



Geomatik

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/geomatik>

e-ISSN 2564-6761



Analitik hiyerarşi süreci ve coğrafi bilgi sistemleri kullanarak Eşen Çayı Havzası'nda taşkın riski değerlendirilmesi ve haritalandırılması

Ebubekir Karakoca^{*1}, Ali Ünver²

¹Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Bilecik, Türkiye, ebubekir.karakoca@bilecik.edu.tr

²Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Coğrafya Programı, Bilecik, Türkiye, aliunver3216@gmail.com

Kaynak Göster: Karakoca, E., & Ünver, A. (2025). Analitik hiyerarşi süreci ve coğrafi bilgi sistemleri kullanarak Eşen Çayı Havzası'nda taşkın riski değerlendirilmesi ve haritalandırılması. Geomatik, 10 (1), 124-139

DOI: 10.29128/geomatik.1542251

Anahtar Kelimeler

Eşen Çayı
Analitik Hiyerarşi Süreci
Coğrafi Bilgi Sistemleri
Taşkın Risk Analizi
Haritalama

Araştırma Makalesi

Geliş: 02.09.2024
Reviz: 20.10.2024
Kabul: 21.10.2024
Çevrim İçi Yayınlanma:
13.11.2024



Öz

Bu çalışmada, coğrafi bilgi sistemi tabanlı analitik hiyerarşi sürecine dayalı çok kriterli karar verme tekniği kullanılarak Eşen Çayı Havzası'ndaki olası sel ve taşkın olaylarının değerlendirilmesi ve taşkın duyarlılık haritasının oluşturulması amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda ilk olarak taşkın olaylarının meydana gelmesinde etkili olan fiziki ve beşerî coğrafi faktörler değerlendirilmiştir. Sonrasında ArcMap 10.5 programında taşkın riskinin kapsamlı bir şekilde sunulabilmesi için AHS'ye dayalı veri setleri oluşturulmuştur. Bu veri seti içerisinde akarsuya yakınlık, yükseklik, eğim, baki, arazi kullanımı, yağış, toprak ve jeoloji özellikleri olmak üzere 8 kriter değerlendirilmiştir. Bu kriterlerin analizi sonucunda elde edilen taşkın risk modeli verilerine göre Eşen Çayı Havzası'nda Eşen Çayı, Akçay ve Karaçay'ın vadi tabanları ile Eşen Ovası çok yüksek riskli taşkın alanları olarak dikkat çekmektedir. Toplam havza alanı içerisinde yüksek riskli ve çok yüksek riskli alanların payının yaklaşık olarak %37 olduğu düşünüldüğü zaman taşkın riskli yerlerin göz ardı edilemeyecek kadar önemli bir paya sahip ve dikkatle izlenmesi gereken alanlar olduğunu söylemek mümkündür. Bu alanlarda yaşanabilecek taşkınlar, daha önceki yıllarda olduğu gibi birçok can kaybının yaşanmasına ve havza ekonomisi için önem arz eden tarım ve turizm faaliyetlerinin sekteye uğramasına neden olacaktır. Son olarak, elde edilen taşkın modelinin doğruluğu, son yıllarda havza içerisinde yaşanan önemli taşkın olaylarının gözlemleriyle de ortaya konulmuştur.

Flood risk assessment and mapping in the Eşen River Basin using analytic hierarchy process (AHP) and geographic information systems (GIS)

Keywords

Eşen River
Analytic Hierarchy Process
Geographic Information
Systems
Flood Risk Analysis
Mapping

Research Article

Received: 02.09.2024
Revised: 20.10.2024
Accepted: 21.10.2024
Online Published:
13.11.2024

Abstract

This study aims to evaluate potential flood events and develop a flood risk map for the Eşen River Basin using the geographic information system-based Analytic Hierarchy Process (AHP) as a multi-criteria decision-making technique. In this context, both physical and human geographical factors contributing to flood events were initially assessed. Subsequently, datasets based on the Analytic Hierarchy Process were created using ArcMap 10.5 to comprehensively present flood risk. The dataset includes eight criteria: proximity to watercourses, elevation, slope, aspect, land use, precipitation, soil, and geological characteristics. The flood risk model derived from the analysis of these criteria identifies the valley floors of the Eşen River, Akçay, and Karaçay, as well as the Eşen Plain, as areas with very high flood risk. Given that approximately 37% of the total basin area falls within high and very high-risk zones, it is clear that these flood-prone areas represent a significant portion that cannot be overlooked and must be carefully monitored. Floods in these areas, as has occurred in previous years, could lead to considerable loss of life and disrupt agricultural and tourism activities crucial to the basin's economy. Finally, the accuracy of the flood model was validated through observations of significant flood events that have occurred in the basin in recent years.

1. Giriş

Sel, dünya genelinde meydana gelen doğal bir olgudur. Toplumlar için suyun sebep olduğu en yıkıcı, yaygın ve sık görülen doğal afetlerden birisidir (Ramkar ve Yadav, 2021). Taşkınlar, akarsu yatağındaki su miktarının çeşitli nedenlerle hızla artarak taşması ve çevresindeki yerlere yayılması sonucunda önemli can ve mal kayıplarına yol açmaktadır (Ekmekcioğlu vd., 2021). Büyük ölçüde insan yerleşimlerini ve tarım alanlarını etkileyen sel ve taşkınların sonuçları her zaman olumsuz değildir, çünkü doğal bir döngünün parçasıdır (Dutta vd., 2013). Sel, uzun süreli kuraklık yaşayan bölgelerde sürdürülebilir çevresel ve sosyal faydalar sağlayabilir. Periyodik olarak meydana gelen sel ve taşkınlar, birçok nehir ve kıyı sulak alanındaki ekosistemler için hayati önem taşıyabilir (Teng vd., 2017). Bunun yanı sıra, 21. yüzyılın başlarından itibaren doğal afetlerin neden olduğu hasarların boyutlarında önemli bir artış meydana gelmiştir (Partigöç ve Dinçer, 2024b). Bunlar içerisinde sel ve taşkınlar, dünyada meydana gelen toplam doğal afet sayısının önemli bir bölümünü oluşturmakta ve son 30 yılda bu oran giderek artmaktadır (Freer vd., 2011). Büyük ekonomik kayıplara, altyapıların çökmesine, sosyal faaliyetlerin kesintiye uğramasına neden olan seller, iklim ve arazi kullanımı değişikliklerinin olumsuz etkileriyle birlikte, sel sıklığında bir artış olacağı düşünülmektedir (Salman ve Li, 2018; Ekmekcioğlu vd., 2021). Nitekim, 1985-2009 yılları arasında meydana gelen tüm doğal afetler içerisinde yaklaşık olarak %40'ı taşkınlardan oluşmaktadır (Soukopová ve Furová, 2012). 2001-2020 yılları arasında yılda ortalama 163 sel olayı meydana gelmiştir. Dünyada EM-DAT (The International Disaster Database) verilerine göre 2005-2014 yılları arasında ortalama her yıl 335 afet yaşanmıştır (Utlu ve Özdemir, 2018). Sadece 2021 yılında yılda içerisinde 223 sel olayının gerçekleşmesi ve binlerce can ve mal kaybının yaşanması oldukça dikkat çekicidir (Özdemir ve Akbaş, 2023). Özellikle taşkın olaylarının sıklığı ve etkileri artan doğal ve antropojenik değişkenler (kentleşme, kaynakların sınırsız tüketimi, koruma-kullanma dengesinin göz ardı edilmesi vb.) sebebiyle her geçen yıl artarak devam etmektedir (Özdemir ve Akbaş, 2023; Partigöç ve Dinçer, 2024a). Bu artışın temel nedenleri arasında artan dünya nüfusu, sele maruz kalan bölgelerdeki sosyo-ekonomik faaliyetlerdeki artış ve dünyanın hemen hemen tüm ülkelerinde meydana gelen önemli iklimsel değişimlerdir (Svetlana vd., 2015). Taşkınlar, her ne kadar doğal afet olarak sayılsa da etkilerinin bu derece büyük olmasının temel sebebi insan faaliyetleridir. Ekonomik olarak hızlı gelişen bölgelerde akarsu havzalarının çeşitli kesimlerinde sanayi ve kentleşme aktiviteleri hızla devam etmektedir. Bu durum havza bütünündeki hidrolojik dengeyi bozmakta ve birçok can ve mal kaybına yol açan taşkın afetlerinin yaşanmasına neden olmaktadır.

Dünyada en fazla taşkın olaylarının meydana geldiği alanlardan birisi Güney Asya olmasına rağmen Avrupa'da da özellikle 1990 yılından günümüze kadar maddi hasarlara yol açabilecek birçok taşkın olayı yaşanmıştır. 1990'larda Ren Nehri ve kollarındaki havzalarda (1993, 1995), Akdeniz bölgesinde (1994) ve Orta Avrupa'da (1997) can ve mal kaybı ile sonuçlanan

önemli taşkınlar meydana gelmiştir. Özellikle 1993 yılının aralık ayında Ren Nehri'nde meydana gelen taşkın, Koblenz, Bonn ve Köln şehirlerinin bazı bölümlerinin sular altında kalmasına neden olmuştur. Daha sonrasında 1995 yılının ocak ve şubat aylarında Almanya, Kuzey Fransa ve Hollanda'da; 1997 yılının temmuz ayında Çek Cumhuriyeti, Polonya ve Almanya'nın Oder Havzası'nda; 2000 yılından günümüze kadar ise İngiltere, İtalya, Fransa ve İsviçre'de büyük sel felaketleri yaşanmıştır (Svetlana vd., 2015). Özellikle 2005, 2007 ve 2010 yıllarında Avrupa'da yaşanan taşkınlar büyük ekonomik kayıplara sebep olmuş ve 1999-2009 yılları arasındaki taşkın olaylarından kaynaklanan doğrudan ekonomik kayıp yaklaşık 55 milyar avro olmuştur (Svetlana vd., 2015). Bu dönem içerisinde yaşanan taşkın olayları sırasında çok sayıda can kaybı (541 kişi) da yaşanmıştır. Bu yıllar arasında Avrupa'da yaşanan en ölümcül taşkınlar sıralamasında Türkiye (2006 yılı, 44 can kaybı), Romanya'dan (2005 yılı, 85 can kaybı) sonra ikinci sırada gelmektedir. Özellikle 2006 yılından günümüze kadar Türkiye'de can ve mal kaybına yol açabilecek birçok (2009, 2012, 2020, 2021, 2023) sel ve taşkın olayları yaşanmıştır. Bunlar içerisinde 2021 yılında Batı Karadeniz'de Sinop, Kastamonu ve Bartın illerinde etkili olan sağanak yağışla birlikte meydana gelen sel ve taşkın olaylarında toplam 82 vatandaşımız hayatını kaybetmiştir (URL-1).

İnsanlık tarihi boyunca, sel ve taşkın olaylarını ve etkilerini anlamak, değerlendirmek ve tahmin etmek için sürekli bir çaba sarf edilmiştir. Bu nedenle, taşkın modelleri bu amaca hizmet etmek için son yıllarda sıklıkla tercih edilen bir yöntemdir (Freer vd., 2011). Türkiye'de taşkınlarla ilgili bölgesel ve/veya yerel (Koçman vd., 1996; Turoğlu ve Özdemir, 2005; Sunkar ve Tonbul, 2010; Tonbul ve Sunkar, 2011; Zeybek, 2011; Özşahin ve Kaymaz, 2013; Avcı ve Sunkar, 2015; Bahadır, 2015; Fural vd., 2019; Sözer vd., 2019; Turoğlu ve Aykut, 2019; Ocak ve Bahadır, 2020; Ekmekcioğlu vd., 2021; Ertan vd., 2021; Özdemir ve Akbaş, 2023) ölçekte birçok kapsamlı çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar genel olarak taşkın alanlarının belirlenmesi, taşkınlara sebep olan yağış özelliklerinin ortaya konulması, havza morfometrisi, oluşum nedenleri, taşkınların boyutunun ve etkilerinin belirlenmesi hakkındaki konulara yöneliktir. Son yıllarda gelişen teknolojik imkanlar hem uzaktan algılama (UA) ve coğrafi bilgi sistemlerindeki (CBS) ilerlemelerden dolayı zamansal ve mekânsal farklılıkların ortaya konulmasına hem de taşkın riski haritalama ve taşkın modellemesi konusunda sistematik olarak çalışmaların artmasına imkân sunmaktadır (Ramkar ve Yadav, 2021). Kentsel ve kırsal alanları kapsayan bölgesel ve yerel taşkın modelleri, yağış-akış modelleri, taşkın tehlikesi ve taşkın risk analizleri, taşkın risk haritalaması, sel hasar değerlendirmesi, gerçek zamanlı sel tahmini konusunda yapılan çalışmalar giderek artmaktadır (Apel vd., 2006; Bhuiyan ve Dutta, 2012; Özdemir ve Akbaş, 2023). Bununla birlikte, birçok araştırmacı, CBS ile Saaty (1980) tarafından geliştirilen analitik hiyerarşi sürecini (AHS-AHP) (Sinha vd., 2008; Saaty ve Vargas, 2012; Danumah vd., 2016; Kabenge vd., 2017; Ekmekcioğlu vd., 2021; Ramkar ve Yadav, 2021; Oğuz vd., 2022; Kalbani ve Rahman, 2022) kullanarak taşkın risk modeli analizleri gerçekleştirmiştir. Bu

çalışmada Batı Akdeniz Havzaları içerisinde bulunan Eşen Çayı Havzası'nda meydana gelen taşkınların değerlendirilmesi ve CBS tabanlı bir yöntemle AHP yaklaşımı kullanılarak taşkın risk analizinin ortaya konulmasını amaçlamaktadır.

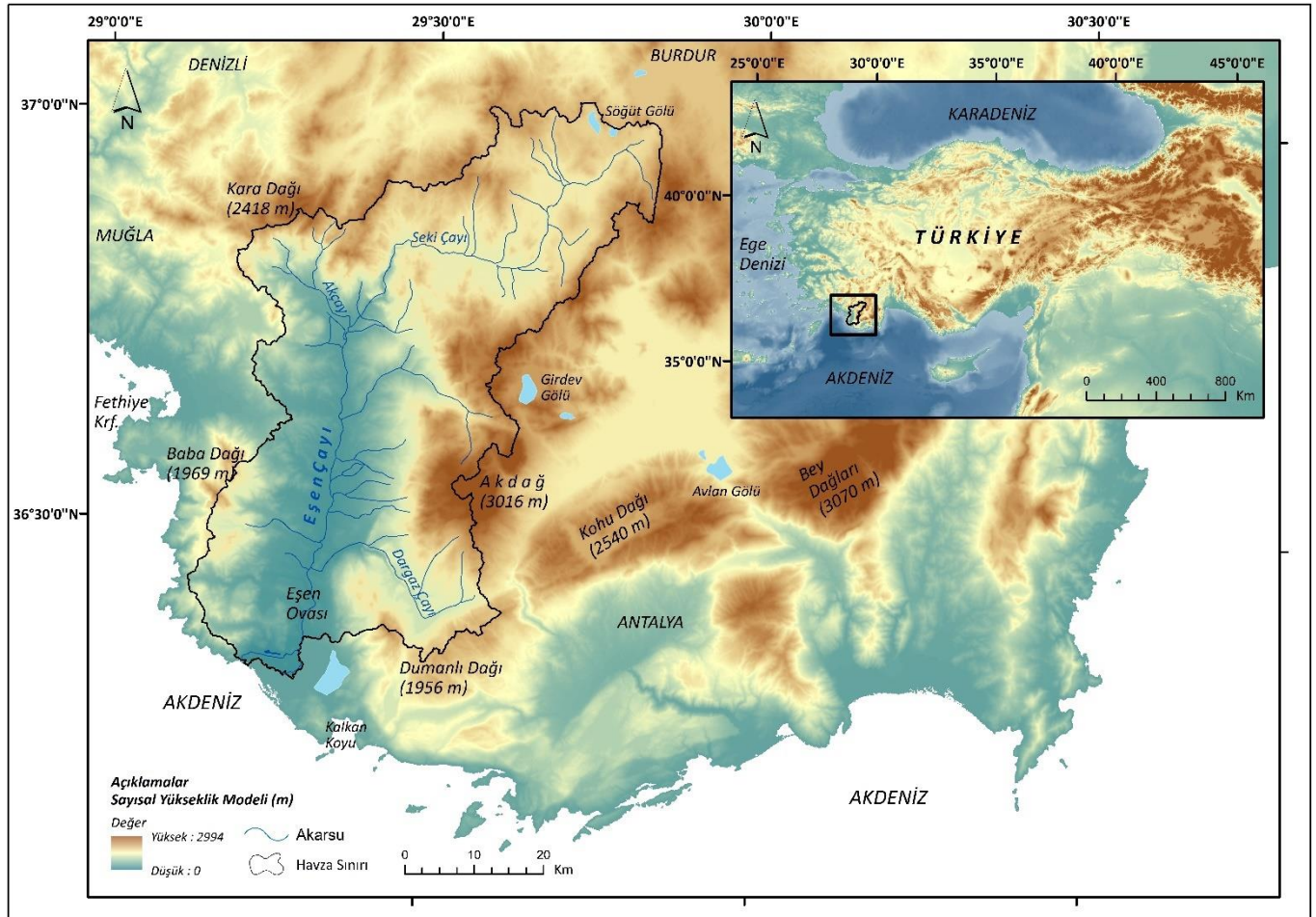
Eşen Çayı, kaynağını aldığı Söğüt Gölü'nün güneyi ve Kızılcadağ (2591 m) mevkisinden itibaren ilk olarak Seki Yaylası'na doğru güneybatı yönünde akış göstermektedir. Devamında havzayı sınırlandıran dağlık alanlardan çok sayıda küçük dereler ile birleşen Eşen Çayı, en büyük kolu olan Akçay ile birleştikten sonra güneye doğru yönelir. Genel olarak tektonik bir oluk içerisinde kuzey-güney yönlü akışa sahip olan Eşen Çayı, Akdeniz'e dökülene kadar Büyükdere, Akçay ve Karaçay Çayı (Dargaz) gibi önemli yan kolları bünyesine almaktadır. Son olarak Akdeniz'e yaklaştığı güney bölümünde ise Kınık Boğazı'ndan geçerek delta ovasına ulaşır (Şekil 1).

Güneybatı Anadolu'nun önemli bir akarsuyu olan Eşen Çayı, yaklaşık olarak 120 km uzunluğa, 2712 km²'yi bulan su toplama alanına ve 1800 m³/yıl su potansiyeline sahiptir (Bozyiğit, 1997). Eşen Çayı Havzası, 36° 20' 00"- 37° 10' 00" kuzey enlemleri ile 29° 10' 00"- 29° 50' 00" doğu boylamları arasında bulunmaktadır. Batı Toroslardaki Bey Dağları'nın batısında yer alan Eşen Çayı Havzası, yükselti değerleri 1000-3000 m arasında değişen dağlık kütleler tarafından sınırlandırılmaktadır. Havza morfografik olarak kabaca kuzeybatı-kuzeyde

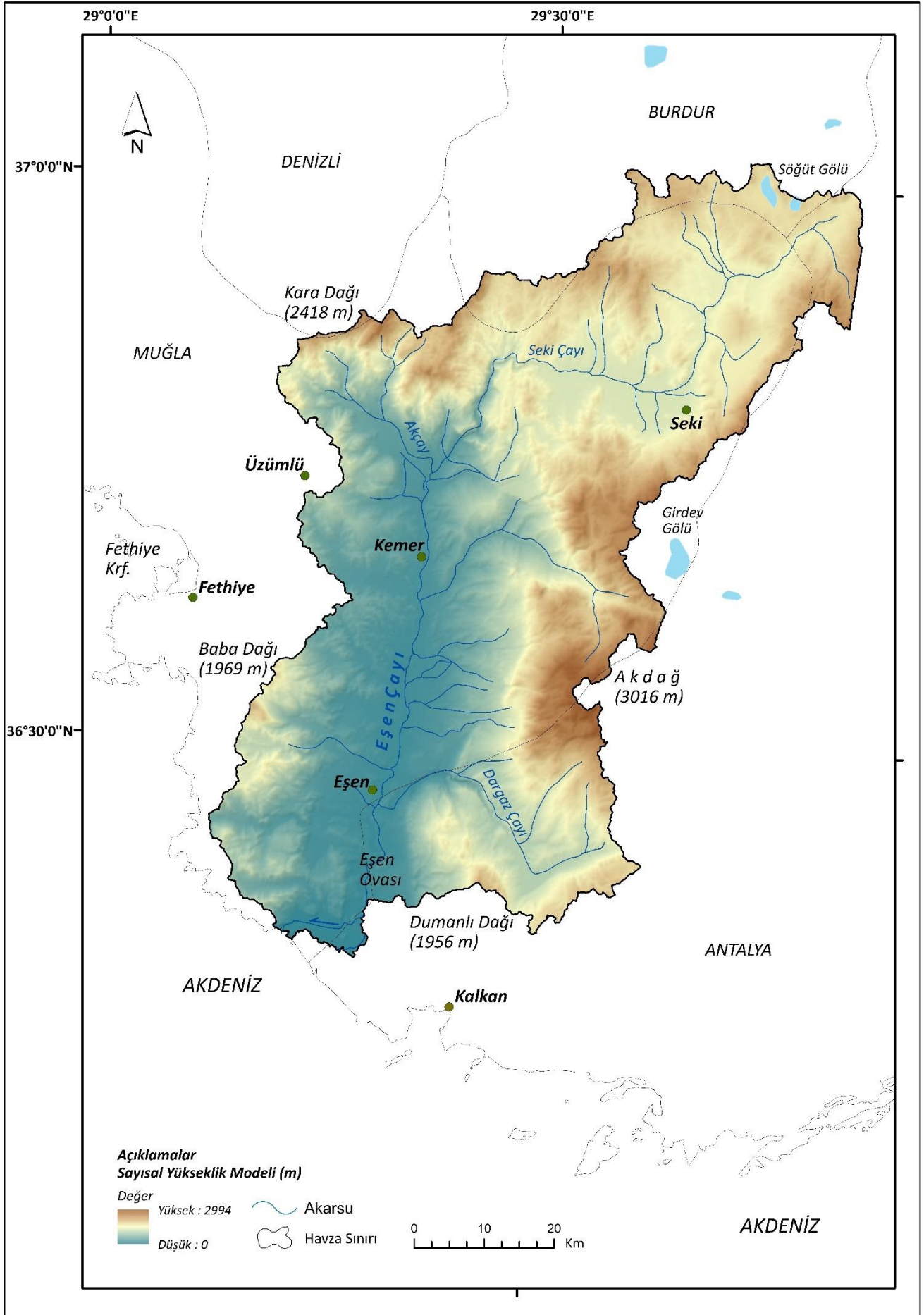
Kara Dağı, doğuda Akdağ, batıda Baba Dağ ve güneyde Akdeniz tarafından sınırlandırılmaktadır. Özellikle kuzeyde bulunan Boncuk Dağları havzayı Dalaman Çayı Havzası'ndan ayırmaktadır. Havzadaki en yüksek alanları Akdağ (3016 m), Kara Dağı (2418 m) Babadağ (1969 m) ve Dumanlı Dağ (1956 m) oluşturmaktadır (Şekil 2).

Eşen Çayı'nın kaynak kesiminde sularının berrak olmasına rağmen havzadaki toprak özelliklerinin kumlu ve humuslu bir özellik göstermesi suyun renginin bulanıklaşmasına ve çamurlu bir renge bürünmesine sebep olmuştur. Geçmiş dönemlerde (Yunan medeniyeti) "Sarı Nehir (Xanthos)" olarak adlandırılan Eşen Çayı'nın hemen yakınında Likya Birliği'nin dini merkezi olan Letoon şehri ve idari merkezi olan Xanthos ve Patara bulunmaktadır (Öner, 1997; Akbulut ve Öner, 2016) (Şekil 3).

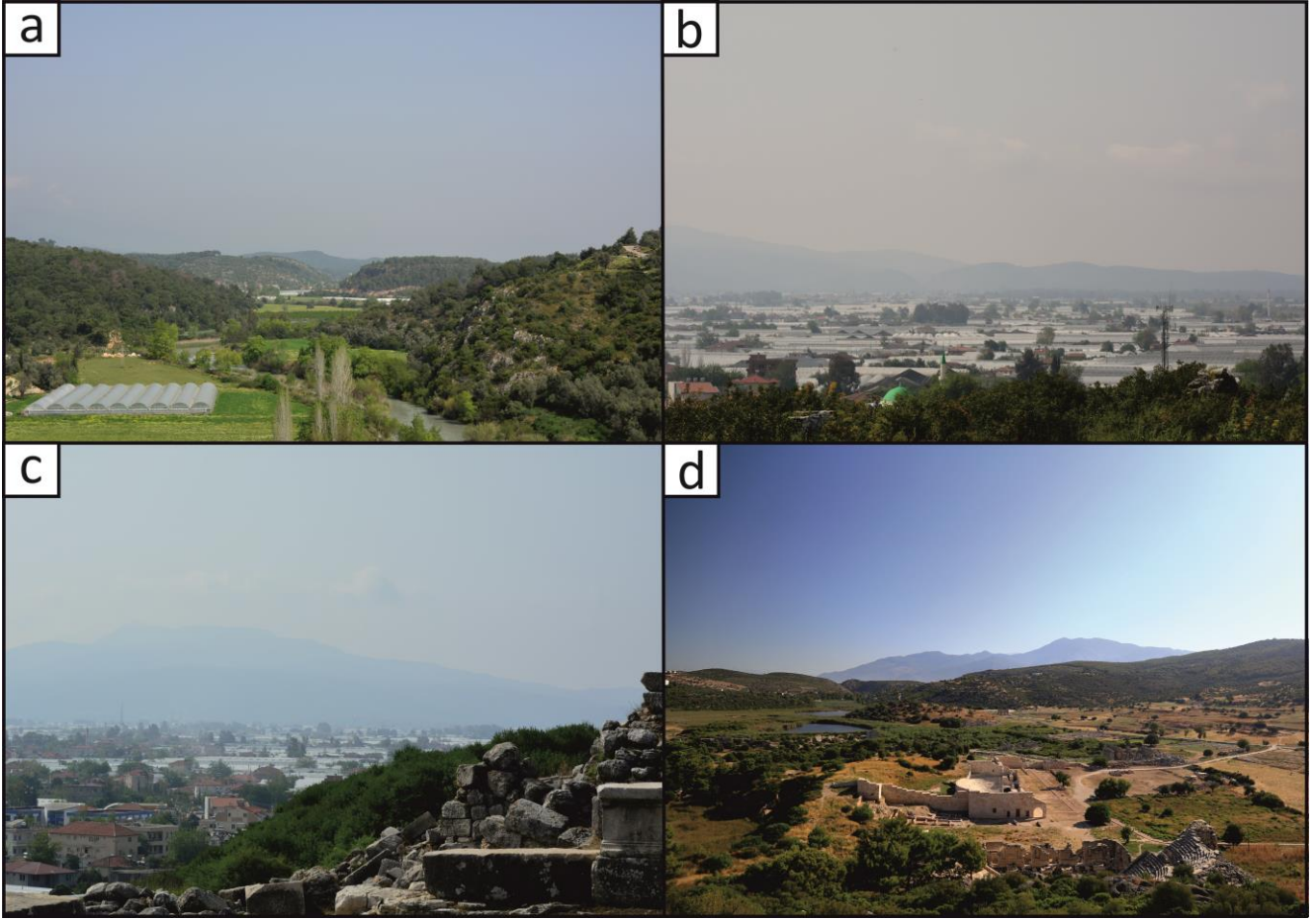
Bununla birlikte Eşen Çayı Havzası'nda jeomorfolojik açıdan oldukça önemli olan ovalar (Seki, Ortaköy, Kemer, Kabağaç-Kadıköy, Eşen Ovası ve Eşen Çayı delta ovası) ve kanyonlar (Karanlık Dere Kanyonu, Saklıkent Kanyonu, Kınık Boğazı gibi) bulunmaktadır. Bunlar içerisinde en dikkat çekici olanı Eşen Çayı'nın önemi bir kolu olan Karaçay Deresi tarafından açılan Saklıkent Kanyonu'dur. Saklıkent Kanyonu, 200 metre derinliğinde, 18 km uzunluğunda ve 1.000-1.100 metre yüksekliğinde oldukça dik vadi ve yamaçlara sahiptir (Şengün, 2011; URL-2) (Şekil 4).



Şekil 1. Eşen Çayı Havzası'nın yeri ve sınırları.



Şekil 2. Eşen Çayı Havzası'nın yükselti basamakları haritası.



Şekil 3. Eşen Çayı Havzası (a) içerisinde yer alan Kınık yerleşmesindeki sera alanları (b-c) ve Patara Antik Kenti (d).

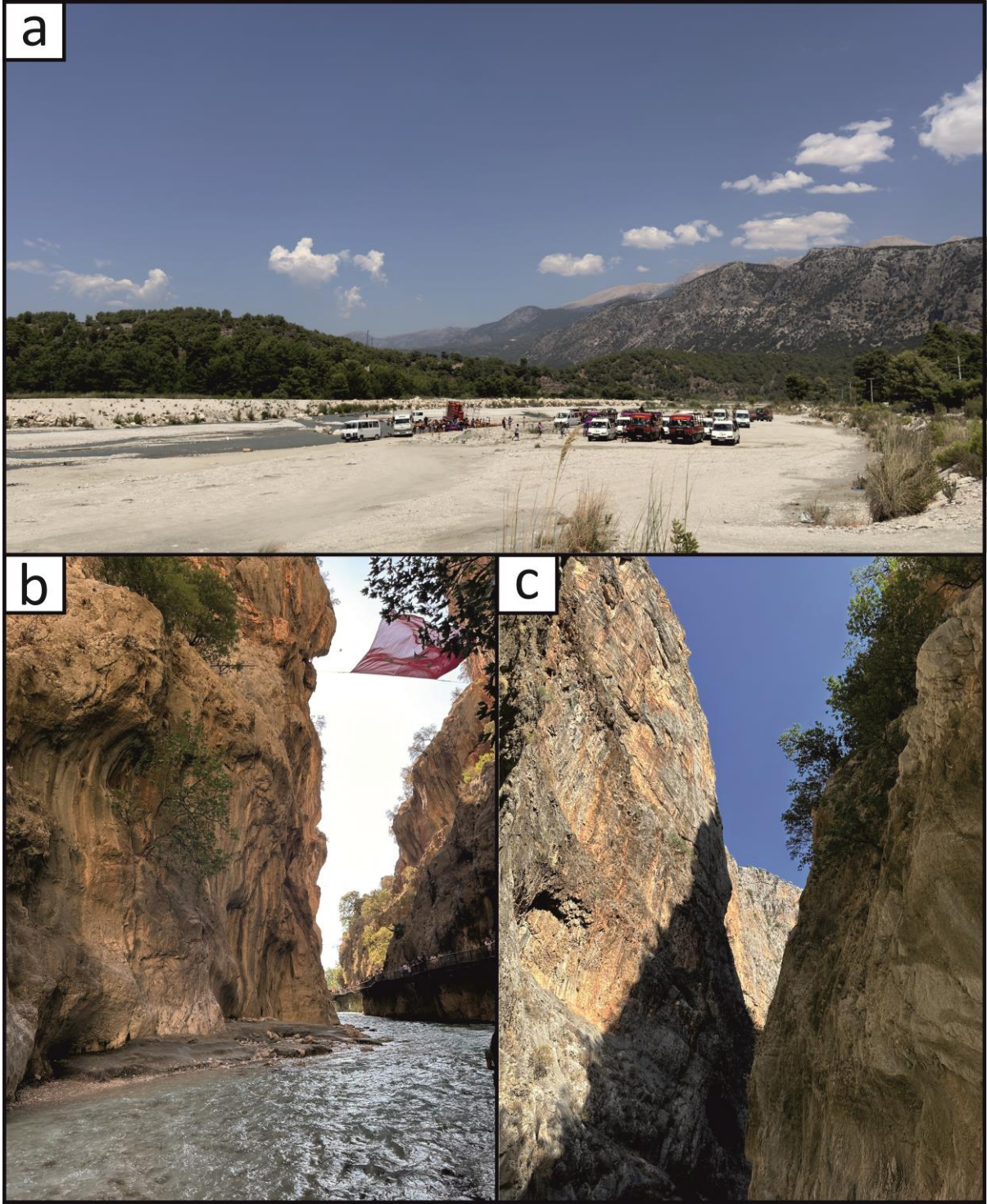
Eşen Çayı Havzası'ndaki tektonik, karstik ve flüvyal süreçlere bağlı oluşan ovalar önemli ziraat alanlarını oluşturmaktadır. Bu alanlar rölyef özellikleri bakımından genellikle yüksek sahalarla çevrili bir ova görünümündedir. Bu durum havzadaki taşkınların oluşumunda ve şiddeti üzerinde etkili olmaktadır. Nitekim akarsuların döküldüğü ovalar ile kaynağını aldığı yüksek sahalar arasında önemli yükselti farklarının bulunması (240-3024 m ve 1100-2250 m.) ve bu farkın kısa mesafede erişilmesi oldukça önemlidir. Eğimin azaldığı ova alanlarında akarsuyun yüksek akışlı olduğu dönemlerde tahliyenin kolay bir şekilde sağlanamamasından dolayı ya akarsuyun yatak değiştirmesine ya da taşkınların meydana gelmesine neden olmaktadır (Bozyiğit, 1997).

Eşen Çayı Havzası'nın suları kış aylarında bol, yaz aylarında ise nispeten daha azdır. Yağış, taşkınlar için gerekli olan suyu temin etmesi ve taşkınların meydana gelmesindeki zamanı ve süreyi belirlemesi açısından oldukça önemlidir. Nitekim kışın yağın yağmur miktarının fazla olması ve ilkbahar aylarında eriyen kar sularının Eşen Çayı ve kollarını beslemesi su miktarında artışa sebep olmaktadır. Böylece başta havza içerisindeki ova alanlarında sürdürülen tarımsal faaliyet ve alt havzalarda yoğun bir şekilde sürdürülen örtü altı sebze ve meyve yetiştiriciliği taşkınlardan dolayı etkilenmektedir.

2. Yöntem

Çalışma kapsamında 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü) ve topografya haritası (Harita Genel Müdürlüğü), CORİNE arazi örtüsü (CORİNE Land Cover-CLC), ALOS PALSAR (Advanced Land Observing Satellite) ve Google Earth Engine verileri kullanılmıştır. Bu doğrultuda ArcMap 10.5 programı aracılığıyla elde edilen 5 m çözünürlüğü sahip SYM (sayısal yükseklik modeli-DEM) verisi mekânsal analizlerin (hidroloji, yükseklik, eğim, bakı) gerçekleştirilmesinde ve havza alanının belirlenmesinde tercih edilmiştir.

Çalışma sahasının uzun dönemli yağış verilerini elde etmek için CHIRPS (Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station) ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne ait meteorolojik verilerden yararlanılmıştır. Özellikle su kaynakları yönetiminde kullanılması ve küresel ölçekte yüksek çözünürlüklü ve uzun dönemli (1981 ve sonrası) yağış verileri sunmasından dolayı CHIRPS verisi tercih edilmiştir. Bununla birlikte çalışma sahasının toprak özelliklerinin tespit edilmesi ve değerlendirilmesi açısından Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA) tarafından sağlanan "OpenLandMap USDA Soil Taxonomy Great Groups" verisinden faydalanılmıştır.



Şekil 4. Karacay Deresi vadisi (a) ve Saklıkent Kanyonu (b-c).

Araştırma sahasındaki taşkın risk analizinin ortaya konulabilmesi için CBS tabanlı bir yöntemle analitik hiyerarşi süreci (AHS/AHP-çok kriterli karar verme tekniği) kullanılmıştır. Analitik hiyerarşi süreci (AHP), Thomas L. Saaty tarafından 1980 yılında geliştirilmiştir (Erden ve Karaman, 2012). AHP, birden fazla kriter ve alternatifinin olduğu durumlarda, karar verme sürecini basitleştirmeyi ve mantıklı, ölçülebilir kararlar almayı amaçlamaktadır (Saaty, 1980). Bu teknik, seçilen parametrelerin her seviyede çift yönlü karşılaştırmasını içerir ve çeşitli faktörlerin birbirlerine göre göreceli önemini belirlemek için kullanılır (Sinha vd., 2008). Bu çalışmada, taşkına neden olan her bir faktörün etkisini anlamak için AHP tekniği kullanılmıştır. Bu süreç, sel ile

ilgili birden fazla veri setini inceleyebilme ve veri yetersizliği olan bölgelerde çift yönlü karşılaştırmalar yaparak karar vermeyi kolaylaştırma yeteneği nedeniyle tercih edilmiştir. En büyük değer en az önemli olanı, en düşük değer ise en etkili olanı temsil eder. Önemlerine göre, ağırlıklar 1'den 9'a kadar atanır. Saaty (1980) tarafından belirlenen derecelendirme ölçeği 1'den 9'a kadar değişir ve matrisin rastgele indeks değeri Şekil 5'te verilmiştir (Saaty 1980).

Bu doğrultuda ArcMap 10.5 programında taşkın riskinin kapsamlı bir şekilde sunulabilmesi için ilgili parametreler değerlendirmeye alınmıştır. Çalışma kapsamında yükseklik, eğim, bakı, akarsuya yakınlık, toprak özellikler, arazi kullanımı, yağış ve jeolojik

özellikler olmak üzere sekiz parametre dikkate alınmıştır. İlk olarak yükseklik, eğim, bakı, akarsuya yakınlık analizleri gerçekleştirilmiştir. Daha sonra bu verilere arazi kullanımı, yağış, toprak ve jeoloji verileri dahil edilmiştir (Şekil 5). Son olarak ArcMap 10.5 programında yer alan mekânsal analiz (Spatial Analyst Tools) aracındaki “Ağırlıklı Toplam (Weighed Sum)” sekmesi içerisinde bu veriler değerlendirilmiş ve çalışma sahasına ait nihai taşkın risk analizi haritası oluşturulmuştur.



Şekil 5. Analitik hiyerarşi sürecinin aşamaları ve önem ölçüğü (Saaty, 1980).

2.1. Taşkın afet risk analizi

Eşen Çayı Havzası'nın taşkın risk analizi analitik hiyerarşi yöntemi kullanılarak ortaya konulmuştur. Analiz sırasında havzaya ait yükseklik, eğim, bakı, yağış, arazi kullanımı, toprak, jeoloji ve akarsuya yakınlık değerleri olmak üzere toplamda 8 parametre tercih edilmiştir. Buna göre taşkın risk analizi oluşturulmuştur (Tablo 1).

2.1.1. Akarsuya yakınlık

Taşkın riskinin ortaya konulmasında akarsuya olan mesafe önemli bir parametredir. Bu doğrultuda havza içerisinde akarsu çevresine 250 metre mesafe aralıklarıyla CBS ortamında IDW tekniği uygulanmıştır (Şekil 6a). Elde edilen sonuçlar taşkın sırasında etki altında kalacak alanların belirlenmesinde ve risk yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi açısından önemlidir.

2.1.2. Yükseklik

Taşkın riskinin ortaya konulmasında etkili olan bir diğer faktör yükselti özellikleridir. Yükselti özellikleri, yağış miktarı ve sıcaklık değerlerini etkilemesi açısından

dolaylı bir etkiye sahiptir. Özellikle yükselti değerlerinin artması yağış miktarını artırmaktadır. Bu durum yüksekliğin arttığı alanlarda yağış miktarının artmasına ve havzanın toplam su miktarının artmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla bu durumdan yüzeysel akışa geçen su miktarı ve taşkın oluşumu etkilenmektedir.

2.1.3. Eğim

Taşkın riskinin ortaya konulmasında etkili olan bir diğer önemli parametre eğim özellikleridir. Arazi eğimi, suyun hareketini ve birikimini etkileyerek taşkın riski üzerinde önemli bir rol oynamaktadır (Aryal vd. 2020). Çalışma sahasındaki eğim özellikleri suyun yüzeydeki akışını ve potansiyel birikim alanlarını belirlemek amacıyla düz ve çukur alanlar, düz ve düze yakın alanlar, az eğimli alanlar, dik alanlar ve çok dik alanlar olmak üzere beş farklı sınıflandırmada ifade edilmiştir (Şekil 6c).

Eşen Çayı Havzası'nda düz ve çukur alanlar ile düz ve düze yakın alanlar toplam havza alanı (2528,46 km²) içerisinde yaklaşık olarak %40 (1122,91 km²) kadar alanı kapsamaktadır. Diğer büyük bir kısmı ise (%60) eğimli, dik ve çok dik eğimli alanları (1405,55 km²) oluşturmaktadır (Şekil 6c).

Bu durum, sadece eğim değerlerinin dikkate alınması sonucunda çalışma sahasının yaklaşık olarak %40'lık kesiminin taşkın riski altında olduğunu ortaya koymaktadır. Nitekim bu tür doğal afetler eğim değerlerinin düştüğü yerlerde etkisini daha fazla göstermektedir. Dolayısıyla çalışma sahasında çoğunlukla yerleşme ve ziraat alanı olarak değerlendirilen bu alanlar tehlike altındadır.

2.1.4. Bakı

Taşkın riskinin ortaya konulmasında etkili olan bir diğer önemli parametre bakı özellikleridir. Bakı, suyun toplanma ve akış yönleri üzerinde doğrudan bir etkiye sahip olduğundan dolayı sel ve taşkın risklerinin değerlendirilmesinde önemli yere sahiptir (Díez-Herrero ve Garrote, 2020). Ülkemiz açısından düşünüldüğü zaman yer aldığı konumu itibarıyla kuzeye bakan yamaçlar güneye bakan yamaçlara göre daha fazla yağış alırken, bitki örtüsü açısından çok daha zengindir. Bu durum çalışma sahası için de geçerlidir fakat Akdeniz iklim bölgesi içerisinde yer almasından dolayı çalışma sahası içerisinde bakı etkisi altında kalan alanlar (982,44 km²-%38,86) toplam alan içerisinde oldukça yüksektir (Şekil 6b). Bakı etkisi altındaki güney yamaçlarda yağış suları nispeten az ve bitki örtüsü zayıftır. Bu durum yağmur sularının çoğu zaman yüzeysel akışa geçmesine neden olmaktadır. Bununla birlikte Eşen Çayı'nın kuzeyden güneye doğru akış göstermesi de taşkın riskinin artmasında bir diğer önemli faktördür.

Tablo 1. Analitik hiyerarşi sürecinde tercih edilen parametreler ve özellikleri.

Parametreler	Alt Birimler	Alan (km ²)	Yüzde (%)
Yükseklik (m)	0-400	592,24	23,42
	401-800	324,41	12,83
	801-1200	428,65	16,95
	1201-1600	687,75	27,20
	1601-2000	332,86	13,16
	2001 +	162,89	6,44
Eğim (Derece)	0-5	560,44	22,17
	5-10	562,47	21,85
	10-15	574,12	22,71
	15-20	367,78	14,55
	20 +	473,60	18,73
Bakı	Düz (-1-1)	35,94	1,42
	Kuzey (1-22.5)	106,98	4,23
	Kuzeydoğu (22.5-67.5)	239,22	9,46
	Doğu (67.5-112.5)	285,85	11,31
	Güneydoğu (112.5-157.5)	323,84	12,81
	Güney (157.5-202.5)	317,44	12,56
	Güneybatı (202.5-247.5)	341,16	13,49
	Batı (247.5-292.5)	411,65	16,28
	Kuzeybatı (292.5-337.5)	348,78	13,8
Kuzey (337.5-360)	117,31	4,64	
Toprak	Alüvyal Topraklar	63,20	2,50
	Çıplak Kaya ve Molozlar	1399,72	55,45
	Kahverengi Orman Toprakları	560,26	22,19
	Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları	86,48	3,42
	Kırmızı Akdeniz Toprakları	249,72	9,89
	Kolüvyal Topraklar	165,64	6,55
Jeoloji	Kuvaterner (Alüvyon, yamaç moluzu, birikinti konisi)	479,09	18,95
	Pliyosen (Kireçtaşı, çakıltası-kumtaşı-çamurtaşı)	193,28	7,64
	Miyosen (Killi kireçtaşı, çakıltası-kumtaşı-çamurtaşı)	38,00	1,5
	Orta Eosen-Alt Miyosen (Kumtaşı-çamurtaşı)	319,15	12,62
	Eosen (Kumtaşı-çamurtaşı-kireçtaşı)	2,68	0,11
	Üst Paleosen-Orta Eosen (Bres, kumtaşı, volkanit-çökel kaya)	42,47	1,68
	Kretase (Andezit, peridotit, çörtlü kireçtaşı, çakıltası)	399,28	15,79
	Jura-Kretase (Çörtlü kireçtaşı)	575,10	22,74
	Jura (Kireçtaşı)	149,15	5,90
	Triyas (Kireçtaşı, kumtaşı-çamurtaşı, bazalt)	325,55	12,88
Permien (Kireçtaşı, dolomit)	3,96	0,16	
Karbonifer (Kireçtaşı)	0,75	0,03	
Arazi Kullanımı	Bataklıklar ve Sulak Alanlar	0,43	0,05
	Kentsel Alanlar	2,25	0,26
	Meralar	7,22	0,83
	Meyve Bahçeleri	8,59	0,98
	Sahiller, Kumsallar ve Kumluklar	12,19	1,39
	Zeytinlikler	14,45	1,65
	Karışık Ormanlar	32,33	3,70
	Sürekli Sulanan Alanlar	62,35	7,13
	Doğal Çayırliklar	113,51	12,98
	Çıplak Kaya	155,54	17,79
	Sulanmayan Karışık Tarım	204,64	23,41
	Sklerofil Bitki Örtüsü	260,87	29,83
	Yağış (mm)	403-450	600,68
451-750		425,59	16,93
751-1150		625,10	24,86
1151-1500		626,01	24,90
1501-1866		236,78	9,42
Toplam		2528,46	100

2.1.5. Toprak özellikleri

Taşkın riski üzerinde etkili olan bir diğer önemli parametre toprak özellikleridir. Çalışma sahasında kırmızı Akdeniz toprakları, kireçsiz kahverengi orman toprakları, kestane rengi topraklar ve alüvyal topraklar ile çıplak kaya ve molozlar yer almaktadır.

Eşen Çayı Havzası'nda en fazla yayılışa sahip toprak grubu çıplak kaya ve molozlardır. Bu grup toplam havza alanı (2528,46 km²) içerisinde yaklaşık olarak %55 (1399,72 km²) kadar alanı kapsamaktadır. Bu durum, yağmur sularının doğrudan yüzeysel akışa geçmesine ve hızlı hareket etmesine neden olmaktadır. Diğer büyük bir kısmı ise kahverengi orman toprakları (%22) ve kırmızı Akdeniz toprakları (%10) oluşturmaktadır. Havza içerisinde en az yayılışa sahip toprak grupları alüvyal topraklar ve kireçsiz kahverengi orman topraklarıdır (Şekil 6d). Özellikle çalışma sahasındaki alüvyal topraklar Eşen Çayı ovasında ve vadi tabanlarında görülmektedir.

2.1.6. Arazi kullanımı

Akarsu havzalarındaki sel ve taşkın olaylarının meydana gelmesinde iklim özellikleri, havzanın morfolojik ve jeolojik durumu, topografik yapısı, morfometrik özellikleri, toprak yapısı ve bitki örtüsü gibi fiziki coğrafi faktörler etkili faktörler olarak sayılabilmektedir. Bunun yanı sıra, taşkın olaylarının bir doğal afet haline gelmesi için beşerî coğrafi faktörler de oldukça önemlidir. En önemli beşerî faktör antropojenik faaliyetlerdir. Yanlış ve plansız arazi kullanımı, orman ve tarım alanlarının tahrip edilmesi, şehirleşme, akarsu yataklarındaki yapılaşma gibi birçok beşerî faaliyet sızmanın azalmasına ve yüzeysel akış miktarının artmasına neden olmaktadır. Özellikle taşkın riski üzerinde etkili olan arazi kullanımı suyun yüzeysel akışını ve suların birikme durumunu etkilemesinden dolayı taşkın olaylarının seyrini belirlemektedir (Karabulut vd., 2020). Eşen Çayı suları çoğunlukla içme suyu, sulama ve enerji ihtiyacının karşılanması amacıyla kullanılmaktadır. Eşen Çayı üzerindeki hidroelektrik santrali, tarım ve balıkçılık faaliyetleri suyun miktarında önemli değişikliklere sebep olmaktadır.

Çalışma sahasındaki arazi kullanımı özellikleri CORİNE arazi sınıflandırmasına göre değerlendirilmiştir. Bu sınıflandırmaya göre çalışma sahası içerisindeki bataklıklar ve sulak alanlar, kentsel alanlar, sahiller, zeytinlikler, doğal çayırliklar, mera alanları, sürekli sulanan alanlar, çıplak kaya, sulanmayan karışık tarım ve sklerofil bitki örtüsü bulunmaktadır. Bunlar içerisinde sklerofil bitki örtüsü (%30), sulanmayan karışık tarım (%23) ve çıplak kaya (%18) en fazla yayılışa sahip arazi türleridir. Tarım ve çıplak yüzeylerin varlığı suların yüzeysel akışa geçme durumunu belirlemesinden dolayı sel/taşkın afet riskini artırıcı yönde etki etmektedir. Bunun yanı sıra, sklerofil bitki örtüsünün varlığı suyun bitkiler tarafından tutulmasına ve doğrudan yüzeysel akışa geçmemesine neden olmaktadır (Şekil 6e).

2.1.7. Yağış özellikleri

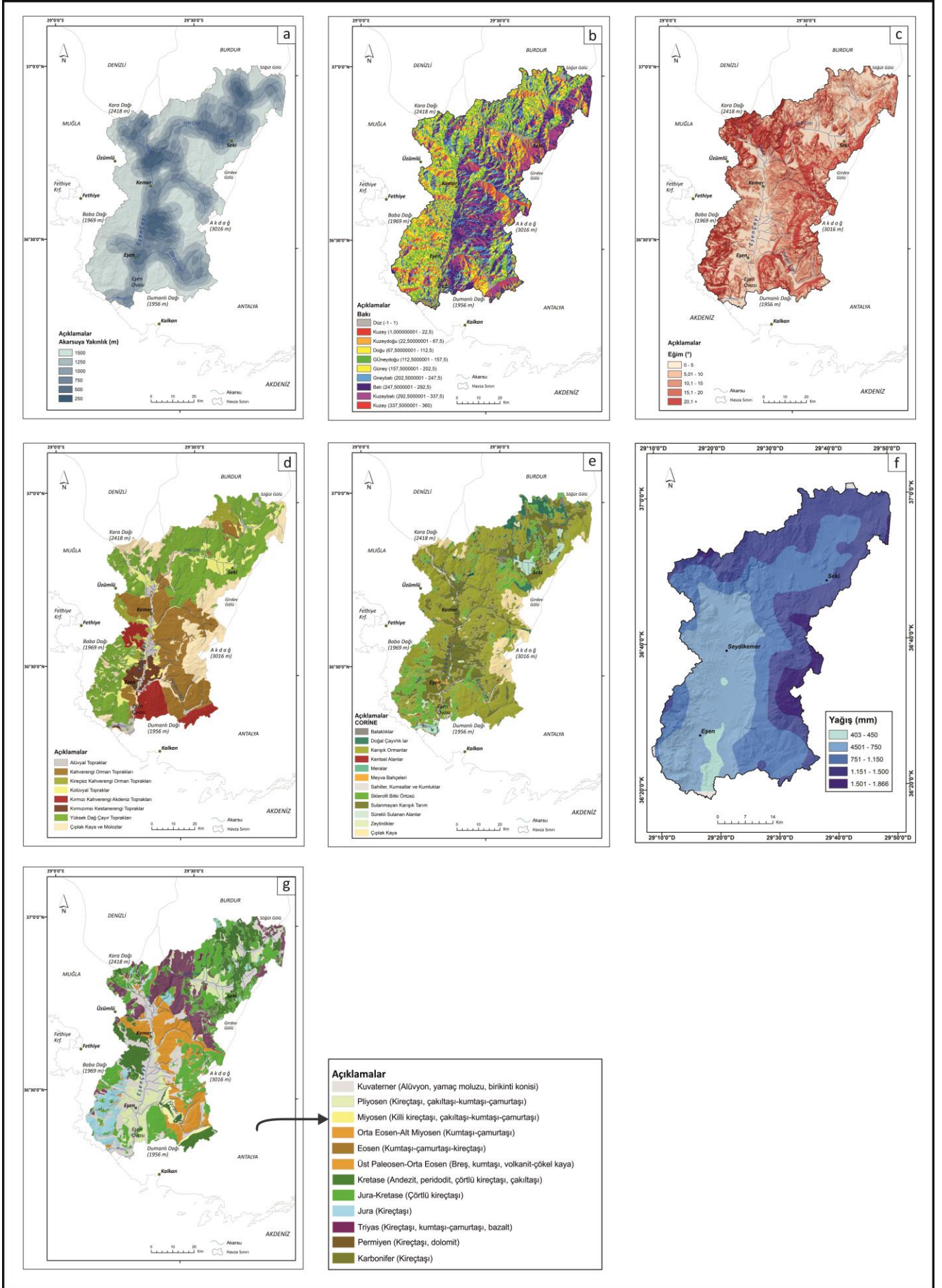
Taşkın riskinin belirlenmesinde etkili olan en önemli parametrelerden birisi yağış özellikleridir. Yağışın şekli ve süresi taşkın meydana gelmesinde oldukça önemlidir. Özellikle yağışın şekli, suların yüzeysel akışa geçme durumunu belirlemesinden dolayı taşkın oluşumunu kontrol etmektedir (Ocak ve Bahadır, 2020). Havzada yağış özelliklerinin ortaya konulabilmesi için IDW tekniği (natural breaks classification) kullanılmış ve 5 kategori oluşturulmuştur. Sınıflandırmaya göre Eşen Çayı Havzası içerisinde yüksek kesimlerde yağış miktarının fazla, buna karşılık vadi tabanında ve alçak kesimlerde nispeten daha az olduğu görülmektedir. Yağış miktarı, havzanın aşağı çığırında 400-450 mm arasında iken yukarı çığırlarda 1500 mm'nin üzerindedir. Bu durum, havzanın yukarı çığırlarından itibaren toplanan yağış sularının aşağı çığırda önemli bir kütleye eriştiğini ve yıkıcı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir (Şekil 6f).

2.1.8. Jeolojik özellikler

Taşkın riskinin ortaya konulmasında etkili olan bir diğer önemli parametre ise jeolojik özelliklerdir. Jeolojik birimler, suyun yeryüzünde ve yeraltındaki akış hızını belirleyen temel faktörler arasındadır. Özellikle geçirimsiz birimler yağış sularının önemli bir kısmının yüzeysel akışa geçmesine ve taşkın riskinin artmasına sebep olmaktadır.

Eşen Çayı Havzası'nda Mesozoyik döneminden Kuvaterner dönemine kadar çeşitli yaşta kayalar yüzeylenmektedir. Havzadaki litolojik yapıyı meydana getiren kayalar çoğunlukla karbonatlı kayalar, ofiyolitler, kireçtaşları ve alüvyonlardır (Şekil 6g). Havzanın kuzeyinde karbonatlı kayalar bulunurken daha alçak yerlerde (Fethiye-Kemer arasında) ofiyolitler yer almaktadır. Bunun yanı sıra Baba Dağı, Sandık Dağı ve Dumanlı Dağ gibi kütleler kireçtaşlarından oluşmaktadır. Eşen Çayı Havzası'nın doğusundaki ve Batı Torosların en yüksek alanlarından birisi durumundaki Akdağ ise allokon kireçtaşlarından meydana gelmektedir (Akbulut ve Öner, 2016) (Şekil 6g). Bu durum uzun mesafeler kat eden akarsuların nispeten kolay aşınabilen ofiyolitli ve fliş serileri aşındırarak bünyelerine almasına ve eğim değerlerinin azaldığı yerlerde biriktirmesine sebep olmaktadır. Böylece akarsu yatağı hızla dolmakta ve normal akış engellenerek çevreye taşması söz konusu olmaktadır.

Yukarıda bahsedilen akarsuya yakınlık, yükseklik, eğim, baki, yağış, toprak, arazi kullanımı ve jeoloji faktörleri çalışma sahasının taşkın riskini ortaya koyabilmek adına yeniden sınıflandırılmaya tabi tutulmuştur (Şekil 6). Bu sınıflandırma neticesinde her bir faktör taşkına etki eden ağırlık değerlerine göre en etkili faktör, orta derecede etkili faktör ve en az etkili faktör olarak yeniden değerlendirilmiştir. Buradaki faktörler ve ağırlık değerleri taşkın riskine olan katkıları ve önem derecelerini yansıtmaktadır. Nitekim değerlendirme sonucunda çalışma sahasına ait nihai taşkın modeli oluşturulmuştur.



Şekil 6. Taşkın risk modelinde kullanılan parametreler: akarsuya yakınlık (a), bakı (b), eğim (c), toprak özellikleri (d), arazi kullanımı (e), yağış (f) ve jeoloji özellikleri (g).

3. Bulgular

Batı Akdeniz Havzası'nda geçmişten günümüze 142 adet taşkın olayı kayıt altına alınmıştır (Tarım ve Orman Bakanlığı, Batı Akdeniz Havzası Taşkın Yönetim Planı, 2019). Bu taşkınlar, birçok can kaybına ve havza ekonomisi için önem arz eden tarım ve turizm faaliyetlerinin sekteye uğramasına neden olmuştur (Tarım ve Orman Bakanlığı, Batı Akdeniz Havzası Taşkın Yönetim Planı, 2019). Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından 2019 yılında Batı Akdeniz Havzası'nda farklı zamanlarda yaşanan taşkın felaketlerinin planlanması için taşkın yönetim planının hazırlanması ve taşkın risk ön değerlendirilmesinin yapılmasına yönelik çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Fakat bu çalışmalar bölgesel olarak fikir verirken Eşen Çayı Havzası açısından oldukça sınırlı bilgiler içermektedir. Bu çalışmada Eşen Çayı Havzası'nda olası bir taşkın sonrasında taşkın riski altında olan alanlara dair modelleme çalışması yapılarak taşkın yayılım alanlarını ve çeşitli parametrelerin bir arada değerlendirilmesi sonucunda taşkın risk haritasının hazırlanması hedeflenmiştir.

Eşen Çayı Havzası'nda meydana gelen ve kayıt altına alınan taşkınlar DSİ (Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü) tarafından hazırlanan envanter verilerine göre ifade edilmiştir (Tablo 2). Doğrudan havza içerisinde can kaybı ve büyük bir ekonomik kayıpla sonuçlanan iki büyük taşkın olayı yaşanmıştır. Özellikle 1974 yılında Eşen Çayı'nın yukarı havzasındaki Seki Çayı vadisi içerisinde yaşanan taşkın olayı sonucunda 5 vatandaşımız hayatını kaybetmiş ve büyük bir ekonomik kayıp yaşanmıştır. Daha sonra 2014 yılında Saklıkent Kanyonunun yakınlarında Karaçay vadisi içerisinde yaşanan taşkın olayında 2 vatandaşımız hayatını kaybetmiştir. Bunun yanı sıra son olarak 2016 yılında Seydikemer'de yaşanan taşkın olayı da bölgedeki önemli tahribatların yaşanmasına neden olmuştur (Tablo 2).

Eşen Çayı Havzası hem Akdeniz iklim bölgesi içerisinde yer almasından dolayı hem bulunduğu konumu itibarıyla hem de fiziki ve beşerî coğrafya özellikleri bakımından taşkın olaylarının yaşanması için uygun şartlara sahiptir. Bu çalışmada elde edilen bulgulara göre havzanın risk profil durumu Eşen Çayı'nın Akdeniz'e döküldüğü güney bölümünden itibaren başlayarak iç kesimlere doğru devam etmektedir. Genel olarak değerlendirildiği zaman Eşen Çayı, Akçay ve Karaçay'ın vadi tabanları ile Eşen Ovası çok yüksek taşkın riski altındaki alanlardır. Buna karşılık Eşen Çayı Havzası'nın yukarı çığı, dağlık alanlar ve yerleşmenin seyrek olduğu kesimler taşkın riskinin nispeten orta veya düşük olduğu alanları teşkil etmektedir (Şekil 5). Özellikle Eşen Ovası yakınlarındaki Letoon ve Kumluova

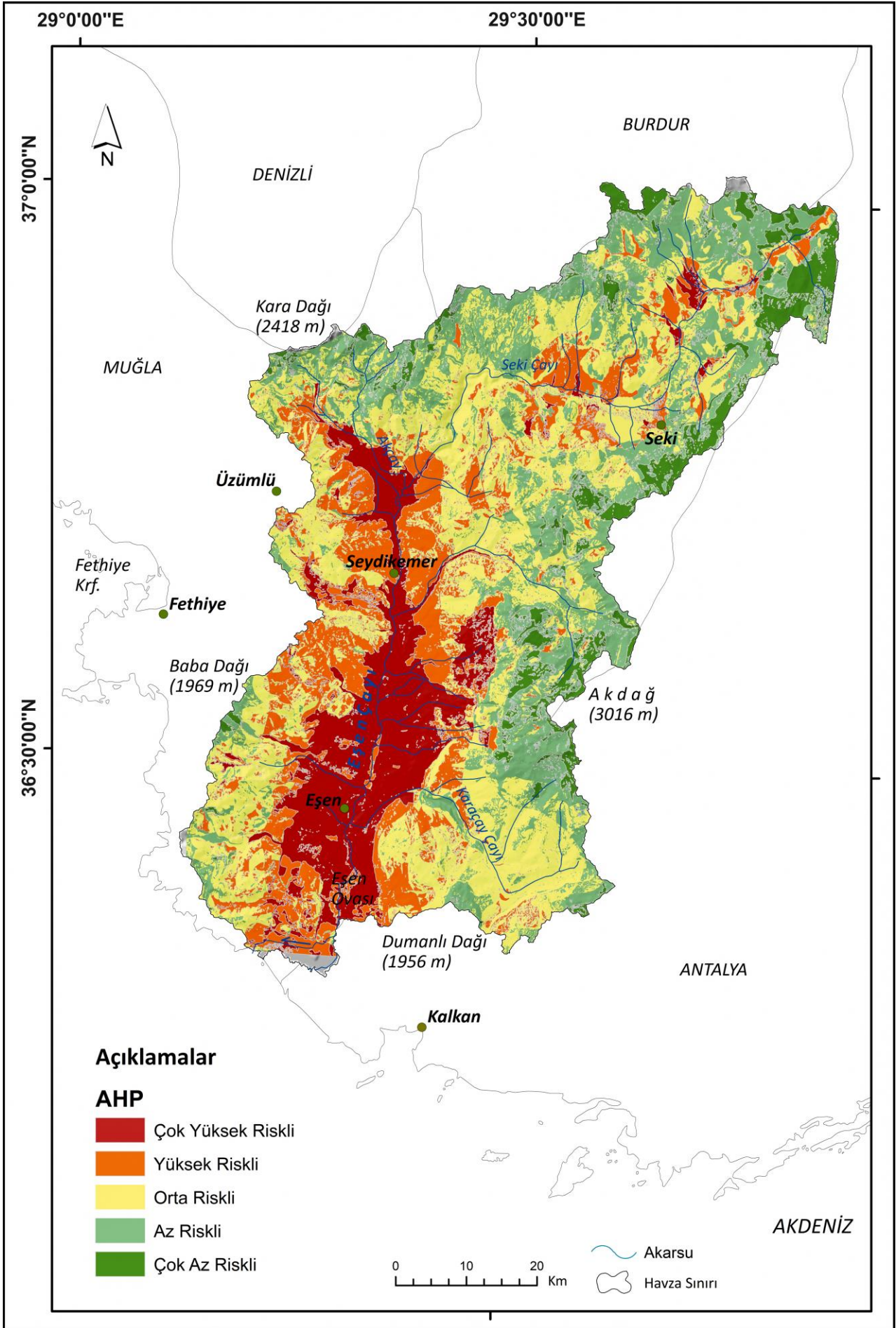
mevkiinde, Eşen ve Kınık yakınlarında su akışının yoğun olduğu ve taşkın potansiyelinden dolayı yüksek ve çok yüksek riskli alanlar içerisinde yer aldığı görülmektedir. Bu bölgeler, Eşen Çayı'nın ve diğer mevsimlik akarsuların etkisi altında kalarak, yoğun yağışlarda su baskını riski taşıyan alanlar olarak dikkat çekmektedir. Havzanın iç kesimlerine doğru ilerledikçe (Demirler, Korubükü, Palamut yerleşmesi yakınları gibi) risk durumunun stabil olarak devam ettiğini ve özellikle Eşen ve Seydikemer arasında, Saklıkent Kanyonu ve yakın çevresinde, Karanlık içi Kanyonu ve yakın çevresinde, Küçükklü-Kayabaşı arasındaki akarsu vadisinde sel ve taşkın olaylarının meydana gelmesi açısından çok yüksek riskli bölgeler olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra, Çaltılar, Doğanlar ve Bekçiler gibi yerleşim bölgeleri de taşkın olayları açısından göz ardı edilmemesi gereken alanlar içerisinde yer almaktadır. Buna karşılık havzanın yukarı çığı, havzayı sınırlandıran yüksek dağlık alanlar ve Seki yakınlarında taşkın risk durumunun azaldığını söylemek mümkündür (Şekil 7).

Havzada yaklaşık olarak 2.505,01 km²'lik bir alan taşkın risk analizine tabi tutulmuştur. Bu sonuçlara göre havzanın toplam alanı içerisinde çok az riskli alanların (189,42 km²) payının oldukça düşük olduğu görülmektedir. Buna karşın az riskli (567,8 km²), orta riskli (821,37 km²), yüksek riskli (561,74 km²) ve çok yüksek riskli (364,68 km²) alanların yüksek olduğu dikkati çekmektedir. Toplam havza alanı içerisinde yüksek riskli (%22) ve çok yüksek riskli (%15) alanların payının yaklaşık olarak %37 olduğu düşünüldüğünde riskli alanların göz ardı edilemeyecek kadar önemli bir paya sahip ve dikkatle izlenmesi gereken alanlardır (Tablo 3).

Son olarak, bu çalışmada Avrupa Komisyonu'nun Ortak Araştırma Merkezi tarafından Copernicus Programı çerçevesinde geliştirilen, Landsat görüntülerinden türetilen ve küresel ölçekte 1984 ile 2021 yılları arasında yüzey suyunun zamansal ve mekânsal dağılımının farklı yönlerini göstermekte olan Global Surface Water (Küresel Yüzey Suyu) verileri de kullanılmıştır. Bu veriler daha önceki zamanlarda yaşanan taşkın olaylarını göstermesi açısından oldukça önemlidir. Nitekim bu veriler neticesinde önceki yıllarda gözlemlenen taşkın olaylarının bu çalışmada elde edilen taşkın risk alanları ile benzer yerleri göstermesi bakımından oldukça önemlidir (Şekil 8). Bu durum, 37 yıllık kapsamlı veri setinin tarihsel olarak taşkın olaylarının tekrarlama risklerini anlamamıza ve risk analizi sonucunda elde edilen riskli alanları bu veriler ile karşılaştırma yaparak değerlendirmemize imkân sağlamaktadır.

Tablo 2. Eşen Çayı Havzası'nda yaşanan taşkın olayları.

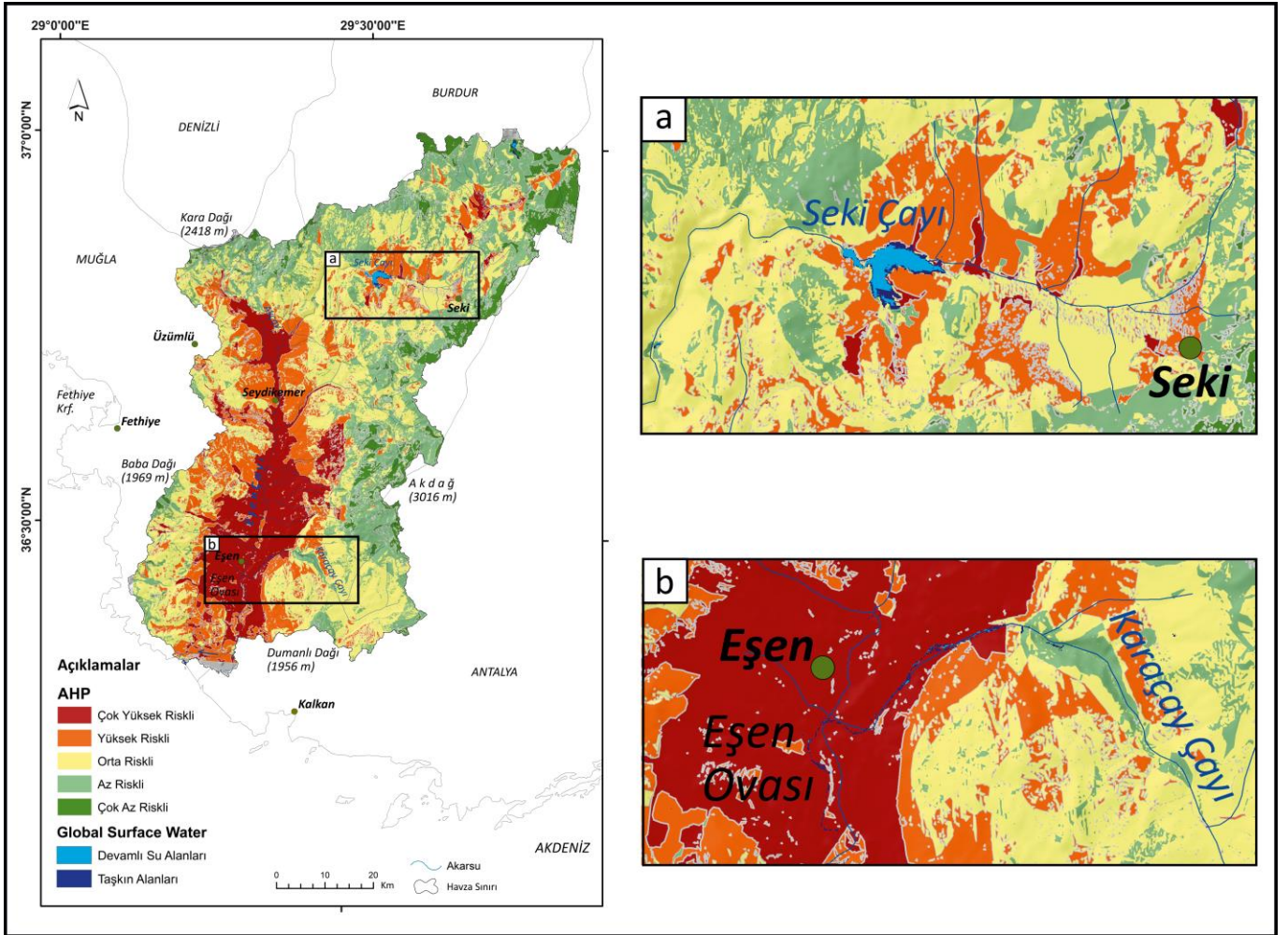
Taşkın Yılı	Taşkın Tarihi	Taşkın Yeri	Akarsu	Can Kaybı
1974	28.08.1974	Muğla-Fethiye-Seki	Seki Çayı	5
2014	20.07.2014	Muğla-Seydikemer-Saklıkent	Karaçay	2
2016	23.09.2016	Muğla-Seydikemer	Eşen Çayı	0



Şekil 7. Çalışma sahasının taşkın risk analizi haritası.

Tablo 3.Taşkın risk analizi sonucunda elde edilen risk gruplarının özellikleri.

Risk Grubu	Alan (km ²)	Yüzdellik (%)
Çok Az Riskli	189.42	7.57
Az Riskli	567.8	22,67
Orta Riskli	821.37	32.78
Yüksek Riskli	561.74	22.42
Çok Yüksek Riskli	364.68	14.56
Toplam	2.505,01	100



Şekil 8. Global Surface Water verileri ile taşkın risk analizi sonucunda elde edilen verilerin karşılaştırılması. Açık mavi ve mavi renkle temsil edilen alanlar geçmiş taşkın olaylarının olduğu alanları göstermektedir. Bunun yanı sıra kırmızı renkle ifade edilen alanlar yüksek taşkın risk alanları ifade etmektedir.

4. Sonuçlar

Bu çalışmada, Eşen Çayı Havzası'nda meydana gelebilecek olan sel ve taşkın olaylarını değerlendirmek amacıyla CBS tabanlı bir yöntemle AHP çok kriterli karar verme tekniği kullanılarak taşkın risk analizi gerçekleştirilmiştir. Taşkın olaylarının meydana gelmesinde etkili olan fiziki ve beşerî coğrafi faktörler değerlendirilmiş ve CBS ortamında analize dahil edilmiştir. Genel olarak, topografik özellikler, yıllık ortalama yağış miktarı, arazi kullanımı gibi sel hassasiyetine dayalı olarak 8 parametre dikkate alınmış ve ağırlıklı toplam yöntemi kullanılarak nihai taşkın risk analizi ArcMap 10.5 programında hazırlanmıştır. Özellikle, AHP ile tercih edilen çok kriterli analiz, veri yetersizliği olan bölgelerdeki büyük veri setlerini yönetme konusunda oldukça faydalı bilgiler sağlamaktadır.

Elde edilen analiz sonuçları, toplam havza alanı içerisinde 189,42 km²'lik bir alanın (%7) çok az riskli, 567,8 km²'lik alanın (%23) az riskli, 821,37 km²'lik bir alanın (%33) orta riskli, 561,74 km²'lik bir alanın (%22) yüksek riskli ve 364,68 km²'lik bir alanın (%15) ise çok yüksek riskli alanlar olduğunu göstermiştir. Bu alanlar içerisinde Eşen Çayı, Akçay ve Karaçay'ın vadi tabanları ile Eşen Ovası çok yüksek riskli taşkın alanlarını oluşturmaktadır.

Eşen Çayı vadisinde geçmişten günümüze kadar sel ve taşkın olayları meydana gelmekte ve taşkın suları geniş alanları etkilemektedir. Çalışma sahasında kayıtlara geçen can ve mal kaybı ile sonuçlanan en büyük taşkın afetlerinden birisi 28 Ağustos 1974 yılında Seki Çayı'nda meydana gelen taşkın olayıdır. Bir diğer can ve mal kaybı ile sonuçlanan taşkın afeti ise 20 Temmuz 2014 yılında Karaçay'da meydana gelen taşkın olayıdır. Bu taşkın olayları havza içerisinde can kaybı (toplamda 7 kişi) ile sonuçlanan afetlerdir. Bunun yanı sıra 9 Eylül 2016 yılında Eşen Çayı vadisi içerisinde Seydikemer'de meydana gelen taşkın olayı ise önemli mal kayıpları ile sonuçlanmıştır.

Taşkın olayları sonucunda yerleşim yerlerinin büyük bölümünü etki altında kalmaktadır. Bununla birlikte önemli tarım alanları taşkın olaylarından etkilenmektedir. Taşkın derinliği ve su hızının yüksek olduğu tarım alanlarında ve yerleşim yerlerinde tehlike derecesinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, sel ve taşkın yönetimi stratejilerinin geliştirilmesinde öncelikli olarak yüksek ve çok yüksek riskli bölgelerin ele alınması gerektiğini göstermektedir. Nitekim çalışmanın sonuçlarına dayanarak, CBS destekli AHP'nin, geniş bir alanı kapsayan karmaşık problemleri ele almak için basit bir yol sunduğunu söylemek mümkündür.

Sonuç olarak, su kaynaklarının akılcı ve bütüncül bir yaklaşımla sürdürülebilir şekilde yürütülmesi amacıyla, havza ölçeğinde yönetim planlarının hazırlanması gerekmektedir. Bu havzalar içerisinde öncelikle taşkın riski yüksek havzalarda Taşkın Tahmini ve Taşkın Erken Uyarı Sistemi'nin kurulması ve/veya kurulmaya devam etmesi, devamında ise ülkemizdeki bütün havzalarda hayata geçirilerek yaygınlaştırılması önem arz etmektedir. Eşen Çayı Havzası'nda su seviyesinin anlık olarak izlenebilmesi ve kritik seviyelerde uyarı verilebilmesi için sürekli akım ölçüm kayıtlarının

tutulması ve Taşkın Tahmini ve Taşkın Erken Uyarı Sistemi'nin havza içerisinde kurulması oldukça önemlidir. Böylece gerek yerleşim ve turizm yerlerinde gerekse tarım alanlarındaki vatandaşlarımızın can ve mal kaybının önlenmesi adına önemli bir adım atılmış olacaktır.

Araştırmacıların katkı oranı

Ebubekir Karakoca: Literatür taraması, Arazi çalışması, Modelleme, Makale yazımı, Düzenleme; **Ali Ünver:** Literatür taraması, Modelleme

Çatışma Beyanı

Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Akbulut, H., & Öner, E. (2016). Antik Patara kentinde paleocoğrafya ve jeoarkeoloji araştırmalarına paleontolojik analizlerin katkısı. *PHILIA, Suppl. 1*, 33-59.
- Apel, H., Thieken, A.H., Merz, B. vd., (2006). A probabilistic modelling system for assessing flood risks. *Natural Hazards*, 38, 79-100. <https://doi.org/10.1007/s11069-005-8603-7>
- Aryal, D., Wang, L., Adhikari, T. R., Zhou, J., Li, X., Shrestha, M., ..., & Chen, D. (2020). A Model-based flood hazard mapping on the southern slope of Himalaya. *Water*, 12(2), 540.
- Avcı, V., & Sunkar, M. (2015). Giresun'da sel ve taşkın oluşumuna neden olan Aksu Çayı ve Batlama Deresi havzalarının morfometrik analizleri. *Coğrafya Dergisi*, (30), 91-119.
- Bahadır, M. (2015). Samsun'da meydana gelen 4 Temmuz ve 6 Ağustos 2012 taşkınlarının iklimik analizi. *Coğrafya Dergisi* (29), 28-50.
- Bhuiyan, M. J. A. N., & Dutta, D. (2012). Analysis of flood vulnerability and assessment of the impacts in coastal zones of Bangladesh due to potential sea-level rise. *Natural Hazards*, 61, 729-743. <https://doi.org/10.1007/s11069-011-0059-3>
- Bozyiğit, R. (1997). Eşen Çayı Havzasının jeomorfolojisi. Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü (Basılmamış Doktora Tezi), İstanbul.
- Danumah, J.H., Odai, S.N., Saley, B.M., vd., (2016). Flood risk assessment and mapping in Abidjan district using Multi-criteria Analysis (AHP) model and geoinformation techniques, (cote d'ivoire). *Geoenvironmental Disasters*, 3:10. <https://doi.org/10.1186/s40677-016-0044-y>
- Díez-Herrero, A., & Garrote, J. (2020). Flood risk assessments: applications and uncertainties. *Water*, 12 (8), 2096.
- Dutta, D., Teng, J., Vaze, J., Lerat, J., Hughes, J., & Marvanek, S. (2013). Storage-based approaches to build floodplain inundation modelling capability in river system models for water resources planning and accounting. *Journal of Hydrology*, 504 (0), 12e28.
- Ekmekcioğlu, Ö., Koc, K., & Özger, M. (2021). District based flood risk assessment in Istanbul using fuzzy Analytical Hierarchy Process. *Stochastic*

- Environmental Research and Risk Assessment, 35, 617–637. <https://doi.org/10.1007/s00477-020-01924-8>
- Ertan, A., Özelkan, E., & Karaman, M. (2021). Analitik Hiyerarşi Süreci kullanılarak Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında sel ve taşkın alanlarının belirlenmesi: Çanakkale Karamenderes Havzası örneği. *Journal of Research in Atmospheric Science*, Vol.3, No.2, pp.1-9, 2021. <http://doi.org/10.29228/resatmsci.56883>
- Erden, T., & Karaman, H. (2012). Analysis of earthquake parameters to generate hazard maps by integrating AHP and GIS for Küçükçekmece Region. *Natural Hazards Earth Syst. Sci.*, 12:475–483, <https://doi.org/10.5194/nhess-12-475-2012>, 2012.
- Freer, J., Beven, K. J., Neal, J., Schumann, G., Hall, J., & Bates, P. (2013). Flood risk and uncertainty. Risk and Uncertainty Assessment for Natural Hazards, 190–233. doi:10.1017/cbo9781139047562.008
- Fural, Ş., Cürebal, İ., & İnan, F. (2019). Elmalı'da (Antalya) yağışın tetiklediği sel, taşkın ve çamur akıntısı afetlerinin jeomorfolojik analizi. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, 2019 (3): 49-61
- Kabenge, M., Elaru, J., Wang, H., Li, F., (2017). Characterizing flood hazard risk in data-scarce areas, using a remote sensing and GIS-based flood hazard index. *Natural Hazards*, 89:1369–1387. <https://doi.org/10.1007/s11069-017-3024-y>
- Kalbani, K. A., & Rahman, A. A. (2022). 3D city model for monitoring flash flood risks in Salalah, Oman. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 7(1); 17-23. <https://doi.org/10.26833/ijeg.857971>
- Karabulut, M., Sandal, E. K. & Gürbüz, M., (2020). 20 Kasım-9 Aralık 2001 Mersin sel felaketleri: meteorolojik ve hidrolojik açıdan bir inceleme. *KSU Journal of Science and Engineering*, 10(1), 13-24.
- Koçman, A., Kayan., İ. vd., (1996). İzmir'de 3-4 Kasım 1995 Karşıyaka sel felaketi (Oluşumu, gelişimi, etkileri ve alınması gereken önlemler). *Ege Üniversitesi İzmir Araştırma ve Uygulama Merkezi Yayınları*, No: 1, İzmir.
- Ocak, F., & Bahadır, M. (2020). Örnek taşkın risk modeli oluşturulması ve Ünye şehrindeki derelere ait taşkın risk analizleri. *The Journal of Academic Social Science Studies*, S. 80, s. 499-524. <http://dx.doi.org/10.29228/JASSS.43017>
- Oğuz E, Oğuz K & Öztürk K (2022). Düzce bölgesi taşkın duyarlılık alanlarının belirlenmesi. *Geomatik*, 7(3), 220-234. Doi:10.29128/geomatik.972343
- Öner, E. (1997). Eşen Çayı Taslun-Delta ovasının jeomorfolojisi ve antik Patara limanı. *Ege Coğrafya Dergisi*, 9(1).
- Özdemir, H., & 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 (Türkiye). *Journal of Hidrology*, 625, 129926. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2023.129926>
- Özşahin, E., & Kaymaz, Ç. K. (2013). Taşkın riskinin değerlendirilmesine bir örnek: Amik Ovası taşkınları. *Turkish Studies-International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic, Karşılaştırmalı Dil-Edebiyat Eğitim Özel Sayısı*, Vol. 8/8 Summer, p. 2021-2039, Ankara-Türkiye
- Partigöç, N. S., & Dinçer, C. (2024a). Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) tabanlı afet risk analizi: Denizli ili örneği, 9 (1), 27-44. <https://doi.org/10.29128/geomatik.1261051>
- Partigöç, N. S., & Dinçer, C. (2024b). The Multi-Disaster risk assessment: A-GIS based approach for Izmir City. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 9 (1), 61-76. <https://doi.org/10.26833/ijeg.1295657>
- Ramkar, P., & Yadav, S. M. (2021). Flood Risk Index in Data-scarce River Basins Using the AHP and GIS Approach. *Natural Hazards*, 109(1), 1119-1140. <https://doi.org/10.1007/s11069-021-04871-x>
- Saaty, T. L., (1980). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, priority setting, resource allocation*. McGraw-Hill International Book.
- Saaty, T. L., & Vargas, L. G. (2012). Models, methods, concepts & applications of the Analytic Hierarchy Process (2. Ed.). Springer New York Heidelberg Dordrecht London. <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4614-3597-6>
- Salman, Am. M., & Li, Y. (2018). Flood risk assessment, future trend modeling, and risk communication: a review of ongoing research. *Natural Hazards Review*, Vol. 19, No. 3. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)NH.1527-6996.0000294](https://doi.org/10.1061/(ASCE)NH.1527-6996.0000294)
- Sinha, R., Bapalu, G.V., Singh, L.K. vd., (2008). Flood risk analysis in the Kosi River Basin, North Bihar using multi-parametric approach of Analytical Hierarchy Process (AHP). *Journal of the Indian Society Remote Sensing*, 36, 335–349. <https://doi.org/10.1007/s12524-008-0034-y>
- Soukopova, J., & Furova, L. (2012). Macroeconomic implication of the floods – a case study for the regions of the Czech Republic. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, Vol. LX, No. 7, pp. 289–298.
- Sözer, B., Kocaman, S., Nefeslioğlu, H. A. Fırat, O., & Gökçeoğlu, C. (2019). Değiştirilmiş AHP (M-AHP) yöntemi kullanılarak Ankara için taşkın duyarlılık haritası üretimi. *Harita Dergisi*, 162: 12-24.
- Sunkar, M., & Tonbul, S. (2010). İluh Deresi Havzası'na (Batman) yönelik sel ve taşkın riski analizleri. *e-Journal of New World Sciences Academy, Nature Sciences*, Vol. 5, No. 4, 4A0033.
- Svetlana, D., Dobrovič, R., & Dobrovič, J. (2015). The economic impact of floods and their importance in different regions of the world with emphasis on Europe. *Procedia Economics and Finance*, 34, 649-655. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)01681-0](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)01681-0)
- Şengün, T. (2011). Saklıkent Canyon (Muğla-Turkey). *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 19, 571-579, <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.05.171>
- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2019). Batı Akdeniz Havzası taşkın yönetim planı. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Teng, J., Jakeman, A. J., Vaze, J., vd. (2017). Flood inundation modelling: a review of methods, recent advances and uncertainty analysis. *Environmental*

- Modelling & Software, 90:201–216.
<https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.01.006>
- Tonbul, S., & Sunkar, M. (2011). Batman’da yaşanan sel ve taşkın olaylarının (31 Ekim-1 Kasım 2006) sebep ve sonuçları. Fiziki Coğrafya Araştırmaları; Sistematik ve Bölgesel, Türk Coğrafya Kurumu Yayınları No:5, s. 237-258, İstanbul.
- Turoğlu, H., & Aykut, T. (2019). Ergene Nehri için hidromorfometrik analizlerle taşkın duyarlılık değerlendirmesi. Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi, 2:1-15.
- Turoğlu, H., & Özdemir, H. (2005). Bartın’da sel ve taşkınlar. Sebepler, etkiler, önleme ve zarar azaltma önerileri. ISBN 975-9060-04-3, Çantay Kitapevi, İstanbul.
- URL-1: <https://www.afad.gov.tr/bartın-kastamonu-ve-sinopta-meydana-gelen-yagislarhakkında---2100>
Erişim tarihi: 25 Ağustos 2024
- URL-2:<http://www.seydikemer.gov.tr/saklikent-kanyonu> Erişim tarihi: 28 Ağustos 2024
- Utlu, M., & Özdemir, H. (2018). Havza morfometrik özelliklerinin taşkın üretmedeki rolü Biga Çayı Havzası örneği. Coğrafya Dergisi, 36, 49-62.
<https://doi.org/10.26650/JGEOG408101>
- Zeybek, H. (2011). 2-3 Mart 2005 Turhal Sel Afeti ve Sonuçları. Doğu Coğrafya Dergisi, 14 (21), 233-248.

