünmesiyle elde edilir. "D_d", havzanın genel olarak jeolojik özellikleri, relief özellikleri, iklim özellikleri, bitki örtüsü dağılışı hakkında bilgi verir (Horton, 1932; Rana vd., 2016; Tarboton, vd.,1992). Düşük "D_d" değerleri, sızma kapasitesinin ve yeraltı drenajının yüksek olduğu havzaları gösterirken, yüksek "D_d" değerleri yüzeysel akışın, aşındırma ve parçalanmanın hâkim olduğu havzaları gösterir (Patton, 1988). Drenaj yoğunluğu ile sel ve taşkınlar arasında pozitif bir ilişki vardır. Yüksek "D_d" değerlerine sahip havzalar uzun süreli pik akımlarla yüksek akım hidrograflarına sahiptir. Karınca Dere Havzası'nın "D_d" değeri 5,47'dir (Tablo 29). Alt havzaların "D_d" değerleri ise 3,76 ile 6,16 arasında değişmektedir (Tablo 30). En yüksek "D_d" değerine sahip olan Karınca 2 (6,16) alt havzasında sızma kapasitesi düşük, yüzeysel akış ve yarılma derecesi yüksektir. Bunu sırasıyla Çeşmebaşı Dere (Yunuslar) (5,94) ve Suçöven Dere (Kurucaoluk Yaylası) (5,73) alt havzaları takip eder. "D_d" değerinin en düşük olduğu havza Alanbey Dere (3,76) alt havzasıdır. "D_d" değerinin yüksek olduğu Karınca 2, Çeşmebaşı Dere (Yunuslar) ve Suçöven Dere (Kurucaoluk Yaylası) alt havzalarında uzun süreli pik akımlarla meydana gelecek taşkın hidrografları

yüksek ve keskindir. Düşük "D_d" değerine sahip olan Alanbey Dere alt havzasında ise kısa süreli ve düşük hidrograflar oluşacaktır.

Tablo 29. Karınca Dere Havzası'nın Drenaj Yoğunluğu (D_d)Değeri

Havza Adı	Drenaj Yoğunluğu (D_d)
Karınca Dere Havzası	5,47

Kaynak: Orijinal

Tablo 30. Karınca Dere Havzası Alt Havzalarına Ait Drenaj Yoğunluğu (D_d) Değerleri

Havza Adı	Drenaj Yoğunluğu (D_d)
Karadere (Bahadınlı)	5,38
Alanbey Dere	3,76
Ballı Dere(Şahinler)	5,28
Çeşmebaşı Dere (Yunuslar)	5,94
Bahçecik Dere (Sübeylidere)	5,03
Suçöven Dere (Kurucaoluk)	5,73
Karadere (Karadere)	5,61
Hıyarlık Dere	5,19
Karranocağı Dere	5,13
Karınca Alt Havza 1	4,68
Karınca Alt Havza 2	6,16

Kaynak: Orijinal

4.2.2.6. Akarsu Sıklığı (F_s)

Akarsu Sıklığı "F_s", havza içindeki toplam akarsu dizin sayısının havza alanına bölünmesiyle elde edilir. Yüksek "F_s" değerleri, sızma kapasitesi düşük zemin özellikleri, seyrek bitki örtüsü ve yüksek relief özelliklerine sahip olan havzaları gösterir. Düşük F_s değerleri ise sızma kapasitesi yüksek zemin özellikleri, sık bitki örtüsü ve düşük relief özelliklerine sahip olan havzaları gösterir (Patil and Mali, 2013). Drenaj yoğunluğu ve akarsu sıklığı havzalardaki drenaj ağının dokusu hakkında bize bilgi verir. Drenaj yoğunluğu ve akarsu sıklığı arasında çoğunlukla doğru orantı vardır. Akarsu sıklığı üzerinde, klimatik özellikler, litolojik özellikler, jeomorfolojik özellikler ve bitki örtüsü özelliklerinin yanı sıra zaman ve insan gibi çeşitli etmenlerin etkisi vardır (Hoşgören, 2001). Karınca Dere Havzası'nın "F_s" değeri 19,01'dir (Tablo

31). Alt havzaların "F_s" değerleri ise 12,07 ile 28,75 arasında değişmektedir (Tablo 32). "F_s" değeri en yüksek olan Çeşmebaşı Dere (Yunuslar) (28,75) alt havzasında, sızma kapasitesi düşük, bitki örtüsü seyrek olup yüksek relief özelliklerine hakimdir. Bunu sırasıyla Karranocağı Dere (20,12), Bahçecik Dere (Sübeylidere) (20) ve Karınca 2 (20) alt havzaları takip eder. "F_s" değeri en düşük olan Alanbey Dere (12,07) alt havzasında ise sızma kapasitesi yüksek olup alçak relief özellikleri hakimdir.

Tablo 31. Karınca Dere Havzası'nın Akarsu Sıklığı (F_s)Değeri

Havza Adı	Akarsu Sıklığı (F_s)
Karınca Dere Havzası	19,01

Kaynak: Orijinal

Tablo 32. Karınca Dere Havzası Alt Havzalarına Ait Akarsu Sıklığı (F_s)Değerleri

Havza Adı	Akarsu Sıklığı (F_s)
Karadere (Bahadınlı)	19,06
Alanbey Dere	12,07
Ballı Dere(Şahinler)	16,23
Çeşmebaşı Dere (Yunuslar)	28,75
Bahçecik Dere (Sübeylidere)	20
Suçöven Dere (Kurucaoluk)	19,18
Karadere (Karadere)	19,86
Hıyarlık Dere	17,74
Karranocağı Dere	20,12
Karınca Alt Havza 1	13,95
Karınca Alt Havza 2	20

Kaynak: Orijinal

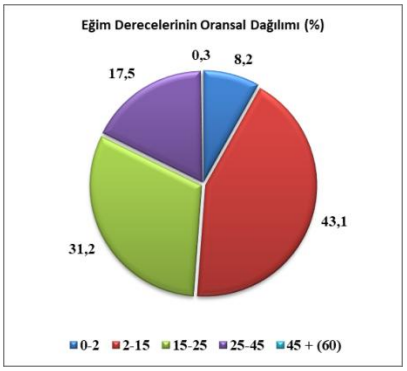
4.2.3. Relief Morfometrik Özellikler

4.2.3.1. Eğim

Eğim faktörü, taşkın ve sellerin oluşmasında çok önemli bir etkiye sahiptir. Taşkın veya sellere etki eden diğer tüm parametrelerin aynı olması koşulu ile yüksek eğime sahip alanlarda sızma, çok az eğimli ve az eğimli sahalara oranla nispeten daha azdır. Buna bağlı olarak yüksek eğim değerlerine sahip alanlarda yüzeysel akış, çok az eğimli ve az eğimli sahalara oranla nispeten daha fazladır. Özellikle eğim değerleri

yüksek bitki örtüsünden yoksun olan alanlarda erozif faaliyetler ve akarsuyun taşıdığı sediment miktarı artar. Eğim sınıflaması Verstappen, 1983 ve Bogolomov, 1963 baz alınarak yapılmıştır. Karınca Dere Havzası'nda eğim değerleri 0 – 60º arasında değişmektedir (Tablo 33, Şekil 69). 0 - 2º çok az eğimli alanlar ile 2 - 15º az eğimli alanlar havzanın havzanın %51,3'ünü oluşturmaktadır. 15 - 25º hafif eğimli alanlar havzanın %31,2'sini, 25 - 45º dik yamaçların bulunduğu alanlar ise havzanın %17,5'ini oluşturmaktadır. 45º üzeri eğim değerlerine sahip çok dik yamaçların bulunduğu alanlar ise havzada yok denecek kadar azdır (Tablo 33; Şekil 69).

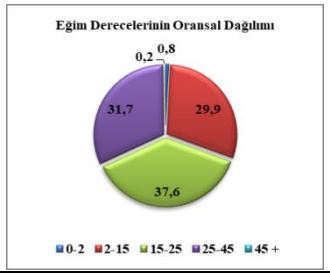
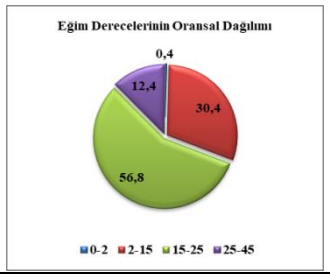
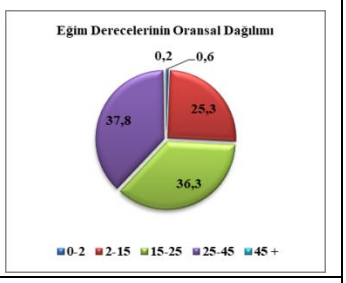
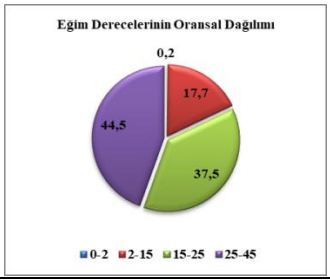
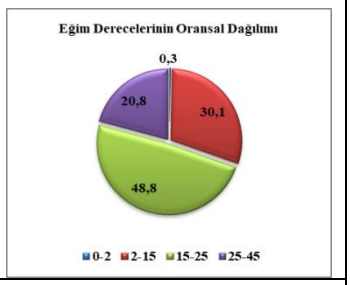
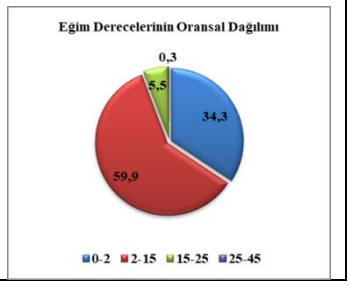
Tablo 33. Karınca Dere Havzası'nın Eğim Özellikleri ve Afet Türü İlişkisi

Eğim (◦)	Morfolojik Tanımı	Alan (km^2)	Eksojenik Afet Türü	Dağılış Grafiği
0-2	Çok Az Eğimli (Düz)	24,2	Taşkın	
2-15	Az Eğimli	127,6	Taşkın - Sel	
15-25	Hafif Eğimli (Orta)	92,4	Seyelan - Sel	
25-45	Dik	51,7	Seyelan - Sel	
45 + (60)	Çok Dik	0,02	Seyelan	

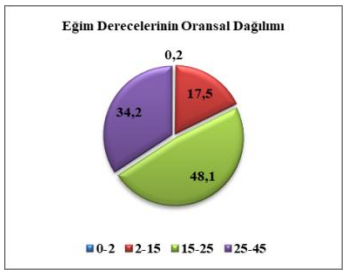
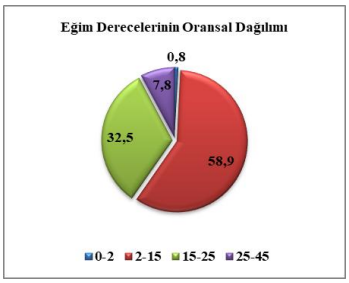
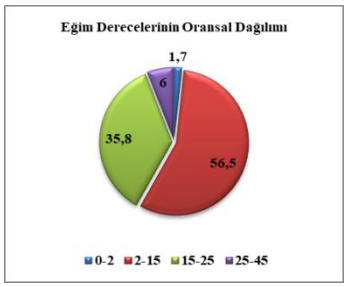
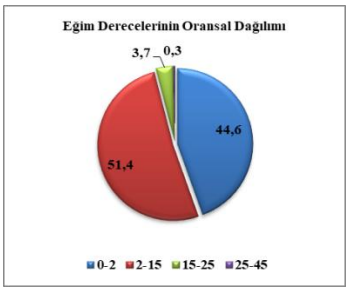
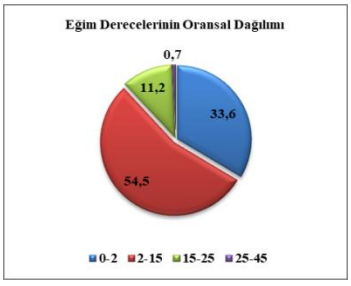
Kaynak: Verstappen (1983) ve Bogolomov (1963)

Alt havzalarda ise 0 - 2º çok az eğimli alanların en fazla alan kapladığı alt havza Karınca 1 alt havzası (%44,6), en az alan kapladığı alt havza ise Bahçecik Dere alt havzası (%0,2)'dır. 2 - 15º az eğimli alanların en fazla alan kapladığı alt havza Ballı Dere alt havzası (%59,9), en az alan kapladığı havza ise Bahçecik Dere alt havzası (%17,5)'dır. 15 - 25º hafif eğimli alanların en fazla alan kapladığı alt havza Alanbey Dere alt havzası (%56,8), en az alan kapladığı havza ise Karınca 1 alt havzası (%3,7)'dır. 25 - 45º dik yamaçların en fazla alan kapladığı alt havza Hıyarlık Dere alt havzası (%44,5), en az alan kapladığı havzalar ise Karınca 1 ve Ballı Dere alt havzaları (%0,3)'dır. 45º çok dik yamaçların en fazla alan kapladığı alt havza Karadere alt havzası (%0,2)'dır (Tablo 35, Şekil 70, Şekil 71, Şekil 72).

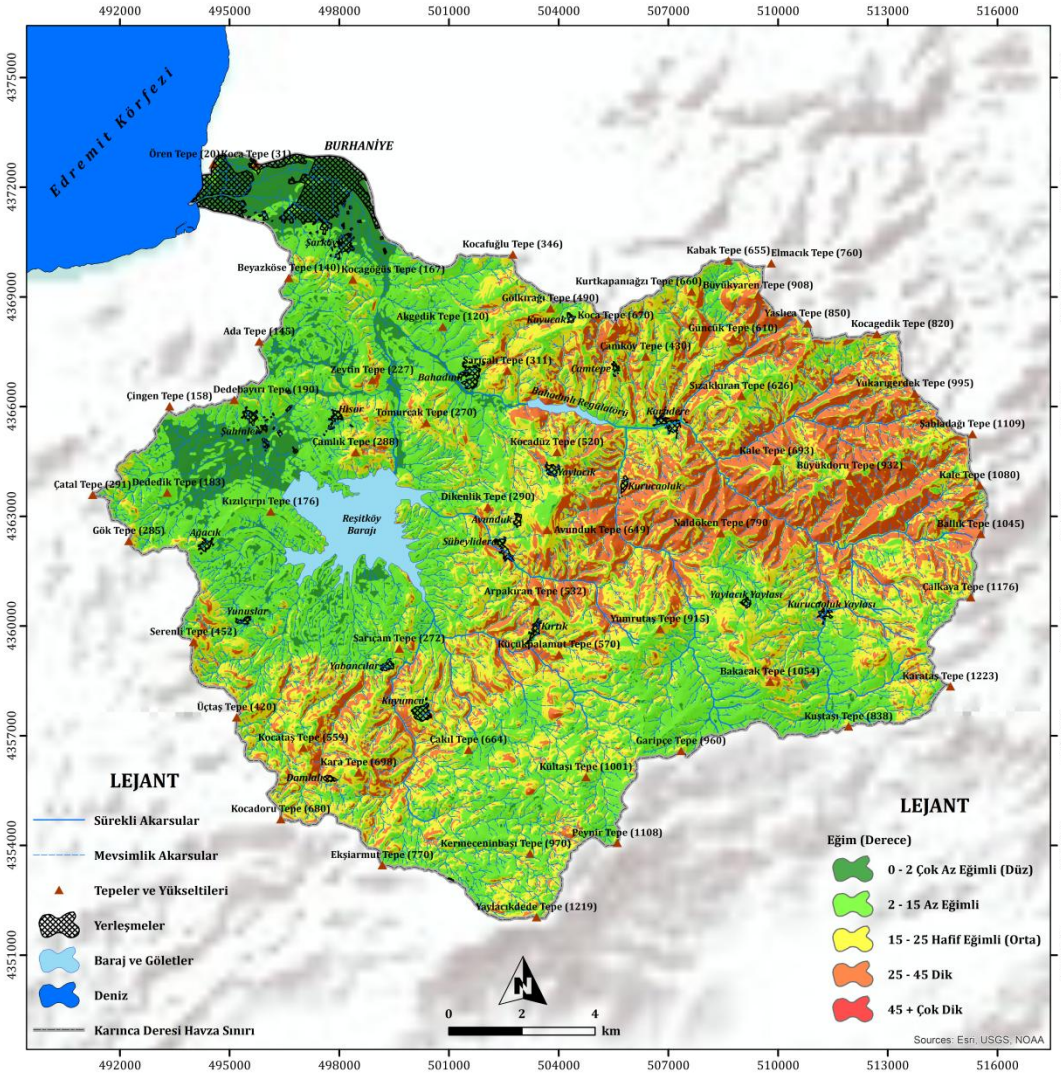
Tablo 34. Alt Havzaların Eğim Özelliklerinin Alansal Dağılışları

Alt Havzalar	Eğim (◦)	Alan (km^2)	Oran (%)	Dağılış Grafiği
Karadere (Bahadınlı)	0-2	1	0,8	
	2-15	36,4	29,9	
	15-25	45,9	37,6	
	25-45	38,7	31,7	
	45 +	0,02	0,2	
Alanbey Dere	0-2	0,01	0,4	
	2-15	0,9	30,4	
	15-25	1,7	56,8	
	25-45	0,4	12,4	
	45 +	-	-	
Karadere (Karadere)	0-2	0,4	0,6	
	2-15	15,9	25,3	
	15-25	22,9	36,3	
	25-45	23,8	37,8	
	45 +	0,02	0,2	
Hıyarlık Dere	0-2	0,01	0,2	
	2-15	0,9	17,7	
	15-25	2	37,5	
	25-45	2,3	44,5	
	45 +	-	-	
Karranocağı Dere	0-2	0,02	0,3	
	2-15	2,5	30,1	
	15-25	4	48,8	
	25-45	1,7	20,8	
	45 +	-	-	
Ballı Dere (Şahinler)	0-2	6	34,3	
	2-15	10,5	59,9	
	15-25	1	5,5	
	25-45	0,05	0,3	
	45 +	-	-	

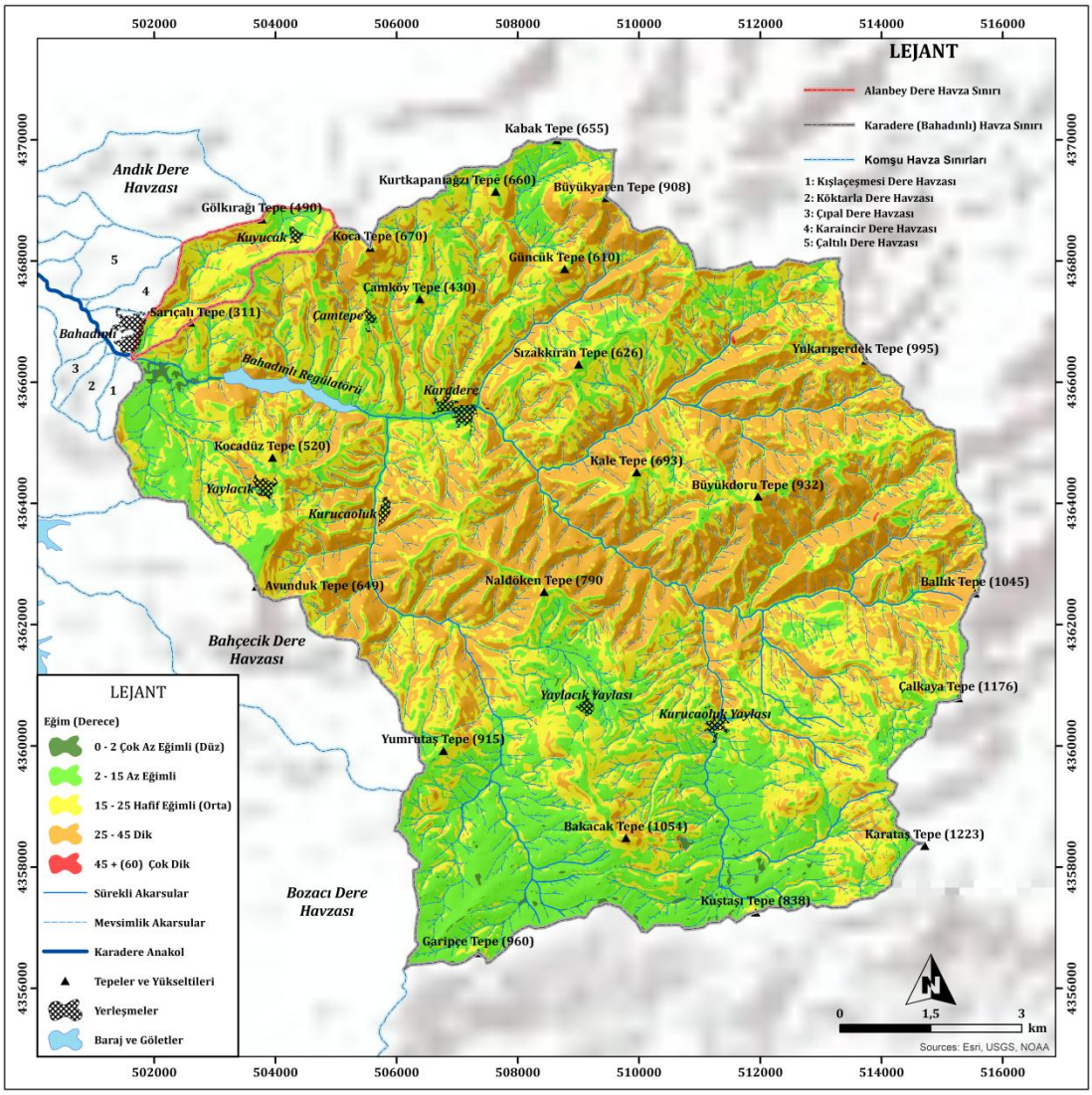
Tablo 34-devamı

Bahçecik Dere (Sübeylidere)	0-2	0,01	0,2	
	2-15	1,2	17,5	
	15-25	3,4	48,1	
	25-45	2,4	34,2	
	45 +	-	-	
Çeşmebaşı Dere (Yunuslar)	0-2	0,01	0,8	
	2-15	0,9	58,9	
	15-25	0,5	32,5	
	25-45	0,1	7,8	
	45 +	-	-	
Suçöven Dere (Kurucaoluk Yaylası)	0-2	0,3	1,7	
	2-15	8,2	56,5	
	15-25	5,2	35,8	
	25-45	0,9	6	
	45 +	-	-	
Karınca 1	0-2	1,7	44,3	
	2-15	1,9	51,4	
	15-25	0,1	3,7	
	25-45	0,01	0,3	
	45 +	-	-	
Karınca 2	0-2	0,6	33,6	
	2-15	1	54,5	
	15-25	0,2	11,2	
	25-45	0,01	0,7	
	45 +	-	-	

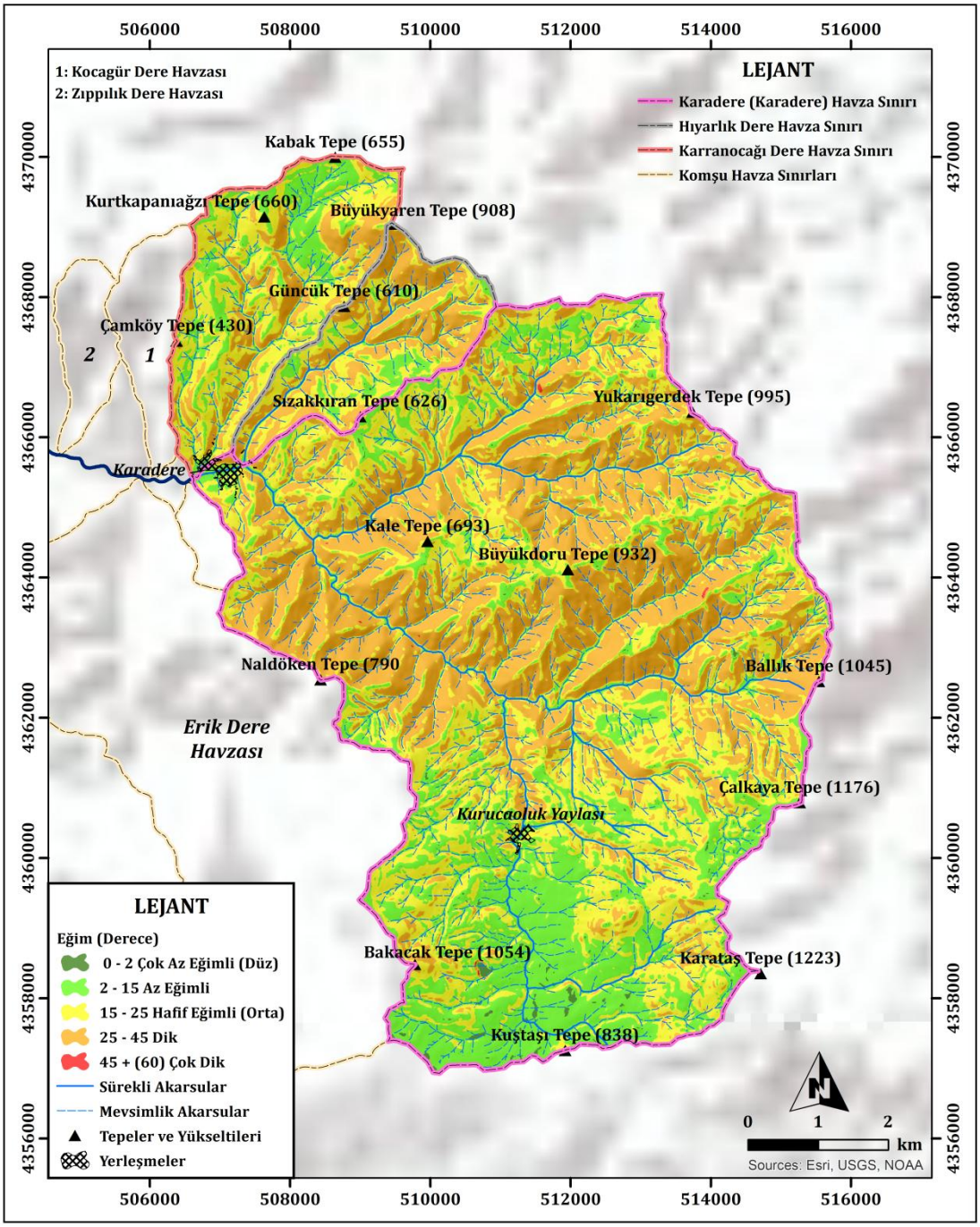
Kaynak: Orijinal



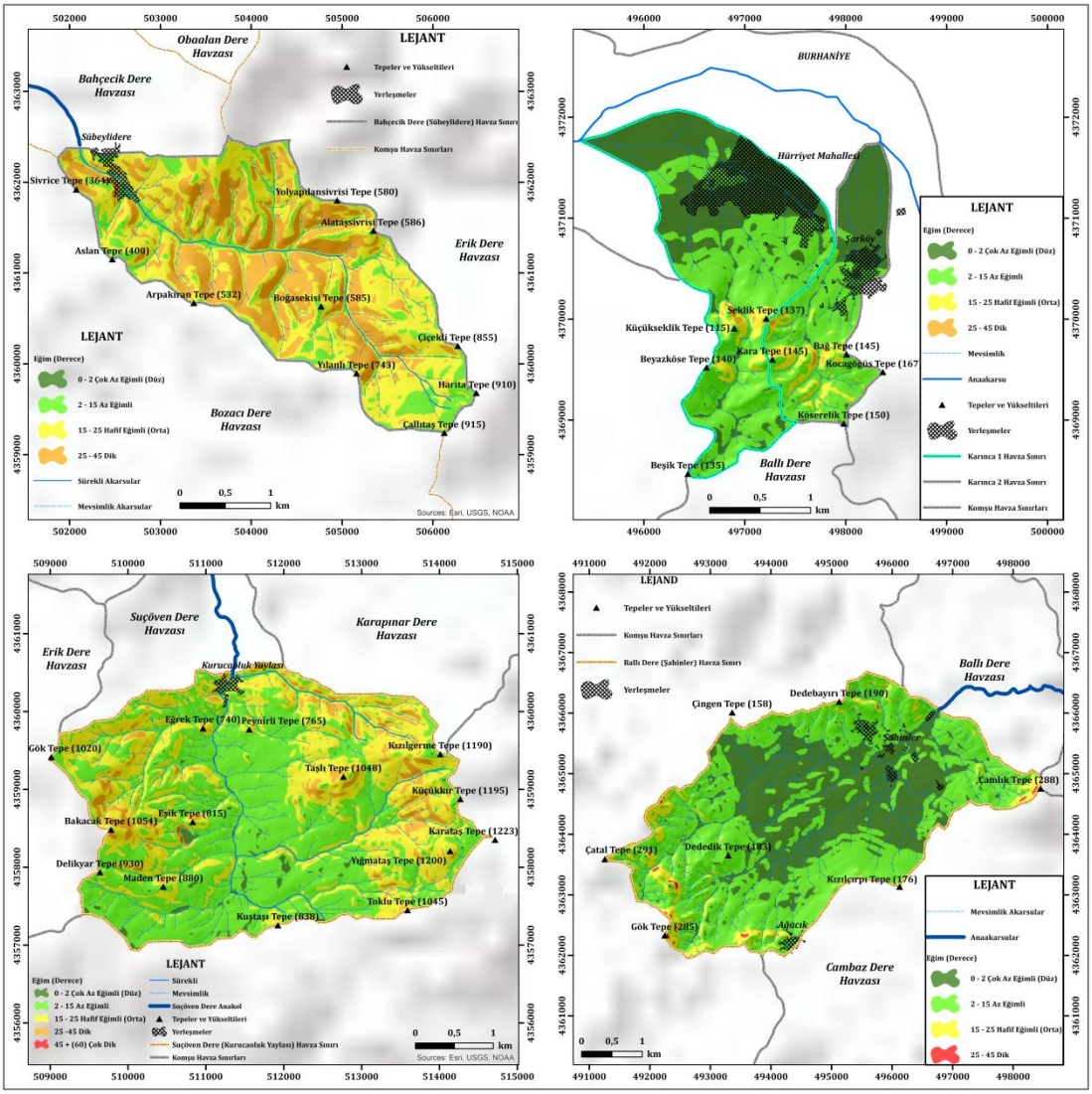
Şekil 69. Karınca Dere Havzası'nın Eğim Haritası
Kaynak: Orijinal



Şekil 70. Karadere (Bahadınlı) ve Alanbey Dere Havzalarının Eğim Haritası
Kaynak: Orijinal



Şekil 71. Karadere (Karadere), Karranocağı Dere ve Hıyarlık Dere Havzalarının Eğim Haritası
Kaynak: Orijinal



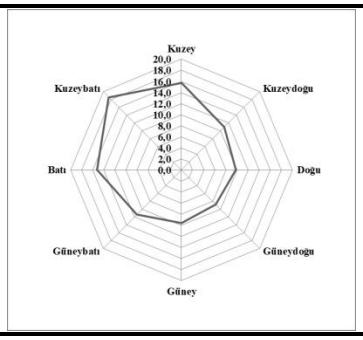
Şekil 72. Bahçecik Dere, Suçöven Dere, Ballı Dere, Karınca 1 ve Karınca 2 Havzalarının Eğim Haritası
Kaynak: Orijinal

4.2.3.2. Bakı

Kuzey yarımkürede, güney bakılı yamaçlar kuzeye bakan yamaçlara kıyasla daha fazla kısa dalgalı güneş radyasyonuna maruz kalmaktadır. Güney yarımkürede ise bu durum ters yönde gerçekleşmektedir. İnceleme alanının kuzey yarımkürede yer alması nedeniyle, güney bakılı yamaçlar kuzey bakılı yamaçlara oranla daha yüksek miktarda güneşlenme almaktadır. Bakı koşullarına bağlı olarak, kuzey ve güney yamaçlarda gelişen jeomorfik süreçler arasında belirgin farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Güney bakılı yamaçlarda evapotranspirasyon oranının yüksek olması, yağış sonrası bitki örtüsü ve toprakta daha hızlı bir su ihtiyacının oluşmasına neden olmaktadır. Bu durum, zaman içerisinde bitki örtüsünün seyrekleşmesine ve kuraklığa

dayanıklı türlerin yaygınlaşmasına yol açmaktadır. Seyrek bitki örtüsüne sahip alanlarda yüzeysel akışın artması, buna bağlı olarak erozyon süreçlerinin daha etkin hâle gelmesi söz konusudur. Buna karşılık kuzey bakılı yamaçlar, yağış sonrasında toprak nemini güney bakılı yamaçlara göre daha uzun süre muhafaza edebilmekte ve bu koşullar nemcil bitki türlerinin yayılışını desteklemektedir. Böylece kuzey bakılı yamaçlar, infiltrasyonu artıran ve yüzeysel akışı azaltan bir etki göstermekle birlikte, daha derin toprak profillerinin gelişimine de olanak sağlamaktadır (Kirkby vd., 1990; Mater, 1998; Turoğlu ve Özdemir, 2005).

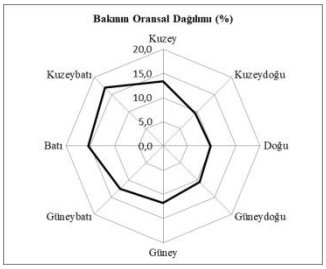
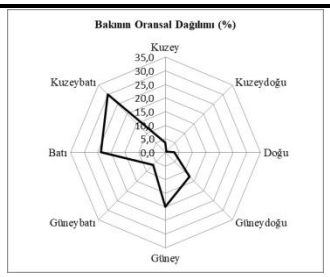
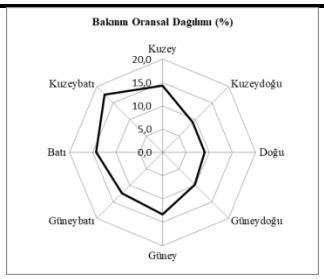
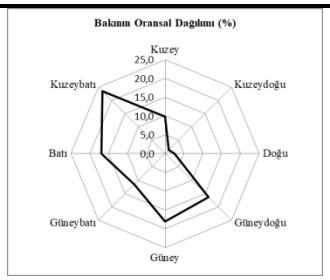
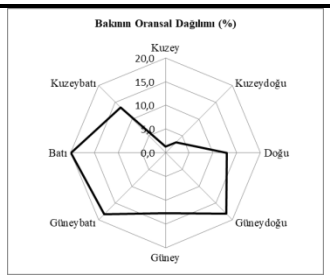
Tablo 35. Karınca Dere Havzası'nın Bakı Özelliklerinin Alansal ve Oransal Dağılışı

Bakı Faktörü	Alan (km^2)	Oran (%)	Dağılış Grafiği
Kuzey	46,6	15,8	
Kuzeydoğu	32,5	11	
Doğu	29,1	9,8	
Güneydoğu	25,9	8,8	
Güney	28,4	9,6	
Güneybatı	33,7	11,4	
Batı	44,6	15,1	
Kuzeybatı	54,8	18,5	

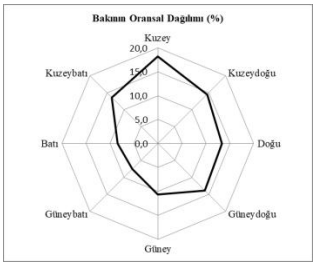
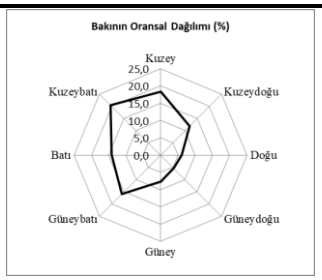
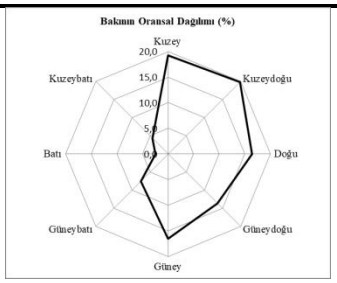
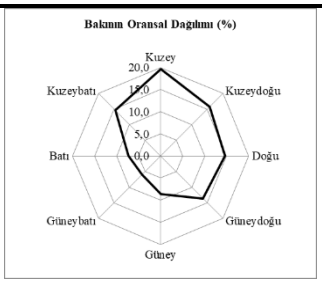
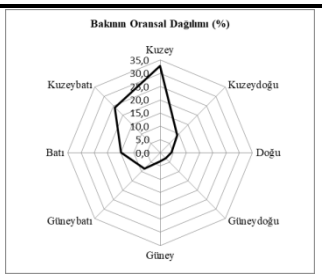
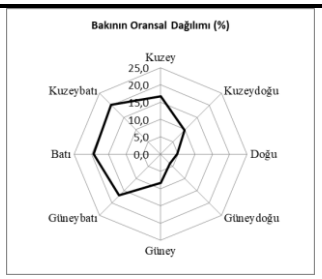
Kaynak: Orijinal

Havzada en fazla alan kaplayan yamaçlar, kuzey bakılı yamaçlar olup bunu sırası ile güney, batı ve doğu bakılı yamaçlar takip eder (Tablo 35, Şekil 73). Alt havzalara ait bakının alansal ve oransal dağılımı incelendiğinde ise Karadere (Bahadınlı), Alanbey Dere, Karadere (Karadere), Hıyarlık Dere, Bahçecik Dere (Sübeylidere), Karınca 1 ve Karınca 2 alt havzalarının Karınca Dere Havzası ile benzer özellikler gösterdiği ifade edilebilir. Ballı Dere (Şahinler), Suçöven Dere (Kurucaoluk) ve Çeşmebaşı Dere (Yunuslar) alt havzalarında en fazla alan kaplayan yamaçlar kuzey bakılı yamaçlardır. Bunu sırası ile güney, doğu ve batı bakılı yamaçlar takip eder. Karranocağı Dere alt havzasında ise en fazla alana sahip yamaçlar güney bakılı yamaçlar olup bunu sırasıyla batı kuzey ve doğu bakılı yamaçlar takip etmektedir (Tablo 36, Şekil, 74, Şekil 75, Şekil 76).

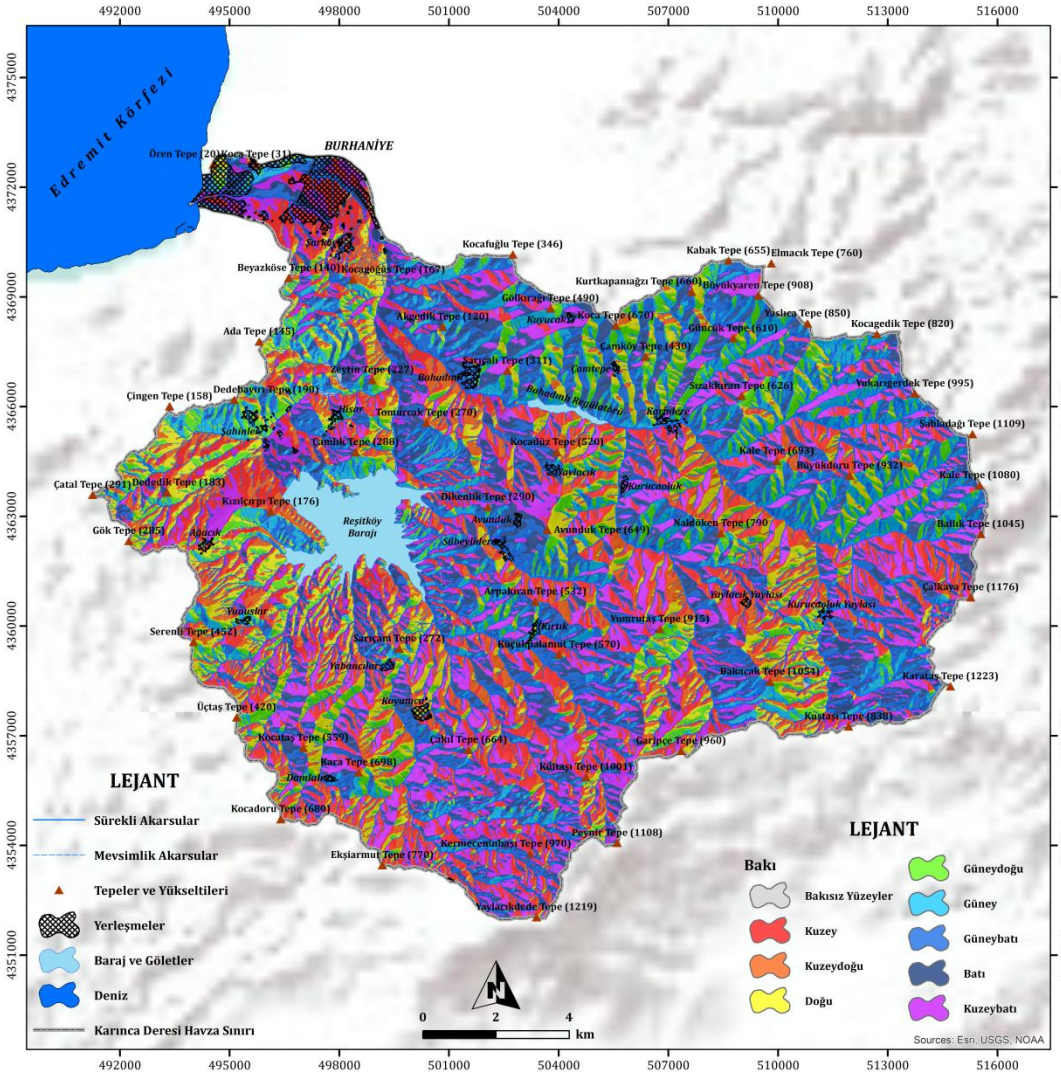
Tablo 36. Karınca Dere Havzası Alt Havzalarına Ait Bakı Oranları ve Diagramları

Alt Havzalar	Bakı	Alan (km^2)	Oran (%)	Dağılış Grafiği
Karadere (Bahadınlı)	Kuzey	16,2	13,3	
	Kuzeydoğu	11,6	9,5	
	Doğu	12	9,8	
	Güneydoğu	13	10,6	
	Güney	14,4	11,8	
	Güneybatı	15,3	12,5	
	Batı	18,8	15,4	
	Kuzeybatı	20,8	17	
Alanbey Dere	Kuzey	0,1	3,6	
	Kuzeydoğu	0,01	0,3	
	Doğu	0,1	3,2	
	Güneydoğu	0,4	12,5	
	Güney	0,6	20	
	Güneybatı	0,2	6,5	
	Batı	0,7	23,9	
	Kuzeybatı	0,9	30,1	
Karadere (Karadere)	Kuzey	9,0	14,3	
	Kuzeydoğu	5,8	9,1	
	Doğu	5,7	9	
	Güneydoğu	6,2	9,8	
	Güney	8,4	13,3	
	Güneybatı	7,8	12,4	
	Batı	9	14,4	
	Kuzeybatı	11,1	17,6	
Hıyarlık Dere	Kuzey	0,5	9,8	
	Kuzeydoğu	0,1	1,5	
	Doğu	0,1	2,5	
	Güneydoğu	0,9	16,3	
	Güney	1	18	
	Güneybatı	0,6	11,6	
	Batı	0,9	16,9	
	Kuzeybatı	1,2	23,5	
Karranocağı Dere	Kuzey	0,1	1,3	
	Kuzeydoğu	0,3	3,2	
	Doğu	1,1	12,9	
	Güneydoğu	1,5	18,2	
	Güney	1,1	12,8	
	Güneybatı	1,5	18,3	
	Batı	1,7	19,9	
	Kuzeybatı	1,1	13,4	

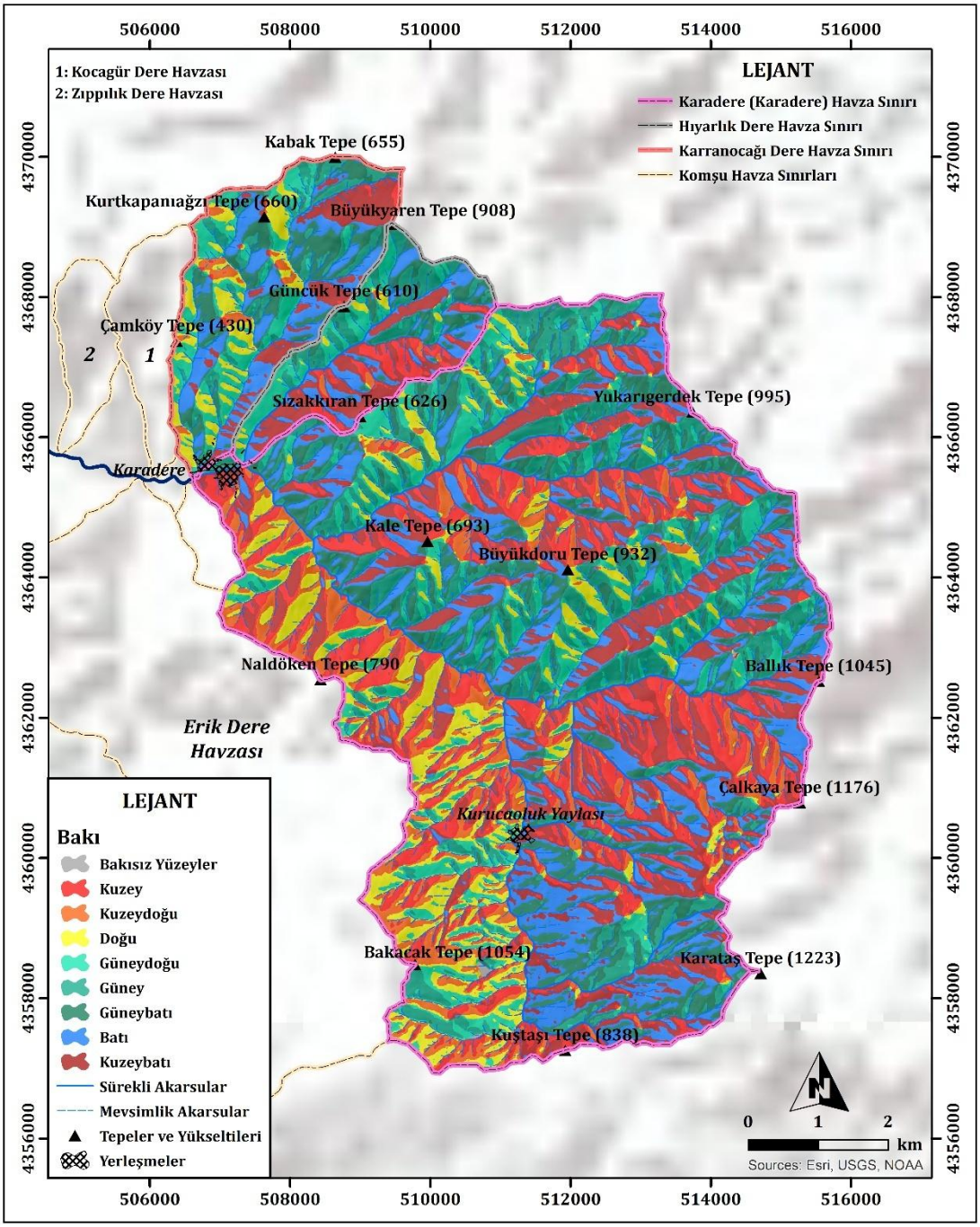
Tablo 36-devamı

Ballı Dere (Şahinler)	Kuzey	3,4	19,6	
	Kuzeydoğu	2,8	15,8	
	Doğu	2,6	14,7	
	Güneydoğu	2,4	13,6	
	Güney	1,5	8,6	
	Güneybatı	1	5,9	
	Batı	1,3	7,4	
	Kuzeybatı	2,6	14,6	
Bahçecik Dere (Sübeylidere)	Kuzey	1,3	18,3	
	Kuzeydoğu	0,9	11,9	
	Doğu	0,4	6,2	
	Güneydoğu	0,4	5,4	
	Güney	0,5	7,6	
	Güneybatı	1,1	15,9	
	Batı	1	14,2	
	Kuzeybatı	1,5	20,4	
Çeşmebaşı Dere (Yunuslar)	Kuzey	0,3	21,6	
	Kuzeydoğu	0,3	20,7	
	Doğu	0,3	15,9	
	Güneydoğu	0,2	14	
	Güney	0,3	17,3	
	Güneybatı	0,1	5,4	
	Batı	0,01	0,6	
	Kuzeybatı	0,1	4,5	
Suçöven Dere (Kurucaoluk Yaylası)	Kuzey	3,4	19,6	
	Kuzeydoğu	2,8	15,8	
	Doğu	2,6	14,7	
	Güneydoğu	2,4	13,6	
	Güney	1,5	8,6	
	Güneybatı	1	5,9	
	Batı	1,3	7,4	
	Kuzeybatı	2,6	14,6	
Karınca 1	Kuzey	1,3	32,9	
	Kuzeydoğu	0,4	9,3	
	Doğu	0,2	4,2	
	Güneydoğu	0,1	2,9	
	Güney	0,1	3,3	
	Güneybatı	0,3	8,4	
	Batı	0,6	14,8	
	Kuzeybatı	0,9	24,2	
Karınca 2	Kuzey	0,8	43,1	
	Kuzeydoğu	0,3	15,1	
	Doğu	0,2	10,2	
	Güneydoğu	0,1	6,6	
	Güney	0,03	1,8	
	Güneybatı	0,1	4,4	
	Batı	0,1	6,1	
	Kuzeybatı	0,2	12,7	

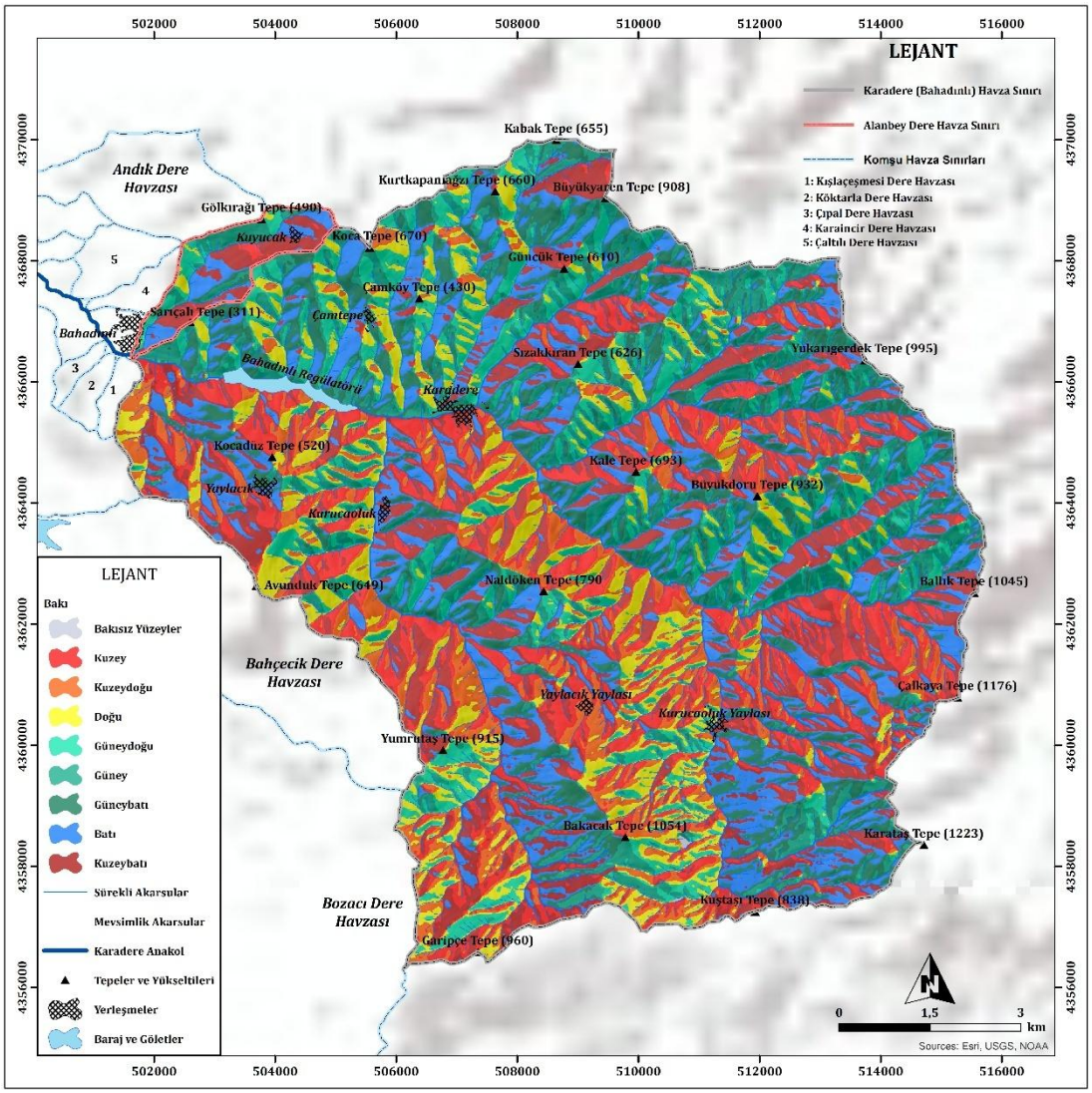
Kaynak: Orijinal



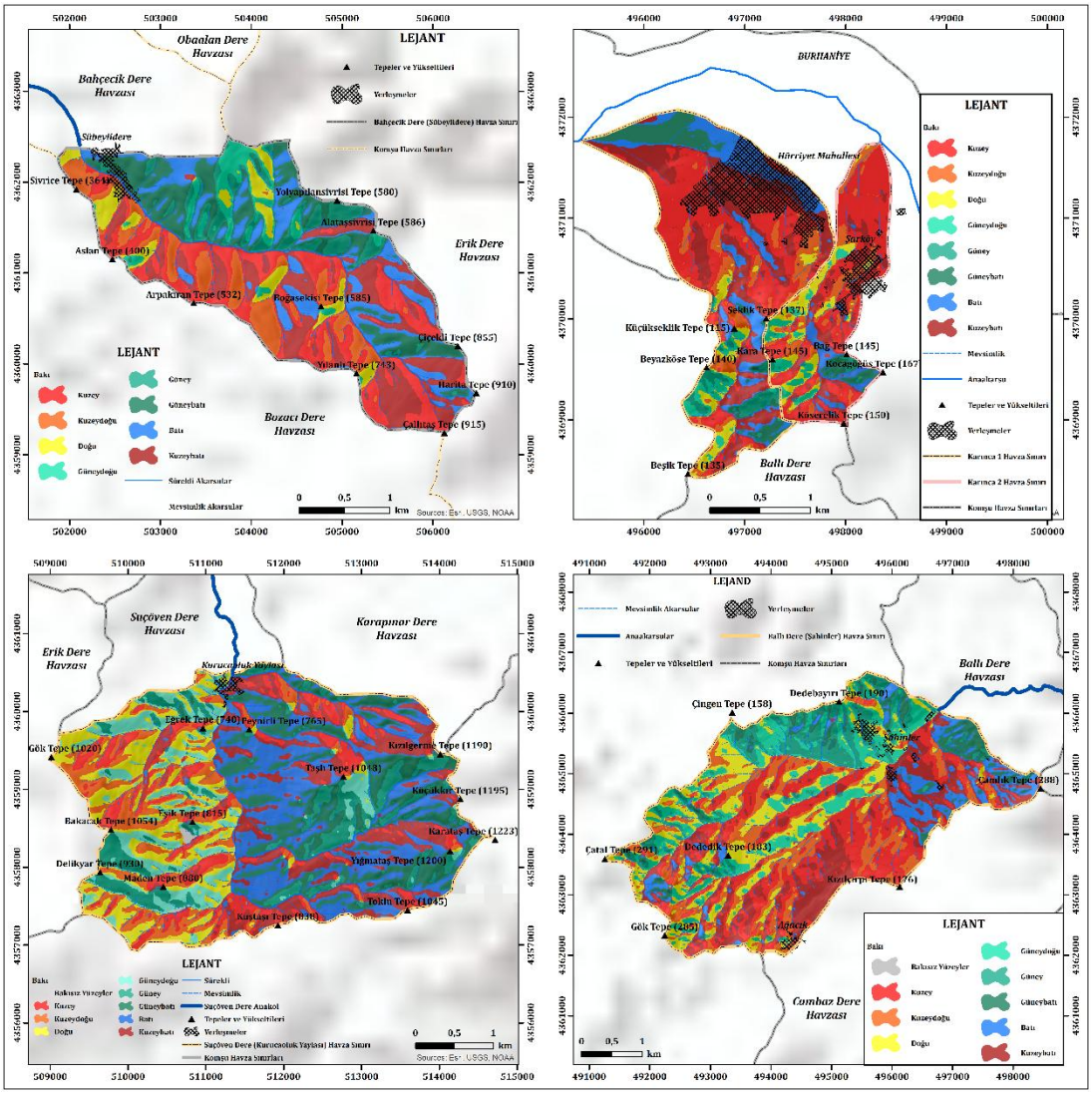
Şekil 73. Karınca Dere Havzası'nın Bakı Haritası
Kaynak: Orijinal



Şekil 74. Karadere (Karadere), Karranocağı Dere ve Hıyarlık Dere Havzalarının Bakı Haritası
Kaynak: Orijinal



Şekil 75. Karadere (Bahadınlı) ve Alanbey Dere Havzalarının Bakı Haritası
Kaynak: Orijinal



Şekil 76. Bahçecik Dere, Suçöven Dere, Ballı Dere, Karınca 1 ve Karınca 2 Havzalarının Bakı Haritası
Kaynak: Orijinal

4.2.3.3. Relief Oranı (R_h)

Relief Oranı "R_h", maksimum havza reliefinin ana akarsuya paralel olan maksimum havza uzunluğuna bölünmesiyle elde edilir (Schumm, 1956; Strahler, 1964; Zavoianu, 1985). Relief oranı, havzalardaki erozif faaliyetler ve sediment taşınımında önemli bir etkiye sahiptir. Schumm (1956), 7 farklı akarsu havzasının verilerini kullanarak relief oranı ile uzunluk oranı, yatak eğimi, drenaj yoğunluğu ve asılı yük arasında pozitif bir ilişkinin olduğunu göstermiştir. Morisawa (1959) ise, homojen litolojik özelliklere sahip bir drenaj havzasında akarsu dizinlerinin artmasıyla relief oranının azaldığını ortaya koymuştur. Karınca Dere Havzası'nın "R_h" değeri 0,06'dır (Tablo 37). Alt havzaların "R_h" değerleri ise 0,03 ile 0,16 arasında değişmektedir (Tablo 38). En yüksek "R_h" değerine sahip olan Hıyarlık Dere (0,16) alt havzasında, drenaj yoğunluğu, uzunluk oranı, genel eğim özellikleri ve yüzeysel akışta yüksektir. En düşük "R_h" değerine sahip olan Ballı Dere (Şahinler) (0,03) alt havzasında ise tam tersi bir durum söz konusudur.

Tablo 37. Karınca Dere Havzası'nın Relief Oranı (R_h)Değeri

Havza Adı	Relief Oranı (R_h)
Karınca Dere Havzası	0,06

Kaynak: Orijinal

Tablo 38. Karınca Dere Havzası alt havzalarına ait Relief Oranı (R_h)değerleri

Havza Adı	Relief Oranı (R_h)
Karadere (Bahadınlı)	0,07
Alanbey Dere	0,13
Ballı Dere(Şahinler)	0,03
Çeşmebaşı Dere (Yunuslar)	0,14
Bahçecik Dere (Sübeylidere)	0,14
Suçöven Dere (Kurucaoluk)	0,13
Karadere (Karadere)	0,1
Hıyarlık Dere	0,16
Karranocağı Dere	0,14
Karınca Alt Havza 1	0,04
Karınca Alt Havza 2	0,05

Kaynak: Orijinal

4.2.3.4. Havza Reliefi (B_h)

Havza reliefi "B_h", havzanın maksimum ve minimum yükseltileri arasındaki fark olarak ifade edilir (Schumm, 1956; Pareta and Pareta, 2011) Havza reliefi ve havza eğimi önemli hidrolojik parametrelerdir. Yüksek relief değerleri, yüksek dere yatağı eğimlerine ve daha dik yamaçlara, akım toplanma zamanının azalmasına buna bağlı olarak da taşkın pikinin artmasına neden olur. Ayrıca havza reliefi, havzalardaki sızma kapasitesi, drenaj gelişimi, yüzeysel ve yeraltı su akımları, yerşekillerinin gelişimi ve erozif faaliyetler üzerinde önemli rol oynamaktadır. Karınca Dere Havzası'nın "B_h" değeri 1220 m'dir (Tablo 39). Alt havzaların "B_h" değerleri ise 140 ile 1123 m'ler arasında değişmektedir (Tablo 40). En yüksek "B_h" değerine sahip olan Karadere (Bahadınlı) (1123 m) alt havzası, diğer alt havzalara oranla daha yüksek dere yatağı eğimleri ve daha dik yamaçlara sahip olup akım toplanma zamanı kısa, taşkın piki yüksektir. Buna bağlı olarak Karadere (Bahadınlı) alt havzasının sel ve taşkınlar açısından elverişli olduğunu söylemek mümkündür. Bunu sırası ile Karadere (Karadere) (1037 m), Karranocağı Dere (728 m) ve Bahçecik Dere (Sübeylidere) (723 m) alt havzaları takip eder. En düşük "B_h" değerine sahip olan Karınca 2 alt havzasının ise sel ve taşkınlar açısından elverişsiz olduğunu söylemek mümkündür.

Tablo 39. Karınca Dere Havzası'nın Havza Reliefi (B_h)Değeri

Havza Adı	Havza Reliefi (B_h)
Karınca Dere Havzası	1220

Kaynak: Orijinal

Tablo 40. Karınca Dere Havzası Alt Havzalarına Ait Havza Reliefi (B_h)Değerleri

Havza Adı	Havza Reliefi (B_h)
Karadere (Bahadınlı)	1123
Alanbey Dere	522
Ballı Dere(Şahinler)	202
Çeşmebaşı Dere (Yunuslar)	293
Bahçecik Dere (Sübeylidere)	723
Suçöven Dere (Kurucaoluk)	554
Karadere (Karadere)	1037
Hıyarlık Dere	713
Karranocağı Dere	728
Karınca Alt Havza 1	142
Karınca Alt Havza 2	140

Kaynak: Orijinal

4.2.3.5. Engebelilik Değeri

Engebelilik Değeri "R_n", havza reliefi ve drenaj yoğunluğunun çarpımıyla elde edilir (Melton, 1957). "R_n", sızma kapasitesi, yüzeysel akış ve aşındırma etmen ve süreçleri hakkında bilgi vermektedir (Özdemir, 2007a; Reddy vd., 2004). Engebelilik değerinin yüksekliği, havzadaki pik akımlarda meydana gelen artışı ve erozif faaliyetlerin hız kazandığını gösterir. Yüksek "R_n" oranına sahip havzalarda sel ve taşkın hassasiyeti de yüksektir (Baker, vd., 1988; Ritter vd., 1995; Özdemir, 2007a). Karınca Dere Havzası'nın "R_n", değeri 6,67'dir (Tablo 41). Alt havzaların "R_n" değerleri ise 0,66 ile 6,04 arasında değişmektedir (Tablo 42). En yüksek "R_n" değerine sahip olan Karadere (Bahadınlı) (6,04) ve Karadere (Karadere) (5,82) havzaları sel ve taşkın üretme potansiyeli en yüksek olan havzalardır. Bunları sırasıyla Karranocağı Dere (3,73), Hıyarlık Dere (3,7) ve Bahçecik Dere (Sübeylidere) (3,64) alt havzaları takip eder. En düşük "R_n" değerine sahip olan Karınca 1 (0,66) alt havzası ise sel ve taşkın üretme potansiyeli en düşük olan havzadır.

Tablo 41. Karınca Dere Havzası'nın Engebelilik Değeri (R_n)Değeri

Havza Adı	Engebelilik Değeri (R_n)
Karınca Dere Havzası	6,67

Kaynak: Orijinal

Tablo 42. Karınca Dere Havzası Alt Havzalarına Ait Engebelilik Değeri (R_n)Değerleri

Havza Adı	Engebelilik Değeri (R_n)
Karadere (Bahadınlı)	6,04
Alanbey Dere	1,96
Ballı Dere(Şahinler)	1,07
Çeşmebaşı Dere (Yunuslar)	1,74
Bahçecik Dere (Sübeylidere)	3,64
Suçöven Dere (Kurucaoluk)	3,17
Karadere (Karadere)	5,82
Hıyarlık Dere	3,7
Karranocağı Dere	3,73
Karınca Alt Havza 1	0,66
Karınca Alt Havza 2	0,86

Kaynak: Orijinal

4.2.3.6. Akım Toplanma Zamanı (T_c)

Akım toplanma zamanı "T_c", bir akarsu havzasında yağış sonrası yüzeysel akışa geçen suyun havzanın en yüksek noktasından ana kola veya denize ulaşıncaya kadar geçen zamanı ortaya koyan ampirik yöntemlerden birisidir (Verstappen, 1983; Özdemir, 2011; Grimaldi vd., 2012). Bu çalışmada akım toplanma zamanı "T_c", hesaplamasında Kirpich (1940) formülü kullanılmıştır. Bu formülde etkili olan faktörler; litoloji, eğim özellikleri, toprak tipi ve bitki örtüsü özellikleridir. Akarsu kanalının şekli ve eğim özellikleri akım toplanma zamanını etkileyen en önemli faktörlerdendir. Eğim faktörü ve akım toplanma zamanı arasında negatif ilişki vardır. "T_c", arttıkça akım toplanma zamanı kısalır. Doğal akarsu yataklarında suyun oyalanması daha fazla, hızı ise yavaş olacaktır. Ancak yapay yatak (kanal) içinde akış gösteren akarsularda sürtünmenin azlığına bağlı suyun oyalanması azalacak, hızı ise artacaktır. Bitki örtüsünün yoğun olduğu şehirleşmenin olmadığı alanlarda, suyun yüzeyde oyalanması artacağı için akım toplanma zamanı da uzayacaktır. Bitki

örtüsünden yoksun, toprak örtüsünün beton ve/veya asfalt ile kaplandığı alanlarda ise su yüzeysel akışa daha çabuk ve daha hızlı geçer. Buna bağlı olarak akım toplanma zamanı kısalır. Karınca Dere Havzası'nın akım toplanma zamanı 3 saat 9 dakikadır (Tablo 43). Alt havzaların akım toplanma zamanı ise 2 saat 6 dakika ile 17 dakika arasında değişmektedir (Tablo 44). Akım toplanma zamanı en uzun olan havza Karadere (Bahadınlı) (126 dk.) alt havzasıdır. Akım toplanma zamanı en kısa olan havza ise Çeşmebaşı Dere (Yunuslar) (17 dk.) alt havzasıdır.

Tablo 43. Karınca Dere Havzası'nın Akım Toplanma Zamanı (T_c) Değeri

Havza Adı	Akım Toplanma Zamanı (T_c) (Dk.)
Karınca Dere Havzası	189

Kaynak: Orijinal

Tablo 44. Karınca Dere Havzası Alt Havzalarına Ait Akım Toplanma Zamanı (T_c) Değerleri

Havza Adı	Akım Toplanma Zamanı (T_c) (Dk.)
Karadere (Bahadınlı)	126
Alanbey Dere	28
Ballı Dere(Şahinler)	75
Çeşmebaşı Dere (Yunuslar)	17
Bahçecik Dere (Sübeylidere)	35
Suçöven Dere (Kurucaoluk)	42
Karadere (Karadere)	86
Hıyarlık Dere	26
Karranocağı Dere	27
Karınca Alt Havza 1	61
Karınca Alt Havza 2	34

Kaynak: Orijinal

4.2.3.7. Hipsometrik İntegral (H_i)

Hipsometrik İntegral (H_i), hipsometrik eğrinin altında kalan toplam alanı temsil eder ve drenaj havzasının morfolojik yapısını tanımlamanın en pratik yoludur (Keller ve Pinter, 2002). Bu değerin hesaplanmasında temel olarak havzaya ait maksimum, minimum ve ortalama yükselti verileri kullanılmaktadır (Pike ve Wilson, 1971; Mayer, 1990). Hipsometrik İntegral değeri 0 ile 1 arasında değişmekte olup,

değerin yüksek çıkması topografyanın yüksekliğinin, düşük veya orta çıkması ise aşındırılmış ve parçalanmış bir topografyanın göstergesidir. "H_i" değeri havzanın aşınım döngüsü içindeki evresini ortaya koyması bakımından önemlidir. "Gençlik" evresindeki bir akarsu havzasında az sayıda da olsa yüksek yatak eğimlerine sahip akarsular, kanyon ve/veya V şekilli vadilerde akış göstermektedir. Bu havzalarda engebeli yerşekillerinin, ani su düşüşleri ve şelalelerin varlığı, buna karşın taşkın ovasının olmadığı bir topografya söz konusudur. "Olgunluk" evresindeki bir akarsu havzasında, drenaj ağı gençlik evresine oranla daha gelişmiştir. Akarsu yataklarının deniz seviyesine kadar aşındırıldığı, mendereslerin ortaya çıktığı ve akarsuların denge profiline yaklaştığı topografyaları ifade eder. "Yaşlılık" evresindeki bir akarsu havzasında ise mendereslerin önünün ve gerisinin tamamen taşkın ovası durumuna geçtiği, vadilerin oldukça geniş olduğu, eğimin ise çok az da olsa boyuna profildeki varlığı söz konusudur. Su akım hızı oldukça düşük olup, sediment taşınımının sınırlıdır. Morfolojik birimler arası geçişlerin daha yumuşak olduğu, bazı aşınım tepelerinin olabileceği "peneplen" topografya görünümü söz konusudur. Karınca Dere Havzası'nın "H_i" değeri 0,36'dır (Tablo 45). Alt havzaların "H_i" değerleri ise 0,26 ile 0,51 arasında değişmektedir (Tablo 46). Karınca Dere Havzası ve alt havzaların tamamının "H_i" değerleri incelendiğinde bu havzaların olgunluk ve yaşlılık evreleri arasında yer aldığı görülür. Karınca Dere Havzası, 0,36 "H_i" değeri ile olgunluk evresinden yaşlılık evresine geçiş aşamasındadır. 0,27 değeri ile en düşük değere sahip olan Ballı Dere (Şahinler) alt havzası yaşlılık evresine en yakın alt havzadır. 0,51 değeri ile en yüksek değere sahip olan Karadere (Karadere) alt havzası ise olgunluk evresindedir.

Tablo 45. Karınca Dere Havzası'nın Hipsometrik İntegral (H_i)değeri

Havza Adı	Hipsometrik İntegral (H_i)
Karınca Dere Havzası	0,36

Kaynak: Orijinal

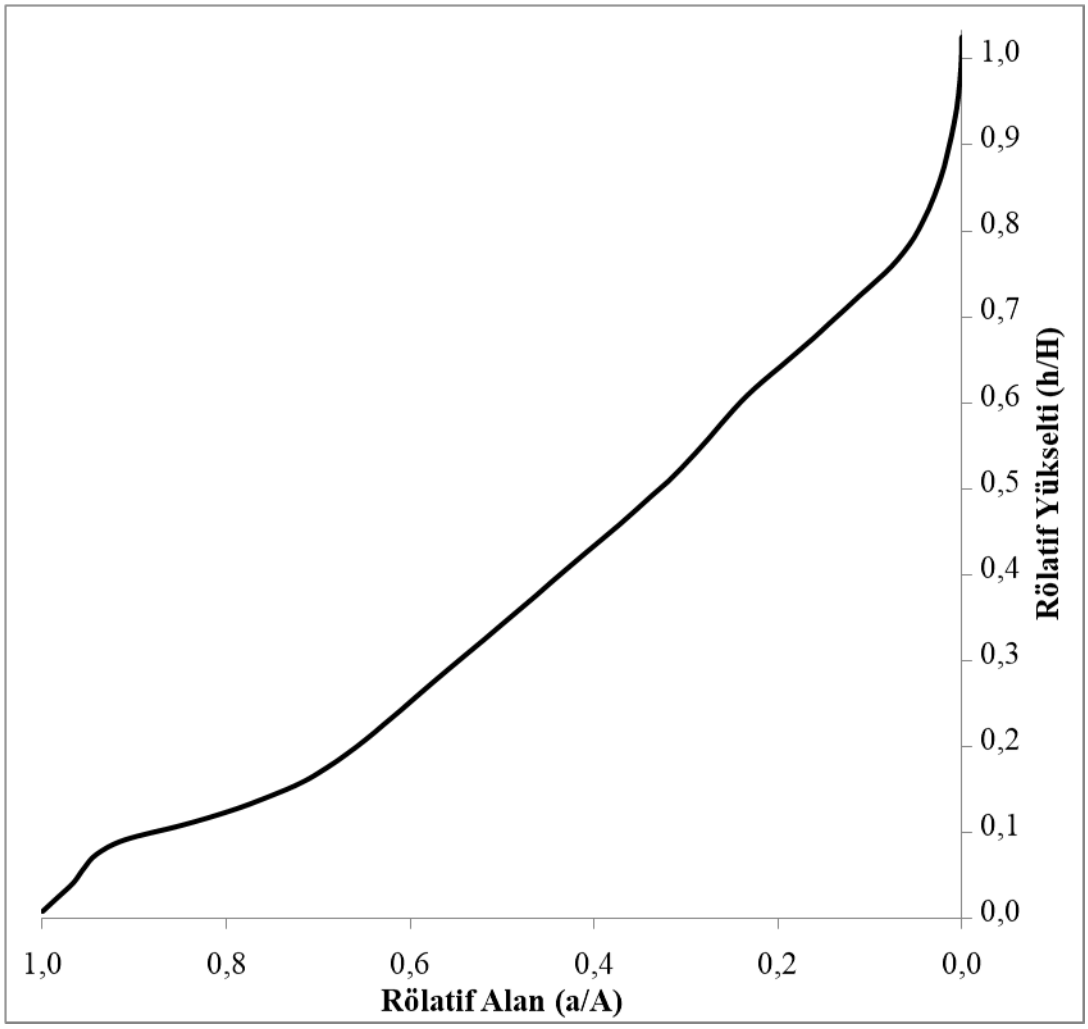
Tablo 46. Karınca Dere Havzası Alt Havzalarına Ait Hipsometrik İntegral (H_i) Değerleri

Havza Adı	Hipsometrik İntegral (H_i)
Karadere (Bahadınlı)	0,46
Alanbey Dere	0,48
Ballı Dere(Şahinler)	0,26
Çeşmebaşı Dere (Yunuslar)	0,44
Bahçecik Dere (Sübeylidere)	0,42
Suçöven Dere (Kurucaoluk)	0,36
Karadere (Karadere)	0,51
Hıyarlık Dere	0,46
Karranocağı Dere	0,42
Karınca Alt Havza 1	0,35
Karınca Alt Havza 2	0,36

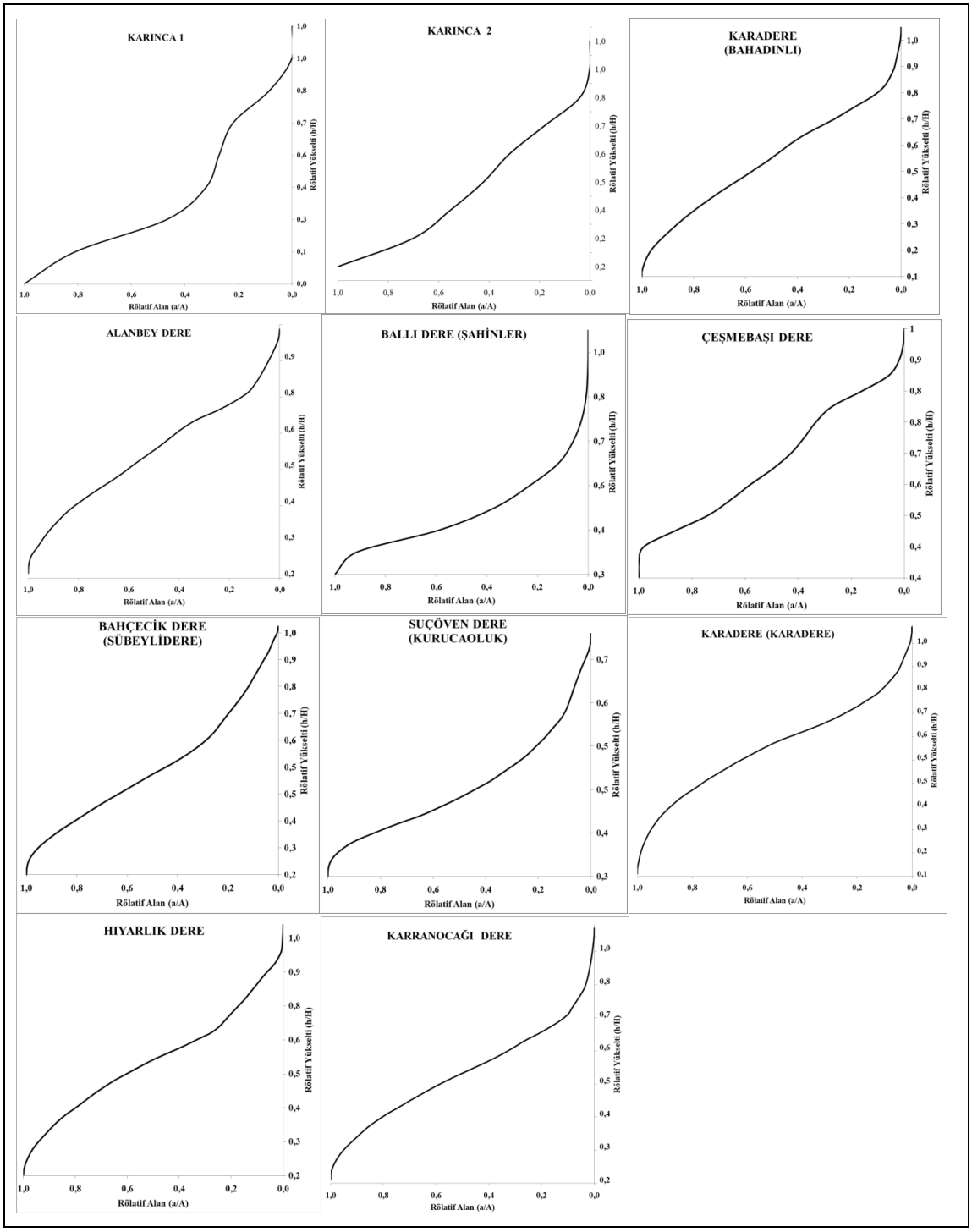
Kaynak: Orijinal

4.2.3.8. Hipsometrik Eğri (H_c)

Hipsometrik Eğri "H_c", yüksekliğin drenaj havzası içindeki dağılımını gösteren bir eğridir. Hipsometrik eğri, toplam havza yüksekliği oranının (h/H = rölatif yükseklik) toplam havza alanı oranı (a/A= rölatif alan) ile birlikte değerlendirilmesiyle hesaplanır (Strahler, 1964). Hipsometrik eğri farklı drenaj havzalarının karşılıklı olarak değerlendirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Dışbükey hipsometrik eğriler, akarsuların akım gücünün yüksek olduğu, buna bağlı olarak da sel karakterli su baskınlarının oluşabileceği daha genç topografyaları ifade eder. İçbükey hipsometrik eğriler ise akarsuların akım gücünün ve sediment taşınımının azaldığı, daha çok birikim süreçlerinin hakim olduğu, taşkın karakterli su baskınlarının yaygın olarak görülebileceği topografyaları ifade eder. Karınca Dere Havzası'na ait hipsometrik eğrinin formu incelendiğinde, havzanın olgunluk aşamasından yaşlılık aşamasına geçiş aşamasında olduğunu gösterir (Şekil 77). Alt havzalara ait hipsometrik eğrilerin formu incelendiğinde ise Karınca 2, Alanbey Dere, Karadere (Bahadınlı), Çeşmebaşı Dere (Yunuslar), Bahçecik Dere (Sübeylidere), Karadere (Karadere), Hıyarlık Dere ve Karranocağı Dere alt havzalarının olgunluk aşamasında olduğu; Ballı Dere (Şahinler), Karınca 1 ve Suçöven Dere (Kurucaoluk) alt havzalarının ise daha çok yaşlılık aşamasına yakın olduğu görülür (Şekil 78).

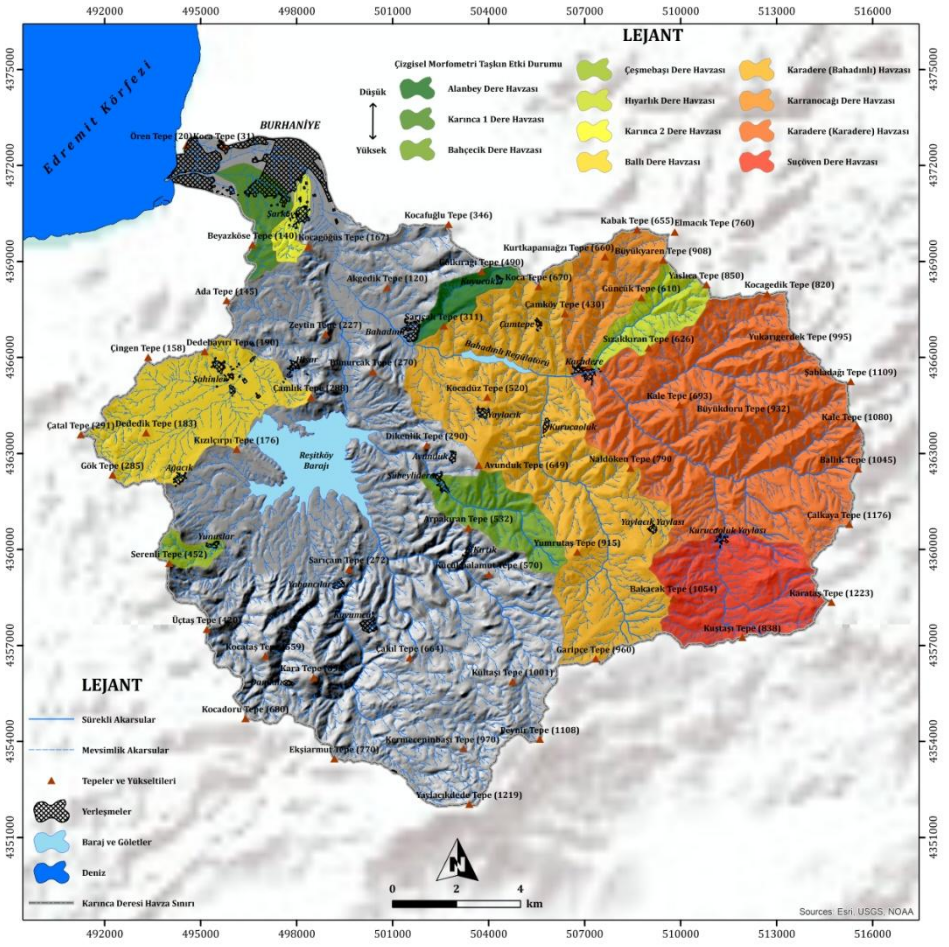


Şekil 77. Karınca Dere Havzası'nın Hipsometrik Eğrisi
Kaynak: Orijinal

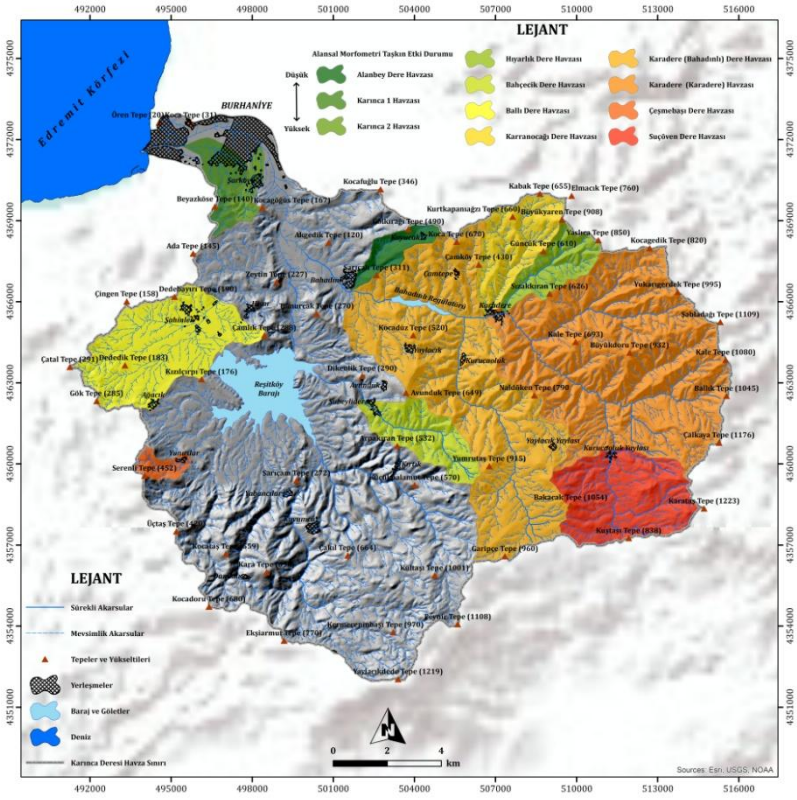


Şekil 78. Karınca Dere Alt Havzalarına Ait Hipsometrik Eğriler
Kaynak: Orijinal

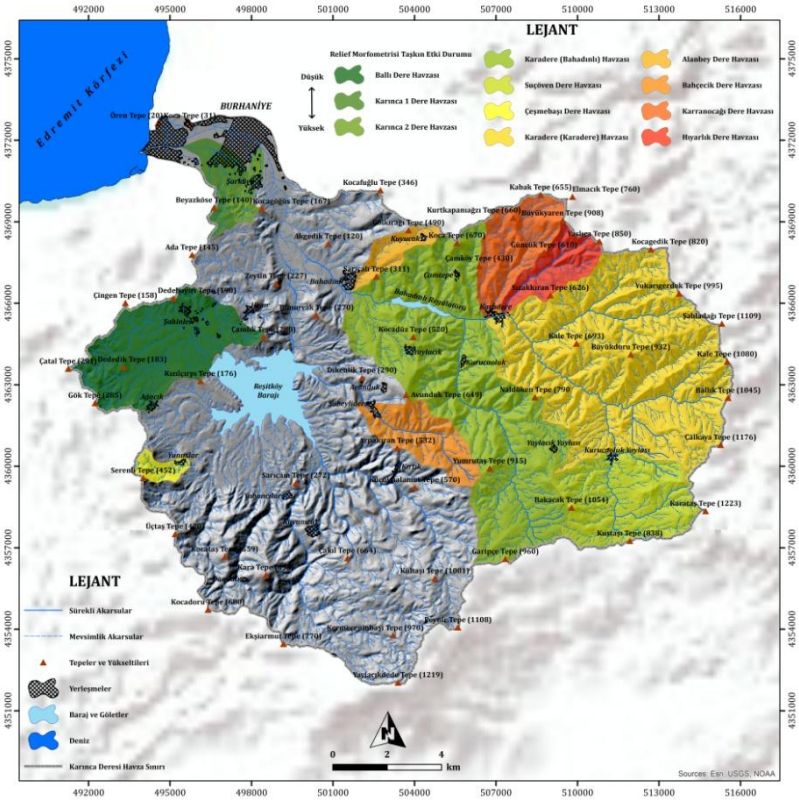
Yukarıda Karınca Dere ve yerleşim birimlerine etki eden alt havzalarının çizgisel, alansal ve relief morfometrisi özellikleri taşkın üretme potansiyelleri bakımından değerlendirilmiştir. Ele alınan 11 alt havza, kendi içerisinde herbir morfometrik analiz kapsamında taşkına etki düzeyleri bakımından sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmada kullandığımız ölçek 11 alt havza oludğu için 1 - 11 değişmektedir. 1 taşkın üretme potansiyeli en düşük havzayı 11 ise taşkın üretme potansiyeli en yüksek havzayı göstermektedir. Bütün morfometrik parametlerin sınıflandırılmasının yanında herbir çizgisel, alansal ve morfometrik parametreler kendi içerisinde ayrı ayrı sınıflandırılmıştır. Buna göre çizgisel ve alansal morfometrik analizler kendi içinde değerlendirildiğinde taşkın üretme potansiyeli en yüksek havza Suçöven Dere (Kurucaoluk Yaylası) alt havzasıdır (Şekil 79, Şekil 80). Relief morfometrisinde ise Hıyarlık Dere alt havzası ön plandadır (Şekil 81). Alt havzaları tüm morfometrik analizler açısından değerlendirdiğimizde ise taşkın üretme potansiyeli en yüksek olan alt havzalar Karranocağı ve Karadere (Karadere)'dir (Şekil 82).



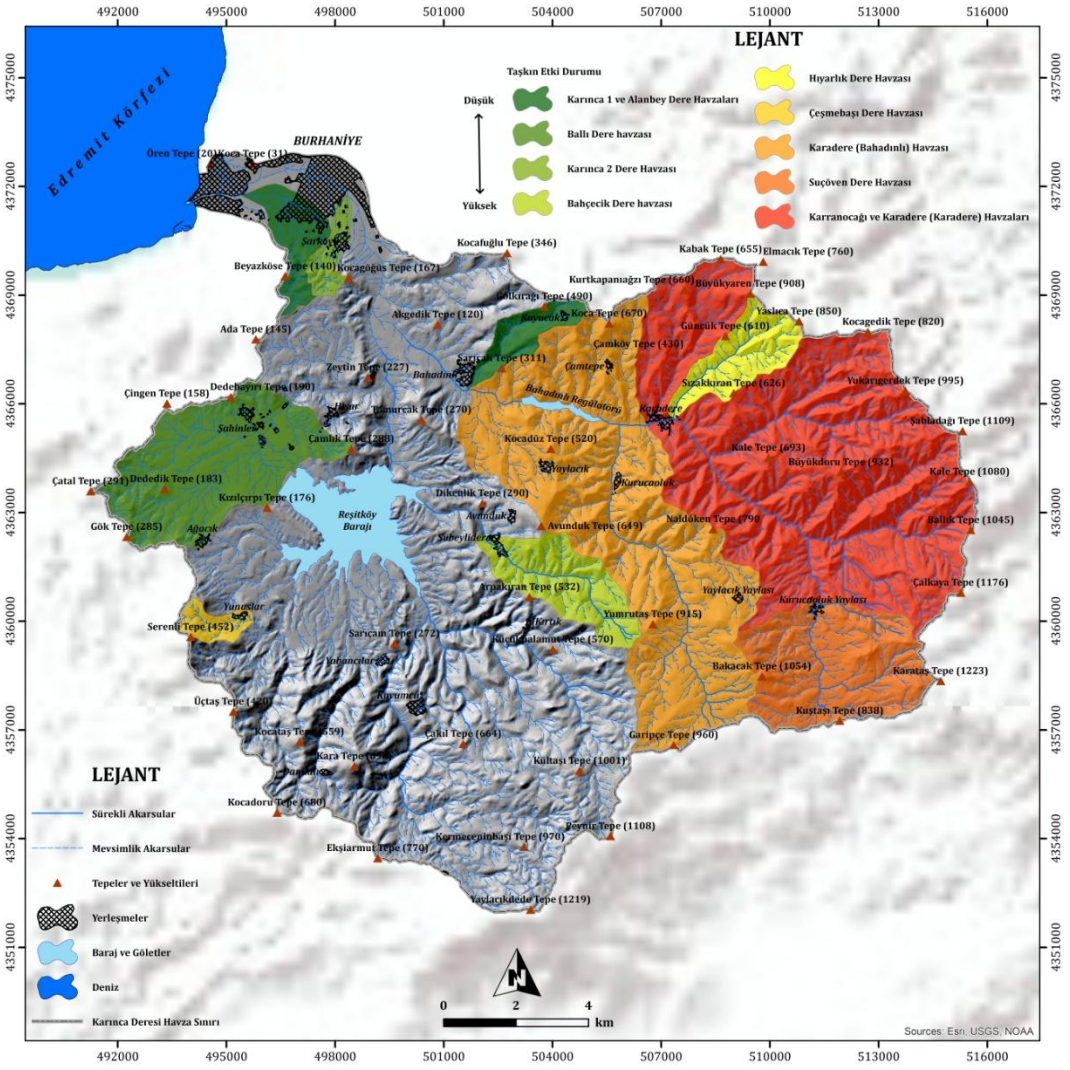
Şekil 79. Çizgisel Morfometri Taşkın Etki Durumu Haritası
Kaynak: Orijinal



Şekil 80. Alansal Morfometri Taşkın Etki Durumu Haritası
Kaynak: Orijinal



Şekil 81. Relief Morfometrisi Taşkın Etki Durumu
Kaynak: Orijinal



Şekil 82. Morfometri Taşkın Etki Durumu Haritası
Kaynak: Orijinal

4.3. Taşkın Tehlike Analizi

4.3.2. Yağış-Akış Modellemesi

Akarsu havzalarındaki taşkın modeli çalışmalarında ana ve yan kolların akım verilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle yan kollardan gelen sular, bazen taşkın oluşumunda önemli bir parametre olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak bu kollar üzerinde genellikle akım gözlem istasyonu (AGİ) bulunmamaktadır. Karınca Dere Havzası'nda akım verileri DSİ tarafından iki farklı istasyonda ölçülmektedir. Bu istasyonlardan sonra ana kola katılan Ballı, Karınca 1, Karınca 2, Karaincir, Çaltılı, Andık, Kışla Çeşmesi, Köktarla ve Çıpal derelerinin yanı sıra pek çok irili ufaklı yan

kol bulunmaktadır. Alt havzaların genelinde AGİ bulunmaması sebebiyle havzanın hidrolojik toprak özellikleri, arazi kullanımı/arazi örtüsü verileri ve günlük yağış verileri kullanılarak SCS-CN metodu ile yağış-akış modellemesi yapılmıştır. SCS-CN yöntemi, yöntem bölümünde ayrıntılı biçimde açıklandığından bu kısımda tekrar açıklanmamıştır. Modelleme kapsamında hidrolojik toprak grupları ile arazi kullanımı/arazi örtüsü sınıflarına ait CN değerleri belirlenmiş, bu değerler kullanılarak alt havzaların CN değerleri hesaplanmıştır (Tablo 47, Tablo 48). Model sonucunda elde edilen akışa geçen su miktarından oluşabilecek tahmini maksimum akım değerleri hesaplanmıştır (Tablo 50).

Tablo 47. Her Bir Arazi Kullanımı/Örtüsü ve Hidrolojik Toprak Grubuna Ait CN Değerleri

Landuse		**Hidrolojik Toprak Grupları**			
		A	**B**	**C**	**D**
Ekili Arazi	**Koruma uygulaması yok**	72	81	88	91
	Koruma uygulaması var	62	71	78	81
Mera	**Kötü Şartlar**	68	79	86	89
	İyi Şartlar	39	61	74	80
Çayır	**İyi Şartlar**	30	58	71	78
Orman	**İyi Örtü**	25	55	70	77
Maki	**Zayıf Örtü**	45	66	77	83
Açık Alanlar - Yerleşmeler		54	70	80	85

Kaynak: Orijinal

Tablo 48. Alt Havzaların Değişik Şartlara Ait CN Değerleri

Alt Havzalar	CN I	CN II	CN III
Alanbey Dere	60.2	78.3	89.2
Ballı Dere	58.3	76.9	88.4
Bahçecik Dere	59.8	78	89.1
Çeşmebaşı Dere	57.5	76.3	88.1
Hıyarlık Dere	60.1	78.2	89.2
Karadere (Bahadınlı)	60.7	78.6	89.4
Karadere (Karadere)	59	77.4	88.7
Karınca 1	56.7	75.7	87.8
Karınca 2	53.9	73.6	86.5
Karranocağı Dere	61.7	79.3	89.8
Suçöven Dere	57.6	76.4	88.2

Kaynak: Orijinal

4.3.3.Maksimum Akımın Hesaplanması

Yağış-akış analizleri sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda maksimum akım değerleri türetilmiştir. Bu hesaplamalarda SCS Dimensionless Unit Hydrograph yöntemi kullanılmıştır. Bütün bu hesaplamalar SCS yağış-akış modelinden elde edilen 11 alt havzanın 1979-2010 yılları arasındaki akış miktarlarına uygulanmıştır. Bu yıllara ait elde edilen maksimum akım miktarları Şekil 83 ve Tablo 50'de verilmiştir. Modelleme sonuçlarının saha gerçekliğiyle uyumunun sağlanması amacıyla, Bahadınlı-Karadere ve Reşitköy AGİ'lerinden elde edilen gözlem verileri, Shreve Çatallanma Oranı metodolojisi kullanılarak alt havzalara mekânsal olarak dağıtılmıştır. Bu dağıtım sonucunda elde edilen veriler, SCS-CN yöntemiyle üretilen sentetik verilerle karşılaştırılmış ve nihai analizlerde gözlem verileri esas alınmıştır.

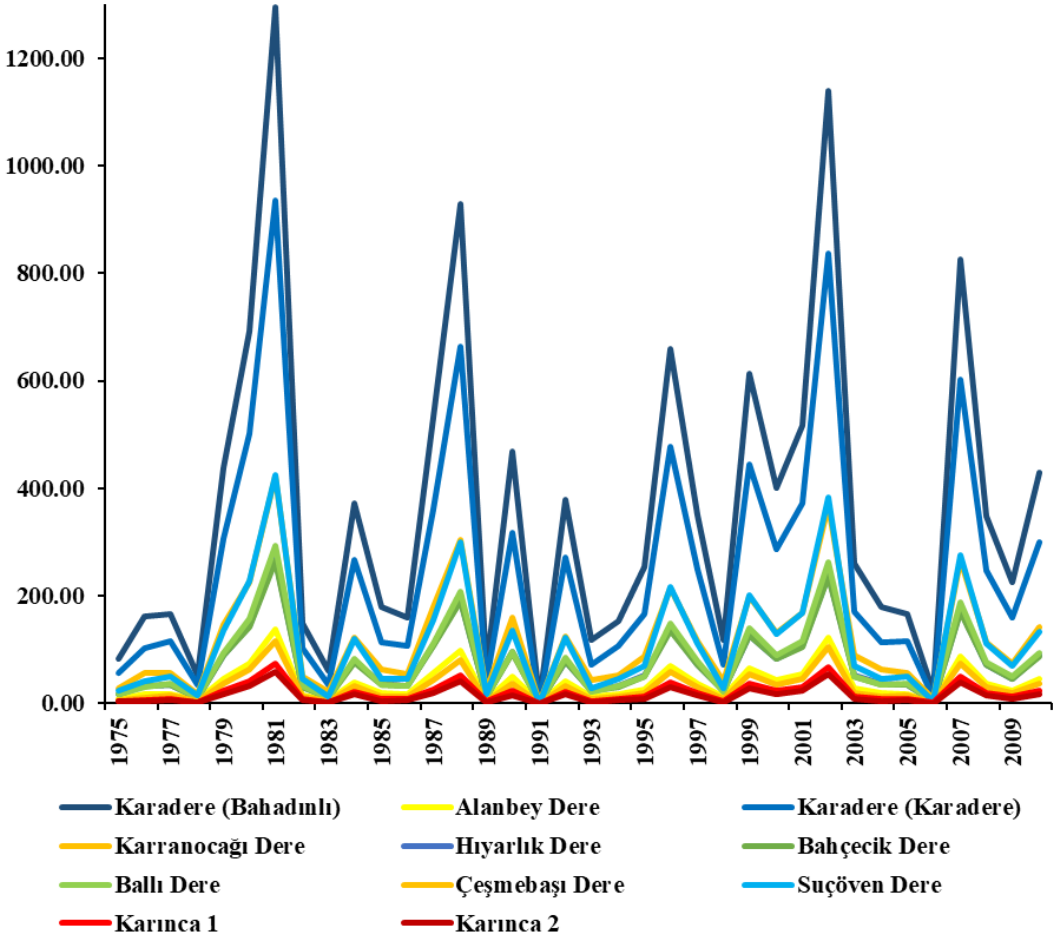
4.3.4. Taşkın Frekans Analizleri

Taşkın sıklık (frekans) analizleri (TSA) risk analizi çalışmaları için önem arz etmektedir. TSA, taşkın olasılık dağılımlarını kullanarak tekrarlanma sıklıkları ile ilişki kurulmasını sağlamayı amaçlamaktadır. Tekrarlanma sıklıkları sıklık analizlerinde, olasılık dağılışları ve olayın maksimum büyüklüğü ile ilişkilendirilerek elde edilir (Chow vd., 1988). TSA ile geçmiş yıllara ait kaydedilmiş maksimum akım

verileri kullanılarak değişik tekrarlanma sıklıklarındaki akım değerleri hesaplanmaktadır. Buna bağlı olarak kaydedilmiş maksimum akım verileri ne kadar uzun bir dönemi kapsarsa o kadar sağlıklı sonuçlara ulaşılır. TSA, değişik istatistiksel yöntemler kullanılarak yapılabilmektedir (Şekil 86, Tablo 49, Tablo 51, Tablo 54).

Bu çalışmada, akım gözlem istasyonu (AGİ) için 43 yıllık maksimum akım değerleri kullanılmıştır. Alt havzalar için ise iki farklı maksimum akım serisi oluşturulmuştur. Bunlardan ilki, AGİ'ye ait maksimum akımların Shreve yöntemi kullanılarak alt havzalara dağıtılmasıyla elde edilmiştir. İkincisi ise yağış–akış modeli sonucunda üretilmiş olup bu modelde 32 yıllık maksimum akım verileri kullanılmıştır. Bu verilerin analizi ve 5, 10, 50, 100, 500 ve 1000 yıllık tekrarlanma sıklıklarının hesaplanması için Gumbel EV I (Extreme Value I) Dağılımı tercih edilmiştir.

Sonuç itibari ile AGİ'ler ve alt havzaların 5, 10, 50, 100, 500, 1000 yıllık tekrarlanma sıklıklarına ait akım değerleri Gumbel dağılımına göre formüller yardımı ile hesaplanmıştır (Şekil 84, Şekil 85, Şekil 87). Elde edilen değerler Tablo 52, 53, 55 ve 56'de verilmiştir. Karınca Dere ana kolunun üzerinde yer alan D04A010 kodlu Burhaniye Köprüsü istasyonu 1962 yılında ölçüm yapmaya başlamış olup ölçümlerini 1965 yılında sonlandırmıştır. Buna bağlı olarak Karınca Dere ana kolunun üzerindeki akım miktarının tahmini için yan kollardan gelen akım miktarlarının kümülatif toplamı alınmış ve 5, 10, 50, 100, 500, 1000 yıllık tekrarlanma sıklıklarına ait akım değerleri Gumbel dağılımına göre formüller yardımı ile hesaplanmıştır.



Şekil 83. Alt Havzaların SCS-CN Yağış Akış Metodu ile Üretilmiş Yıllık Maksimum Akımları
Kaynak: Orijinal

Tablo 49. Karınca ve Karadere Ana Kollarına Üzerinde Yer Alan AGİ Akım Verilerinin Tekrarlama Sıklıkları Tablosu

Taşkın yılları	Sıra (m)	Karınca Akım (m^3/sn)	Karadere Akım (m3/sn)	Tekrarlanma Aralığı (T)	100 T
1979	1	300,0	72,3	44	2,3
1980	2	260,0	58,7	22	4,5
1981	3	135,0	50,3	14,67	6,8
1982	4	96,0	50,0	11	9,1
1983	5	94,3	48,5	8,8	11,4
1984	6	87,0	43,7	7,33	13,6
1985	7	83,0	38,0	6,29	15,9
1986	8	80,0	37,0	5,5	18,2
1987	9	76,3	36,6	4,89	20,5
1988	10	68,0	32,0	4,4	22,7
1989	11	65,5	30,9	4	25,0
1990	12	64,0	30,1	3,67	27,3
1991	13	63,0	27,6	3,38	29,5
1992	14	59,0	27,0	3,14	31,8
1993	15	58,0	25,5	2,93	34,1
1994	16	50,0	25,5	2,75	36,4
1995	17	49,0	23,5	2,59	38,6
1996	18	47,0	23,0	2,44	40,9
1997	19	47,0	22,0	2,32	43,2
1998	20	44,9	20	2,2	45,5
1999	21	42,9	17,8	2,1	47,7
2000	22	39,0	17,3	2	50,0
2001	23	38,8	16,8	1,91	52,3
2002	24	38,8	16,3	1,83	54,5
2003	25	38,0	16,3	1,76	56,8
2004	26	36,0	16,3	1,69	59,1
2005	27	33,2	16,1	1,63	61,4
2006	28	30,5	16,0	1,57	63,6
2007	29	25,1	15,9	1,52	65,9
2008	30	25,0	15,7	1,47	68,2
2009	31	23,0	15,5	1,42	70,5
2010	32	22,4	15,5	1,38	72,7
2011	33	19,2	14,4	1,33	75,0
2012	34	19,0	14,0	1,29	77,3
2013	35	16,0	13,3	1,26	79,5
2014	36	14,3	12,5	1,22	81,8
2015	37	13,8	12,1	1,19	84,1
2016	38	13,4	11,0	1,16	86,4
2017	39	11,6	8,8	1,13	88,6
2018	40	7,1	7,4	1,1	90,9
2019	41	4,5	7,1	1,07	93,2
2020	42	3,1	5,5	1,05	95,5
2021	43	2,9	4,3	1,02	97,7
Ortalama		54,5	23,9		
Standart Sapma		58,4	15,1		

Kaynak: Orijinal

Tablo 50. Alt Havzaların SCS-CN Yağış Akış Metodu ile Üretilmiş Yıllık Maksimum Akım Tablosu

Yıllar	Bahadınlı	Alanbey	Karadere	Karranocağı	Hıyarlık	Bahçecik	Ballı	Çeşmebaşı	Suçöven	Karınca 1	Karınca 2
1979	437,5	45,8	305,5	145,2	89,6	88,0	94,1	36,4	134,5	23,1	16,9
1980	691,6	73,2	501,7	224,6	143,5	141,8	157,0	62,0	228,3	40,2	31,6
1981	1296,2	137	935,6	422,2	268,5	265,2	292,2	115,1	423,9	74,4	58,0
1982	148,3	15,5	102,6	49,5	30,3	29,7	31,5	12,1	44,8	7,7	5,5
1983	59,4	5,9	33,7	22,0	11,4	10,8	9,4	3,2	12,1	1,8	0,9
1984	373,1	39,3	266,3	122,3	77,0	75,9	82,8	32,4	119,5	20,8	15,9
1985	178	18,2	113,0	62,2	35,4	34,2	33,4	12,2	45,7	7,4	4,3
1986	158,4	16,4	105,7	53,9	32,0	31,2	31,9	12,1	44,7	7,5	4,9
1987	532,2	55,4	361,4	179,4	108,1	105,6	109,9	41,9	155,3	26,2	18,0
1988	928,2	97,9	664,1	303,9	191,7	189,1	206,6	81,0	298,6	52,1	39,9
1989	65,1	6,6	40,9	22,9	12,9	12,4	12,0	4,4	16,3	2,6	1,5
1990	469,3	48,8	316,8	158,7	95,1	92,9	96,1	36,5	135,3	22,8	15,4
1991	3,1	0,3	0,5	1,7	0,4	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
1992	378,6	39,9	270,4	124,1	78,2	77,0	84,1	32,9	121,4	21,2	16,2
1993	118,3	12	72,6	42,1	23,3	22,4	21,1	7,6	28,3	4,4	2,3
1994	152,7	16	105,7	50,9	31,2	30,6	32,4	12,5	46,2	7,9	5,7
1995	254,6	26,2	165,9	87,8	51,0	49,5	49,6	18,5	68,7	11,3	7,0
1996	658,6	69,7	477,2	214,1	136,6	135,0	149,3	58,9	216,9	38,2	29,9
1997	349,3	36,8	248,9	114,6	72,1	71,0	77,3	30,2	111,5	19,4	14,8
1998	117,6	11,9	72,1	41,9	23,1	22,2	20,9	7,5	28,1	4,4	2,3
1999	613,8	64,9	444,0	199,7	127,2	125,7	138,8	54,7	201,5	35,4	27,7
2000	400,9	42,3	286,7	131,3	82,8	81,6	89,2	35,0	128,9	22,5	17,2
2001	516	54,5	371,6	168,3	106,8	105,4	116,0	45,6	168,0	29,5	22,9
2002	1140,4	121	836,0	368,2	237,5	235,1	262,9	104,4	383,9	68,0	54,6
2003	259,5	26,7	169,3	89,4	52,0	50,5	50,6	18,9	70,1	11,5	7,2
2004	178	18,2	113,0	62,2	35,4	34,2	33,4	12,2	45,7	7,4	4,3
2005	165	17,4	115,3	55,2	33,9	33,3	35,4	13,7	50,5	8,7	6,3
2006	21,1	2	9,9	8,5	3,8	3,5	2,5	0,7	2,8	0,3	0,0
2007	825,7	87,4	601,4	267,6	171,6	169,7	188,5	74,6	274,6	48,5	38,4
2008	347,5	36,6	247,6	114,1	71,7	70,6	76,9	30,1	110,9	19,3	14,7
2009	225,2	23,6	158,2	74,5	46,2	45,5	48,9	19,0	70,0	12,1	8,9
2010	429,7	45	299,9	142,7	88,0	86,5	92,3	35,7	132,0	22,7	16,5
Ortalama	**390,4**	**41**	**275,4**	**128,9**	**80,3**	**79,0**	**85,2**	**33,2**	**122,5**	**21,2**	**15,9**
Std. S.	318,6	33,8	233,8	102,8	66,4	65,7	73,5	29,2	107,4	19,0	15,2

Kaynak: Orijinal

Tablo 51. Alt Havzalara Ait SCS-CN Akım Verilerinin Tekrarlama Sıklıkları Tablosu

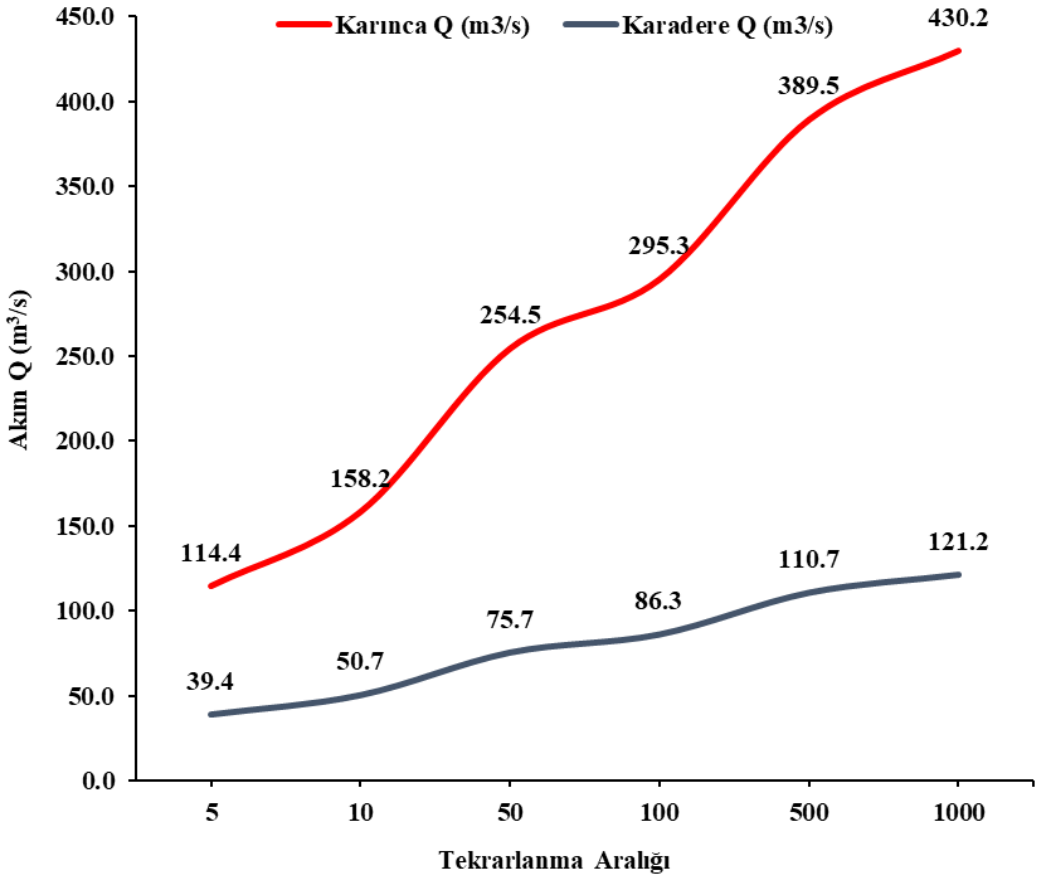
Yıllar	Sıra (m)	Bahadınlı	Alanbey	Karadere	Karranocağı	Hıyarlık	Bahçecik	Ballı	Çeşmebaşı	Suçöven	Karınca 1	Karınca 2	T	100 T
1979	1	1296,2	137	935,6	422,2	268,5	265,2	292,2	115,1	423,9	74,4	58,0	33,0	3,0
1980	2	1140,4	121	836,0	368,2	237,5	235,1	262,9	104,4	383,9	68,0	54,6	16,5	6,1
1981	3	928,2	97,9	664,1	303,9	191,7	189,1	206,6	81,0	298,6	52,1	39,9	11,0	9,1
1982	4	825,7	87,4	601,4	267,6	171,6	169,7	188,5	74,6	274,6	48,5	38,4	8,3	12,1
1983	5	691,6	73,2	501,7	224,6	143,5	141,8	157,0	62,0	228,3	40,2	31,6	6,6	15,2
1984	6	658,6	69,7	477,2	214,1	136,6	135,0	149,3	58,9	216,9	38,2	29,9	5,5	18,2
1985	7	613,8	64,9	444,0	199,7	127,2	125,7	138,8	54,7	201,5	35,4	27,7	4,7	21,2
1986	8	532,2	55,4	371,6	179,4	108,1	105,6	116,0	45,6	168,0	29,5	22,9	4,1	24,2
1987	9	516	54,5	361,4	168,3	106,8	105,4	109,9	41,9	155,3	26,2	18,0	3,7	27,3
1988	10	469,3	48,8	316,8	158,7	95,1	92,9	96,1	36,5	135,3	23,1	17,2	3,3	30,3
1989	11	437,7	45,8	305,5	145,2	89,6	88,0	94,1	36,4	134,5	22,8	16,9	3,0	33,3
1990	12	429,7	45	299,9	142,7	88,0	86,5	92,3	35,7	132,0	22,7	16,5	2,8	36,4
1991	13	400,9	42,3	286,7	131,3	82,8	81,6	89,2	35,0	128,9	22,5	16,2	2,5	39,4
1992	14	378,6	39,9	270,4	124,1	78,2	77,0	84,1	32,9	121,4	21,2	15,9	2,4	42,4
1993	15	373,1	39,3	266,3	122,3	77,0	75,9	82,8	32,4	119,5	20,8	15,4	2,2	45,5
1994	16	349,3	36,8	248,9	114,6	72,1	71,0	77,3	30,2	111,5	19,4	14,8	2,1	48,5
1995	17	347,5	36,6	247,6	114,1	71,7	70,6	76,9	30,1	110,9	19,3	14,7	1,9	51,5
1996	18	259,5	26,7	169,3	89,4	52,0	50,5	50,6	19,0	70,1	12,1	8,9	1,8	54,5
1997	19	254,6	26,2	165,9	87,8	51,0	49,5	49,6	18,9	70,0	11,5	7,2	1,7	57,6
1998	20	225,2	23,6	158,2	74,5	46,2	45,5	48,9	18,5	68,7	11,3	7,0	1,7	60,6
1999	21	178	18,2	115,3	62,2	35,4	34,2	35,4	13,7	50,5	8,7	6,3	1,6	63,6
2000	22	178	18,2	113,0	62,2	35,4	34,2	33,4	12,5	46,2	7,9	5,7	1,5	66,7
2001	23	165,9	17,4	113,0	55,2	33,9	33,3	33,4	12,2	45,7	7,7	5,5	1,4	69,7
2002	24	158,4	16,4	105,7	53,9	32,0	31,2	32,4	12,2	45,7	7,5	4,9	1,4	72,7
2003	25	152,7	16	105,7	50,9	31,2	30,6	31,9	12,1	44,8	7,4	4,3	1,3	75,8
2004	26	148,3	15,5	102,6	49,5	30,3	29,7	31,5	12,1	44,7	7,4	4,3	1,3	78,8
2005	27	118,3	12	72,6	42,1	23,3	22,4	21,1	7,6	28,3	4,4	2,3	1,2	81,8
2006	28	117,6	11,9	72,1	41,9	23,1	22,2	20,9	7,5	28,1	4,4	2,3	1,2	84,8
2007	29	65,1	6,6	40,9	22,9	12,9	12,4	12,0	4,4	16,3	2,6	1,5	1,1	87,9
2008	30	59,4	5,9	33,7	22,0	11,4	10,8	9,4	3,2	12,1	1,8	0,9	1,1	90,9
2009	31	21,1	2	9,9	8,5	3,8	3,5	2,5	0,7	2,8	0,3	0,0	1,1	93,9
2010	32	3,1	0,3	0,5	1,7	0,4	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	97,0
Ortalama		**390,4**	**41**	**275,43**	**128,92**	**80,26**	**78,96**	**85,22**	**33,20**	**122,48**	**21,23**	**15,93**		
Std. S.		**318,6**	**33,8**	**233,77**	**102,79**	**66,37**	**65,72**	**73,52**	**29,19**	**107,37**	**19,03**	**15,24**		

Kaynak: Orijinal

Tablo 52. Alt Havzalara Ait Gumbel EV I (Ekstrem Değer I) Dağılımı (SCS-CN Metodu ile Üretilmiş Akım Değerleri Kullanılmıştır.)

T	T/(T-1)	y_T	y_n	s_n	K	Bahadınlı Q (m^3/s)	Alanbey Q (m^3/s)	Karadere Q (m^3/s)	Karranocağı Q (m^3/s)	Hıyarlık Q (m^3/s)	Bahçecik Q (m^3/s)	Ballı Q (m^3/s)	Çeşmebaşı Q (m^3/s)	Suçöven Q (m^3/s)	Karınca 1 Q (m^3/s)	Karınca 2 Q (m^3/s)
5	1.25	1.5	0.5410	1.1313	0.85	625.1	65.9	447.7	204.6	129.1	127.4	139.4	54.7	201.6	35.3	27.2
10	1.11	2.25	0.5410	1.1313	1.51	832.5	87.9	599.6	271.6	172.3	170.1	187.2	73.7	271.3	47.6	37.0
50	1.02	3.9	0.5410	1.1313	2.97	1288.7	136.3	933.9	418.9	267.3	264.2	292.2	115.4	424.7	74.8	58.7
100	1.01	4.6	0.5410	1.1313	3.59	1482.2	156.8	1075.7	481.4	307.6	304.0	336.8	133.0	489.8	86.3	68.0
500	1.00	6.21	0.5410	1.1313	5.01	1927.4	204.0	1401.9	625.1	400.3	395.8	439.3	173.7	639.4	112.8	89.1
1000	1.00	6.91	0.5410	1.1313	5.63	2121.0	224.6	1543.7	687.6	440.6	435.7	483.9	191.4	704.5	124.3	98.3

Kaynak: Orijinal

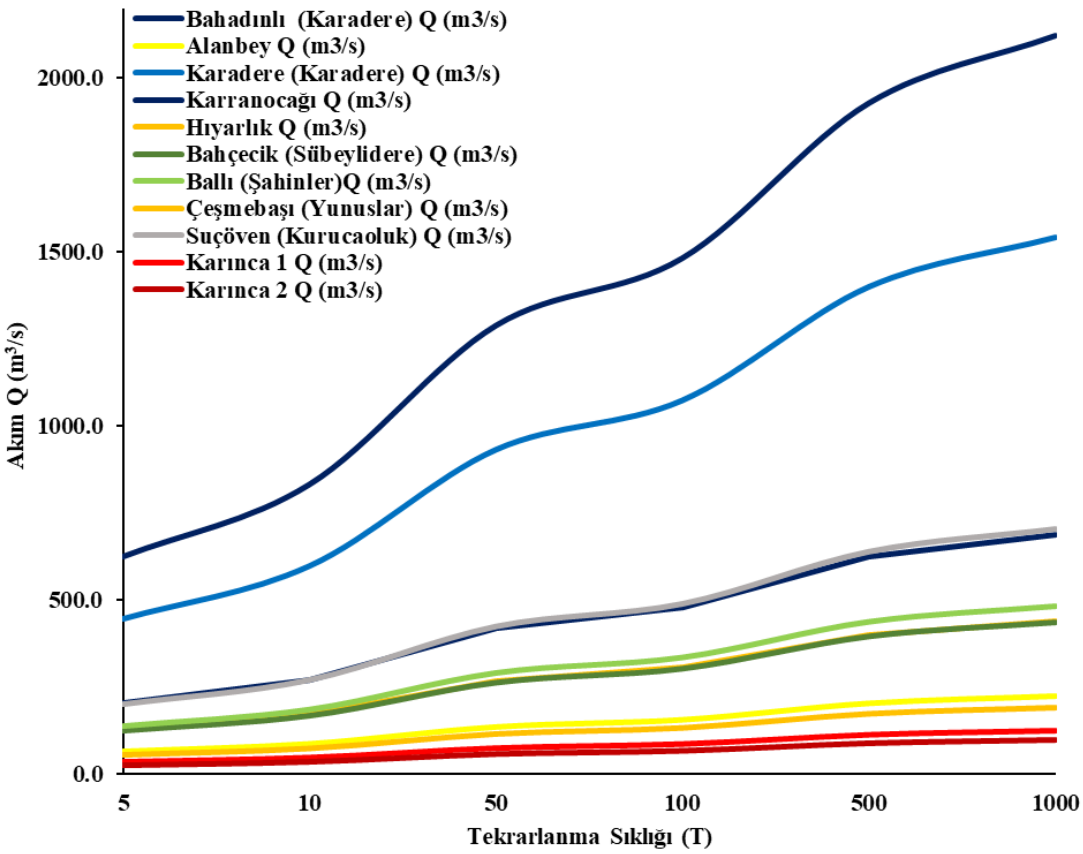


Şekil 84. AGİ Verilerine Ait Gumbel EV I (Ekstrem Değer I) Dağılımı
Kaynak: Orijinal

Tablo 53. AGİ Verilerine Ait Gumbel EV I (Ekstrem Değer I) Dağılımı

T	T/(T-1)	y_T	y_n	s_n	K	Karınca Q (m^3/s)	Karadere Q (m^3/s)
5	1.25	1.5	0.5453	1.1480	1.03	114.4	39.4
10	1.11	2.25	0.5453	1.1480	1.78	158.2	50.7
50	1.02	3.9	0.5453	1.1480	3.43	254.5	75.7
100	1.01	4.6	0.5453	1.1480	4.13	295.3	86.3
500	1.00	6.2	0.5453	1.1480	5.74	389.5	110.7
1000	1.00	6.91	0.5453	1.1480	6.44	430.2	121.2

Kaynak: Orijinal

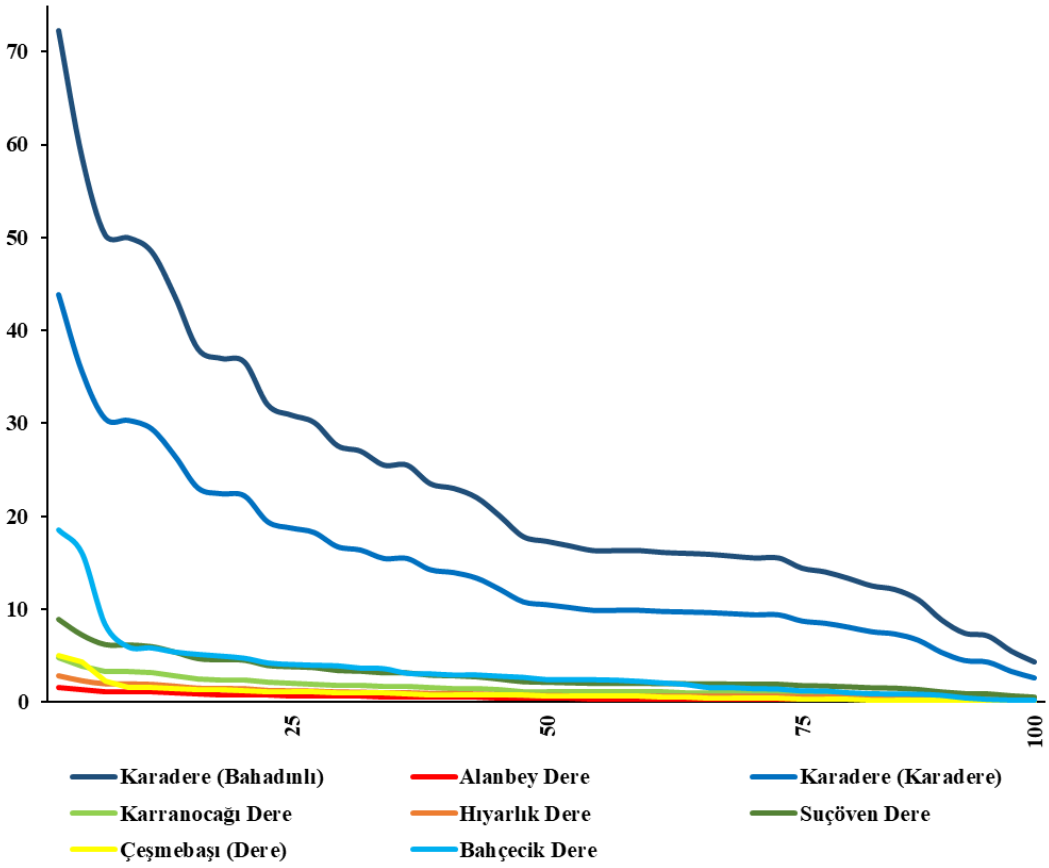


Şekil 85. Alt Havzalara Ait Gumbel EV I (Ekstrem Değer I) Dağılımı (SCS-CN Metodu İle Üretilmiş Akım Değerleri Kullanılmıştır.)
Kaynak: Orijinal

Tablo 54. AGİ Akım Verilerinin Shreve Çatallanma Oranı Dikkate Alınarak Alt Havzalara Dağıtılmış Yıllık Maksimum Akımlarının Olasılık Tekrarlanma Sıklıkları Tablosu

Yıl	Karınca Agi	Bahadınlı AGI						Karınca AGI		100 T
		Karadere (Bahadınlı)	Alanbey Dere	Karadere (Karadere)	Karranocağı Dere	Hıyarlık Dere	Suçöven Dere	Çeşmebaşı Dere	Bahçecik Dere	
1979	300	72.3	1.6	43.9	4.7	2.8	8.9	5.0	18.5	2.3
1980	260	58.7	1.3	35.6	3.8	2.3	7.2	4.3	16.1	4.5
1981	135	50.3	1.1	30.5	3.3	2.0	6.2	2.2	8.3	6.8
1982	96	50	1.1	30.3	3.3	2.0	6.2	1.6	5.9	9.1
1983	94.3	48.5	1.1	29.4	3.2	1.9	6.0	1.6	5.8	11.4
1984	87	43.7	1.0	26.5	2.9	1.7	5.4	1.4	5.4	13.6
1985	83	38	0.8	23.0	2.5	1.5	4.7	1.4	5.1	15.9
1986	80	37	0.8	22.4	2.4	1.4	4.6	1.3	4.9	18.2
1987	76.3	36.6	0.8	22.2	2.4	1.4	4.5	1.3	4.7	20.5
1988	68	32	0.7	19.4	2.1	1.3	3.9	1.1	4.2	22.7
1989	65.5	30.9	0.7	18.7	2.0	1.2	3.8	1.1	4.0	25.0
1990	64	30.1	0.7	18.3	2.0	1.2	3.7	1.1	4.0	27.3
1991	63	27.6	0.6	16.7	1.8	1.1	3.4	1.0	3.9	29.5
1992	59	27	0.6	16.4	1.8	1.1	3.3	1.0	3.6	31.8
1993	58	25.5	0.6	15.5	1.7	1.0	3.1	1.0	3.6	34.1
1994	50	25.5	0.6	15.5	1.7	1.0	3.1	0.8	3.1	36.4
1995	49	23.5	0.5	14.3	1.5	0.9	2.9	0.8	3.0	38.6
1996	47	23	0.5	14.0	1.5	0.9	2.8	0.8	2.9	40.9
1997	47	22	0.5	13.3	1.4	0.9	2.7	0.8	2.9	43.2
1998	44.9	20	0.4	12.1	1.3	0.8	2.5	0.7	2.8	45.5
1999	42.9	17.8	0.4	10.8	1.2	0.7	2.2	0.7	2.6	47.7
2000	39	17.3	0.4	10.5	1.1	0.7	2.1	0.6	2.4	50.0
2001	38.8	16.8	0.4	10.2	1.1	0.7	2.1	0.6	2.4	52.3
2002	38.8	16.3	0.4	9.9	1.1	0.6	2.0	0.6	2.4	54.5
2003	38	16.3	0.4	9.9	1.1	0.6	2.0	0.6	2.3	56.8
2004	36	16.3	0.4	9.9	1.1	0.6	2.0	0.6	2.2	59.1
2005	33.2	16.1	0.4	9.8	1.1	0.6	2.0	0.6	2.1	61.4
2006	30.5	16	0.4	9.7	1.0	0.6	2.0	0.5	1.9	63.6
2007	25.1	15.9	0.4	9.6	1.0	0.6	2.0	0.4	1.6	65.9
2008	25	15.7	0.3	9.5	1.0	0.6	1.9	0.4	1.5	68.2
2009	23	15.5	0.3	9.4	1.0	0.6	1.9	0.4	1.4	70.5
2010	22.4	15.5	0.3	9.4	1.0	0.6	1.9	0.4	1.4	72.7
2011	19.2	14.4	0.3	8.7	0.9	0.6	1.8	0.3	1.2	75.0
2012	19	14	0.3	8.5	0.9	0.5	1.7	0.3	1.2	77.3
2013	16	13.3	0.3	8.1	0.9	0.5	1.6	0.3	1.0	79.5
2014	14.3	12.5	0.3	7.6	0.8	0.5	1.5	0.2	0.9	81.8
2015	13.8	12.1	0.3	7.3	0.8	0.5	1.5	0.2	0.9	84.1
2016	13.4	11	0.2	6.7	0.7	0.4	1.4	0.2	0.8	86.4
2017	11.6	8.84	0.2	5.4	0.6	0.3	1.1	0.2	0.7	88.6
2018	7.1	7.4	0.2	4.5	0.5	0.3	0.9	0.1	0.4	90.9
2019	4.5	7.1	0.2	4.3	0.5	0.3	0.9	0.1	0.3	93.2
2020	3.1	5.48	0.1	3.3	0.4	0.2	0.7	0.1	0.2	95.5
2021	2.9	4.3	0.1	2.6	0.3	0.2	0.5	0.0	0.2	97.7
Ort.	**54.5**	**23.9**	**0.5**	**14.5**	**1.6**	**0.9**	**2.9**	**0.9**	**3.4**	
Std. S.	**58.4**	**15.1**	**0.3**	**9.2**	**1.0**	**0.6**	**1.9**	**1.0**	**3.6**	

Kaynak: Orijinal



Şekil 86. AGİ Akım Verilerinin Shreve Çatallanma Oranı Dikkate Alınarak Alt Havzalara Dağıtılmış Yıllık Maksimum Akımlarının Olasılık Tekrarlanma Yüzdeleri
Kaynak: Orijinal

Tablo 55.Shreve Çatallanma Oranına Göre Alt Havzalara Dağıtılmış AGİ Akım Verilerinin Gumbel EV I (Ekstrem Değer I) Dağılımı (Baraj ve Regülatör Dikkate Alınmamıştır.)

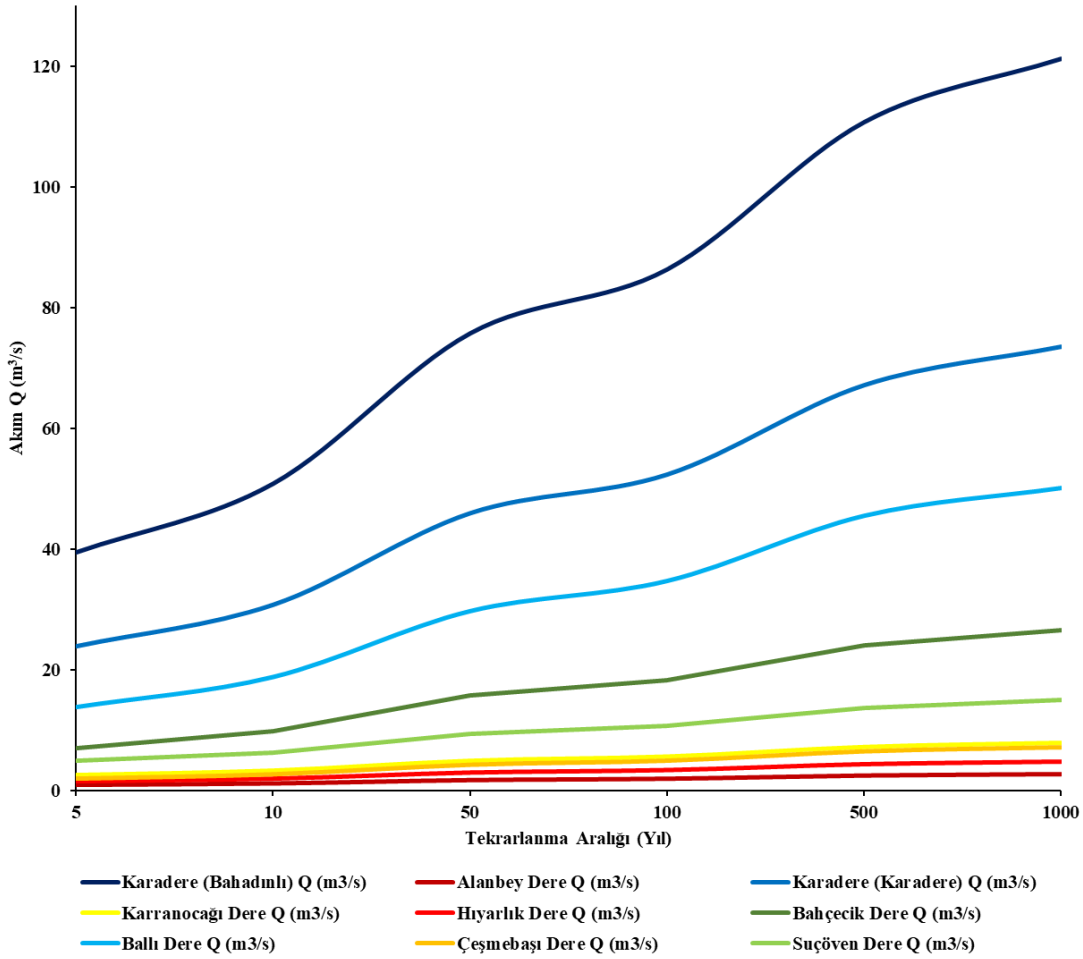
T	T/(T-1)	$\bar{y}_T$	$\bar{y}_n$	S_n	K	Karınca Q (m^3/s)	Bahadınlı Q (m^3/s)	Alanbey Q (m^3/s)	Karadere Q (m^3/s)	Karranocağı Q (m^3/s)	Hıyarlık Q (m^3/s)	Kurucaoluk Q (m^3/s)	Çeşmebaşı Q (m^3/s)	Bahçecik Q (m^3/s)	Ballı Q (m^3/s)
5	1.25	1.50	0.5453	1.1480	1.02	114.4	39.4	0.9	23.9	2.6	1.5	4.9	1.9	7.1	13.8
10	1.11	2.25	0.5453	1.1480	1.78	158.2	50.8	1.1	30.8	3.3	2.0	6.3	2.6	9.8	18.8
50	1.02	3.90	0.5453	1.1480	3.43	254.6	75.7	1.7	45.9	4.9	3.0	9.3	4.2	15.7	29.7
100	1.01	4.60	0.5453	1.1480	4.13	295.4	86.3	1.9	52.3	5.6	3.4	10.6	4.9	18.2	34.7
500	1.01	5.30	0.5453	1.1480	4.82	336.0	110.7	2.4	67.1	7.2	4.3	13.6	6.5	24.1	45.5
1000	1.00	6.91	0.5453	1.1480	6.43	430.0	121.2	2.7	73.5	7.9	4.7	14.9	7.1	26.6	50.1

Kaynak: Orijinal

Tablo 56. Shreve Çatallanma Oranına Göre Alt Havzalara Dağıtılmış AGİ Akım Verilerinin Gumbel EV I (Ekstrem Değer I) Dağılımı (Baraj ve Regülatör Dikkate Alınmıştır.)

T	T/(T-1)	$\bar{y}_T$	$\bar{y}_n$	S_n	K	Karınca Q (m^3/s)	Bahadınlı Q (m^3/s)	Alanbey Q (m^3/s)	Karadere Q (m^3/s)	Karranocağı Q (m^3/s)	Hıyarlık Q (m^3/s)	Kurucaoluk Q (m^3/s)	Çeşmebaşı Q (m^3/s)	Bahçecik Q (m^3/s)	Ballı Q (m^3/s)
5	1.25	1.50	0.5453	1.1480	1.02	16.87	8.0	0.9	23.9	2.6	1.5	4.9	1.9	7.1	13.8
10	1.11	2.25	0.5453	1.1480	1.78	16.87	8.0	1.1	30.8	3.3	2.0	6.3	2.6	9.8	18.8
50	1.02	3.90	0.5453	1.1480	3.43	16.87	8.0	1.7	45.9	4.9	3.0	9.3	4.2	15.7	29.7
100	1.01	4.60	0.5453	1.1480	4.13	16.87	8.0	1.9	52.3	5.6	3.4	10.6	4.9	18.2	34.7
500	1.00	6.21	0.5453	1.1480	5.74	16.87	8.0	2.4	67.1	7.2	4.3	13.6	6.5	24.1	45.5
1000	1.00	6.91	0.5453	1.1480	6.43	16.87	8.0	2.7	73.5	7.9	4.7	14.9	7.1	26.6	50.1

Kaynak: Orijinal



Şekil 87. Shreve Çatallanma Oranına Göre Alt Havzalara Dağıtılmış AGİ Akım Verilerinin Gumbel EV I (Ekstrem Değer I) Dağılımı
Kaynak: Orijinal

4.3.5. Taşkın Haritalaması

Çalışma alanındaki taşkın yayılımının belirlenmesi ve risk senaryolarının haritalanması sürecinde ArcGIS 10.8, ArcGIS Pro ve HEC-RAS 6.4.1 yazılımları entegre bir biçimde kullanılmıştır. Haritalama sürecinin temel veri setini oluşturan sayısal yükselti modeli (SYM5), ArcGIS Pro ortamında topografik detaylara göre düzenlenerek hidrolik analize uygun hale getirilmiştir. Hazırlanan bu yüzey verisi HEC-RAS yazılımına aktarılmış ve akarsu yatağı ile taşkın alanını kapsayan iki boyutlu geometrik modeller oluşturulmuştur. Bu dijital altlık üzerinde farklı hidrolojik koşulların mekânsal etkilerini analiz edebilmek amacıyla aşağıdaki dört temel senaryo üzerinden simülasyonlar gerçekleştirilmiştir

- Reşitköy Barajı ve Bahadınlı Regülatörü'nün inşa edilmediği varsayımı altında, farklı tekrarlama periyotlarına göre modelleme

- Reşitköy Barajı ve Bahadınlı Regülatörü'nün inşasından sonra, Karınca Dere'nin ana kollarından Karadere ile Karınca Dere'nin yukarı havzasından gelen suyun kesilmesi durumunda meydana gelecek akış koşullarını değerlendirmek amacıyla farklı tekrarlama periyotlarına göre modelleme
- Dolusavak taşkını senaryosu altında oluşabilecek akış koşullarını değerlendirmek amacıyla modelleme
- Baraj yıkılması taşkını senaryosu altında oluşabilecek akış koşullarını değerlendirmek amacıyla modelleme

4.3.5.1. Geometrik Verilerin Oluşturulması

Taşkın yayılımının iki boyutlu (2D) olarak analiz edilebilmesi için gerekli geometrik altyapı, HEC-RAS yazılımı kullanılarak oluşturulmuştur. Modelleme sürecinin temelini oluşturan sayısal topografik verilerin hazırlanması ve hidrolik bileşenlerin entegrasyonu aşağıdaki aşamalarla gerçekleştirilmiştir:

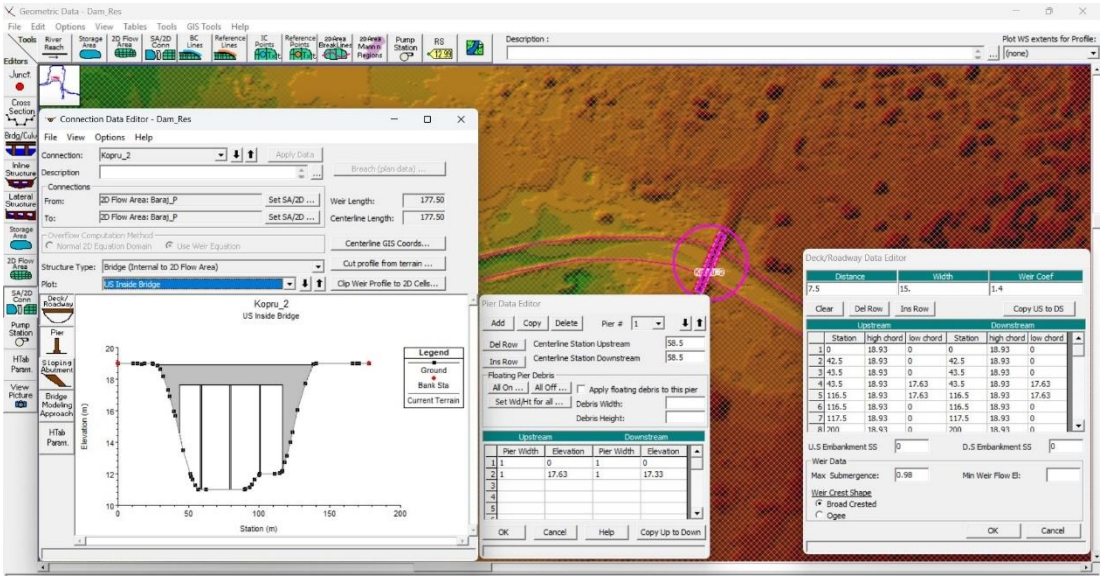
Sayısal Yükselti Modelinin (SYM) Hazırlanması: Çalışma alanına ait 5 metre çözünürlüklü Sayısal Yükselti Modeli (SYM5) temin edilmiş ve yüzey morfolojisini yüksek doğrulukla temsil edebilmesi için ArcGIS Pro yazılımında ön işleme tabi tutulmuştur. Bu aşamada veri hataları giderilmiştir. Düzenleme işlemleri mevcut topografyanın gerçekliğini korumak amacıyla yalnızca akarsu yatakları ile sınırlı tutulmuştur. Akarsu yataklarının düzenlenmesinde, Karınca Dere'nin Edremit Körfezi'ne döküldüğü noktadan itibaren yaklaşık 1 km iç kesime kadar olan bölümde yatak morfolojisi ve derinlik bilgileri DSİ'den temin edilmiş ve bu veriler SYM5 katmanına entegre edilerek gerekli düzenlemeler yapılmıştır.

Hesaplama Ağının (2D Mesh) Oluşturulması: Düzenlenen SYM verisi HEC-RAS ortamına aktarılmış ve akış alanını temsil eden iki boyutlu hesaplama ağı (mesh) oluşturulmuştur. Modelin kararlılığını ve hassasiyetini korumak amacıyla, mesh hücre boyutları SYM5 çözünürlüğü ile uyumlu olacak şekilde 5 * 5 metre olarak tanımlanmıştır. Bu sayede, yüzey detaylarının doğru şekilde yansıtılması sağlanmıştır.

Sınır Koşullarının Tanımlanması: Modelin doğru ve kararlı bir şekilde çalışabilmesi için sınır koşullarının (Boundary Conditions) belirlenmesi önemli bir aşamadır. Bu kapsamda, akışın giriş ve çıkış noktalarını temsil eden sınır koşulu çizgileri (BC Lines) oluşturulmuştur. Çalışma alanında ana akarsular ve kollarının

kaynak noktaları ile Karınca Dere'nin mansap noktası sınır koşulu olarak tanımlanmıştır. Bu çizgiler, modelin hidrodinamik davranışını kontrol eden temel bileşenler olup, her birine uygun hidrolik parametreler (debi veya normal derinlik (Normal Depth)) atanmıştır. Böylece, taşkın senaryolarının simülasyonu sırasında akışın zamansal ve mekânsal dağılımı gerçekçi şekilde temsil edilmiştir. Sınır koşullarının doğru tanımlanması, modelin stabil çalışmasını ve sonuçların güvenilirliğini sağlamada önemli rol oynamaktadır.

Hidrolik Yapıların Entegrasyonu: Akış rejimini etkileyen köprü, menfez, regülatör ve baraj gibi mühendislik yapıları modele entegre edilmiştir (Şekil 89, Şekil 90, Şekil 92, Şekil 93). Bu yapıların geometrik özellikleri, akışın gerçekçi bir şekilde simüle edilebilmesi için detaylı olarak tanımlanmıştır (Şekil 88, Şekil 91).



Şekil 88. HEC-RAS'ta Karınca Dere Üzerine Eklenmiş Köprü Yapılarına Bir Örnek (Karınca Dere Yatak Düzenlemesinin Bittiği Noktadaki Köprüye Ait Profiller)
Kaynak: Orijinal



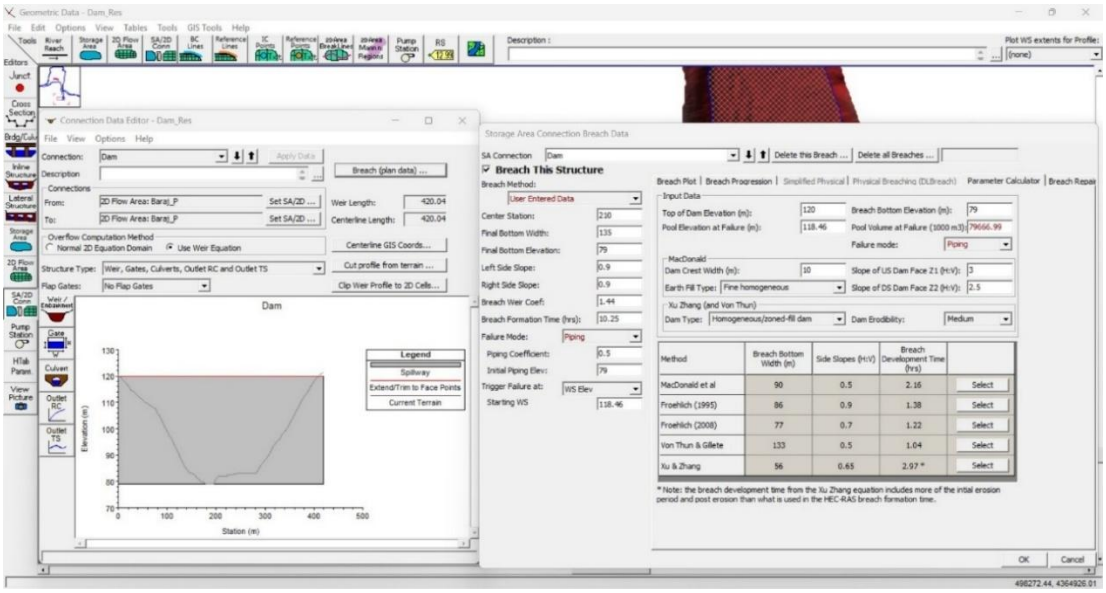
Şekil 89. Karınca Dere Üzerinde Yer Alan Burhaniye Küçük Sanayi Sitesinin Bulunduğu Alandaki Köprü
Kaynak: DSİ (2023)



Şekil 90. Hidrolojik Açıdan Yetersiz Bulunan ve Yenileme Çalışmaları Devam Eden Ören Mahallesi ile Öğretmenler Mahallesi Arasında Yer Alan Köprü
Kaynak: DSİ (2023)

Barajın yüksekliği, kret genişliği, kret uzunluğu ve diğer teknik özelliklere ilişkin geometrik verilerin girişi sırasında, Reşitköy Barajı'na ait proje teknik raporundan yararlanılmıştır (DSİ, 2015).

Baraj yıkılma senaryosu kapsamında, gövde yarılma parametreleri HEC-RAS yazılımı içerisindeki "Storage Area Connection Breach Data" teknik arayüzü kullanılarak modele işlenmiştir. Bu aşamada; barajın kret kotu ve rezervuar su seviyesi verileri kullanılarak, yıkılma esnasında ortaya çıkacak yarılma geometrisi ve gedik oluşum süresi modele girdi olarak tanımlanmıştır (Şekil 91). Ayrıca; gövde şev eğimleri ve borulanma (piping) mekanizması esas alınarak kurgulanan bu yapı, taşkın hidrografının zamansal değişimini belirleyen temel veri setini oluşturmuştur.



Şekil 91. Reşitköy Barajı Gövde Geometrisi ve HEC-RAS Üzerinden Tanımlanan Gedik Oluşum Parametreleri Arayüzü
Kaynak: Orijinal



Şekil 92. Reşitköy Barajı Hidrolik Yapıları: Dolusavak Deşarj Kanalı ve Enerji Kırıcı Havuz ile Birlikte Baraj Kret ve Gövde Yapısının Mansaptan Görünüşü
Kaynak: Orijinal



Şekil 93. Reşitköy Barajı Rezervuar Alanı ve Gövde Memba Yüzünün Genel Görünümü
Kaynak: Orijinal

Yüzey Pürüzlülüğünün Belirlenmesi: Arazi kullanım özelliklerini ve akış direncini yansıtmak amacıyla yüzey pürüzlülük değerleri (Manning katsayıları) belirlenmiştir. Belirlenen değerler 2D hesaplama ağının Bu değerler, literatür bilgileri, arazi kullanım haritaları ve saha gözlemleri dikkate alınarak atanmıştır.

Kararsız Akış Verileri (Unsteady Flow Data) aşamasında, modelin zamana bağlı hidrolik koşullarını temsil eden dinamik veriler tanımlanmıştır. Bu kapsamda, memba sınır koşulu olarak debi hidrografları; mansap sınır koşulu olarak ise akışın serbest tahliyesini sağlayan Normal Depth yöntemi kullanılmıştır. Normal Depth, kanal eğimine bağlı olarak hesaplanan enerji eğimi değerine dayalıdır ve mansapta ölçülmüş su seviyesi verisi bulunmadığında güvenilir bir yaklaşım sunar. Bu veriler, taşkın dalgasının ötelenmesi ve pik debinin zamansal değişimini doğru yansıtabilmek açısından kritik öneme sahiptir. Tanımlanan değişkenler sayesinde, akışın farklı zaman dilimlerindeki davranışı simüle edilmiş; taşkın yayılım alanı, su derinlikleri ve hız dağılımları yüksek doğrulukla hesaplanabilmiştir (Şekil, 95).

Bu aşamada model senaryolarında, barajın varlığına ve yokluğuna göre frekans analizlerinden elde edilen maksimum akım verileri kullanılmıştır. Dolusavak taşkınına ait debi hidrografı, Reşitköy Barajı Proje Teknik Raporu'ndan temin edilerek

modele entegre edilmiştir (Şekil 96). Baraj yıkılma senaryosu kapsamında ise, 118,46 m maksimum su kotunda rezervuarda biriken su hacminin, olası sismik etkiler neticesinde gövdede oluşabilecek bir gedik aracılığıyla tahliyesi ve risk altındaki alanlar incelenmiştir.

Gövdede taban kotuna kadar açılacak gediğin gelişimi, farklı yükseltilere bağlı oluşacak maksimum debiler ve toplam boşalma süresinin tayini için literatürde yaygın kabul gören Froehlich (1995) ampirik formülleri kullanılmıştır. Bu formüllere ilişkin detaylar yöntem bölümünde sunulmuştur.

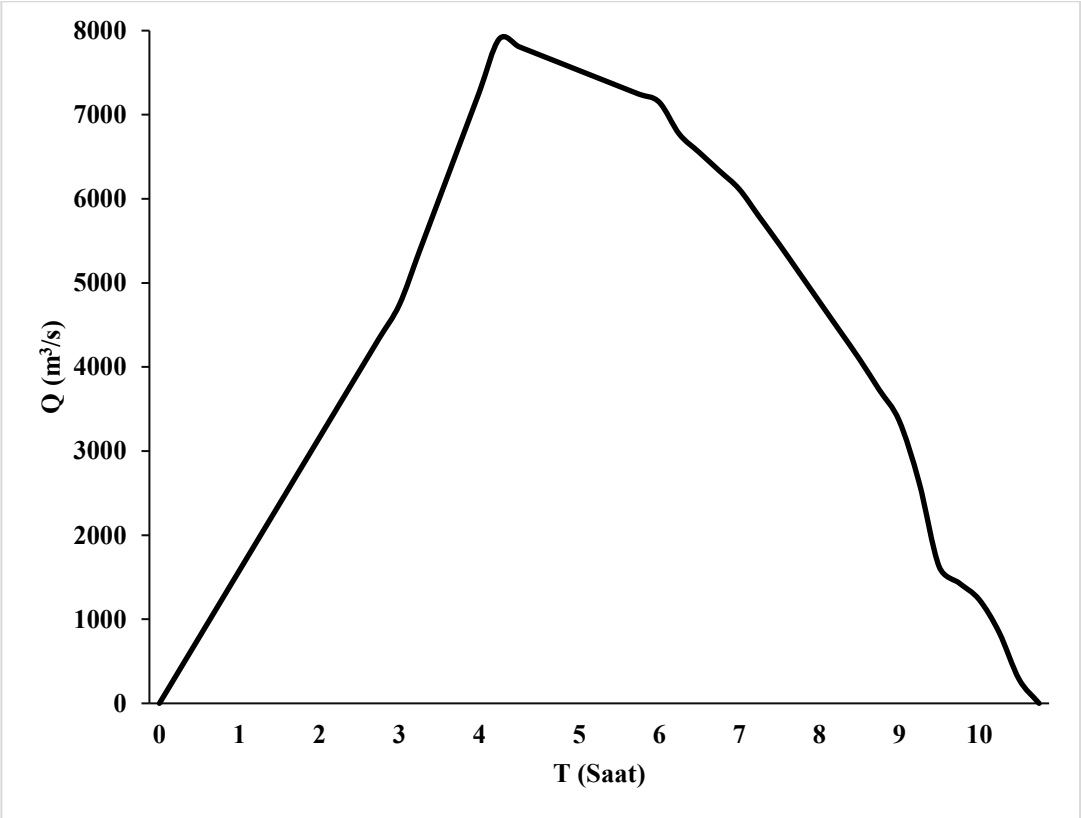
Rezervuar kapasitesine yönelik yapılan değerlendirmelerde, DSİ tarafından maksimum su seviyesindeki göl hacmi 93,293 hm^3 olarak belirtilmiştir. Ancak HGM'den temin edilen 5 m çözünürlüklü DEM verisi üzerinden yapılan analizlerde farklılık gözlenmiştir. ArcGIS/ArcMap 10.8 yazılımında 3D Analyst → Surface Volume araçları kullanılarak gerçekleştirilen hesaplamalarda, maksimum su seviyesindeki hacim 79.666.994 m^3 olarak belirlenmiştir. Farklı gedik boyutları ve su seviyelerine bağlı olarak değişen boşalma sürelerinin hesaplanmasında, model tutarlılığı açısından ArcGIS ortamında ölçülen bu hacim değerleri esas alınmıştır.

Yapılan analizler sonucunda, maksimum su seviyesindeki rezervuar hacminin farklı gedik kademelerine bağlı olarak yaklaşık 10 saat 25 dakika içerisinde tahliye edildiği tespit edilmiş; elde edilen bu akış verileri, simülasyonun dinamik sınır koşullarını oluşturmak üzere modele entegre edilmiştir (Tablo 57, Şekil 94).

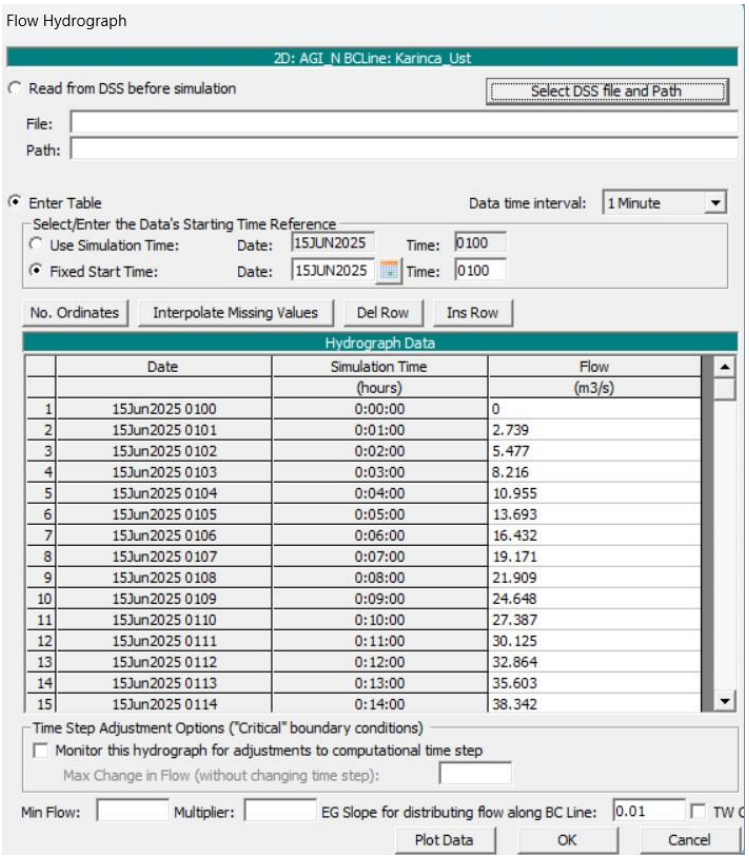
Tablo 57.Gedik Aşınma Zamanları ve Pik Akım Değerleri

Yükselti	Hacim	Gedik	Su Seviyesi	T_f	Qp (m^3/s
115-120	18180827	5	39	4.2	7901.232
110-115	16972617	10	35	2.17	6770.316
105-110	15654084	15	30	1.44	5460.523
100-105	12743723	20	25	1	4099.177
95-100	7194730	25	20	0.6	2625.942
90-95	4753862	30	15	0.41	1626.562
85-90	2836396	35	10	0.27	844.802
80-85	1330755	40	5	0.16	286.1017

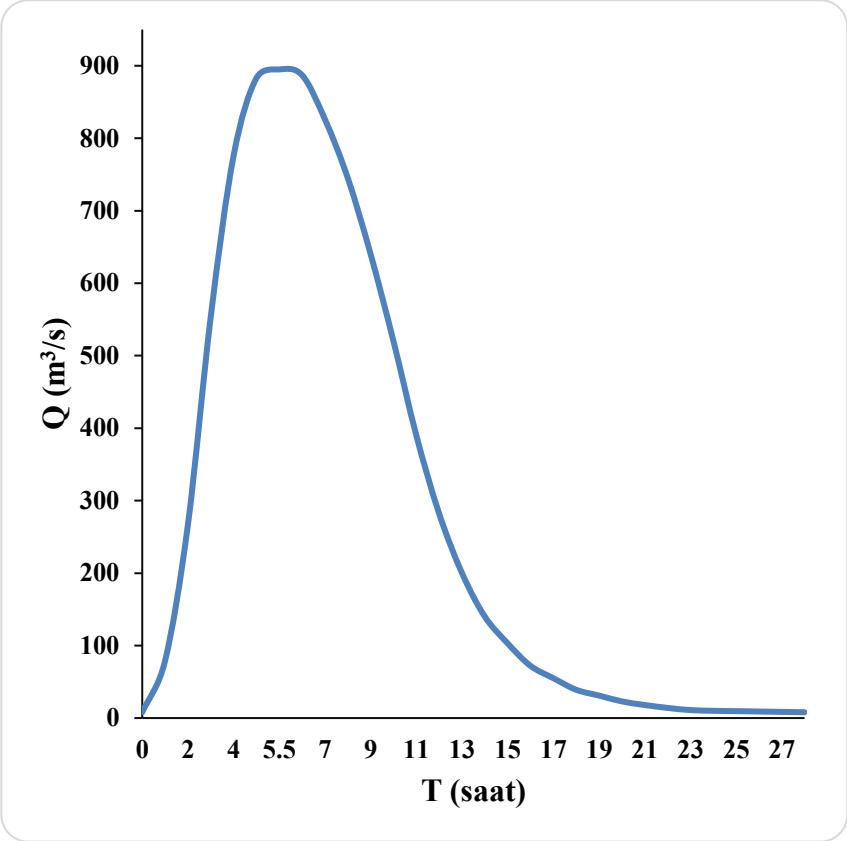
Kaynak: Orijinal



Şekil 94. Gedik Akım Hidrografı
Kaynak: Orijinal

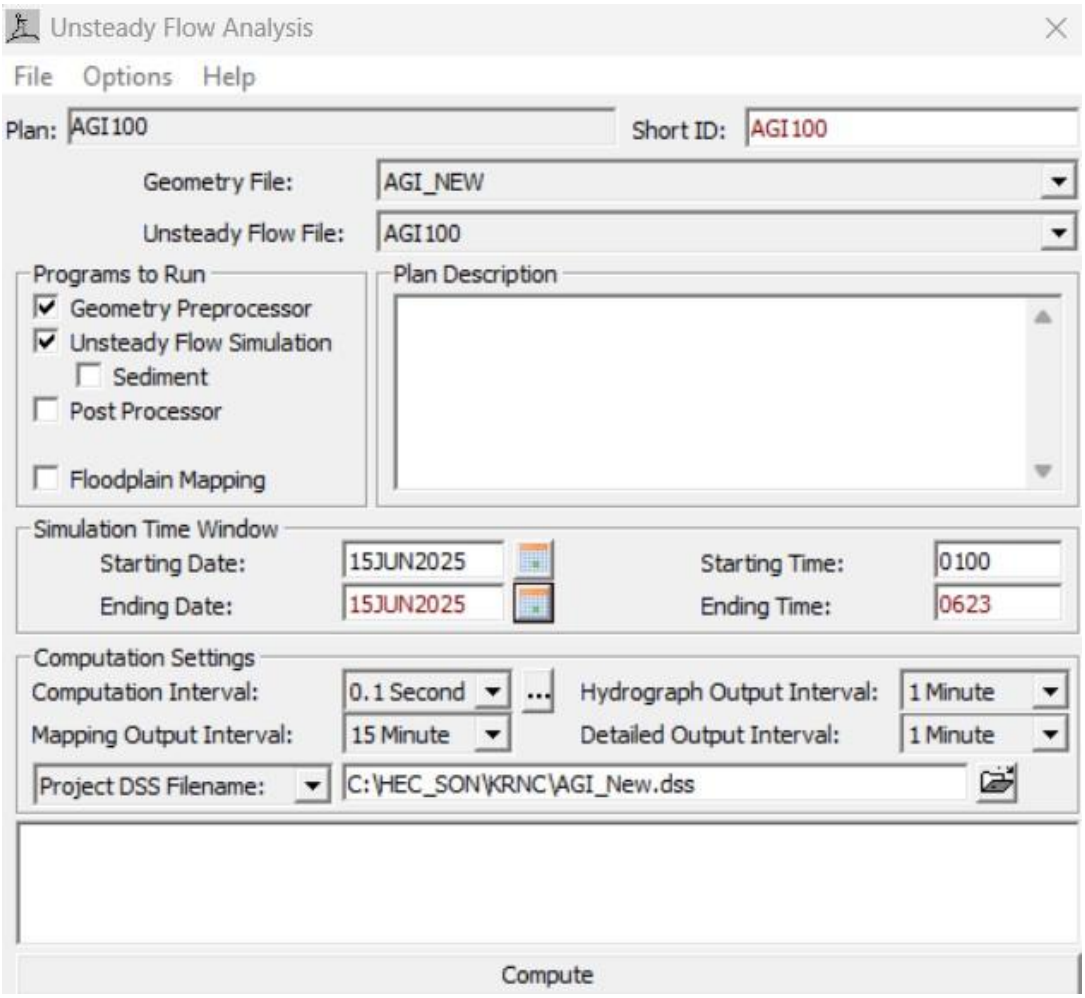


Şekil 95. HEC-RAS Flow Hydrograph Örneği (Baraj ve Regülatörün Dikkate Alınmadığı 100 Yıllık Taşkın Senaryosuna Ait Hidrograf)
Kaynak: Orijinal



Şekil 96. Dolusavak Taşkını Taşkın Hidrografı
Kaynak: DSİ (2015)

Modelin geometrik yapısı ve kararsız akım verileri (Unsteady Flow Data) oluşturulduktan sonra, simülasyonun sayısal çözümleme kalitesini belirleyen hesaplama ayarları (computation settings) yapılandırılmıştır. Bu aşamada, hidrolik hesaplamaların sürekliliğini ve sayısal kararlılığını sağlamak için hesaplama zaman adımı (computation interval) 0.1 saniye olarak belirlenmiştir. Bu değer, taşkın dalgasının ilerleme hızını ve kanal geometrisinin karmaşıklığını dikkate alarak seçilmiş, böylece modelin kararlı çalışması ve ani değişimlerin doğru yakalanması sağlanmıştır. Ayrıca, çıktı raporlama sıklıkları optimize edilmiştir: hidroğraf çıktıları her 1 dakikada bir, detaylı çıktı aralıkları 1 dakika, haritalama çıktıları ise 15 dakikada bir kaydedilecek şekilde ayarlanmıştır (Şekil 97). Bu parametreler, taşkın sürecinin başlangıcından pik debi anına ve sonrasındaki akış düzenine kadar tüm kritik aşamaların eksiksiz izlenmesine olanak tanımaktadır. Belirlenen bu hesaplama ayarları, geometrik veriler ile akış verileri arasındaki sayısal entegrasyonu sağlayarak, modelin çözümleme aşaması için gerekli teknik altyapıyı tamamlamıştır.



Şekil 97. HEC-RAS Unsteady Flow Analysis Örneği (Baraj ve Regülatörün Dikkate Alınmadığı 100 Yıllık Taşkın Senaryosuna Ait)
Kaynak: Orijinal

4.3.6. Reşitköy Barajı ve Bahadınlı Regülatörü'nün İnşa Edilmediği Varsayımı Altında Farklı Tekrarlama Periyotlarına Göre Taşkın Tehlike Analizi

Baraj ve Regülatörün dikkate alınmadığı bu senaryo kapsamında sırasıyla 5, 10, 50, 100, 500 ve 1000 yıllık taşkın yayılış alanları belirlenmiştir. Çalışmanın bu bölümünde, baraj ve regülatörün yukarı havzasında yer alan Karadere, Sübeylidere ve Yunuslar kırsal mahalleleri ile Kurucaoluk Yaylası ayrı olarak ele alınacaktır. Ayrıca, barajın aşağı havzasında bulunan Şahinler Kırsal Mahallesi, barajın doğrudan etki alanında yer almadığından, bu yerleşim birimi de ayrıca incelenecektir. Bununla birlikte, baraj ve regülatörün bulunduğu noktadan başlayarak Edremit Körfezi'ne kadar uzanan alan bir bütün olarak değerlendirilecektir. Bu yaklaşım, hem yukarı havza hem de aşağı havza yerleşimlerinin taşkın riskine maruz kalma durumunu karşılaştırmalı olarak analiz etmeye olanak sağlayacaktır.

Bu senaryoda, taşkın tehlike analizlerinde, tekerrür periyodunun artışıyla birlikte hidrolik parametrelerde ve buna bağlı olarak tehlike yayılımında belirgin değişimler gözlenmiştir. Buna göre, baraj ve regülatörün aşağı havzasında 5 yıllık taşkın senaryosunda 1,5 km²; 10 yıllık senaryoda 1,8 km²; 50 yıllık senaryoda 2,3 km²; 100 yıllık senaryoda 2,5 km²; 500 yıllık senaryoda 3 km² ve 1000 yıllık senaryoda 3,3 km² alanın taşkın tehlikesi altında olduğu belirlenmiştir. Su derinliği tüm senaryolarda akarsu ana kolu üzerinde yoğunlaşmakla birlikte, 5 yıllık senaryoda maksimum su derinliği 6,4 m; 10 yıllık senaryoda 6,5 m; 50 yıllık senaryoda 6,7 m; 100 yıllık senaryoda 6,9 m; 500 yıllık senaryoda 7 m ve 1000 yıllık senaryoda 7,1 m'ye ulaşmıştır (Tablo 58). Akım hızları incelendiğinde, 5 yıllık senaryoda 0–6,7 m/s aralığında olan değerler, 1000 yıllık senaryoda 0–8,9 m/s'ye ulaşmıştır. Bu hidrodinamik parametrelere bağlı olarak üretilen tehlike haritalarında, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek olmak üzere dört tehlike sınıfı tanımlanmıştır (Şekil 106, Şekil 107).

Bahadınlı Regülatörü'nden Bahadınlı Kırsal Mahallesi'ne kadar olan kesimde, akarsuyun akış yönüne göre sol tarafta kalan tarım arazileri ile bu araziler üzerindeki yapılar (ikincil konut, hayvan barınağı, depo vb.) tüm taşkın tekerrür periyotlarında taşkın suyunun yayılımı altında kalmaktadır (Şekil 105). Tekerrür periyodu uzadıkça taşkın yayılımı ve buna bağlı tehlike düzeyi artış göstermektedir. Bahadınlı Kırsal Mahallesi'nin hemen güneyindeki tarım alanlarında, tüm periyotlarda taşkın yayılımı alansal olarak istikrarlı bir şekilde artarken, tehlike düzeyi insanlar için düşük kalmaktadır. Bahadınlı Regülatörü ile Bahadınlı Kırsal Mahallesi arasında, akarsuyun akış yönüne göre sol tarafında kalan tarım alanlarında 5 ve 10 yıllık periyotlarda insanlar için tehlike düzeyi genel olarak düşükken, 50 yıllık periyottan itibaren düşük tehlikeden orta, yüksek ve çok yüksek tehlike gruplarına geçiş gözlenmiştir. Yapılar açısından ise orta ve yüksek tehlike düzeylerinde artış tespit edilmiştir. Tarımsal tehlike açısından değerlendirildiğinde, insanlar için düşük tehlike düzeyinin görüldüğü alanlarda tek yıllık bitki tarımı yapılan arazilerde tarımsal tehlike yüksektir. Reşitköy Barajı'ndan Burhaniye Ovası'na kadar akarsu kıyısında yer alan tarım arazilerine doğru taşkın yayılımları belirlenmiştir. Özellikle 50 yıllık taşkın tekerrür periyodundan itibaren, akarsuyun akış yönüne göre sağ tarafında bulunan zeytin tarımı yapılan arazilerde belirgin taşkın yayılımı gözlenmektedir. Bu bölümde, 50 yıllık periyottan 500 yıllık periyoda kadar tarımsal tehlike düşük seviyede kalırken, 500 ve

1000 yıllık periyotlarda tehlike düzeyinde kısmi bir artış belirlenmiştir. Burhaniye Ovası'nda, Burhaniye Devlet Hastanesi'nin kuzeyindeki fıstıkçamı arazisi ile akarsuyun karşı kıyısında yer alan lunapark, halı saha ve Bahçelievler Sporium çevresinde tüm tekerrür periyotlarında kısmi taşkın yayılımları mevcuttur. Tehlike düzeyi, fıstıkçamı arazisinde düşükten çok yüksek seviyeye kadar değişmekte olup, periyot uzadıkça taşkın tehlikesi de artmaktadır. Akarsuyun karşı kıyısında, 5 yıllık taşkın tekerrür periyodunda insanlar için tehlike düzeyi genellikle düşük ve orta seviyededir. 10 yıllık periyottan itibaren yüksek tehlike alanları görülmeye başlanırken, 100 yıllık periyottan itibaren ise çok küçük alanlarda çok yüksek tehlike düzeyi ortaya çıkmaktadır. Taşkın yayılımından en çok etkilenen mahalleler Ören ve Öğretmenler Mahalleleridir (Şekil 98, Şekil 99). 5 yıllık taşkın tekerrür periyodunda, akarsuyun ağız kısmına yakın bölgelerde bu mahallelerde meskenlere doğru kısmi taşkın yayılımları gözlenmektedir. Tehlike düzeyi, Öğretmenler Mahallesi'nde insanlar için düşük seviyede; Ören Mahallesi'nde ise genellikle düşük olmakla birlikte, akarsu kıyısına yaklaştıkça orta ve yüksek düzeyler de belirlenmiştir. 10 yıllık taşkın tekerrür periyodundan itibaren özellikle Ören Mahallesi'nde taşkın yayılım alanı belirgin şekilde genişlemektedir. Öğretmenler Mahallesi'nde de akarsuyun ağız kısmında taşkın yayılımının arttığı tespit edilmiştir. Her iki mahallede de tehlike düzeyi insanlar için genel olarak düşük seviyede kalmakla birlikte, akarsu yatağına yaklaştıkça orta, yüksek ve çok yüksek tehlike düzeyleri görülmektedir. Binalar açısından ise düşük ve orta tehlike düzeyleri yalnızca kısmi alanlarda belirlenmiştir. 50 yıllık taşkın tekerrür periyodundan itibaren, Öğretmenler Mahallesi'nin yaklaşık yarısı ve Ören Mahallesi'nin ise üçte biri taşkın sularından etkilenmektedir. Öğretmenler Mahallesi'nde taşkın tehlikesinin insanlar açısından çoğunlukla düşük düzeyde olduğu, ancak akarsu kıyısına yaklaştıkça orta ve yüksek tehlike alanlarının varlığı belirlenmiştir. Ören Mahallesi'nde genel olarak insanlar açısından orta tehlike düzeyine, binalar açısından ise düşük tehlike düzeyine sahip alanlar yaygındır. Bununla birlikte, akarsu kıyısında çok dar bir kesimde insanlar için yüksek ve çok yüksek, binalar için ise orta ve yüksek tehlike düzeyine sahip alanlar da bulunmaktadır. 100 yıllık taşkın periyodu dikkate alındığında taşkın yayılım alanı genişlemekte; bu durum Öğretmenler Mahallesi'nde insanlar için orta tehlike düzeyine sahip alanların genişlemesine neden olmaktadır. Ören Mahallesi'nde ise insanlar için orta tehlike grubu hâlâ en yaygın olmakla birlikte, yüksek tehlike düzeyine sahip alanlarda da belirgin bir artış görülmektedir. 500 ve 1000 yıllık taşkın

tekerrür periyotları dikkate alındığında taşkın yayılım alanı genişlemeye devam etmektedir. İskele mahallesi de kısmi olarak taşkın yayılımından etkilenmektedir. Öğretmenler Mahallesi'nde insanlar için orta tehlike grubuna ait alanların yayılımı artarken, akarsuyun ağız kısmına doğru dar bir kesimde ve akarsu yatağına yakın sınırlı alanlarda insanlar açısından yüksek tehlike düzeyi de gözlenmektedir. İskele mahallesinde ise insanlar için düşük tehlike belirlenmiştir. Ören Mahallesi'nde genel olarak insanlar için yüksek, binalar için ise orta tehlike düzeyi tespit edilmiştir. Ayrıca, akarsu kıyısına yakın sınırlı bir alanda insanlar açısından çok yüksek, binalar açısından ise yüksek tehlike düzeyi gözlemlenmektedir (Şekil 106, Şekil 107).

Karadere Kırsal Mahallesi'nde farklı tekerrür periyotlarına göre yapılan taşkın modellemeleri sonucunda taşkın yayılım alanları belirlenmiştir. Su derinliği tüm senaryolarda akarsu ana kolu üzerinde yoğunlaşmakla birlikte, 5 yıllık senaryoda 0 m ile 3.2 m arasında; 10 ve 50 yıllık senaryolarda 0 m ile 3.3 m arasında; 100, 500 ve 1000 yıllık senaryolarda ise 0 m ile 3.4 m arasında değişmektedir (Tablo 59). Akım hızları ise periyot uzadıkça istikrarlı bir artış göstermiştir; 5 yıllık senaryoda 0 m/s ile 5.8 m/s aralığında olan hız, 1000 yıllık senaryoda 0 m/s ile 8.6 m/s'ye ulaşmıştır. Bu hidrodinamik parametrelere bağlı olarak üretilen tehlike haritalarında düşük, orta, yüksek ve çok yüksek olmak üzere dört tehlike sınıfı tanımlanmıştır. Karadere Kırsal Mahallesi'nin taşkın tehlike haritaları incelendiğinde ana kanalda taşkın suyunun yatak dışına taşmadığı gözlemlenmiştir. Yan kollardan gelen taşkın sularında çevreye yayılım gözlemlenmektedir. Ancak bu yayılım büyük ölçüde insanlar için düşük ve orta tehlike sınıfına dahil olmaktadır (Şekil 103, Şekil 108, Şekil 109).

Sübeylidere Kırsal Mahallesi'nde farklı tekerrür periyotlarına göre gerçekleştirilen taşkın modellemeleri sonucunda su derinliği, 5 yıllık senaryoda 0 m ile 5.8 m aralığında, 1000 yıllık senaryoda ise 0 m ile 6.1 m aralığında değişmektedir (Tablo 59). Akım hızları ise 5 yıllık senaryoda 0 m/s ile 4.7 m/s aralığında iken, 1000 yıllık senaryoda 0 m/s ile 6.7 m/s aralığına ulaşmaktadır. Sübeylidere Kırsal Mahallesi'ne ait taşkın tehlike haritaları incelendiğinde, tüm tekerrür periyotlarında taşkın suyunun ana kanaldan yerleşim birimlerine doğru yayıldığı belirlenmiştir. Bu yayılım, 5 yıllık senaryoda insanlar için büyük ölçüde düşük, orta ve yüksek tehlike gruplarında, yapılar için ise düşük tehlike grubunda değerlendirilmiştir. 10 yıllık senaryodan 500 yıllık senaryoya kadar olan periyotlarda insanlar için yüksek ve çok yüksek tehlike grupları yaygınlaşırken, yapılar için düşük ve orta tehlike grupları

baskın durumdadır. 500 yıllık senaryodan itibaren ise insanlar için çok yüksek, yapılar için ise orta tehlike grubu yaygın olarak görülmektedir (Şekil 100, Şekil 114, Şekil 115).

Şahinler Kırsal Mahallesi'nin farklı tekerrür periyotlarına göre gerçekleştirilen taşkın modellemeleri sonucunda su derinliği, 5 yıllık senaryoda 0 m ile 1.2 m aralığında, 1000 yıllık senaryoda ise 0 m ile 1.9 m aralığında değişmektedir (Tablo 59). Akım hızları ise 5 yıllık senaryoda 0 m/s ile 1.6 m/s aralığında iken, 1000 yıllık senaryoda 0 m/s ile 2.8 m/s aralığına ulaşmaktadır. Taşkın tehlike haritaları incelendiğinde, Şahinler Kırsal Mahallesi'nin ana yerleşim alanında taşkın tehlikesinin bulunmadığı belirlenmiştir. Bu bölgede daha çok tek yıllık bitki tarımı yapılan tarım alanları ile bu alanlar üzerinde yer alan işletmeler (seralar, çiftlikler, zeytin işleme tesisleri) taşkın tehlikesi altında bulunmaktadır (Şekil 104). Tüm tekerrür periyotlarında taşkın yayılımının görüldüğü tarım arazilerinin önemli bir kısmı tek yıllık bitki tarımı yapılan alanlardan oluştuğu için bu arazilerde tarımsal tehlike düzeyi yüksektir. Ancak bu araziler üzerinde yer alan yapılar açısından değerlendirildiğinde tehlike düzeyi düşük olarak kabul edilmektedir (Şekil 112, Şekil 113).

Yunuslar Kırsal Mahallesi'nin farklı tekerrür periyotlarına göre gerçekleştirilen taşkın modellemeleri sonucunda su derinliği, 5 yıllık senaryoda 0 m ile 2.2 m aralığında, 1000 yıllık senaryoda ise 0 m ile 3.3 m aralığında değişmektedir (Tablo 59). Akım hızları ise 5 yıllık senaryoda 0 m/s ile 2.9 m/s aralığında iken, 1000 yıllık senaryoda 0 m/s ile 4.3 m/s aralığına ulaşmaktadır. Taşkın tehlike haritaları incelendiğinde, özellikle 50 yıllık senaryodan itibaren akarsu kıyısındaki tarım alanlarına kısmi bir yayılımın gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu alanlarda genel olarak zeytin tarımı yaygın olarak yapılmakta olup, tarımsal tehlike düzeyi düşük olarak değerlendirilmektedir (Şekil 102, Şekil 116, Şekil 117).

Kurucaoluk Yaylası farklı tekerrür periyotlarına göre gerçekleştirilen taşkın modellemeleri sonucunda su derinliği, 5 yıllık senaryoda 0 m ile 5.1 m aralığında, 1000 yıllık senaryoda ise 0 m ile 5.7 m aralığında değişmektedir (Tablo 59). Akım hızları ise 5 yıllık senaryoda 0 m/s ile 3.6 m/s aralığında iken, 1000 yıllık senaryoda 0 m/s ile 5.6 m/s aralığına ulaşmaktadır. Taşkın tehlike haritaları incelendiğinde, tüm tekerrür periyotlarında yerleşim birimlerinin bulunduğu alana doğru bir yayılımın

gerçekleştiği belirlenmiştir (Şekil 101). Bu bölgede düşükten çok yüksek seviyeye kadar farklı tehlike düzeyleri tespit edilmiştir (Şekil 110, Şekil 111).

Morfometrik analiz sonuçları ile iki boyutlu taşkın modelinden elde edilen bulguların büyük ölçüde birbiriyle uyumlu olduğu belirlenmiştir. Çizgisel ve alansal morfometrik analizler, Kurucaoluk Yaylası'nı etkisi altına alan Suçöven Dere Havzası'nın taşkın duyarlılığı en yüksek havza olduğunu göstermektedir (Şekil 79, Şekil 80). Bu sonuç, iki boyutlu taşkın modelinde tüm tekerrür periyotlarında Kurucaoluk Yaylası'ndaki yerleşim alanlarının taşkın etkisine maruz kalmasıyla doğrulanmaktadır. Relief morfometrisi sonuçlarına göre ise Karadere Kırsal Mahallesi'ni etkileyen ve akış yönüne göre Karadere ana koluna sağ taraftan bağlanan Hıyarlık Dere alt havzası yüksek taşkın duyarlılığına sahiptir (Şekil 81). Tüm morfometrik analizlerin birlikte değerlendirilmesi sonucunda, taşkın duyarlılığı bakımından en kritik alt havzaların Karadere ve Karranocağı Dere alt havzaları olduğu belirlenmiştir (Şekil 82). Hıyarlık ve Karranocağı dereleri, Karadere Kırsal Mahallesi'nin bulunduğu kesimde Karadere ana koluna sağ taraftan bağlanan önemli yan kollardır. İki boyutlu taşkın modeli sonuçları da Karadere Kırsal Mahallesi'nde taşkından en fazla etkilenen alanların akarsuyun sağ kıyısında bulunan meskenler olduğunu ortaya koyarak morfometrik analiz bulgularını desteklemektedir (Şekil 108, Şekil 109).



Şekil 98. Ören Mahallesi Karınca Dere dirsek yaptığı alandan yukarı havzaya doğru çekilmiş fotoğraf (2022 Mart)
Kaynak: Orijinal



Şekil 99. Öğretmenler Mahallesi Yukarı Havzaya Doğru Çekilmiş Fotoğraf (2022 Mart)
Kaynak: Orijinal



Şekil 100. Sübeylidere Kırsal Mahallesi Aşağı Havzaya Doğru Çekilmiş Fotoğraf (2026 Ocak) Kaynak: Orijinal



Şekil 101. Kurucaoluk Yaylası Aşağı Havzaya Doğru Çekilmiş Fotoğraf Kaynak: Orijinal



Şekil 102. Yunuslar Kırsal Mahallesi Yukarı Havzaya Doğru Çekilmiş Fotoğraf Kaynak: Orijinal



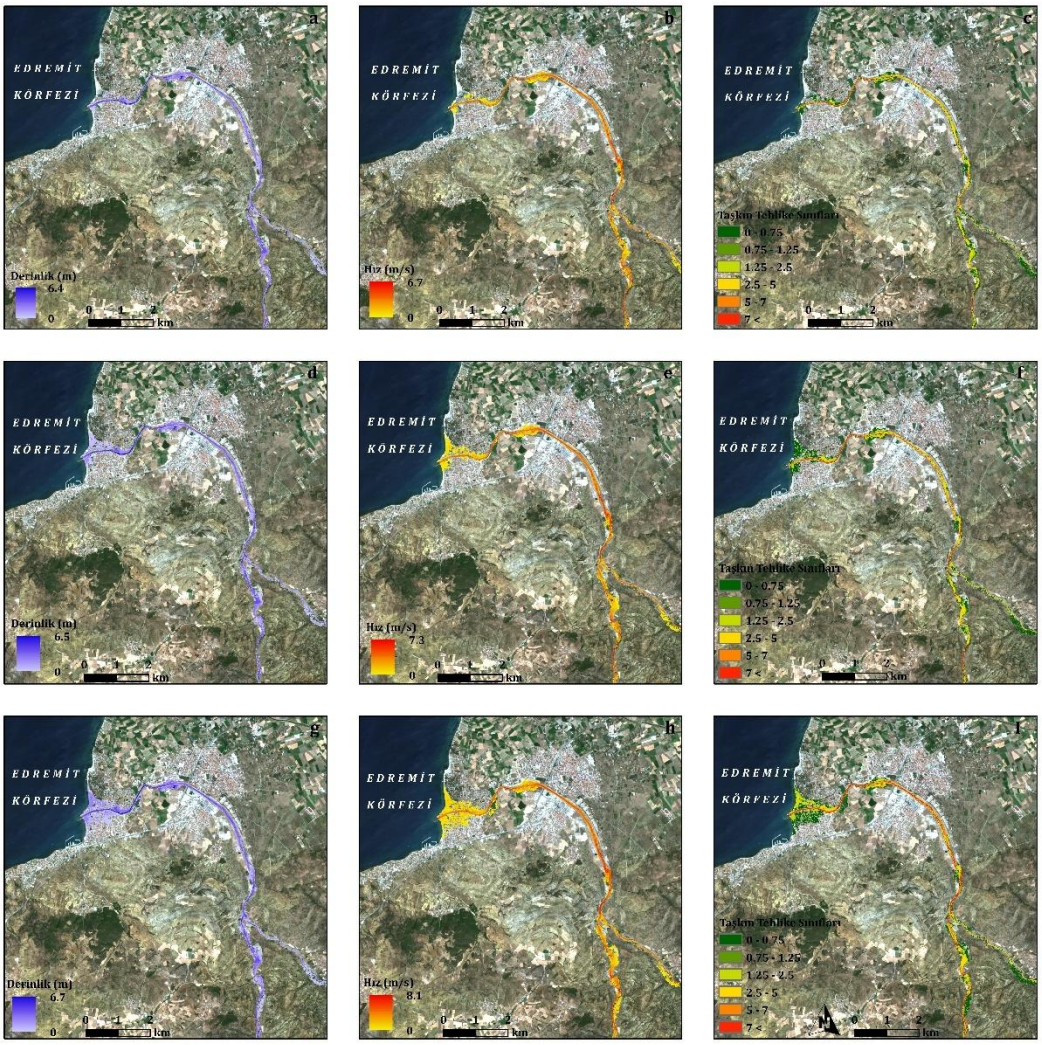
Şekil 103. Karadere Kırsal Mahallesi Aşağı Havzaya Doğru Çekilmiş Fotoğraf (2022 Ocak) Kaynak: Orijinal



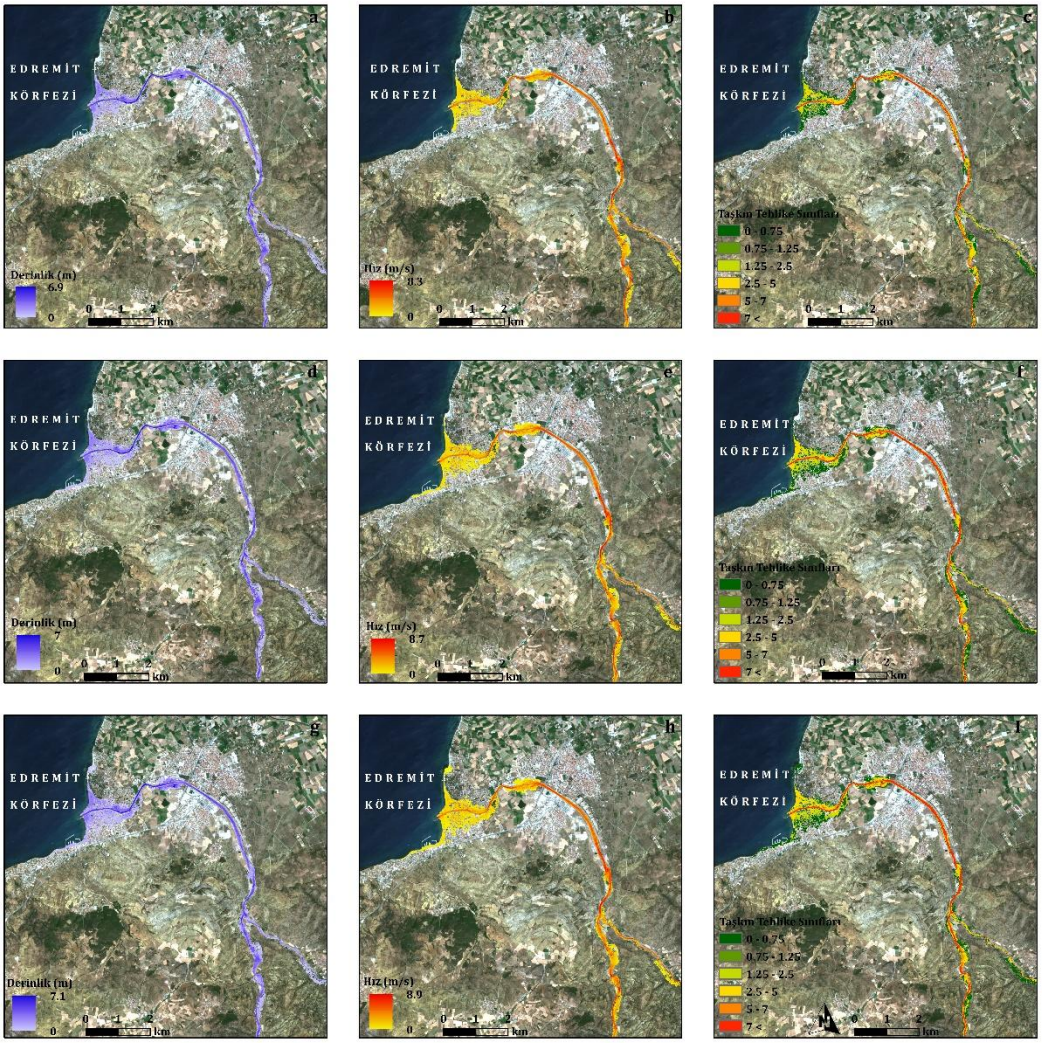
Şekil 104. Şahinler Kırsal Mahallesi Aşağı Havzaya Doğru Çekilmiş Fotoğraf Kaynak: Orijinal



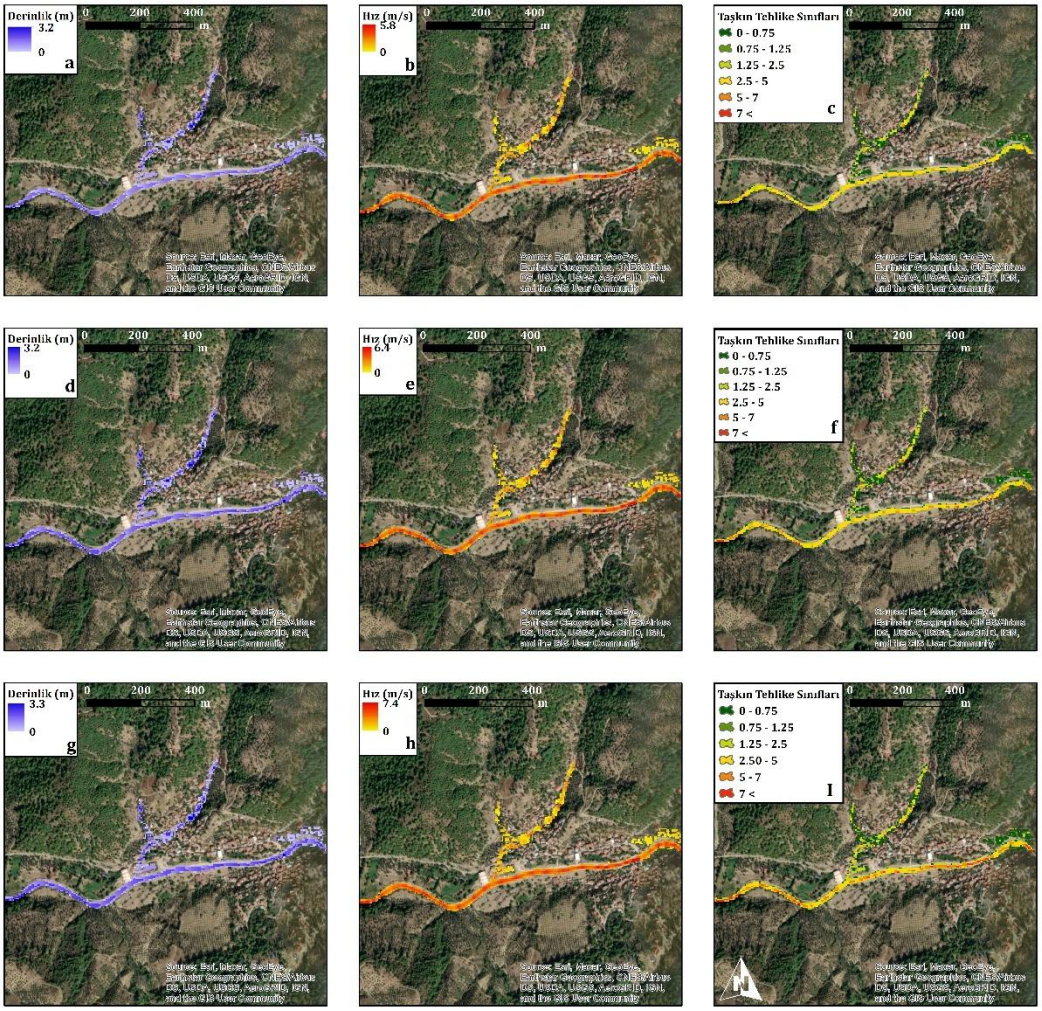
Şekil 105. Bahadınlı Kırsal Mahallesi Aşağı Havzaya Doğru Çekilmiş Fotoğraf (2024 Ocak) Kaynak: Orijinal



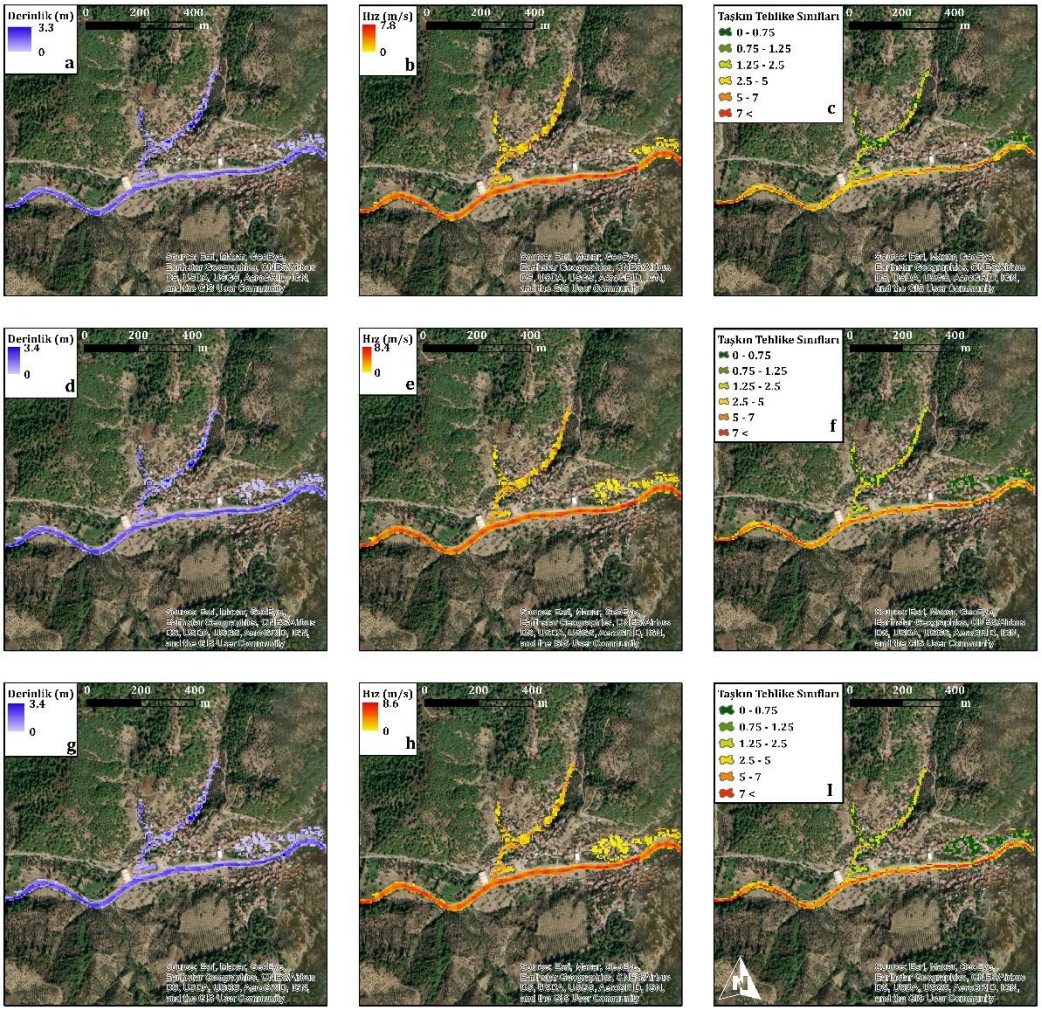
Şekil 106. A-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / B-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / C-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / D-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / E-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / F-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / G-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / H-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / I-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası
Kaynak: Orijinal



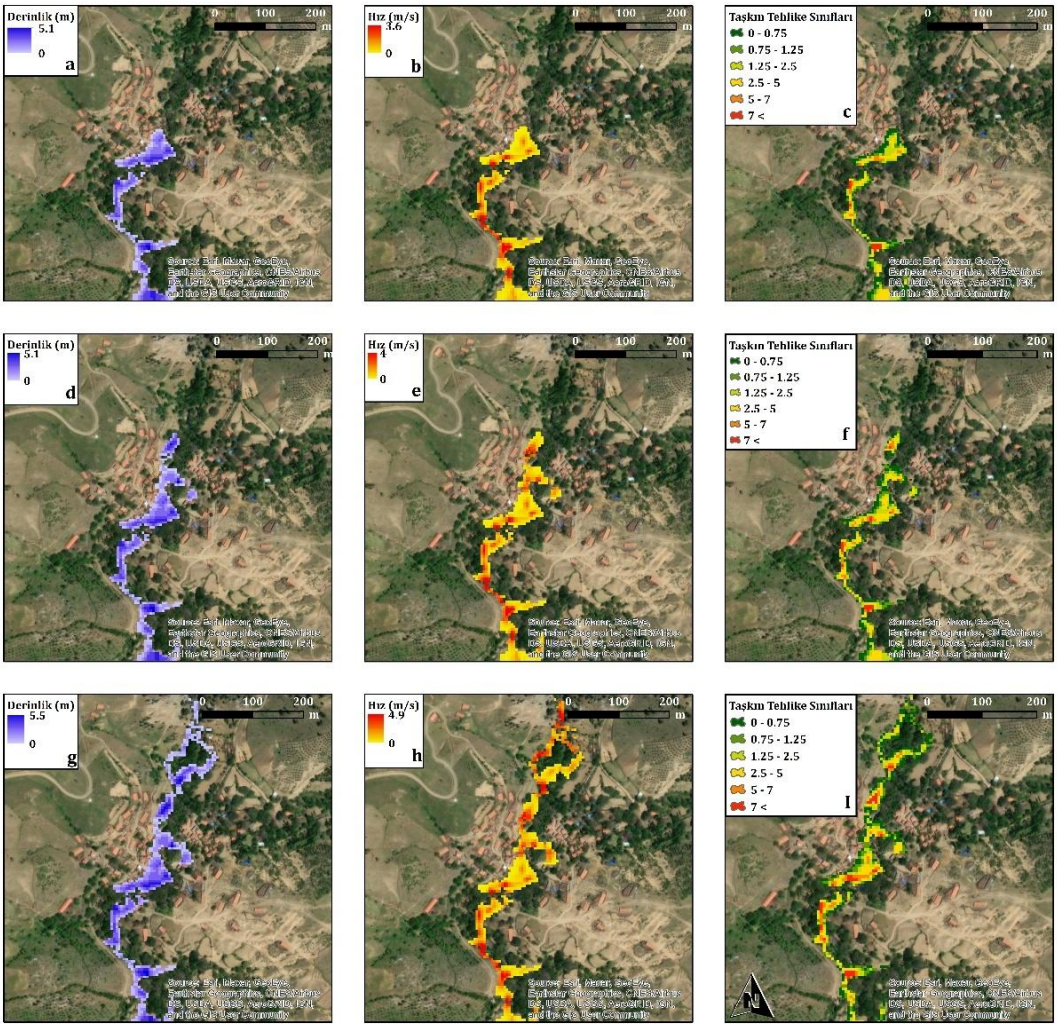
Şekil 107. A-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / B-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / C-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / D-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / E-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / F-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / G-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / H-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / I-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası
Kaynak: Orijinal



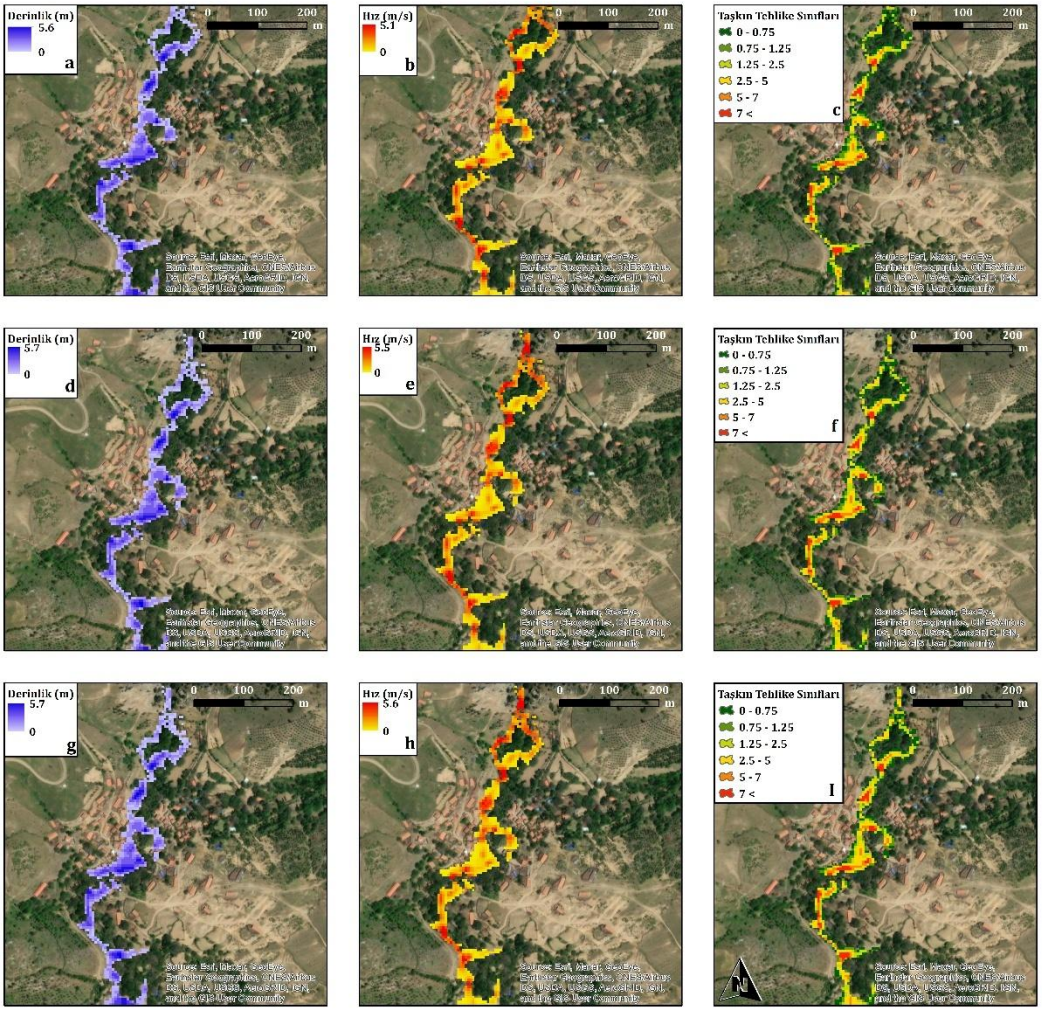
Şekil 108. Karadere Kırsal Mahallesi A-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / B-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / C-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / D-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / E-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / F-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / G-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / H-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / I-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası
Kaynak: Orijinal



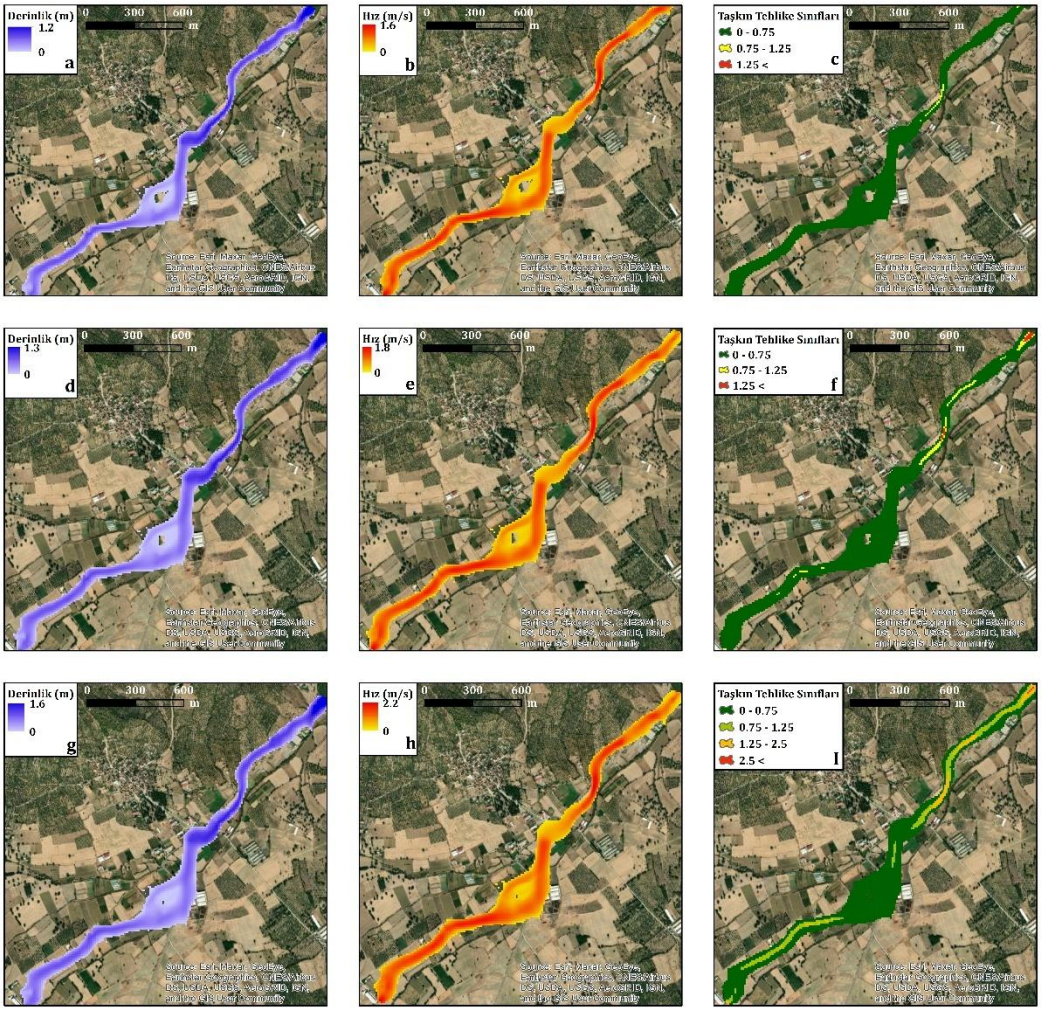
Şekil 109. Karadere Kırsal Mahallesi A-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / B-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / C-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / D-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / E-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / F-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / G-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / H-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / I-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası
Kaynak: Orijinal



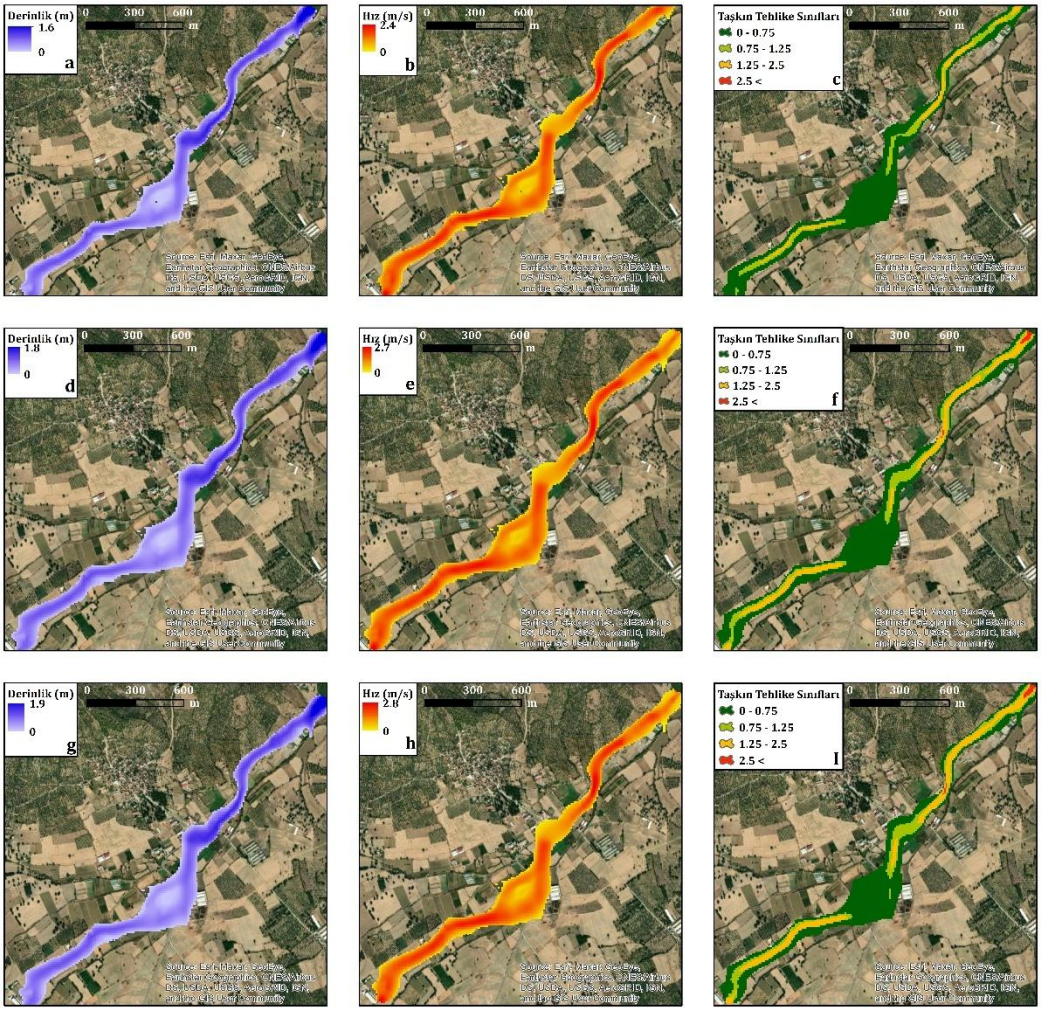
Şekil 110. Kurucaoluk Yaylası A-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / B-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / C-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / D-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / E-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / F-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / G-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / H-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / I-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası
Kaynak: Orijinal



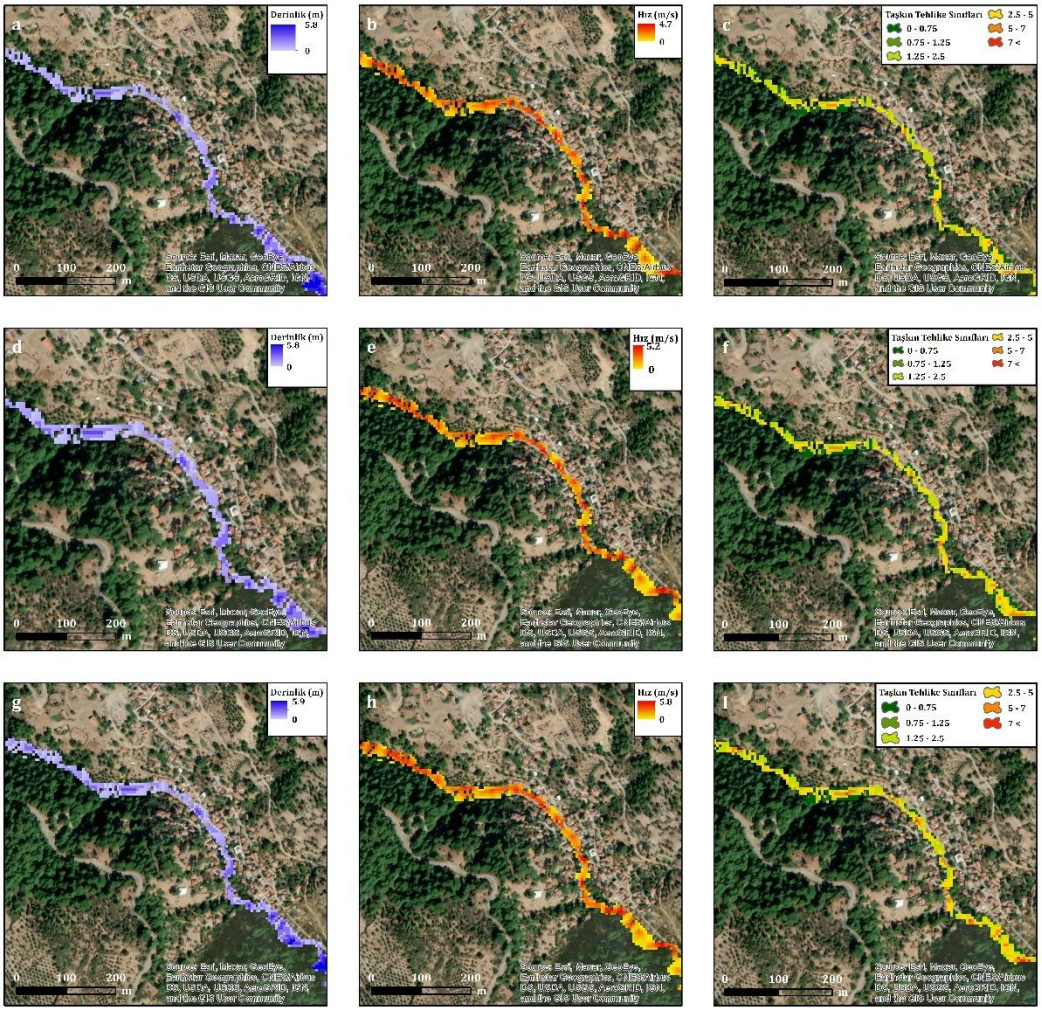
Şekil 111. Kurucaoluk Yaylası A-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / B-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / C-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / D-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / E-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / F-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / G-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / H-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / I-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası
Kaynak: Orijinal



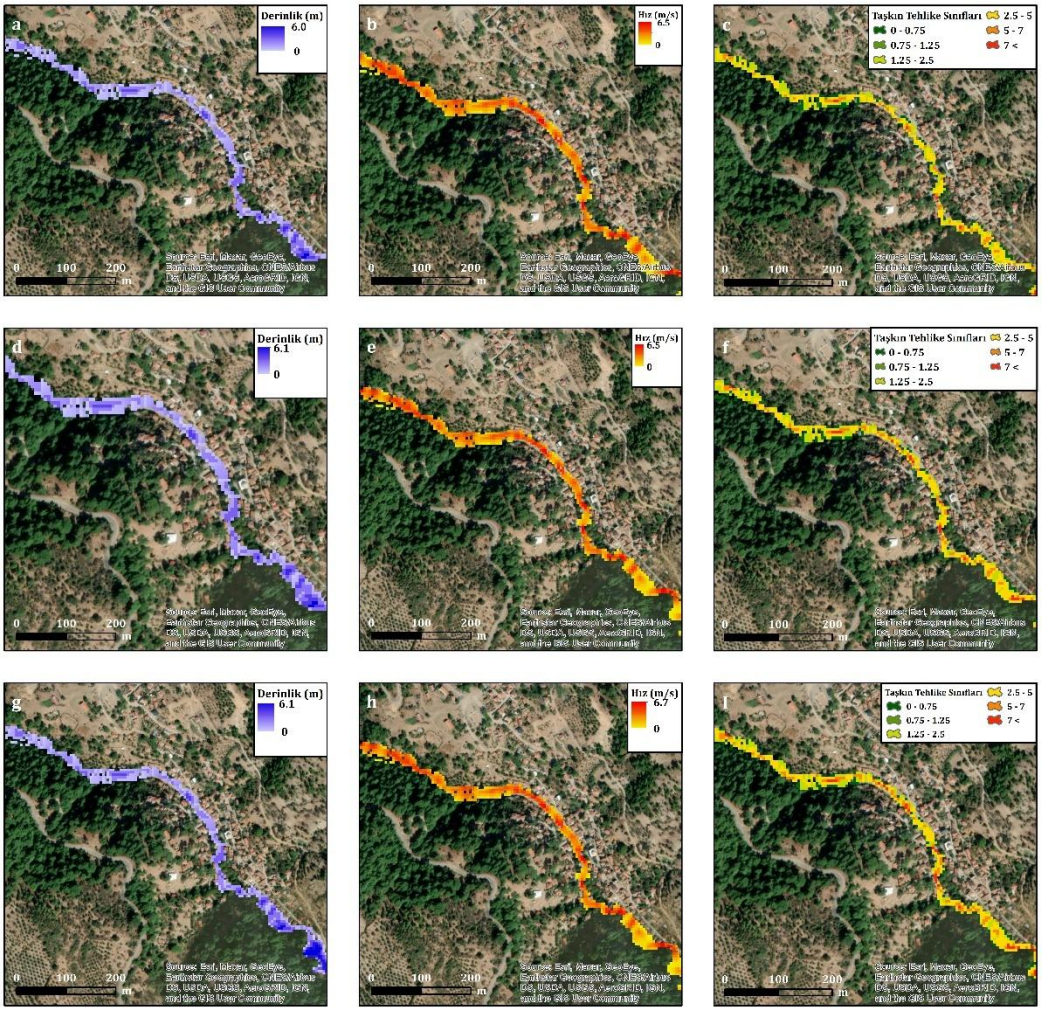
Şekil 112. Şahinler Kırsal Mahallesi A-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / B-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / C-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / D-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / E-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / F-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / G-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / H-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / I-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası
Kaynak: Orijinal



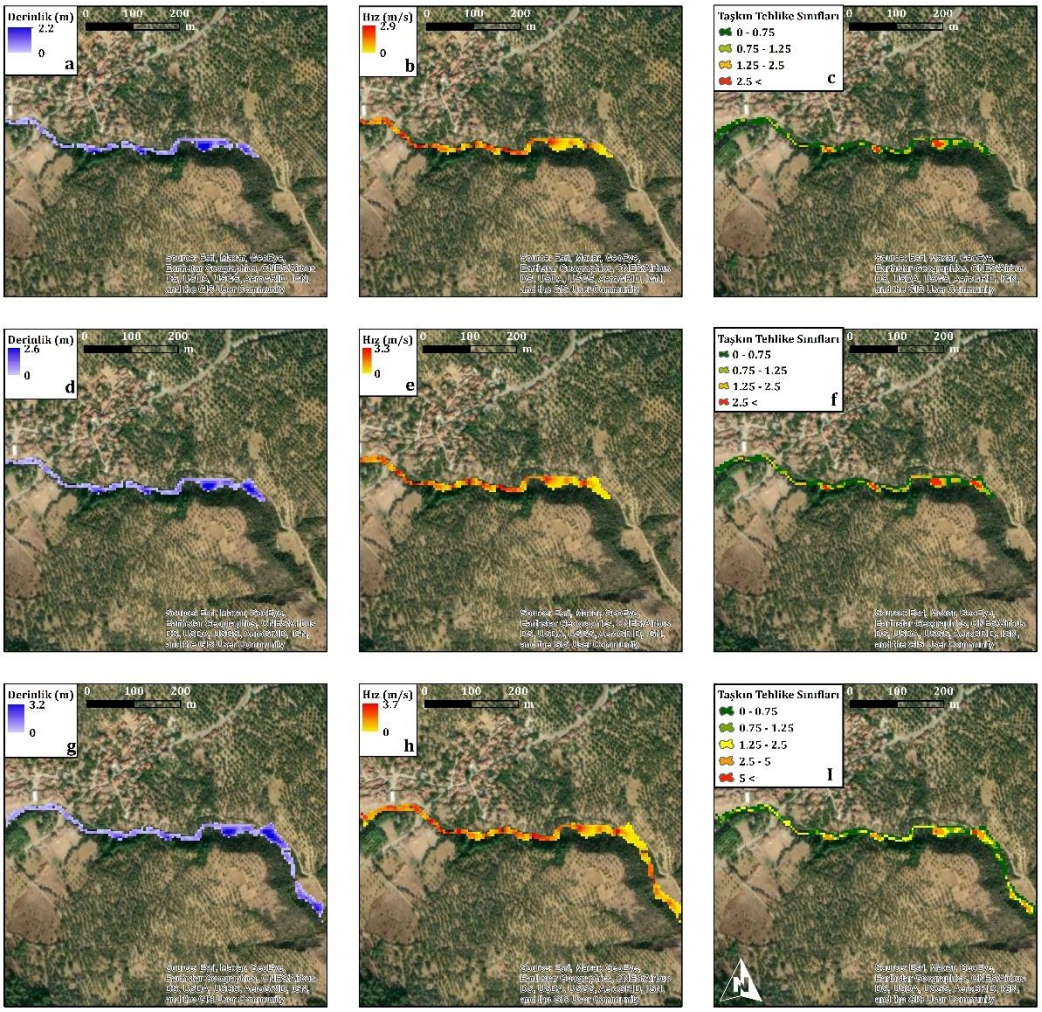
Şekil 113. Şahinler Kırsal Mahallesi A-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / B-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / C-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / D-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / E-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / F-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / G-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / H-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / I-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası
Kaynak: Orijinal



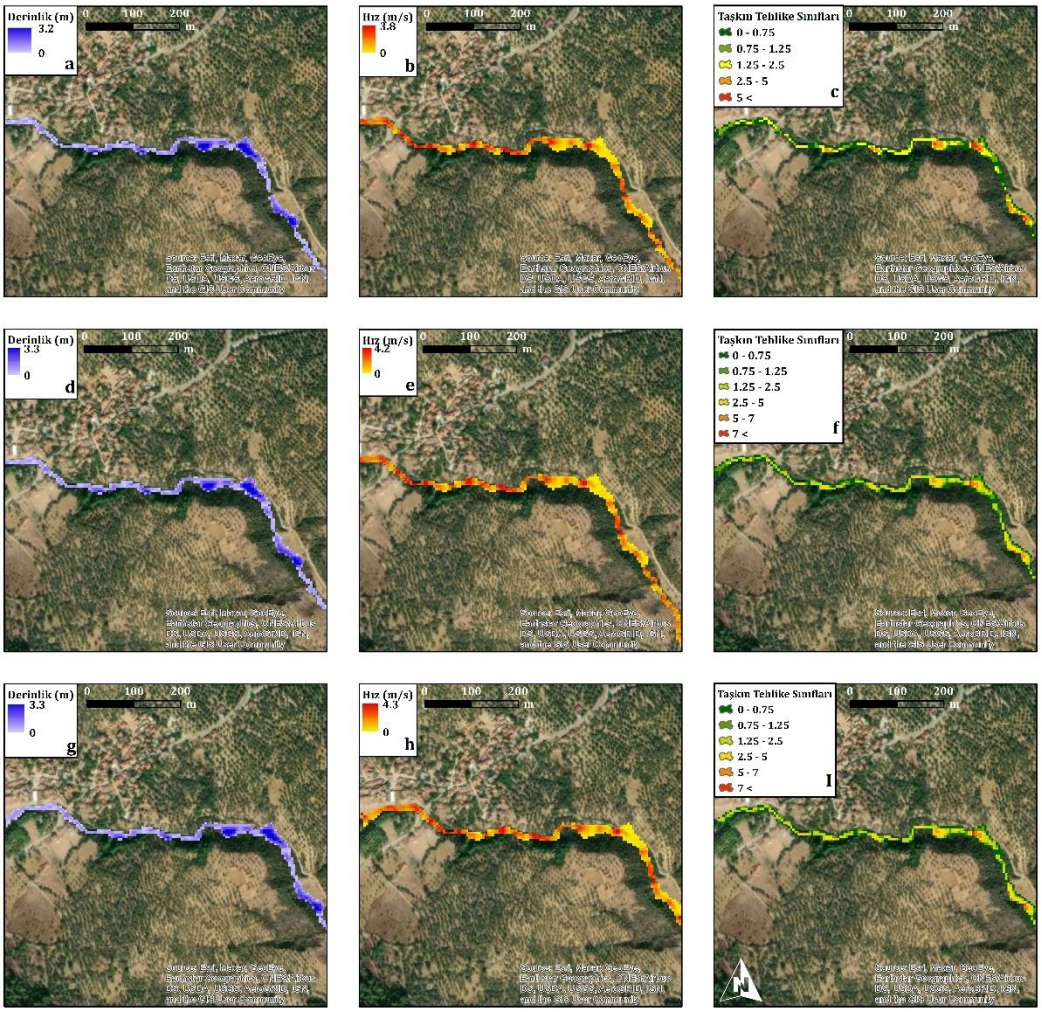
Şekil 114. Sübeylidere Kırsal Mahallesi A-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / B-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / C-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / D-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / E-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / F-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / G-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / H-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / I-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası
Kaynak: Orijinal



Şekil 115. Sübeylidere Kırsal Mahallesi A-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / B-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / C-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / D-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / E-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / F-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / G-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / H-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / I-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası
Kaynak: Orijinal



Şekil 116. Yunuslar Kırsal Mahallesi A-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / B-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / C-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / D-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / E-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / F-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / G-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / H-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / I-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası Kaynak: Orijinal



Şekil 117. Yunuslar Kırsal Mahallesi A-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / B-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / C-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / D-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / E-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / F-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / G-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / H-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / I-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası Kaynak: Orijinal

4.3.7. Reşitköy Barajı ve Bahadınlı Regülatörü'nün Aşağı Havzasında Baraj ve Regülatör Etkisinin Değerlendirilmesi ile Farklı Tekrarlama Periyotlarına Göre Taşkın Tehlike Analizi

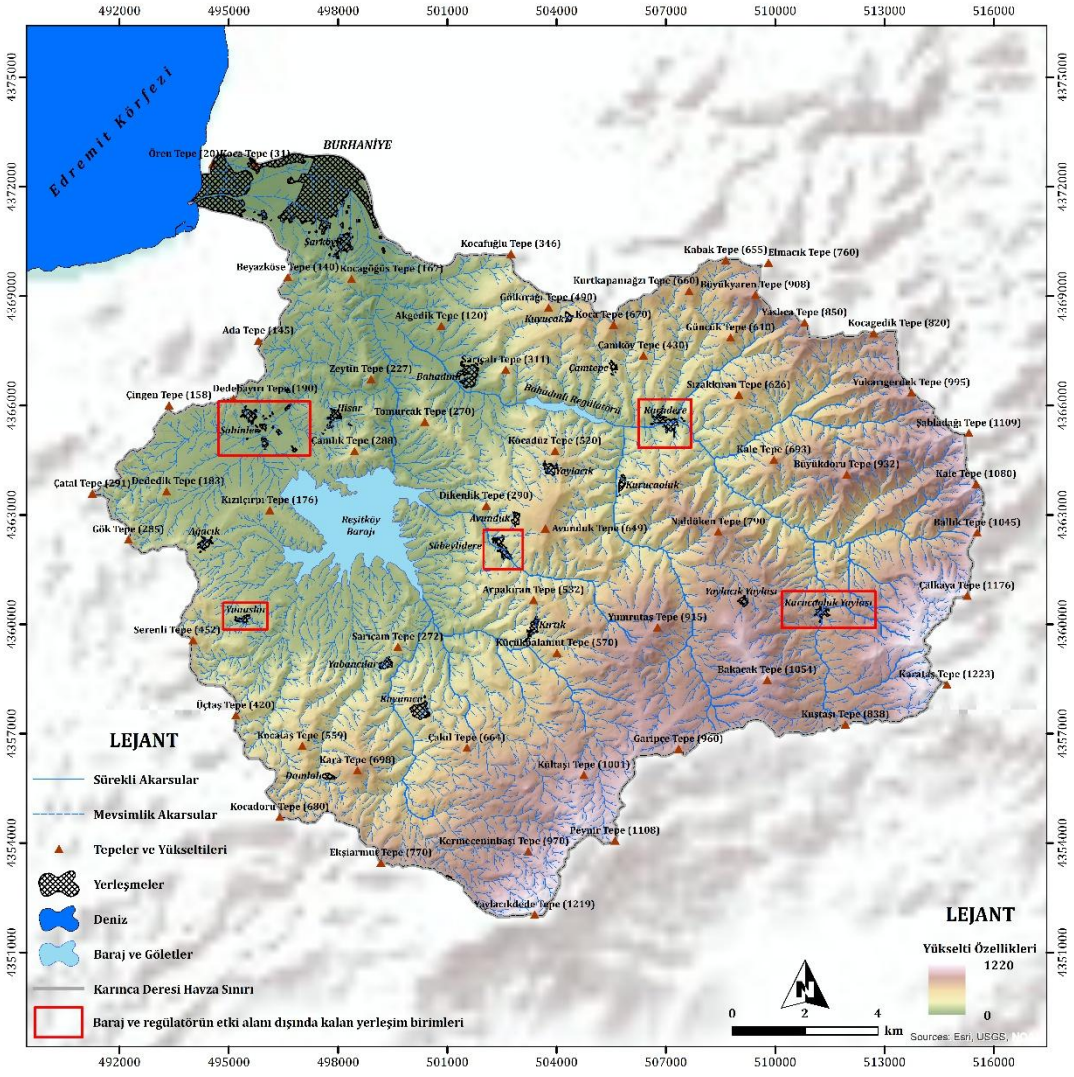
Reşitköy Barajı ve Bahadınlı Regülatörü'nün dikkate alındığı bu senaryo kapsamında sırasıyla 5, 10, 50, 100, 500 ve 1000 yıllık taşkın yayılış alanları belirlenmiştir. Bu bölümde, yalnızca baraj ve regülatörün bulunduğu alandan Edremit Körfezi'ne kadar uzanan kesim değerlendirilmiştir (Şekil 118).

Baraj ve regülatörün bulunduğu alandan Edremit Körfezi'ne kadar uzanan kesimde yapılan taşkın modellemeleri sonucunda, farklı sıklık periyotlarına göre

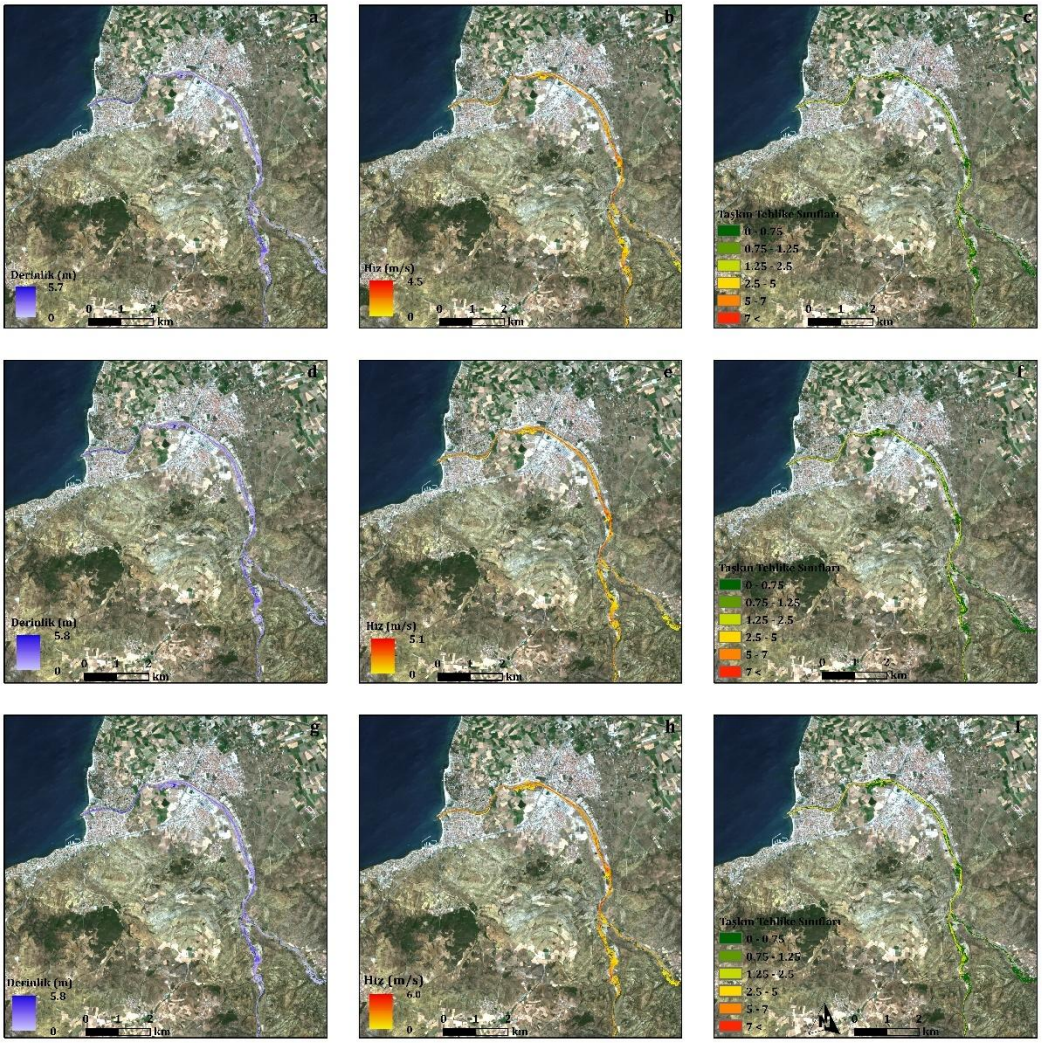
taşkın yayılış alanları belirlenmiştir. Buna göre; 5 yıllık taşkın senaryosunda 1 km², 10 yıllık senaryoda 1.1 km², 50 yıllık senaryoda 1.2 km², 100 yıllık senaryoda 1.2 km², 500 yıllık senaryoda 1.4 km² ve 1000 yıllık senaryoda 1.4 km² alanın taşkın tehlikesi altında olduğu tespit edilmiştir (Tablo 58).

Taşkın tehlike analizlerinde, tekerrür periyodunun artışına paralel olarak hidrolik parametrelerde ve dolayısıyla tehlike yayılımında belirgin değişimler gözlenmiştir. Su derinliği tüm senaryolarda akarsu ana kolu üzerinde yoğunlaşmakla birlikte, 5 yıllık senaryoda 0 m ile 5,7 m arasında değişirken, 10 yıllık senaryodan itibaren 0 m ile 5,8 m aralığında sabitlenmiştir (Tablo 58). Akım hızları periyot uzadıkça istikrarlı bir artış göstermiştir; 5 yıllık senaryoda 0 m/s ile 4,5 m/s aralığında olan hız, 1000 yıllık senaryoda 0 m/s ile 7 m/s'ye ulaşmıştır. Bu hidrodinamik parametrelere bağlı olarak üretilen tehlike haritalarında düşük, orta, yüksek ve çok yüksek olmak üzere dört tehlike sınıfı tanımlanmıştır. Bahadınlı Regülatörü ile Bahadınlı Kırsal Mahallesi arasındaki tarım alanlarında tüm periyotlarda taşkın yayılımı gözlenmiş, ancak tehlike düzeyi insanlar ve ikincil yapılar (konut, depo vb.) için genellikle düşük kalmıştır. Bu bölgede tarımsal tehlike zeytin tarımının yürütüldüğü arazilerde düşük olarak değerlendirilirken, tek yıllık bitki tarımı yapılan arazilerde ürün kaybı tehlikesi nedeniyle tüm senaryolarda yüksek olarak kabul edilmiştir. Reşitköy Barajı ile Burhaniye Ovası arasındaki kesimde, özellikle Ballı Dere'nin ana kola katıldığı noktadan itibaren akarsu kıyısındaki arazilerde tekerrür periyodu arttıkça taşkın yayılımı ve buna bağlı tehlike düzeylerinde artış tespit edilmiştir. Yüksek ve çok yüksek tehlike sınıflarının ağırlıklı olarak akarsu yatağı boyunca yoğunlaştığı belirlenmiştir. Burhaniye Devlet Hastanesi'nin kuzeyindeki Fıstıkçamı ekili alan, tüm senaryolarda taşmaların gözlemlendiği bir bölge olup, özellikle 100, 500 ve 1000 yıllık senaryolarda taşkın yayılımı ve tehlike düzeyi (orta ve yüksek sınıflara geçiş) artış göstermiştir. Akarsuyun karşı kıyısında yer alan lunapark, halı saha ve Bahçelievler Sporium çevresinde ise yayılım kısmi olarak artmasına rağmen tehlike düzeyi düşük kalmıştır. Ören Mahallesi girişinde, akarsu kıyısındaki yerleşmelere doğru 500 yıllık senaryoda dar bir alanda taşkın yayılımı gözlenmiş, 1000 yıllık senaryoda bu alan bir miktar genişlemiş; ancak tehlike düzeyi düşük kalmıştır. Genel olarak, taşkın tehlikesinin insan yaşamını tehdit eden yüksek ve çok yüksek sınıfları büyük ölçüde akarsu ana kolu boyunca yoğunlaşırken, yerleşim

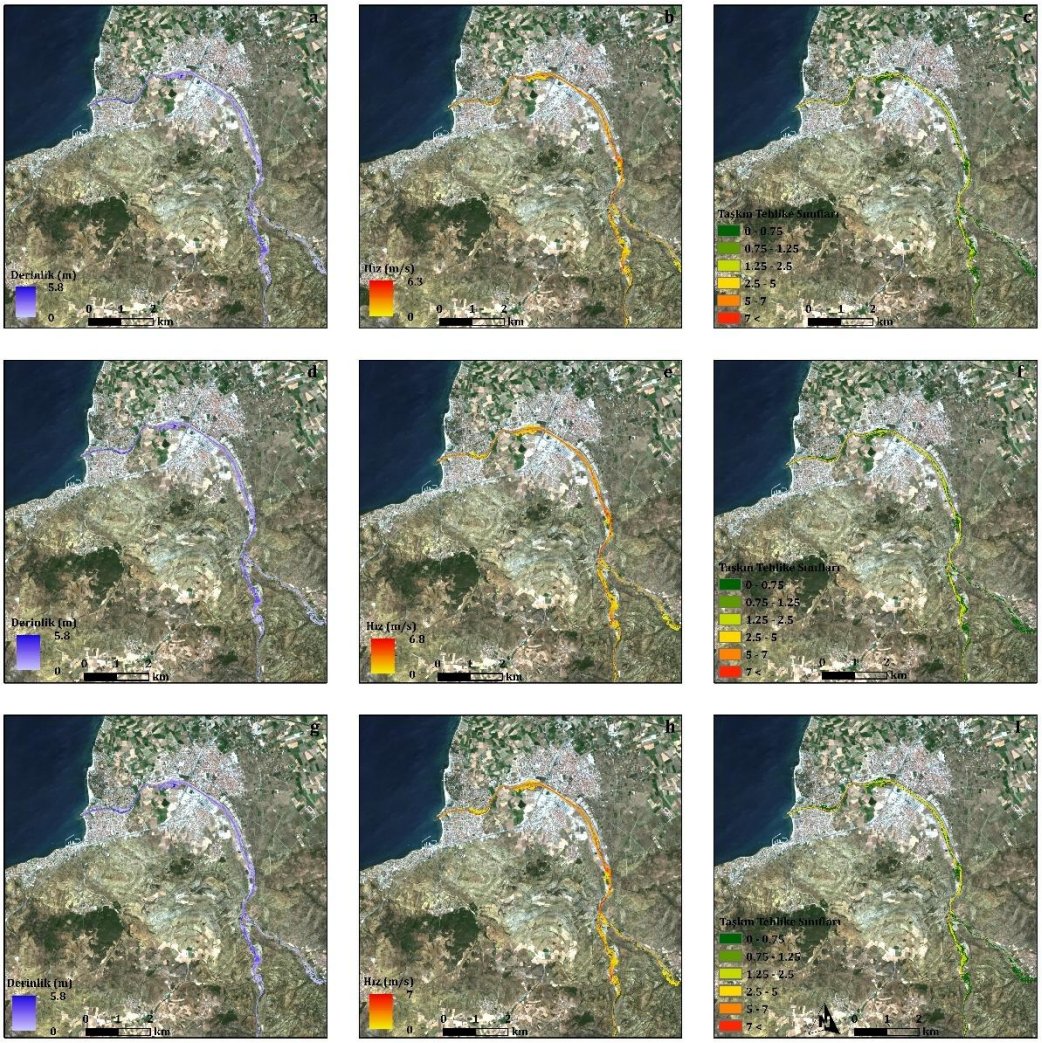
birimlerinin çoğunda tehlike düzeyi düşük veya orta seviyelerde kalmıştır (Şekil 119, Şekil 120).



Şekil 118. Reşitköy Barajı ve Bahadınlı Regülatörü'nün Etki Alanı Haritası
Kaynak: Orijinal



Şekil 119. A-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / B-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / C-) 5 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / D-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / E-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / F-) 10 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / G-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / H-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / I-) 50 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası
Kaynak: Orijinal



Şekil 120. A-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / B-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / C-) 100 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / D-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / E-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / F-) 500 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası / G-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Derinlik Haritası / H-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Hız Haritası / I-) 1000 Yıllık Taşkın Frekansı Tehlike Haritası
Kaynak: Orijinal

4.3.8. Dolusavak Taşkını Senaryosuna Göre Taşkın Tehlike Analizi

Üçüncü senaryoda, Reşitköy Barajı dolusavak taşkınının etkisini daha belirgin şekilde ortaya koymak amacıyla, alt havzalara ait akım değerleri minimum düzeyde varsayılmış ve modellemede frekans analizleriyle belirlenen 5 yıllık (Q5) tekerrür periyoduna denk gelen akım verileri kullanılmıştır. Bu senaryoda, taşkının maksimum seviyeye ulaştığı durumda taşkın yayılım alanı yaklaşık 3,9 km² olarak hesaplanmıştır (Tablo 58). Taşkın suyu, barajdan itibaren Burhaniye Ovası'na kadar vadi içerisinde ve vadi kenarında yer alan tarım arazilerinde yayılımını sürdürmektedir. Burhaniye Ovası'na ulaştığında ise yapay kanalın sona erdiği noktadan itibaren yataktan taşmaya başlamaktadır. Bu alanda akarsuyun akış yönüne göre sağ tarafta 227 metre, sol tarafta ise 237 metre genişliğinde bir yayılım gerçekleşmektedir. Burhaniye Devlet Hastanesi'nin kuzeyindeki fıstıkçamı ekili alanlar ile güneyindeki işlemeli tarım arazileri sular altında kalmaktadır. Ayrıca, akarsuyun akış yönüne göre sağ tarafta yer alan yerleşim birimleri de taşkından etkilenmektedir. Taşkın suyu, BUBYO'nun bulunduğu alandan itibaren Öğretmenler, Ören ve İskele mahallelerine doğru ilerleyerek bu yerleşim alanlarını önemli ölçüde etkilemektedir. Bu etki, özellikle düşük kotlu bölgelerde daha belirgin olup, taşkın suları hem yerleşim alanlarında hem de çevredeki tarım arazilerinde su baskınlarına neden olmaktadır. Taşkın tehlihe açısından değerlendirildiğinde, Reşitköy barajı ile Burhaniye Ovası arasında kalan kesimde akarsu yatağı kıyısında yer alan tarım alanları ile Hürriyet ve Bahçelievler mahallelerinde taşkın sularının yalnızca belirli bölümlerde taşma eğilimi göstermesi nedeniyle bu mahalleler düşük taşkın tehlikesine sahip alanlar olarak değerlendirilmektedir. Ören, Öğretmenler ve İskele mahalleleri, insanlar açısından yüksek; binalar açısından ise orta düzeyde taşkın tehlikesine sahip alanlar olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca, taşkının ilerleyişi bu mahallelerde ulaşım, altyapı ve günlük yaşam üzerinde ciddi olumsuz etkiler yaratmaktadır. Taşkın tehlikesinin en yüksek olduğu alanlar ise Karınca Dere'nin ana yatağı ile örtüşmektedir (Şekil 121).

Dolusavak taşkın hidrografı, toplamda 28 saatlik bir periyodu kapsamaktadır. Taşkının maksimum debiye ulaştığı anda gözlenen en yüksek su derinliği ve akım hızı ile bu değerlere karşılık gelen taşkın tehlike sınıfları Şekil 122'de sunulmuştur. Sonraki aşamada gerçekleştirilen zarar görebilirlik ve risk analizlerinde, taşkının

maksimum değerlere ulaştığı andaki yayılış alanı temel alınarak değerlendirmeler yapılmıştır.

İnceleme alanında taşkın sularının akım hızının, eğimin yüksek olduğu kesimlerde ve akarsu ana yatağı boyunca daha fazla, eğimin düşük olduğu Burhaniye Ovası çevresinde ise daha düşük olduğu belirlenmiştir. Topoğrafik özelliklerin yanı sıra su miktarının da akım hızını etkilediği tespit edilmiştir. Eğimli alanlarda su miktarı arttığında taşkın hızı yükselmekte, suyun az olduğu durumlarda ise hızın nispeten daha düşük olduğu gözlenmiştir.

Taşkının ikinci saatine kadar akışın büyük ölçüde ana yatak içerisinde gerçekleştiği, yalnızca akarsu kıyısında yer alan tarım arazilerine doğru sınırlı taşma eğilimi gösterdiği belirlenmiştir. Su derinliği 0 m ile 3,48 m arasında değişmektedir. Derinliğin en yüksek olduğu alanlar, akarsuyun ana kanalına karşılık gelmektedir. Hız değerinin 0 m/s ile 8,05 m/s arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bu alanlar genellikle akarsuyun ana kanalında yer almakta olup, akarsuyun hızlı bir şekilde kanalize olduğu ve eğim değerinin nispeten yüksek olduğu bölgelerle örtüşmektedir. Söz konusu alanlarda herhangi bir zarar görebilir unsurun olmaması risk oluşturmamaktadır.

Taşkının yedinci saati, dolusavak akım hidrografında pik akıma ulaşılmasından yaklaşık 1,5 saat sonraki durumu yansıtmaktadır. Bu zaman diliminde taşkın suları en geniş yayılım alanına ulaşmış ve birçok noktada ana yataktan taşkın ovasına doğru taşma gerçekleşmiştir. Su derinliği 0–6,5 m, akış hızları ise 0–9,9 m/s aralığında değişmektedir. Özellikle Öğretmenler, Ören ve İskele mahallelerinin önemli bir bölümü bu süreçte sular altında kalmıştır. Bu mahallelerde iç kesimlerde su derinliği ortalama 1 m civarındayken, akarsu kenarı ve deniz kıyısına yaklaştıkça 2 m'ye kadar çıkabilmektedir. Akış hızı açısından değerlendirildiğinde, yerleşim alanlarında hız genellikle 0,75 m/s'nin altındadır; bu durum söz konusu mahallelerin ova tabanında konumlanmasıyla ilişkilidir. Taşkın tehlikesi analizine göre, Ören Mahallesi'nin akarsu kıyısına yakın kesimlerinde insanlar için çok yüksek düzeyde tehlike belirlenmiştir. Binalar açısından ise genellikle orta, yer yer yüksek tehlike söz konusudur. Ören Mahallesi'nin kuzeyinde ise insanlar için orta ve düşük tehlike gösteren alanlar tespit edilmiştir. Öğretmenler Mahallesi'nin iç kesimlerinde insanlar için düşük, orta ve yüksek tehlike gösteren alanlar gözlemlenmiştir; akarsu kıyısına yaklaşıldıkça binalar için orta, insanlar için çok yüksek tehlike belirlenmiştir. İskele

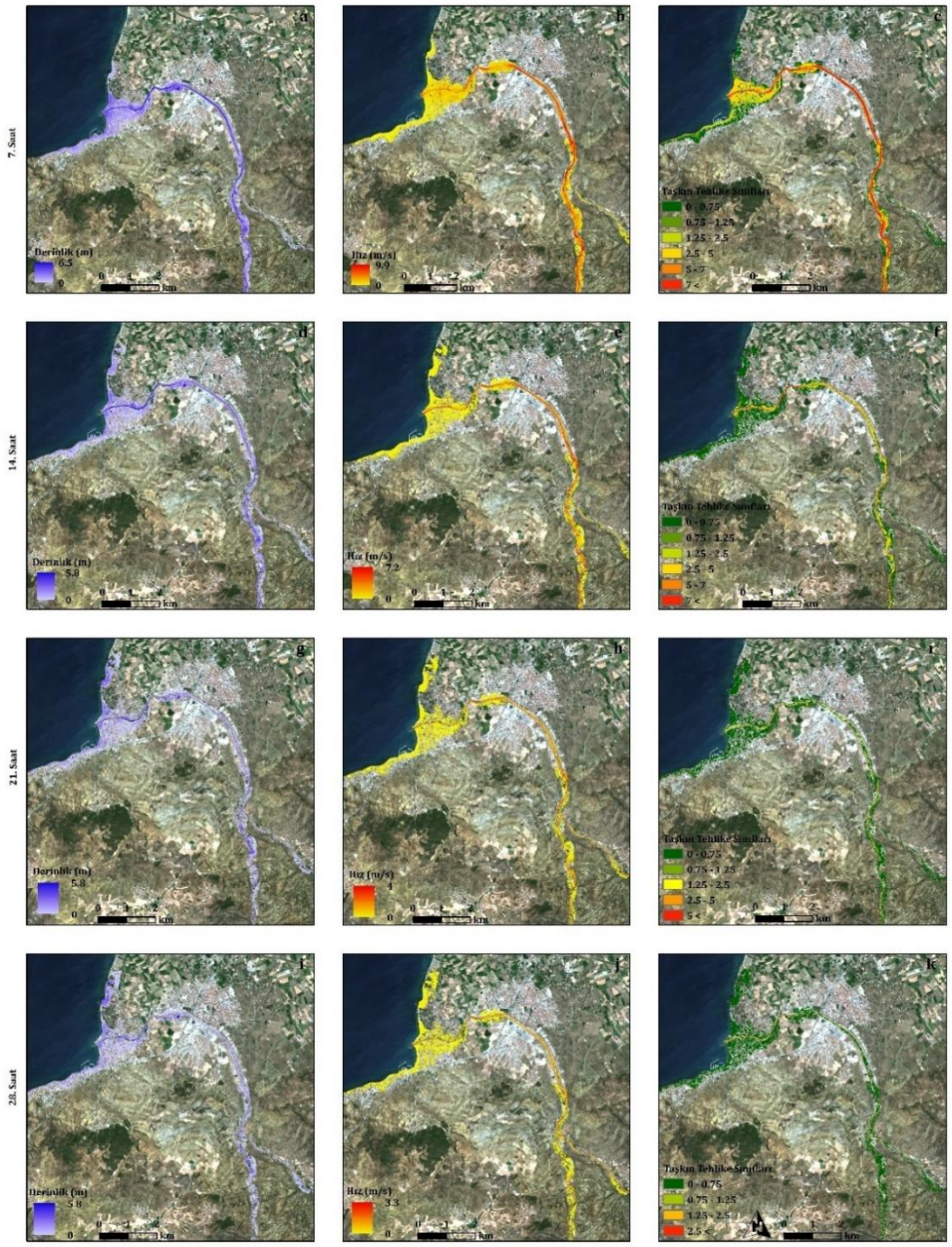
Mahallesi'nde ise genel olarak insanlar için düşük ve orta tehlike gösteren alanlar saptanmıştır (Şekil 121).

Taşkının 14. saatinde su derinliği 0–5,8 m, akış hızları ise 0–7,2 m/s aralığında değişmektedir. Bu zaman diliminde taşkın alanında kısmi bir daralma gözlemlenmiş, özellikle Öğretmenler, Ören ve İskele mahallelerinin bulunduğu bölgelerde suyun kapladığı alan azalmıştır. Yerleşim alanlarında akış hızı genel olarak 0,5 m/s'nin altındadır. Öğretmenler Mahallesi'nde derinlik iç kesimlerde 0,5 m'nin altında iken akarsu ve deniz kıyısına yaklaştıkça ortalama 1,5 m'ye ulaşmaktadır. Ören Mahallesi'nde iç kesimlerde derinlik 0,7 m'nin altındadır; akarsu kenarında ve deniz kıyısına yakın bölgelerde ortalama 1,5 m olup yer yer 2 m'yi aşabilmektedir. İskele Mahallesi'nde iç kesimlerde ortalama su derinliği 0,2 m'nin altında iken deniz kıyısına doğru ilerledikçe yaklaşık 1 m'ye ulaşmaktadır. Taşkın tehlikesi açısından değerlendirildiğinde, bu saat diliminde Ören, Öğretmenler ve İskele mahallelerinin büyük bölümünde insanlar için düşük düzeyde tehlike belirlenmiştir. İnsanlar ve binalar için yüksek ve çok yüksek düzeyde tehlike gösteren alanlar ise akarsu yatağına karşılık gelen bölgelerde yoğunlaşmaktadır (Şekil 121).

Taşkının 21. saatinde su derinliği 0–5,8 m, akış hızı ise 0–4 m/s aralığında değişmektedir. Bu zaman diliminde taşkın alanında belirgin bir daralma gözlemlenmiştir. Yerleşim alanlarında akış hızı genel olarak 0,02 m/s'nin altındadır. Su derinliği ise yerleşim birimlerinin iç kesimlerinde ortalama 0,2 m civarında olup, akarsu kenarına ve deniz kıyısına doğru yer yer 1,0 m'ye kadar ulaşabilmektedir. Taşkın tehlikesi açısından değerlendirildiğinde, Ören, Öğretmenler ve İskele mahallelerinin tamamında insanlar için düşük düzeyde tehlike saptanmıştır. Buna karşılık, insanlar ve yapılar açısından orta ile yüksek tehlike düzeyine sahip alanlar, akarsu yatağı boyunca yoğunlaşmaktadır (Şekil 121).

Taşkının 28. saati, dolusavak taşkınının sona erdiği zaman dilimini ifade etmektedir. Bu aşamada suyun büyük bir kısmı tahliye edilmiş olsa da, özellikle ovalık kesimde eğimin düşük olması nedeniyle Öğretmenler, Ören ve İskele mahallelerinin bulunduğu bölgelerde suyun durağan bir şekilde birikerek göllenme oluşturduğu alanlar gözlemlenmiştir. Su derinliği 0–3,4 m, akış hızı ise 0–3,6 m/s aralığında değişmektedir. Yerleşim alanlarında akış hızı yaklaşık 0,01 m/s olup neredeyse durağan konumdadır. Su derinliği ise yerleşim birimlerinin iç kesimlerinde genellikle 0,05 m'nin altında, akarsu kenarına doğru ise ortalama 0,6 m civarında olup yer yer

1,0 m'ye kadar ulaşabilmektedir. Taşkın tehlikesi analizine göre, Ören, Öğretmenler ve İskele mahallelerinin tamamında insanlar için düşük düzeyde risk saptanmıştır. Buna karşılık, insanlar açısından çok yüksek tehlike düzeyine sahip alanlar ile yapılar için orta düzeyde tehlike gösteren bölgeler, akarsu yatağı boyunca yoğunlaşmaktadır (Şekil 121).



Şekil 121. A-) Dolusavak Taşkını 7. Saat Derinlik Haritası / B-) Dolusavak Taşkını 7. Saat Hız Haritası / C-) Dolusavak Taşkını 7. Saat Tehlike Haritası / D-) Dolusavak Taşkını 14. Saat Derinlik Haritası / E-) Dolusavak Taşkını 14. Saat Hız Haritası / F-) Dolusavak Taşkını 14. Saat Tehlike Haritası / G-) Dolusavak Taşkını 21. Saat Derinlik Haritası / H-) Dolusavak Taşkını 21. Saat Hız Haritası / I-) Dolusavak Taşkını 21. Saat Tehlike Haritası / İ-) Dolusavak Taşkını 28. Saat Derinlik Haritası / J-) Dolusavak Taşkını 28. Saat Hız Haritası / K-) Dolusavak Taşkını 28. Saat Tehlike Haritası
Kaynak: Orijinal

4.3.9. Baraj Yıkılması Senaryosuna Göre Taşkın Tehlike Analizi

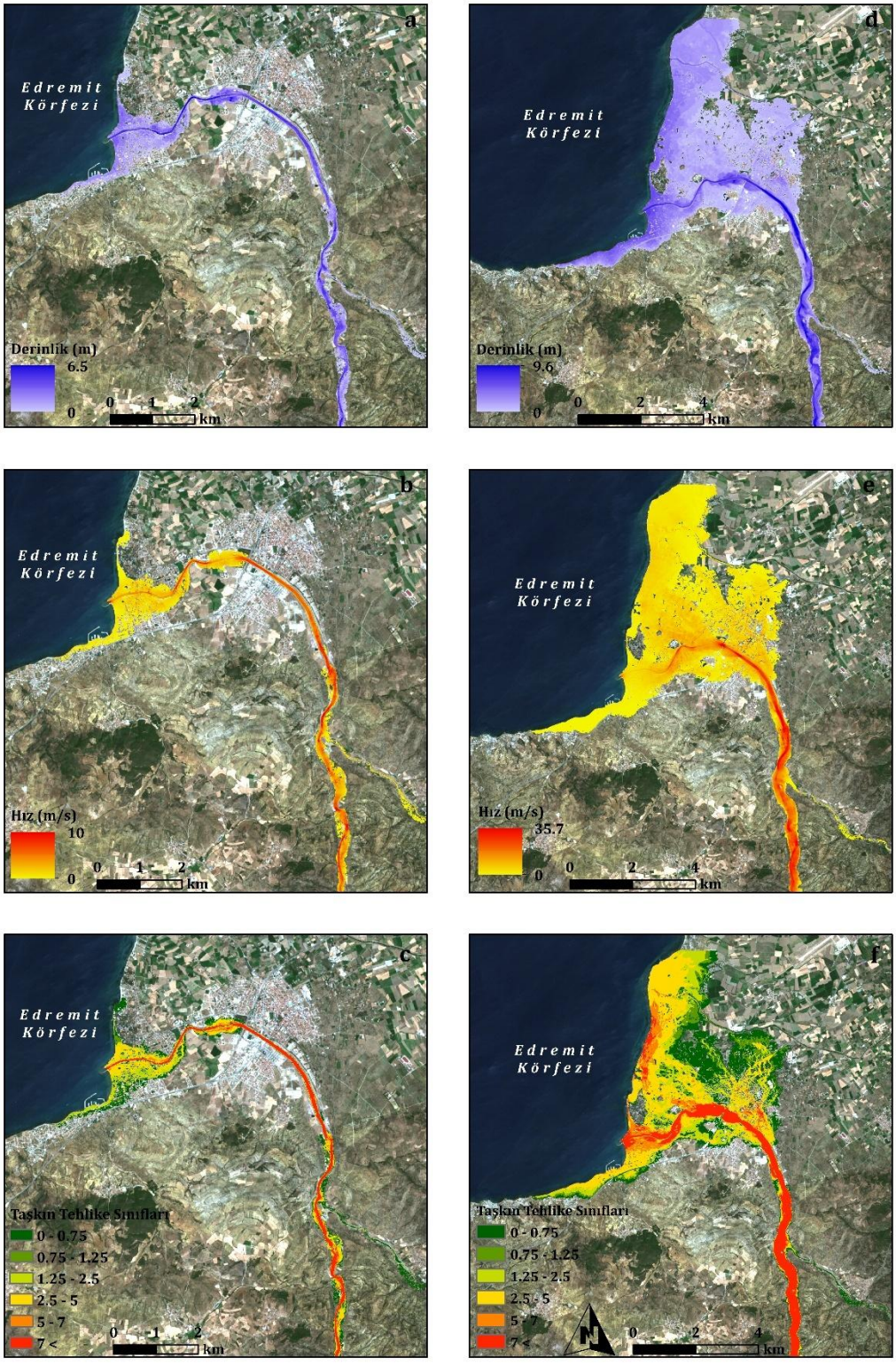
Üçüncü senaryo kapsamında, Reşitköy Barajı gövdesinde meydana gelen gediklenme sonucu oluşan taşkın etkisini daha belirgin şekilde ortaya koyabilmek amacıyla, alt havzalara ait akım değerleri minimum düzeyde varsayılmıştır. Modelleme sürecinde, alt havzalara ait akım değerleri için frekans analizleriyle belirlenen 5 yıllık tekerrür periyoduna (Q_5) karşılık gelen veriler kullanılmıştır. Bu senaryoda taşkının etkileyebileceği alan, özellikle ovalık kesimde idari sınırlar dikkate alınmaksızın mümkün olduğunca geniş tutulmuştur. Bu senaryoda taşkın maksimum seviyeye ulaştığında, yayılış alanı yaklaşık 22,5 km²'lik bir alanı kaplamaktadır (Tablo 58). Bu alanın tamamı Burhaniye sınırları içerisinde yer almamakta, taşkın suyu Havran ve Edremit ilçelerine doğru yayılım göstermektedir. Burhaniye ilçe merkezinin tamamının taşkın suları altında kaldığı belirlenmiştir. Taşkın hidrografı toplamda 10,15 saatlik bir periyodu kapsamaktadır. Modelin hassasiyetini sağlamak amacıyla hesaplamalar 10 saniyelik zaman adımlarıyla gerçekleştirilmiştir. Baraj gediklenmesi sonucu oluşan taşkının maksimum değerlere ulaştığı anda ortaya çıkan maksimum su derinliği, akım hızı ve bu parametrelere bağlı taşkın tehlike sınıfları Şekil 113'de gösterilmiştir. Daha sonrasında yapılan zarar görebilirlik ve risk analizlerinde taşkının maksimum değerlere ulaştığı andaki yayılış alanı temel alınarak analizler yapılmıştır. İnceleme alanında, özellikle akarsu yataklarında su derinliği ile akım hızının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Buna karşılık, taşkın sularının tam düzlük olarak nitelendirilebilecek ovalık alanlarda daha düşük hızla hareket ettiği gözlemlenmiştir. Burada topografik özelliklerin yanı sıra su miktarının da akım hızını etkilediği görülmektedir. Taşkın tehlikesi analizine göre, akarsu yatağı ve yakın çevresinde insanlar ve yapılar için çok yüksek düzeyde risk bulunmaktadır. Ören ve Öğretmenler mahallelerinde, akarsu kıyısından itibaren yaklaşık 400 metre içeriye kadar insanlar ve yapılar için yüksek ve çok yüksek tehlike düzeyine sahip alanlar tespit edilmiştir. Bu alanlar, Öğretmenler Mahallesi'nin yaklaşık %50'sini oluşturmaktadır. Kalan kesimde ise insanlar için çok yüksek, binalar için orta düzeyde tehlike belirlenmiştir. Ören Mahallesi'nin tepelik kesiminde taşkın tehlikesi bulunmamaktadır. Bu alanın doğusu ve kuzeyinde ise insanlar için çok yüksek, yapılar için orta düzeyde tehlike söz konusudur. Ali Çetinkaya Mahallesi'nde, Denetko Sahil Sitesi ve güneyindeki alanlarda insanlar ile yapılar için yüksek ve çok yüksek düzeyde

taşkın tehlikesi tespit edilmiştir. Orjan, IMKO ve Haberkent tatil sitelerinin bulunduğu alanlarda insanlar için çok yüksek, yapılar için ise orta düzeyde taşkın tehlikesi belirlenmiştir. Bahçelievler Mahallesi'nde tarım arazilerinin bulunduğu kesimde insanlar için düşük düzeyde taşkın tehlikesi belirlenmiştir. Ancak bu alanlarda yetiştirilen ürünlerin çoğunlukla tek yıllık olması, tarımsal riskin yüksek olmasına neden olmaktadır. Yerleşim birimlerinin bulunduğu kesimde insanlar için düşükten çok yükseğe kadar değişen tehlike düzeyleri, yapılar için ise ağırlıklı olarak düşük ve orta düzeyde tehlike gösteren alanlar belirlenmiştir. Karınca Dere'nin Burhaniye Ovası'na açıldığı kesimde, akarsuyun akış yönüne göre sağ tarafında yer alan Mahkeme, Kocacami, Hacıahmet ve Yunus mahallelerinin akarsu yatağına yakın bölümlerinde yüksek ve çok yüksek düzeyde tehlike, diğer kesimlerinde ise orta düzeyde tehlike tespit edilmiştir. Memiş ve Geriş mahallelerinde yerleşim birimlerinin bulunduğu kesimlerde insanlar için çok yüksek, yapılar için ise ağırlıklı olarak orta düzeyde tehlike gösteren alanlar tespit edilmiştir. Tarım arazilerinin bulunduğu bölgelerde ise insanlar için düşükten çok yükseğe kadar değişen tehlike düzeyleri, yapılar için ise genellikle düşük ve orta düzeyde tehlike gösteren alanlar belirlenmiştir. Ayrıca bu alanlarda yetiştirilen ürünlerin çoğunlukla tek yıllık olması, tarımsal tehlikenin artmasına neden olmaktadır. Şarköy OSB'nin bulunduğu kesimde insanlar için düşükten çok yükseğe kadar değişen, yapılar için ise ağırlıklı olarak düşük ve orta düzeyde taşkın tehlikesi tespit edilmiştir. Cumhuriyet Mahallesi'nde, özellikle Burhaniye Küçük Sanayi Sitesi çevresinde insanlar için çok yüksek, yapılar için ise ağırlıklı olarak orta düzeyde taşkın tehlikesi belirlenmiştir. Bununla birlikte, akarsu kıyısına yakın kesimlerde hem insanlar hem de yapılar için yüksek ve çok yüksek düzeyde tehlike gösteren alanlar mevcuttur. Hürriyet Mahallesi'nde yer alan Süper Toto İlçe Stadı ve Burhaniye İtfaiye Grup Amirliği, hem insanlar hemde yapılar için çok yüksek tehlike düzeyine sahiptir. Mahalledeki yerleşim alanlarında, insanlar açısından tehlike düzeyi genel olarak yüksek ve çok yüksek seviyededir. Buna karşılık, yapılar için tehlike düzeyi düşük ve orta seviyelerde kalmaktadır. Tarım arazilerinin bulunduğu kesimde ise tarımsal tehlike düzeyi yüksektir. İskele Mahallesi'nde, insanlar açısından tehlike düzeyi genel olarak yüksek ve çok yüksek seviyededir. Buna karşılık, yapılar için tehlike düzeyi düşük ve orta seviyelerde kalmaktadır (Şekil 122).

Tablo 58. Karınca Dere Farklı Senaryolara Ait Taşkınların Sayısal Özellikleri

Senaryo	Su Derinliği	Alan (m^2)	Hacim (m^3)
1 Baraj dikkate alınmamış			
5	6.4	1453511	1286780
10	6.5	1795571	1646544
50	6.7	2325626	2396772
100	6.9	2496223	2713314
500	7	3035510	3402363
1000	7.1	3262555	3712347
2 Baraj dikkate alınmış			
5	5.7	1001088	543930
10	5.8	1069110	600840
50	5.8	1173187	715373
100	5.8	1224646	767489
500	5.8	1372835	874598
1000	5.8	1427802	919921
3 Dolusavak Taşkını	6.5	3865875	5781280
4 Baraj Yıkılması	9.7	22484052	43036376

Kaynak: Orijinal



Şekil 122. A-) Dolusavak Taşkını Pik Akım Derinlik Haritası / B-) Dolusavak Taşkını Pik Akım Hız Haritası / C-) Dolusavak Taşkını Pik Akım Tehlike Haritası / D-) Baraj Yıkılması Taşkını Pik Akım Derinlik Haritası / E-) Baraj Yıkılması Taşkını Pik Akım Hız Haritası / F-) Baraj Yıkılması Taşkını Pik Akım Tehlike Haritası
Kaynak: Orijinal

Tablo 59. Alt Havzalara Ait Taşkınların Sayısal Özellikleri

Senaryo	Su Derinliği	Alan (m^2)	Hacim (m^3)
Karadere			
5	3.2	18474	13836
10	3.3	20609	16552
50	3.3	23308	21437
100	3.4	23921	23130
500	3.4	27112	27240
1000	3.4	28455	28994
Şahinler			
5	1.2	209800	47793
10	1.3	230000	60171
50	1.6	262200	84869
100	1.6	275100	95477
500	1.8	296700	117100
1000	1.9	305400	126091
Kurucaoluk			
5	5.1	8177	15678
10	5.1	10132	20017
50	5.5	13010	25580
100	5.6	13085	26309
500	5.7	13618	27897
1000	5.7	13856	28625
Sübeylidere			
5	5.8	6775	8586
10	5.8	7525	7666
50	5.9	8650	10663
100	6.0	9125	11253
500	6.1	10400	12943
1000	6.1	10600	13363
Yunuslar			
5	2.2	2850	2205
10	2.6	3525	3184
50	3.2	5250	5371
100	3.2	6900	6162
500	3.3	7725	7338
1000	3.3	7925	7627

Kaynak: Orijinal

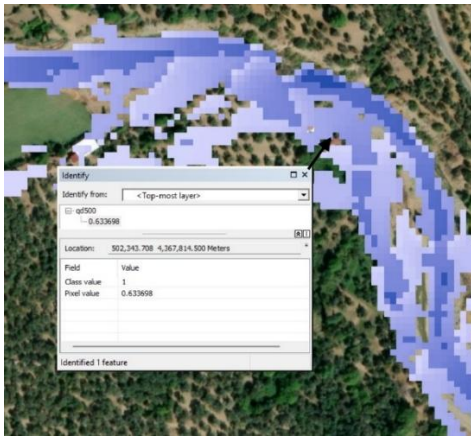
4.3.10. Model Performansının Değerlendirilmesi

Bu bölümde, oluşturulan taşkın modelinin performansı 16 Ocak 2024 tarihinde meydana gelen taşkına ait gözlem verileri kullanılarak değerlendirilmiştir. Değerlendirme, 500 yıllık taşkın senaryosu esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Bunun nedeni, 16 Ocak 2024 tarihinde Karadere Bahadınlı AGİ'de ölçülen 196 cm eşel seviyesi ve 100 m^3/sn debi değerlerinin 500 yıllık taşkın senaryosu ile uyumlu olmasıdır. Model sonuçlarının güvenilirliğini ortaya koymak amacıyla, HEC-RAS 2D modeli ile elde edilen 500 yıllık taşkın yayılım alanı, taşkın envanter haritasından elde edilen gözlenen taşkın yayılım alanı ile mekânsal olarak karşılaştırılmış ve uyum

düzeyi Fit Index (F) kullanılarak belirlenmiştir (Bates and De Roo, 2000; Horritt and Bates, 2002). Ayrıca, arazi çalışmaları sırasında ölçülen su derinliği ile modelden elde edilen su derinliği karşılaştırılarak modelin gözlenen taşkın koşullarını temsil etme başarısı değerlendirilmiştir. Taşkın sırasında arazide 62 cm olarak ölçülen su derinliği, model sonuçlarında aynı noktada 63 cm olarak belirlenmiştir (Şekil 123, Şekil 124).

$$F = 88998\ m^2 / 140253\ m^2 = 0.63$$

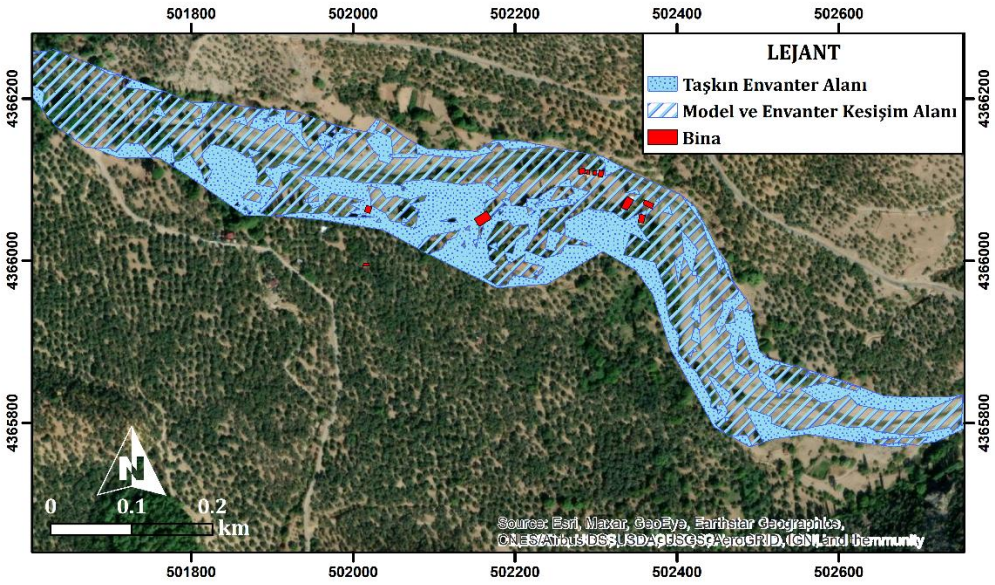
Elde edilen 0,63 Fit Index değeri, modellenen taşkın yayılım alanı ile gözlenen taşkın yayılım alanı arasında iyi düzeyde mekânsal uyum bulunduğunu göstermektedir (Şekil 125).



Şekil 123. 500 Yıllık Taşkın Senaryosuna Ait Derinlik Ölçümü
Kaynak: Orijinal



Şekil 124. 16 Ocak 2024 Tarihli Taşkın Esnasında Yapılan Derinlik Ölçümleri
Kaynak: Orijinal



Şekil 125. 500 yıllık taşkın senaryosuna ait taşkın yayılım alanı ile 16 Ocak 2024 taşkını envanter alanının karşılaştırılması
Kaynak: Orijinal

4.4. Maruziyet - Zarar Görebilirlik Analizleri

4.4.1.Yerleşme Özellikleri

4.4.1.1. Yerleşim Birimlerinin Tarihçesi

Burhaniye ve çevresindeki yerleşim birimlerinin kökeni, yapılan araştırmalarla Eski Tunç Çağı'na dek uzanmaktadır. Bölgede tespit edilen ilk önemli yerleşim, M.Ö. 1443 yılında Kilikyalılar tarafından kurulan ve günümüzdeki Ören ile Öğretmenler Mahalleleri arasında konumlanan Anahor Antik Kenti'dir. Ancak kent, Kimmer saldırıları sonrasında M.Ö. VI. yüzyılda terk edilerek harabeye dönüşmüş, bu durum bölgeyi Lidya Krallığı'nın stratejik hedeflerine taşımıştır. Kral Alyattes'in oğlu Adramys, M.Ö. 584'te, deniz savunması ve ticareti yönetmek amacıyla Anahor harabelerinin kuzeyindeki sahilde (bugünkü Ören) Adramytteion kentini kurmuştur. Adramytteion, daha sonra sırasıyla Persler, Makedonlar ve M.Ö. 132'de Anadolu'daki ilk Roma eyaleti olarak Roma İmparatorluğu'nun egemenliğine geçmiştir (Beksaç, 2018; Gücü, 2011; Gücü, 2014).

M.S. 395'te Doğu Roma (Bizans) İmparatorluğu'nun kontrolüne geçen bölgede Türk yerleşimi, 1182 yılında Selçuklu komutanlarından Taylı Baba'nın Taylıeli Köyü'nü kurmasıyla başlamıştır. Türkmen boylarının bölgeye gelişiyle büyüyen ve Madra Dağı'ndan gelen su kemerleri sebebiyle uzun yıllar "Kemer" adıyla anılan bu yerleşim (bugünkü Geriş Mahallesi'nde kurulan çiftlik), 1305'te Karesi Beyliği ile yeniden Türk egemenliğine girmiştir. 1357'de Osmanlı İmparatorluğu'na bağlanan Kemer-Edremit, önce köy, ardından kasaba ve 1867'de kaza olmuştur. İki farklı yerleşimin adının karışıklığa yol açması nedeniyle, 1886 yılında padişah fermanıyla kaza adı, Şehzade Mehmet Burhanettin'e ithafen Burhaniye olarak değiştirilmiştir (Gücü, 2011; Gücü, 2014).

Osmanlı ve Cumhuriyet'in ilk dönemlerinde (1950'ye kadar) Burhaniye, sınırlı ve geleneksel bir mahalle yapısına sahipti. 1887 yılı kayıtları, Burhaniye'nin 2.979 haneden oluşan altı mahalle barındırdığını göstermektedir. 1902 Salnamesi'ne göre bu altı geleneksel mahalle Geriş, Cami-i Kebir (Koca Cami), Hacıahmet, Yunus, Mahkeme ve Memiş adlarını taşımaktaydı (Tuna, 2008). 1950'li yıllardan sonra şehirlerarası karayolunun (E-87) bölgeden geçmesi ve kıyı kesiminde ikinci konut talebinin oluşması, kentsel yapıyı kökten değiştirmiştir. Bu dönemde kıyı bandında

kooperatifler aracılığıyla kurulan konutlar sayesinde İskele, Ören ve Öğretmenler gibi yeni mahalleler ortaya çıkarken, karayolu güzergâhı boyunca iç kesimde de Cumhuriyet, Bahçelievler ve Hürriyet mahalleleri oluşturulmuştur (Doldur, 2014; Özbakır, 2022). Kentsel genişleme, yakın zamanda da devam etmiş, son olarak 2021 yılında Ali Orjan, Denetko, İmko, Haber-Kent, Meço ve 73 Evler gibi büyük sitelerin içinde bulunduğu sahil kesiminin mahalle statüsü kazanmasıyla sonuçlanmıştır. Bu en yeni mahalle, Ali Çetinkaya adını almıştır. Bu genişleme sonucunda Burhaniye, toplam 13 mahalleye ulaşarak günümüzdeki önemli Edremit Körfezi yerleşimi konumunu almıştır.

4.4.1.2. Yerleşmeler ve Meskenlerin Zarar Görebilirlikleri

Çalışma alanında hem kırsal hem de kentsel yerleşim birimleri yer almaktadır. Havza genelinde 19 kırsal mahalle ve 9 merkez mahalle bulunmaktadır. Ancak bu çalışmada, Burhaniye Ovası'nın yer aldığı kesimde havza sınırlarına birebir bağlı kalınmamıştır. Taşkın olayının ova üzerindeki mekânsal yayılımını daha sağlıklı analiz edebilmek amacıyla, taşkın suyunun etkilediği Burhaniye ilçe sınırları içerisinde kalan tüm yerleşim birimleri değerlendirmeye dâhil edilmiştir. Bu kapsamda, havza sınırları dışında yer almakla birlikte taşkından etkilenen iki kırsal ve dört kentsel mahalle de çalışma kapsamında incelenmiştir.

Burhaniye ilçe merkezi ova tabanı üzerinde konumlanmaktadır. Havza içerisindeki kırsal yerleşmeler ise ova tabanları, vadiler, sırtlar ve aşınım düzlükleri üzerinde yer almaktadır. Yerleşmelerin yükselti basamaklarına göre dağılımı incelendiğinde, Burhaniye merkez mahallelerinin tamamı ile Şarköy Kırsal Mahallesi 0–100 metre yükselti basamağında bulunmaktadır. Kırsal mahallelerin yaklaşık üçte biri 100–200 metre, diğer üçte biri ise 400–500 metre yükselti aralığında konumlanmıştır. Ayrıca 200–300 metre yükselti basamağında üç kırsal mahalle yer alırken, 400–500 metre aralığında yalnızca bir kırsal mahalle bulunmaktadır. En yüksek rakımda yer alan yerleşme ise Hacıbozlar Kırsal Mahallesi olup 800–900 metre yükselti basamağında konumlanmaktadır.

Bu çalışma kapsamında, olası taşkınların etkisi altında kalabileceği varsayılan 22 mahalle değerlendirilmiştir. Balıkesir Büyükşehir Belediyesi'nden temin edilen 2024 yılı bina envanteri verilerine göre, bu 22 mahallenin kümülatif bina envanteri

19.529'dur. Mahalleler bazında bina envanteri dağılımı incelendiğinde, en fazla binaya sahip olan mahalle Ali Çetinkaya Mahallesi olup, bunu sırasıyla Öğretmenler, Cumhuriyet, Ören, İskele ve Bahçelievler mahalleleri izlemektedir. Buna karşın, çalışma kapsamında değerlendirilen mahalleler arasında en düşük bina envanterine sahip olan yerleşim birimi ise Yunuslar Mahallesi'dirİnceleme alanındaki meskenler genel olarak kargir (yığma), betonarme, tuğla, taş, kerpiç ve prefabrik yapılardan oluşmaktadır. Kırsal mahallelerdeki yapılar büyük oranda kargir sistemle inşa edilmişken; kerpiç, betonarme ve prefabrik yapılar da görülebilmektedir. Burhaniye merkez mahallelerinde ise kargir ve betonarme yapılar ağırlıklı olarak öne çıkmaktadır. Meskenlerin inşaat malzemesine göre beton, kargir, tuğla, yığma yapıların aynı risk kategorisinde değerlendirildiği belirlenmiştir (RESCDAM 2001). Taşkın yayılım alanındaki yapıların yaklaşık %96'sının bu grupta yer alması nedeniyle, inşaat malzemesi açısından herhangi bir ayrım yapılmamış; zarar görebilirlik değerlendirmesi için tek bir kategori oluşturulmuştur. Kat sayısına göre yapılar zemin ve zemin altı katlı binalar, 1 ve 2 katlı binalar, 3 ve üzeri katlı binalar olarak 3 grupta sınıflandırılmıştır (Tablo 60, Şekil 126, Şekil 127, Şekil 128, Şekil 129). Zarar görebilirlik dereceleri, belirlenen kategoriler temelinde oluşturulmuş olup, bu dereceler dikkate alınarak havzadaki meskenler için risk analizi yapılmıştır.



Şekil 126. Ören Mahallesi Zemin Katlı Binalara Örnek
Kaynak: Orijinal



Şekil 127. Ören Mahallesi Zeminüstü 1 Katlı Binalara Örnek
Kaynak: Orijinal



Şekil 128. Öğretmenler Mahallesi Zeminüstü 3 ve Üzeri Katlı Binalara Örnek
Kaynak: Orijinal



Şekil 129. Öğretmenler Mahallesi Zeminüstü 2 Katlı Binalara Örnek
Kaynak: Orijinal

Tablo 60. İnceleme Alanındaki Yerleşmelerin Yapı Özellikleri

Mahalleler	Kat Sayısı			Türü				Toplam
	1	2	3 +	Mesken	İşletme	Kamu	Diğer	
Ali Çetinkaya	112	3397	16	3491	23	11		3525
Öğretmenler	187	1812	121	2075	34	11		2120
Cumhuriyet	968	630	223	1800	12	9		1821
Ören	312	1455	30	1742	47	6	1	1796
İskele	167	1342	12	1496	19	6		1521
Bahçelievler	220	271	619	1091	7	12		1110
Mahkeme	448	242	307	943	21	33		997
Kocacami	309	208	323	757	67	16		840
Geriş	439	181	96	705	7	4		716
Hacıahmet	287	283	130	687	6	7		700
Memiş	283	151	179	606	2	5		613
Bahadınlı	363	143	1	500	2	5		507
Şarköy	322	119	15	443	7	6		456
Karadere	252	187	6	434	3	8		445
Yunus	289	95	27	404	3	4		411
Şahinler	331	53		375	6	3		384
Çoruk	277	63	3	334	8	1		343
Taylıeli	179	133	10	311	8	3		322
Hürriyet	124	168	43	280	46	9		335
Sübeylidere	198	47	1	241	1	4		246
Hisarköy	150	25		173	1	1		175
Yunuslar	92	54		143		3		146

Kaynak: Balıkesir Büyükşehir Belediyesi

4.4.1.2.1. Kamu Yapıları

Afet meydana geldiğinde kamu yapılarının, barındırdıkları nüfus ve konumsal özellikleri bakımından etkilenme durumlarının değerlendirilmesi gereklidir. Bu doğrultuda, çalışma alanındaki kamu binalarının mekânsal dağılımı ortaya konulmuştur. Kamu yapıları kapsamında, Tablo 61'de belirtilen kamu kurum ve kuruluşları değerlendirmeye alınmıştır. Kırsal mahallelerde eğitim kurumları, sağlık kuruluşları ve dini yapılar; diğer yapıların ise ilçe merkezindeki dağılımı incelenmiştir.

Burhaniye İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü 2024 verilerine göre, havzada yer alan ilçeye bağlı kırsal mahallelerden Karadere ve Kuyumcu'da ilkokul bulunmaktadır. Bahadınlı ve Şarköy kırsal mahallelerinde ise hem ilkokul hem de ortaokul mevcuttur. Okul bulunmayan diğer kırsal mahallelerde taşımalı eğitim uygulanmaktadır. İnceleme alanındaki kırsal mahallelerde yer alan bu altı okulda toplam 348 öğrenci eğitimine devam etmektedir (Burhaniye Kaymakamlığı, 2024).

Kamu yapıları daha çok ilçe merkezinde yoğunlaşmaktadır. İlçe merkezinde bulunan Burhaniye İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü'ne bağlı eğitim kurumları arasında 9 anaokul, 10 ilkokul, 7 ortaokul, 9 lise ve 3 özel eğitim/yaygın eğitim kurumu yer almaktadır. Bu kurumlara ait toplam öğrenci sayısı 2024 yılı itibarıyla 7.585'tir. Ayrıca, Balıkesir Üniversitesine bağlı Burhaniye Uygulamalı Bilimler Fakültesi ile Burhaniye Meslek Yüksekokulu da inceleme alanında bulunmaktadır. Bu iki yükseköğretim kurumuna ait toplam öğrenci sayısı ise 2024 yılı için 1.644'tür. İnceleme alanında yer alan anaokulu, ilkokul, ortaokul, lise, özel eğitim/yaygın eğitim kurumları ve özel okullar dahil olmak üzere çalışan toplam personel sayısı 1.195, toplam öğrenci sayısı ise 8.913'tür (Burhaniye Kaymakamlığı, 2024). Burhaniye merkezde, ikisi 4 katlı, biri 5 katlı ve biri 6 katlı olmak üzere toplam dört öğrenci yurdu bulunmaktadır. İnceleme alanındaki dini yapılar, camiler ve cemevlerinden oluşmaktadır. Burhaniye merkez mahallelerinde toplam 14 cami ve 2 cemevi bulunmaktadır. Burhaniye Devlet Hastanesi, Hürriyet Mahallesi'nde yer almakta ve ilçe genelinde hizmet veren tek hastane konumundadır. Hastane 125 yatak kapasitesine sahip olup toplam 520 personel ile sağlık hizmeti sunmaktadır. Kamu kurumlarının önemli bir bölümü Mahkeme ve Kocacami mahallelerinde yoğunlaşmaktadır. Mahkeme Mahallesi'nde İlçe Emniyet Müdürlüğü, İlçe Jandarma Komutanlığı, Burhaniye Belediyesi (Şekil 132), Sosyal Güvenlik İlçe Müdürlüğü, İlçe Sağlık Müdürlüğü, Gençlik ve Spor İlçe Müdürlüğü, İlçe Kütüphanesi ve İtfaiye yer alırken; Kocacami Mahallesi'nde Kaymakamlık (Şekil 130), İlçe Müftülüğü, İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü ve Burhaniye Doğa Koruma ve Milli Parklar Şefliği bulunmaktadır.

Bu kurumlar dışında kalan Balıkesir Büyükşehir Belediyesi'ne bağlı birimler (BASKİ, ek hizmet binaları, şantiyeler vb.) (Şekil 131), TCSG-6 Bot Komutanlığı ve İlçe Turizm Danışma Bürosu ise Ören ve İskele mahallelerinde konumlanmıştır.



Şekil 130. Burhaniye Kaymakamlık Binası
Kaynak: Orijinal



Şekil 131. Balıkesir Büyükşehir Belediyesi Ek Hizmet Binası
Kaynak: Orijinal



Şekil 132. Burhaniye Belediyesi Binası
Kaynak: Orijinal

Tablo 61. Burhaniye İlçesi Kamu Kurumları ve Personel Sayısı Bilgileri Tablosu

Burhaniye İlçesi Kamu Kurum ve Kuruluşları	Personel Sayıları
Kaymakamlık	99
Burhaniye Belediyesi	580
Balıkesir Büyükşehir Belediyesi'ne Bağlı Kurumlar (İtfaiye, ek hizmet binaları, şantiyeler vb. gibi dahil olmak üzere)	27
İlçe Emniyet Müdürlüğü	184
İlçe Jandarma Komutanlığı	61
TCSG-6 Bot Komutanlığı	8
İlçe Sağlık Müdürlüğü	47
Aile Sağlığı Merkezleri	44
İlçe Müftülüğü	73
İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü	37
Gençlik Spor İlçe Müdürlüğü	24
Sosyal Güvenlik İlçe Müdürlüğü	22
İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü	1195
Burhaniye Doğa Koruma ve Milli Parklar Şefliğine	8
Burhaniye Devlet Hastanesi	520
İlçe Turizm Danışma Bürosu	1
İlçe Kütüphanesi	7
Burhaniye Uygulamalı Bilimler Fakültesi	55
Balıkesir Üniversitesi Burhaniye Meslek Yüksekokulu	16

Kaynak: Burhaniye Kaymakamlığı (2024)

Tablo 62. Farklı Senaryolara Göre Taşkın Yayılış Alanında Kalan Bina Türlerinin Mahallelere Göre Dağılışı

Senaryo	Frekans	Mahalleler	Mesken	İşletme	Kamu
1. Senaryo	5	Bahadınlı	7		
		Öğretmenler	3		
		Ören	85		2
	10	Bahadınlı	7		
		Bahçelievler	1		
		Öğretmenler	79	1	
		Ören	230	5	2
	50	Bahadınlı	7		
		Bahçelievler	1		
		Öğretmenler	594	9	
		Ören	311	7	2
	100	Bahadınlı	8		
		Bahçelievler	1		
		İskele	1		
		Öğretmenler	628	9	
		Ören	337	7	2
	500	Bahadınlı	8		
		Bahçelievler	18	1	
		İskele	34	6	3
		Öğretmenler	918	11	6
		Ören	371	8	2
	1000	Bahadınlı	9		
		Bahçelievler	18	1	
		İskele	64	7	3
		Öğretmenler	1068	17	8
		Ören	385	11	2
2. Senaryo	5	Bahadınlı	7		
	10	Bahadınlı	7		
	50	Bahadınlı	7		
	100	Bahadınlı	7		
	500	Bahadınlı	7		
		Ören	24		
	1000	Bahadınlı	7		
		Ören	34		
3. Senaryo	Dolusavak	Bahadınlı	7		
		Bahçelievler	23	1	
		Hürriyet	2		
		İskele	505	13	5
		Öğretmenler	1498	21	9
		Ören	572	12	3
		Şarköy	1		

Kaynak: Orijinal

Tablo 62-devamı.

4. Senaryo	**Baraj Yıkılması**	Ali Çetinkaya	2418	16	10
		Bahadınlı	7		
		Bahçelievler	927	7	12
		Cumhuriyet	837	4	3
		Geriş	601	7	3
		Hacıahmet	324	4	6
		Hürriyet	204	37	8
		Kocacami	544	57	16
		Mahkeme	616	15	33
		Memiş	417	2	5
		İskele	1035	15	6
		Öğretmenler	1969	30	11
		Ören	1469	23	4
		Şarköy	4		

Kaynak: Orijinal

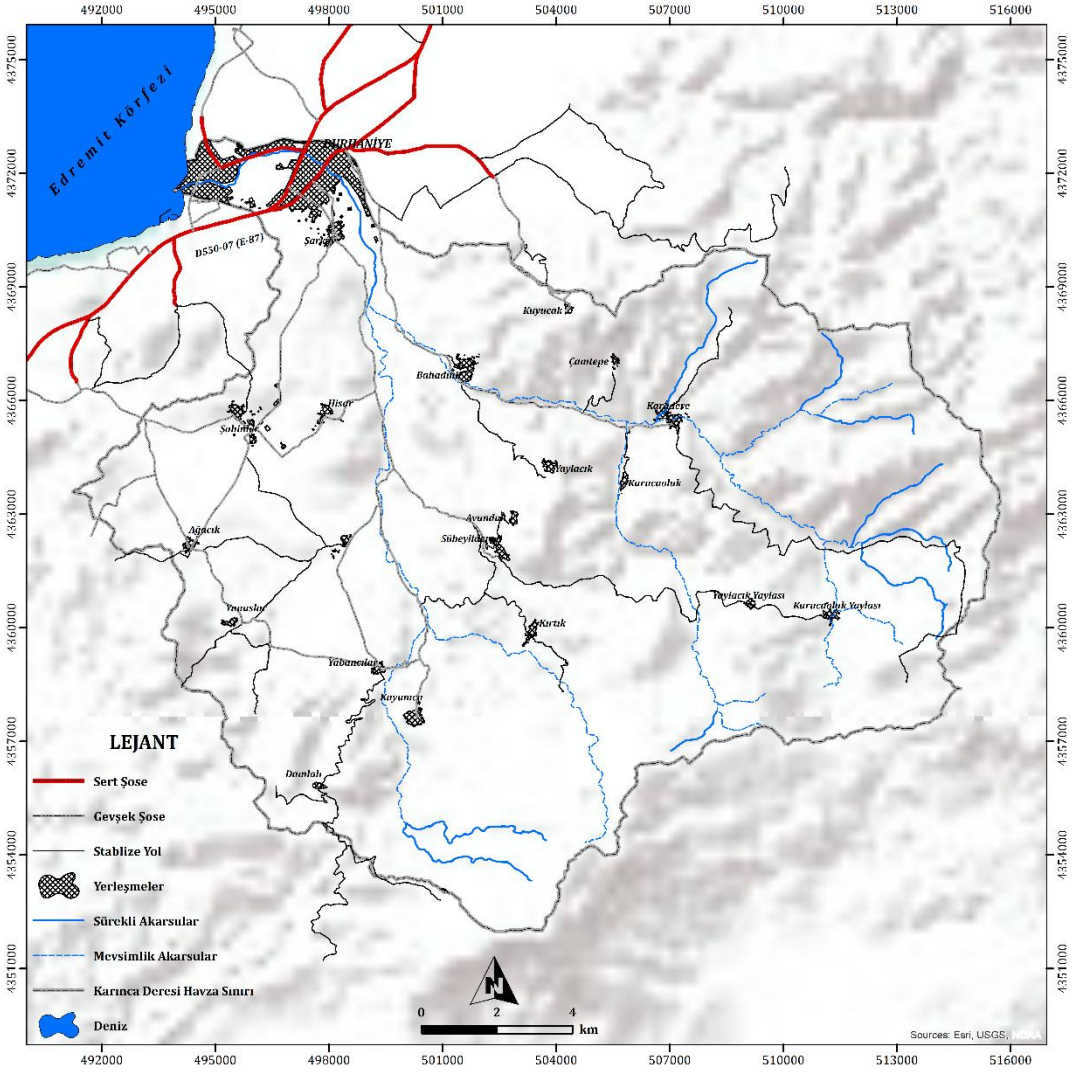
4.4.2. Ulaşım Sistemleri

Afet anında ve sonrasında ulaşım altyapısının durumu, acil müdahale ve tahliye süreçlerinin etkinliğini doğrudan etkilemektedir. Karayolu ağında meydana gelen hasarlar, özellikle köprü ve yol yıkımları, acil hizmet araçlarının erişimini geciktirerek kurtarma operasyonlarının başarısını olumsuz yönde etkilemektedir (Wassmer, Merz ve Marwan, 2024). Bununla birlikte, afet anında toplu ulaşım ağlarının entegrasyonu ve lojistik optimizasyonu, özel araç erişimi kısıtlı olan nüfus gruplarının güvenliği açısından kritik öneme sahiptir. Transit bazlı tahliye planlamaları üzerine yapılan sistematik incelemeler, kamu ulaşımının afet yönetimi stratejilerinde merkezi bir rol oynadığını göstermektedir (Khalili, vd., 2024)

İnceleme alanında gözlemlenen ulaşım sistemi türü karayollarıdır. Havza, karayolu ulaşımı açısından Marmara Bölgesi ve Trakya'nın Ege Bölgesi ile bağlantısını sağlamada önemli bir konuma sahiptir. Havzadaki karayolları, özelliklerine göre sert yüzeyli şoseler, gevşek yüzeyli şoseler ve stablize yollar olmak üzere üç grupta sınıflandırılabilir. Sert yüzeyli şose kategorisinde yer alan D550-07 karayolu (Uluslararası Avrupa Karayolu Ağı Kodu E-87), Edremit'ten başlayarak Burhaniye'yi kuzey-güney doğrultusunda kat etmekte ve Ayvalık ile Altınova'ya kadar uzanmaktadır (Şekil 133).

Burhaniye ilçesinde D 550-07 karayolunun toplam uzunluğu 17,5 km'dir. İlçedeki sert yüzeyli asfalt yolların toplam uzunluğu 42,4 km, gevşek yüzeyli yolların

uzunluğu 109 km, stabilize yolların toplam uzunluğu ise 143,2 km'dir. İnceleme alanındaki yol ağı, büyük ölçüde akarsu vadilerini takip etmektedir. Tali yollar hariç köprü sayısı 8'dir. Bu köprülerin 4'ü Karınca Dere üzerinde, 2'si Karadere Kolu üzerinde, 2'si ise Ballıdere üzerinde yer almaktadır.



Şekil 133. Karınca Dere Havzası Yollar Haritası
Kaynak: Orijinal

4.4.3. Elektrik Hatları

Mal, hizmet, insan ve bilginin taşınması; ticari tarımın ve kitlesel üretim yapan endüstriyel faaliyetlerin gelişimi büyük ölçüde enerjiye bağlıdır. Enerji, bu süreçlere gerekli ısı ve itici gücü sağlar (Tümertekin ve Özgüç, 1995). Yerleşmeler açısından su, gaz, telekomünikasyon altyapısı, ulaşım sistemleri, sağlık hizmetleri, endüstri ve ticaretin düzenli yürütülebilmesi için yeterli elektrik temini kritik öneme sahiptir (Solway, 1999). Sel ve taşkınlar, elektrik iletim ve dağıtım hatlarında ciddi zararlara yol açabilmektedir. Bu zararlar genellikle fiziksel hasarlar (direk ve kulelerde yıkım, hat kopması), güvenlik riskleri (kısa devre, topraklama sistemlerinde bozulma, elektrik çarpması, kimyasal yağ sızıntısı) ve hizmet kesintileri şeklinde ortaya çıkar. Dolayısıyla üretim tesisleri, iletim hatları, kuleler ve transformatörler taşkın gibi doğal afetler karşısında yüksek risk altındadır.

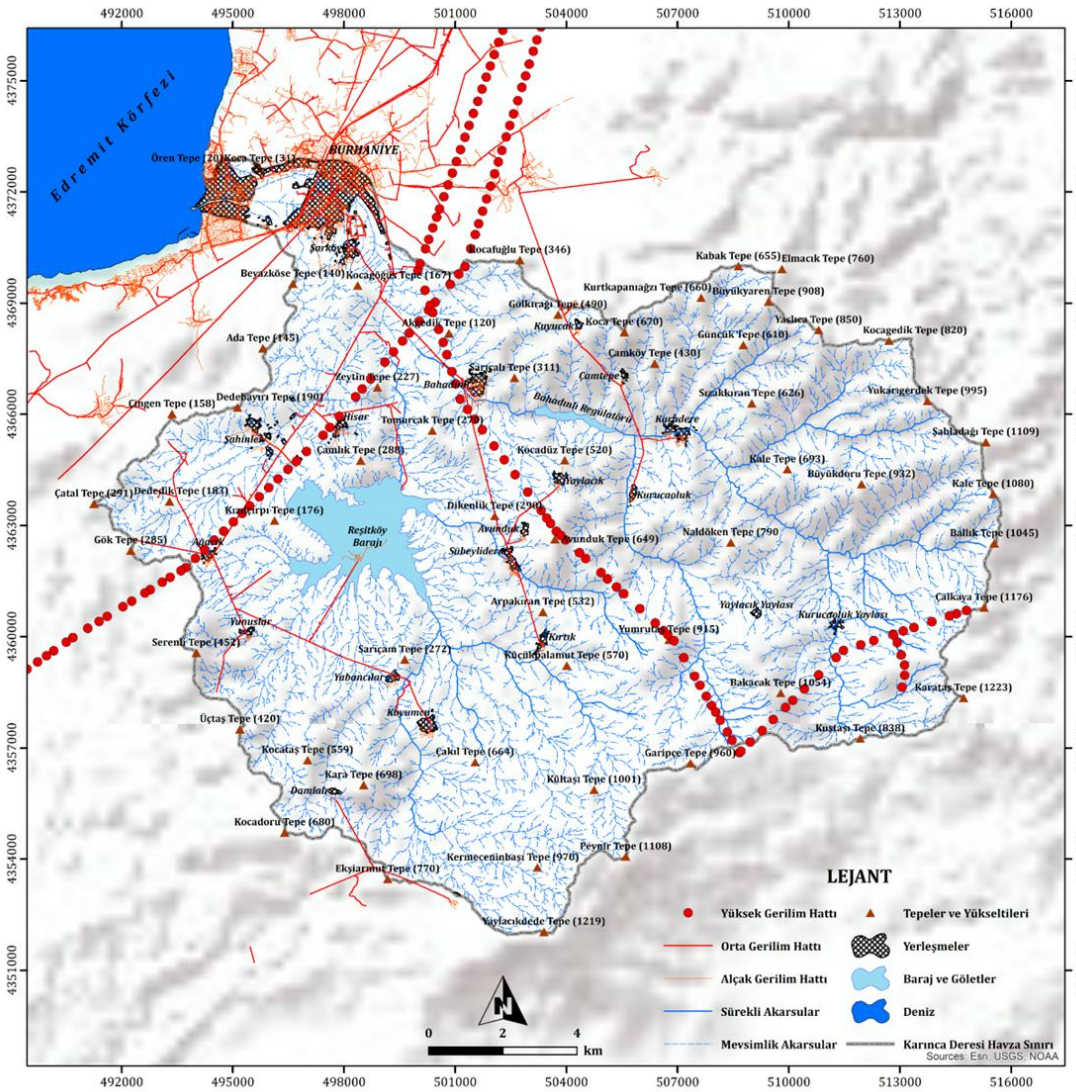
İnceleme alanında elektrik iletim ve dağıtım hatları, Burhaniye ilçe merkezinin ova tabanında konumlanmasına bağlı olarak bu alanlarda yoğunlaşmaktadır. Elektrik iletim hatlarının toplam uzunluğu 670,7 km, dağıtım hatlarının toplam uzunluğu ise 306,3 km'dir (Şekil 134). Burhaniye İlçesi'nde 19 trafo binası, 32 kule çıkışlı trafo binası, 57 modüler hücreli trafo binası ve 27 monoblok beton trafo binası bulunmaktadır.

Elektrik hatları; alçak gerilim (AGHAT), orta gerilim (OGHAT) ve yüksek gerilim (YGHAT) olmak üzere üç grupta incelenmiştir. Ancak inceleme alanında yüksek gerilim hatlarının olası bir taşkın durumunda zarar görme riski bulunmadığından, zarar görebilirlik değerlendirmesi yalnızca alçak ve orta gerilim hatları için yapılmıştır (Tablo 63).

Tablo 63. Alçak Gerilim (AGHAT) ve Orta Gerilim (OGHAT) Zarar Görebilirlik Değerlerinin Mahallelere Göre Dağılımı

Mahalleler	AGHAT	AGHAT (%)	AGHAT Sonuç	OGHAT	OGHAT (%)	OGHAT Sonuç
Ali Çetinkaya	68075.3	0.16	0.9	11606.6	0.05	0.7
Ağacık Mh.	2009.6	0.005	0.03	8224.9	0.04	0.5
Avunduk Mh.	1166.6	0.003	0.02	3278.7	0.01	0.2
Bahadınlı Mh.	9224.7	0.02	0.1	7959.5	0.04	0.5
Bahçelievler Mh.	70901.3	0.17	1.0	16764.5	0.08	1
Çallı Mh.	2064.9	0.005	0.03	2787.6	0.01	0.2
Çamtepe Mh.	633.2	0.001	0.01	2601.6	0.01	0.1
Çoruk Mh.	16293.3	0.04	0.2	17575.3	0.08	1.0
Cumhuriyet Mh.	32525.4	0.08	0.5	17221.4	0.08	1.0
Damlalı Mh.	598.3	0.001	0.01	1639.5	0.01	0.1
Geriş Mh.	7349.8	0.02	0.1	3650.4	0.02	0.2
Hacıahmet Mh.	14397.2	0.03	0.2	6399.0	0.03	0.4
Hacıbozlar Mh.	1287.1	0.003	0.02	6261.8	0.03	0.4
Hisarköy Mh.	3188.1	0.01	0.04	7782.1	0.04	0.4
Hürriyet Mh.	8191.5	0.02	0.1	4124.4	0.02	0.2
İskele Mh.	42656.1	0.10	0.6	6480.4	0.03	0.4
Karadere Mh.	4370.7	0.01	0.1	1901.2	0.01	0.1
Kırtık Mh.	2047.5	0.005	0.03	1391.1	0.01	0.1
Kocacami Mh.	27285.9	0.06	0.4	7948.7	0.04	0.5
Kurucaoluk Mh.	922.7	0.002	0.01	1158.9	0.01	0.1
Kuyucak Mh.	1079.3	0.003	0.02	1452.3	0.01	0.1
Kuyumcu Mh.	2796.5	0.01	0.04	2830.4	0.01	0.2
Mahkeme Mh.	19336.8	0.05	0.3	7300.8	0.03	0.4
Memiş Mh.	21354.8	0.05	0.3	9208.9	0.04	0.5
Öğretmenler Mh.	39251.6	0.09	0.5	8769.9	0.04	0.5
Ören Mh.	58629.9	0.14	0.8	12285.0	0.06	0.7
Şahinler Mh.	6671.5	0.02	0.1	4494.7	0.02	0.3
Şarköy	9437.0	0.02	0.1	16127.6	0.07	0.9
Sübeylidere Mh.	3151.8	0.01	0.0	2809.0	0.01	0.2
Tahtacı Mh.	3803.7	0.01	0.1	1678.5	0.01	0.1
Yabancılar Mh.	1470.5	0.003	0.02	2192.6	0.01	0.1
Yaylacık Mh.	2530.3	0.01	0.04	728.9	0.00	0.04
Yunus Mh.	4332.0	0.01	0.1	4188.7	0.02	0.2
Yunuslar Mh.	1812.4	0.004	0.03	8281.3	0.04	0.5

Kaynak: Orijinal



Şekil 134. Burhaniye Elektrik İletim ve Dağıtım Hatları Haritası
Kaynak: Orijinal

4.4.4. Doğalgaz Hatları

Doğalgaz boru hatları, modern kentsel ve endüstriyel yaşamın sürdürülebilirliği için kritik öneme sahip enerji altyapısı unsurlarıdır. Ancak taşkın gibi şiddetli doğal afetler karşısında bu hatların zarar görmesi, hem çevresel etkiler hem de halk sağlığı ve güvenliği açısından çok boyutlu riskler yaratmaktadır. Taşkın sırasında oluşan yüksek hidrodinamik kuvvetler ve özellikle dere yataklarına yakın boru hatlarının yapısal bütünlüğünü bozarak kontrolsüz doğalgaz sızıntısına yol açabilir. Bu sızıntı, belirli bir konsantrasyona ulaştığında ve en küçük bir kıvılcım veya ateşleme kaynağı ile temas ettiğinde patlamalara ve geniş çaplı yangınlara neden olma potansiyeline sahiptir. Böyle bir durum, halihazırda zorlu koşullar altında yürütülen kurtarma ve tahliye operasyonlarını sekteye uğratarak afet yönetimini karmaşık bir krize dönüştürebilir. Ayrıca gaz sızıntısının taşkın suları ile daha geniş alanlara taşınması, riskin mekânsal boyutunu ve tehlikenin etkisini önemli ölçüde artırmaktadır. Bu nedenle Burhaniye ilçesi örneğinde, Tablo 64'te sunulan doğalgaz boru hattı verilerinden yararlanarak hatların olası tehlikelere karşı zarar görebilirlik düzeyinin belirlenmesi; afet öncesi risk azaltma, yapısal güçlendirme planlaması ve acil müdahale stratejilerinin optimize edilmesi açısından kritik öneme sahiptir. İnceleme alanında doğalgaz boru hatlarının toplam uzunluğu yaklaşık 198 km'dir (Şekil 135). Bu hatların 175,4 km'si polietilen, 22,5 km'si ise çelik malzemeden yapılmış olup 1 metre derinlikte yer almaktadır (Tablo 65). Mahalle bazında yapılan değerlendirmede, zarar görebilirlik değeri en yüksek olan mahalle Öğretmenler Mahallesi'dir. Bunu sırasıyla Ören, İskele, Bahçelievler ve Ali Çetinkaya mahalleleri takip etmektedir. En düşük zarar görebilirlik değerine sahip mahalleler ise Yunus, Memiş, Geriş ve Çoruk mahalleleridir (Tablo 64).

Tablo 64. Doğalgaz Hatları Zarar Görebilirlik Değerlerinin Mahallelere Göre Dağılımı

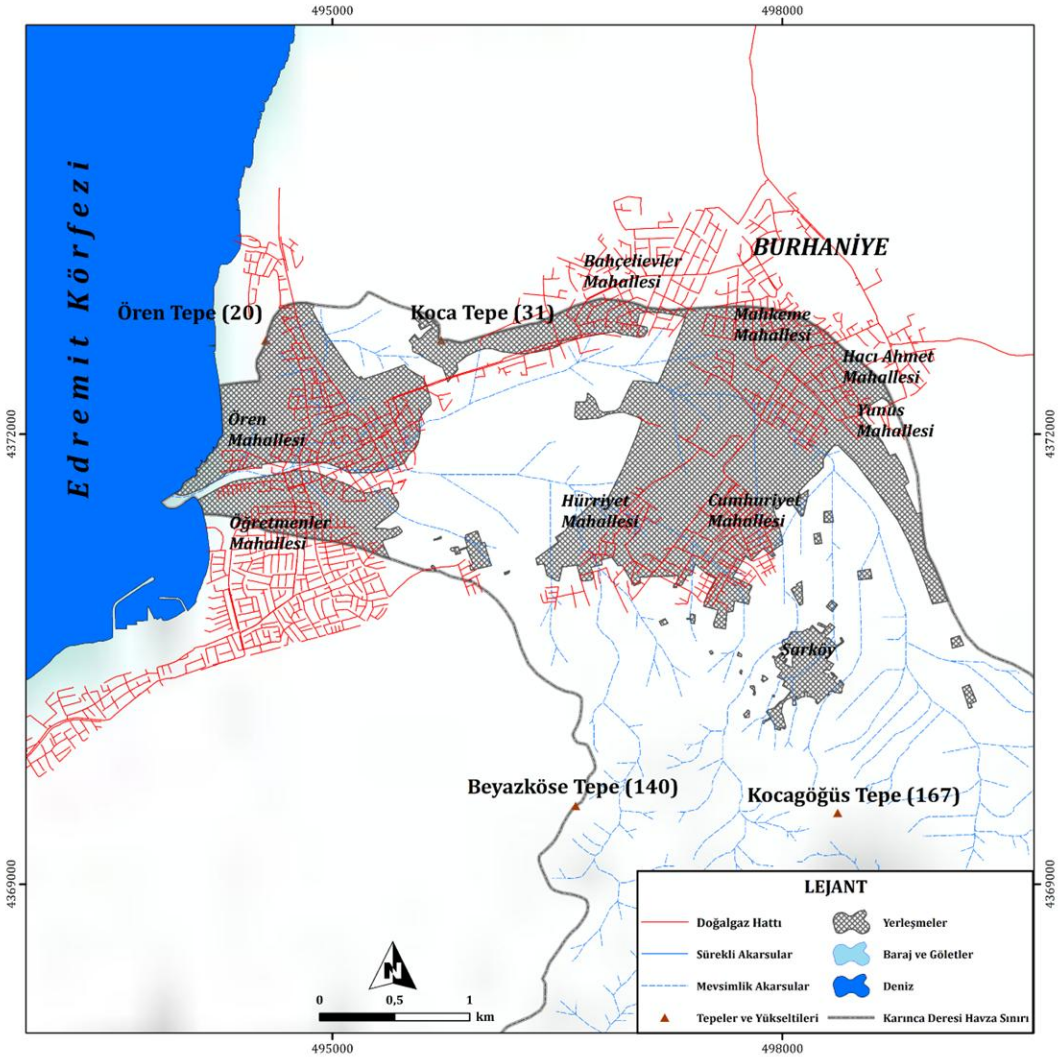
Mahalleler	Doğalgaz Boru Hattı Uzunluğu (m)	Doğalgaz Boru Hattı Oran (%)	Doğalgaz Boru Hattı Sonuç
Ali Çetinkaya	19128	0.1	0.6
Bahçelievler	24404	0.1	0.7
Çoruk	3858	0.02	0.1
Cumhuriyet	17062	0.1	0.5
Geriş	4433	0.02	0.1
Hacıahmet	7146	0.04	0.2
Hürriyet	6990	0.04	0.2
İskele	27272	0.1	0.8
Kocacami	10467	0.1	0.3
Mahkeme	7738	0.04	0.2
Memiş	4410	0.02	0.1
Öğretmenler	33113	0.2	1
Ören	29150	0.1	0.9
Yunus	1945	0.01	0.1

Kaynak: Orijinal

Tablo 65. Doğalgaz Boru Hatlarının Özellikleri

Türü	Çapı (mm)	Derinlik	Uzunluk (m)
Polietilen	40	-1	89363
Polietilen	63	-1	63676
Polietilen	125	-1	22368
Çelik	76.2	-1	0.7
Çelik	101.6	-1	1056
Çelik	152.4	-1	2304
Çelik	203.2	-1	11965
Çelik	304.8	-1	7263
Toplam			197996

Kaynak: Balıkesir Aksa Doğalgaz Dağıtım Anonim Şirketi (2024)



Şekil 135. Burhaniye Doğalgaz Hatlarının Dağılışı Haritası
Kaynak: Orijinal

4.4.5. Su ve Kanalizasyon Hatları

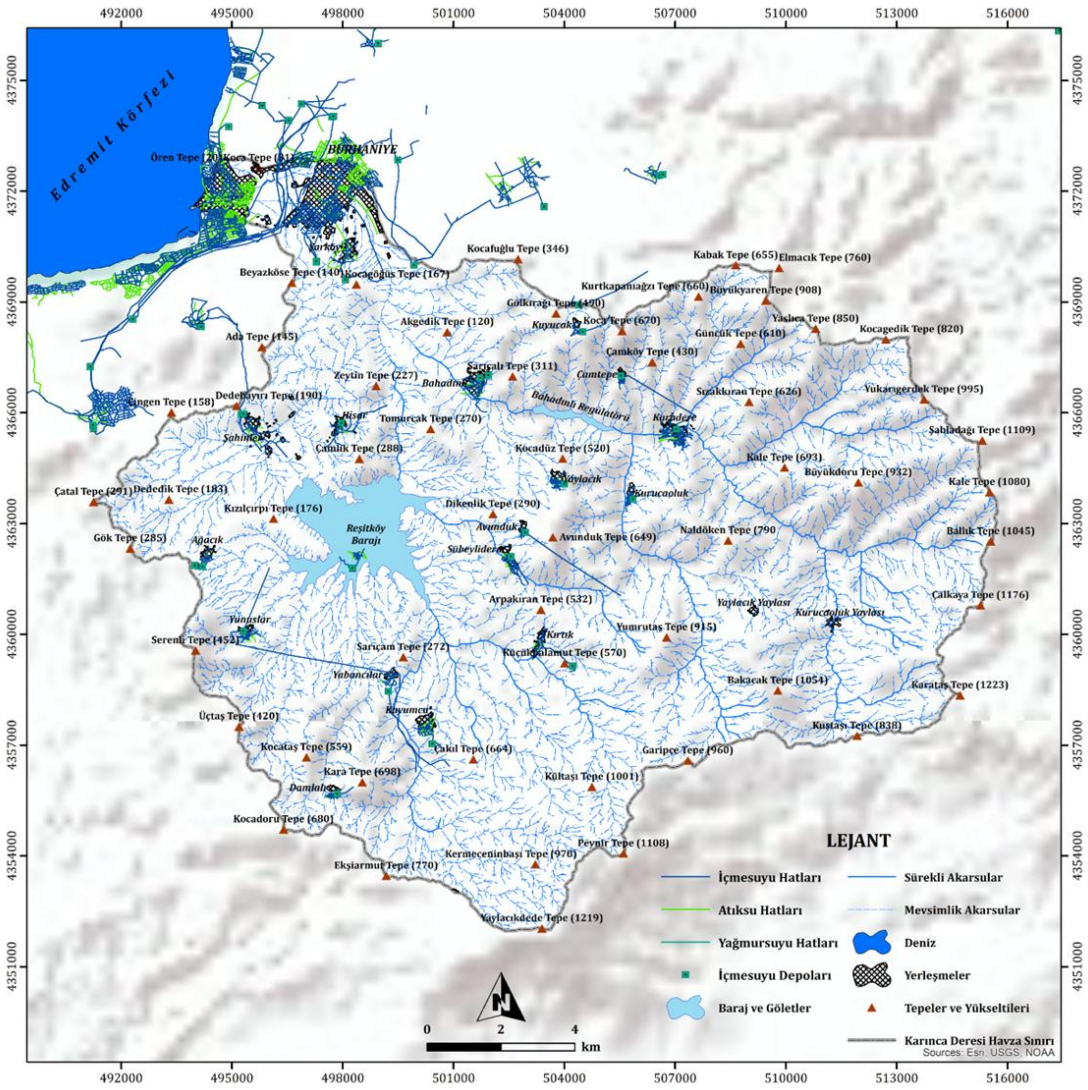
Su, canlı yaşamında temel bir unsur olup, afet anlarında insanlar için en kritik gereksinimlerden biridir. Afet anında su ve kanalizasyon sistemlerinin zarar görmesi, en önemli temel gereksinim maddelerinden olan suyun sağlanması açısından büyük sıkıntılara neden olacaktır. Su ve kanalizasyon sistemlerinde meydana gelebilecek hasar, çevresel, sağlık ve altyapı sorunlarına yol açabilir. Afet anında kanalizasyon sistemlerinin taşmasına bağlı olarak mikrobiyal kirlilik ile su kaynaklı salgın hastalıklar (Kolera, Tifo vb.) ortaya çıkabilir. Ayrıca, endüstriyel ve tarım alanlarından sızan toksik elementlerin neden olabileceği kimyasal kirlenme ve su arıtma tesislerinin zarar görmesi ile temiz su kaynaklarına erişimin engellenmesine bağlı salgın hastalıklarda artış gözlemlenebilir. Karınca Dere Havzası'nda 21 Ocak

1998 ve 2 Şubat 1998 tarihlerinde meydana gelen taşkınlar sonucunda su ve kanalizasyon hatları ciddi şekilde zarar görmüş, bu durumun sonucunda ilçe merkezinde uzun süre içme suyu temininde aksaklıklar yaşanmış ve halk olası salgın hastalıklara karşı uyarılmıştır (Şekil 6). Bu nedenle, havza için oluşturulan risk senaryolarında, mevcut su dağıtım hatlarının afetlerden etkilenip etkilenmeyeceği ve riskli alanlar içinde kalıp kalmadığı incelenmiştir. Ayrıca atıksu deşarj sistemlerinin konumu da afet yönetimi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu hatların zarar görmesi, hijyenik olmayan çevre koşullarının oluşmasına neden olarak afetin etkilerini artırıcı bir rol oynar. Bu nedenlerle, hem havza genelinde hem de ilçe merkezinde su ve atıksu hatlarının belirlenmesi, çalışmanın kapsamına önemli katkı sağlayacaktır. Bu nedenlerden dolayı, gerek havza içinde gerekse ilçe merkezindeki su, atıksu, yağmur suyu hatları ve su depoları haritalanmıştır (Şekil 136). İnceleme alanında içme suyu hattının toplam uzunluğu 311,7 km, atıksu hattının toplam uzunluğu ise 228,7 km'dir. Mahalle bazında yapılan değerlendirmede, zarar görebilirlik değeri en yüksek olan mahalle Öğretmenler Mahallesi'dir. Bunu sırasıyla Ören ve İskele mahalleleri takip etmektedir. En düşük zarar görebilirlik değerine sahip mahalleler ise Ağacık ve Yabancılar kırsal mahalleleridir. Ayrıca Avunduk, Çamtepe ve Kuyucak kırsal mahallelerinde atıksu boru hattı bulunmamaktadır (Tablo 66).

Tablo 66. İçme Suyu ve Atıksu Hatlarının Zarar Görebilirlik Değerlerinin Mahallelere Göre Dağılımı

Mahalleler	İçme Suyu Hatları (m)	İçme Suyu Hatları Oran (%)	İçme Suyu Hatları Sonuç	Atıksu Hatları (m)	Atıksu Hatları Oran (%)	Atıksu Hatları Sonuç
Ağacık	2868	0.01	0.1	1385	0.01	0.04
Ali Çetinkaya	18238	0.06	0.6	11232	0.05	0.3
Avunduk	2279	0.01	0.1	0	0	0
Bahadınlı	5838	0.02	0.2	4199	0.02	0.1
Bahçelievler	31330	0.10	1.0	15892	0.07	0.4
Çamtepe	2379	0.01	0.1	0	0	0
Çoruk	3642	0.01	0.1	2052	0.01	0.1
Cumhuriyet	20123	0.06	0.6	8930	0.04	0.2
Damlalı	3577	0.01	0.1	1488	0.01	0.0
Geriş	2756	0.01	0.1	5295	0.02	0.1
Hacıahmet	5513	0.02	0.2	5807	0.03	0.1
Hisarköy	4822	0.02	0.2	2361	0.01	0.1
Hürriyet	18754	0.06	0.6	1814	0.01	0.05
İskele	25514	0.08	0.8	36930	0.16	0.9
Karadere	11998	0.04	0.4	6841	0.03	0.2
Kırtık	3597	0.01	0.1	2003	0.01	0.1
Kocacami	3155	0.01	0.1	6768	0.03	0.2
Kurucaoluk	3229	0.01	0.1	1785	0.01	0.05
Kuyucak	1836	0.01	0.1	0	0	0
Kuyumcu	7912	0.03	0.3	3405	0.01	0.1
Mahkeme	8724	0.03	0.3	6470	0.03	0.2
Memiş	2393	0.01	0.1	6234	0.03	0.2
Öğretmenler	32154	0.10	1.0	39812	0.17	1.0
Ören	21733	0.07	0.7	33449	0.15	0.9
Şahinler	7313	0.02	0.2	2802	0.01	0.1
Şarköy	10169	0.03	0.3	4496	0.02	0.1
Sübeylidere	6114	0.02	0.2	2169	0.01	0.1
Tahtacı	2442	0.01	0.1	2175	0.01	0.1
Tayheli	12522	0.04	0.4	3940	0.02	0.1
Yabancılar	4416	0.01	0.1	1567	0.01	0.04
Yaylacık	3645	0.01	0.1	2190	0.01	0.1
Yunus	12348	0.04	0.4	2732	0.01	0.1
Yunuslar	8391	0.03	0.3	2511	0.01	0.1

Kaynak: Orijinal



Şekil 136. Burhaniye Su ve Kanalizasyon Hatları Haritası
Kaynak: Orijinal

4.4.6. Tarımsal Faaliyetler

İnceleme alanındaki tarımsal faaliyetler, taşkın risk analizine katkı sağlamak amacıyla incelenmiştir. Bu kapsamda tarımsal alanlar, maksimum taşkın alanını kapsayacak şekilde değerlendirilmiş; ova tabanında havza sınırlarına bağlı kalınmamıştır. Tarım arazilerinin dağılışını belirlemek için Sentinel-2 uydu görüntülerinden yararlanılmıştır. İnceleme alanının hâkim fiziki coğrafya özellikleri, başta zeytin gibi endüstriyel bitkiler olmak üzere turunçgiller, sebze, tahıl ve baklagiller tarımının uygun koşullar altında yapılmasına olanak tanımaktadır. Bu ürünlerin alansal dağılımı incelendiğinde, Burhaniye Ovası ve çevresinde sulamalı

tarım yoğunluk kazanırken (Şekil 137, Şekil 138), yukarı havzaya doğru zeytin tarımı baskın hale gelmektedir. Yukarı havzada ise daha çok kuru tarım faaliyetleri yaygın olarak yürütülmektedir.

İnceleme alanında ekili alan ve üretim miktarı açısından öne çıkan ürünler; sebze grubunda sofralık domates, sivri biber, bezelye, taze fasulye, patlıcan, sofralık hıyar ve kabak yer almaktadır. Tahıllar ve yem bitkileri kategorisinde buğday, silajlık mısır, yonca, fiğ ve yulaf öne çıkmaktadır. Baklagiller arasında özellikle yemeklik kuru bakla dikkat çekmektedir. Endüstriyel bitkiler arasında yağlık ve sofralık zeytin, inceleme alanında en geniş alana yayılmış tarım ürünü olup bunu salçalık domates takip etmektedir (Şekil 138, Şekil 139). Meyve üretiminde ise ceviz, badem, kiraz, incir, mandalina, üzüm, elma, armut, erik ve ayva gibi ürünler ön planda yer almakta ve inceleme alanının tarımsal ürün çeşitliliğini ortaya koymaktadır (Burhaniye İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2024). İnceleme alanında zeytin tarımı faaliyeti yürütülen araziler, toplam tarım alanlarının %77,6'sını oluşturmaktadır. Bu oran, bölgenin tarımsal üretim yapısında zeytin tarımının baskın bir konuma sahip olduğunu ve ekonomik gelir açısından belirleyici bir rol oynadığını ortaya koymaktadır (Tablo 67).



Şekil 137. Burhaniye Ovası'nda Tarımsal Faaliyetler (Yulaf, Brüksel Lahanası, Lahana, Enginar ve Kereviz Tarımı)
Kaynak: Orijinal



Şekil 138. Burhaniye Ovası'nda Tarımsal Faaliyetler (Domates, Kabak, Enginar, Salatalık ve Sivribiber Tarımı)
Kaynak: Orijinal



Şekil 139. Zeytin, Mısır ve Patlıcan Tarımı Faaliyetleri
Kaynak: Orijinal

Tablo 67. Burhaniyede Yetiştirilen Tarım Ürünlerinin Dağılımı

Grup	Ürün	Verim (kg/da)	Alan (da)	Oran (%)
Endüstriyel Bitkiler	Zeytin (Yağlık)	405	130355	72.3
	Zeytin (Sofralık)	600	9645	5.3
	Domates (Salçalık)	6700	5000	2.8
Sebzeler	Bezelye (Taze)	864	1100	0.6
	Fasulye (Taze)	1200	1100	0.6
	Biber (Sivri)	2300	1000	0.6
	Domates (Sofralık)	7000	785	0.4
	Patlıcan	3200	500	0.3
	Hıyar (Sofralık)	5000	400	0.2
	Kabak (Sakız)	2000	190	0.1
Tahıllar ve Yem Bitkileri	Buğday	600	15000	8.3
	Mısır (Silajlık)	4230	8700	4.8
	Yonca (Kuru Ot)	2000	3400	1.9
	Arpa	300	2500	1.4
	Fiğ (Adi Kuru Ot)	1000	400	0.2
	Yulaf (Kuru Ot)	1000	100	0.1
Baklagiller	Bakla (Yemeklik Kuru)	250	150	0.1

Kaynak: Burhaniye İlçe Tarım Müdürlüğü (2024)

4.4.7. Sanayi Faaliyetleri

İnceleme alanı ve çevresindeki ekonomik etkinliğin daha çok tarımsal faaliyetlere dayanması, tarımsal üretime bağlı sanayi faaliyetlerinin yaygınlık göstermesine neden olmuştur. Geçmiş dönemlerden günümüze kadar geçen süreçte özellikle zeytin üretimine bağlı zeytin işleme ve zeytin yağı üretimi fabrikaları önemli bir sanayi faaliyeti olarak karşımıza çıkar (Şekil 141). Burhaniye ilçesinde yer alan fabrikalar büyük oranda Şarköy Organize Sanayi Bölgesi'nde toplanmıştır. Şarköy OSB bünyesinde toplam 31 fabrika faaliyet göstermektedir (Şekil 140, Tablo 68). Bunların 25'i zeytine dayalı sanayi faaliyetleri yürütmekte, 3'ü süt ve süt ürünleri üretimi, 2'si konserve üretimi, 1'i ise sebze-meyve kurutma alanında faaliyet göstermektedir. Şarköy OSB, Şarköy Kırsal Mahallesi sınırları içerisinde yer almakla birlikte Burhaniye ilçe merkezi ile bütünleşmiş durumdadır. Karınca Dere'nin akış yönüne göre akarsuyun sol kıyısında, dere yatağına oldukça yakın bir konumda bulunmaktadır. 2024 yılı sonu itibarıyla Şarköy Organize Sanayi Bölgesi bünyesinde toplam 440 personel istihdam edilmektedir. Ayrıca Şarköy OSB bünyesinde zeytini

tıbbi ve aromatik amaçlarla işleyen 2 fabrika ile sabun üretimi yapan 1 fabrika yer almaktadır.



Şekil 140. Akarsuyun Akış Yönüne Göre Sol Tarafından Kuzeybatı Yönüne Doğru Çekilmiş Fotoğraf (Solda Şarköy OSB, Sağda Askeri Alan)
Kaynak: Orijinal

Bunlara ek olarak, 5 adet zeytin işleme ve zeytinyağı üretim fabrikası daha bulunmaktadır. Bu fabrikalardan 2'si Şahinler Kırsal Mahallesi'nde, 2'si Bahadınlı Kırsal Mahallesi'nde, 1'i ise Taylıeli Kırsal Mahallesi'nde yer almaktadır. Ayrıca Kocacami Mahallesi'nde bulunan, bölgedeki en büyük fabrikalardan biri olan Burcu Gıda; salça, sebze konserveleri, hazır yemekler, soslar, turşu ve reçel gibi geniş bir ürün yelpazesinde tarıma dayalı sanayi üretimi gerçekleştirmektedir.

İnceleme alanı sınırları dâhilinde faaliyet gösteren üç adet maden işletmesi tespit edilmiştir. Havzanın kuzeydoğu sınır hattında TÜMAD İvrindi Altın Madeni ile TÜMAD İvrindi Altın ve Gümüş Madeni yer almaktadır. Havzanın güney kesiminde, Kuyumcu Kırsal Mahallesi yakınlarında konumlanan Aslan Yol Madencilik ise temel olarak granit taş ocağı işletmeciliği üzerine yoğunlaşmıştır. Söz konusu işletme bünyesinde; yapı malzemesi kategorisinde değerlendirilen granit, parke taşı ve inşaatlık taş üretimi gerçekleştirilmektedir.



Şekil 141. Eski Zeytinyağı Fabrikası (Günümüzde Okul Öncesi Eğitim Kurumu Olarak Kullanılıyor)
Kaynak: Orijinal

İnceleme alanında faaliyet gösteren çiftlikler ağırlıklı olarak Şahinler Kırsal Mahallesi ve Burhaniye Ovası çevresinde yoğunlaşmaktadır. Bu işletmelerin büyük kısmı besi hayvancılığı ve tavuk yetiştiriciliği üzerine uzmanlaşmıştır. Bölgenin en büyük çiftliklerinden biri olan Mast Hayvancılık, Çoruk Kırsal Mahallesi sınırları içinde yer almakta olup, tarım-sanayi entegrasyonu açısından öne çıkan, modern tekniklerle donatılmış büyük ölçekli bir hayvancılık işletmesidir.

Tablo 68. Şarköy Organize Sanayi Bölgesi'nde Yer Alan Fabrikalar OSB

Firma Adı	Faaliyet Alanı
GC FOODS GIDA MAD.SAN.TİC.LTD.ŞTİ. (GÖZÇİÇEK GIDA)	Konserve
KABA GIDA TUR.İNŞ.TAR.MAD.SAN.TİC.LTD.ŞTİ	Konserve,Turşu
MARTİN BRODERS FOODS GIDA İTHALAT İHRACAT SAN.TİC.A.Ş.	Meyve Sebze Kurutma
ALTINKILIÇ GIDA SÜT VE SÜTÜRÜNLERİ.A.Ş.	Süt Ürünleri
HÜSEYİN GEDİZ GIDA SÜT VE SÜT ÜRÜNLERİ	Süt Ürünleri
SARIBAŞ TARIM SÜT VE ÜRÜNLERİ.İML.PAZ.TİC.LTD.ŞTİ	Süt Ürünleri
GETA ZEYTİN AŞ. (GEMLİK TARIM)	Zeytin İşleme
NUR ZEYTİN LTD.ŞTİ (VERDE ZEYTİN)	Zeytin İşleme
DASPİ GIDA İTH.TİC.A.Ş. (OLİVOS ZEYTİNSABUNU VE SABUN ÜRETİMİ)	Zeytin Sabunu - Sabun
ABFEN FARMA SAN.TİC.LTD.ŞTİ.	Zeytin Tıbbi ve Aromatik
SİRİUS TIBBİ VE AROMATİK BİTKİLER TAR,KİM.İLÇ.SAN.TİC.LTD.ŞTİ.	Zeytin Tıbbi ve Aromatik
HERDAN YAĞ SAN.TİC.LTD.ŞTİ.	Zeytin Yağı,Zeytin,Zeytin İşleme
BAŞKURT MÜHENDİSLİK GIDA İNŞ.İÇ VE DIŞ TİC.LTD.ŞTİ.	Zeytin, Zeytin İşleme
MESUT AĞACIK (ZEYTİNYAĞI İŞLETMESİ)	Zeytin, Zeytin Yağı
AHMET SUCU ZEYTİN AŞ. (ÖZGÜN ZEYTİN)	Zeytin, Zeytin Yağı, Zeytin İşleme
ALİZE YATIRIM YÖNETİM HİZMETLERİ A.Ş.	Zeytin, Zeytin Yağı, Zeytin İşleme
BANKIR ZENTİNCİLİK GIDA SAN.TİC.LTD.ŞTİ. (NELLY ZEYTİN)	Zeytin, Zeytin Yağı, Zeytin İşleme
BURHANİYE BELEDİYESİ	Zeytin, Zeytin Yağı, Zeytin İşleme
BURYAĞ ZEYTİN ZEYTİNYAĞI PİR.SAN.TİC.LTD.ŞTİ.	Zeytin, Zeytin Yağı, Zeytin İşleme
ÇAPANOĞLU PET.ORM.ÜRÜ.İNŞ.GIDA TİC.LTD.ŞTİ	Zeytin, Zeytin Yağı, Zeytin İşleme
DOKTAY TARIM GIDA TUR.DAN.SAN.TİC.LTD.ŞTİ. (Ethem Bey)	Zeytin, Zeytin Yağı, Zeytin İşleme
DÜZEN BİYOLOJİKBİLİMLER AR-GE ÜRT.A.Ş. (LALELİ ZEYTİN)	Zeytin, Zeytin Yağı, Zeytin İşleme
GÖKDUMAN TARIM GIDA TUR.TİC.LTD.ŞTİ. (NERMİN HANIM ÇİFTLİĞİ)	Zeytin, Zeytin Yağı, Zeytin İşleme
KOÇAK ZEYTİN ZEYTİNYAĞI GIDA TUR.İNŞ.İÇ VE DIŞ TİC. A.Ş.	Zeytin, Zeytin Yağı, Zeytin İşleme
KOŞTÜRK GIDA TAR.HAYV.TUR.İNŞ.SAN.TİC.LTD.ŞTİ.	Zeytin, Zeytin Yağı, Zeytin İşleme
KULFAK GIDA	Zeytin, Zeytin Yağı, Zeytin İşleme
MACE GIDA SAN.TİC.LTD.ŞTİ. (UYGUN RAFİNE)	Zeytin, Zeytin Yağı, Zeytin İşleme
NADİR ÇOBANÖZ ZEYTİN ÜRÜNLERİ	Zeytin, Zeytin Yağı, Zeytin İşleme
S.S.76 NOLU BURHANİYE TARİŞ	Zeytin, Zeytin Yağı, Zeytin İşleme
VERDE ZEYTİN (AKT ENERJİ A.Ş.)	Zeytin, Zeytin Yağı, Zeytin İşleme
YENİ ÇAĞDAŞ İHT.GIDA MAD.İNŞ.TİC.LTD.ŞTİ	Zeytin, Zeytin Yağı, Zeytin İşleme

Kaynak: Şarköy Organize Sanayi Bölgesi

4.4.8. Turizm Faaliyetleri

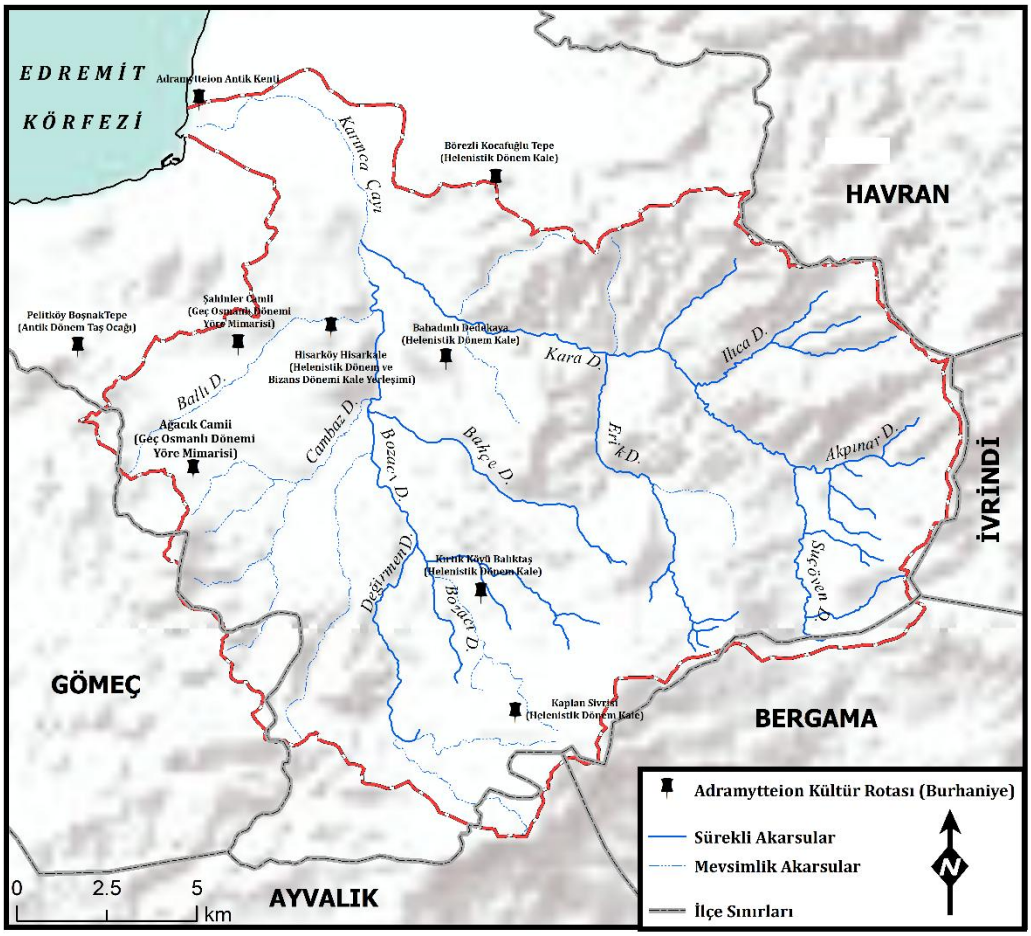
Burhaniye, Balıkesir ili sınırları içerisinde, Ege Denizi kıyısındaki Edremit Körfezi'nde yer alan; coğrafi konumu, zengin biyoçeşitliliği ve tarihi dokusuyla yüksek turizm potansiyeline sahip bir ilçedir. Kaz ve Madra Dağları'nın etkisiyle oluşan sürekli hava sirkülasyonu sayesinde hava kalitesi oldukça yüksektir ve bu durum ilçeyi sağlık turizmi açısından elverişli kılmaktadır. Bölgede, 21 kilometrelik kıyı şeridinde yer alan ve 2022 yılı itibarıyla 5 tanesi "Mavi Bayrak" ödüllü olan doğal plajlar sayesinde deniz turizmi ön plandadır. Doğal güzelliklerinin yanı sıra, 8 bin yıllık geçmişe sahip Adramytteion Antik Kenti ve Limanı (Şekil 143), asırlık palamut meşeleri, tescilli anıt ağaçlar ve şifalı yer altı suları ilçenin ekoturizm ve kültür turizmi zenginliğini oluşturmaktadır (Şekil 142, Şekil 144). Tarımsal gücünü özellikle zeytin ve zeytinyağı üretiminden alan Burhaniye'de, bu potansiyel "agro turizm" ve gastronomi turizmiyle birleşerek ziyaretçilere hasat festivalleri ve yöresel lezzetler gibi çeşitli alternatifler sunmaktadır. Ayrıca ilçede yayla turizmi, kamp-karavan turizmi ve dalış turizmi gibi alanlarda da önemli bir gelişim potansiyeli ve belirlenmiş doğa/bisiklet rotaları bulunmaktadır.



Şekil 142. Ballıktaş, Dedekaya ve Boşnak Tepe II
Kaynak: Adramytteion Kazı Arşivi



Şekil 143. Adramytteion Limanı
Kaynak: Efe vd., (2012)



Şekil 144. Adramytteion Kültür Rotası Haritası
Kaynak: Orijinal

4.4.9. Nüfus Özellikleri

Havzanın nüfus özellikleri, mevcut nüfusun dağılımı ile kadın-erkek oranı dikkate alınarak incelenmiştir. Analizler mahalle düzeyinde gerçekleştirilmiş olup, havza içerisinde yer alan mahalleler ile taşkın etki alanında bulunan ancak havza dışında kalan mahalleler ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, 21'i kırsal ve 13'ü kentsel mahalle çalışmaya dâhil edilmiştir (Tablo 69).

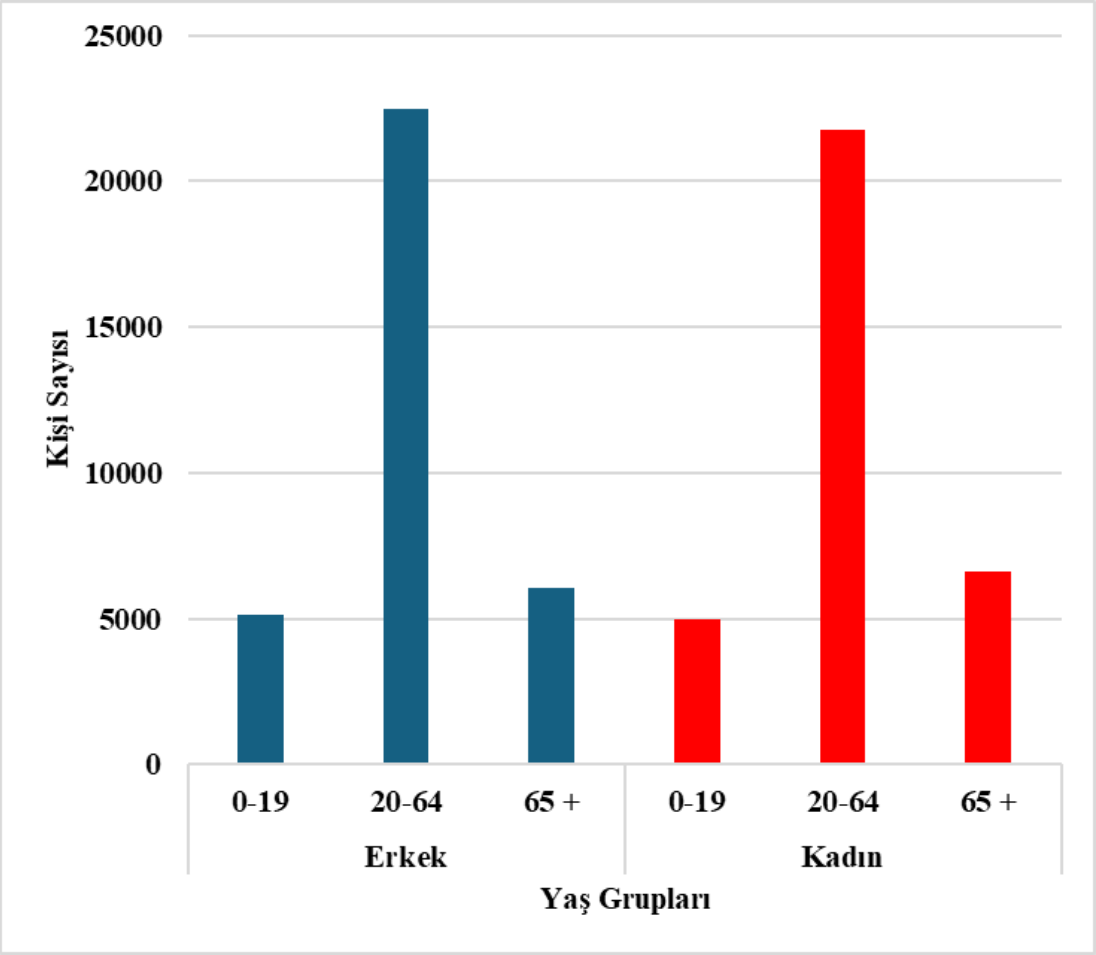
Burhaniye ilçe merkezi, Burhaniye Ovası'nda yer aldığı için havzada nüfus ova tabanı ve yakın çevresinde yoğunlaşmaktadır. Mahalle bazında kadın-erkek nüfus dağılımı incelendiğinde, genel olarak dengeli bir dağılım olduğu görülmektedir. Nüfusun en fazla olduğu mahalle Bahçelievler Mahallesi olup, bunu Cumhuriyet, Kocacami ve Mahkeme mahalleleri takip etmektedir. Nüfusun en az olduğu mahalle ise kırsal mahalleler dahil edildiğinde 49 kişi ile Kuyucak Mahallesi'dir; merkez mahalleler arasında ise 949 kişi ile Hürriyet Mahallesi en az nüfusa sahiptir (Tablo 69).

Mahallelerdeki nüfus yoğunluğu hesaplanmıştır. Bu hesaplamada, idari mahalle sınırları yerine yerleşim alanı sınırları esas alınmıştır. Nüfus yoğunluğu haritasının incelenmesi sonucunda, Burhaniye merkez mahallelerinde özellikle akarsuyun akış yönüne göre sağ tarafta konumlanan mahallelerin nüfus yoğunluğunun belirgin şekilde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu mahalleler arasında en yüksek nüfus yoğunluğuna sahip olan Hacıahmet Mahallesi'ni, Kocacami ve Memiş mahalleleri izlemektedir. Söz konusu mahallelerde nüfus yoğunluğu kilometrekare başına 12.000 kişinin üzerindedir (Tablo 71).

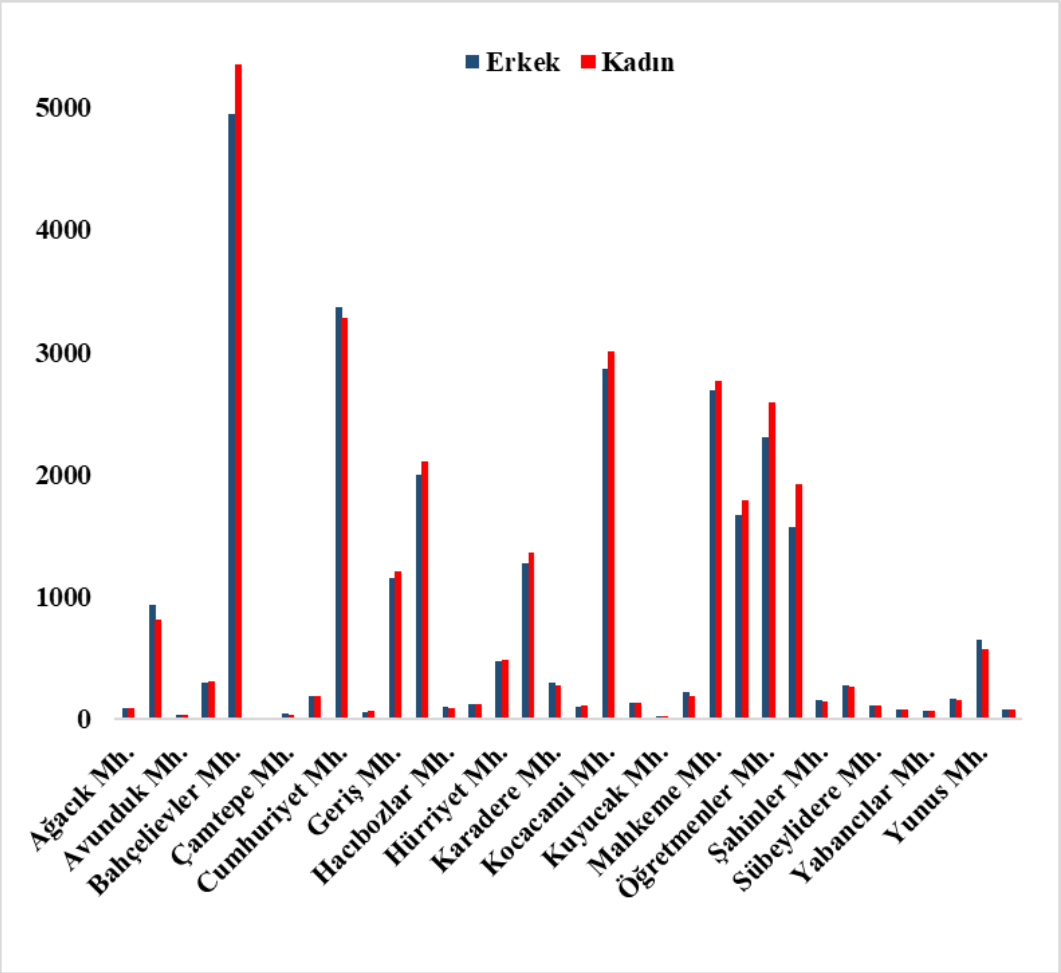
Burhaniye ilçesinin toplam nüfusunun yaş gruplarına göre dağılım grafiği incelendiğinde, nüfusun büyük ölçüde 20-64 yaş aralığında yoğunlaştığı görülmektedir. Bu yaş grubunda erkek nüfusu, kadın nüfusuna göre bir miktar fazladır. Buna karşılık, 65 yaş ve üzeri grupta kadın nüfusu erkek nüfusunun önündedir. 0-19 yaş aralığında ise kadın ve erkek nüfus oranları birbirine oldukça yakındır (Şekil 145).

Bu çalışmada zarar görebilirlik analizleri; nüfus dağılımı ve nüfus yoğunluğu verileri dikkate alınarak hesaplanmıştır. Nüfus dağılımı esas alınarak yapılan

değerlendirmede, zarar görebilirliği en yüksek mahalle Bahçelievler Mahallesi olarak belirlenmiş; bu mahalleyi sırasıyla Kocacami ve Cumhuriyet mahalleleri izlemiştir. Zarar görebilirliğin en düşük olduğu mahalle ise Kuyucak Mahallesi olarak tespit edilmiştir (Tablo 70). Nüfus yoğunluğu dikkate alınarak yapılan değerlendirmede, en yüksek zarar görebilirlik değeri Hacıahmet Mahallesi'nde belirlenmiş; bu mahallenin ardından Kocacami ve Memiş mahalleleri gelmiştir. Zarar görebilirliğin en düşük olduğu mahalle ise Ali Çatinkaya Mahallesi'dir. Nüfus özelliklerine ilişkin kümülatif değerlendirme sonucunda, zarar görebilirliği en yüksek mahalle Bahçelievler Mahallesi olarak saptanmış; bunu sırasıyla Kocacami ve Hacıahmet mahalleleri izlemiştir (Tablo 71). Kümülatif değerlendirmede en düşük zarar görebilirlik değerine sahip mahalleler ise Kuyucak, Avunduk, Şahinler ve Çoruk kırsal mahalleleridir (Tablo 72).



Şekil 145. Burhaniye İlçesi Nüfusun Yaş ve Cinsiyete Göre Dağılım Grafiği
Kaynak: Orijinal



Şekil 146. Karınca Dere Havzası'nın Mahalle Nüfusu Verilerinin Cinsiyete Göre Dağılım Grafiği
Kaynak: Orijinal

Tablo 69. Karınca Dere Havzası Mahalle Nüfusu Verilerinin Cinsiyete Göre Dağılım Tablosu

Mahalleler	Erkek	Kadın	Toplam	Erkek (%)	Kadın %
Ağacık Mh.	91	93	184	49.5	50.5
Ali Çetinkaya	929	809	1738	53.5	46.5
Avunduk Mh.	30	31	61	49.2	50.8
Bahadınlı Mh.	291	304	595	48.9	51.1
Bahçelievler Mh.	4948	5359	10307	48.0	52.0
Çamtepe Mh.	44	38	82	53.7	46.3
Çoruk Mh.	182	185	367	49.6	50.4
Cumhuriyet Mh.	3367	3281	6648	50.6	49.4
Damlalı Mh.	57	62	119	47.9	52.1
Geriş Mh.	1155	1206	2361	48.9	51.1
Hacıahmet Mh.	1994	2110	4104	48.6	51.4
Hacıbozlar Mh.	96	86	182	52.7	47.3
Hisarköy Mh.	121	122	243	49.8	50.2
Hürriyet Mh.	470	479	949	49.5	50.5
İskele Mh.	1273	1366	2639	48.2	51.8
Karadere Mh.	293	277	570	51.4	48.6
Kırtık Mh.	104	109	213	48.8	51.2
Kocacami Mh.	2869	3006	5875	48.8	51.2
Kurucaoluk Mh.	134	135	269	49.8	50.2
Kuyucak Mh.	25	24	49	51.0	49.0
Kuyumcu Mh.	221	192	413	53.5	46.5
Mahkeme Mh.	2684	2769	5453	49.2	50.8
Memiş Mh.	1670	1793	3463	48.2	51.8
Öğretmenler Mh.	2305	2594	4899	47.1	52.9
Ören Mh.	1564	1923	3487	44.9	55.1
Şahinler Mh.	149	142	291	51.2	48.8
Şarköy	270	264	534	50.6	49.4
Sübeylidere Mh.	109	111	220	49.5	50.5
Tahtacı Mh.	75	81	156	48.1	51.9
Yabancılar Mh.	69	64	133	51.9	48.1
Yaylacık Mh.	167	158	325	51.4	48.6
Yunus Mh.	646	566	1212	53.3	46.7
Yunuslar Mh.	76	76	152	50.0	50.0

Kaynak: Orijinal

Tablo 70. Karınca Dere Havzası'nda Mahalle Nüfusu Dağılımına Göre Zarar Görebilirlik Özellikleri Tablosu

Mahalleler	Nüfus	Nüfus %	Nüfus Sonuç
Ağacık Mh.	184	0.003	0.02
Ali Çetinkaya	1738	0.03	0.2
Avunduk Mh.	61	0.001	0.01
Bahadınlı Mh.	595	0.01	0.1
Bahçelievler Mh.	10307	0.2	1.0
Çamtepe Mh.	82	0.001	0.01
Çoruk Mh.	367	0.01	0.04
Cumhuriyet Mh.	6648	0.1	0.6
Damlalı Mh.	119	0.002	0.01
Geriş Mh.	2361	0.04	0.2
Hacıahmet Mh.	4104	0.1	0.4
Hacıbozlar Mh.	182	0.003	0.02
Hisarköy Mh.	243	0.004	0.02
Hürriyet Mh.	949	0.02	0.1
İskele Mh.	2639	0.05	0.3
Karadere Mh.	570	0.01	0.1
Kırtık Mh.	213	0.004	0.02
Kocacami Mh.	5875	0.1	0.6
Kurucaoluk Mh.	269	0.005	0.03
Kuyucak Mh.	49	0.001	0.005
Kuyumcu Mh.	413	0.007	0.04
Mahkeme Mh.	5453	0.1	0.5
Memiş Mh.	3463	0.1	0.3
Öğretmenler Mh.	4899	0.1	0.5
Ören Mh.	3487	0.1	0.3
Şahinler Mh.	291	0.005	0.03
Şarköy	534	0.01	0.1
Sübeylidere Mh.	220	0.004	0.02
Tahtacı Mh.	156	0.003	0.02
Yabancılar Mh.	133	0.002	0.01
Yaylacık Mh.	325	0.01	0.03
Yunus Mh.	1212	0.02	0.1
Yunuslar Mh.	152	0.003	0.01

Kaynak: Orijinal

Tablo 71. Karınca Dere Havzası'nda Mahalle Nüfusu Yoğunluğuna Göre Zarar Görebilirlik Özellikleri Tablosu

Mahalleler	Nüfus Yoğunluğu (Nüfus/Alan (Kişi/km^2))	Nüfus %	Nüfus Sonuç
Ağacık Mh.	2289	0.02	0.2
Ali Çetinkaya	1044	0.01	0.1
Avunduk Mh.	1224	0.01	0.1
Bahadınlı Mh.	2860	0.02	0.2
Bahçelievler Mh.	8226	0.06	0.6
Çamtepe Mh.	2730	0.02	0.2
Çoruk Mh.	1134	0.01	0.1
Cumhuriyet Mh.	7181	0.05	0.5
Damlalı Mh.	2996	0.02	0.2
Geriş Mh.	8714	0.06	0.6
Hacıahmet Mh.	13776	0.10	1.0
Hacıbozlar Mh.	6106	0.04	0.4
Hisarköy Mh.	3547	0.03	0.3
Hürriyet Mh.	1389	0.01	0.1
İskele Mh.	2859	0.02	0.2
Karadere Mh.	3282	0.02	0.2
Kırtık Mh.	2242	0.02	0.2
Kocacami Mh.	12773	0.09	0.9
Kurucaoluk Mh.	2246	0.02	0.2
Kuyucak Mh.	1363	0.01	0.1
Kuyumcu Mh.	2605	0.02	0.2
Mahkeme Mh.	9127	0.07	0.7
Memiş Mh.	12249	0.09	0.9
Öğretmenler Mh.	4128	0.03	0.3
Ören Mh.	1922	0.01	0.1
Şahinler Mh.	1352	0.01	0.1
Şarköy	2320	0.02	0.2
Sübeylidere Mh.	1931	0.01	0.1
Tahtacı Mh.	2085	0.02	0.2
Yabancılar Mh.	2158	0.02	0.2
Yaylacık Mh.	2757	0.02	0.2
Yunus Mh.	3386	0.02	0.2
Yunuslar Mh.	3330	0.02	0.2

Kaynak: Orijinal

Tablo 72. Karınca Dere Havzası'nda Mahalle Nüfusuna Göre Zarar Görebilirlik Özellikleri Tablosu

Mahalleler	Nüfus Sonuç	Nüfus Yoğunluğu Sonuç	Toplam
Ağacık Mh.	0.02	0.2	0.2
Ali Çetinkaya	0.2	0.1	0.2
Avunduk Mh.	0.01	0.1	0.1
Bahadınlı Mh.	0.1	0.2	0.3
Bahçelievler Mh.	1.0	0.6	1.6
Çamtepe Mh.	0.01	0.2	0.2
Çoruk Mh.	0.04	0.1	0.1
Cumhuriyet Mh.	0.6	0.5	1.2
Damlalı Mh.	0.01	0.2	0.2
Geriş Mh.	0.2	0.6	0.9
Hacıahmet Mh.	0.4	1.0	1.4
Hacıbozlar Mh.	0.02	0.4	0.5
Hisarköy Mh.	0.02	0.3	0.3
Hürriyet Mh.	0.1	0.1	0.2
İskele Mh.	0.3	0.2	0.5
Karadere Mh.	0.1	0.2	0.3
Kırtık Mh.	0.02	0.2	0.2
Kocacami Mh.	0.6	0.9	1.5
Kurucaoluk Mh.	0.03	0.2	0.2
Kuyucak Mh.	0.005	0.1	0.1
Kuyumcu Mh.	0.04	0.2	0.2
Mahkeme Mh.	0.5	0.7	1.2
Memiş Mh.	0.3	0.9	1.2
Öğretmenler Mh.	0.5	0.3	0.8
Ören Mh.	0.3	0.1	0.5
Şahinler Mh.	0.03	0.1	0.1
Şarköy	0.1	0.2	0.2
Sübeylidere Mh.	0.02	0.1	0.2
Tahtacı Mh.	0.02	0.2	0.2
Yabancılar Mh.	0.01	0.2	0.2
Yaylacık Mh.	0.03	0.2	0.2
Yunus Mh.	0.1	0.2	0.4
Yunuslar Mh.	0.01	0.2	0.3

Kaynak: Orijinal

4.4.10. Kültürel Özellikler

Burhaniye, Arkaik dönemden Cumhuriyet'e kadar uzanan çok katmanlı bir kültürel mirasa sahip stratejik bir yerleşim alanıdır. İlçenin etnografik yapısı; Türkmen, Yörük, manav, mübadil ve muhacir topluluklarının oluşturduğu kültürel çeşitlilik ile bu grupların ortaya koyduğu geleneksel yaşam biçimleri, el sanatları, mimari örnekler ve gastronomi unsurlarının bir sentezini yansıtmaktadır. Coğrafi konumu itibariyle ovanın denizle buluştuğu ve Kaz ile Madra Dağları ile çevrelendiği havza, tarih boyunca yerleşim ve kültürel gelişimde belirleyici olmuştur. İlk Tunç Çağı'na kadar uzanan yerleşim izleri, Antik Çağ'da yoğunlaşmış; bu süreçte Ören Mahallesi'nde kurulan Adramytteion Antik Kenti, Edremit Körfezi'nin en önemli ekonomik ve kültürel merkezi haline gelmiştir (Beksaç ve Beksaç, 2005: 2-3). Kent, Pers, Makedon, Roma ve Bizans egemenliklerinin ardından Kurtuluş Savaşı'nda Kuva-yi Milliye'nin karargâhı olarak tarihi önemini korumuştur. Roma döneminde su kemerleri nedeniyle "Kemer" adıyla anılan yerleşim, 19. yüzyılda Padişah Abdülhamit'in oğlu Şehzade Burhanettin'den dolayı Burhaniye adını almıştır (Erdoğdu ve Asımgil, 2016: 569).

Adramytteion, denize açık konumu sayesinde tarih boyunca ticari ve askeri bir merkez olarak öne çıkmıştır (Özgen, 2014). Antik kaynaklarda gelişmiş bir kent olarak tanımlanan yerleşim; limanı, meclisi ve sikke basımıyla özerk bir yapıya sahip olmuştur (Özgen, 2015). Orta Çağ surları, antik liman duvarları, su kemeri, mozaikler, freskler, ana tanrıçalara ait pişmiş toprak figürinler, zeytin ve zeytinyağı üretimine ilişkin bulgular ile çeşitli çanak-çömlek türleri, kentin zengin kültürel dokusunu ortaya koymaktadır (Çoruhlu, 2006). Ancak 1960'lı yıllardan itibaren yazlık yapılaşmanın artmasıyla antik kent tahribat riskiyle karşı karşıya kalmış; bu nedenle alan 1. ve 2. derece arkeolojik sit olarak koruma altına alınmıştır (Özgen, 2015). Günümüzde yürütülen koruma amaçlı imar planları ve arkeopark projeleri, bu mirasın kültürel turizmde yeniden öne çıkarılmasını hedeflemektedir (Özgen, 2016).

İlçenin arkeolojik zenginliği, Madra Dağı eteklerindeki kaya sunakları ve kült merkezleriyle derinleşmektedir. Dutluca'daki Merdivenli Kaya ve Delik Taş, Bahadınlı'daki İnkaya Mağarası ve Dede Kaya, Pelitköy'deki Harman Kayası, Taylıeli'ndeki Duvanlı Kaya, Hisarköy'deki Hisar Kaya, Çamoba Yaylası'ndaki Kaplan Sivrisi, Kırtık'taki Ballıktaş, Boran Yaylası'ndaki Asarkaya ve Ören'deki

Yılanlı Tepe gibi mağara, tepe ve kaya sunakları özelliği taşıyan kült mekanlar, "Tanrılaştırılmış Doğa ve Bereket İnancı"nın yansıması olarak arkeolojik bir kimlik arz etmektedir (Beksaç, 2001: 116-118; Beksaç, 2002: 285-288; Beksaç, 2004: 193-198). Bu kaya düzenlemelerinde kanal, oyuk ve sarnıç gibi yapılar bulunmakta; bu alanların kale, gözetleme kulesi, antik taş ocağı ve kaya oygu mezar yapıları olarak kullanıldığı saptanmaktadır (Özgen, 2017: 51-56).

Burhaniye, eski çağlara ait yerleşim alanlarının yanı sıra Kurtuluş Savaşı'nda Kuva-yi Milliye'nin örgütlenmesine ev sahipliği yapmasıyla tarihsel açıdan önemli bir konuma sahiptir. Bu geçmişin anısına oluşturulan Burhaniye Kuva-yi Milliye Kültür Müzesi, Kuva-yi Milliye Anıtı ve Şehitler Anıtı, ilçenin tarihi belleğini canlı tutan kültürel varlıklar arasında yer almaktadır. Ayrıca sanatçılar için düzenlenen parklar ve heykeller, ilçenin görsel kültürünü zenginleştirmektedir.

Antik dönem yerleşimleri ve Kuva-yi Milliye ruhunu yaşatan mekânların yanı sıra, Türklerin bölgeye yerleşmesiyle oluşan kutsal alanlar da dikkat çekmektedir. Pelitköy'deki Çamlık Tepe ve Dede Tepe bu alanlara örnektir (Tuna, 2008).

İlçe merkezinde tarihi eser niteliği taşıyan ve dönem mimarisini koruyan Hasan Ağa, Hanay, Hacı Ahmed (Şekil 148) ve Koca Camii (Şekil 147) gibi yapılar turistik değer taşımaktadır. Şahinler Kırsal Mahallesi'ndeki Şahinler Camii, 18. yüzyılın ikinci yarısında inşa edilmiş olup Türk barok üslubundaki iç mekân süslemeleri ve manzara resimleriyle dikkat çekmektedir (Çoruhlu, 2006). Bu cami, 1993-94 yıllarında restore edilerek turizme kazandırılmıştır. Benzer özelliklere sahip bir diğer yapı ise Ağacık Camii'dir. İlçenin bir diğer değeri ise açık hava müzesi niteliği taşıyan mezarlıklardır. Karadere Bahadınlı, Kızıklı, Taylıeli ve Çoruk kırsal mahallelerinde eski çağlardan kalan mezarlıklar bulunur. Osmanlı dönemine ait en güzel mezar taşı örnekleri Çoruk, Taylıeli, Pelitköy, Börezli ve Kızıklı kırsal mahallelerinin mezarlıklarında yer alır (Çelik Uğuz, Bezirgan ve Liceli, 2019).

İlçe merkezinde ikisi klasik, biri geç, biri Cumhuriyet dönemine ait olmak üzere dört hamam yapısı bulunmaktadır: Kilise Hamamı (Eski Gazhane Sokak), Pazarbaşı Hamamı (Hacı Ahmet Mahallesi) (Şekil 150), Küçük Hamam (Memiş Mahallesi) ve Necdet Tosun Sokak'taki Cumhuriyet dönemi hamamı. Bunlar, tarihi ve turistik potansiyeliyle öne çıkmaktadır. Ayrıca hamamların yanı sıra Çoruk Mahallesi'ndeki Okuf Köprüsü, 18 adet zeytinyağı fabrikası, sabunhaneler ve tarihi konutlar ilçenin kültürel çekiciliğini artıran unsurlardır. Bu mirasın korunması

amacıyla bazı endüstriyel yapılar restore edilerek konut, kültür merkezi ve müze olarak yeniden işlevlendirilmiştir (Şekil 129). Burhaniye, 2006 yılından beri Tarihi Kentler Birliği'ne üye olarak bu alandaki hassasiyetini göstermektedir (Çelik Uğuz, Bezirgan ve Liceli, 2019).

Burhaniye, arkeolojik kalıntıları, tarihi evleri anıt mezar taşları, anıt ağaçları, folklorik öğeleri, deve güreşleri, düğünleri, yemek kültürü, festival ve şenlikleri ile ülkemizde dikkat çeken bir ilçedir. Gastronomik açıdan değerlendirildiğinde; nohut böreği, tavuk yahnisi ve buğulama gibi yerel lezzetlerin yanı sıra geniş bir deniz ürünü yelpazesi sunan ilçe, mutfak kültüründe özgün bir yere sahiptir. Bu zengin yemek kültürü, bölgedeki tarımsal çeşitlilik, meyve-sebze üretimindeki bolluk ve sistematik olarak yürütülen organik tarım faaliyetleriyle desteklenmektedir (Çelik Uğuz, Bezirgan ve Liceli, 2019).



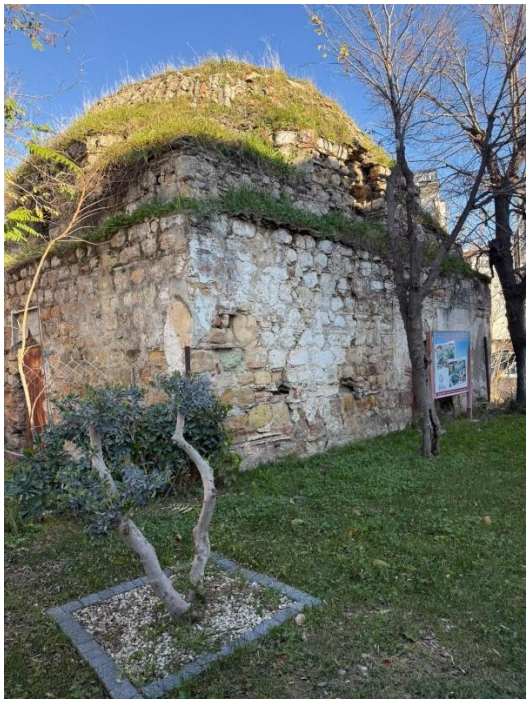
Şekil 147. Burhaniye Kocacami
Kaynak: Orijinal



Şekil 148. Burhaniye Hacı Ahmet Cami
Kaynak: Orijinal



Şekil 149. Muhyiddin Rumi Türbesi
Kaynak: Orijinal



Şekil 150. Pazarbaşı Hamamı
Kaynak: Orijinal

4.4.11. Çevresel Faktörler

Çevresel faktörler kapsamında havzadaki arazi kullanım özellikleri incelenmiştir. Çevresel zarar görebilirlik, havzada yer alan doğal kaynakların zarar görebilirlik durumunu ifade etmektedir. Özellikle su kaynaklarının kirlenmesi, afetin etkisini artıran temel unsurlardan biridir. Arazi kullanım özellikleri, Burhaniye Ovası'nda taşkın yayılım alanlarının genişliği dikkate alınarak sayısallaştırılmıştır; bu süreçte havza sınırlarına bağlı kalınmamıştır (Şekil 151). Arazi kullanımının sayısallaştırılmasında Sentinel-2 uydu görüntülerinden yararlanılmıştır. Karınca Dere Havzası'nda arazi kullanım türleri incelendiğinde, en geniş yayılım alanına sahip kullanım türünün %39,3 oranıyla ormanlık alanlar olduğu görülmektedir. Bu alanlar havzanın güneyi, güneydoğusu, kuzeyi, kuzeydoğusu ve doğusunda yoğunlaşmaktadır. Ormanlık alanları %27,6 oranıyla özel ürün arazileri izlemekte olup, bu alanlar akarsuyun orta çığırında, ormanlık alanlar ile Burhaniye Ovası arasında yer almaktadır. Üçüncü sırada %16,1 oranıyla meralar bulunmakta ve özellikle havzanın güneydoğusundaki dağlık alanların zirve düzlüklerinde yayılış göstermektedir; bu bölgelerde yaylacılık faaliyetleri yoğun olarak sürdürülmektedir. İşlemeli tarım arazileri ise daha çok Burhaniye Ovası ve Şahinler Kırsal Mahallesi çevresinde görülmekte ve havzanın %8,6'sını oluşturmaktadır. Diğer arazi kullanım türleri ise %5'in altında bir yayılışa sahiptir (Tablo 73).

Tablo 73. Karınca Dere Havzası Arazi Kullanım Özelliklerinin Alansal Dağılımı

Arazi Kullanım Türü	Alan (Km^2)	Oran (%)
Orman	125.1	39.3
Fundalık	11.6	3.6
Mera	51.3	16.1
Özel Ürün	87.9	27.6
İşlemeli Tarım	27.1	8.6
Su Yüzeyleri	0.06	0.02
Akarsu Yatağı	2.4	0.7
Maden	0.1	0.02
Baraj İnşaatı	0.2	0.06
Yerleşme	12.8	4.0

Kaynak: Orijinal

Arazi kullanım özelliklerinin zarar görebilirlik değerlendirmesi, Reşitköy Barajı ve Bahadınlı Regülatörü'nün aşağı havzası bir bütün olarak ele alınacak; kırsal mahalleler ise ayrı ayrı değerlendirilecektir. Baraj ve regülatörün dikkate alınmadığı senaryoda, tüm taşkın tekerrür periyotlarında en fazla etkilenen arazi kullanım türü yerleşmeler, en az etkilenen ise fundalık alanlardır. Baraj ve regülatörün dikkate alındığı senaryoda ise akarsu, tüm taşkın tekerrür periyotlarında büyük ölçüde yatağından taşmamaktadır. Bu senaryoda en fazla etkilenen arazi kullanım türü özel ürün arazileri, en az etkilenen ise fundalık alanlardır. Dolusavak taşkını, pik akımın gerçekleştiği ve en geniş yayılım alanına sahip olduğu saat dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Buna göre, dolusavak taşkını sırasında en fazla etkilenen arazi kullanım türü yerleşmeler, en az etkilenen ise fundalık alanlar ve meralardır. Son olarak, baraj yıkılmasını dikkate alan senaryoda en fazla etkilenen arazi kullanım türü işlemeli tarım arazileri olup, bunu yerleşmeler takip etmektedir. En az etkilenen arazi kullanım türü ise fundalık alanlar, ardından meralar gelmektedir (Tablo 74).

Şahinler Kırsal Mahallesi'nde tüm taşkın tekerrür periyotlarında en fazla etkilenen arazi kullanım türü işlemeli tarım alanlarıdır; en az etkilenen arazi kullanım türü ise mera ve ormanlık alanlardır. Karadere Kırsal Mahallesi'nde ana akarsu yatağından taşma gerçekleşmemekte olup, yalnızca yan kollardan yayılım söz konusudur. Bu mahallede en fazla etkilenen arazi kullanım türü yerleşmeler, en az etkilenen ise meralardır. Sübeylidere Kırsal Mahallesi'nde en fazla etkilenen arazi kullanım türü yerleşmeler ve ormanlık alanlar; en az etkilenen ise işlemeli tarım ve özel ürün arazileridir. Yunuslar Kırsal Mahallesi'nde en fazla etkilenen arazi kullanım türü özel ürün arazileri ve meralar, en az etkilenen ise yerleşmeler ve fundalık alanlardır. Kurucaoluk Yaylası'nda ise en fazla etkilenen arazi kullanım türü yerleşmeler ve meralardır; özel ürün, işlemeli tarım ve fundalık alanlar bu alanda bulunmamaktadır (Tablo 75).

Tablo 74. Karınca Dere Havzası Farklı Senaryolara Göre Taşkın Yayılış Alanlarının Kapladığı Arazi Kullanım Türleri

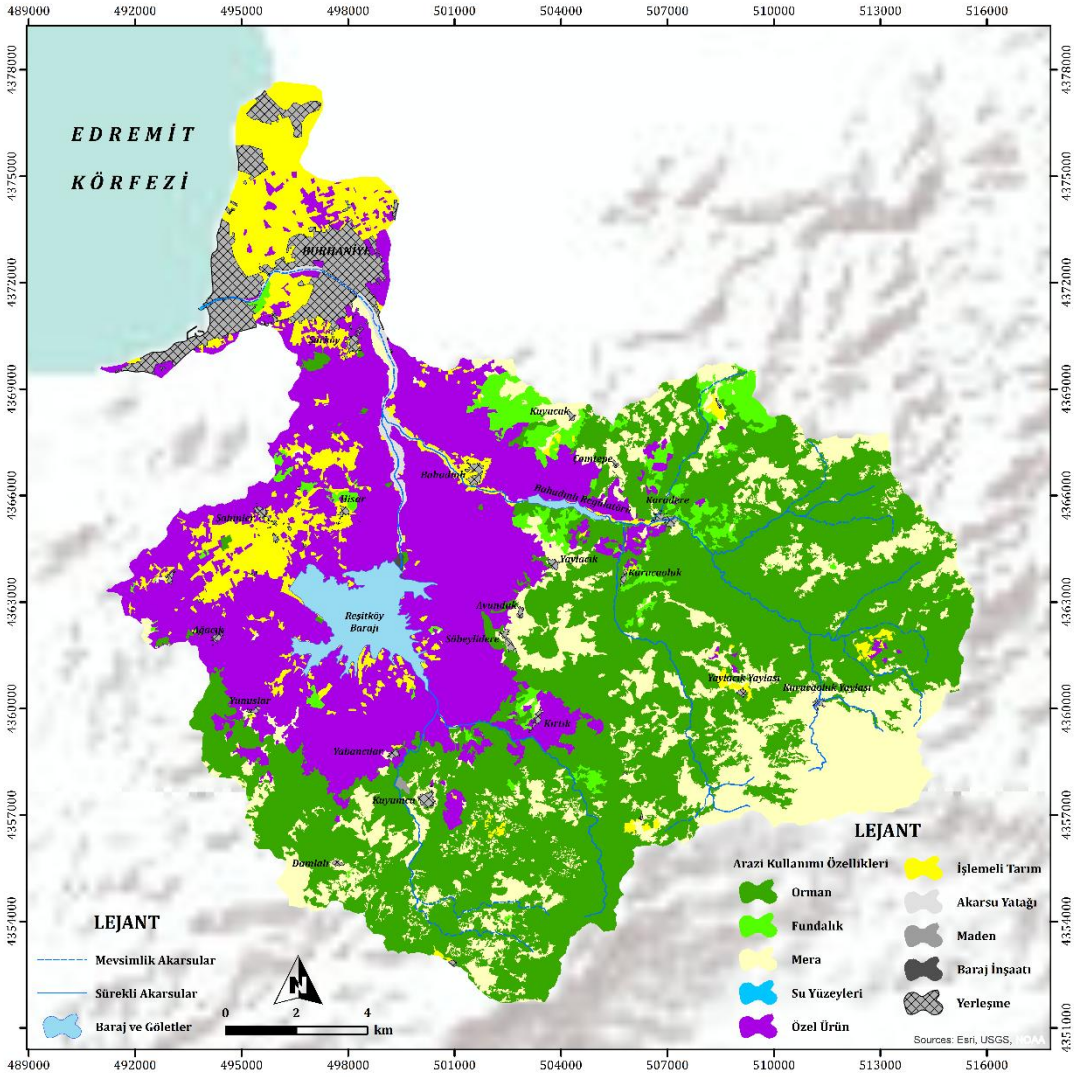
Tekrarlanma Sıklığı		Yerleşmeler (km^2)	Tarım (km^2)	Özel Ürün (km^2)	Mera (km^2)	Fundalık (km^2)	Akarsu Yatağı (km^2)
1 Baraj dikkate alınmamış	5	0.1	0.1	0.2	0.04	0.004	1.04
	10	0.3	0.1	0.2	0.04	0.01	1.1
	50	0.6	0.1	0.3	0.1	0.04	1.2
	100	0.7	0.1	0.3	0.1	0.1	1.3
	500	1.0	0.1	0.3	0.1	0.1	1.4
	1000	1.1	0.2	0.3	0.1	0.1	1.4
2 Baraj dikkate alınmış	5	0.01	0.04	0.07	0.02	0.002	0.8
	10	0.01	0.04	0.1	0.02	0.002	0.8
	50	0.02	0.04	0.1	0.02	0.002	0.9
	100	0.02	0.04	0.1	0.03	0.002	0.9
	500	0.03	0.04	0.1	0.04	0.003	0.9
	1000	0.04	0.05	0.1	0.04	0.003	0.9
Dolusavak Taşkını		1.9	0.3	0.5	0.1	0.1	1.4
Baraj Yıkılması		8.2	10	2.5	0.4	0.2	1.9

Kaynak: Orijinal

Tablo 75. Karınca Dere Havzası Alt Havzalarının Farklı Senaryolara Göre Taşkın Yayılış Alanlarının Kapladığı Arazi Kullanım Türleri

Tekrarlanma Sıklığı		Yerleşmeler (km^2)	Tarım (km^2)	Özel Ürün (km^2)	Mera (km^2)	Fundalık (km^2)	Orman (km^2)	Akarsu Yatağı (km^2)
Şahinler	5	0.02	0.2	0.02	-	0.0001	-	-
	10	0.02	0.2	0.03	-	0.0001	-	-
	50	0.03	0.2	0.03	-	0.0001	-	-
	100	0.03	0.3	0.03	-	0.0002	-	-
	500	0.03	0.3	0.03	-	0.0002	-	-
	1000	0.03	0.3	0.03	-	0.0003	-	-
Karadere	5	0.01	0.0005	0.0005	0.0002	0.001	0.005	0.02
	10	0.01	0.001	0.001	0.0002	0.002	0.005	0.02
	50	0.01	0.001	0.001	0.0002	0.002	0.01	0.02
	100	0.01	0.001	0.001	0.0002	0.002	0.01	0.02
	500	0.01	0.001	0.001	0.0002	0.002	0.01	0.02
	1000	0.01	0.001	0.001	0.0002	0.002	0.01	0.03
Sübeylidere	5	0.01	-	-	0.002	0.00003	0.01	-
	10	0.01	-	-	0.002	0.00003	0.01	-
	50	0.01	-	-	0.002	0.00003	0.01	-
	100	0.01	-	-	0.002	0.00003	0.01	-
	500	0.01	-	-	0.002	0.0001	0.01	-
	1000	0.01	-	-	0.002	0.0001	0.01	-
Yunuslar	5	-	0.00001	0.004	0.003	-	0.00002	-
	10	-	0.00001	0.004	0.003	-	0.00003	-
	50	-	0.00001	0.005	0.01	-	0.00004	-
	100	-	0.00001	0.01	0.01	-	0.00004	-
	500	-	0.00001	0.01	0.01	-	0.00004	-
	1000	-	0.00001	0.01	0.01	-	0.00004	-
Kurucaoluk (Yayla)	5	0.01	-	-	0.01	-	-	-
	10	0.01	-	-	0.01	-	-	-
	50	0.01	-	-	0.01	-	-	-
	100	0.01	-	-	0.01	-	-	-
	500	0.01	-	-	0.01	-	-	-
	1000	0.01	-	-	0.01	-	-	-

Kaynak: Orijinal



Şekil 151. Karınca Dere Havzası Arazi Kullanımı Haritası
Kaynak: Orijinal

4.5. Taşkın Risk Analizleri

İnceleme alanı kapsamındaki taşkın risk analizleri; Reşitköy Barajı ile Bahadınlı Regülatörü'nün aşağı havzası ve kırsal yerleşim alanları olmak üzere iki ayrı kategoride ele alınmıştır. Aşağı havza için gerçekleştirilen analizlerde; mesken yapı durumu ile birlikte enerji nakil hatları, doğalgaz şebekeleri, ulaşım ağları, içme suyu ve atıksu sistemlerinden oluşan kritik altyapı unsurları, tarımsal riskler ve demografik özellikler bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmiştir. Kırsal mahalle ölçeğinde ise taşkın risk analizi, mesken yapı durumu ve tarımsal riskler odağında yürütülmüştür.

Reşitköy Barajı ile Bahadınlı Regülatörü'nün aşağı havzası için taşkın risk analizleri üç farklı senaryo kapsamında değerlendirilmiştir. Bu senaryolar; baraj ve regülatörün etkisi dikkate alınarak, farklı tekrarlanma sıklıklarına göre oluşan doğal taşkınlar, dolusavak taşkını ve baraj yıkılması durumunu içeren taşkın senaryolarından oluşmaktadır. Taşkın tehlike analizleri kapsamında değerlendirilen, baraj ve regülatör etkisinin dikkate alınmadığı senaryoya göre risk durumu, Reşitköy Barajı'nın yapım aşamasının tamamlanmış olması nedeniyle mevcut koşulları yansıtmadığı için analiz kapsamı dışında bırakılmıştır. Baraj ve regülatörün etki alanı dışında kalan kırsal mahalleler için ise yalnızca doğal taşkınların farklı tekrarlanma sıklıklarına göre değerlendirildiği tek bir senaryo esas alınarak risk durumları hesaplanmıştır.

4.5.1. Reşitköy Barajı ve Bahadınlı Regülatörü'nün İnşa Edilmediği Varsayımı Altında Farklı Tekrarlama Periyotlarına Göre Taşkın Risk Analizi

Bu bölümde, baraj ve regülatörün etki alanı dışında kalan kırsal mahallelerin taşkın risk durumları, mesken yapı durumu ve tarımsal faaliyetler dikkate alınarak kapsamlı bir şekilde değerlendirilmiştir.

Karadere Kırsal Mahallesi'nin mesken yapı durumu açısından taşkın riskine ilişkin yapılan analizler, risk dağılımının ağırlıklı olarak düşük ve orta düzeyde yoğunlaştığını ortaya koymaktadır. 5 yıllık taşkın senaryosunda yalnızca düşük risk grubunda meskenler bulunurken, 10 yıllık senaryoda orta risk grubuna giren meskenler de gözlemlenmektedir. Elli yıllık taşkın senaryosundan itibaren ise sınırlı sayıda da olsa yüksek risk taşıyan meskenler tespit edilmiştir (Tablo 76). Tarımsal

faaliyetler yönünden değerlendirildiğinde, taşkın kaynaklı riskin büyük ölçüde düşük seviyede kaldığı belirlenmiştir (Tablo 77).

Sübeylidere Kırsal Mahallesi'nin mesken yapı durumu açısından taşkın riskine ilişkin yapılan analizler, 5 yıllık senaryodan 1000 yıllık senaryoya kadar tüm risk gruplarında genel olarak dengeli bir dağılım olduğunu göstermektedir. 5 yıllık senaryoda 9 mesken taşkın etkisi altında bulunurken, bu sayı 1000 yıllık senaryoda 14 meskene yükselmektedir (Tablo 76). Tarımsal risk açısından yapılan değerlendirmelerde ise tüm senaryolarda tarım arazilerinin taşkın etki alanı dışında kaldığı belirlenmiştir (Tablo 77).

Şahinler Kırsal Mahallesi'nin mesken yapı durumu açısından taşkın riskine ilişkin yapılan analizler, risk dağılımının ağırlıklı olarak düşük düzeyde yoğunlaştığını göstermektedir. 500 yıllık senaryodan itibaren sınırlı sayıda meskenin yüksek risk grubunda yer aldığı tespit edilmiştir (Tablo 76). Tarımsal risk değerlendirmesinde ise işlemeli tarım faaliyeti yürütülen araziler yüksek risk düzeyinde, özel ürün tarımı (Zeytin) yapılan araziler ise düşük risk düzeyinde değerlendirilmiştir (Tablo 77).

Tablo 76. Farklı Taşkın Sıklık Senaryolarına Göre Kırsal Mahallelerde Yer Alan Yapıların Risk Durumlarının Dağılımı

Mahalleler	Tekrarlanma Sıklığı	Taşkın Etki Alanı İçinde Kalan Mesken Sayısı	Düşük	Orta	Yüksek
Karadere	5	9	9		
	10	13	9	4	
	50	13	8	4	1
	100	15	9	5	1
	500	25	16	7	2
	1000	34	24	8	2
Sübeylidere	5	9	3	3	3
	10	10	3	4	3
	50	10	3	3	4
	100	10	2	4	4
	500	12	4	3	5
	1000	14	6	3	5
Şahinler	5	14	14		
	10	14	14		
	50	17	17		
	100	17	17		
	500	17	17		1
	1000	18	18		2

Kaynak: Orijinal

Tablo 77. Karınca Dere Havzası Alt Havzalarının Farklı Senaryolara Göre Taşkın Yayılış Alanlarının Kapladığı Arazi Kullanım Türleri

Tekrarlanma Sıklığı		Yerleşmeler (km^2)	İşlemeli Tarım (km^2)	Özel Ürün (km^2)	Mera (km^2)	Fundalık (km^2)	Orman (km^2)	Akarsu Yatağı (km^2)
Şahinler	5	0.02	0.2	0.02	-	0.0001	-	-
	10	0.02	0.2	0.03	-	0.0001	-	-
	50	0.03	0.2	0.03	-	0.0001	-	-
	100	0.03	0.3	0.03	-	0.0002	-	-
	500	0.03	0.3	0.03	-	0.0002	-	-
	1000	0.03	0.3	0.03	-	0.0003	-	-
Karadere	5	0.01	0.0005	0.0005	0.0002	0.001	0.005	0.02
	10	0.01	0.001	0.001	0.0002	0.002	0.005	0.02
	50	0.01	0.001	0.001	0.0002	0.002	0.01	0.02
	100	0.01	0.001	0.001	0.0002	0.002	0.01	0.02
	500	0.01	0.001	0.001	0.0002	0.002	0.01	0.02
	1000	0.01	0.001	0.001	0.0002	0.002	0.01	0.03
Sübeylidere	5	0.01	-	-	0.002	0.00003	0.01	-
	10	0.01	-	-	0.002	0.00003	0.01	-
	50	0.01	-	-	0.002	0.00003	0.01	-
	100	0.01	-	-	0.002	0.00003	0.01	-
	500	0.01	-	-	0.002	0.0001	0.01	-
	1000	0.01	-	-	0.002	0.0001	0.01	-
Yunuslar	5	-	0.00001	0.004	0.003	-	0.00002	-
	10	-	0.00001	0.004	0.003	-	0.00003	-
	50	-	0.00001	0.005	0.01	-	0.00004	-
	100	-	0.00001	0.01	0.01	-	0.00004	-
	500	-	0.00001	0.01	0.01	-	0.00004	-
	1000	-	0.00001	0.01	0.01	-	0.00004	-

Kaynak: Orijinal

4.5.2. Reşitköy Barajı ve Bahadınlı Regülatörü'nün Aşağı Havzasında Baraj ve Regülatör Etkisinin Değerlendirilmesi ile Farklı Tekrarlama Periyotlarına Göre Taşkın Risk Analizi

Reşitköy Barajı ile Bahadınlı Regülatörü'nün aşağı havzasında mesken yapı durumu açısından yapılan taşkın risk analizleri, baraj ve regülatörün dikkate alındığı senaryolar doğrultusunda incelendiğinde, taşkından etkilenen meskenlerin tamamının düşük düzeyde risk taşıdığı belirlenmiştir. Bu senaryolara göre, 500 yıllık taşkın senaryosuna kadar yalnızca Bahadınlı Kırsal Mahallesi'nde yer alan meskenler etkilenirken, 500 yıllık senaryodan itibaren Ören Mahallesi'nde akarsuyun akış

yönüne göre sağ kıyıda bulunan meskenler de taşkın etkisi altına girmektedir. Bu senaryoya göre, Burhaniye merkez mahallelerinin bulunduğu alan 500 yıllık taşkın senaryosundan itibaren taşkın etkisi altına girmeye başladığından, nüfus, ulaşım ağı, elektrik ve doğalgaz hatları ile su ve kanalizasyon sistemleri açısından taşkın riski genel olarak düşük seviyede kalmaktadır. Tarımsal risk açısından değerlendirildiğinde, Bahadınlı Regülatörü ve Reşitköy Barajı ile Burhaniye Ovası arasında kalan bölümde, akarsu kıyısında yer alan tarım arazilerinin taşkın etki alanında kaldığı belirlenmiştir. Özellikle Bahadınlı Kırsal Mahallesi'nin güneyinde, akarsuyun akış yönüne göre sol kıyısında bulunan tarım arazilerinde taşkın sularının nispeten geniş bir yayılım alanına sahip olduğu görülmektedir. Bu bölgede yaygın olarak zeytin tarımı yapılmakta olup, yer yer tek yıllık bitki tarımı faaliyetleri de yürütülmektedir. Taşkın riski açısından değerlendirildiğinde, tek yıllık bitki tarımı yapılan arazilerde ürün kaybı olasılığı nedeniyle tarımsal risk yüksek, zeytin tarımı yapılan arazilerde ise tarımsal risk düşük düzeyde kalmaktadır.

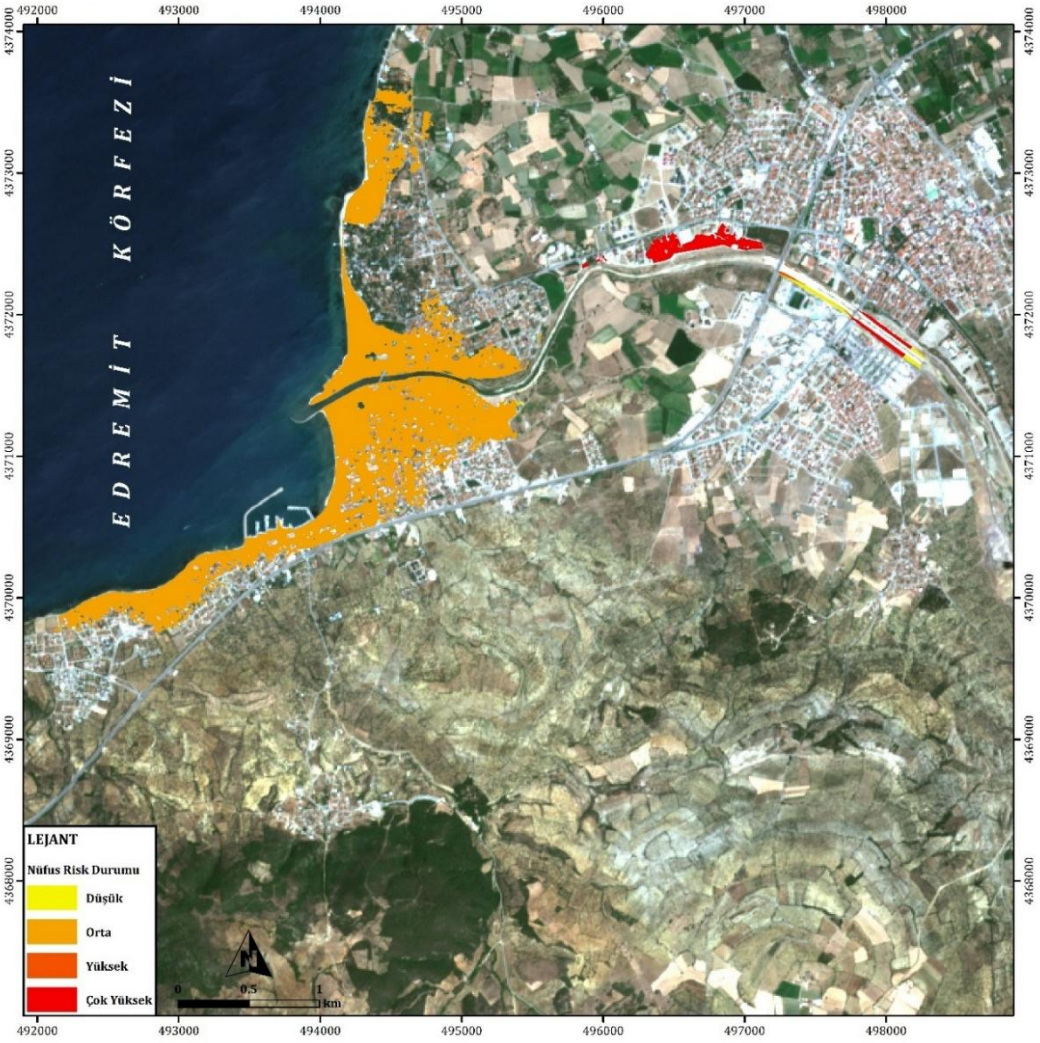
4.5.3. Dolusavak Taşkını Senaryosuna Göre Taşkın Risk Analizi

Bu senaryoda, Reşitköy Barajı ile Bahadınlı Regülatörü'nün aşağı havzasında dolusavak taşkınına bağlı risk durumu ele alınmıştır. Bu senaryoya göre mesken yapı durumu açısından yapılan taşkın risk analizleri, Öğretmenler, Ören, İskele, Bahçelievler ve Hürriyet mahalleleri ile Bahadınlı ve Şarköy kırsal mahallelerinin taşkın etki alanında yer aldığını göstermektedir. Bina yapı durumu açısından taşkın riski değerlendirildiğinde, genel olarak düşük risk grubuna sahip meskenlerin yaygın olduğu görülmektedir. Ancak Öğretmenler ve Ören mahallelerinde orta risk grubunda yer alan yapıların sayısı dikkate değer düzeydedir. Taşkın riski açısından en fazla etkilenen mahalleler ise Öğretmenler, İskele ve Ören mahalleleri olup, bu mahallelerde az sayıda da olsa yüksek risk grubunda meskenler bulunmaktadır (Tablo 78; Şekil 153).

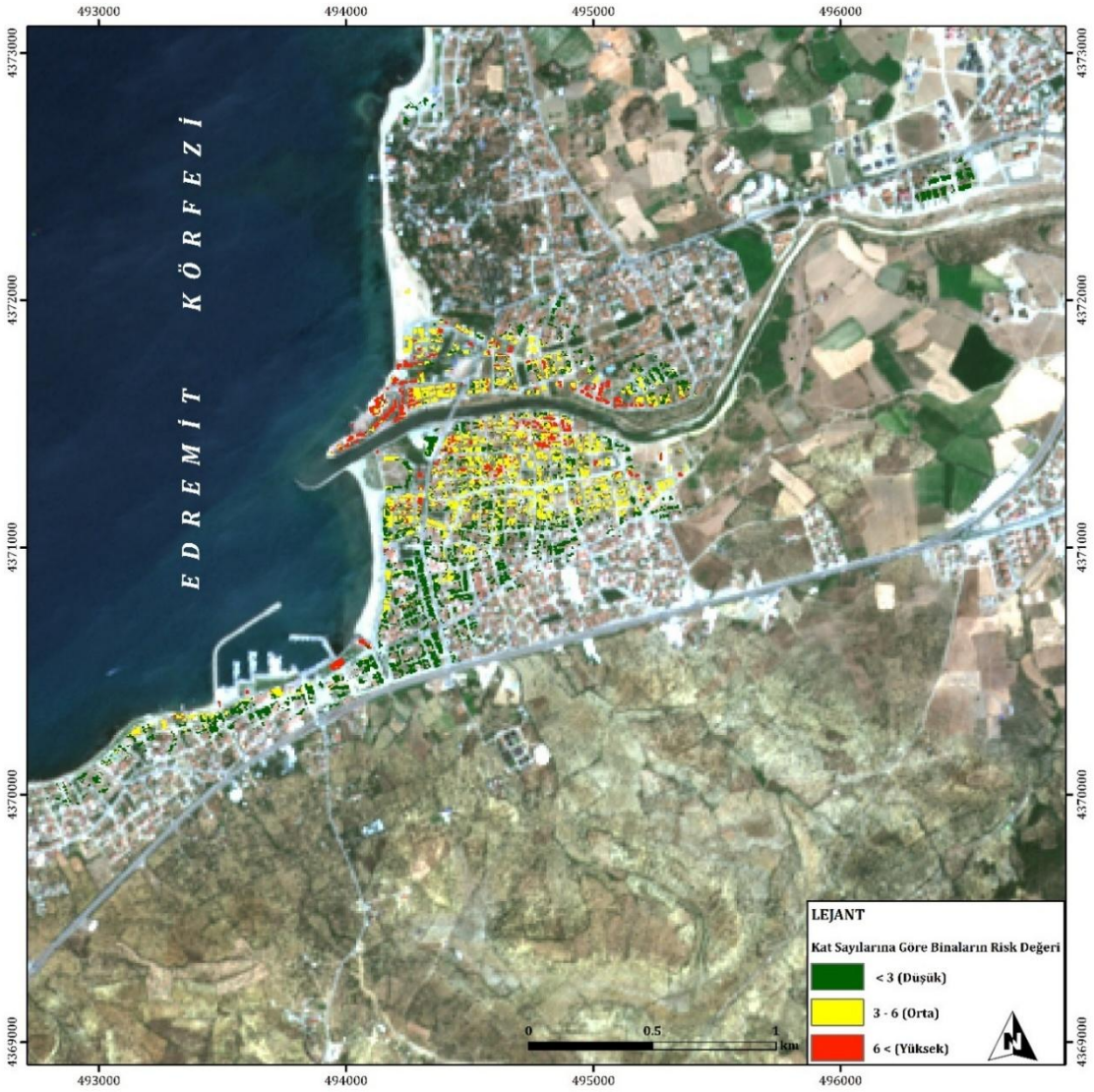
Bu senaryoya göre, taşkın yayılım alanının arazi kullanım türlerine göre dağılımı incelendiğinde, taşkın etkisinin ağırlıklı olarak yerleşim birimlerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Buna bağlı olarak, doğalgaz, elektrik, içme suyu ve atık su sistemleri ile nüfus da taşkından önemli ölçüde etkilenmektedir. Taşkın etki alanı içinde kalan doğalgaz hatları açısından en riskli mahalle Öğretmenler Mahallesi olup, bunu Ören ve İskele mahalleleri takip etmektedir (Şekil 154, Tablo 80). İçme suyu ve

atıksu hatlarının taşkın etki alanındaki dağılımında da benzer bir durum söz konusudur; en riskli mahalle Öğretmenler Mahallesi iken, Ören ve İskele mahalleleri ikinci sırada yer almaktadır (Şekil 157, Şekil 158, Tablo 81). Elektrik hatları açısından yapılan değerlendirmede de aynı eğilim gözlenmektedir (Şekil 155, Şekil 156, Tablo 82). Tarımsal risk açısından değerlendirildiğinde, taşkın etki alanının tarım arazileri üzerinde geniş bir yayılım göstermediği, bu nedenle tarımsal riskin sınırlı olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, tek yıllık bitki tarımı yapılan arazilerde ürün kaybı olasılığı nedeniyle tarımsal risk yüksek, zeytin tarımı yapılan arazilerde ise tarımsal risk düşük düzeyde kalmaktadır. Nüfus özellikleri açısından değerlendirildiğinde de en riskli mahalleler olarak Öğretmenler, Ören, İskele ve Bahçelievler mahalleleridir (Şekil 152).

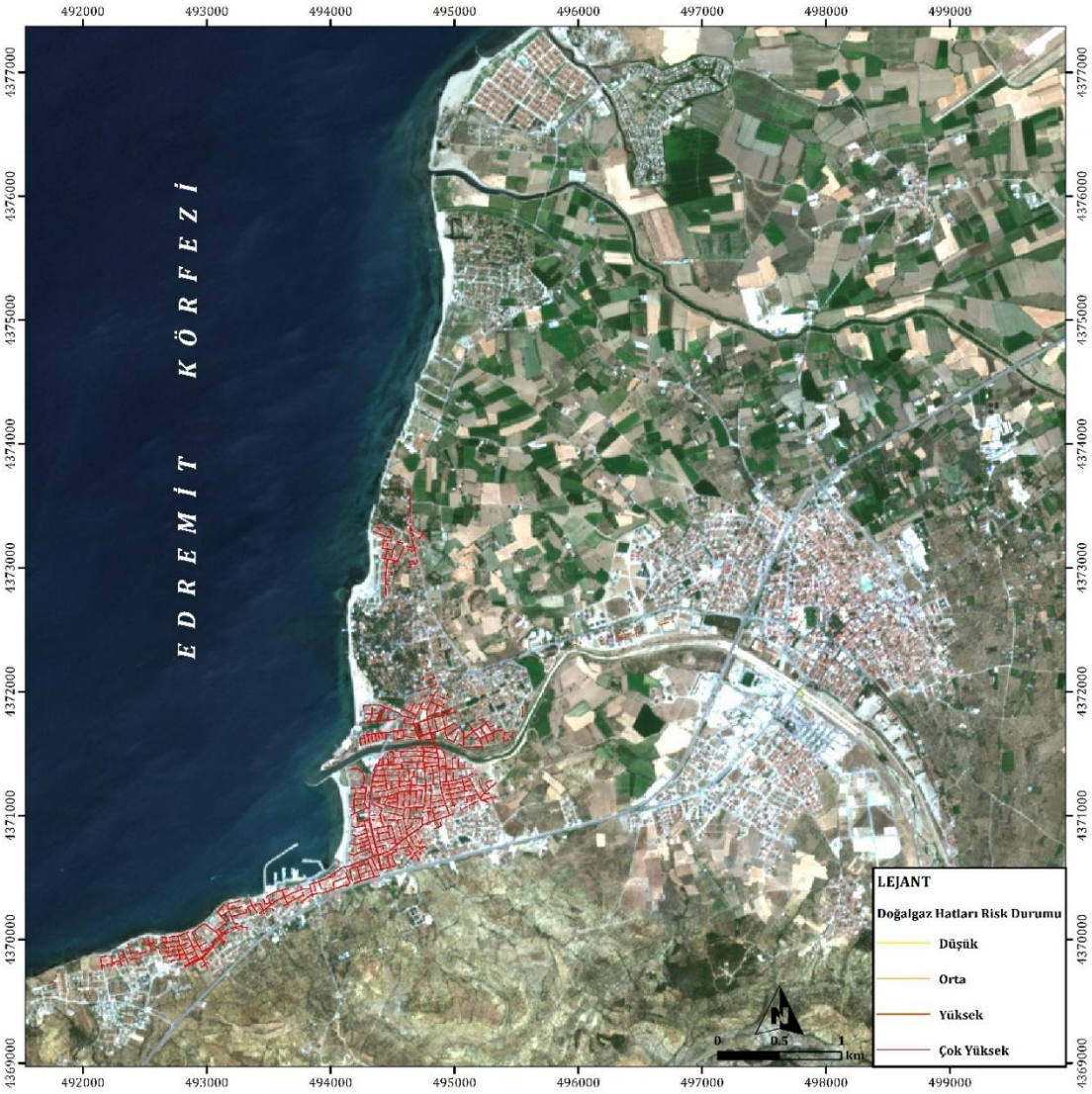
Dolusavak senaryosu kapsamında ortaya çıkabilecek asgari ekonomik kayıp, ilgili altyapı bileşenlerinin ve tarımsal üretimin minimum birim maliyetleri esas alınarak hesaplanmıştır. Bu kapsamda, elektrik iletim hatları için 16 mm çapındaki alüminyum iletken kablo birim fiyatları, doğalgaz hatları için 40 mm çapındaki polietilen boru maliyetleri, atıksu ve içmesuyu iletim hatları için ise 110 mm çapında PVC boru birim fiyatları dikkate alınmıştır. Tarımsal üretim kayıplarının hesaplanmasında, toplam üretim değeri en düşük olan ürün (arpa) referans olarak seçilmiştir. Binaların hasarlarının hesaplanmasında ise en temel seviyedeki asansörsüz 3 kata kadar betonarme veya yığma konutları temsilen III. Sınıf A grubu (7. Madde) kabul edilmiştir (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024). Birim hasar maliyetini en düşük seviyede tutmak amacıyla yapılar tek katlı düşünülmüş, 1+1 daire brüt alanı referans alınarak konut başına standart olarak 50 m^2 büyüklük esas alınmıştır. Bu doğrultuda, maddi hasar boyutunu minimal düzeyde tutarak en gerçekçi alt sınır tahminine ulaşmak amacıyla sadece orta ve yüksek risk grubunda yer alan binalar hesaba dahil edilmiş; düşük risk altındaki binalar ise hesaplama dışı bırakılmıştır. Belirtilen tüm bu kabuller ve hesaplamalar doğrultusunda, söz konusu senaryoda gerçekleşebilecek minimum ekonomik kayıp 395.778.350 TL olarak belirlenmiştir (Tablo 84).



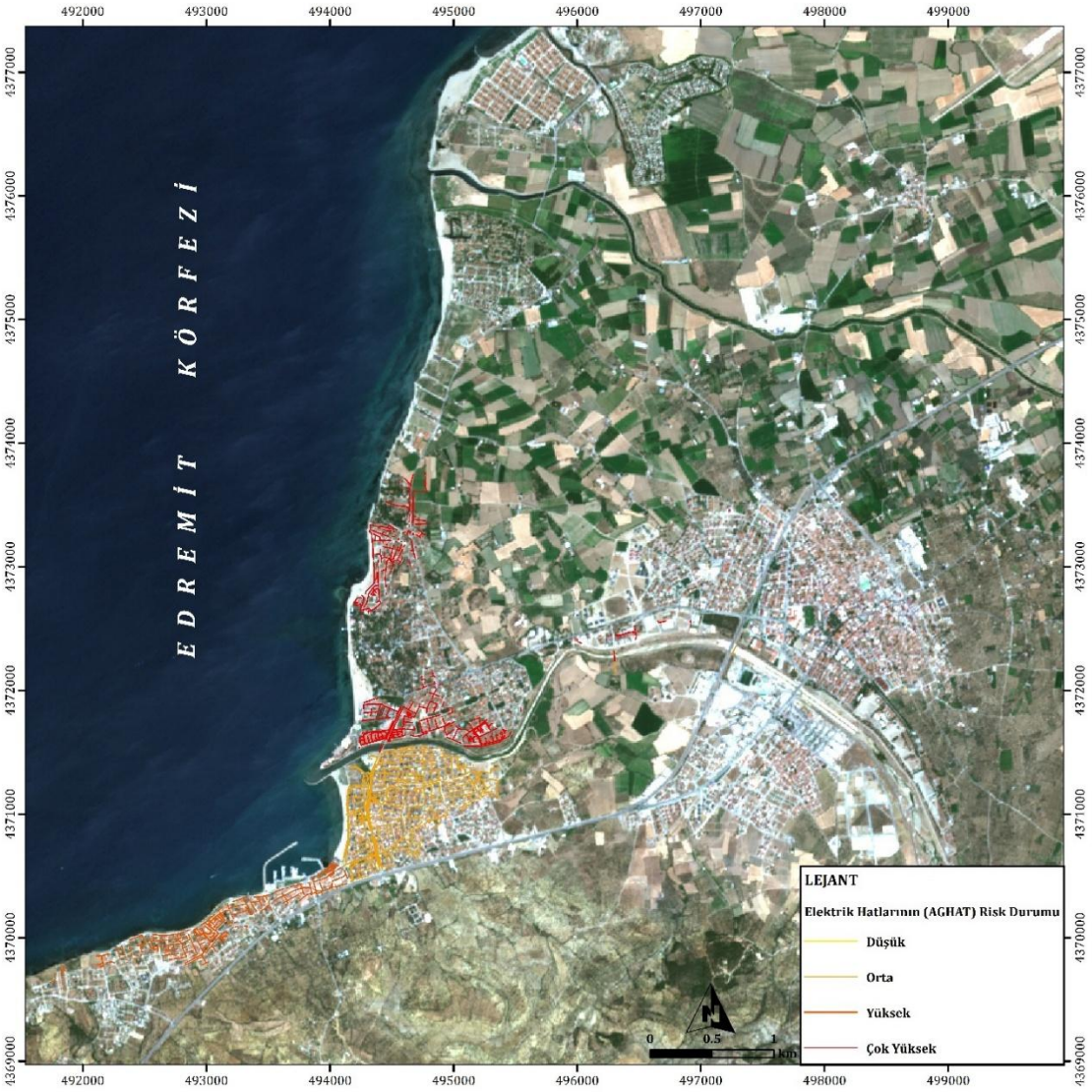
Şekil 152. Nüfus Özelliklerinin Dolusavak Taşkın Risk Durumu Haritası
Kaynak: Orijinal



Şekil 153. Mesken Yapı Durumu Özelliklerinin Kat Sayısına Göre Dolusavak Taşkın Risk Durumu Haritası
Kaynak: Orijinal



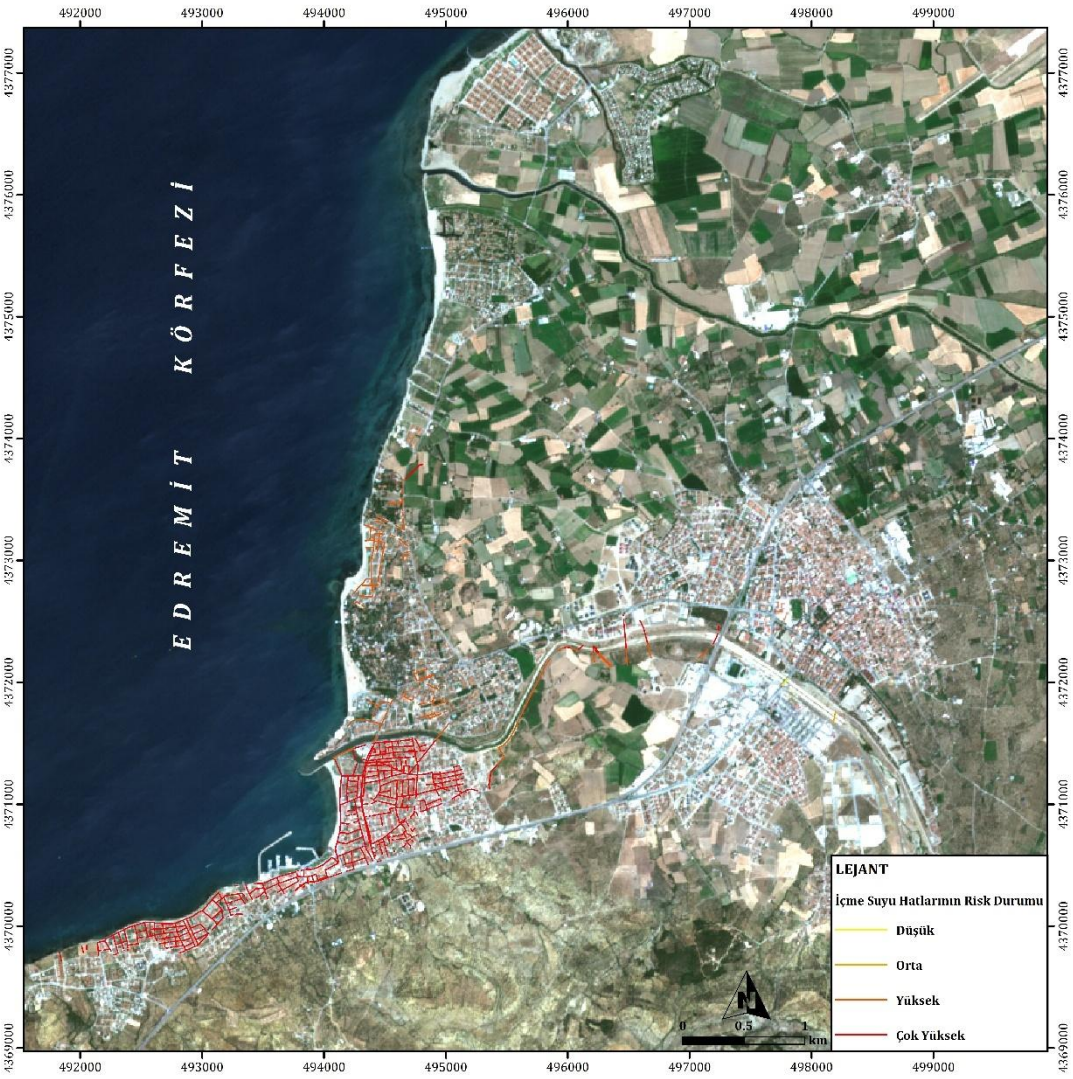
Şekil 154. Dolusavak Taşkını Senaryosuna Göre Doğalgaz Hatlarının Risk Durumu Haritası
Kaynak: Orijinal



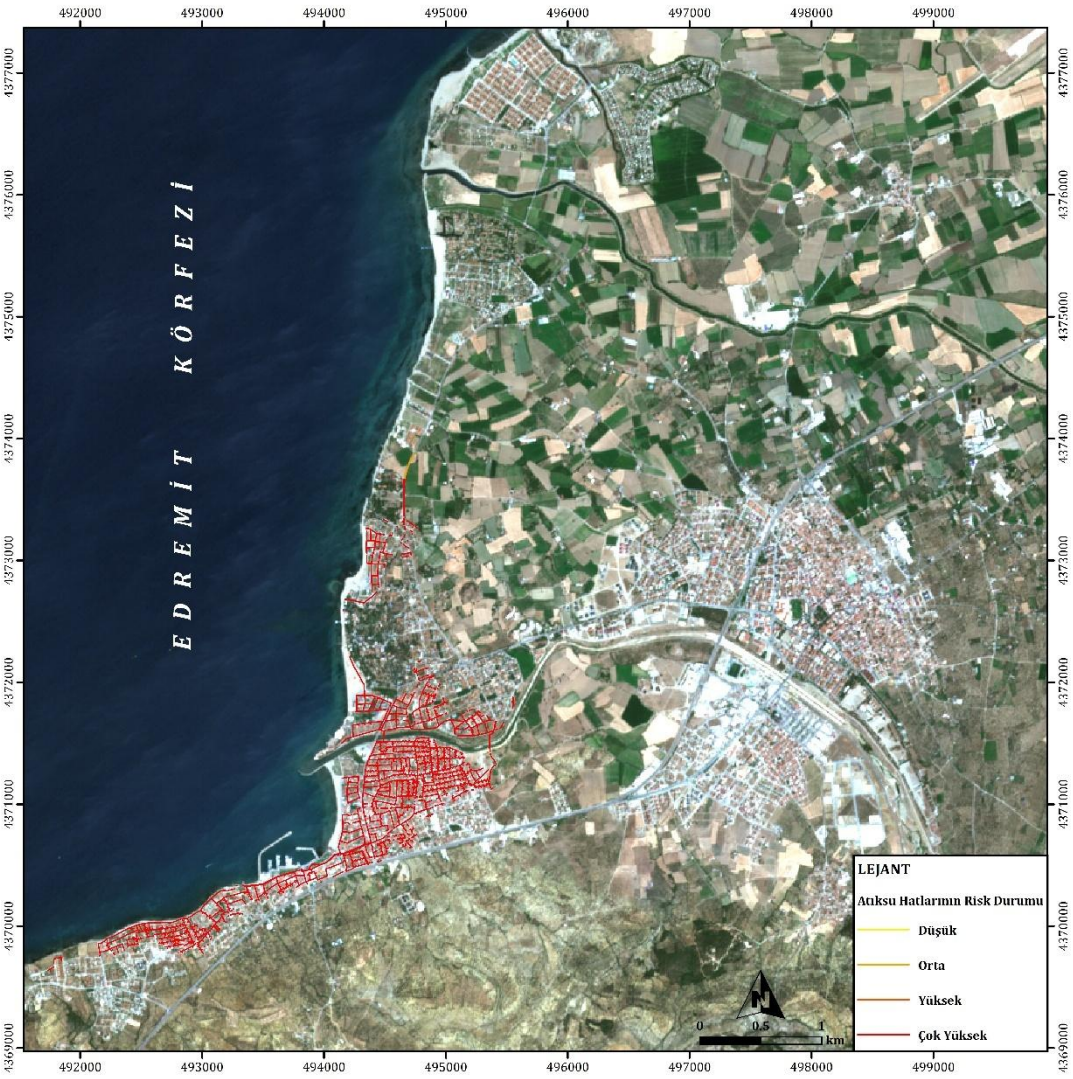
Şekil 155. Dolusavak Taşkını Senaryosu Alçak Gerilim Hatlarının (AGHAT) Risk Durumu Haritası
Kaynak: Orijinal



Şekil 156. Dolusavak Taşkını Senaryosu Orta Gerilim Hatlarının (OGHAT) Risk Durumu Haritası
Kaynak: Orijinal



Şekil 157. Dolusavak Taşkını Senaryosu İçme Suyu Hatlarının Risk Durumu Haritası
Kaynak: Orijinal



Şekil 158. Dolusavak taşkını senaryosu atıksu hatlarının risk durumu haritası
Kaynak: Orijinal

Tablo 78. Farklı Senaryolara Göre Reşitköy Barajı ve Bahadınlı Regülatörü'nün Aşağı Havzasında Kalan Yapıların Mahallelere Göre Dağılımı ve Risk Durumu

Senaryo	Frekans	Mahalle	Mesken	İşletme	Kamu	Düşük	Orta	Yüksek
Baraj ve Regülatör dikkate alınmıştır.	5	Bahadınlı	7			7		
	10	Bahadınlı	7			7		
	50	Bahadınlı	7			7		
	100	Bahadınlı	7			7		
	500	Bahadınlı	7			7		
		Ören	24			24		
	1000	Bahadınlı	7			7		
		Ören	34			34		
Dolusavak		Bahadınlı	7			7		
		Bahçelievler	23	1		24		
		Hürriyet	2			2		
		İskele	505	13	5	509	11	3
		Öğretmenler	1498	21	9	1175	290	63
		Ören	572	12	3	385	125	77
		Şarköy	1			1		
Baraj Yıkılması		Ali Çetinkaya	2418	16	10	336	1088	1020
		Bahadınlı	7			7	0	
		Bahçelievler	927	7	12	331	568	47
		Cumhuriyet	837	4	3	37	362	445
		Geriş	601	7	3	59	490	62
		Hacıahmet	324	4	6	133	172	29
		Hürriyet	204	37	8	30	212	7
		Kocacami	544	57	16	63	513	41
		Mahkeme	616	15	33	17	642	5
		Memiş	417	2	5	9	399	16
		İskele	1035	15	6	260	496	300
		Öğretmenler	1969	30	11	109	497	1404
		Ören	1469	23	4	79	791	626
		Şarköy	4			4		

Kaynak: Orijinal

Tablo 79. Karınca Dere Havzası Farklı Senaryolara Göre Taşkın Yayılış Alanlarının Kapladığı Arazi Kullanım Türleri

Tekrarlanma Sıklığı		Yerleşmeler (km^2)	İşlemeli Tarım (km^2)	Özel Ürün (km^2)	Mera (km^2)	Fundalık (km^2)	Akarsu Yatağı (km^2)
Baraj dikkate alınmış	5	0.01	0.04	0.07	0.02	0.002	0.8
	10	0.01	0.04	0.1	0.02	0.002	0.8
	50	0.02	0.04	0.1	0.02	0.002	0.9
	100	0.02	0.04	0.1	0.03	0.002	0.9
	500	0.03	0.04	0.1	0.04	0.003	0.9
	1000	0.04	0.05	0.1	0.04	0.003	0.9
Dolusavak Taşkını		1.9	0.3	0.5	0.1	0.1	1.4
Baraj Yıkılması		8.2	10	2.5	0.4	0.2	1.9

Kaynak: Orijinal

Tablo 80. Dolusavak Taşkını Senaryosuna Göre Doğalgaz Hatlarının Taşkın Etki Durumu

Mahalleler	Doğalgaz Hattı Uzunluk (km)
Öğretmenler	23.7
Ören	11
İskele	10.9
Bahçelievler	0.3
Kocacami	0.2
Cumhuriyet	0.01

Kaynak: Orijinal

Tablo 81. Dolusavak Taşkını Senaryosuna Göre İçme Suyu ve Atıksu Hatlarının Taşkın Etki Durumu

Mahalleler	İçme Suyu Hattı (km)	Atıksu Hattı (km)
Öğretmenler	19.1	26.4
Ören	5.9	13.2
İskele	10.4	13.2
Bahçelievler	1	0.2
Kocacami	0.1	
Cumhuriyet	0.1	
Hürriyet	1.5	0.01
Yunus	0.1	
Bahadınlı	0.1	0.002
Şarköy	0.1	
Ali Çetinkaya		0.2

Kaynak: Orijinal

Tablo 82. Dolusavak Taşkını Senaryosuna Göre Alçak Gerilim (AGHAT) ve Orta Gerilim (OGHAT) Hatlarının Taşkın Etki Durumu

Mahalleler	AGHAT (km)	OGHAT (km)	Toplam (km)
Öğretmenler	24	2.7	26.7
Ören	16.9	3.8	20.7
İskele	12.4	1.5	13.9
Bahçelievler	1	0.01	1.01
Bahadınlı	0.3	0.3	0.6
Ali Çetinkaya	0.1	0.1	0.2
Mahkeme	0.1	0.2	0.3
Hisarköy		1.3	1.3
Şarköy		0.5	0.5
Cumhuriyet		0.1	0.1
Hürriyet		0.003	0.003

Kaynak: Orijinal

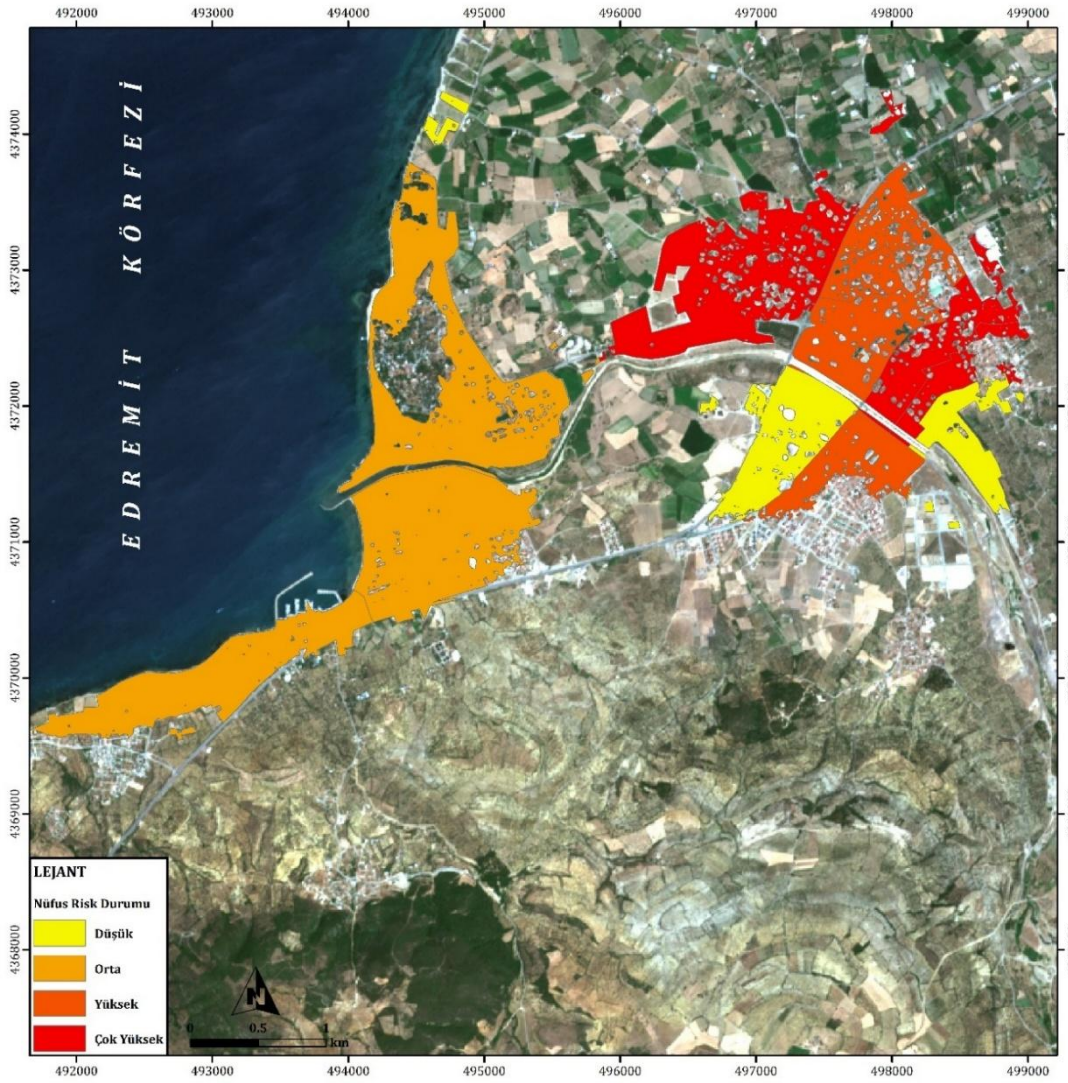
4.5.4. Baraj Yıkılması Senaryosuna Göre Taşkın Risk Analizi

Bu senaryoda, Reşitköy Barajı ile Bahadınlı Regülatörü'nün aşağı havzasında baraj yıkılması senaryosuna bağlı risk durumu ele alınmıştır. Bu senaryoya göre, mesken yapı durumu açısından yapılan taşkın risk analizleri sonucunda en fazla etki

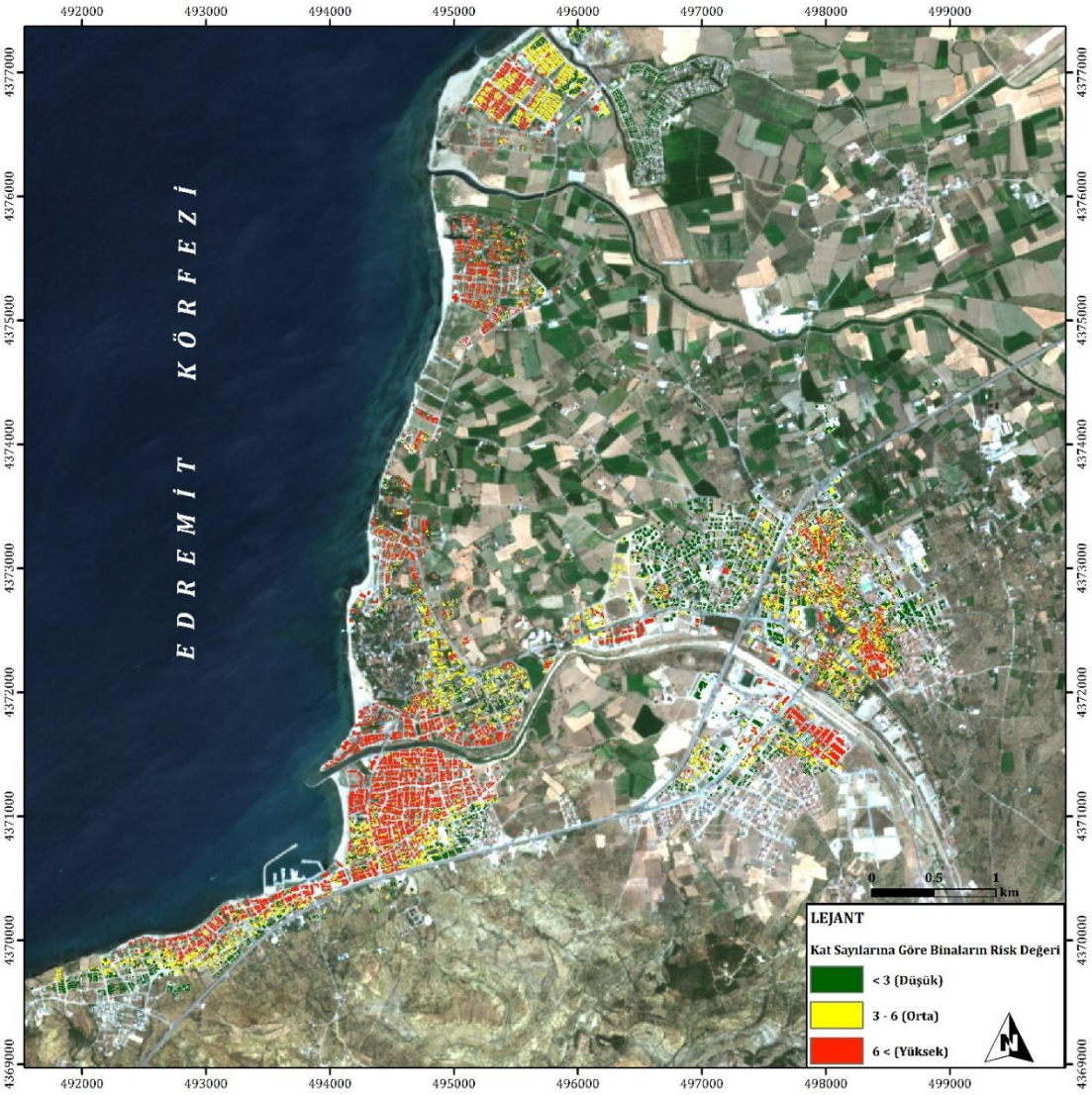
alan mahallelerin Ali Çetinkaya, Öğretmenler ve Ören mahalleleri olduğu belirlenmiştir. Bina yapı durumu açısından taşkın riski değerlendirildiğinde, genel olarak orta ve yüksek risk grubuna sahip meskenlerin yaygın olduğu görülmektedir. Özellikle Ali Çetinkaya Mahallesi'nde, Orjan ve IMKO tatil sitelerinin bulunduğu alandaki konutlar orta ve yüksek taşkın riskine sahiptir. Öğretmen Evleri Mahallesi'nde yer alan konutların ise yaklaşık %70'i yüksek risk grubunda yer almaktadır (Tablo 78, Şekil 160). Ören Mahallesi'nde akarsu kıyısına yakın alanlarda bulunan konutlar da yüksek risk grubunda değerlendirilmiştir. Ayrıca Burhaniye Küçük Sanayi Sitesi'nin neredeyse tamamı yüksek taşkın riski altında bulunmaktadır (Şekil 160). Doğalgaz hatlarının taşkın etki durumu açısından yapılan değerlendirmede, en yüksek risk düzeyine sahip mahalleler Öğretmenler ve Ören mahalleleri olup, bunları Bahçelievler, İskele ve Ali Çetinkaya mahalleleri takip etmektedir (Tablo 83, Şekil 162). Elektrik hatlarının risk durumuna bakıldığında ise en riskli mahalle Bahçelievler'dir; ardından Ali Çetinkaya, Ören ve Öğretmenler mahalleleri gelmektedir (Tablo 85, Şekil 165, Şekil 166). İçme suyu ve atıksu hatlarının risk dağılımında ise en riskli mahalleler sırasıyla Öğretmenler, Ören ve İskele mahalleleridir (Tablo 86, Şekil 163, Şekil 164). Nüfus özellikleri açısından en riskli mahalleler, akarsuyun akış yönüne göre sağ tarafında yer alan Hacıahmet, Kocacami ve Bahçelievler mahalleleridir. Bu mahallelerde nüfus yoğunluğu oldukça yüksektir (Şekil 159). Tarımsal risk açısından yapılan değerlendirmede, özellikle Çoruk Kırsal Mahallesi çevresi ile Bahçelievler Mahallesi'nin batısında yer alan tek yıllık bitki tarımı yapılan arazilerde ürün kaybına bağlı olarak tarımsal riskin yüksek olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık, özel ürün yetiştirilen arazilerde tarımsal risk düşük seviyededir (Şekil 161).

Taşkın etkisinin arazi kullanım türlerine göre dağılımı incelendiğinde, taşkından en fazla etkilenen arazi kullanım türünün işlemeli tarım alanları (tek yıllık bitki tarımı) olduğu görülmektedir. Bu alanları sırasıyla yerleşim birimleri ve özel ürün arazileri takip etmektedir (Tablo 79).

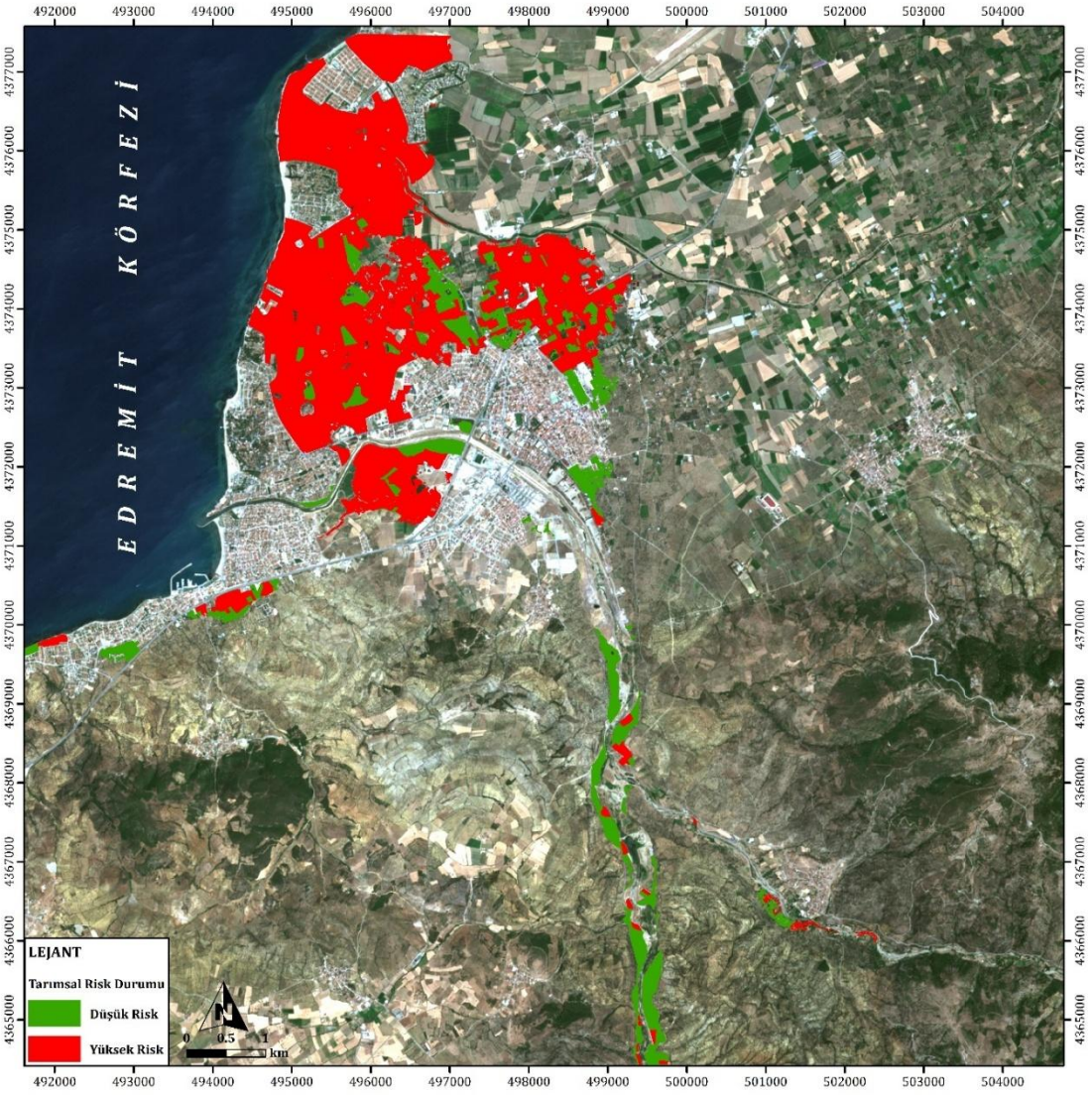
Baraj yıkılması senaryosu kapsamında ortaya çıkabilecek asgari ekonomik kayıp, önceki senaryoda belirtilen kabuller esas alınarak hesaplanmış olup, toplam minimum ekonomik kayıp 6.615.033.975 TL olarak belirlenmiştir (Tablo 84).



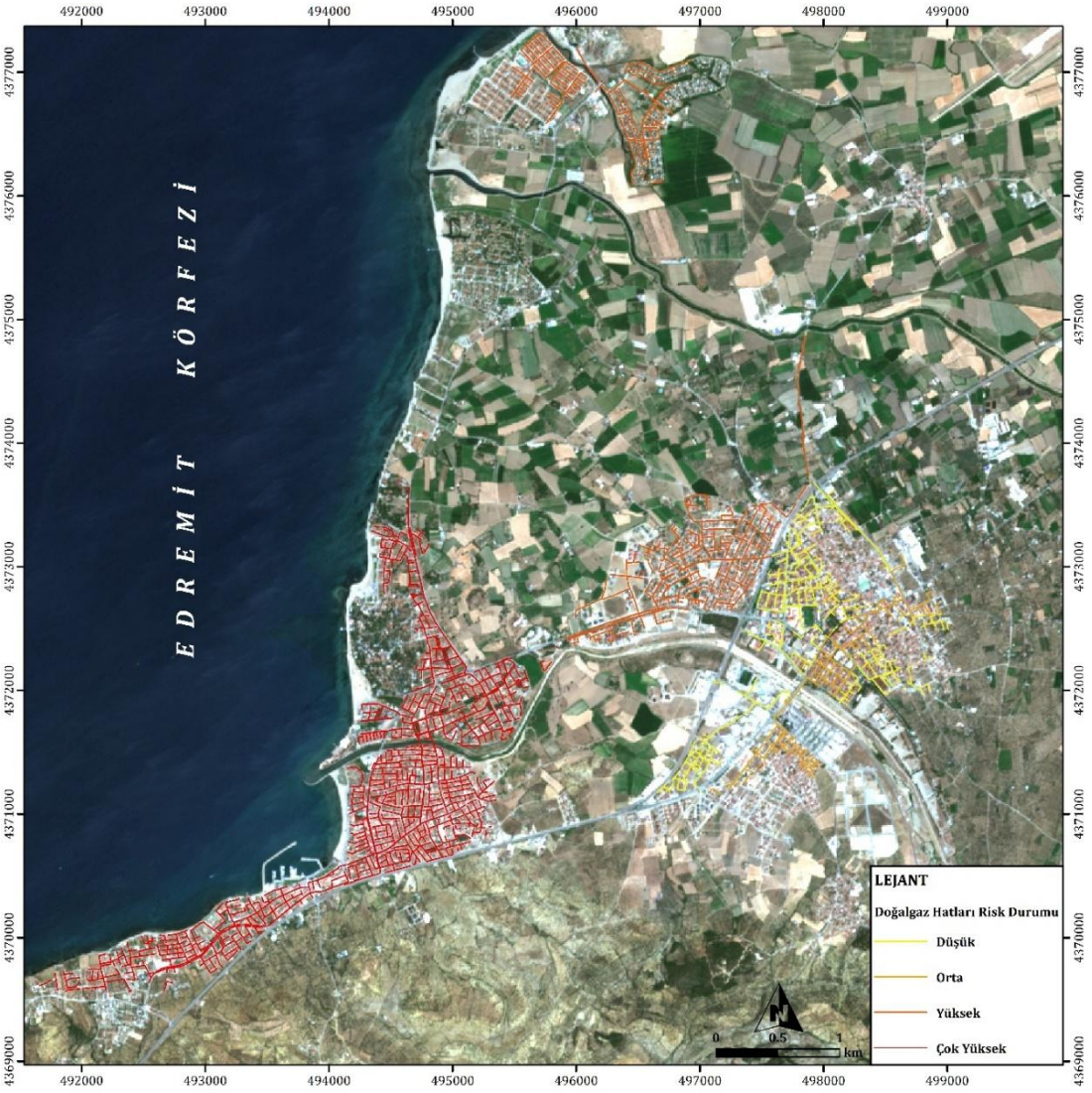
Şekil 159. Nüfus Özelliklerinin Baraj Yıkılması Senaryosuna Göre Taşkın Risk Durumu Haritası
Kaynak: Orijinal



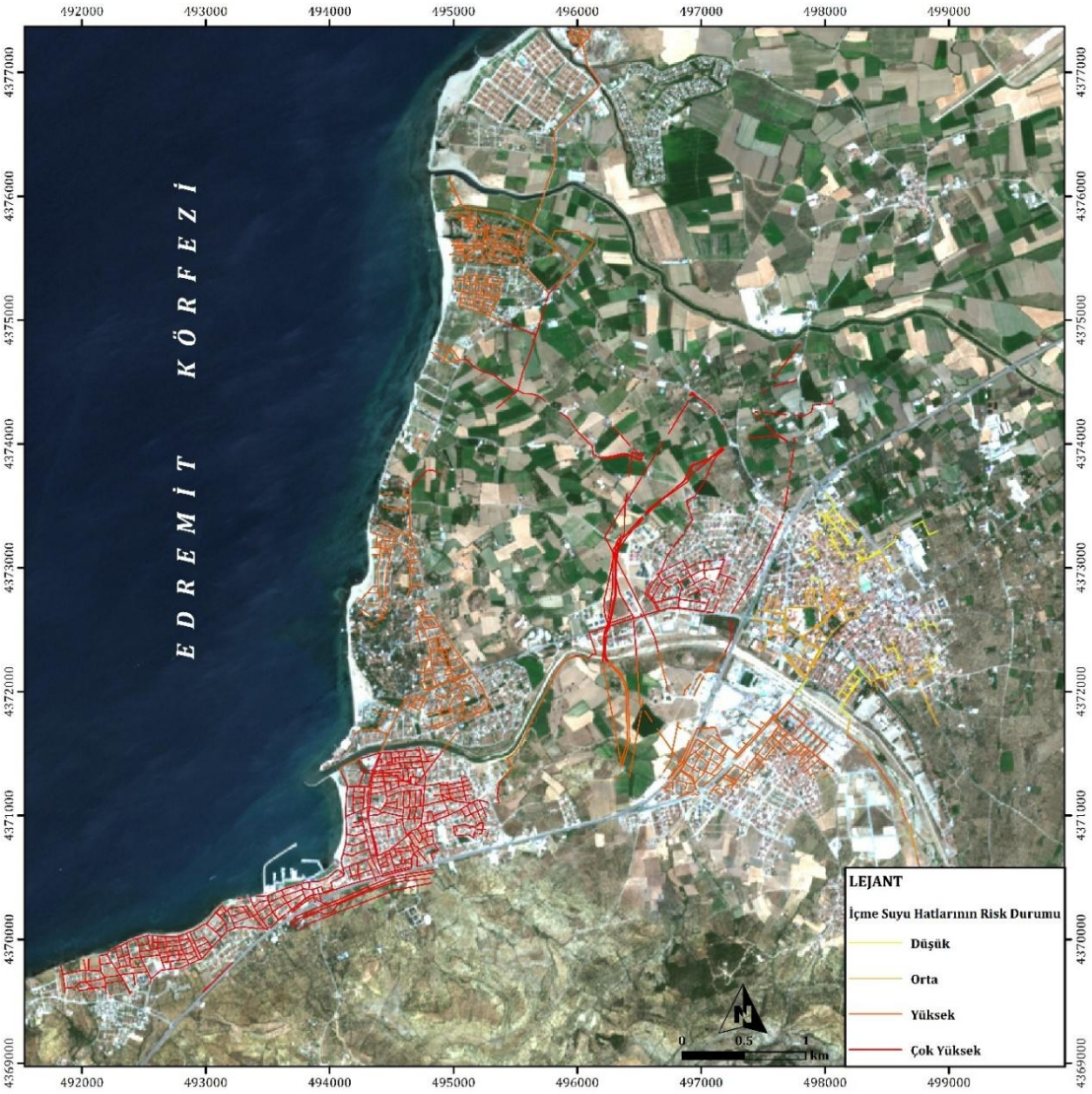
Şekil 160. Mesken Yapı Durumu Özelliklerinin Kat Sayısına Göre Baraj Yıkılması Taşkın Risk Durumu Haritası
Kaynak: Orijinal



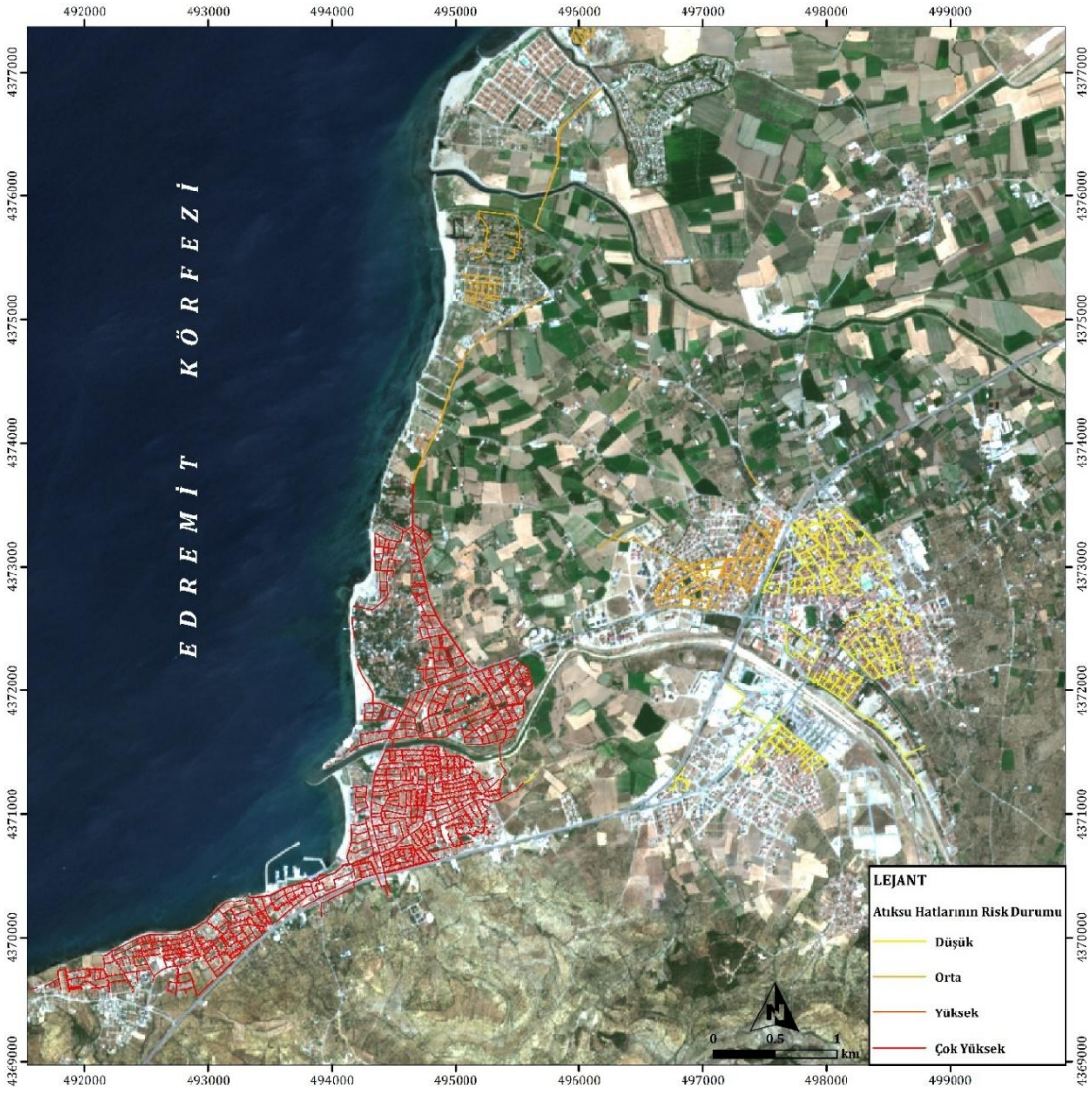
Şekil 161. Baraj Yıkılması Senaryosuna Göre Tarımsal Taşkın Risk Durumu Haritası
Kaynak: Orijinal



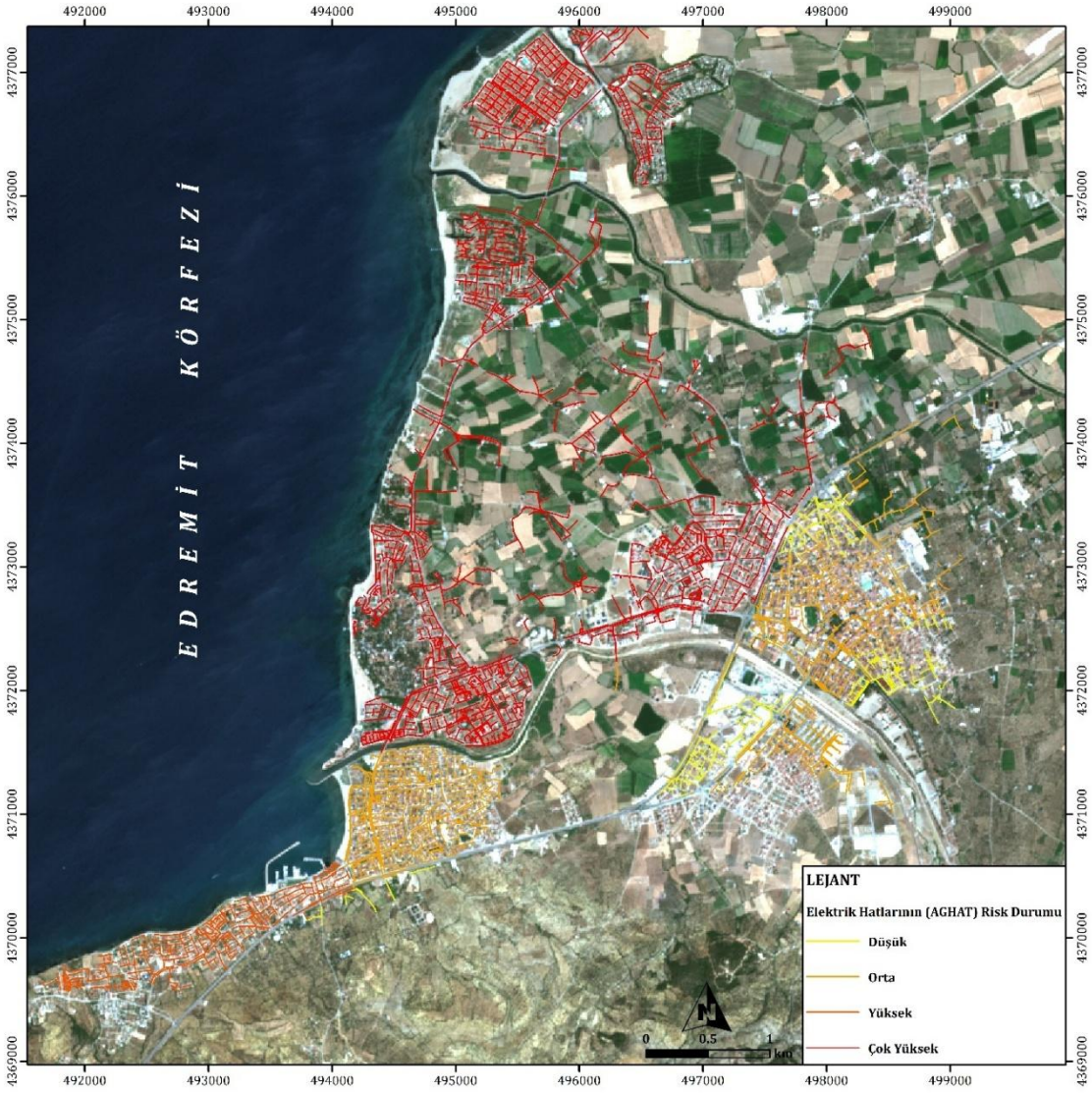
Şekil 162. Baraj Yıkılması Senaryosuna Göre Doğalgaz Hatlarının Taşkın Risk Durumu Haritası
Kaynak: Orijinal



Şekil 163. Baraj Yıkılması Senaryosuna Göre İçme Suyu Hatlarının Taşkın Risk Durumu Haritası
Kaynak: Orijinal



Şekil 164. Baraj Yıkılması Senaryosuna Göre Atıksu Hatlarının Taşkın Risk Durumu Haritası
Kaynak: Orijinal



Şekil 165. Baraj Yıkılması Senaryosuna Göre Alçak Gerilim (AGHAT) Hatlarının Taşkın Risk Durumu Haritası
Kaynak: Orijinal



Şekil 166. Baraj Yıkılması Senaryosuna Göre Orta Gerilim (OGHAT) Hatlarının Taşkın Risk Durumu Haritası
Kaynak: Orijinal

Tablo 83. Baraj Yıkılması Senaryosuna Göre Doğalgaz Hatlarının Taşkın Etki Durumu

Mahalleler	Doğalgaz Hattı Uzunluk (km)
Öğretmenler	30.8
Ören	27.1
İskele	19.8
Ali Çetinkaya	12.1
Bahçelievler	22
Kocacami	8.6
Cumhuriyet	5
Geriş	4.2
Hacıahmet	3.9
Hürriyet	5.5
Mahkeme	6.7
Memiş	4
Yunus	1.5

Kaynak: Orijinal

Tablo 84. Dolusavak ve Baraj Yıkılması Taşkın Risk Senaryolarına Göre Oluşacak Ekonomik Kayıplar

Adı	Dolusavak Taşkını Ekonomik Kayıp (TL)	Baraj Yıkılması Ekonomik Kayıp (TL)
Bina	348.512.500	6.377.350.000
Doğalgaz	20.191.800	69.729.600
AGHAT	10.412.000	55.898.000
OGHAT	4.274.550	34.196.400
İçme Suyu	2.523.000	10.302.975
Atıksu	3.857.000	10.744.500
İşlemeli Tarım	945.000	31.500.000
Özel Ürün	5.062.500	25.312.500
Toplam Zarar (TL)	**395.778.350**	**6.615.033.975**

Kaynak: T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (2024), Burhaniye Kaymakamlığı (2024) ve Öznur Kablo (2024)

Tablo 85. Baraj Yıkılması Senaryosuna Göre Alçak Gerilim (AGHAT) ve Orta Gerilim (OGHAT) Hatlarının Taşkın Etki Durumu

Mahalleler	AGHAT (km)	OGHAT (km)	Toplam (km)
Öğretmenler	32.9	5.8	38.7
Ören	42.3	9.1	51.4
İskele	24.2	2.8	27
Bahçelievler	59.7	13.7	73.4
Ali Çetinkaya	57.1	11.1	68.2
Mahkeme	15.5	6.3	21.8
Cumhuriyet	11.2	9.5	20.7
Hürriyet	7.1	4.1	11.2
Geriş	6.4	3.1	9.5
Hacıahmet	6.6	1.5	8.1
Kocacami	16.4	5.7	22.1
Memiş	10.1	5.2	15.3
Yunus	3.2	0.5	3.7
Bahadınlı	0.3	1	1.3
Sübeylidere		0.1	0.1
Hisarköy	0.003	2.3	2.303
Şarköy	0.003	2.2	2.203
Taylıeli	1.2		

Kaynak: Orijinal

Tablo 86. Baraj Yıkılması Senaryosuna Göre İçme Suyu ve Atıksu Hatlarının Taşkın Etki Durumu

Mahalleler	İçme Suyu Hattı (km)	Atıksu Hattı (km)
Öğretmenler	27.2	36.3
Ören	14.8	31.9
İskele	19.4	26.1
Bahçelievler	26.6	13.6
Ali Çetinkaya	16.4	9.8
Geriş	2.3	4.8
Hacıahmet	2.5	4.1
Hürriyet	12.1	1.4
Kocacami	0.6	5.7
Cumhuriyet	8.2	4.5
Mahkeme	7.7	4.1
Memiş	1	4.9
Yunus	2.8	1.5
Bahadınlı	0.1	0.02
Şarköy	0.4	
Çoruk	0.01	

Kaynak: Orijinal

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu çalışmada, Balıkesir ili Burhaniye İlçesi sınırları içinde kalan Karınca Dere Havzası'nın taşkın süreçlerinin mekânsal ve zamansal dinamiklerini, hidrolik düzenleme yapılarının (Reşitköy Barajı ve Bahadınlı Regülatörü) varlığı/yokluğu altında ve iki aşırı durum (dolusavak taşkını ile baraj yıkılması) senaryosu ile birlikte, tehlike–zarar görebilirlik–risk çerçevesinde kapsamlı biçimde ortaya koymuştur. Öncelikle havzanın genel fiziki özellikleri incelenmiştir. Sonrasında, inceleme alanı için riski oluşturan doğal ve beşeri faktörler detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Bu kapsamda uygulanan analizlerin sonuç ve değerlendirmeleri aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- Karınca Dere Havzası, Akdeniz taşkın riski açısından elverişli bir havzadır. Geçmişten günümüze kadar taşkın olayları yaşanmaya devam etmektedir. Havzada meydana gelen son taşkın afetlerinden örnek olarak, 16.01.2024 tarihinde Karadere ve Bahadınlı kırsal mahallelerini etkileyen taşkın ile 18.07.2017 tarihinde Sübeylidere Kırsal Mahallesi'ni etkileyen taşkın verilebilir. Tez çalışması sürecinde Karadere ve Bahadınlı kırsal mahallelerinde meydana gelen gerçek taşkın olayı, model sonuçlarının doğrulanması açısından önemli bir veri seti sunmuştur. Frekans analizlerinde 500 yıllık periyoda karşılık gelen akım gerçekleşmiş saha gözlemlerinden elde edilen veriler ile hidrolik analiz çıktıları karşılaştırılmış; taşkın yayılım alanı ve su derinliği parametreleri açısından modelin gerçek durumla yüksek korelasyon sergilediği tespit edilmiştir. Arazi ölçümlerinde 62 cm olarak kaydedilen su derinliği, modelde 63 cm olarak hesaplanmış ve iki değer arasındaki fark yalnızca 1 cm olmuştur. Bu uyum, kurgulanan modelin güvenilirliğini ve çalışma alanındaki fiziksel süreçleri temsil kabiliyetini doğrulamaktadır.

- Tarihsel taşkın kayıtlarının süreksiz ve düzensiz bir dağılım göstermesi nedeniyle bu verilere frekans analizi uygulanamamıştır.
- Reşitköy Barajı ve Bahadınlı Regülatörü (proje aşamasında), aşağı havzadaki taşkın riskini kayda değer oranda minimize etse de söz konusu hidrolik yapıların etki alanı dışında kalan yerleşim birimlerinde risk durumu mevcudiyetini korumaktadır. Özellikle Karadere, Yunuslar ve Sübeylidere gibi baraj ve regülatörün memba tarafında yer alan yerleşimler ile yan kollarında konumlanan Şahinler gibi kırsal mahallelerin farklı tekerrür periyotlarına sahip taşkın olaylarına karşı halen hassas olduğu tespit edilmiştir.
- Burhaniye ilçe merkezinin ova tabanında yer alması ve kırsal mahallelerin akarsu vadilerinde konumlanması, bölgedeki taşkın riskini ve risk yönetimini stratejik bir öncelik haline getirmektedir. Bu doğrultuda çalışma kapsamında; öncelikle morfometrik analizler aracılığıyla ana havza ve alt havzaların taşkın duyarlılıkları değerlendirilmiştir. Modelleme aşamasında ise dört farklı senaryo temel alınarak taşkın tehlike analizleri gerçekleştirilmiştir. Taşkın yayılım alanında kalan ve zarar görebilirlik taşıyan unsurlar ayrı ayrı analiz edilmiştir. Elde edilen tüm verilerin sentezlenmesiyle söz konusu dört senaryoya göre taşkın risk analizleri ve haritaları oluşturulmuştur.
- Taşkın duyarlılığının tespiti amacıyla gerçekleştirilen morfometrik analizler sonucunda; havza genelinde duyarlılığı en yüksek alt havzaların Karadere ve Karranocağı Dere alt havzaları olduğu tespit edilmiştir. Her iki akarsu da Karadere Kırsal Mahallesi'ni doğrudan etkileyen drenaj hatlarıdır. Karadere yerleşmesi, baraj ve regülatör yapılarının memba tarafında konumlanması sebebiyle bu yapıların koruma alanı dışında kalmaktadır. Bu yerleşim biriminde taşkın kontrolü yalnızca DSİ tarafından yapılan yatak düzenlemeleri ile sağlanmaktadır.
- Taşkın tehlike analizleri kapsamında hidrodinamik çıktılar incelendiğinde, baraj ve regülatörün dikkate alınmadığı doğal taşkın senaryosunda, tekerrür periyodu arttıkça taşkın yayılış alanının tutarlı biçimde genişlediğini göstermiştir: 5 yıllık tekerrür periyodunda yaklaşık 1,5 km², 10 yılda 1,8 km², 50 yılda 2,3 km², 100 yılda 2,5 km², 500 yılda 3,0 km² ve 1000 yılda 3,3 km²'lik yayılım hesaplanmıştır. Maksimum su derinlikleri ana kol üzerinde 6,4–7,1 m aralığına, hızlar 6,7–8,9 m/s aralığına yükselmiş; bu artış özellikle

Reşitköy Barajı ve Bahadınlı Regülatörü'nün aşağı havzası'nda tarım alanları ve yerleşim yerlerinin bulunduğu alanlarda tehlikenin boyutunu arttırmıştır. Mahalle ölçeğinde, 50 yıllık taşkın tekerrür periyodundan itibaren Öğretmenler mahallesi'nin yaklaşık yarısı, ören mahallesi'nin ise yaklaşık üçte biri taşkın etki alanında kalmaktadır. 100 yıllık periyot ile birlikte tehlikenin boyutu orta ve yüksek gruplara doğru genişleme eğilimi göstermiştir.

- Alt havza analizleri, Karadere'de ana kol üzerinde yatak dışına taşma meydana gelmediğini, taşkın yayılımının yalnızca Hıyarlık Dere ve Karranocağı Dere yataklarından kaynaklandığını ve dolayısıyla ana akarsuyun akış yönüne göre sağ tarafında kalan unsurları tehlikeye attığı tespit edilmiştir. Sübeylidere'de 500 yıldan itibaren insanlar için "çok yüksek" tehlike düzeylerinin yaygınlaştığını; Şahinler'de ana yerleşimde tehlike bulunmadığını ancak işlemeli tarım alanlarının yüksek tarımsal tehlike taşıdığını; Yunuslar'da 50 yıllık taşkın periyodundan itibaren akarsu kıyısında konumlanan zeytinliklerde kısmi yayılım olmasına karşın tarımsal tehlikenin düşük kaldığını; Kurucaoluk yaylasında ise tüm periyotlarda yerleşim alanına doğru gerçekleşen yayılımın, düşükten çok yükseğe kadar değişen farklı tehlike seviyeleri oluşturduğu saptanmıştır. Taşkın risk analizi kapsamında bu senaryoda; baraj ve regülatörün etki alanı dışında kalan üç kırsal mahalle özelinde değerlendirme yapılmıştır. Risk analizleri; yerleşim birimlerindeki binaların ve tarım arazilerinin taşkına maruz kalma durumları üzerinden yürütülmüştür. Analiz sonuçlarına göre Karadere Kırsal Mahallesi'nde binalar için riskin büyük oranda düşük ve orta sınıflarda yoğunlaştığı, tarımsal riskin ise düşük seviyede kaldığı saptanmıştır. Şahinler Kırsal Mahallesi'nde, ova tabanında yer alan tek yıllık bitki tarımı yapılan arazilerin tarımsal risk düzeyi yüksek olarak belirlenmiştir. Şahinler ana yerleşim merkezi taşkın etki alanının dışında kalmakla birlikte, yerleşim dışındaki tarım arazileri üzerinde bulunan meskenlerin taşkından etkilendiği ve bu yapıların risk durumunun düşük seviyede olduğu tespit edilmiştir. Sübeylidere'de ise binaların taşkın risk düzeylerinin tüm risk gruplarına dengeli bir dağılım sergilediği görülmüştür.
- Hidrolik düzenleme yapılarının işlevsel olduğu ikinci senaryoda, taşkın yayılım alanının anlamlı biçimde daraldığı görülmüştür. Bu yapılar sayesinde aşağı havzada taşkın yayılımı; 5 yıllık periyotta 1,0 km², 10 yıllık periyotta 1,1 km², 50-100 yıllık periyotlarda 1,2 km² ve 500-1000 yıllık periyotlarda 1,4 km²

olarak hesaplanmıştır. Binalar açısından genel tehlike düzeyi düşük olarak tespit edilmiştir. Tarımsal tehlikenin ise sınırlı bir alanda, Bahadınlı Kırsal Mahallesi çevresindeki akarsu akış yönüne göre sol tarafında kalan ve tek yıllık bitki tarımı yürütülen arazilerde yüksek olduğu belirlenmiştir. Zeytin tarımı yapılan arazilerde ise tehlike düzeyi düşük kalmıştır. Bu sonuç; hidrolik regülasyonun kent yerleşimi üzerindeki riski minimize etmesine karşın, akarsu kıyısındaki tarım arazilerinde yayılımın tamamen ortadan kalkmadığını göstermektedir. Taşkın riski açısından değerlendirildiğinde; etki alanında kalan binalar için risk düşük seviyedeyken, tarımsal riskin yalnızca tek yıllık bitki tarımı yapılan arazilerde yüksek olduğu saptanmıştır.

- Dolusavak taşkını senaryosuna göre; özellikle Öğretmenler, Ören ve İskele mahallelerinin bulunduğu alanlarda insanlar için yüksek, binalar için ise düşük ve orta tehlike düzeyleri belirginleşmiştir. Bu senaryo kapsamında; doğalgaz (Öğretmenler 23,7 km; Ören 11,0 km; İskele 10,9 km), içme suyu–atıksu (Öğretmenler 19,1–26,4 km) ve elektrik AG/OG (Öğretmenler 26,7 km) hatlarındaki maruziyetin kritik eşiklere ulaştığı tespit edilmiştir. Ayrıca taşkın sonrası meydana gelen göllenme ve durağan su birikiminin, hizmet sürekliliğini olumsuz etkileyebilecek bir kırılganlık yarattığı saptanmıştır. Tüm zarar görebilirlik parametreleri açısından değerlendirildiğinde, bu senaryoya göre taşkın riskinin en yüksek olduğu mahalle Öğretmenler Mahallesi'dir.
- Baraj yıkılmasını dikkate alan dördüncü senaryoda, taşkın yaklaşık 22,5 km²'lik azami yayılıma ulaşarak en yıkıcı etkiyi üretmiştir. Burhaniye ilçe merkezinin tamamı etkilenmiş; taşkın suyu Edremit Ovası yönünde yayılmıştır. Ali Çetinkaya, Öğretmenler, Ören mahallelerinde bina risk sınıfları baskın biçimde orta–yüksek düzeye kaymış; Öğretmenler Mahallesi'nde konutların %70'i yüksek riskli bulunmuştur. Burhaniye Küçük Sanayi Sitesi neredeyse tümüyle yüksek risk altındadır. Kritik altyapı maruziyeti açısından değerlendirildiğinde doğalgaz, içme suyu ve atıksu hatlarında taşkın riski en yüksek mahalle Öğretmenler Mahallesi'dir. Elektrik hatları açısından ise en riskli mahalle Bahçelieveler Mahallesi'dir. Hacıahmet, Kocacami ve Bahçelievler mahallelerinde nüfus yoğunluklarının çok yüksek oluşu, riskin sosyal boyutunu büyütmüştür. Arazi kullanımında en fazla etkilenim işlemeli tarım (10 km²), sonra yerleşmeler (8,2 km²) ve özel ürün

(2,5 km²) sınıflarında görülmüş; fundalık–mera birimleri görece sınırlı etkilenmiştir.

- Bütüncül bakışla, riskin havza içi mekânsal çekirdeği üç unsurun çakıştığı sahalarda keskinleşmektedir: (i) akarsu ana kolu ve deniz kıyısına morfolojik yakınlık, (ii) düşük kotlu ova–kıyı bantlarında kullanım yoğunluğu ve (iii) nüfus–altyapı yoğunluğunun eşzamanlı yüksek olması.
- Hidrolik düzenleme yapıları olağan tekerrür olaylarında kent yerleşimi riskini düşürse de, dolusavak ve özellikle baraj yıkılması gibi düşük olasılık yüksek etki senaryolarında kıyı yerleşimleri ve kritik altyapı için kırılganlık belirgin biçimde sürmektedir. Tek yıllık ürün desenlerinin tüm senaryolarda yüksek zarar olasılığı üretmesi, tarımsal sistemlerin de taşkın riskine karşı hassas olduğunu göstermektedir.
- Karınca Dere Havzası çevresinde taşkın tehlikesi üzerine yürütülen çalışmalar incelendiğinde, Özdemir (2007) tarafından Havran Çayı üzerinde gerçekleştirilen araştırmada, Havran Barajı'ndan mansap noktasına kadar uzanan kesimde farklı senaryolar kapsamında HEC-RAS yazılımı kullanılarak bir boyutlu (1D) hidrolik modellemeler yapılmıştır. Barajın yapımının tamamlanma aşamasında olması nedeniyle, barajın bulunmadığı varsayımına dayanan bir senaryo çalışma kapsamına dâhil edilmemiştir. Barajın mevcudiyetinin, Havran yerleşiminde akımın kanal dışına çıkmasını engelleyici bir işlev üstlendiği; ancak dolusavak taşkını ya da baraj yıkılması gibi düşük olasılıklı ancak yüksek etkili durumların bölge için önemli bir taşkın riski oluşturduğu belirtilmiştir. Bu çerçevede, baraj ve regülatör gibi hidrolik yapıların taşkın yayılımını sınırlayarak risk yönetimi süreçlerinde kritik role sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bu bulgular, Karınca Dere Havzası'ndaki sonuçlar ile karşılaştırıldığında benzerlik göstermektedir. Yerdelen, Engin ve Eriş (2023) tarafından Zeytinli Deresi için yürütülen bir diğer çalışmada ise HEC-RAS tabanlı 1D modelleme yaklaşımıyla farklı taşkın tekerrür periyotlarına ilişkin su yüzü profilleri belirlenmiş ve önerilen önleme senaryolarının taşkın alanları üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Bununla birlikte, söz konusu araştırmada yalnızca 1,28 km'lik bir kesim modellenmiş olup Zeytinli Kırsal Mahallesi taşkın tehlike analizine dâhil edilmemiştir. Öztürk (2019) tarafından Kuzey Ege Havzaları'na yönelik taşkın risk analizinde ise Zeytinli Deresi Havzası örnek alan olarak seçilmiş ve

modelleme çalışmaları, Zeytinli Kırsal Mahallesi'nin kuzeyindeki AGİ istasyonuna yakın bölgeden başlamıştır. Bu kapsamda yapılan değerlendirmelerde, taşkın etkilerinin en yoğun hissedilebileceği yerleşim biriminin Akçay Mahallesi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

5.2. Öneriler

- Model sınırlılıkları (özellikle 5 m DEM çözünürlüğünün dar kanal ve yapısal elemanları temsil gücü) ve sosyo-ekonomik parametrelerin (bina dayanımı, kat–zemin, hassas gruplar, sezonluk nüfus) genelleştirilmiş olması, ileride giderilmesi gereken başlıca metodolojik gereksinimlerdir.
- Hidrolojik açıdan yetersiz bulunan yapay kanallar, köprü ve menfez gibi yapılar yeniden inşa edilmelidir.
- Gelecekte yapılacak risk analizlerinin hassasiyetini artırmak adına, bina bazlı nüfus verilerinin ilgili kamu kurum ve kuruluşları tarafından paylaşılması ve bu verilerin mekânsal analizlere entegre edilmesi gerekmektedir.
- Taşkın riskine yönelik tahminler mevcut fiziksel ve beşeri özelliklere dayandığından, havzadaki değişimler göz önünde bulundurularak risk analizlerinin belirli periyotlarda güncellenmesi önem arz etmektedir.
- Altlık verilerin güncelliği, yaşanan değişimlerin sisteme düzenli olarak entegre edilmesi, afet yönetim planlarının gerçekçi sonuçlar verebilmesi için önem arz etmektedir.
- Risk değerlendirmelerinin yapıldığı dönemin koşullarını yansıttığı dikkate alınarak, havza yönetim planlarında bu analizlerin durağan değil, süreç içerisinde revize edilmeye muhtaç dinamik veriler olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.
- Tarımsal dirençlilik için, taşkın yayılım zonunda yer alan tarım arazilerinin ürün deseni yeniden planlanmalı; suya karşı direçli çeşitler tercih edilmelidir.

KAYNAKÇA

Ajay, P., Mahmoud, K., Vijay, S., Paru, T. P., Joy, J, Nayan, P., and Kalubarme, M. H. (2014). Morphometric and land use analysis for watershed prioritization in Gujarat State, India. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 5 (2), 1–7.

Akbaş, A. ve Özdemir, H. (2018). Marmara Denizi havzasının hidroklimatolojik dinamiklerinin belirlenmesi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 70, 123-131.

Akbaş, A. ve Özdemir, H. (2022). Tüm modeller yanlıştır, ancak bazıları faydalıdır: Akım gözlem istasyonu bulunmayan havzalarda düşük (kurak) ve yüksek (taşkın) akım davranışlarının belirlenmesi. *Journal of Geography*, 45, 33–46.

Akbaş, A., Görüm, T. ve Özdemir, H. (2025). Türkiye'de taşkınların FlooDOT tabanlı incelenmesi ve farklı veri kaynaklarının mekânsal karşılaştırılması. *Turkish Journal of Civil Engineering*, 36(6), 75-96.

Aksa Doğalgaz Balıkesir (2024). Doğalgaz boru hatları verisi. Balıkesir.

Akyürek, A. ve Soysal, Y.(1981). Biga Yarımadası güneyinin (Savaştepe- Kırkağaç-Bergama-Ayvalık) temel jeoloji özellikleri. *MTA Dergisi*, 95/96, 1-12.

Ardagh, J. C. (1889). Nilometers. *Proceedings of the Royal Geographical Society and Monthly Record of Geography*, 11(1), 28–38.

Atalay, İ. (1994). *Türkiye vejetasyon coğrafyası*. İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.

Atalay, İ. (2011). *Toprak oluşumu, sınıflandırılması ve coğrafyası*. İzmir: Meta Basım.

Avcı, M. (1993). Türkiye'nin Flora Bölgeleri ve Anadolu Diagonali'ne coğrafi, bir yaklaşım. *Türk Coğrafya Dergisi*, 28, 225-248.

Avcı, M. (2005). Çeşitlilik ve endemizm açışından Türkiye'nin bitki örtüsü. *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Dergisi*, 13, 27-55.

Aykurt, H. (2019). *Karınca Çayı (Burhaniye - Balıkesir) havzasının uygulamalı jeomorfolojisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir: Balıkesir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Baker, V.R., Kochel, R.C. and Paton, P.C. (1988). *Flood geomorphology*. NewYork, NY: Wiley-Interscience.

Baldassarre, G.Di., Viglione, A., Carr, G., Kuil, L., Salinas, J.L. and Bl, G. (2013). Socio-hydrology: conceptualising human-flood interactions. *Hydrology and Earth System*, 3295–3303.

Balıkesir Büyükşehir Belediyesi (2024). Burhaniye İlçesi bina envanteri. Balıkesir.

Balıkesir Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü (2024). İçme suyu ve atıksu boru hatları verisi. Balıkesir.

Balıkesir Valiliği Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü (2025). *Balıkesir ili 2024 yılı çevre durum raporu*. Balıkesir.

Balıkesir Valiliği T.M.M.O.B *Jeofizik Mühendisleri Odası (2001). Kuzeybatı Anadolu depremleri jeofizik toplantısı raporu*. Balıkesir: 14-19.

Bates, P.D. and De Roo, A.P.J. (2000). A simple raster-based model for flood inundation simulation. *Journal of Hydrology*, 236(1-2), 54–77.

Bates, P.D., Horritt, M.S. and Fewtrell, T.J. (2010). "A simple inertial formulation of the shallow water equations for efficient two-dimensional flood inundation modelling". Journal of Hydrology, 387, 33-45.

Baysal, G. (2010). *Kozlu (Zonguldak) bölgesinde taşkın riskinin jeolojik ve hidrojeolojik olarak belirlenmesi.* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak: Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Beksaç, E. (2001). Balıkesir ili, Ayvalık, Gömeç, Burhaniye, Edremit ve Havran ilçelerinde pre- ve protohistorik yerleşmeler yüzey araştırması 1999. 18. Araştırma Sonuçları Toplantısı, 2. Cilt, T.C. Kültür ve Turizm Müdürlüğü Yayını, Ankara, ss.113-122.

Beksaç, E. (2002). Balıkesir ili, Ayvalık, Gömeç, Burhaniye, Edremit ve Havran ilçelerinde pre- ve protohistorik yerleşmeler yüzey araştırması 2000, 19. Araştırma Sonuçları Toplantısı, T.C. Kültür ve Turizm Müdürlüğü Yayını, Ankara, ss.283-288.

Beksaç, E. (2004). Balıkesir ili, Ayvalık, Gömeç, Burhaniye, Edremit ve Havran ilçelerinde pre- ve protohistorik yerleşmeler yüzey araştırması 2002, 21. Araştırma Sonuçları Toplantısı, 1. Cilt, T.C. Kültür ve Turizm Müdürlüğü Yayını, Ankara, ss.193-202.

Beksaç, E. ve Beksaç, Ş.N. (2005). *Tarihin ışığında Burhaniye*. Balıkesir Valiliği, İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Yayınları.

Beksaç, E. (2018). Edremit Körfezi'nin güney kesiminde ortaçağ. *Meriç Uluslararası Sosyal ve Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 2(4), 20-31.

Beven, K.J. (2001). *Rainfall-runoff modelling*. John Wiley and Sons, LTD, England.

Bilen, O. (2009). *Kızılırmak Havzası Taşkınlarının Mevsimselliğinin İncelenmesi.* İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Bilgin, T. (1969). *Biga yarımadası güneybatı kısmının jeomorfolojisi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Basımevi.

Bingöl, E. (1976). Batı Anadolu jeotektonik evrimi. *Maden Teknik Arama Dergisi*, 86, 1-27.

Biswas, S., Sudhakar, S. and Desai, V.R. (1999). Prioritisation of subwatersheds based on morphometric analysis of drainage basin: a Remote Sensing and GIS approach. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 27 (3), p. 155-166.

Bolat, S. (2019). *Taşkın modellemeleri için farklı uzaktan algılama görüntülerinden elde edilen pürüzlülük haritalarının karşılaştırılması*. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Bogolomov, L.A. (1963). *Topografical interpretation of aerial photographs of natural landscape*. Moscow, Gosgeoltekhizdat, JPRS, 17-771.

Bragais, M. A., Macandog, M.D.B., Arizapa, J.L. and Manalo, K. M. (2016). Vulnerability assessment using LİDAR data in Silang-Sta Rosa Subwatershed, Philippines. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XLI-B8 XXIII ISPRS Congress, (12–19 July 2016),* Prague, Czech Republic.

Burhaniye İlçe Tarım Müdürlüğü (2024). 2024 yılı maliyet tablosu ve meyve ağaçları bedelleri. Balıkesir.

Burhaniye Kaymakamlığı (2024). Burhaniye'de bulunan tüm kamu kurum ve kuruluşlarının personel sayıları, ilk orta ve yüksek öğrenim kurumlarındaki personel sayıları ve öğrenci sayıları, sağlık kuruluşlarındaki personel sayısı ve yataklı hasta sayısı bilgileri. Balıkesir.

Chaulagain, D., Ram Rimal, P., Ngando, S. N., Nsafon, B. E. K., Suh, D. and Huh, J.S. (2023). Flood susceptibility mapping of Kathmandu metropolitan city using GIS-based multi-criteria decision analysis. *Ecological Indicators*, 154, 110653.

Chow, V. T. (1959). *Open-channel hydraulics*. McGraw-Hill, Inc. New York, NY.

Chow, V.T., Maidment, D.R. and Mays, L.R. (1988). *Applied hydrology*. McGraw-Hill Inc., New York.

Cihangir, M.E. (2013). *Alaplı Çayı Havzası'nın sel ve taşkın analizi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı.

Cohen, J. (2003). Human population: The next half century. *Science*, 302, 5648, 1172-1175.

Costache, R., Pham, Q.B., Sharifi, E., Linh, N.T.T., Abba, S.I., Vojtek, M., Vojteková, J., Nhi, P.T.T. and Khoi, D.N. (2019). Flash-flood susceptibility assessment using multi-criteria decision making and machine learning supported by remote sensing and GIS techniques. *Remote Sensing*, 12(1), 106.

Cutter, S.L. (1996a). Vulnerability to environmental hazards. *Progress in Human Geography*, 20(4), 529–539.

Cutter, S.L. (1996b). *Societal response to environmental hazards, blackwell publishers*. Oxford UK, Cambridge USA, 525-536.

Cutter, S.L., Mitchell, J.T. and Scott, M.S. (1997). *Handbook for conducting A GIS-based hazards assessment at the county level*. University of South Carolina, USA.

Cürebal, İ., Efe, R., Özdemir, H., Soykan, A. ve Sönmez, S. (2015). GIS-based approach for flood analysis: case study of Keçidere flash flood event (Turkey). *Geocarto International*, 31, 355–366.

Çam, A., Fırat, O. ve Yılmaz, A. (2013). Harita Genel Komutanlığında ortofoto ve sayısal yüzey modeli üretimi faaliyetleri. *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi (11-13 Kasım 2013)*, Ankara.

Çelik Uğuz, S. (2011). Sürdürülebilir turizm kapsamında Burhaniye'nin alternatif turizm potansiyeli. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 24, 332-353.

Çelik Uğuz, S. ve Sağlam, H.S. (2014). Kültürel miras kapsamında tarihi hamamların yenilenerek korunması ve turizm amaçlı kullanımı: Burhaniye örneği. In *Disiplinlerarası Turizm Araştırmaları Kongresi (4-5 Nisan) Bildiri Kitabı* (pp. 805–817), Aydın.

Çelik Uğuz, S. Bezirgan, M. ve Liceli, M.T. (2019). Burhaniye turizm envanteri. , Ed. M. Oğuzhan İlban*, Burhaniye turizmi 2023 stratejileri* içinde (1-58), Ankara: Detay Yayıncılık.

Çelik Uğuz, S. Aykanat, B.B. ve Öztürk, A. (2019). Adramytteion Antik Kenti ve çevresinde kültür rotaları ve turizm. *Milli Mücadele'nin 100. Yılında Kuva-yı Milliye Şehri Balıkesir Uluslararası Sempozyumu*, 327-337, Balıkesir.

Çitgez, T. (2011). *Sel ve taşkın zararlarının önlenmesi üzerine bir araştırma: Düzce-Kaynaşlı örneği*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Düzce: Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Çorapçı, F. and Özdemir, H. (2024). A new approach to flood susceptibility analysis of urbanised alluvial fans: The case of Bursa City (Türkiye). *Natural Hazards*, 120(14), 12909–12929.

Çoruhlu, T. (2006). Burhaniye ve Ören'in kültür turizmi açısından önemi. *II. Balıkesir Ulusal Turizm Kongresi (20-22 Nisan 2006*), Balıkesir.

Darkot, B. ve Tuncel, M. (1995). *Ege bölgesi coğrafyası (3.baskı).* İstanbul: İ.Ü. Edebiyat Fakültesi Basımevi.

Das, S. and Paul, P.K. (2006). Selection of site for small hydel using GIS in the Himalayan Region of India. *Journal of Spatial Hydrology*, 6(1).

DEFRA/Environmental Agency. (2003). Flood risks to people phase 1. R&D tecnical report FD2317. DEFRA/Environmental Agency Flood and Coastal Defence R&D Programme. UK.

DEFRA/Environmental Agency. (2006). Flood risks to people phase 2. Defra/Environment Agency Flood and Coastal Defence R&D Programme. UK.

De Moel, H., Van Alphen, J. and Aerts, J.C.J.H. (2009). Flood maps in Europe - Methods, availability and use. *Natural Hazards and Earth System Science*, 9, 289–301.

Devlet Su İşleri (2015) *Küçükkuyu – Dikili arası sahil şeridi su temin projesi reşitköy barajı teknik raporu.* T.C. Devlet Su İşleri 25. Bölge Müdürlüğü, Balıkesir.

Devlet Su İşleri (2023). Balıkesir İli Burhaniye İlçesi Karınca deresi taşkın ve rüsubat kontrolüne yönelik istikşaf raporu. T.C. Devlet Su İşleri 25. Bölge Müdürlüğü, Balıkesir.

Devrim Gazetesi 6 Ocak 1964 Günü Baskısı.

Devrim Gazetesi 13 Ocak 1968 Günü Baskısı.

Devrim Gazetesi 22 Ocak 1998 Günü Baskısı.

Devrim Gazetesi 2 Şubat 1998 Günü Baskısı.

Devrim Gazetesi 4 Şubat 1998 Günü Baskısı.

Devrim Gazetesi 5 Şubat 1998 Günü Baskısı.

Devrim Gazetesi 13 Şubat 1998 Günü Baskısı.

Devrim Gazetesi 20 Mart 1998 Günü Baskısı.

Doğan, E., Sönmez, O., Yapan, E., Othan, K., Özdemir, S. ve Çitgez, T. (2013). Aşağı Sakarya Nehri'nde taşkın yayılım haritalarının elde edilmesi. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 17(3), 363-369.

Doldur, H. (2014). *Burhaniye - bir zeytincilik ve sayfiye yerleşmesi*. İstanbul: Çantay Kitabevi.

Dottori, F., Salamon, P., Bianchi, A., Alfieri, L., Hirpa, F. A. and Feyen, L. (2016). Development and evaluation of a framework for global flood hazard mapping. *Advances in Water Resources*, (94), 87-102.

Dönmez, Y. (1984). *Umumi klimatoloji ve iklim çalışmaları*. İstanbul: Güray Matbaacılık.

Durak, M. ve Cürebal, İ. (2023). The role of basin morphometric features in flood output: a case study of the Karınca Creek Basin. *IAG Regional Conference on Geomorphology Cappadocia, Türkiye (12-14 September 2023) Geoheritage and Geodiversity*, Türkiye – Nevşehir.

Düden, İ. (2010). *Darıdere Barajının tedrici yıkılması ve yarıktan çıkan taşkının HEC-RAS ve DAMBRK programlarında incelenmesi.* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Efe, H. (2014). *Batman Çayı'nın taşkın analizinin HEC-RAS programıyla yapılması*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Diyarbakır: Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Efe, R., Soykan, A., Cürebal, İ. ve Sönmez, S. (2012) *Burhaniye doğal kaynak değerleri*. Balıkesir: Burhaniye Belediyesi Kültür Yayınları.

Efe, R., Soykan, A., Cürebal, İ., ve Sönmez, S. (2012). Land use and land cover change detection in Karinca river catchment (NW Turkey) using GIS and RS techniques. Journal of environmental biology, 33(2 Suppl), 439–447.

Efe, R., Soykan, A., Cürebal, İ. ve Sönmez, S. (2014). Burhaniye'de yaylacılık faaliyetlerinin ekoturizm açısından önemi ve değeri. *Yayla Kültürü ve Yaylacılık Sempozyumu,* Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bilecik.

Elbaşı, E. ve Özdemir, H. (2018). Marmara Denizi akarsu havzalarının morfometrik analizi. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Dergisi*, 36, 63-84.

Elbaşı, E. ve Özdemir, H. (2023). Akım gözlem istasyonu bulunmayan havzalarda taşkın debisi tahmini: Doğu Karadeniz örneği. *Türk Coğrafya Dergisi*, 84, 85–96.

Erdoğdu F. ve Asımgil, B. (2016). Yaşayan bir antik kent modeli: Adramytteion Ören. Ceryan, Ş. ve Soykan, A. (Eds.) *Balıkesir Kent Sempozyumu 2015* (565-

576), Balıkesir Büyükşehir Belediyesi Kent Arşivi Yayınları No: 11, Balıkesir.

Eren, M.E. (2011). *Boğluca (Kayalı) deresinin taşkın riskinin irdelenmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Erinç, S. (1997). *Vejetasyon coğrafyası*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları.

Ermiş, I.S. (2015). *Akarsu havzalarında topografik nem indeksleri ile taşkına meyilli alanların belirlenmesi.* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Esin G. ve Ceryan, Ş. (2015). Burhaniye (Balıkesir) yerleşim alanının sıvılaşma potansiyelinin değerlendirilmesi. *Yerbilimleri*, 36(2), 81-96.

European Environment Agency (2007). Directive 2007/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2007 on the assessment and management of flood risks (Text with EEA relevance) OJ L 288, 06/11/2007, p. 27–34

Evans, S.G. (1986). The maximum discharge of outburst floods caused by the breaching of man-made and natural dams. *Canadian Geotechnical Journal*, 23(3), 385–387.

Food and Agriculture Organization (FAO). (2012). Guidance note: Post disaster damage, loss and needs assessment in agriculture. Sub-Regional Office for the Pacific Islands.

Favey, E., Geiger, A., Hilmar Gudmundsson, G. and Wehr, A. (1999). Evaluating the potential of an airborne laser-scanning system for measuring volume changes of glaciers. *Geografiska Annaler, Series A: Physical Geography*, 112(81), 555–561.

Fleckkenstein, J. (1998). *Using GIS to derive velocity fields and travel times to route excess rainfall in asmall-scale watershed*, Univ. of California Davis.

Froehlich, D.C. (1995a). Embankment dam breach parameters revisited. *Proceedings of the 1995 ASCE Conference on Water Resources Engineering, San Antonio*, Texas.

Froehlich, D.C. (1995b). Peak outflow from breached embankment dam. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 121(1), 90-97.

Gao, Y.Q., Zhou, X. and Zhang, Z. X. (2020). Regional flood risk analysis for Huaihong south flood control protected area in China using an integrated method. *Applıed Ecology And Envıronmental Research,* 18(2):3313-3329.

Gardner, T.W., Back, W. and Bullarad, T.F. (1987). Central America and the Caribbean, In W.L. Graf (ed.), *Geomorphic Systems of North America* içinde (343-402), Boulder, CO: Geological Society of America.

Gökçe, N. (2016). Balıkesir ovası-Kocaçay-Manyas ovası ve susurlık çayı arasında kalan sahanın jeomorfolojisi. *Türk Coğrafya Dergisi,* 21-31.

Grimaldi, S., Petroselli, A., Tauro, F., and Porfiri, M. (2012). Times of concentration: A paradox in modern hydrology. *Hydrological Sciences Journal*, 57(2), 217–228.

Gumbel, E.J. (1941) The Return Period of Flood Flows. *The Annals of Mathematical Statistics*, 12, 163-190.

Gumbel, E.J. (1958). *Statistics of extremes*, NewYork: Columbia University Press.

Gücü, R. (2011). *Geçmişten geleceğe Edremit Körfezi tarihi*. Burhaniye Ticaret Odası Kültür Yayınları.

Gücü, R. (2014). *Geçmişten günümüze Burhaniye (Adramytteion-Kemer-Edremit) tarihi*. Balıkesir: Burhaniye Belediyesi Kültür Yayınları.

Hack, J.T. (1973). Stream profile analysis and stream-gradient index. *U.S. Geological Survey Journal of Research*, 1, 421-429.

Hawkins, R.H., Hjelmfelt, A.T. and Zevenbergen, A.W. (1985). Runoff probability, storm depth, and curve number. *J. Irrig. Drain. Eng. ASCE* 111(4), 330–339.

Hocaoğlu, Ş. (1991). *Edremit ovası ve çevresinin jeomorfolojik ve uygulamalı jeomorfolojik etüdü*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Holben, B.N. and Fraser, R.S. (1984). Red and near infrared response to off nadir viewing. *International Journal of Remote Sensing*, 5, 145-160.

Horritt, M. and Bates, P.D. (2002). Evaluation of 1D and 2D numerical models for predicting river flood inundation. *Journal of Hydrology*, 268, 87–99.

Horton, R.E. (1932). Drainage basin characteristics. *Eos Transcations American Geophysical Union*, 13, 350–361.

Horton, R.E. (1933) The Role of Infiltration in the Hydrologic Cycle. *Transactions of the American Geophysical Union*, 14, 446-460.

Horton, R.E. (1945). Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. *Bulletin of the Geological Society of America*, 56, 275–370.

Hoşgören, M.Y. (2001). *Hidrograya'nın ana çizgileri I: yeraltısuları-kaynaklar-akarsular*. İstanbul: Çantay Kitabevi.

Johnson, R.R. (1998). An investigation of curve number applicability to the watersheds in excess of 2500 hectares (250 km^2). *Jornal of Environmental Hydrology*, 6.

IACWD (Interagency Advisory Committee on Water Data), (1982). *Guidelines for determining flood frequncy*. Bulletin#17B of the Hydrology Subcommittee, Office of Water Data Coordination, U.S. Geolohisal Survey, Reston, V.A.

Jotheri, J. (2018). Recognition criteria for canals and rivers in the Mesopotamian floodplain. Y. Zhuang, M. Altaweel (Ed.), *Water societies and technologies from the past and present* içinde (ss. 111-126). UCL Press.

Jotheri, J., Rokan, M., Al-Ghanim, A., Rayne, L., de Gruchy, M. and Alabdan, R. (2025). Identifying the preserved network of irrigation canals in the Eridu region, southern Mesopotamia. *Antiquity*, 99 (405), e20.

Kalyanapu, A.J. and Kim, J. (2013). Toward a methodology to ınvestigate the downstream flood hazards on the American River due to Changes in Probable Maximum Flood due to Effects of Artificial Reservoir Size and Land-Use / Land-Cover Patterns. *Earth Interactions*, 17, 1-24

Kargı, S. (2010). *Kıyı turizmden alpinizme sürdürülebilir turizm (Burhaniye-Edremit- Kaz Dağı Örneği).* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Uşak: Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Kaya, Ç.M. (2012). *Giresun Pazarsuyu örneğinde, coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama entegrasyonu ile taşkın risk haritalarının üretilmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Kaya, Ç.M. (2017). *Akım gözlem istasyonu bulunmayan taşkın havzalarındaki değişimlerin taşkın riskine etkisinin belirlenmesi: Rize, Güneysu Örneği*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Keller, E.A. and Pinter, N. (2002). *Active tectonics earthquakes, uplift, and landscape*. Second Edition, Prentice Hall, New Jersey.

Keskin, F. (2012). *Quantitative flood risk assessment with applicaton in Turkey*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Ankara: Ortadoğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Ketin İ. (1968). Türkiye'nin genel tektonik durumu ve başlıca deprem bölgesi arasındaki ilişkiler. *Maden Teknik Arama Dergisi*. 17(71), 129-135.

Ketin, İ. (1977). Türkiye'nin başlıca orojenik olayları ve paleocoğrafik evrim. *Maden Teknik Arama Dergisi*. 88, 1-4.

Khalili, S.M.; Mojtahedi, M.; Steinmetz-Weiss, C. and Sanderson, D. A. (2024). Systematic literature review on transit-based evacuation planning in emergency logistics management: optimisation and modelling approaches. *Buildings,* 14, 176.

Khalili, S. M., Mojtahedi, M., Steinmetz-Weiss, C., and Sanderson, D. (2024). A systematic literature review on transit-based evacuation planning in emergency logistics management: optimisation and modelling approaches. *Buildings,* 14(1), 176.

Kınacı, C., Akbaş, H., Aras, M., Fındık, S., Özaltın, A. M., Sakın, I. ve Doğanay, E., (2017), Taşkın yönetimi. Ankara: T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü.

Kim, J., Kuwahara, Y. and Kumar, M. (2011). A DEM-based evaluation of potential flood risk to enhance decision support system for safe evacuation. *Natural Hazards*, 59, 1561–1572.

Kirkby, M.J., Atkinson, K., and Lockwood, J.G. (1990). Aspect, vegetation cover and erosion on semi-arid hillslope. J.B. Thornes (ed.), *Vegetation and Erosion* içinde (25-39), Chichester: Wiley.

Kirpich, Z. P. (1940). Time of concentration of small agricultural watersheds. *Civil Engineering*, 10(6), 362.

Koçman, A. (1993). *Türkiye iklimi*. İzmir: Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları.

Koyuncu, A. E. (2010). *Sellenme/taşkın riski ve yönetiminin kentsel planlamaya entegrasyonu.* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Kundzewicz, Z.W., Kanae, S., Seneviratne, S.I., Handmer, J., Nicholls, N., Peduzzi, P., Mechler, R., Bouwer, L.M., Arnell, N., Mach, K. and Muir-Wood, R. (2014). Flood risk and climate change: global and regional perspectives. *Hydrological Sciences Journal*, 59(1), 1-28.

Kuşçu, İ. and Özdemir, H. (2025). Flood susceptibility analysis of settlement basins on a provincial scale using inventory flood data. *Environmental earth sciences*, 84(1), 15.

Liu, Y., Hatayama, M. and Okada, N. (2006). Development of an Adaptive Evacuation Route Algorithm under Flood Disaster. *Annuals of Disas Prev. Res. Inst.*, 49, 189-195.

Liu, Y. and Pender, G. (2010). A new rapid flood inundation model. *Proceedings of the first IAHR European Congress*, 4–6.

Lıu, Z., Merwade, V. and Jafarzadegan, K. (2018). Investigating the role of model structure and surface roughness in generating flood inundation extents using one- and two-dimensional hydraulic models. *Journal of Flood Risk Management*, 1-19.

Macklin, M.G. and Lewin, J. (2015). The rivers of civilization. *Quaternary Science Reviews*, 114, 228 - 244.

Mater, B. (1998). *Toprak Coğrafyası*. İstanbul: Çantay Kitabevi.

Mayer, L. (1990). *Introduction to quantitative geomorphology*. New Jersey: Englewood Cliffs, Prantice-Hall International.

Melesse, A.M. and Jordan, J.M. (2003). Spatially distributed watershed mapping and modelling: thermal maps and vegetation indices to enhance land cover and surface microclimate mapping: part 1. *Journal of Spatial Hydrology*, 3(2).

Melton, M..A. (1957). An analysis of the relation among elements of climate, surface properties and geomorphology, Tch. Rep. No. 11. Department of Geology, Columbia University, New York.

Morisawa, M.E. (1959). Relation of morphometric properties to runoff in the Little Mill Creek, Ohio, Drainage Basin, Tech. rep. 17. Columbia University, Department of Geology, ONR, New York.

Mtamba, J., Velde, R. van der, Ndomba, P., and Zoltán, V. (2015). Use of Radarsat-2 and Landsat TM images for spatial parameterization of manning's roughness coefficient in hydraulic modeling. *Remote Sensing*, 7 (1), 836–864.

Mutluer, M. (1990). *Edremit-Burhaniye Ovası ve yakın çevresinin beşeri ve iktisadi coğrafyası üzerine bir araştırma*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İzmir: Ege Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Oğuz, E., Ulupınar, Y., Uğurlu, A. ve Yazıcı, B. (2015). Artvin-Hopa taşkınının uydu-radar verileriyle analizi ve taşkın hesabı. *II. Meteorolojik Uzaktan Algılama Sempozyumu (3-5 Kasım 2015)*, Antalya.

Öcal, A. (2019). Natural disasters in turkey: social and economic perspective. *International Journal of Disaster Risk Management*, 1(1), 51–61.

Özalp, D. (2009). *Dere taşkın risk haritalarının CBS kullanılarak oluşturulması ve CBS ile taşkın risk analizi.* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Özbakır, A. (2022). Burhaniye'de yerleşmenin gelişimi. Ranguelov, B., Efe, R. ve Çelik Uğuz, S. (Eds.) içinde *Academic Researches and Studies in Sciences*, Sofia: St. Kliment Ohridski University Press.

Özcan. O. (2008). *Sakarya nehri alt havzası'nın taşkın risk analizinin Uzaktan Algılama ve CBS ile belirlenmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü İleri Teknolojiler Ana Bilim Dalı.

Özdemir, H. (2007a). *Havran Çayı Havzası'nın (Balıkesir) CBS ve Uzaktan algılama yöntemleri ile taşkın ve heyelan risk analizi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Özdemir, H. (2007b). Taşkınların haritalanmasında HEC-GeoRAS ve HEC-RAS'ın kullanımı: Havran Çayı Örneği (Balıkesir). *TMMOB ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi (30 Ekim-2 Kasım 2007)*, KTÜ, Trabzon.

Özdemir, H. (2007c). Taşkın alanlarının belirlenmesinde farklı tarihli ve farkı çözünürlüklü uydu görüntülerinin kullanımı: 2003 Mahanadi taşkınları örneği (Orissa-Hindistan). *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi*, 13–23.

Özdemir, H. (2007d). SCS CN yağış-akış modelinin CBS ve Uzaktan Algılama yöntemleriyle uygulanması: Havran Çayı Havzası Örneği (Balıkesir). *Cografi Bilimler Dergisi*, 5 (2), 1-12.

Özdemir H. ve Bayrakdar C. (2007). 16 Kasım 2007 Tuzla Deresi Taşkınının Nedenleri Üzerine Bir Araştırma (Silivri- İstanbul). *Türk Coğrafya Dergisi*, 49, 123-139.

Özdemir, H. (2008a). Havran Çayı'nın (Balıkesir) taşkın sıklık analizinde Gumbel ve Log Pearson Tip III dağılımlarının karşılaştırılması. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 1(6), 41–52.

Özdemir, H. (2008b). Taşkınların Tahmini ve Risk Analizinde CBS-UZAL ve Hidrolik Modellemenin Entegrasyonu. *Taşkın Konferansı* (*1 - 04 Haziran 200*8), Edirne.

Özdemir, H. (2008c). Farklı senaryolara göre taşkın risk analizi: Havran Çayı Örneği (Balıkesir). *TMMOB Afet Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 155-165.

Özdemir H. and Bird D. (2009). Evaluation of morphometric parameters of drainage networks derived from topographic maps and DEM ın point of floods. *Envıronmental Geology*, 56, 1405-1415.

Özdemir, H., Akbulak, C. ve Özcan, H. (2011). Çokal Barajı (Çanakkale) çökme modeli ve taşkın risk analizi. *Uluslararası İnsani Bilimler Dergisi*, 8(2), 659-698.

Özdemir, H. (2011). Havza morfometrisi ve taşkınlar. Ekinci D., Ed., *Fiziki Coğrafya Araştırmaları: Sistematik ve Bölgesel* içinde (507-526), Türk Coğrafya Kurumu.

Özdemir, H. (2013). Şehir taşkınlarının modellenmesinde yersel lidar verilerinin kullanımı: Alcester Örneği (İngiltere). *III. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu (1 - 04 Mart 2013)*, Hatay.

Özdemir, H., Sampson, C. C., De Almeida, G. A. M. and Bates, P. D. (2013). Evaluating scale and roughness effects in urban flood modelling using terrestrial LIDAR data. *Hydrology and Earth System Sciences*, 17(10), 4015–4030.

Özdemir, H. and Elbaşı, E. (2015). Benchmarking land use change impacts on direct runoff in ungauged urban watersheds. *Physics and Chemistry of the Earth*, 79(82), 100–107.

Özdemir, H. and Utlu, M. (2018). Havza morfometrik özelliklerinin taşkın üretmedeki rolü biga çayı havzası örneği. *Coğrafya Dergisi – Journal of Geography*, 36, 49-62.

Özdemir, H. and Utlu, M. (2020). How much spatial resolution do we need to model a local flood event? benchmark testing based on UAV data from Biga River (Turkey). *Arabian Journal of Geosciences*, 13:1293.

Özdemir, H. and Akbaş, A. (2023). Is there a consistency in basin morphometry and hydrodynamic modelling results in terms of the flood generation potential of basins? A case study from the Ulus River Basin. *Journal of Hydrology*, 129296.

Özdemir, H. and Akbaş, A. (2025). Evaluating the capability of UAV-derived DEMs for flood hazard analysis. *Physical Geography*, 46(3), 175–195.

Özdoğan, İ. (2010). Akarsularda taşkın ötelenme modelleri Alara Çayı uygulaması. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Özer, Z. (1990). *Su yapılarının projelendirilmesinde hidrolojik ve hidrolik esaslar*. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Havza Islahı ve Göletler Daire Başkanlığı, Ankara. 378-380.

Özgen, H. M. (2014). Adramytteion (Ören) 2012 kazı ve onarım çalışmaları, 35. Kazı Sonuçları Toplantısı, 3. Cilt, 27-31 Mayıs 2013/ Muğla, ss.178 -194, Kültür ve Turizm Bakanlığı/Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü Yayınları, Muğla.

Özgen, H.M. (2015). Adramytteion (Ören) 2013 Kazı ve Onarım Çalışmaları, 36. Kazı Sonuçları Toplantısı, 3. Cilt, 02-06 Haziran 2014/Gaziantep, ss. 1-18, Kültür ve Turizm Bakanlığı/Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.

Özgen, H.M. (2016). Adramytteion (Ören) 2015 çalışmalarının ardından, Türk Eskiçağ Bilimleri Enstitüsü TEBE Haberler, Ocak 2016, Sayı 41: 22-25.

Özgen, H.M. (2017). Balıkesir ili Burhaniye, Gömeç ve Ayvalık ilçeleri Adramytteion egemenlik alanı 2015-2016 yılları arkeolojik yüzey araştırması, 35. Araştırma Sonuçları Toplantısı, 2. Cilt, 22-26 Mayıs 2017/ Bursa, ss.219-241, Kültür ve Turizm Bakanlığı/Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü Yayınları, Bursa.

Öznur Kablo (2024). Nisan 2024 fiyat listesi. İstanbul.

Öztürk, O. (2019). Kuzey Ege havzalarında yüksek akım ve taşkın analizi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi.

Pala, M. (2008). *Yeşilırmak havzası taşkınlarının mevsimselliğinin incelenmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Paprotny, D., Morales-Nápoles, O., Vousdoukas, M. I., Jonkman, S. N. and Nikulin, G. (2019). Accuracy of pan-European coastal depth distribution ping. *Journal of Flood Risk Management,* 12(2), 1–16.

Pareta, K., and Pareta, U. (2011). Quantitative morphometric analysis of a watershed of Yamuna Basin, India using ASTER (DEM) data and GIS. *International Journal of Geomatics and Geosiıences*, 2(1), 248–269.

Patil, P.S.V. and Mali, P.S. (2013). Watershed charachterization and prioritization of Tulasi subwatershed: A geospatial approach. *International Journal of*

Innovative Research in Science, Engineering and Technology, 2(6), 2182–2188.

Patton, P.C. (1988). Drainage basin morphometry and floods. In: Baker VR, Kochel RC, Patton PC (eds) *Flood geomorphology içinde (51-65)*. Wiley, USA.

Peterolli, N., Vik, J.O., Aysterud, A., Gaillard, J.M., Tucker, C.J. and Stensteh, N.C. (2006). *Using the satellite-dreived NDVI to assess ecological responses to environmental change*. Trends in Ecology and Evolution, Inpress, 495.

Pike, R.J. and Wilson, S.E. (1971). Elevation-relief ratio, Hypsometric integral and geomorphic area-altitude analysis. *Geological Society of America Bulletin*, 82, 1079–1083.

Pike, R. (2000). Geomorphometry-diversity in quantitative surface analysis. *Progress in Physical Geography*, 24, 1–20.

Raikes, R. L. (1965). The Mohenjo-daro floods. *Antiquity*, 39(155), 196-203.

Rana, N., Singh, S., Sundriyal, P. Y., Rawat, S. G., and Juyal, N. (2016). Interpreting the geomorphometric indices for neotectonic implications: An example of Alaknanda valley. *Journal of Earth System Science*, 125(4), 841–854.

Rao, A.R. and Hamed, K.H. (2000). *Flood frequncy analysis*. CRS Press, USA.

RESCDAM, (2001). Development of Rescue Actions Based on Dam-Break Flood Analysis Final Report.

Reddy, G.P.O, Maji A.K, and Gajbhiye, K.S. (2004). Drainage morphometry and its influence on landform characteristics in basaltic terrain, central India—a remote sensing and GIS approach. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 6(1), 1–16.

Ritter, D.F., Kochel, R.C. and Miller, J.R. (1995). *Process geomorphology*. Dubuque, IA: William C. Brown.

Rost, S., 2017. Water management in Mesopotamia from the sixth till the first millennium B.C.: water management in Mesopotamia. Wiley Interdiscip. *Rev. Water* 4 (5), e1230.

Rouse, J.W., Haas, R.H., Schell, J.A. and Deering, D.W. (1973). Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS. *Proceedings of the 3rd ERTS Symposium NASA SP-351*, 48-62.

Serencam, U. (2013). *Taşkın zararları ve zarar görülebilirlik analizi Tarabzon Değirmendere Sanayi Mahallesi örneği.* Yayımlanmamış Doktora Tezi, Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Schultz, G.A. and Engman, E.T. (2000). *Remote sensing in hydrology and water management*, Berlin: Springer-Verlag.

Schumm, S. A. (1956). Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey. *GSA Bulletin*, 67, 597–646.

Schwab, G.O., Fangmeier, D.D., Elliot, W.J. and Freveret, R.K. (1993). *Soil and water conservation engineering*. J. Wiley and Sons, NewYork, 507.

SCS, (1964; 1972). *Hydrology – national engineering handbook*, Supplement A, Section 4, Chapter 10, Soil Conservation Service, USDA, Washington, D.C.

Sellers, P.J. (1985). Canopy reflectance, photosynthesis and transpiration. *Int.J..Remote Sensing*, 6, 1335-1372.

Sherman, L.K. (1932) Streamflow from Rainfall by Unit-Graph Method. *Eng. News Record*, 108, 501-505.

Smith, K. G. (1950). Standards for grading texture of erosional topography. *American Journal of Science*, 248, 655–668.

Soykan, A. (1997). Ayvalık ile Ören (Burhaniye) arasının kıyı jeomorfolojisi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 32, 99-120.

Sönmez, S. (1996). *Havran Çayı- Bakırçay arasındaki bölgenin bitki coğrafyası*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. İatanbul: İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Sönmez, S. (1998). Burhaniye (Balıkesir) yakınlarındaki boylu ve kokar ardıç (Juniperus-excelsa-Juniperus foetidissima) topluluğunun ekolojisi. *BAUN Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*.

Samela, C., Manfreda, S., Paola, F., Giugni, M., Sole, A. and Fiorentino, M. (2016). DEM-based approaches for the delineation of flood-prone areas in an

Ungauged Basin in Africa. *Journal of Hydrologic Engineering*, 21 (2), 06015010.

Small, C. and Cohen, J.E. (2004). Continental physiography, climate, and the global distribution of human population. *Current Anthropology*, 45:2, 269-277.

Sobhani, G. (1975). *A review of selected small watershed design methods for possible adoption to Iranian conditions*. M.S. thesis, Utah State Univ., Logan, Utah.

Soomro A.G., Babar M.M., Memon A., Zaidi A.Z., Ashraf A. and Lund J. (2019). Sensitivity of direct runoff to curve number using the SCS-CN method. *Civil Engineering Journal*, 5(12), 2738-2746.

Sotomayor, A.I.T. (2002). *A spatial analysis of different forest cover types using GIS and Remote Sensing techniques; a case study in Shivapuri Area, Nepal.* Master of Science Thesis, ITC, Netherland.

Straatsma, M. and Huthoff, F. (2011). "Uncertainty in 2D hydrodynamic models from errors in roughness parameterization based on aerial images." *Physics and Chemistry of the Earth*, 36(7–8), 324–334.

Strahler, A.N. (1952). Hypsometric (area-altitude curve) analysis of erosional topography. *Geological Society of America Bulletin*, 63, 1117-1141.

Strahler, A. N. (1964). Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks. V.T. Chow, ed., *Handbook of Applied Hydrology içinde* (4-74), Newyork.

Subramanya, K. (1997). *Engineering hydrology.* Tata McGraw Hill, New Delhi.

Sunkar, M. ve Tonbul, S. (2010). İluh Deresi Havzası'na (Batman) yönelik sel ve taşkın riski analizleri. *e-Journal of New World Sciences Academy*, 5(4) 255-273.

Şimşek, İ. (2020). *Sel–taşkın modellerinde hava lidar verilerinin kullanımı: Ulus Çayı örneği.* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Tağıl, Ş. (2004). Balıkesir Ovası ve yakın çevresinin neotektonik özellikleri ve depremselliği. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 2(1), 73-92.

Tarboton, D.G., Bras, R. L., and Rodriguez–Iturbe. (1992). A physical basis for drainage density. *Geomorphology*, 5, 59–76.

Taşkesen, C. (2011). *Taşkın risk yönteminde zarar görebilirlik analizleri*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (2024). 2024 yılı inşaat ve tesisat birim fiyatları. Ankara.

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2024). Mimarlık ve mühendislik hizmet bedellerinin hesabında kullanılacak 2024 yılı yapı yaklaşık birim maliyetleri hakkında tebliğ. T.C. Resmî Gazete (Sayı: 32466).

Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi (2024). Yüksek gerilim hatları verisi. TEİAŞ Balıkesir İşletme Şefliği, Balıkesir.

Tingsanchali, T. and Karim, M. F. (2005). Flood hazard and risk analysis in the Southwest Region of Bangladesh, *Hyrological Processes*, 19, 20055-2069.

Tuna, C. (2008). *Körfezdeki ışık Burhaniye*, Burhaniye Belediyesi Kültür Yayını-9, 2. Baskı, Burhaniye.

Turoğlu, H. ve Özdemir, H. (2005). *Bartın'da sel ve taşkınlar: sebepler, etkiler, önleme ve zarar azaltma önerileri*. İstanbul: Çantay Kitabevi.

Türkiye Afet Bilgi Bankası (TABB) (2018). Republic of Turkey, Prime Ministry Disaster and Emergency Management Authority. https://tabb-analiz.afad.gov.tr/

Uçar, İ. (2010). *Trabzon değirmendere havzasında coğrafi bilgi sistemleri ve bir hidrolik model yardımıyla taşkın analizi yapılması.* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Uludağ Elektrik Dağıtım Anomim Şirketi (2024). Orta ve alçak gerilim hatları verisi. UEDAŞ Balıkesir İşletmesi, Balıkesir.

UNDP (United Nations Development Programme), (2004). Reducing disaster risk: A challenge for development, A global report, New York: UNDP Bureau for Crisis Prevention and Recovery (BRCP).

UNDRO, (United Nations Disaster Relief Organisation), (1979). Natural Disaster and Vulnerability Analysis, Geneva.

UNDRR. (2016). Report of the open-ended intergovernmental expert working group on indicators and terminology relating to disaster risk reduction (Report No. A/71/644). United Nations.

UNDRR, C. and CRED. (2019). Economic Losses Poverty & Disasters, https://www.preventionweb.net/ files/61119_credeconomiclosses.pdf adresinden alındı, 01 Eylül 2021.

USACE, (1993). *Engineering and design hidrologic frequency analysis*. Department of Army, EM-1110-2-1415, USA.

USDA, (1985). *National engineering handbook, section 4: hydrology*. U.S. Government Printing Office, Washington, DC.

Utlu, M. and Özdemir, H. (2018). The role of basin morphometric features in flood output: a case study of the Biga River Basin. *Journal of Geography*, 36, 49–62.

Utlu, M. (2019). *Farklı çözünürlüklü veri kaynaklarına bağlı taşkın tehlike analizi: Biga Çayı Havzası Örneği*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Utlu, M., Ghasemlounıa, R., and Demirbilek, S. (2025). Flood susceptibility mapping in the İskenderun Gulf Basins (türkiye) using morphometric and multivariate techniques. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, (15), 170-188.

Verstappen, H.Th. (1983). *Applied geomorphology*. The Netherlands: ITC Enschede.

Wallingford, H.R. (2006) R&D Outputs: Flood risks to people phase 2FD2321/TR2 guidance document. Defra/Environment Agency Flood and Coastal Defence R&D Programme.

Wang, Q. and Tenhunen, J.D. (2004). Vegetation Mapping with Multitemporal NDVI in North Eastern China Transect (NECT). *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 6, 17-31.

Wanielista, M., Kersten, R. and Eaglin, R. (1997). *Hydrology: water quantity and quality control*. John Wiley and Sons, Ltd.

Wassmer, J., Merz, B. and Marwan, N. (2024). Resilience of transportation infrastructure networks to road failures. *Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science*, 34(1), 013124.

Wilkinson, T. J., Rayne, L. and Jotheri, J. (2015). Hydraulic landscapes in Mesopotamia: The role of human niche construction. Water History 7 (4), 397–418.

Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T. and Davis, I. (2004). *At risk-natural hazard, people's vulnerability and disasters*, London: Routledge, 471.

World Meteorological Organization and Global Water Partnership. (2003). Associated Programme on Flood Managementi: Annual report (2002-2003). APFM Report No: 7.

Wu, Q., Zhao, Z., Liu, L., Granger, D. E., Wang, H., Cohen, D. J., Wu, X., Ye, M., Bar-Yosef, O., Lu, B., Zhang, J., Zhang, P., Yuan, D., Qi, W., Cai, L. and Bai, S. (2016). Outburst flood at 1920 BCE supports historicity of China's Great Flood and the Xia dynasty. *Science*, 353(6299), 579–582.

Yerdelen, C., Engin , U. ve Eriş, E. (2023). Flood risk analysis with prevention scenarios for Zeytinli Stream. *Türk Hidrolik Dergisi*, 7 (2), 22-29.

Yüceşahin, M.M. (1997). *Edremit ilçesi (Balıkesir) coğrafyası.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Zavoianu, I. (1985). Morphometry of drainage basins. *In Developments in water science*, Amsterdam, Netherlands: Elsevier, 20.

Zeytin Efe Gazetesi, 05 Kasım 2012 Günü Baskısı.

Http-1: https://www.hurriyet.com.tr/gundem/burhaniyede-sel-bir-can-aldi-22063941. (Erişim Tarihi: 03.04.2026)