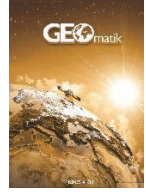




Geomatik

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

e-ISSN 2564-6761



Taşkın Riskinin Mekansal ve İstatistiksel Olarak İncelenmesi

Selver Güngör*¹ , Ümran Köylü*² 

¹Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, Kayseri, Türkiye, selvergungor05@gmail.com

²Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği, Kayseri, Türkiye, umrank@erciyes.edu.tr

Kaynak Göster: Güngör, S., & Köylü, Ü. (2025). Taşkın Riskinin Mekansal ve İstatistiksel Olarak İncelenmesi. Geomatik, 10 (2), 241-250.

DOI:10.29128/geomatik.1585482

Anahtar Kelimeler

Taşkın,
Ceyhan Havzası,
Risk Analizi,
Coğrafi Bilgi Sistemi

Araştırma Makalesi

Geliş:14.11.2024
Revize:24.01.2025
Kabul:31.01.2025
Yayınlanma:01.08.2025



Öz

Taşkın; genellikle ani yağışlara bağlı olarak gerçekleşen, depremden sonra en fazla can kaybının yaşandığı doğal afetlerden biridir. Bir dere veya akarsu yatağının fizyolojik ve klimatolojik etkenlerle taşması, çevresine maddi ve manevi zararlar vermektedir. Ülkemizde de birçok akarsu bulunmasından dolayı taşkınlar önemli doğal afetler arasında karşımıza çıkmaktadır. Ceyhan havzası, Ceyhan Nehri ile oluşmuş ülkenin dokuz şehrinin bir kısmını içine almıştır. Bu yüzden havza sınırları içerisinde birçok yerleşim ve tarım arazisi bulunan Ceyhan Nehri'nin taşkın riski yüksek alanlarının belirlenmesi bu çalışmanın amacını oluşturur. Havzanın büyük olmasından dolayı çalışma alanı Aşağı, Orta ve Yukarı Ceyhan alt havzası olarak ayrılmıştır. Risk tahmini yapılmasında ve taşkını etkileyen faktörlerin etkisinin araştırılmasında Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Çok Ölçütlü Karar Analizi (ÇÖKA) yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY) kullanılarak belirlenmiştir. Çalışma alanına ait veriler ile jeoloji, eğim, baki, yağış, arazi kullanımı, toprak ve akarsuya uzaklık haritaları oluşturulmuştur. AHY ile elde edilen ölçüt ağırlıkları haritalara eklenerek ArcGIS programında "Weighted Overlay" yöntemi ile birleştirilerek taşkın risk haritası elde edilmiştir. Çalışma alanının %16'sının çok yüksek riskli alan, %34'ünün yüksek riskli alan olarak belirlenmesi; taşkın riski için önlem alınması gerektiğini göstermiştir. Taşkın riski yüksek alanlarda alınabilecek önlemler çalışmada sunulmuştur.

Spatial and Statistical Examination of Flood Risk

Keywords

Flood,
Ceyhan Basin,
Risk Assessment,
Geographic Information
Systems

Research Article

Received: 14.11.2024
Revised: 24.01.2025
Accepted: 31.01.2025
Published: 01.08.2025

Abstract

Flood is one of the natural disasters that cause the most loss of life after earthquakes, which usually occur due to sudden rainfall. Overflow of a stream or river bed due to physiological and climatological factors causes material and moral damages to its surroundings. Since there are many rivers in our country, floods are among the important natural disasters. Ceyhan basin includes some of the nine cities of the country formed by Ceyhan River. Therefore, determining the high flood risk areas of Ceyhan River, which has many settlements and agricultural lands within the basin borders, constitutes the purpose of this study. Due to the large size of the basin, the study area is divided into Lower, Middle and Upper Ceyhan sub-basins. In risk estimation and investigation of the effects of the factors affecting flood, Geographic Information Systems (GIS) and Analytical Hierarchy Method (AHY) from Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) methods were used. With the data belonging to the study area, geology, slope, aspect, precipitation, land use, soil and distance to the river maps were created. The criterion weights obtained with AHY were added to the maps and combined with the "Weighted Overlay" method in the ArcGIS program to obtain a flood risk map. The fact that 16% of the study area was determined as a very high risk area and 34% as a high risk area showed that precautions should be taken for flood risk. Precautions that can be taken in areas with high flood risk are presented in the study.

1. Giriş

Dünyada şehirleşme faaliyetleri başladığından beri insanlar planlamaya önem vermiştir. Yerleşik hayata geçişle birlikte temel geçim kaynağı olarak tarımın benimsenmesi nedeniyle su kaynaklarının bol olduğu bölgeler tercih edilmiştir. Zamanla şehirleşme gelişmiş ve bölge planlama, altyapı oluşturma, dayanıklı binalar inşa etme süreci başlamıştır. Ancak bu süreçte değişen yer yapısı ve iklimsel özellikler yaşam alanları için önemli afet risklerini doğurmuştur. Türkiye’de kentsel nüfus oranının %93 olmasından hareketle son yıllarda yaşanan afetlerin can ve mal kaybı açısından daha fazla hasara yol açtığı gözlemlenmiştir (Partigöç ve Dinçer 2024).

Yaşanan doğal afetler arasında en fazla can kaybına neden olanlardan biri taşkındır. Taşkın, su kaynağının kapasitesini aşarak yatağından taşması ve çevresine zarar vermesiyle oluşur. İklim değişikliğiyle birlikte meydana gelen ekstrem hava olaylarının etkisiyle birkaç ayda yağması beklenen yağışın kısa bir zamanda gerçekleşmesi, taşkınların ani ve yıkıcı şekilde gerçekleşmesine yol açmaktadır. Ancak yeterince akım ölçümü olmayan akarsularda taşkın debisinin hesaplanması ile taşkın modelleme yöntemlerinin geliştirilmesi ve bu modelleme yöntemlerinin karşılaştırılması taşkınlarla ilgili sorunların çözümü için en uygun yöntemin ya da modelin seçilmesini sağlamıştır (Demir ve ark., 2021; Demir ve Keskin, 2022). Bu sayede taşkın risk haritalarını oluşturularak gelecekte yaşanabilecek afet risklerini önceden tahmin etmek ve bu risklere karşı önlem almak mümkün hale gelmiştir.

Türkiye’de taşkın yönetim çalışmaları, 2011 yılında Orman ve Su İşleri Bakanlığına bağlı kurulan Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından başlatılmış ve havza bazında planlamalar yapılmıştır. Bu çalışmaların amacı taşkın risklerini analiz etmek ve bu riskleri en aza indirmektir. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Ceyhan havzası taşkın yönetim planları havzanın hidrolojik, meteorolojik ve topografik, özellikleri dikkate alınarak hazırlanmıştır. Bu plana göre Ceyhan havzasında yaşanan taşkınlar incelendiğinde, yaşanan taşkınların can kaybından ziyade tarım alanlarına zarar verdiği, dere yatağında bulunan ev ve iş yerlerinin zarar gördüğü, cadde ve sokaklardaki yollarda çöküntüler meydana geldiği görülmüştür. Ayrıca akarsu yataklarının alüvyon malzemeye dolması ve üzerinde ticari ve iskân amaçlı yapılar yapılması, akarsu çevresinde tarım arazilerinin olması taşkınların vereceği hasarı arttırmaktadır. Bu yüzden riskli alanların belirlenmesiyle akarsu yatağında biriken malzemenin temizlenmesi, yeni yerleşim alanlarının akarsu uzağına yapılması, erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesi riskli alanlarda yaşayan halkın bilinçlendirilmesi veya bu alanların yerleşime kapatılması gibi önlemler, taşkınların etkilerini azaltmada etkili olacaktır. (T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2017).

Bu çalışmada ise Ceyhan havzası (Şekil 1) üç alt havzada incelenmiş ve bölgenin fizyolojik ve klimatolojik özellikleri göz önünde bulundurularak taşkın riski belirlenmiştir. Taşkın riskini artıran ve azaltan faktörler

birbirine karşılaştırılmış ve taşkın riski yüksek alanlar belirlenerek alınması gereken önlemler sunulmuştur.

1.1 Çalışma Alanı ve Veri

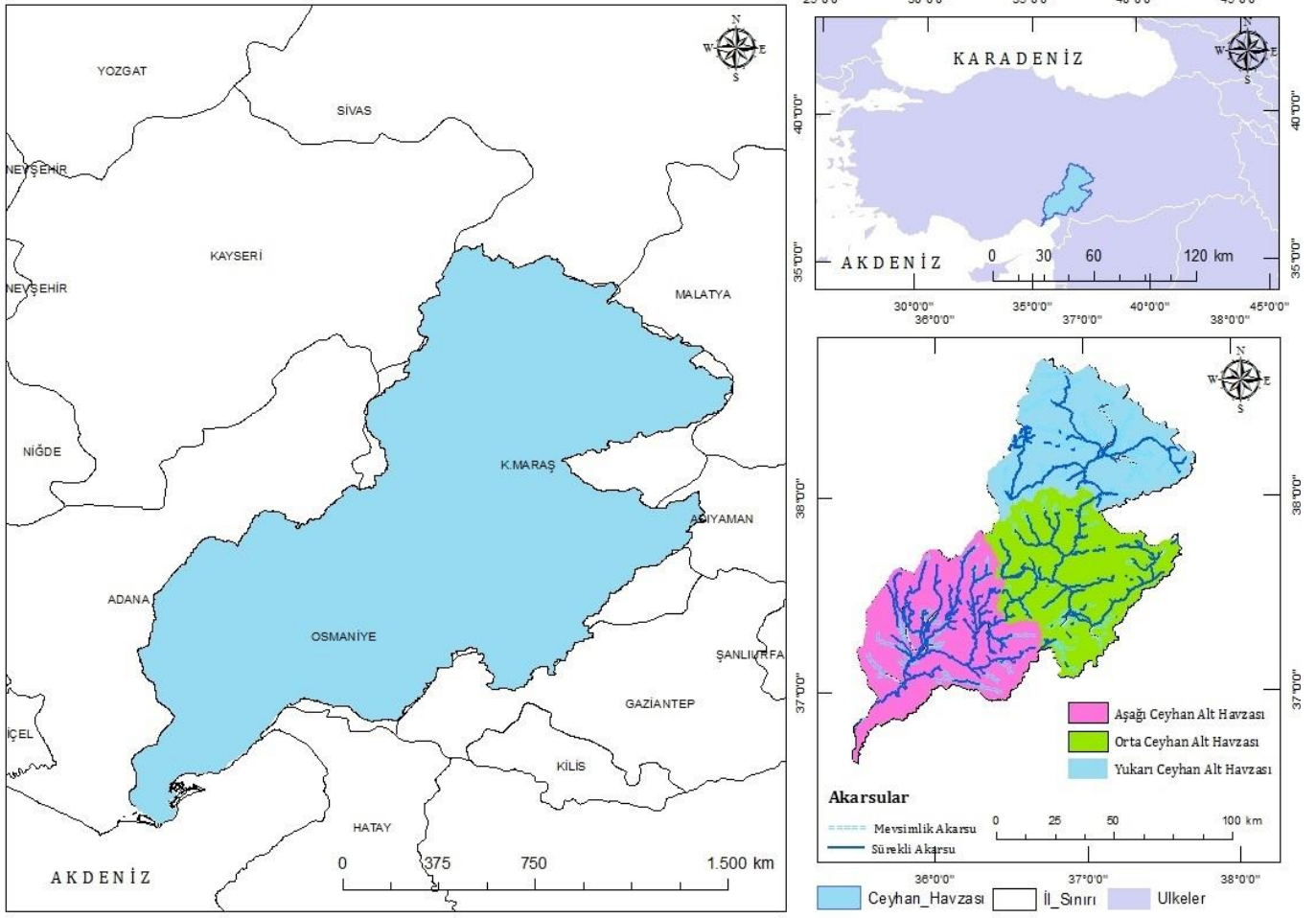
Ceyhan Havzası (Şekil 1) 36° 55' ile 38° 72' kuzey enlemleri 35° 45' ile 37° 81' doğu boylamları arasında yer almaktadır. İç Anadolu’nun içlerinden doğan, İskenderun Körfezi’nden Akdeniz’e dökülen geniş alüvyon tabanlardan oluşmuş büyük bir akarsudur. Seyhan, Fırat ve Asi Havzalarıyla komşudur. Seyhan Havzası’ndan su bölümü çizgileriyle ayrılmaktadır. Seyhan ile arasında Toklu, Dibek, Binboğa dağları bulunur. Kösürük ve Kartal Dağları’nın yamaçlarından geçen su bölümü çizgisi Ceyhan ve Asi Nehri’ni birbirinden ayırır. Fırat nehri ile arasında Hezanlı, Keklice, Kartal Dağları vardır. Ceyhan nehri birçok şehirden geçmekte olup Kahramanmaraş ve Osmaniye illerinin neredeyse tamamında Adana’nın ise Ceyhan, Yumurtalık, Merkez ve Kozan ilçelerinde akış göstermektedir (TÜBİTAK MAM, 2010).

Toplam uzunluğu 425 km olan Ceyhan Nehri’nin yıllık debisi 82,9 m³/sn. Yıllık toplam akım 7,18 km³ olup havza verimi 10,7 L/s/km³ dür (TÜBİTAK MAM, 2010). Kaynağını Kahramanmaraş’ın Elbistan ilçesinden alır. Burada Pınarbaşı dolaylarından başlayan Ceyhan Nehri’ne kuzey yönünden Söğütlü Çayı, Sarsap Deresi, Hurman Çayı ve Savrun Çayı güney yönünden Göksun Çayı eşlik eder. Bu kısım Yukarı Ceyhan Alt Havzası’nı oluşturur. Buradan doğu yönünde akış gösteren nehre Nargile Deresi’nin katılmasıyla birlikte tekrardan güney yönünde akış göstererek Menzelet ve Sır Barajlarının su kaynağını sağlar. Okkayası, Fırınz, Tekir Dereleri ile Bertiz Çayı Menzelet Baraj gölünde Ceyhan Nehri’ne katılır. Bu kısım da Orta Ceyhan Alt havzasını oluşturur. Buradan da güneybatı yönünde ilerleyerek Aslantaş Baraj gölüne dökülür. Nehrin de ismini aldığı Adananın Ceyhan ilçesinden geçerek Aşağı Ceyhan alt havzasını oluşturarak Akdeniz’e dökülür (TÜBİTAK MAM, 2010).

Ceyhan havzası, doğal kaynakları, tarımsal verimliliği ve enerji potansiyeli ile Türkiye’nin kalkınmasında kilit bir role sahiptir. Verimli alüvyal toprakları bulunur. Bu sayede havzada pamuk, buğday, mısır gibi ürünler yetiştirilir. Nehir tarım alanlarını sulama açısından büyük fayda sağlar. Üzerinde kurulmuş olan Aslantaş, Menzelet, Kılavuzlu gibi barajlar sayesinde enerji üretimi elde edilir. Ayrıca bu tesisler sulama ve taşkın kontrolüne de katkı sağlar. Ceyhan deltası zengin bir biyoçeşitliliğe sahiptir. Kuş göç yolları üzerinde yer alır ve birçok balık türü için üreme alanıdır.

Nehrin ekolojik sorunlarının başında erozyon ve sedimentasyon birikimi yüzünden yatağında biriken alüvyonlar nedeniyle taşkın riskinin oluşmasıdır. Özellikle yağışlı dönemlerde bu risk artmaktadır.

Çalışmada havzanın taşkın riskinin istatistiksel olarak belirlenmesi için havzaya ait Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)’den elde edilen 30 m çözünürlüklü sayısal yükseklik modeli altlık olarak kullanılmış ve risk haritasında kullanmak için gerekli olan veri elde edilmiştir.



Şekil 1. Ceyhan havzası lokasyon haritası

2. Yöntem

Hayatımızı kolaylaştıran teknolojik gelişmeler, birçok alanda kullanılmaya başlanmış ve doğal afet risklerinin analiz edilmesinde çeşitli yöntemlerin kullanılmasına olanak sağlamıştır. Bu yöntemlerden biri olan CBS taşkın risk analizi açısından önemli bir araçtır. CBS; konuma dayalı gözlemlerle elde edilen grafik ve grafik-olmayan bilgilerin toplanması, saklanması, işlenmesi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bütünlük içerisinde gerçekleştiren bir bilgi sistemidir. CBS sayesinde güncel ve yüksek doğrulukla bilgi üretmek mümkündür (Özşahin, 2016; Kotan ve Erener, 2022; Makhmudov ve Teymurov, 2024).

CBS bir yere uygulanacak projenin o yere uygunluğunu veya bölgenin potansiyelini belirlemede ve bir yaşam alanının afet riskinin hesaplanmasında sıklıkla kullanılır. (Adjiski ve ark., 2023; Oğuz ve ark., 2022; Koca ve Kaymaz, 2024; Yılmaz ve ark., 2012; Adesina ve ark., 2024; Noor ve ark., 2024). Ayrıca doğal afeti etkileyen risk gruplarının tespit edilmesi ve elde edilen bulguların daha önce yaşanan doğal afetle karşılaştırılması açısından önemli bir rol oynar. CBS sayesinde doğal afet öncesi ve sonrası gibi karşılaştırmalar yapılarak önemli ölçüde yarar sağlanabilir (Ocak ve Bahadır 2021).

CBS' de taşkın risk analizi yapılırken en önemli veri Dijital Elevation Model-Sayısal Yükseklik Modeli (DEM) verisidir. Çünkü hidrolojik tabanlı olan bu çalışmada

havzanın akış yönü, çatallanma oranı, eğim, bakı analizleri için altlık oluşturmaktadır. Çalışmada SRTM' den elde edilen 30 m çözünürlüklü sayısal yükseklik modeli altlık olarak kullanılmış eğim, bakı ve akarsuya uzaklık haritaları oluşturulmuştur.

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

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

Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden elde edilen meteorolojik istasyon verileri kullanılarak yağış haritası oluşturulmuştur.

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

Çalışmada bu haritaların çakıştırılmasıyla taşkın risk haritasını hesaplamak için AHY' de kullanılacak veri oluşturulmuştur. AHY ile de taşkını etkileyen bu faktörlerin önem dereceleri hesaplanmıştır.

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan AHY, Thomas L. Saaty 1997 yılında geliştirmiştir. Bu yöntemde karar vericinin öncelikleri de dikkate alınır (Dağdeviren ve ark.,2013).

AHY' de (Şekil 2) ilk olarak problem belirlenir. Problemle ilişkili alt öğeler belirlenir ve bu öğeler arasındaki ilişkiyi gösteren hiyerarşik yapı oluşturulur. Karşılıklı karar verme matrisleri oluşturularak ağırlık değerleri elde edilir (Meşin ve Demir, 2023). Kriterlere ait önem derecelerini belirlemek için özvektör W_i aşağıdaki formülle (1) hesaplanmaktadır.

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

Kriterlerin ve alt kriterlerin tutarlılık oranı hesaplanır. Saaty'e, göre tutarlılık oranı (CR) aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır (Saaty,1980).

$$CR = \frac{CI(\text{Tutarlılık Göstergesi})}{RI(\text{Rassallık Göstergeleri})} \quad (2)$$

Burada RI, rastgele matrisler indisidir. CI, matristeki değerlerin ortalamasıdır. Çalışmada Tablo 1'e göre taşkın etkileyen faktörlere önem derecesine göre 1 ile 9 arasında değerler verilmiştir. 1 değeri taşkına en az etki eden faktör ve 9 değeri taşkını en fazla etkileyen faktör olarak değerlendirmeye alınmıştır. Taşkına etki eden faktörlerin tutarlılık oranları (2) belirlenmiştir.

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

göstergesi (CI) aşağıdaki gibi hesaplanmıştır (Saaty,1980).

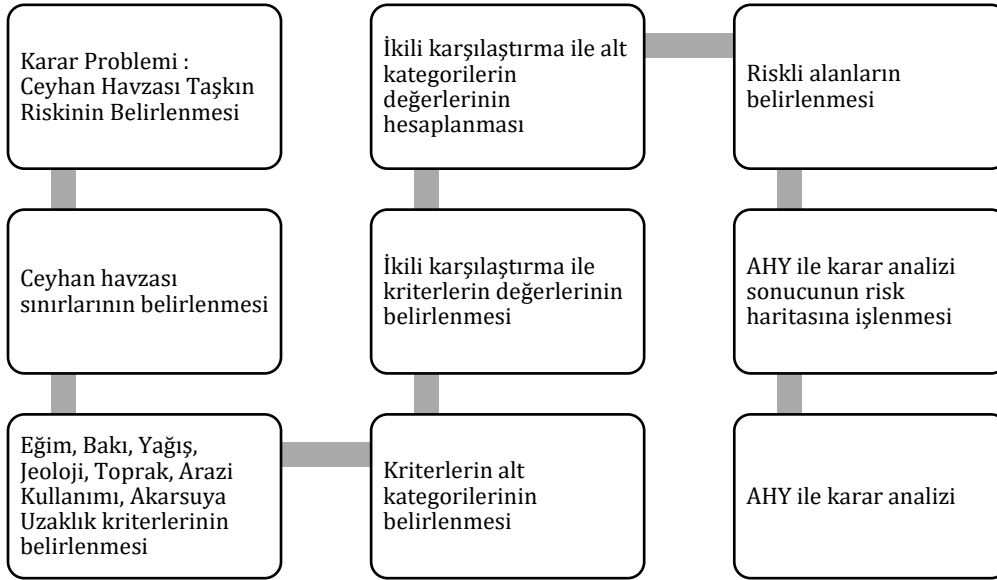
$$CL = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (3)$$

Formül (3)'te yer alan maksimum özdeğer λ_{max} ise aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır (Peng ve Dai, 2009).

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{(AW)_i}{W_i} \right) \quad (4)$$

Formül (4)'e göre göreceli öncelikler karşılaştırma matrisinin sütunları ile çarpılır. Daha sonra toplanarak ağırlıklı toplam vektör $((AW)_i)$ oluşturulur. Ağırlıklı toplam vektörün elemanları kendisine karşılık gelen göreceli önceliğe (W_i) bölüldükten sonra sonucun aritmetik ortalaması λ_{max} 'ı vermektedir. (Güngör ve İşler, 2005; Ömürbek ve Şimşek, 2014).

AHY yönteminde risk haritası oluştururken belirlenmiş olan kriter ağırlıkları ArcGIS programında "Weighted Overlay" yöntemi ile birleştirilerek çakıştırılır. (Urfalı, Eymen, 2021). Çalışmada ise Ceyhan havzasının eğim, bakı, yağış, jeoloji, toprak, arazi kullanımı, akarsuya uzaklık kriterlerinin ağırlık değerleri karşılıklı karar verme matrisleri oluşturularak elde edilmiştir. ArcGIS programında birleştirilerek taşkın risk haritası oluşturulmuştur. Risk haritasında riskli alanların oranları hesaplanmıştır.



Şekil 2. Çalışmada yapılan işlem adımları

Tablo1. AHY 'de kullanılan değer ve aralıkları (Saaty, T.L 2008; Saaty, T.L 1994)

| ÖNEM | TANIM | AÇIKLAMA |
|------|-------------------|--|
| 1 | Eşit öneme sahip | Her iki kıstas de eşit öneme sahip |
| 2 | Zayıf ya da hafif | |
| 3 | Biraz önemli | Bir ölçüt değerine göre biraz daha önemli |
| 4 | Makul artı | |
| 5 | Fazla önemli | Bir ölçüt değerine göre çok daha önemli sayılmış |
| 6 | Güçlü artı | |
| 7 | Çok fazla Önemli | Ölçüt diğer ölçüte göre kesinlikle çok daha önemli sayılmıştır. |
| 8 | Çok çok güçlü | |
| 9 | Son derece önemli | Bir ölçütün diğerine göre son derece önemli olduğu çeşitli bilgilere dayandırılmıştır. |

3. Bulgular

Taşkın etkileyen en önemli faktörlerden biri eğimdir. Eğimin az olduğu düz ve düze yakın arazilerde suyun akışı oldukça yavaşlar ve yağışla birlikte su birikimi artar. Bu yüzden yer altı su seviyesi yükselir ve taşkın riski artar. Yine eğimin az olduğu alanlarda tarım ve şehirleşme nedeniyle suyun akış yolları değişebilir ve tıkanabilir. Bu durum suyun düzgün bir şekilde akmasını engelleyerek taşkın riskini artırır.

Eğimin az olduğu alanlarda taşkınlar daha sık yaşanmaktadır. Yapılan çalışmada yukarı ve alt havzada eğimin az olduğu alanların çoğunlukta olduğu orta havzada ise eğimin fazla olduğu alanların çoğunlukta olduğu görülmüştür.

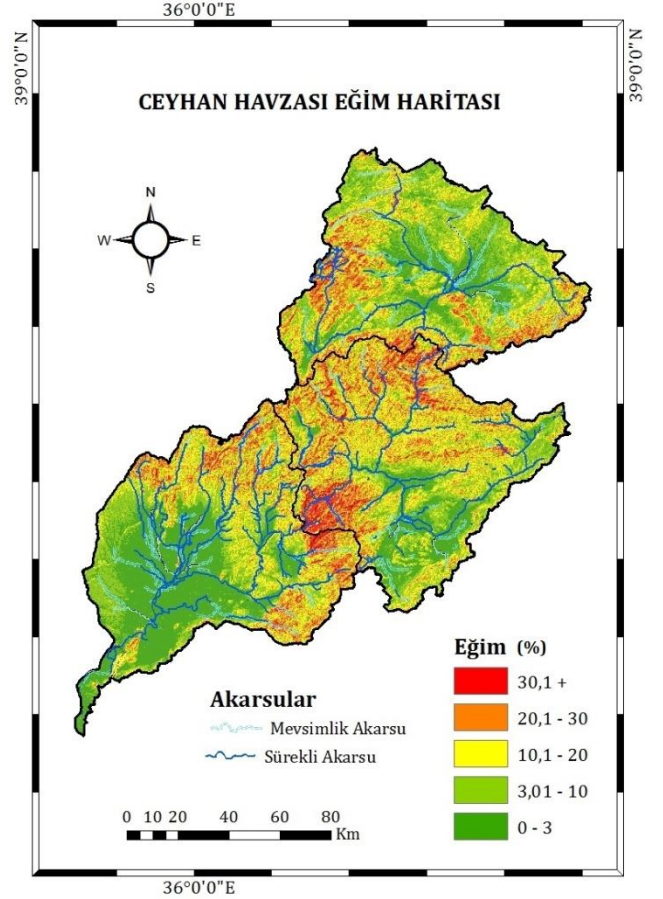
Çalışma alanındaki eğim değerleri 5 sınıfa ayrılmış daha önce yapılan çalışmalara göre (Turoğlu ve Özdemir, 2005; Özşahin, 2016) ağırlık değerleri verilmiştir. Taşkınlar düz ve düze yakın alanlarda daha fazla meydana geldiğinden (Tablo 1) düşük eğime sahip alanlara 9, eğimin fazla olduğu alanlara 1 değeri verilmiştir. Bulunan ağırlık değerleri eğim haritasına eklenmiş yeniden sınıflandırma yapılarak ağırlıklı çakıştırma analizinde kullanılmıştır.

Eğimin az olduğu yerler genelde yerleşime açık olduğundan taşkından etkilenen kişi sayısı artmaktadır. Şekil 3'te görüldüğü üzere özellikle Aşağı Ceyhan Alt Havzası'nda düz ve geniş tarım arazileri risk altındadır. Bu alanlarda yağmur suyu depolama alanları kurulabilir. Özellikle dere yataklarında yapılaşmadan kaçınılmalıdır.

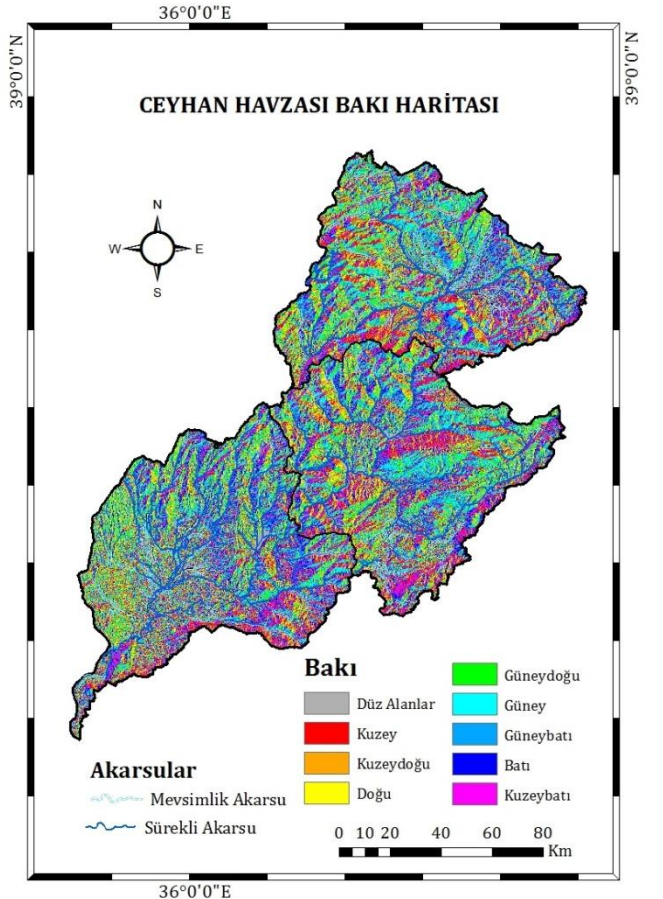
Taşkın etkileyen bir diğer etken ise bakı faktörüdür. Bakı bir arazinin güneş ışığını hangi açıdan aldığı ve hangi yöne eğildiğini ifade eder. Farklı bakılardaki arazilerin yağış dağılımı, toprak yapısı, bitki örtüsü gibi özellikleri taşkın farklı şekillerde etkiler.

Türkiye'nin kuzey yarımkürede bulunmasından dolayı güneş ışınları her zaman güney yamaçlara daha büyük açıyla gelir. Bu yüzden güney yamaçlar kuzey yamaçlara göre daha çok ısınır. Sıcaklığın artmasıyla güney yamaçlarda buharlaşma fazla olacağından kuzey yamaçlara göre bitki örtüsü seyrek olacaktır. Kuzeye bakan yamaçlar daha az ısınır ve daha çok yağış aldığı için toprak nemliliği de fazla olacaktır. Bu yüzden nemliliği seven bitki örtüsü gelişerek kuzey yamaçlarda sızmayı arttıracak ve akış hızını azaltıcı etki yapacaktır (Turoğlu ve Özdemir, 2005). Bu yüzden Ceyhan Havzasının alt havzası taşkın riski daha yüksek alan olarak kabul edilmiştir.

Bakı faktörü için literatüre göre güney yamaçların kuzey yamaçlara göre taşkın riskinin yüksek olduğu, Doğu-Batı yönünün ise kuzey yamaçlarına göre daha az riskli olduğu öngörülmüştür (Turoğlu ve Özdemir, 2005). Bu bilgiler doğrultusunda AHY' de elde edilen ağırlık değerlerine göre taşkın riski açısından Güney yamaçların 0.63, Kuzey yamaçların 0.26 Doğu-Batı yamaçların ise 0.10 etkili olduğu hesaplanmıştır. Ceyhan Havzası bakı haritası Şekil 4'te görülmektedir. AHY' de elde edilen ağırlık değerleri bakı haritasına eklenerek yeniden sınıflandırma yapılmış ve elde edilen bilgiler ağırlıklı çakıştırma analizinde kullanılmıştır.



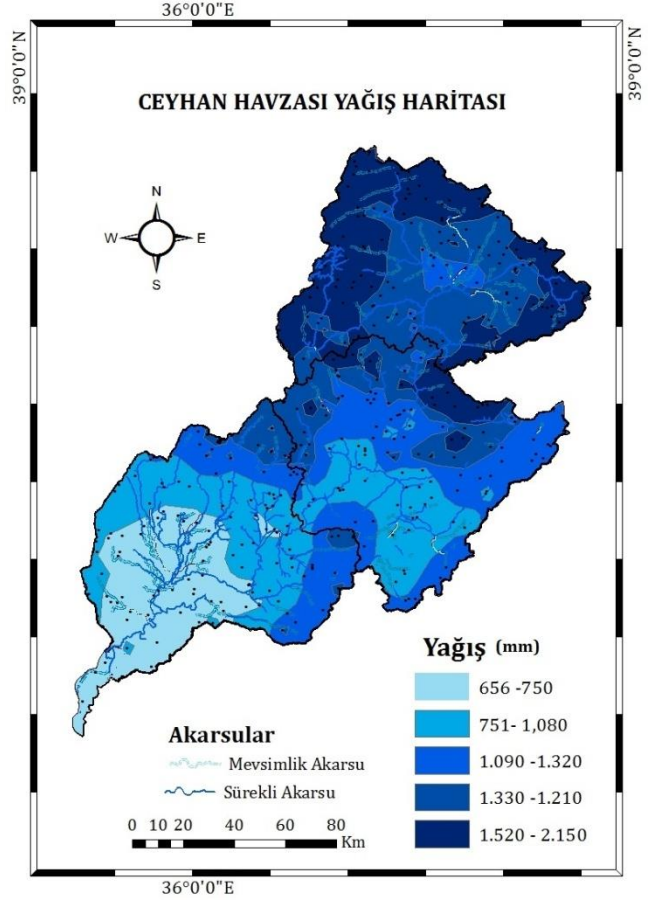
Şekil 3. Ceyhan havzası eğim haritası



Şekil 4. Ceyhan havzası bakı haritası

Bir diğer öncül olan yağış taşkını etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Yağışın yoğunluğu, süresi taşkın açısından önemlidir. Bir ya da birkaç ayda düşmesi beklenen yağışın bir anda bastırması suyun toprak ve suyolları tarafından emilmeden yüzeysel akışa geçmesine neden olacaktır. Bu yüzden uzun süren sağanak yağışlar taşkın riskini arttıran önemli bir faktör olmuştur (Ocak ve Bahadır,2020).

Yağışın fazla olduğu bölgelere 9, yağışın az olduğu bölgelere 1 değeri verilmiştir (Tablo 1). Havzanın yağış verilerine göre 5 sınıf oluşturulmuş yağışın en fazla olduğu bölge yukarı havza olarak belirlenmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda AHY' de elde edilen ağırlık değerlerine göre taşkın riski açısından yağışın en yüksek olduğu bölgenin taşkına etki değeri 0.50, yağışın en az olduğu bölgenin taşkına etki değeri 0,03 olarak hesaplanmıştır. AHY' de elde edilen ağırlık değerleri yağış haritasına eklenerek ağırlıklı çakıştırma analizinde kullanılmıştır. Şekil 5'de görüldüğü üzere Yukarı Ceyhan Alt Havzası yağışı en çok alan havzadır. Orta Ceyhan Alt havzası da önemli ölçüde yağış alırken Aşağı Ceyhan Alt havzası diğer havzalara göre daha az yağış almaktadır. Bu yüzden yukarı ve orta havzalarda ani yağışlara karşı önlem alınmalıdır. Yağış taşkını etkileyen klimatolojik bir etken olduğundan erken uyarı sistemleri geliştirilmeli, yağmur suyu depolama alanları kurulmalıdır.

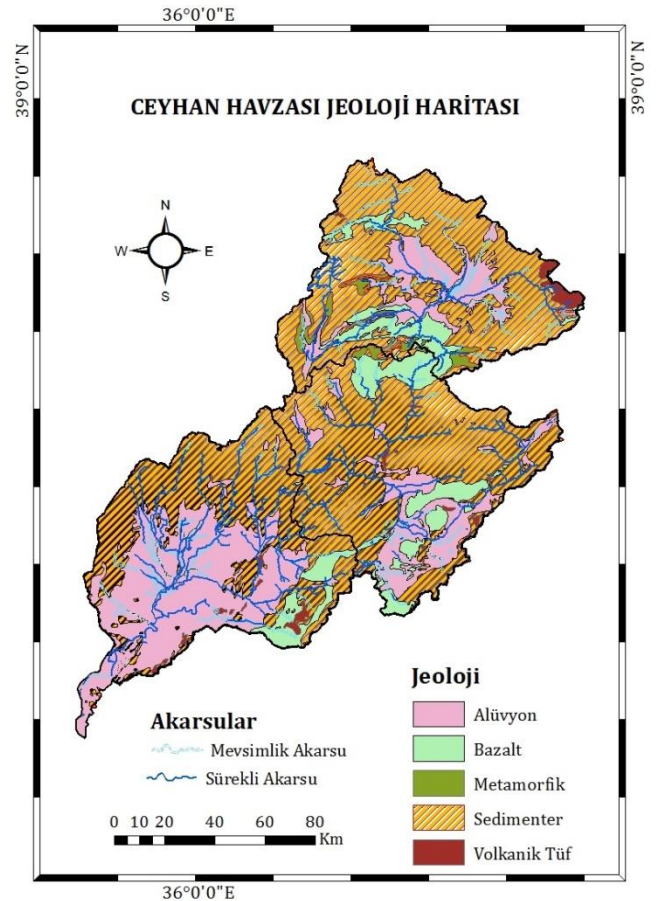


Şekil 5. Ceyhan havzası yağış haritası

Akarsu bölgesindeki litolojik yapının geçirimsizliği taşkınları önemli ölçüde etkilemektedir. Zeminin kaya ya da taneli yapısı veya aşınmaya karşı gösterdiği direnç, geçirgenlik ve gözeneklilik gibi özellikleri yağış sularının sızmasını veya suların yüzeysel akışa geçmesini sağlar (Sarıgül ve Turoğlu, 2020).

Jeolojik özellikler yapıların sağlamlığı ve dayanıklılığına da etki eder. Zayıf zeminlerde yapılan yapılar taşkın sırasında daha fazla zarar görür. Bu yüzden su tutma kapasitesi yüksek olan killi zeminler, sıkıştırılmayan gevşek zeminler, bataklık ve su birikintisi olan alanlar yerleşim açısından uygun değildir.

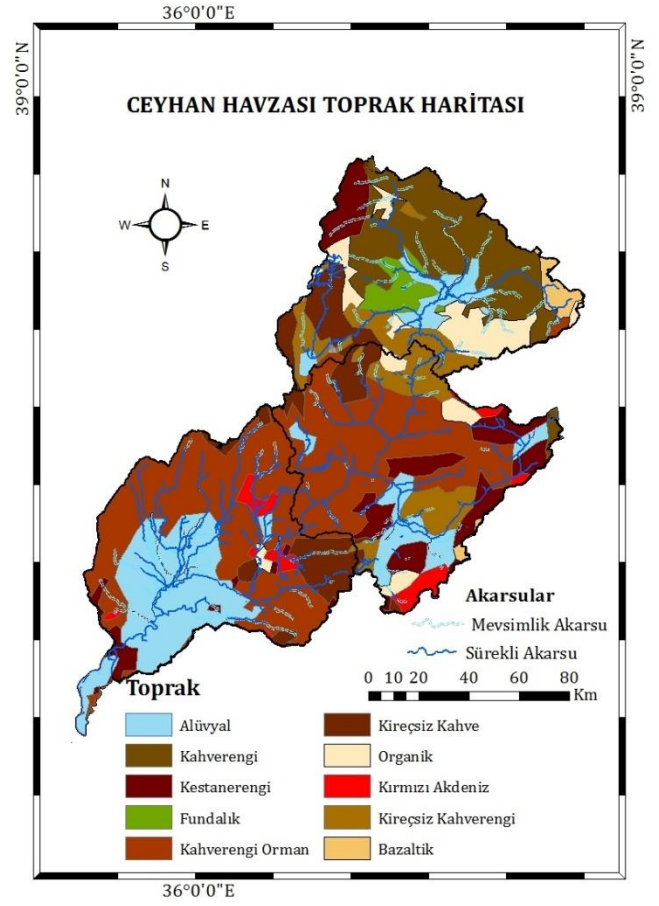
Ceyhan Havzasında alüvyon, bazalt, metamorfik, sedimenter, volkanik tüf gibi kayalar bulunmaktadır. Volkanik tüf ve alüvyon topraklar geçirgen topraklar olup taşkın riski yüksek alanları oluşturur. Şekil 6'da görüldüğü üzere çalışma alanında volkanik tüf toprak alan olarak az miktarda olsa da geçirgen yapısı gereği taşkın riskini arttırır. Alüvyon kayalar ise özellikle alt havzada taşkın riskini arttırmaktadır. Yine orta ve yukarı havzalarda akarsu kenarlarında alüvyon kayalar bulunmaktadır. MTA'dan elde edilen veriye göre havzanın büyük çoğunluğunu kaplayan sedimenter kayalar tabakalı yapıya sahip tortul kayalardır. Bazalt kayalar ise volkanik kökenli olup yukarı ve orta havzalarda görülmektedir. Bazalt da alüvyon kayalar gibi taşkın riski yüksek bir kayadır. Jeoloji haritasına göre alt ve yukarı havzalar riskli, orta havzanın ise doğu kısmı riskli bulunmuştur.



Şekil 6. Ceyhan havzası jeoloji haritası

Arazinin toprak yapısı taşkını etkileyen bir diğer faktördür. Çalışma alanına ait toprak verileri Çevre ve Şehircilik İklim Değişikliği Bakanlığı'ndan temin edilmiştir. Şekil 7'de görüldüğü üzere Yukarı Ceyhan Alt Havzası'nda Fundalık, Kireçsiz Kahverengi Toprak, Organik Toprak, Bazaldik ve Alüvyal toprak yaygındır. Orta Ceyhan Havzası'nda Kahverengi ve Kestane rengi toprak, Kırmızı Akdeniz Toprağı ve Alüvyal toprak yaygınken aşağı Ceyhan Havzası'nda Kahverengi orman, Kırmızı Akdeniz Toprağı, Kireçsiz kahverengi toprak ve Alüvyal toprak yaygındır.

Toprak yapısı özellikle toprağın suya doymasına bağlı olarak taşkın riskini artırıp azaltma etkisine sahiptir. Toprağın suya doymuş olması yağmur sularını daha hızlı akışa geçirmekte ve taşkın riskini arttırmaktadır. Aşırı yıkanmadan dolayı kireçsiz ve yumuşak kahverengi orman toprakları Yukarı Ceyhan Alt Havzası'nın kuzey kesiminde taşkın riskini arttırmaktadır (Ocak ve Bahadır, 2020). Alüvyal topraklar ise yukarı, orta ve aşağı havzalarda yaygın olup taşkın riskini arttıran en önemli toprak grubudur. Özellikle Alüvyal topraklar akarsuyun biriktirmiş olduğu verimli tarım arazilerini oluşturduğundan ve çevresinde yerleşim alanları bulunduğundan taşkının zarar vereceği alan açısından önemlidir. Fundalık, bazaldik, Kolüvyal topraklar taşkın açısından riski az olan topraklardır. Bu bilgilere göre AHY' de ağırlık değerleri belirlenerek toprak haritasına eklenmiştir.

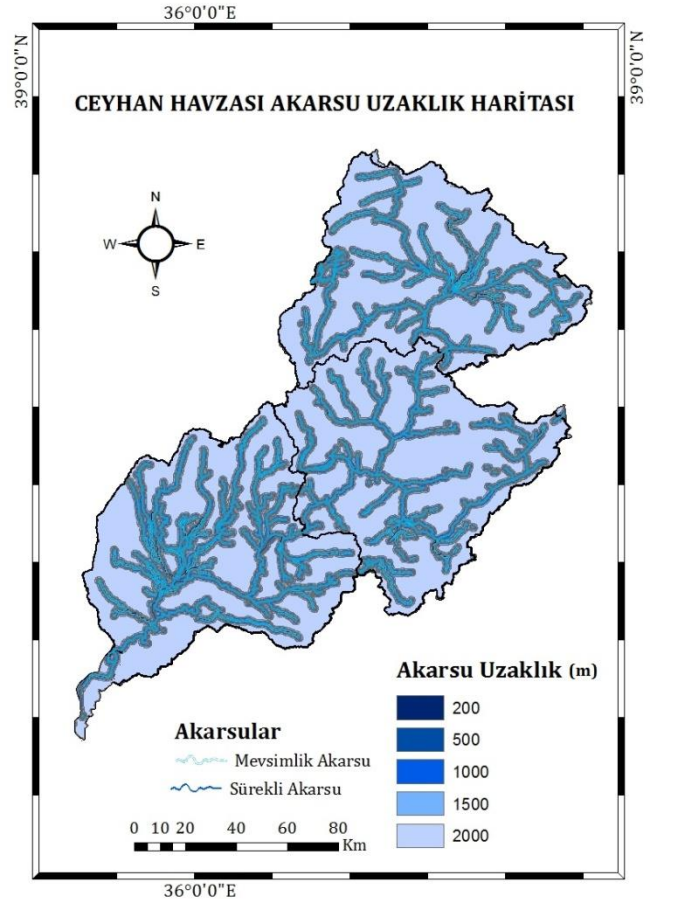


Şekil 7. Ceyhan havzası toprak haritası

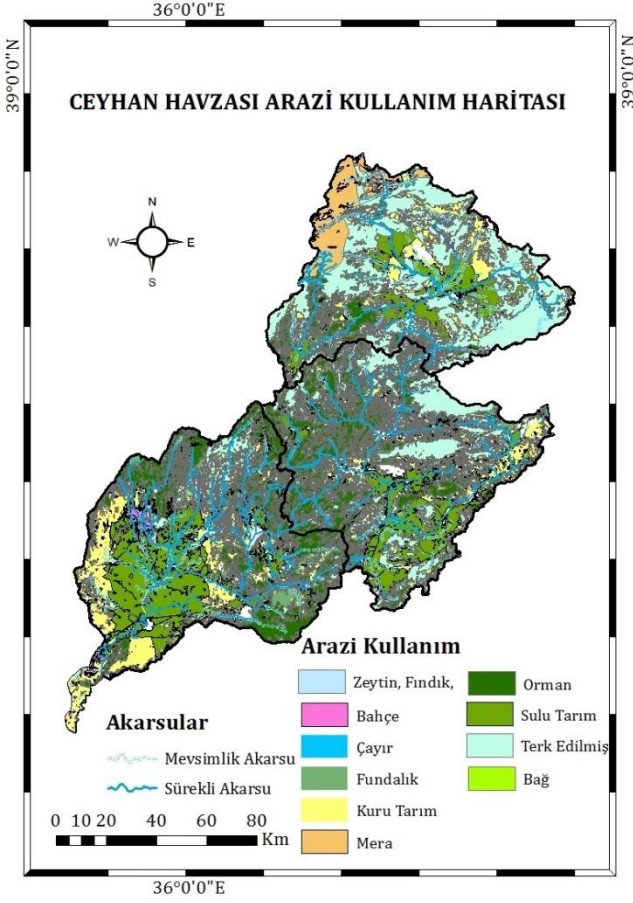
Akarsu taşkınlarını etkileyen bir diğer ölçüt akarsu ağlarına yakınlıktır. Akarsular yoğun yağış aldığı dönemlerde taşkın riski taşır. Akarsuya yakın yerlerde su seviyesinin yükselmesiyle taşkın gerçekleşir. Şekil 8'e göre AHY' de yapılan değerlendirme sonucunda akarsu ağlarına 200 m yakın olan bölgelerin ağırlık katsayısı 0.50 iken 2000m üzeri yerleşim yerlerinin ağırlık katsayısı 0.03 belirlenmiştir. Ağırlık katsayıları haritaya eklenerek ağırlıklı çakıştırma analizinde kullanılmıştır.

Sel ve taşkınları etkileyen yağış, eğim, bakı, jeoloji, toprak yapısı gibi doğal unsurlarken arazi kullanımı beşerî bir unsurdur. Akarsu yatağında yerleşim yerleri kurulması, kök sistemi sayesinde toprağın suyu tutma kapasitesini arttıracak olan bitkilere zarar verilmesi taşkının vereceği zararı arttıracaktır (Turoğlu ve Özdemir, 2005).

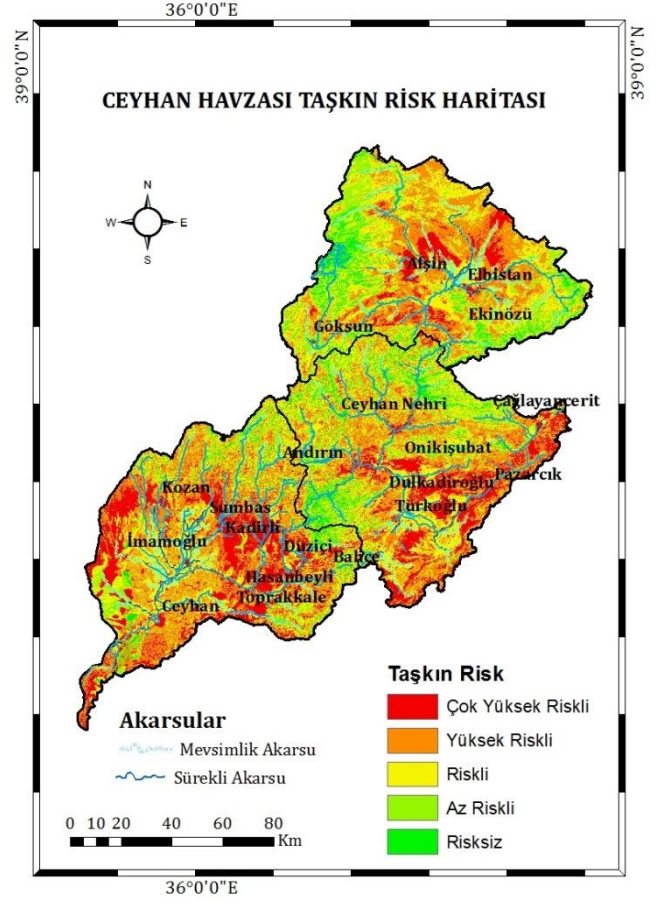
Örneğin çalışma alanında geçmiş yıllardaki taşkınlar incelendiğinde Orta Ceyhan Alt Havzası'nda bulunan ve nehrin bir kolu olan Göksun Deresi taşmış ve çevresindeki ev ve iş yerlerine zarar vermiştir (T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2017). Dolayısıyla plansız kentleşme, arazinin yanlış kullanımı taşkın riskini arttırmıştır. Şekil 9'da görüldüğü üzere akarsu çevresinde sulu tarım ve çayır arazileri taşkın riski açısından riskli alanlardır. Orman alanları, fundalık, mera gibi alanlar taşkın riski açısından daha az riskli bölgelerdir. AHY' de sulu tarım alanları en riskli alan olarak belirlenmiş ağırlık katsayısı 0,38 olarak kabul edilmiştir ve diğer kriterlerin ağırlık değerleriyle beraber Şekil 10'a eklenerek yeniden sınıflandırılmıştır.



Şekil 8. Ceyhan havzası akarsuya uzaklık haritası



Şekil 9. Taşkın risk haritasında kullanılan arazi kullanım haritası



Şekil 10. Taşkın Risk Haritası

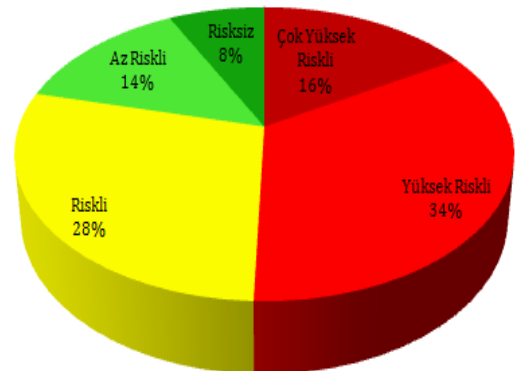
4. Sonuçlar Ve Tartışma

Ülkemizin en önemli kaynaklarından olan akarsularımızdan bazen enerji ihtiyacımızı karşılamak bazen içme suyu sağlamak, bazen de tarım amaçlı faydalanılmaktadır. Çoğu akarsu kuraklık riskiyle karşı karşıya kalırken birçoğu da doğa olayları ve fizyolojik etkenler nedeniyle taşmaktadır. Bu çalışmada havzasında bulunan birçok şehri ilgilendiren akarsuyun taşkın risk haritası oluşturulmuştur.

Yukarı Ceyhan Alt havzasında bulunan Göksun, Elbistan, Afşin ve Ekinözü ilçelerindeki yerleşmeler ve tarım arazileri akarsuya yakın olup riski arttıran bir faktör olmuştur. Akarsu uzağında kalan ve eğimin fazla olduğu alanlar taşkın riski az olan bölgelerdir. Aynı zamanda aşırı yıkanmadan kaynaklı suya doymuş toprağın litolojik yapısı bu bölgede taşkın riskini arttıran bir diğer faktör olmuştur.

Şekil 10'a göre Orta Ceyhan Alt Havzası'nın daha çok doğu kısmı riskli bölgeyi oluşturur. Kahramanmaraş'ın Onikişubat, Dulkadiroğlu, Pazarlık gibi ilçelerinden geçen akarsu bu bölgelerde eğimin azalması, yerleşim yerlerine ve kullanılan arazilere yakın olması, yağışın fazla olması gibi sebeplerle taşkın riski yüksek belirlenmiştir. Andırın 'da dar ve derin arazilerden akan ve genelde mevsim yağışlarıyla beslenen akarsuyun kolları taşkın riski az olan bölgeleri oluşturur. Aşağı Ceyhan Alt Havzası taşkın riski en fazla olan bölgedir. Adana ve Osmaniye il sınırlarında olan bu bölge Sumbas, Kadırlı Bahçe, Kozan, Ceyhan ilçelerinde akış göstermektedir.

Batısından gelen Seyhan nehriyle birleşmesi, eğimin azalması, Alüvyal toprak yapısı, sulu tarımın yaygın olması, taşkın riskini arttıran faktörler olmuştur. Şekil 11'e göre çalışma alanının %16'lık kısmı çok riskli alan, %34 lük kısmı yüksek riskli alan olarak belirlenirken risksiz alan %8 olarak hesaplanmıştır. Bu oran da göstermiştir ki Ceyhan havzasında taşkına karşı önlemler alınmalı ve çeşitli stratejiler geliştirilmelidir.



Şekil 11. Risk gruplarının alanlarının oran dağılımı grafiği

Çalışmada görüldüğü üzere fizyolojik ve iklimsel özellikler dikkate alınarak taşkın riski fazla olan alanlar belirlenebilmektedir. Türkiye'deki Afet ve Acil Durum Yönetimi başkanlığı tarafından yayınlanan planlar,

Birleşmiş Milletler Afet Riski Azaltma Ofisi'nin yayınladığı rehber GAR ve United Nations Office for Disaster Reduction tarafından hazırlanan Sendai Afet Riski Azaltma Çerçevesi'ne göre taşkın riski yüksek alanlarda alınabilecek önlemler, yapısal ve yapısal olmayan önlemler olarak ayrılabilir. (T.C. Antalya Valiliği İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, 2021; United Nations Office for Disaster Reduction 2015; Birleşmiş Milletler Afet Riski Azaltma Ofisi, 2023 Yapısal Önlemler;

- Suyun akışını kontrol ederek taşkın riskini azaltmak için barajlar ve göletler inşa edilebilir.
- Nehir kenarına setler yapılarak suyun çevreye taşmasını engellenebilir.
- Fazla suyun başka alanlara yönlendirilmesi için taşkın kanalları yapılmalıdır.
- Dere yataklarının temizlenmesi ve genişletilmesi taşkın riskini azaltacaktır.
- Suyun emilimini arttırmak için nehir kenarında yeşil alanlar çoğaltılabilir.

Yapısal olmayan önlemler;

- Erken uyarı sistemleri kurularak halk zamanında bilgilendirilmelidir.
- Taşkın risk haritaları oluşturularak riskin yüksek olduğu alanlarda yapılaşmaya izin verilmemelidir.
- Halkın taşkın riski ve taşkından korunma yöntemleri hakkında bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Taşkın sırasında hızlı tahliye için planlamalar yapılmalı ve tatbikatlar düzenlenmelidir.
- Acil durumlarda daha hızlı ve yerinde müdahale edilebilmesini sağlamak için mevcut bulunan iş gücü ile gönüllü çalışanları eğitmek, teknik ve kapasitelerini güçlendirmek

Bu önlemler alınmalı, hayata geçirilmeli ve olası bir taşkın durumu en az hasar ve kayıpla atlatılmalıdır.

Teşekkür

Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Proje Birimi tarafından desteklenmektedir. Proje Kodu: FYL-2021-11364 Proje Id:11364

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

Araştırmacıların Katkı Oranı

Selver GÜNGÖR: Literatür taraması, Modelleme, Tartışma, Sonuçlar, Makale yazımı, Düzenleme, Kontrol.
Ümran KÖYLÜ: Literatür taraması, Tartışma, Sonuçlar, Makale yazımı, Düzenleme, Kontrol.

Çatışma Beyanı

Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Adesina E., Ajayi O, Odumosu, J., & Illah, A. (2024). Soil loss risk assessment using revised universal soil loss equation (RUSLE) and geographical information system (GIS) approach. *Advanced GIS*, 4(2), 42-53.
- Adjiski, V., Kaplan, G., & Mijalkovski, S. (2023). Assessment of the solar energy potential of rooftops using LiDAR datasets and GIS based approach. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 8(2), 188-199. <https://doi.org/10.26833/ijeg.1112274>
- BM Afet Risklerinin Azaltılması Ofisi. (2023). *Afet Riskinin Azaltılması Küresel Değerlendirme Raporu (GAR)*. <https://www.undrr.org/gar/gar2023-special-report>
- Dağdeviren, M., Akay, D., & Kurt, M. (2013). İş değerlendirme sürecinde analitik hiyerarşi prosesi ve uygulaması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(2), 129-138.
- Demir, V., & Ülke Keskin, A. (2022). Yeterince akım ölçümü olmayan nehirlerde taşkın debisinin hesaplanması ve taşkın modellemesi (Samsun, Mert Irmağı örneği). *Geomatik*, 7(2), 149-162. <https://doi.org/10.29128/geomatik.918502>
- Demir, V., Beden, N., & Ülke Keskin, A. (2021). Taşkın modelleme yöntemlerinin gözden geçirilmesi ve karşılaştırılması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (28), 1013-1021. <https://doi.org/10.31590/ejosat.1010220>
- Güngör, İ., & İşler, D. B. (2005). Analitik hiyerarşi yaklaşımı ile otomobil seçimi. *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(2), 21-33.
- Koca, C., & Kaymaz, Ç. K. (2024). CBS tabanlı ÇKKV-AHS yöntemi ile ekoturizm alanlarının yer seçimi: Çamlıhemşin İlçesi örneği. *Geomatik*, 9(2), 185-206. <https://doi.org/10.29128/geomatik.1419623>
- Kotan, B., & Erener, A. (2022). Seasonal analysis and mapping of air pollution (PM10 and SO2) during Covid-19 lockdown in Kocaeli (Türkiye). *International Journal of Engineering and Geosciences*, 8(2), 173-187. <https://doi.org/10.26833/ijeg.1111699>
- Makhmudov, R., & Teymurov, M. (2024). Importance of using GIS software in the process of application of Analogue terrains and Counter-approach technologies in water resources assessment. *Advanced Remote Sensing*, 4(1), 36-45
- Meşin, V., & Demir, V. (2023). Coğrafi bilgi sistemleri tabanlı analitik hiyerarşi yöntemi kullanılarak Konya il merkezinde teknoloji geliştirme bölgesi için yer seçimi. *Geomatik*, 8(3), 208-221. <https://doi.org/10.29128/geomatik.1161059>
- Noor, S., Mahmood, S. & Hibab, W. (2024). Risk Assessment of Attabad lake Outburst Flooding using integrated Hydrological and Geospatial Approach. *Advanced Geomatics*, 4(1), 57-67.
- 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*. <https://doi.org/10.29228/JASSS.43017>
- Ocak, F., Bahadır, M., & Aylar, F. (2021). Bakacak Deresi Havzası'nın (Samsun) coğrafi analizi ve taşkın

- duyarlılığı. *Mavi Atlas*, 9(2), 61-81. <https://doi.org/10.18795/gumusmaviatlas.981217>
- Oğuz, E., Oğuz, K., & Öztürk, K. (2022). Düzce bölgesi taşkın duyarlılık alanlarının belirlenmesi. *Geomatik*, 7(3), 220-234. <https://doi.org/10.29128/geomatik.972343>
- Ömürbek, N., & Şimşek, A. (2014). Analitik hiyerarşi süreci ve analitik ağ süreci yöntemleri ile online alışveriş site seçimi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 12(22), 306-327. <https://doi.org/10.11611/JMER214>
- Özşahin, E. (2016). Arnavutluk'ta taşkın risk analizi. *International Journal of Eurasia Social Sciences*, 2013(12), 91-109.
- Peng, X., & Dai, F. (2009). Information systems risk evaluation based on the AHP-fuzzy algorithm. In *Proceedings of the International Conference on Networking and Digital Society* (pp. 178-180).
- Partigöç, N. S., & Dinçer, C. (2024). Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) tabanlı afet risk analizi: Denizli ili örneği. *Geomatik*, 9(1), 27-44. <https://doi.org/10.29128/geomatik.1261051>
- Saaty, T. L. (1980). The analytic hierarchy process (AHP). *The Journal of the Operational Research Society*, 41(11), 1073-1076.
- Saaty, T. L. (1994). How to make a decision: The analytic hierarchy process. *Interfaces*, 24(6), 19-43. <https://doi.org/10.1287/inte.24.6.19>
- Saaty, T. L. (2008). Relative measurement and its generalization in decision making: Why pairwise comparisons are central in mathematics for the measurement of intangible factors the analytic hierarchy/network process. *Review of the Royal Spanish Academy of Sciences Series A Mathematics*, 102(2), 251-318.
- Sarıgül, O., & Turoğlu, H. (2020). Kahramanmaraş şehri sel ve taşkınlarının coğrafi analizi ve öngörülere. *Coğrafya Dergisi*, (40), 275-293. <https://doi.org/10.26650/JGEOG2020-0018>
- T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. (2017). *Taşkın yönetimi kitabı*. Ankara.
- T.C. Antalya Valiliği İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü. (2021). *IRAP İl Afet Risk Azaltma Planı*.
- Turoğlu, H., & Özdemir, H. (2005). Bartın'da sel ve taşkınlar: Sebepler, etkiler, önleme ve zarar azaltma önerileri. İstanbul: Çantay Kitabevi.
- TÜBİTAK MAM Çevre Enstitüsü. (2010). *Havza koruma eylem planları*.
- United Nations Office for Disaster Reduction. 2015. Sendai Afet Risk Azaltma Çerçevesi. (2015-2030). https://uclg-mewa.org/uploads/file/748e86d91ae4409e9188794ddb6c004d/Sendai_TR.pdf
- Urfalı, T., & Eymen, A. (2021). CBS ve AHP yöntemi yardımıyla Kayseri ili örneğinde rüzgâr enerji santrallerinin yer seçimi. *Geomatik*, 6(3), 227-237. <https://doi.org/10.29128/geomatik.772453>
- Yılmaz, H. M., Yakar, M., Mutluoglu, O., Kavurmaci, M. M., & Yurt, K. (2012). Monitoring of soil erosion in Cappadocia region (Selime-Aksaray-Turkey). *Environmental Earth Sciences*, 66, 75-81.



© Author(s) 2025. This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>