



idealkent ©

ISSN: 1307-9905 E-ISSN: 2602-2133

DOI: 10.31198/idealkent.1360600

Araştırma Makalesi / Research Article

Sayı Issue 43, Cilt Volume 16, Yıl Year 2024-1, 512-543

Ankara Çayı Havzası'nın Kentsel Planlama Kapsamında Taşkın Duyarlılığı Açısından Değerlendirilmesi¹

Yekta Köse²

ORCID: 0000-0002-1656-6776

Şükran Şahin³

ORCID: 0000-0002-3730-2534

Volkan Müftüoğlu⁴

ORCID: 0000-0003-3946-9562

Öz

İklim değişikliği ve kentleşme sonucu ortaya çıkan olumsuz durumlardan biri de taşkındır. Doğal olarak oluşan ya da insan faaliyetleri nedeniyle artış gösteren taşkın olayları, yaşandığı bölgede ekonomik ve sosyal faaliyetleri kesintiye uğratmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Ankara Çayı Havzasında taşkın riski bulunan alanların belirlenmesi ve kentsel planlama kapsamında değerlendirilmesidir. Çoklu karar verme tekniklerinden Analitik Hiyerarşi Süreci uygulanarak çalışma alanına ilişkin 9 farklı katmanın ağırlıkları ve taşkın üzerine etki dereceleri saptanmıştır. Taşkın riskinin modellenmesi aşamasında; ArcMap yazılımı yardımıyla ağırlıklı toplam değerler hesaplanmıştır. Taşkın ortaya çıkacağı afetlerden korunabilmek için imar planları oluşturulurken veya yenilenirken taşkın yatakları hidro-meteorolojik analiz ve modeller ile ayrıntılı bir şekilde zamansal ve mekânsal olarak ortaya konulmalıdır. Kentleşme ile bozulan hidrolojik döngü, öncelikli olarak sel ve taşkın olaylarındaki artış ile kendini göstermektedir. Bu süreç, yer altı suyu besleniminde azalma, toprak kaybı, akarsularda su varlığının azalması biçimindeki bozunumlarla devam etmektedir. Bu bağlamda taşkın riskinin, döngüsel etkileşim içinde olduğu ekolojik süreçlerle bütünlük yönetilmesi kritik olarak önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Kentsel alan, taşkın, kentleşme, peyzaj planlama

¹ Bu makale, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü bünyesindeki Peyzaj Mimarlığı Doktora programında Prof. Dr. Şükran Şahin ve Dr. Öğr. Üyesi Volkan Müftüoğlu danışmanlığında hazırlanmakta olan doktora tezinden üretilmiştir.

² Öğr. Gör., Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Demirci Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, E-posta: yekta.kose@cbu.edu.tr.com

³ Prof. Dr., Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, E-posta: sukran.sahin@ankara.edu.tr

⁴ Dr. Öğr. Üyesi, Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, E-posta: volkan.muftuoglu@btu.edu.tr



Evaluation of the Ankara Stream Basin in terms of Flood Susceptibility within the Scope of Urban Planning⁵

Yekta Köse⁶

ORCID: 0000-0002-1656-6776

Şükran Şahin⁷

ORCID: 0000-0002-3730-2534

Volkan Müftüoğlu⁸

ORCID: 0000-0003-3946-9562

Abstract

Flooding is one of the negative situations that arise as a result of climate change and urbanisation. Flood events, which occur naturally or increase due to human activities, interrupt economic and social activities in the region where they occur. The aim of this study is to identify the flood risk areas in the Ankara Stream Basin and to evaluate them within the scope of urban planning. Analytic Hierarchy Process, one of the multiple decision making techniques, was applied to determine the weights of 9 different layers related to the study area and their degree of impact on flooding. In the flood risk modeling phase; weighted total values were calculated with the help of ArcMap software. In order to be protected from disasters caused by flooding, floodplains should be revealed temporally and spatially in detail with hydro-meteorological analysis and modeling while creating or renewing development plans. The impact of urbanization on the hydrological cycle primarily becomes evident through the rise in flood occurrences. This process continues with degradation in the form of decreased ground-water supply, soil loss and reduced water availability in rivers. In this context, it is of critical importance to manage flood risks in conjunction with the interconnected ecological processes that operate cyclically.

Keywords: Urban area, flooding, urbanization, landscape planning

⁵ This article is derived from PhD thesis prepared under the supervision of Prof. Dr. Şükran Şahin and Asst. Prof. Dr. Volkan Müftüoğlu in Landscape Architecture PhD programme of Ankara University Graduate School of Natural and Applied Sciences.

⁶ Lecturer, Manisa Celal Bayar University, Demirci Vocational School, Forestry Department, E-mail: yekta.kose@cbu.edu.tr.com

⁷ Prof. Dr., Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Landscape Architecture, E-mail: sukran.sahin@ankara.edu.tr

⁸ Asst. Prof., Bursa Technical University, Faculty of Forestry, Department of Landscape Architecture, E-mail: volkan.muftuoglu@btu.edu.tr

Giriş

Taşkınlar hem can kaybı hem de ekonomik kayıplara neden olması bakımından önemli afetlerin başında gelmektedir. Özellikle yağışlı mevsimlerde, son yıllarda ise iklim değişiklikleri sonucu düzensiz yağışların da neden olduğu çok sayıda taşkın olayları ile karşılaşmaktadır. Kentsel alanlardaki yoğun yapılaşma, çarpık kentleşme, planlı alanların amaç dışı kullanımı ya da hatalı mekânsal planlama, vb. uygulamalar ile doğal hidrolojik döngüsünün bozulduğu görülmektedir. Doğal hidrolojik döngünün bozulması yağmur suyunun yer altına emilim hızının azalmasına ve su drenaj sistemlerinin yetersiz kalmasına sebep olmaktadır. Bunların sonucunda ani yağışlar ile artan su miktarı, akarsu yatakları ve çevresinde bozulmalara yol açmaktadır. Taşkın, doğal bir afet olsa da sürecin yıkıcı su baskınlarına dönüşmesi kentsel planlama sorunlarının ve altyapı yetersizliğinin bir sonucudur.

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) taşkın oluşumunu etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi ve taşkın risk haritalaması için kullanılan önemli araçlardan biridir. Chen (2022)'e göre; bu yöntemler arasında Analitik Hiyerarşi Prosesi/Yöntemi (AHP), taşkın riski yönetimi alanında en yaygın kullanılan çok kriterli analiz yöntemidir. Bu teknik, nesnellik ve tutarlılığın korunması için niteliksel yargıları niceliksel ölçümlere dönüştürmeye olanak sağlamaktadır (Godif, G. ve Manjunatha, B. R. 2023, s.5; Siraj vd., 2015, s.219; Varis, 1989, s.287). AHP yönteminde birden fazla alternatif derecelendirilir ve bu alternatifler arasından en uygun karara ulaşmak için süreçler birleştirilmektedir. Çok sayıda alternatifin arasından en iyi seçeneği tercih etmek için kullanılır ve tercih birden fazla sayıda diziden oluşan kriterlere göre değerlendirilmektedir. Bunun yanı sıra yöntem uzman bilgisine ve deneyimine bağlıdır (Chowdary vd., 2013, s.3559; Göztepe vd., 2022, s.146; Zou vd., 2013, s.525). Bu nedenle yöntem uygulamasının uzmanlar tarafından iyi bir şekilde analizi sağlanmalıdır.

Taşkın riskinin oluşabilmesi için yağışın akışa geçmesi gerekmektedir, akışa geçen su yatak, mecrâ ve dere tabanlarında buluşarak kütlesini artırır ve hızlanır. Araştırmalarda taşkını etkileyen etmenler arasında en çok yağış miktarı, yağışın hızı ve yüzey eğiminin irdelendiği görülmektedir (T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2017). Bununla birlikte zemin geçirgenliğini oluşturan litoloji, toprak, arazi kullanımı ve bitki örtüsü yapılan çalışmalarda (Das, 2018; Khosravi vd., 2016; Wu vd., 2016) nicel ölçümlerde kullanılan di-

ğer etmenlerdir. Bu çalışmada, AHP yöntemi kullanılarak yağış, eğim ve zemin geçirgenliğinin de içinde bulunduğu 9 farklı parametrenin ağırlıkları hesaplanmış ve taşkın risk haritası oluşturulmak istenmiştir.

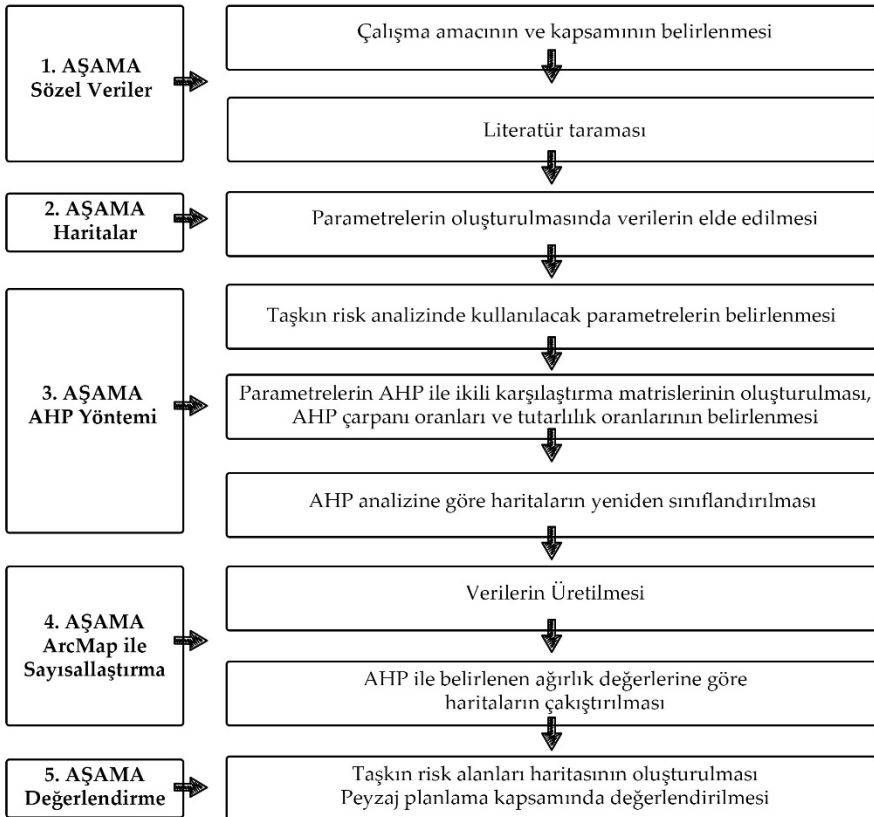
T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün Ankara Kenti ve çevresi uzun yıllar yağış gözlemleri istatistiki olarak analiz edildiğinde; özellikle yaz aylarına doğru yoğun sağanak yağışların olduğu görülmektedir. Bu yağışlar konveksiyonel yağışlar olarak isimlendirilmektedir (Özdemir ve Bozyurt, 2003, s.121). Ankara bölgesinde termik etkiler nedeniyle meydana gelen konveksiyonel yağışlar, yaz aylarındaki kuraklığı hafifletmektedir. Bu bölgede ekim ayı itibarıyla başlayan yağışlar, nisan ayına kadar devam etmekte; mayıs ayında nispi nem maksimumuna ulaşmaktadır (Koçman, 1993, s.58). Konveksiyonel yağışlar küçük bir alana, kısa bir sürede şiddetli biçimde düşen yağışlar olarak tanımlanmaktadır (Spellman, 2016, s.129). Bu sebeple birbirine yakın olan iki alanın biri çok fazla yağış alırken diğeri kurak şekilde kalabilmektedir. Bu yağış sonrası taşkına örnek sayılabilecek olaylardan biri, 12 Haziran 2022 tarihinde Ankara'da yaşanmıştır.

Çalışmanın amacı, Ankara Çayı Havzası'nı bütüncül bir yaklaşımla ele alarak taşkın riski bulunan alanları belirlemek ve elde edilen sonuçları kentsel planlama kapsamında değerlendirmektir. T.C. Ankara Büyükşehir Belediyesi Coğrafi Bilgi Sistemleri Şube Müdürlüğü (2023) çalışmalarına göre Ankara Çayı Havzası içinde kalan yerleşimlerde son yıllarda yaşanan su baskınları sayısındaki artış, çalışma alanının belirlenmesinde etkili olmuştur. Ankara kentinin yeşil alanlarının azalması, yapılaşmanın artması, altyapı sorunlarının bulunması, drenaj hatlarının sağlıklı şekilde oluşturulmamış olması ile akarsuların ıslah çalışmalarında yapılan yanlışlar taşkın riskini arttırmaktadır. Bu çalışma ile taşkına yönelik önlemlerin alınması ve kentsel planlamalarda hidrolojik döngünün göz önünde bulundurulması gerekliliğine dikkat çekmek amaçlanmaktadır.

Yöntem

Çalışma yönteminin ilk aşaması çalışma amacının ve kapsamının belirlenmesi olmuştur. Daha sonra ulusal ve uluslararası literatür taraması yapılmıştır. Literatürde bulunan çalışmalar incelendiğinde, taşkın duyarlılık haritalarında çok sayıda farklı parametrenin kullanıldığı görülmektedir. Bu parametreler içerisinde yağış, topografya, litoloji, akarsuya olan uzaklık, toprak, arazi kullanımı parametrelerinin etki derecelerinin havzaya göre yüksek ölçüde

değişebildiği görüldüğünden bu parametrelerin önem dereceleri farklı disiplinlerden oluşan uzmanlar tarafından AHP ile belirlenmiştir. Özellikle çalışmanın bu aşamasında peyzaj mimarları, jeoloji mühendisi, biyolog ve ziraat mühendisinden oluşan uzmanlar ile parametreler analiz edilip AHP ile oluşturulan matrisler sonucunda katsayılar ve önem dereceleri değerlendirilerek ArcGIS 10.8 programının ArcMap veri tabanına işlenmiştir. AHP yöntemi ile çalışma parametreleri karşılaştırılmış ve matrisleri oluşturulmuştur. AHP çarpanları oranları belirlenmiştir ve tutarlılık vektörleri hesaplanmıştır. Elde edilen AHP analizlerine göre yeniden sınıflandırma haritaları üretilmiştir. AHP yöntemi ile belirlenen etki ağırlık oranlarına göre Weighted Overlay (ağırlıklı çakıştırma) aracı kullanılarak havzanın taşkın risk haritası oluşturulmuştur. Çalışmada izlenen adımlar Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Yöntem akış şeması.

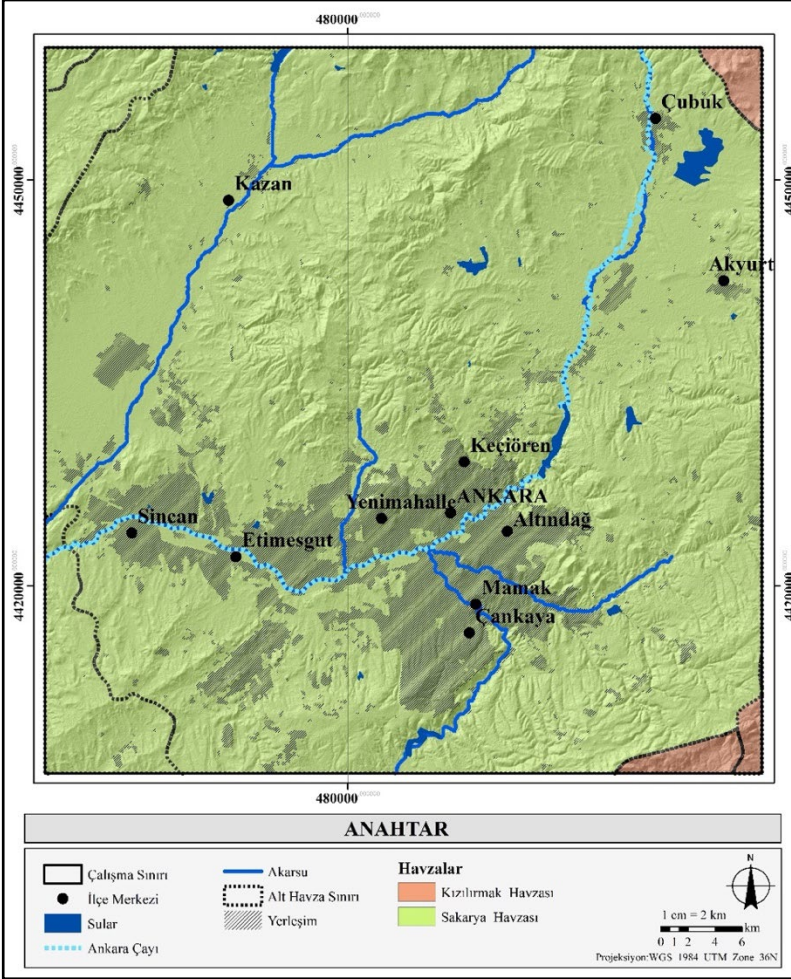
Ankara Çayı Havzası'nın Sayısal Yükseklik Modeli (SYM (Digital Elevation Model (DEM)), ALOS PALSAR'a ait 12.5 m çözünürlüğündeki uydu görüntüleri elde edilerek oluşturulmuştur. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün Ankara Kenti ve çevresi 1927-2022 yılları arasındaki uzun yıllar istasyon verilerinden elde edilen yağış bilgileri ile yağış haritaları oluşturulmuştur. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı'nın CORINE (Coordination of Information on the Environment - Çevresel Bilginin Koordinasyonu)'den elde edilen arazi kullanım haritasında çalışma sınırı içerisine giren öznitelikler işlenmiştir. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nden alana ait jeoloji raster verileri alınarak sayısallaştırılmıştır. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Arazileri Değerlendirme Portalı üzerinden toprak verileri raster formatında alınarak sayısallaştırılması gerçekleştirilmiştir. Kullanılan veriler, ölçekler ve edinilen kaynaklar Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan veriler

| Veri | Yayın Tarihi | Orijinal Format | Kaynak |
|---|--------------|----------------------------------|--|
| 2018 yılı CORINE verisi (Coordination of Information on the Environment) Arazi Örtüsü/Arazi Kullanımı (AÖ/AK) | 2020 | Minimum haritalama birimi: 25 ha | Avrupa Birliği - Copernicus – CORINE |
| Yükselti Verileri | 2022 | 12.5 m | ALOS PALSAR Sayısal Yükseklik Modeli (DEM) |
| Jeolojik Yapı | 2022 | 12.5 m vektör veri | T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü |
| Toprak Özellikleri | 2022 | Vektör 12.5 m shp dosyası | T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Arazileri Değerlendirme Portalı |
| Yağış Verileri | 2021 | Excel | T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü |

Çalışma alanı olan Ankara Çayı, İç Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Sakarya Bölümü'nde konumlanan Ankara ili sınırları içerisinde bulunmaktadır. Ankara Çayı, Çubuk Çayı ile Hatip Çayı'nın birleşmesi sonucu oluşmaktadır.

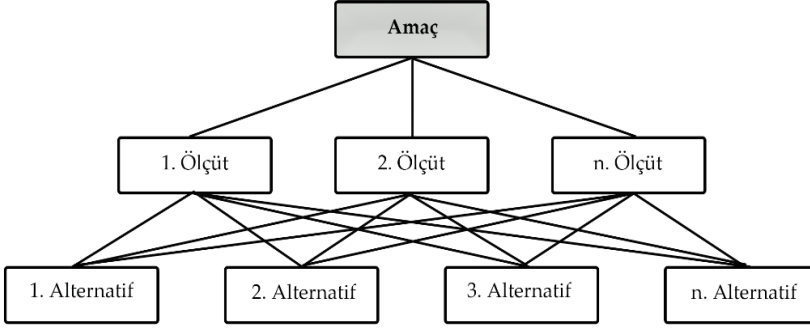
Hatip Çayı ve Çubuk Çayı'nın birleştiği noktadan Sakarya Nehri'ne kadar Ankara Çayı, 129 km yol almaktadır. (Pekin, 2007, s.81) (Şekil 2).



Şekil 2. Çalışma alanı ve Ankara Çayı.

Çalışmada parametrelerin havza üzerindeki etki derecelerinin ve oranlarının belirlenmesi için çok kriterli karar verme analizinden biri olan AHP yöntemi kullanılmıştır. Saaty (1980)'e göre; AHP, 1'den 9'a kadar temel bir oran ölçeği kullanarak aynı hiyerarşik düzeydeki niteliklerin ikili karşılaştırmalarına dayanan çok kriterli bir karar verme yaklaşımıdır.

AHP hiyerarşisinin ilk aşaması amacı belirlemektir. Amaç, ölçütler ve alternatifleri içeren en az üç aşamadan oluşmaktadır. Amaç belirlenme aşamasını ölçütler ile varsa alt ölçütler takip etmektedir. Sonraki aşamada ise alternatifler bulunmaktadır (Saaty, 1980) (Şekil 3).



Şekil 3. Genel üç katmanlı AHP hiyerarşisi (Saaty, 1980'den değiştirilerek alınmıştır).

AHP yönteminde, amaç doğrultusunda bir karara varmak için saptanan kriterlerin üstünlüğünü belirlemek üzere ikili karşılaştırma kullanılmaktadır. İkili karşılaştırmalar sırasında 1 ile 9 arasında önem düzeyleri oluşturulmuştur (Saaty, 1987). Tablo 2'de ikili karşılaştırma yapılırken kullanılan önem dereceleri gösterilmektedir.

Tablo 2. AHP göreceli önem ölçeği (Saaty, 1987, s.163).

| Önem Derecesi | Değer Tanımı |
|---------------|----------------------------|
| 1 | Eşit derecede önemli |
| 3 | Orta derecede önemli |
| 5 | Güçlü derecede önemli |
| 7 | Çok güçlü derecede önemli |
| 9 | Aşırı derecede öneme sahip |
| 2, 4, 6, 8 | Ara değerler |

n nesnenin ikili karşılaştırmaları a_{ij} ve bunların karşılıklı karşılaştırmaları $a_{ji} = 1/a_{ij}$, ikili karşılaştırma matrisi (Pairwise Comparison Matrix - PCM) $A = [a_{ij}]_{n \times n}$, $i, j = 1, 2, \dots, n$ 'de toplanmaktadır. Ağırlıklar PCM'den birçok yöntem kullanılarak türetilebilir, bunlardan en iyi bilinenlerden biri sıra geometrik ortalama yöntemidir (Row Geometric Mean Method - RGMM). Ağırlıklar aşağıdaki şekilde türetilir (Crawford ve Williams, 1985, s.393).

$$W_i = \left(\prod_{j=1}^n a_{ij} \right)^{1/n}$$

$i=1, \dots, n.$

Aşağıdaki durumlar sağlanırsa PCM tutarlıdır:

$$a_{ij} \cdot a_{jk} \cdot a_{ki} = a_{ji} \cdot a_{kj} \cdot a_{ik} \quad i, j, k = 1, 2, \dots, n; \text{ ö2P}$$

Yargıların tutarsızlığı tutarlılık endeksleri ile ölçülebilir ve tutarlılık oranı (Consistency Ratio - CR) en yaygın kullanılan endekslerden biridir (Saaty, 1980, s.26).

$$CR_A = CI_A / RI_n$$

CR = Consistency Ratio (Tutarlılık Oranı – TO)

CI = Consistency Index (Tutarlılık İndeksi – Tİ)

RI = Random Index (Tesadüfilik Göstergesi – TG)

İkili karşılaştırmalarda tutarlılık oranı %10'un altında olursa tutarlı olarak kabul görmektedir (Saaty, 2005). %10'un üzerinde bir tutarlılık oranı elde edilirse, kararlar gözden geçirilmeli ve daha doğru kararlar üretilmelidir. Ankara Çayı Havzası için hesaplanan tutarlılık değerleri %10'un altında bulunduğu için kararlar tutarlı olarak kabul edilmiştir. Tutarlılık oranı kontrol edildikten sonra ölçütler için türetilen normalleştirilmiş ağırlıklar hesaplamaya dahil edilerek tüm kriterlerin ağırlık değerleri AHP yöntemi gereğince 1 olarak hesaplanmıştır.

Matriste tutarsızlık varlığında CI (Consistency Index (Tutarlılık İndeksi – Tİ)) aşağıdaki gibi tanımlanmıştır (Saaty, 1990, s.13);

$$CI = (\lambda - n) / (n-1)$$

“ λ ” ile gösterilen değer tutarlılık vektörlerinin toplamını ifade etmektedir. Kaç adet ölçüt kullanılmış ise “ n ” ile gösterilen değer olarak alınır ve formülde işlenir. Tesadüfilik göstergesi (RI) değeri kullanılan parametre sayısına göre değişkenlik göstermektedir, çalışmada 9 parametre kullanılmıştır ve n değeri bu 9 parametre üzerinden hesaplanmıştır.

Bulgular

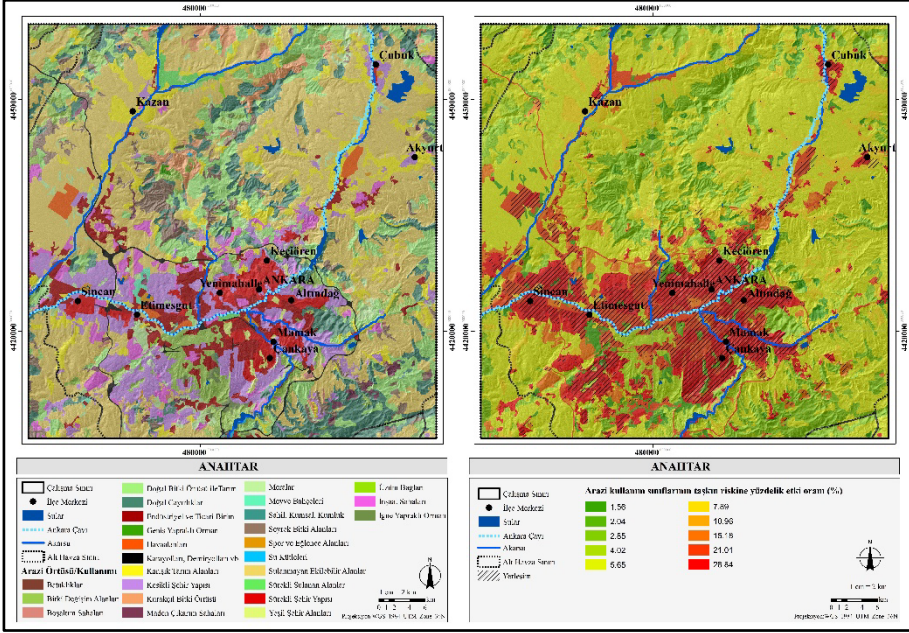
Çalışma alanı olarak seçilen Ankara Çayı Havzası'nda taşkına etki eden ölçütler; yağış, eğim, akarsuya yakınlık, yükseklik, jeoloji, toprak, arazi kullanımı, bakı ve eğim şekli olarak belirlenmiştir. Belirlenen bu 9 ölçütün hangi

derecede etkili olacağı AHP yöntemi kullanılarak hesaplanmış ve altlık haritalar belirlenen ağırlık oranlarına göre yeniden sınıflandırılmıştır.

Akarsuya yakınlık: Sel ve taşkınlardan etkilenecek alanların belirlenmesinde akarsulara uzaklık faktörü kritik rol oynamaktadır (Rahmati vd., 2015, s.1003; Ünal vd., 2022, s.141). Ana akarsu ağından uzaklaştıkça taşkın tehlikesi azalmaktadır (Khosravi vd., 2016, s.948).

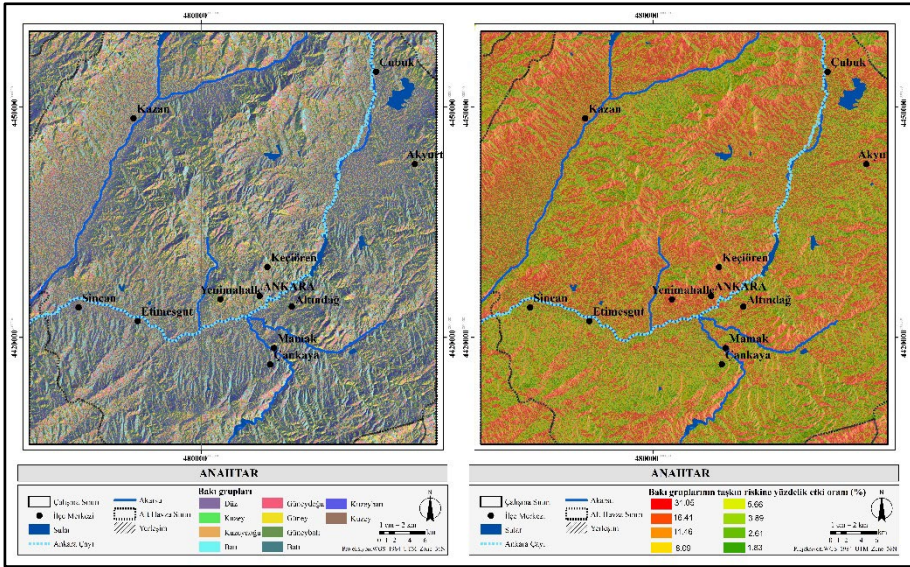
ALOS PALSAR Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) verilerinden üretilen akarsular haritası üzerinden Ankara Çayı belirlenmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda belirtildiği üzere (Adlyansah vd., 2019; Kazakis vd., 2015; Sütünç ve Yavuz, 2022, s.1676) akarsuya 200 m’den daha yakın olan alanlarda yüksek taşkın riski bulunmaktadır. Mesafenin 2000 m’yi geçtiği durumlarda ise taşkın etkisi azalmaktadır. 200 m ortalama değer olarak belirlenmiş ve akarsuyun kent içerisindeki hattı da hesaba katılarak Ankara Çayı çevresinde belirli mesafeleri oluşturmak için ArcMap programında “Buffer” komutu ile 0, 50, 100, 150, 200, 250 ve 300 metrelik tampon çokgenler oluşturulmuştur (Şekil 4). Önceki çalışmalara göre (Fernandez ve Lutz, 2010; Rahmati vd., 2015) taşkınlar sırasında en çok etkilenen alanların, taşmanın bir sonucu olarak akarsulara en yakın olan alanlar olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle risk değerlerinden en riskli alanlar akarsuya yakın yerlerden başlanarak belirlenmiştir. AHP matrisleri ile hesaplama gerçekleştirilmiş ve akarsuya yakınlık haritası oluşturulmuştur. Risk durumuna göre akarsuya yakınlık haritası ArcMap programında “Reclassify” komutu ile yeniden sınıflandırılmıştır. %45.23 en çok riskli alanları, %2.52 ise riski düşük alanları temsil etmektedir (Şekil 4).

Geçirimsiz alanlar olarak sınıflandırılan yüksek yoğunluklu kentsel alanlar, karayolları, endüstriyel alanlar veya suyun toplanma alanları olan su yüzeyleri taşkına en çok etki edecek alanlar olduğu için matriste hesaplanan %28.84 değerinde en riskli alanlar olarak yeniden sınıflandırılmıştır. Arazi kullanımı ve bitki mevcudiyeti dikkate alınarak diğer alanlar taşkına etki durumuna göre sınıflandırılmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Arazi kullanım sınıfları ve arazi kullanım sınıflarının yeniden sınıflandırma öznelikleri haritası.

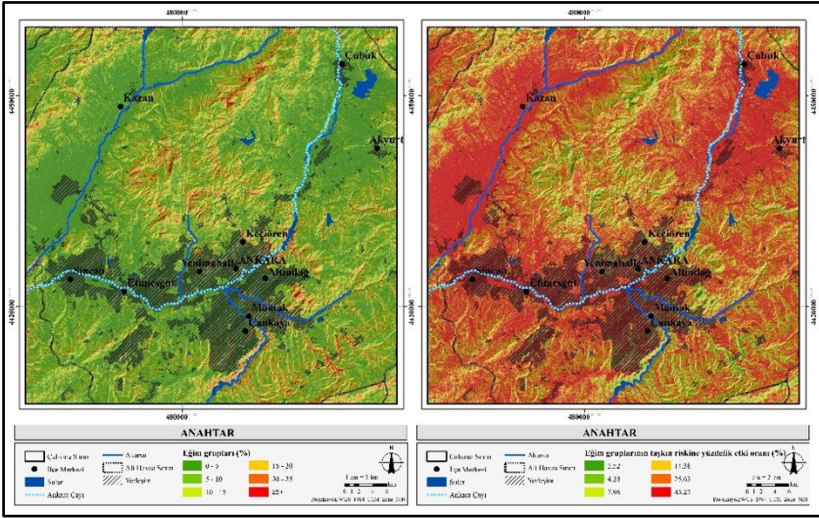
Bakı grupları: Bakının etkisiyle farklı yamaçlarda evapotranspirasyon ile yaşanan su kayıplarında büyük farklılıklar oluşmaktadır. Yaşanan yağışın buharlaşma ve terleme miktarını tayin eden önemli bir faktör olarak bakı seltaşkın üzerinde de etkili olmaktadır (Görcelioğlu, 2003; Ünal, vd. 2022, s.142). ALOS PALSAR Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) verilerinden üretilen bakı ana yönler ve ara yönler olarak 360 derecelik açısız değerlendirmeye göre 10 adet bakı grubu oluşturulmuştur (Şekil 6). Bu sınıflandırmalar içerisinde düz olan alanlar da bulunmaktadır, yağmur suları düz alanlarda kolay hareket edeceğinden riskli alanlar olarak kabul edilmiş ve bu alanlar %31.05 oranı ile yeniden sınıflandırılmıştır. Diğer alanlar da yüzdelik etki durumuna göre değerlendirilmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Bakı grupları ve bakı gruplarını yeniden sınıflandırma öznelikleri haritası.

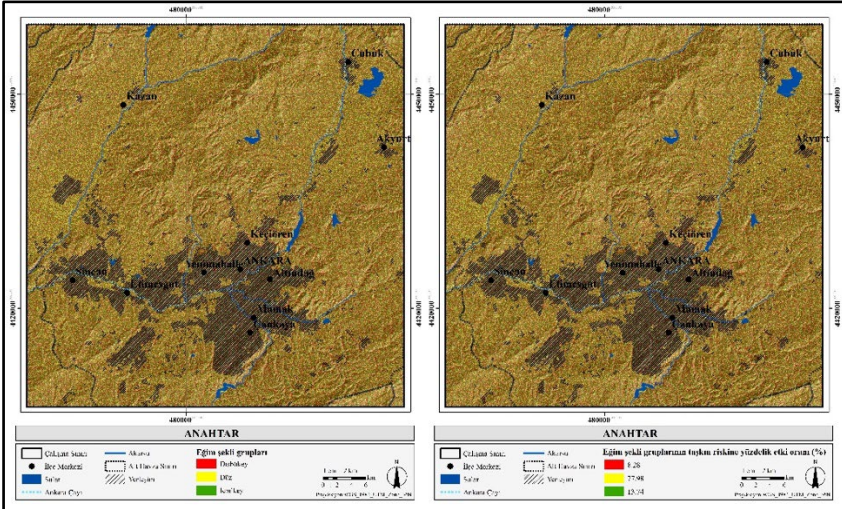
Toprak özellikleri: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Arazileri Değerlendirme Portalı'ndan elde edilen raster toprak verilerinin sayısallaştırılmasıyla büyük toprak grupları haritası oluşturulmuştur (Şekil 7). Toprak özelliklerine göre taşkın riskine yüzdelik etki oranları değerlendirilip büyük toprak grupları yeniden sınıflandırılmıştır (Şekil 7). Alüvyal topraklar, akarsular tarafından taşınan materyallerin düz ve az eğimli yerlerde birikmesiyle oluşmaktadır. Alüvyal topraklar derin ve geçirgen topraklardır (Atalay, 2006). Alüvyal topraklar, ırmak yatakları ve yerleşim alanları taşkın riskinin yüksek olduğu topraklar olduğundan en riskli alanlar olarak yeniden sınıflandırılmıştır.

Kolüvyal topraklar oluşumunu tam olarak tamamlamamış topraklar olduğu için, horizonlar gelişmemiştir. Bunlar derin ve geçirgen topraklardır (Güneş, 2020). Kolüvyal topraklar da ikincil derecede riskli alanlar olarak yeniden sınıflandırılmıştır.



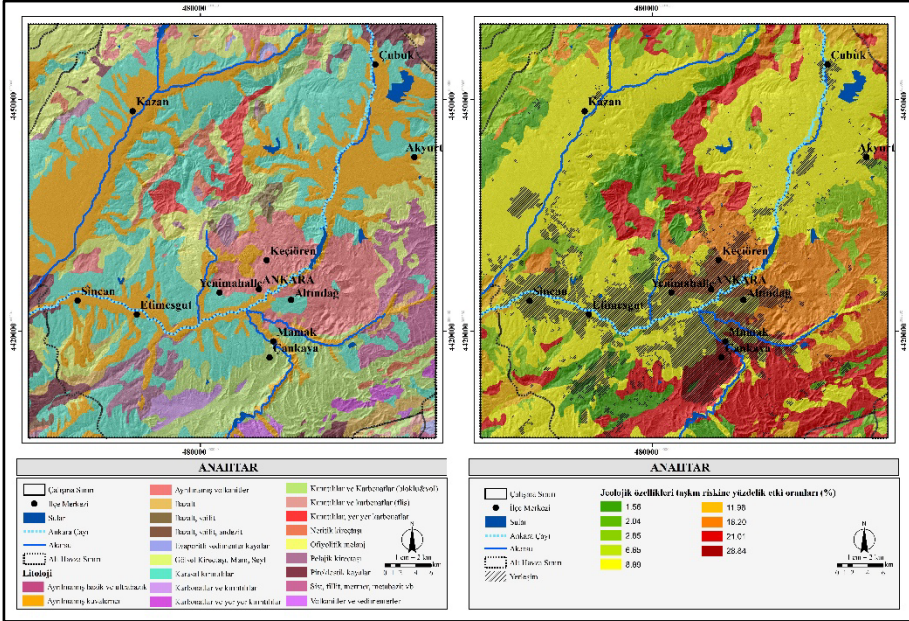
Şekil 8. Eğim grupları ve eğim gruplarının yeniden sınıflandırma öz nitelikleri haritası.

Eğim şekli grupları: ALOS PALSAR Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) verilerinden üretilen eğim şekli haritası dışbükey, içbükey ve düz olarak üç sınıfta oluşturulmuştur (Şekil 9). Düz alanlar taşkın riski için yüksek alanlar, dışbükey ve içbükey alanları ise taşkın için az riskli alanlar olarak yeniden sınıflandırılmıştır. Eğim şekli gruplarında 3 parametre olduğu için düz alanlar %77.98 oranında taşkın riskine sahip alanlardır (Şekil 9).



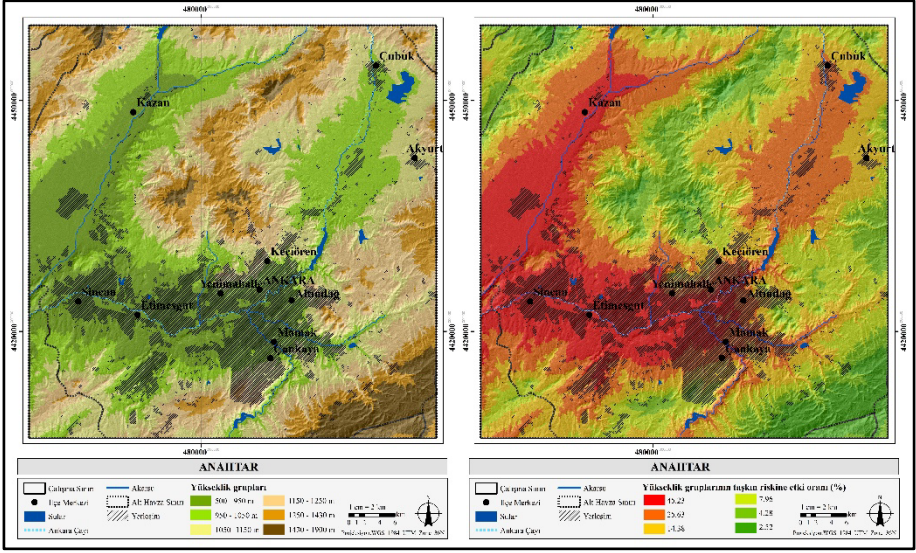
Şekil 9. Eğim şekli grupları ve eğim şekli gruplarının yeniden sınıflandırma öz nitelikleri haritası.

Jeolojik yapı: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğünden elde edilen verilerden havzanın litoloji haritası oluşturulmuştur (Şekil 10). Akarsu yataklarını oluşturan alüvyon alanlar taşkın riski en yüksek alanlardır. Litoloji konusunda jeoloji mühendisinden görüş alınmıştır, jeolojik yapı açısından alanların hem permeabilite hem de bulunduğu alanın yükseklik özelliklerine göre yeniden sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 10).



Şekil 10. Jeoloji ve jeoloji yeniden sınıflandırma öznetelikleri haritası.

Yağış miktarı: T.C. Çevre ve Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan iklim verilerine göre Ankara ilinin yıllık toplam yağış verileri analiz için kullanılmıştır. Uzun yıllar kaydedilen yağış verilerine göre çalışma alanı yıllık ortalama toplam 203 mm ile 660 mm aralığında yağış almaktadır (Şekil 11). Taşkın olabileceği için alanda su varlığının bulunması gerektiği için taşkın riski açısından en önemli parametre yağış parametresidir. Toprak doygunluğu ve ani yağış olayları taşkın şiddetini artıran etkenlerdir. Düşük yağış alan yerler az riskli bölgeler olarak, yüksek yağış alan yerler ise çok riskli bölgeler olarak yeniden sınıflandırılmıştır (Şekil 11).



Şekil 12. Yükselti ve yükselti yeniden sınıflandırma öznetelikleri haritası.

Çalışma alanına ait 9 parametre AHP yöntemi ile analiz edilerek her parametrenin yeniden sınıflandırma haritası oluşturulmuştur. Alana etkileri sırası ile; yağış miktarı, akarsuya yakınlık, eğim grupları, yükseklik grupları, litolojik özellikler, büyük toprak grupları, arazi kullanımı, bakı grupları ve eğim şekli grupları olarak belirlenmiştir.

Taşkın riski için değerlendirilen parametrelerin ikili karşılaştırmaları oluşturulmuştur ve Tablo 3'te verilen ağırlık ortalamaları ve yüzde etki oranları hesaplanmıştır. Sonuca göre en fazla etki eden parametre yağış olarak belirlenmiştir.

Taşkın risk parametreleri için oluşturulan matrisler sonucu tutarlılık oranı 0.06429 olarak bulunmuştur. Bulunan değer 0.1 değerinden küçük olduğu için matris standardını karşılamaktadır. Çalışma alanı için oluşturulan tüm matrislerde bu standart karşılanmıştır.

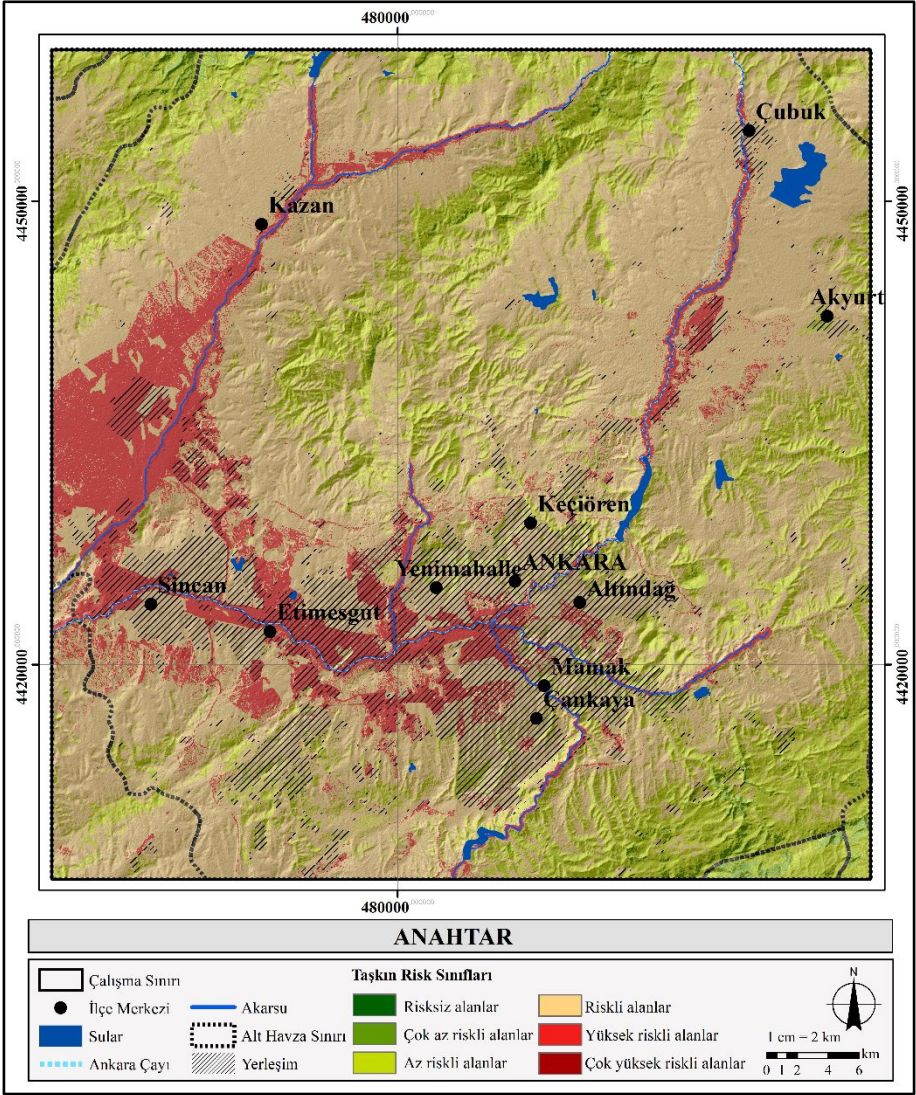
Belirlenen etki oranlarına göre parametreler ArcMap programında ağırlıklı olarak çakıştırılmış ve Şekil 13'te gösterilen 6 sınıfa ayrılan taşkın riski haritası elde edilmiştir.

Tablo 3. Taşkın risk analizinde kullanılan parametrelerin ağırlıkları, ağırlık ortalamaları ve yüzdelik etki oranları

| Parametre | Yağış | Yüzey eğimi | Akarsuya yakınlık | Yükseklik | Arazi kullanımı | Toprak | Jeoloji | Bakı | Eğim şekli | Ağırlık | Ağırlık Ortalama | Yüzdelik Etki Oranları |
|-------------------|----------|-------------|-------------------|-----------|-----------------|----------|----------|----------|------------|----------|------------------|------------------------|
| Yağış | 0.34 | 0.45 | 0.35 | 0.32 | 0.29 | 0.22 | 0.21 | 0.18 | 0.18 | 2.53 | 0.28 | 28.15 |
| Yüzey eğimi | 0.17 | 0.22 | 0.35 | 0.32 | 0.29 | 0.22 | 0.21 | 0.18 | 0.18 | 2.14 | 0.24 | 23.78 |
| Akarsuya yakınlık | 0.11 | 0.07 | 0.12 | 0.16 | 0.18 | 0.17 | 0.17 | 0.15 | 0.15 | 1.29 | 0.14 | 14.34 |
| Yükseklik | 0.08 | 0.06 | 0.06 | 0.08 | 0.12 | 0.17 | 0.14 | 0.15 | 0.13 | 0.99 | 0.11 | 10.97 |
| Arazi kullanımı | 0.07 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.06 | 0.13 | 0.14 | 0.12 | 0.13 | 0.77 | 0.09 | 8.52 |
| Toprak | 0.07 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.04 | 0.07 | 0.09 | 0.10 | 0.49 | 0.05 | 5.40 |
| Jeoloji | 0.06 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.06 | 0.08 | 0.34 | 0.04 | 3.83 |
| Bakı | 0.06 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.05 | 0.26 | 0.03 | 2.89 |
| Eğim şekli | 0.05 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.19 | 0.02 | 2.11 |
| Toplam | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 9 | 1 | 100 |

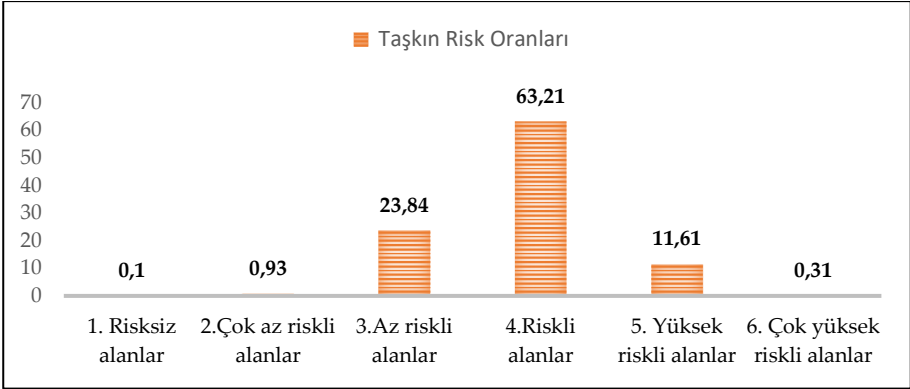
Taşkın risk analizi harita üzerinde 6 değer ile sınıflandırılmış ve alanların kolay anlaşılabilirliği açısından 6 değer aşağıda açıklanmıştır.

1. Risksiz alanlar
2. Çok az riskli alanlar
3. Az riskli alanlar
4. Riskli alanlar
5. Yüksek riskli alanlar
6. Çok yüksek riskli alanlar



Şekil 13. Ankara Çayı Havzası taşkın risk haritası.

Ankara Çayı Havzası taşkın risk haritası incelendiğinde; riskli alanların %63.21 ile en fazla, az riskli alanların ise %23.84 ile ikinci en fazla orana sahip olduğu görülmüştür (Şekil 14).



Şekil 14. Çalışma alanının taşkın riski alansal dağılımı.

Ortaya çıkan taşkın risk haritasına göre taşkın riskinin yüksek olduğu alanların akarsuya yakın, bitki örtüsünün az olduğu ve sürekli kentsel alanların bulunduğu yerler olduğu görülmüştür. Kentsel alanların bulunduğu yerlerin toprak ve zemin özelliklerini geçirimsiz olarak verilere işleyemediğimiz için bu alanların yerleşim yerleri harita üzerinde tespit edilerek yeniden değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu değerlendirme yapıldığında taşkın riski bulunan alanların oransal olarak arttığı gözlemlenmiştir.

Tartışma ve Sonuç

Çalışma ile taşkın risklerini analiz etme ve değerlendirme odaklı bir planın oluşturulması ve taşkınlardan kaynaklı olumsuz etkilerin azaltılmasına katkı sağlamak amaçlanmaktadır. Çalışmada, havza için taşkın duyarlılık analizi AHP yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla havzanın genel özellikleri incelenmiştir. Elde edilen haritalar ile ortaya çıkan ağırlıklandırma sonucunda taşkın duyarlılık haritası yapılmıştır ve taşkın açısından risk bulunan alanlar tespit edilmiştir. Taşkın risk alanları 6 sınıfa ayrılmıştır ve en yüksek riskli alandan en düşük riske sahip alana göre sıralanmıştır. 9 parametreye bağlı olarak gerçekleştirilen yöntemde taşkın oluşmasında yağış miktarı, akarsuya yakınlık, eğim ve litolojik özellikler en etkili parametreler olarak belirlenmiştir. Farklı çalışmalara bakıldığında en az 6 faktörün (Chaulagain vd, 2023, s.12; Falah vd, 2019, s.324) veya altıdan fazla faktörün analize dahil edildiği görülmektedir (Chaulagain vd, 2023, s.12; Chowdhuri vd, 2020, s.1469; Mahmoud ve Gan, 2018, s.228). Tek bir ağırlığın hâkim olduğu ve bazı unsurların aşırı değerlendirilmesine yol açabilecek güvenilmez ağırlıklardan

kaçınmak için en az altı bileşen kullanılması tavsiye edilmektedir (Chaulagain vd, 2023, s.12; Msabi ve Makonyo, 2021, s.9).

Yağış miktarı, taşkın oluşumunda en etkili parametredir (Chaulagain vd, 2023, s.12; Khosravi vd, 2016, s.949; Wu vd, 2016, s.84). Meteoroloji Genel Müdürlüğünün Ankara Kenti ve çevresi uzun yıllar yağış gözlemleri istatistiki olarak analiz edildiğinde, özellikle yaz aylarında yoğun sağanak yağışların olduğu görülmektedir. Konveksiyonel yağış adı verilen bu yağışlar, yağışa ve akarsuya bağlı taşkınlara neden olmaktadır. Yağışın zaman içerisindeki dengesiz durumu göz önüne alındığında taşkın risk haritasının geliştirilmesinde yağış önemli bir faktördür. Mangukiya ve Sharma (2022)'a göre; taşkın riski akarsuya yakın olan yerlerde daha yüksektir. Bayazıt (2021) ve Işık vd. (2020) tarafından yapılan çalışmalarda da akarsuya yakın alanların taşkın duyarlılığı açısından riskli alanlar olduğu belirtilmiştir (Aksoy vd. 2023). Oluşturulan Ankara Çayı Havzası taşkın risk haritası incelendiğinde taşkın duyarlılığında yağış miktarı, akarsuya yakınlık ve eğim parametrelerinin havzanın taşkın riskine en çok etkisi olan ölçütler olduğu ortaya konulmuştur.

Kentsel ve yapılaşmış, tarımsal alanlar ve çorak araziler daha yüksek akışa neden olarak taşkın tehlikelerini artırırken, yoğun bitki örtüsü ve ormanlık arazi daha az akışa neden olmaktadır (Mangukiya ve Sharma, 2022, s.1290). Kentsel alanlar, yağmursularının süzülmeden yüzey akışına geçmelerine sebep olmaktadır. Yüzey akışın hacim olarak artışı vadi tabanlarında taşkın artışına sebep olmaktadır ve yer altı suyu beslenimini engellemektedir (Şahin, 2010). Çalışma sonucunda arazi kullanım alanları incelendiğinde; kentsel ve bitki örtüsünün azaldığı alanlarda taşkın riskinin arttığı görülmektedir. Taşkının neden olacağı afetlerden korunabilmek için imar planları oluşturulurken veya yenilenirken sel ve taşkın yatakları hidro-meteorolojik analiz ve modeller ile ayrıntılı bir şekilde zamansal ve mekânsal olarak ortaya konulmalıdır.

Kentsel alanlarda taşkın sırasında yağmur suyu drenaj sistemi ve sızma kapasitesini aşmaktadır çünkü kentsel gelişim doğal peyzajı dönüştürmektedir, dolayısıyla normal drenajı bozmaktadır, bunun sonucunda kaldırım ve asfalt yollar sızmayı engellemektedir (Chaulagain vd, 2023, s.12). Kent içerisinde yağış sularının özellikle yeşil alanlar gibi alanlarda sızmaya yönlendirilmesi gerekmektedir. Afet etkilerine direnen ve iklimin olumsuz etkilerine kolay uyum sağlayan kentlerin planlamasında önce suların doğru drenaj hatları ile kent dışına aktarılması hedeflenmelidir. Taşkına duyarlı alanlarda yapılacak kentsel peyzaj planlama çalışmaları yüzey suyunun akışını düzenleyebilecektir. Sürdü-

rülebilir bir su yönetimi oluşturularak doğru taşkın yönetimi sağlanabilir. Bunun için de doğru veriler ile fizibilite çalışması oluşturulmalı ve alanın taşkın duyarlılığı hesaplanmalıdır.

Çok kriterli karar verme yöntemi, doğal afet analizinde ve haritalanmasında yaygın olarak kullanılan bir yöntem olmasının yanı sıra, yöntemin bir takım kısıtlayıcı yönleri de bulunmaktadır. Yöntemin olumsuz yönlerinden biri, ölçütlerin seçiminin uzmanların görüş ve yargılarına bağlı olmasıdır (Chang vd., 2008, s.150; Tüzgen ve Karaca, 2021, s.138). Bu dezavantajın oluşmasında subjektif karar vermenin olumsuzluğunu az da olsa giderebilmek için ulusal ve uluslararası literatürler taranmıştır. Mekânsal verilerin türetilmesi ve analizinde karar verme adına da farklı disiplinlerden uzmanlar ile görüşülmüştür. Bunun yanı sıra araştırma alanı ile ilgili çalışmalar ve mevzuatlar incelenmiştir.

Dünyada çevre sorunlarının artmasıyla birlikte insan-doğa ilişkisi sorgulanmaya başlanmıştır. İnsanoğlunun doğaya kayıtsız ve ekonomik rant peşinde koşan müdahalesinin, yerleşim yerlerinde ve gıda üretim alanlarında hayati riskler yaratan çevresel bozulmaya yol açtığı kabul edilmiştir. Bu soruna çözüm olarak doğa-insan etkileşimi ile şekillenen mekân olan "peyzaj" kavramı mekânsal planlama ve tasarım uygulamalarında ağırlıklı olarak yer almaya başlamıştır (Şahin, 2013, s.43). Çevre sorunlarının çözümü için atılan adımlarda peyzaj özelliklerinin göz ardı edilmeden uygulanabilmesi için peyzaj plan ve uygulamalarına yer verilmesi önem arz etmektedir. Bu çalışmanın sonuçları, taşkın riskini azaltma stratejilerinin geliştirilmesinde temel bilgiler sağlayabilir.

Extended Abstract

Evaluation of the Ankara Stream Basin in terms of Flood Susceptibility within the Scope of Urban Planning⁹

Yekta Köse¹⁰

ORCID: 0000-0002-1656-6776

Şükran Şahin¹¹

ORCID: 0000-0002-3730-2534

Volkan Müftüoğlu¹²

ORCID: 0000-0003-3946-9562

Flooding is the situation where the river overflows from its bed for various reasons and damages the settlements, living creatures, infrastructure facilities, agricultural lands around it and interrupts the normal socio-economic activities of the region it affects (Dikmen et al., 2018, p.1). When evaluated at regional and sub-regional scales; geological features, high slope, low surface permeability or the presence of lands covered with rocks, the possible excess of rainfall associated with dense vegetation cover, as well as irregular climatic events such as sudden rains and storms can be counted among the most common causes of flooding in our country. Urbanisation processes in which meteorological parameters and landscape character are ignored in urbanisation increase the risk of flooding. In this context, basins should be handled with a holistic approach and the interactions of lower and upper basins should be revealed and parameters related to climate change should be taken into consideration. In our country, "Basin Flood Management Plans" are being prepared in this regard, but flood events are still experienced in large numbers due to non-long-term planning. In this context, the importance of landscape in the creation of sustainable, green and climate change resistant cities cannot

⁹ This article is derived from PhD thesis prepared under the supervision of Prof. Dr. Şükran Şahin and Asst. Prof. Dr. Volkan Müftüoğlu in Landscape Architecture PhD programme of Ankara University Graduate School of Natural and Applied Sciences.

¹⁰ Lecturer, Manisa Celal Bayar University, Demirci Vocational School, Forestry Department, E-mail: yekta.kose@cbu.edu.tr.com

¹¹ Prof. Dr., Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Landscape Architecture, E-mail: sukran.sahin@ankara.edu.tr

¹² Asst. Prof., Bursa Technical University, Faculty of Forestry, Department of Landscape Architecture, E-mail: volkan.muftuoglu@btu.edu.tr

be denied. It is not possible to solve the problems of natural disasters with structural planning. Landscape planning and meteorological parameters should be considered in an integrated manner in order for cities to be sustainable, green or resistant to climate change.

The Ankara Stream, which is the study area, extends from the east of Ankara to the city centre as an extension of the Sakarya River and covers a distance 140 km (Eker and Özkan, 2017, p.209).

Land use, precipitation, proximity to the river, geology, soil, topography parameters were used while creating the flood susceptibility map. According to the attributes of the determined parameters, the features affecting flood formation were reclassified and weighted values were determined. Analytical Hierarchy Process (AHP), one of the Multi-Criteria Decision Making methods, was used to determine the flood risk of the study area. In this study, it is aimed to address how the scale should be evaluated according to the degree of influence of many criteria within the scope of urban planning while evaluating flood risk analysis.

In the land use map obtained from CORINE (Coordination of Information on the Environment), it was seen that there were 26 different attributes within the study boundary and areas with flood susceptibility were mapped by reclassification according to the degree of influence on the occurrence of flooding. For the reclassification process in the map of proximity to the river; buffer areas of 0, 50, 100, 150, 150, 200, 250 and 300 metres were determined and 6 classes were formed with the intervals of these distances. Since the flood risk will be the highest in the areas closest to the river, the percentage effect ratio in the AHP evaluation for these areas was 45.23. According to the station data obtained from the General Directorate of Meteorology within the basin boundary, it was determined that the average annual precipitation for many years was between 203 mm and 660 mm. According to the climate data, 6 classes were formed for the precipitation parameter. Since the risk of flooding will be higher in the areas with the highest rainfall, as a result of the matrices created with AHP, the percentage effect ratio of these areas on flood risk was determined as 44.08. According to the rasterised geological data obtained from the General Directorate of Mineral Research and Exploration Earth Sciences Portal, there are 20 lithological classes in the study area. According to the lithological information, since the flood risk is the highest in areas with impermeable rocks, the percentage ratio of these areas to flood risk was found as 28.84 as a result of the matrices created. According to the rasterised soil map obtained from the Agricultural Land Assessment Portal of the Ministry

of Agriculture and Forestry of the Republic of Türkiye, there are 10 major soil groups in the area. Since the flood risk will be high where alluvial soils are located, the percentage effect of these areas on flood risk was found as 35.56 as a result of the matrices created. 12.5 m resolution Digital Elevation Model (DEM) data was processed in ArcMap software and slope, aspect, slope shape and elevation maps were created. Slope, aspect and elevation groups were divided into 6 classes and slope shape into 3 classes. According to the results of the matrices created within the scope of the 9 parameters AHP method used for the research; precipitation 28.15, slope groups 23.78, proximity to the river 14.34, elevation groups 10.97, land use 8.52, soil properties 5.40, geological structure 3.83, aspect groups 2.89 and slope shape groups 2.11 have an effect on flood risk in percentage.

In the study, flood susceptibility analysis for the basin was carried out by AHP method. The use of statistical methods such as AHP together with ArcMap software in flood risk analysis provides convenience. For this purpose, the general characteristics of the basin were analysed. As a result of weighting with the obtained maps, a flood susceptibility map was created and flood risk areas were identified. Flood risk areas are divided into 6 classes. In the method based on 9 parameters, rainfall, slope and proximity to the river were determined as the most effective parameters in the occurrence of flood. According to Mangukiya and Sharma (2022); flood risk is higher in areas close to the river. In the studies conducted by Bayazıt (2021) and Işık et al. (2020), it was determined that areas close to the river are risky areas in terms of flooding (Aksoy et al., 2023, p.157). When the flood risk map of the Ankara Stream Basin is analysed, it is seen that these studies concentrate the flood susceptibility in the areas close to the river. In order to be protected from disasters caused by flooding, flood and floodplains should be revealed temporally and spatially in detail with hydro-meteorological analysis and models while creating or renewing development plans.

Within the city, rainwater should be directed to infiltration especially in areas such as green areas. In urban planning of cities that resists the effects of disasters and easily adapt to the negative effects of climate, it should be aimed to transfer the water out of the city through correct drainage lines. Urban landscape planning works to be carried out in areas susceptible to flooding will be able to regulate surface runoff. Proper flood management can be achieved by creating a sustainable water management. For this purpose, a feasibility study should be prepared with accurate data and the flood sensitivity of the area should be calculated. The risks of flooding can be reduced

by increasing green areas and creating permeable surfaces in urban areas with flood risk.

Kaynakça/References

- Aksoy, O., Altaş, E. ve Erken, K. (2023). Kentsel alanlardaki taşkın duyarlılığına karşı ekolojik peyzaj tasarım önerilerinin geliştirilmesi: Antalya, Kemer örneği. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 9 (1), 152-167. DOI: 10.21324/dacd.1174813.
- Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü. (2023). Online Web Site: 29 Ağustos 2023 tarihinde <https://www.aski.gov.tr/tr/HABER/Ankara-Havzasi-Tas-kin-Yonetim-Plani/184> adresinden erişildi.
- Alaska Fairbanks Üniversitesi Jeofizik Enstitüsü (ASF) (2023). Online Web Site: 08.01.2023 tarihinde <https://asf.alaska.edu/data-sets/sar-data-sets/alos-palsar/> adresinden erişildi.
- Atalay, İ. (2006). *Toprak oluşum, sınıflandırılması ve coğrafyası*. Meta Basım Matbaacılık.
- Bayazıt, Y. (2021). Bilecik ilindeki şehirleşmenin taşkın riski üzerindeki etkilerinin araştırılması. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8, 217-227. <https://doi.org/10.35193/bseufbd.877539>
- Chang, N., Parvathinathan, G. ve Breeden, J. (2008). Combining GIS with fuzzy multicriteria decision-making for landfill siting in a fast-growing urban region. *Journal Environment Management*, 87, 139-153. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.01.011>
- Chaulagain, D., Rimal, P. R., Ngando, S. N., Nsafon, B. E. K., Suh, D. ve Huh, J. (2023). Flood susceptibility mapping of Kathmandu metropolitan city using GIS-based multi-criteria decision analysis. *Ecological Indicators*, 154. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110653>
- Chen, Y. (2022). Flood hazard zone mapping incorporating geographic information system (GIS) and multi-criteria analysis (MCA) techniques. *Journal of Hydrology*. 612, 128268. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.128268>
- Chowdary, V., Chakraborty, D., Jeyaram, A., Murthy, Y. K., Sharma, J. ve Dadhwal, V. (2013). Multi-criteria decision making approach for watershed prioritization using analytic hierarchy process technique and CIS. *Water Resources Management*, 27, 3555-3571. <https://doi.org/10.1007/s11269-013-0364-6>
- Chowdhuri, I., Pal, S.C. ve Chakraborty, R. (2020). Flood susceptibility mapping by ensemble evidential belief function and binomial logistic regression model on river basin of eastern India. *Advances Space Research*, 65, 1466-1489. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2019.12.003>.
- Corine Land Cover General Description. (2023). Online Web Site: 02.01.2023 tarihinde <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover> adresinden erişildi.

- Crawford, G. ve Williams, C. (1985). A note on the analysis of subjective judgment matrices. *Journal of Mathematical Psychology* 29, 387–405. [https://doi.org/10.1016/0022-2496\(85\)90002-1](https://doi.org/10.1016/0022-2496(85)90002-1).
- Das, S. (2018). Geographic information system and AHP-based flood hazard zonation of Vaitarna Basin, Maharashtra, India. *Arabian Journal of Geosciences*, 11, 1–13. <https://doi.org/10.1007/s12517-018-3933-4>.
- Dikmen, B., Akbaş, H., Aras, M., Fındık, S.B., Girayhan, T.F., Özcan, S., Yılmaz, M., ... Nacar, S. (2018). Sakarya Havzası taşkın yönetim planı. 15.08.2023 tarihinde, <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler> adresinden erişildi.
- Eker, Ç.S. ve Özkan, Ö. (2017). Ankara Çayı dere yatağı sedimanlarının zararlı element içeriği. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7, 208 – 220. <http://dx.doi.org/10.17714/gufbed.2017.07.014>
- Elsadek, W. M., Wahba, M., Al-Arifi, N., Kanae, S. Ve El-Rawy, M. (2023). Scrutinizing the performance of gis-based analytical hierarchical process approach and frequency ratio model in flood prediction – case study of Kakegawa, Japan. *Ain Shams Engineering Journal*. 15 (2). <https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102453>
- Falah, F., Rahmati, O., Rostami, M., Ahmadisharaf, E., Daliakopoulos, I.N. ve Pourghasemi, H.R. (2019). Artificial neural networks for flood susceptibility mapping in data-scarce urban areas. H.R. Pourghasemi & C. Gökçeoğlu (Der.), *Spatial Modeling in GIS and R for Earth and Environmental Sciences* içinde (ss.323–336). Holland Elsevier.
- Fernández D.S. ve Lutz M.A. (2010). Urban flood hazard zoning in Tucumán Province, Argentina, using GIS and multicriteria decision analysis. *Engineering Geology*, 111, 90–98. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2009.12.006>
- Godif, G. ve Manjunatha, B. R. (2023). Delineation of groundwater potential zones using remotely sensed data and GIS-based analytical hierarchy process: Insights from the Geba river basin in Tigray, Northern Ethiopia. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 46 <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2023.101355>
- Görçeliöglü, E. (2003). *Sel ve çıkış kontrolü*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.
- Göztepe, S., Bahadır, M. ve Şen, H. (2022). Hatip Çayı Havzası'nda (Ankara) taşkınların coğrafi analizi ve taşkın duyarlılığı. *Kesit Akademi Dergisi*, 8 (33), 143-169. doi: 10.29228/kesit.66182
- Güneş, H. (2020). Türkiye'nin toprak coğrafyası: Türkiye'nin toprakları, toprak sorunları ve erozyon, H. Akengin & İ. Dölek (Der.), *Türkiye'nin fiziki coğrafyası* içinde (ss.235-262), Ankara: Pagem Akademi.
- İşık F., Bahadır M., Zeybek H.İ. ve Çağlak Ş. (2020). Karadere Çayı taşkını (Araklı-Trabzon). *Mavi Atlas*, 8 (2), 526-547. <https://doi.org/10.18795/gumusmaviatlas.788991>
- Khosravi, K., Nohani, E., Maroufinia, E. ve Pourghasemi, H. R. (2016). A gis-based flood susceptibility assessment and its mapping in Iran: A comparison between frequency ratio and weights-of-evidence bivariate statistical models with multi-

- criteria decision-making technique. *Natural Hazards*, 83, 947–987. doi: 10.1007/s11069-016-2357-2.
- Koçman, A. (1993). *Türkiye iklimi*. İzmir: Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları.
- Köse, Y., Ok, G. ve Şahin, Ş. (2020). Isparta-Eğirdir ilçesi için yağmur suyu yüzey akışı odaklı kentsel tasarım rehberi. A. Gül & Ş. Şahin (Der.), *Isparta – Eğirdir Özelinde Mekânsal Planlama ve Tasarıma Yönelik Akademik Vizyon* içinde (ss. 171-190). Ankara: Astana Yayınları.
- Liuzzo, L. Sammartano V. ve Freni, G. (2019). Comparison between different distributed methods for flood susceptibility mapping. *Water Resources Management*, 33, 3155–3173. <https://doi.org/10.1007/s11269-019-02293-w>
- Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü. (2023). Online Web Site: 28.07.2023 tarihinde <http://yerbilimleri.mta.gov.tr/anasayfa.aspx>, adresinden erişildi.
- Mahmoud, S.H. ve Gan, T.Y. (2018). Multi-criteria approach to develop flood susceptibility maps in arid regions of Middle East. *Journal Cleaner Production* 196, 216–229. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.047>.
- Mangukiya N.K. ve Sharma A. (2022). Flood risk mapping for the lower Narmada basin in India: a machine learning and IoT-based framework, *Natural Hazards*, 113, 1285–1304.
- Msabi, M.M. ve Makonyo, M. (2021). Flood susceptibility mapping using GIS and multicriteria decision analysis: A case of Dodoma region, central Tanzania. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 21, <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2020.100445>
- Müftüoğlu, V. ve Perçin, H. (2015). Sürdürülebilir kentsel yağmur suyu yönetimi kapsamında yağmur bahçesi. *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*,5(11), 27-37. doi: 10.16950/std.34364
- Newman, M. E. (2010). *Networks: An Introduction*. New York: Oxford University Press.
- Özcan, O., (2017). Taşkın tespitinin farklı yöntemlerle değerlendirilmesi: Ayamama Deresi örneği. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 3, 9-27. doi: 10.21324/dacd.267200
- Özdemir, M. A. ve Bozyurt, O. (2003). Ankara’da Oraj Türleri ve Yıl İçindeki Dağılımları. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5 (1). 115-130. 15.08.2023 tarihinde, <https://sbd.aku.edu.tr/V1/ozdemirbozkurt.pdf> adresinden erişildi.
- Öztürk, D. (2023). Samsun-Atakum’da kentsel geçirimsiz yüzey alanlarının sentinel-2 uydu görüntülerinden spektral indeksler kullanılarak belirlenmesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*21 (1), 49-76. DOI: 10.33688/aucbd.1164879.
- Pekin, U. (2007). Kentsel akarsu koridorlarının geliştirilmesi ve Ankara Çayı kavramsal yeşil yol planı. (Doktora tezi). YÖK Tez Merkezi. (213730).
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. New York: McGraw-Hill.
- Saaty, T. L. (1990). How to make decision. The analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research* 48, 9-26.
- Saaty, T. L. (2005) *Theory and applications of the analytic network process: Decision making with benefits, opportunities, costs, and risks*. Pittsburgh: RWS Publications.

- Siraj, S., Mikhailov, L. ve Keane, J.A. (2015). PriEsT: An interactive decision support tool to estimate priorities from pairwise comparison judgments. *International Transactions Operational Research*, 22 (2), 217–235. <https://doi.org/10.1111/itor.12054>
- Spellman, F. R. (2016). *The Science of air: concepts and applications*. United States of America: CRC Press.
- Stefanidis, S. ve Stathis, D. (2013). Assessment of flood hazard based on natural and anthropogenic factors using analytic hierarchy process (AHP). *Natural hazards*, 68(2), 569-585. <https://doi.org/10.1007/s11069-013-0639-5>
- Şahin, Ş. (2010). Peyzaj ekolojisi kavramsal temelleri ve uygulama alanları. A. Akay & Özen. M.D. (Der.), *Peyzaj Yönetimi* içinde Ankara: TODAİE yayınları.
- Şahin, Ş. (2013). Mekânsal planlama ve tasarımda peyzajın yeniden yükselen rolü: Dünya'daki ve Türkiye'deki gelişmeler. *TMMOB Bursa İl Koordinasyon Kurulu, Bursa 4. Kent Sempozyumu*, 7-8 Haziran 2013, Bursa.
- T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü. Klimatoloji. Online Web Site: 31.08.2023 <https://www.mgm.gov.tr/files/genel/kitaplar/klimatoloji2.pdf> adresinden erişildi.
- T.C. Çevre ve Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2023). Online Web Site: 12.05.2023 <https://www.mgm.gov.tr/> adresinden erişildi. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110653>.
- T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (2017). Taşkın Yönetimi. Online Web Site: 31.08.2023 https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/Ta%C5%9Fk%C4%B1n%20Dairesi%20Sunum/Ta%C5%9Fk%C4%B1n_kitap.pdf adresinden erişildi.
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığına bağlı Tarım Arazileri Değerlendirme (TAD) Portalı. (2023). Online Web Site: 28.01.2023 tarihinde <https://elazig.tarimorman.gov.tr/Sayfalar/Detay.aspx?OgeId=231&Liste=Duyuru> adresinden erişildi.
- Tüzgen, G.A. ve Karaca, Ö. (2021). Çerçi ve Murt Deresi (Fethiye-Muğla) taşkın duyarlılık alanlarının CBS ile çok kriterli karar verme analizi kullanılarak haritalanması. *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni*. 42 (1),121-143. doi: 10.17824/yerbilimleri.820161
- Ünal, A., Çamcı, K. G. ve Tonyaloğlu, E. E. (2022). Çok kriterli karar analizi ile doğal afetlerde haritalama: Aydın İli sel-taşkın riski örneği. *Uluslararası Çalışmalar Dergisi*, 6.2 Ağustos 2023 tarihinde, <https://dergipark.org.tr/pub/ulisa/issue/74860/1196301> adresinden erişildi.
- Varis, O. (1989). The analysis of preferences in complex environmental judgements—a focus on the analytic hierarchy process. *Journal Environmental Management*, 28.09.2023 tarihinde, https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/40830735/Varis_AHP_1989.pdf adresinden erişildi.
- Weng, Q. (2012). Remote sensing of impervious surfaces in the urban areas: requirements, methods, and trends. *Remote Sensing of Environment*, 117, 34–49. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.02.030>

- Wu, Y., Li, W., Wang, Q., Liu, Q., Yang, D., Xing, M., ... Yan, S. (2016). Landslide susceptibility assessment using frequency ratio, statistical index and certainty factor models for the Gangu County, China. *Arabian Journal of Geosciences*, 9, 84-100. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12517-015-2112-0>.
- Zou, Q., Zhou, J., Zhou, C., Sony L. ve Guo, J. (2013). Comprehensive flood risk assessment based on set pair analysis-variable fuzzy sets model and fuzzy AHP. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 27, 525-546. <https://doi.org/10.1007/s00477-012-0598-5>

Yekta Köse

2010 yılında Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü'nden mezun oldu. 2012 yılında Manisa Celal Bayar Üniversitesi Demirci Meslek Yüksekokulu Ormanlık Bölümü'nde Öğretim Görevlisi olarak göreve başladı ve halen bölümün akademik kadrosunda yer almaktadır. 2016 yılında Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisansını tamamlamasının ardından aynı anabilim dalında doktora eğitimini 2024 yılında tamamladı.

She, graduated from Artvin Çoruh University, Faculty of Forestry, Department of Landscape Architecture in 2010. In 2012, she started to work as a lecturer at Manisa Celal Bayar University Demirci Vocational School of Forestry Department and is still a member of the academic staff of the department. She completed her MsC degree (2016) and PhD degree (2024) at Ankara University, Institute of Science and Technology, Department of Landscape Architecture.

E-posta: yekta.kose@cbu.edu.tr

Şükran Şahin

Lisans eğitimini 1986 yılında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümünde tamamladı. 1987 yılında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü'nde göreve başlamıştır ve halen bölümün akademik kadrosunda Profesör unvanı ile yer almaktadır. 1989 yılında Ankara Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans, 1996 yılında ise aynı anabilim dalında doktora eğitimini tamamladı.

She, completed her undergraduate education at Ankara University Faculty of Agriculture, Department of Landscape Architecture in 1986. In 1987, she started to work at Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Landscape Architecture and she is still a Professor in the academic staff of the department. Master degree (1989) and PhD degree (1996) completed in the Department of Landscape Architecture at Ankara University.

E-posta: sukran.sahin@ankara.edu.tr

Volkan Müftüoğlu

2004 yılında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü'nden mezun oldu. 2006 yılında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü'nde Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. 2008 yılında Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisansını tamamlamasının ardından aynı anabilim dalında doktora eğitimini 2016 yılında tamamladı. 2019 yılından itibaren Bursa Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü'nde Dr. Öğr. Üyesi olarak çalışmalarına devam etmektedir.

He, graduated from Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Landscape Architecture in 2004. He started working as a Research Assistant at Ankara University Faculty of Agriculture, Department of Landscape Architecture in 2006. He completed his MsC degree (2008) and PhD degree (2016) at Ankara University, Institute of Science and Technology, Department of Landscape Architecture. Since 2019, he has been working at Bursa Technical University, Faculty of Forestry, Department of Landscape Architecture as an Asst. Prof.

E-posta: volkan.muftuoglu@btu.edu.tr