



Araştırma Makalesi / Research Article

COğRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ TABANLI ÇANKIRI MERKEZ İLÇESİNİN TAŞKIN DUYARLILIK ANALİZİ

Flood Susceptibility Analysis of ankırı Central District Based on Geographical Information Systems

Neőe DUMAN^a, Mustafa Recep İRCAN^b

^a ankırı Karatekin Üniversitesi, Edebiyat Fakóltesi, Coęrafya Bölümü, Çankırı - Türkiye
neseduman@karatekin.edu.tr <https://orcid.org/0000-0002-5398-8388>

^b ankırı Karatekin Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Mezunu, Coğrafya Bölümü, Çankırı - Türkiye
mustafarecepircan@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-3787-7688>

Makale Tariğesi

Geliş 23 Ağustos 2022
Kabul 27 Eylöl 2022

Article History

Received 23 August 2022
Accepted 27 September 2022

Anahtar Kelimeler

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP),
Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Çankırı,
Doğal Afetler, Sel ve Taşkın

Keywords

Analytical Hierarchy Process (AHP),
Geographic Information Systems (GIS),
ankırı, Natural Disasters, Flood and
Overflow

Atıf Bilgisi / Citation Info

Duman, N. & İrcan, M.R. (2022) Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı Çankırı Merkez İlęesinin Taşkın Duyarlılık Analizi / Flood Susceptibility Analysis of ankırı Central District Based on Geographical Information Systems, Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi / Journal of Geomorphological Researches, 2022 (9): 50-66

doi: 10.46453/jader.1165963

ÖZET

Yeryüzünde beğerı kaynaklı etkilerin artmasıyla (insan kaynaklı iklim değişikliğine bağlı yaşanan ekstrem hava olayları, akarsu yatağında yapılan yanlış uygulamalar vs.) sel ve taşkın gibi doğa olayları, afet boyutuna ulaşarak çok sayıda can ve mal kaybının yaşanmasına neden olmaktadır. Bu durum özellikle insan kaynaklı iklim değişikliği süreciyle düşünölldüğünde yaşanan/yaşanacak afetlerin boyutunu da arttırması beklenmektedir. Bu çalışmada ankırı merkez ilęesinde taşkın duyarlılığının yüksek olduğu alanların tespit edilmesi ve özellikle ankırı ilçe merkezinin duyarlılık durumunun ortaya koyulması amaçlanmıştır. Bu amaç dahilinde Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Yöntemi kullanılarak matris değerleri hesaplanan coğrafi kriterler, ArcGIS for Desktop 10.x yazılımında Weighted Sum aracı kullanılarak analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular, haritalar, uydu görüntüleri ve arazi fotoğrafları yardımıyla açıklanmıştır. Bulgulara göre, ankırı merkez ilęesinin %1,8 (25,9 km²)'i çok yüksek; %16,6 (239,3 km²)'si yüksek; %32,7 (471,8 km²)'si orta; %38 (547,2 km²)'i düşük %10,8 (151,8 km²)'i çok düşük taşkın duyarlılığına sahiptir. Taşkın duyarlılık durumu, ilin yönetim merkezi olan ankırı Şehir merkezinde oldukça yüksektir. ankırı Şehir merkezindeki akarsu yatak kapasitesinin bozulması, çekik yatağı seviyesinde planlamalar yapılması, gelişen meteorolojik ve hidrolojik etkenler sonucunda akarsuyun taşkın duyarlılık durumunu arttırmaktadır. Araştırma sahasında taşkın duyarlılığının yüksek olduğu alanlara (özellikle Şehir merkezine) yoğun yerleşmelerin kurulması, ani ve Şiddetli yağışlarla yaşanan durumu bir doğa olayı olmaktan çıkararak afet boyutuna dönüşmesine neden olabilecek potansiyeldedir.

ABSTRACT

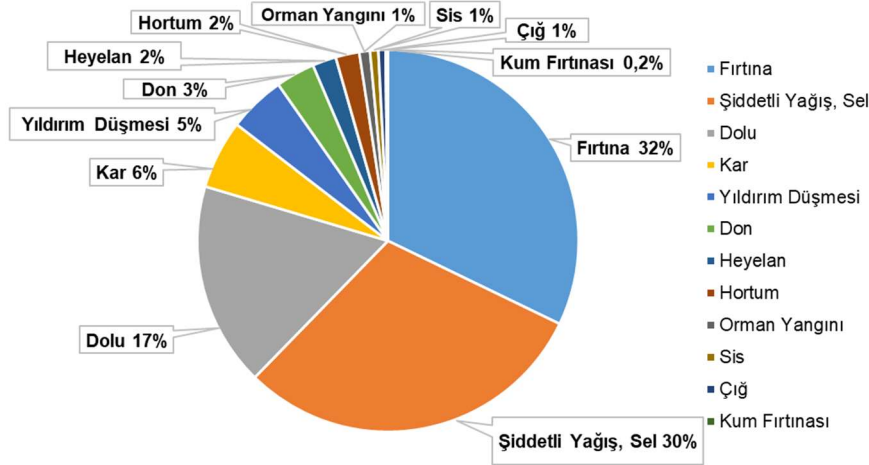
With the increase in human-induced effects on the earth (extreme weather events due to human-induced climate change, wrong practices in the stream bed, etc.), natural events such as floods and overflows reach the level of disaster and cause much loss of life and property. This situation is expected to increase the size of the disasters experienced/will be experienced, especially with the human-induced climate change process. In this study, it is aimed to determine the areas with high flood sensitivity in Çankırı central district and to reveal the sensitivity of the Çankırı district center in particular. For this purpose, geographic criteria, whose matrix values were calculated using the Analytical Hierarchy Process (AHP) Method, were analyzed using the Weighted Sum tool in ArcGIS for Desktop 10.x software. The findings are explained with the help of maps, satellite images and land photographs. According to the findings, 1.8% (259 km²) of Çankırı central district is very high; 16.6% (239.3 km²) is high; 32.7% (471.8 km²) is medium; 38% (547.2 km²) has low flood susceptibility, 10.8% (151.8 km²) has very low flood susceptibility. The flood sensitivity situation is quite high in the city center of Çankırı, which is the province's administrative center. The deterioration of the river bed capacity in the Çankırı district center, the planning at the level of the slant bed, and the developing meteorological and hydrological factors increase the flood susceptibility of the river. The establishment of dense settlements in areas with high flood sensitivity (especially in the city center) in the research area have the potential to turn the situation experienced with sudden and heavy rains from being a natural event and turn it into a disaster.

1. GİRİŐ

Doğal afetler “Toplumun tamamı veya belli kesimleri için fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplar doğuran, normal hayatı ve insan faaliyetlerini durduran veya kesintiye uğratan, etkilenen toplumun baş etme kapasitesinin yeterli olmadığı doğa, teknoloji veya insan kaynaklı olaylar” olarak ifade edilmektedir (AFAD, 2014). Türkiye’nin içinde bulunduğu alan geniş bir coğrafyaya ve farklı iklim bölgelerine sahiptir. Bu nedenle sel, fırtına, kuraklık, dolu ve kuvvetli kar yağışı gibi atmosferik koşullarından kaynaklı meteorolojik ve hidrolojik doğa olaylarından sıklıkla etkilenmektedir (Ceylan ve Kömüőçü, 2008; Kadioğlu, 2008; MGM, 2017a). Yaşanan doğa olayları beşerî etkilerle afet boyutuna

dönüşerek çok sayıda can ve mal kayıplarının yaşanmasına neden olmaktadır.

Türkiye’de kuraklık, deprem, fırtına gibi doğa afetlerinden sonra en büyük can ve mal kaybına neden olan doğa afet sel ve taşkınlardır (Doğanay vd., 2006; Özcan vd., 2009; Bahadır, 2014). Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nün (MGM) yayınladığı “Türkiye Meteorolojik Afetler Değerlendirmesi Raporu (2010-2021)” incelendiğinde, Türkiye’de 2010-2021 yılları arasında en fazla meydana gelen meteorolojik kökenli doğa afetin fırtına ile şiddetli yağış, sel olayları olduğu görülmektedir. 2010-2021 yılları arasında toplamda 2645 fırtına (%32); 2486 şiddetli yağış/sel olayı (%30) gerçeleşmiştir (MGM, 2022: 8) (Şekil 1).



Şekil 1: Türkiye’de 2010-2021 yılları arasındaki meteorolojik afetlerin yüzdelik dağılımı (MGM, 2022: 8)

Figure 1: Percentage distribution of meteorological disasters in Turkey between 2010-2021 (MGM, 2022: 8).

Sel ve taşkınlar, yağışın havza içindeki dağılışı ve evapotranspirasyonu, yağışın türü, şiddeti, süresi ve miktarı, drenaj ağının geometrisi, toprak özellikleri, bitki örtüsü (Campana ve Tucci, 2001; Şahin, 2002; Uzun, 2007; Ceylan ve Kömüőçü, 2008; Turoğlu, 2010a; 2010b; Viglione vd., 2010; Sönmez ve Kesici, 2012; Bahadır, 2014; Turoğlu, 2019) gibi birçok doğa faktör ile tarım alanlarının yerleşime açılması, plansız ve çarpık kentleşme, yoğun sanayileşme, dere yatağına müdahale (dere yatağının üzerinin kapatılması, doğa yatak yapısının bozulması vb.) gibi arazi kullanımındaki beşerî kaynaklı faktörlerin (Karabulut vd., 2007; Shi vd., 2007; Xian vd., 2007; Uzun, 2007; Semadeni-Davies vd., 2008; Wheather ve Evans, 2009; Villarini vd., 2009; Swan, 2010; Sönmez ve Kesici, 2012; Sunkar

ve Toprak, 2016; Ersoy, 2017; Kadioğlu, 2019;) de etkisiyle gelişmektedir.

Doğal afetlerin fiziksel zararlarının tespit edilmesinde, risk alanlarının belirlenmesinde ve risklerin en aza indirilmesinde Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) kullanılması, riskli sahaların tahmini ile bunların mekânsal dağılımını makul maliyetler ve daha yüksek doğrulukla tespit edilmesini kolaylaştırır. Bu sayede belirlenen riskli alanlar karar vericiler ve planlayıcılar açısından büyük avantajlar oluşturur (Duman ve İrcan, 2022: 226). Ayrıca, CBS tabanında belirlenen risk alanları verisi, güncel ve yüksek doğruluk dışında (Özşahin, 2013), hızlı bir şekilde üretilip kolay saklanabilmesi ve yeniden kullanılabilmesi nedeniyle de sıklıkla

kullanılan yöntemlerdendir (Ocak vd. 2021: 276).

CBS ve UA teknolojileriyle yeryüzünün herhangi bir yerindeki afet risk alanlarının belirlenmesi ve meydana gelen afetin yönetilmesi mümkündür. Bu durum afet sonrasındaki zarar tespit çalışmalarında araştırmacılara/yöneticilere önemli kolaylıklar sağlamaktadır. CBS ve UA teknolojisiyle afet öncesi ve sonrası kentlerin fiziksel durumu modellenenebilir, zararlar kayıt altına alınabilir. Kullanılan bu teknolojik imkanlar sayesinde afet öncesi risk analizlerinin yapılması, afet sonrası, hasar tespit çalışmalarının yapılması gibi önemli ve stratejik konularda yönetici, karar verici ve araştırmacılara büyük ölçüde fayda sağlamaktadır (Ocak 2018).

Kökenleri meteorolojik (Ceylan ve Kömüşcü, 2008; Kadioğlu, 2018: 39; MGM, 2022: 8) /hidrolojik (Türkeş ve Acar-Deniz, 2010: 1002; Sarıgöl ve Turoğlu, 2020: 3)/ hidrometeorolojik (Kadioğlu, 2012: 3; şahin ve Sipahioğlu, 2013: 123) olarak tanımlanabilen sel ve taşkın alanlarının CBS tabanında tespit edilmesi ile bunların oluşumları, nedenleri ve zararları gibi konularda birçok çalışmanın hazırlandığı görölmektedir (Köse vd., 1991; Biricik, 1996; Zeybek, 1998; Karabulut, 2003; Turoğlu, 2005; Kopar vd., 2005; Turoğlu ve Özdemir, 2005; Özdemir, 2006; Buldur vd., 2007; Uzun, 2007; Özdemir, 2008a; Özdemir, 2008b; Zeybek, 2009; Sunkar ve Tonbul, 2010a; 2010b; 2010c; Uzun, 2010; Coşkun ve Aksoy, 2010; Bahadır, 2014; Cürebal vd., 2016; Ataol ve Kale, 2017; Avcı ve Sunkar, 2018; Gerger ve Tanrıverdi, 2018; Ocak 2018; Çolak, 2019; Ocak ve Bahadır 2021; Ocak vd. 2021; Sarıgöl ve Turoğlu, 2020).

Bu çalışmada Çankırı merkez ilçesindeki taşkın alanlarının tespit edilmesi ve taşkına duyarlı alanlar için taşkını önleme ve zararını azaltmaya yönelik önerilerin sunulması amaçlanmıştır. Bu amaç dahilinde hazırlanan çalışmanın materyal ve yöntem bölümünde çalışmada kullanılan veriler ile metodoloji açıklanmıştır. Bulgular bölümünde analiz sonucu elde edilen veriler uydu görüntüleri ve arazi fotoğraflarıyla açıklanmıştır. Sonuç ve öneriler bölümünde ise bulguların genel

değerlendirilmesi yapılarak genel kanılarla önerilerde bulunulmuştur.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

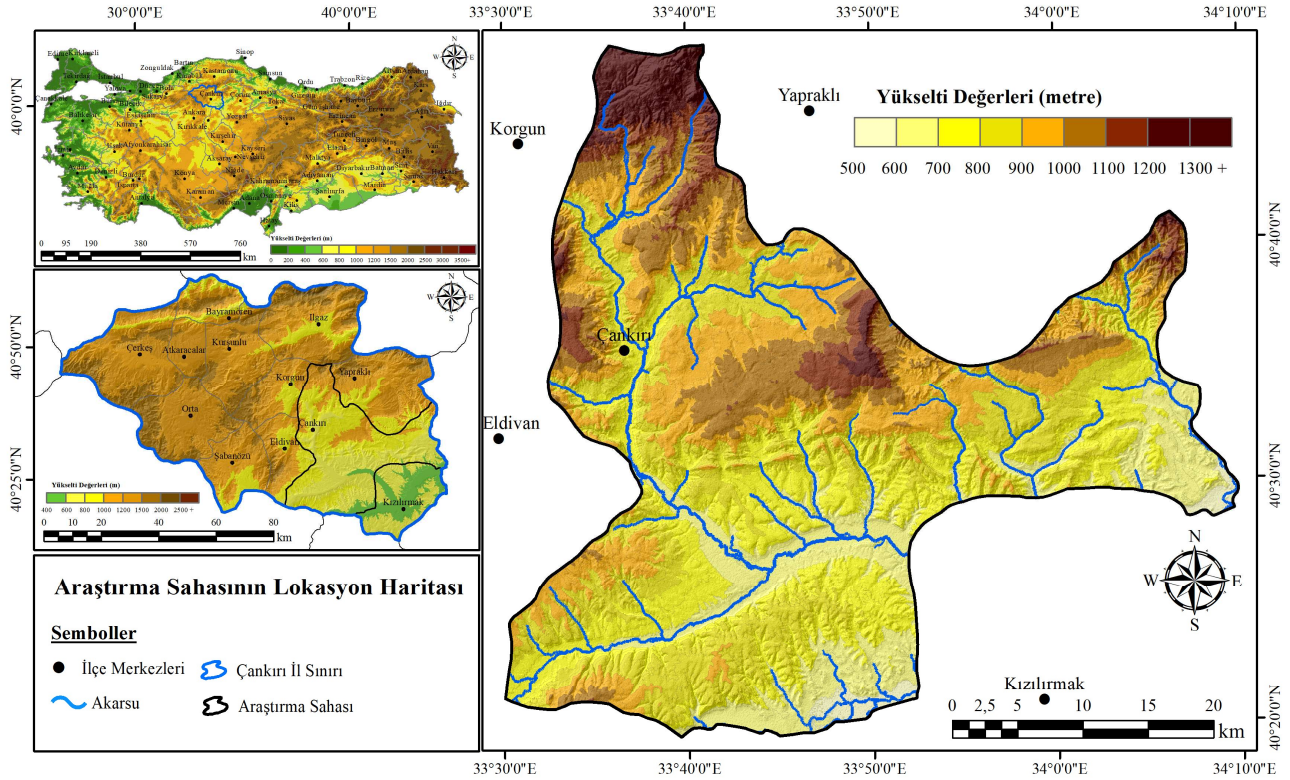
Bu çalışmada, Çankırı merkez ilçesinin (şekil 2) taşkın duyarlılık analizi, CBS teknikleriyle analiz edilip yorumlanmıştır. Coğrafi Bilgi Sistemleri tabanında yapılan analizlerde kullanılan kriterlerin (*jeoloji, yükselti, eğim, bakı, toprak, yağış, arazi kullanımı*) ağırlıkları Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi'nin bir alt metodu olan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ile belirlenmiştir. AHP yöntemiyle kriterlerin (*jeoloji, yükselti, eğim, bakı, toprak, yağış, arazi kullanımı*) ağırlıkları hesaplandıktan sonra ArcGIS for Desktop 10.x yazılımında Weighted Sum (*ağırlıklı toplam*) aracı (*tool*) kullanılarak tüm kriterler toplanıp çalışma alanının taşkın duyarlılık haritası üretilmiştir (şekil 3).

Bu kapsamda kullanılan jeoloji verileri, araştırma sahasının içinde bulunduğu alanların Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından yayınlanan 1/25.000 ölçekli jeoloji paftalarının sayısallaştırılmasıyla üretilmiştir. Toprak verisi olarak kullanılan büyük toprak grubu verisi, Tarım ve Orman Bakanlığına ait 1/25.000 Ölçekli Ulusal Toprak Veri Tabanından oluşturulmuştur. Arazi kullanımı verisi ise Copernicus Arazi İzleme Hizmeti tarafından oluşturulan 2018 yılı CORINE verisidir (Copernicus, 2020). Hazırlanan yağış haritasındaki iklim verisi Meteoroloji Genel Müdürlüğünden temin edilmiştir. Çankırı merkezde bir adet meteoroloji istasyonu bulunmasından dolayı, yağış haritası hazırlanırken yağışın mekânsal dağılışı Schreiber formülü (Ardel, 1961: 279) ile hesaplanarak Radyal Tabanlı Fonksiyonla (RBF) veri enterpolasyonuna tabi tutulmuştur. Yükselti, kabartı, bakı ve eğim haritaları ise Alaska Fairbanks Üniversitesi Jeofizik Enstitüsü'nün web sitesindeki (ASF, 2020) 12,5 m çözünürlüğe sahip Alos Palsar uydusundan elde edilmiş Sayısal Yükselti Modeli (SYM) verisinin ArcGIS for Desktop 10.x programında analiz edilmesiyle üretilmiştir.

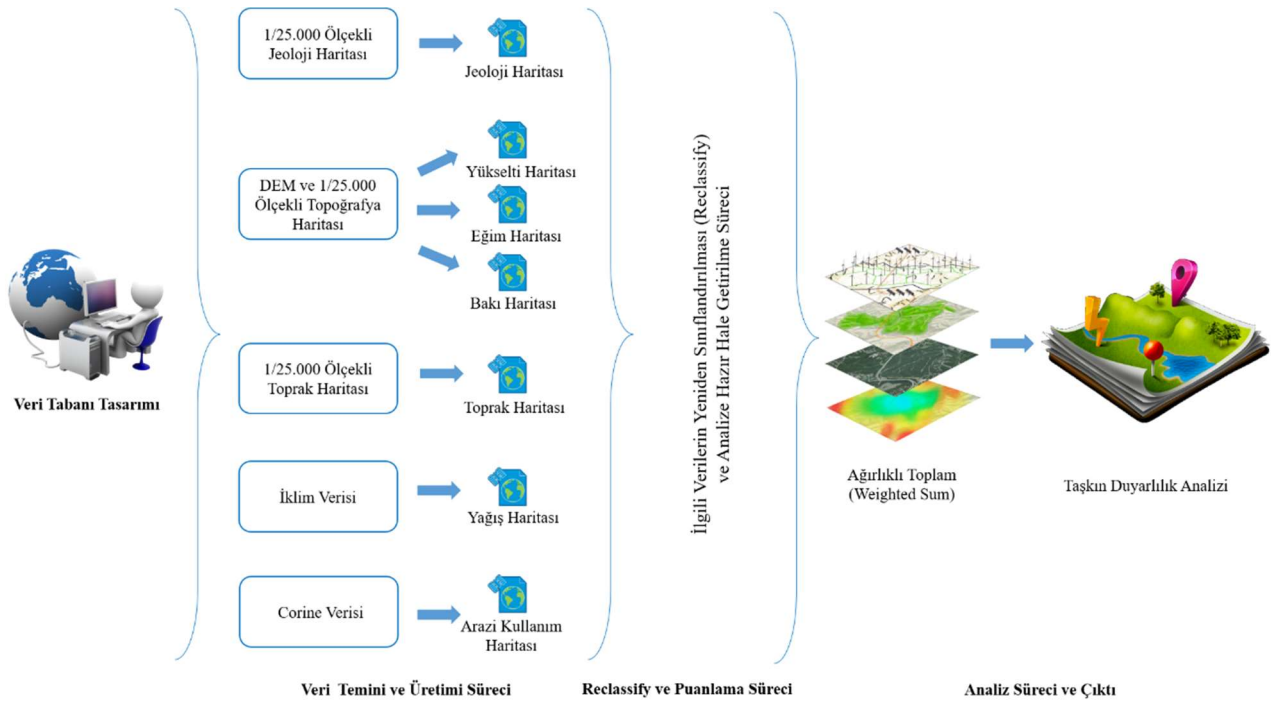
Araştırmada kullanılan bu veriler (*jeoloji, DEM, yağış, arazi kullanımı vb.*) ArcGIS for Desktop 10.x yazılımında yeniden sınıflandırılmıştır (Reclassify). Literatürdeki çalışmalar ile arazi gözlemleri dikkate alınarak yeniden

sınıflandırmayla edilen verilerin matris değerleri hesaplanmıştır. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Yöntemiyle ağırlık değerleri

hesaplanan veriler Weighted Sum (ağırlıklı toplam) aracıyla analiz edilerek haritalandırılmıştır (Şekil 3).



Şekil 2: Araştırma Sahasının yeri ve sınırları / Figure 2: Location and boundaries of the research area



Şekil 3: Çalışmanın akış şeması / Figure 3: Flow chart of the study

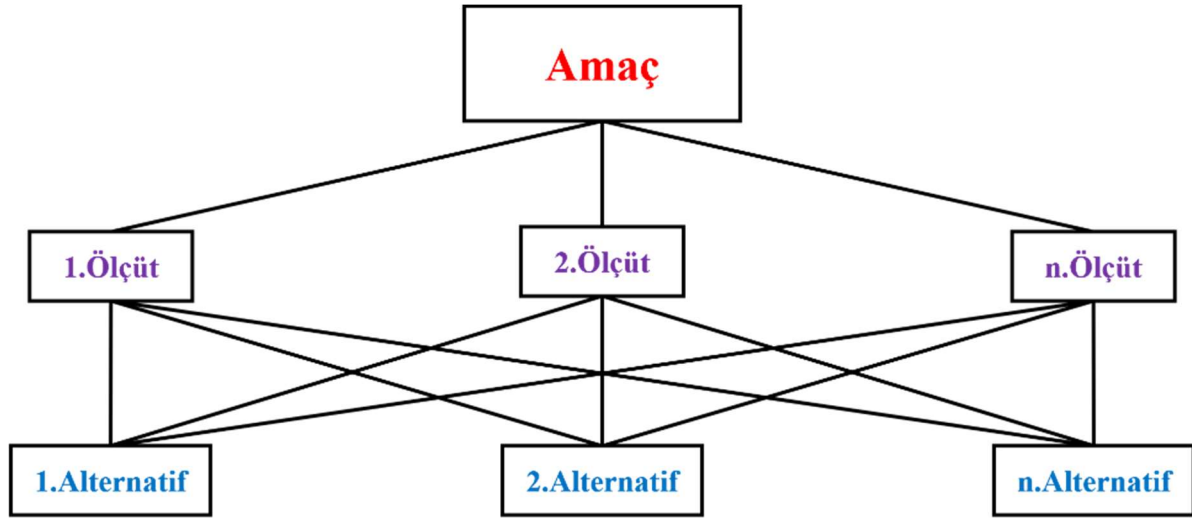
2.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

Çalışmada Thomas L. Saaty (1980) tarafından 1977 yılında çok kriterli karar verme problemlerinin çözümünde kullanılan bir

model olan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) kullanılmıştır. Bu yöntemde problem; amaç ve ölçütlerin hiyerarşik bir yapıda modellenmesiyle şekillenir. Bu hiyerarşik yapı

en az üç düzeyden oluşur. Hiyerarşinin en üstünde problemin genel amacı, amacın

altında ise sırasıyla ölçütler ve seçenekler yer alır (Şekil 4) (Malczewski, 1999).



Şekil 4: Analitik Hiyerarşi Yapısı (Saaty, 1980) / Figure 4: Analytical Hierarchy Structure (Saaty,1980)

Bu yöntemde taşkın duyarlılık analizi için kullanılan parametrelerin ağırlıklı puanları yapılan literatür araştırması ve Saaty (1980)'in oluşturduğu tabloya göre belirlenmiştir (Tablo 1). Bu tablodan yararlanılarak bir puanlama

yapılır ve ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur (Saaty 1980). İkili karşılaştırma matrisinde “n adet” öge için “ $n(n-1)/2$ adet” karşılaştırmadan oluşur (Malczewski, 1999; Öztürk ve Batuk 2010).

Tablo 1: İkili karşılaştırma ölçeği (Saaty, 1980) / Table 1: Binary comparison scale (Saaty, 1980)

Önem Derecesi	Açıklama
1	Ölçütler Eşit Öneme Sahip
3	1. ölçüt 2. ölçüte göre biraz daha önemli
5	1. ölçüt 2. ölçüte göre fazla önemli
7	1. ölçüt 2. ölçüte göre çok fazla önemli
9	1. ölçüt 2. ölçüte göre aşırı derecede (en kuvvetli) önemli
2, 4, 6, 8	Ara değerler

Yöntemde problemin çözümlenmesi için ikili karşılaştırmaları yapılan ölçütlerin ağırlıkları ya da öncelikleri kullanılmaktadır. Ağırlıkların ya da önceliklerin belirlenmesi için ikili karşılaştırma matrisinin normalize edilmesi gerekmektedir. Bunun için de matrisin sütun elemanları her bir sütun toplamına bölünerek “normalleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisi” oluşturulmuştur. Elde edilen matristeki satır elemanları toplanır ve toplam değer satırdaki eleman sayısına bölünür. Böylece öncelik vektörü veya ağırlık vektörü hesaplanır (Tomuş 2005; Kavas, 2009). Hesaplanan her bir kriterin ağırlıkları “0 ile 1” aralığındadır (ör. Araştırma sahasındaki kriterlerin ağırlıkları sırasıyla, 0,337; 0,256; 0,180; 0,110; 0,060; 0,035; 0,022'dir). 0 ile 1 arasında değişen bu kriterlerin ağırlık toplamları 1'dir (Malczewski

1999; Öztürk ve Batuk 2010) (Tablo 3). Yapılan ikili karşılaştırmalarda belirli derecede tutarsızlıklar oluşabilir. Tutarlılığı ölçmek için tutarlılık oranı ölçeği (Consistency Ratio - CR) kullanılmaktadır. Tutarlılık oranı ise Tutarlılık İndeksi'nin (Consistency Index-CI), Rassal İndekse (Random Index-RI) (Tablo 2) bölünmesiyle elde edilir. Tutarlılık oranında üst limit olarak 0,10 değeri önerilmektedir. Bu nedenle hesaplanan tutarlılık oranı 0,10'un altında ise yargıların yeterli bir tutarlılığa sahip olduğu ve değerlendirmenin yapılabileceği kabul edilmektedir. Bu oran eğer 0,10'un üstünde ise yargılar tutarsızdır ve kalitesinin iyileştirilmesi gerekmektedir. Tutarlılık oranı yargıların yeniden değerlendirilmesiyle düşürülebilir (Öztürk ve Batuk 2007).

Tablo 2: Matris değerlerine göre değişen rassal indekse değerleri (Saaty, 1980) / **Table 2:** Random index values changing according to matrix values (Saaty 1980).

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ri	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,48	1,49	1,51	1,56	1,57	1,59

Tablo 3: Kriterlere ait ikili karşılaştırma matrisi ve ağırlıkları / **Table 3:** Pairwise comparison matrix and weights of criteria

Kriterler	1	2	3	4	5	6	7	Ağırlıkları
(1) Akarsuya Yakınlık	1	2	2	4	6	8	9	0,337
(2) Eğim	1/2	1	2	3	5	8	9	0,256
(3) Yağış	1/2	1/2	1	2	4	5	9	0,180
(4) Arazi Kullanımı	1/4	1/3	1/2	1	2	5	6	0,110
(5) Toprak	1/6	1/5	1/4	1/2	1	2	4	0,060
(6) Bakı	1/8	1/8	1/5	1/5	1/2	1	2	0,035
(7) Jeoloji	1/9	1/9	1/9	1/6	1/4	1/2	1	0,022

Lambda= 7,3; Consistency Index (CI) = 0,5; Randomness Index (RI) = 1,32 **Tutarlılık Oranı (CR= CI/RI) = 0,037**

Bu çalışmadaki ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması ile parametre ağırlıklarının belirlenmesinde literatürdeki çalışmalar ve arazi durumu göz önüne alınmıştır. Hazırlanan ikili karşılaştırma matrisleriyle her bir kriterin (Tablo 3) ve alt kriterlerin (Tablo 4) ağırlıkları

hesaplanmış ve ikili matris değerlerinin 0,10'un altında olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3 ve 4). Elde edilen kriterlerin ağırlık değerleri ArcGIS for Desktop 10.x yazılımında Weighted Sum (ağırlıklı toplam) aracıyla toplanarak sahanın taşkın duyarlılık haritası üretilmiştir.

Tablo 4: Alt kriterler için ikili karşılaştırma matrisleri ve ağırlıkları / **Table 4:** Pairwise comparison matrices and weights for sub-criteria

Akarsuya Yakınlık	1	2	3	4	5	6	7	Ağırlıkları
(1) 0-250	1	2	3	4	5	7	9	0,352
(2) 250-500	1/2	1	2	3	5	7	9	0,257
(3) 500-750	1/3	1/2	1	2	3	5	7	0,162
(4) 750-1000	1/4	1/3	1/2	1	2	3	5	0,102
(5) 1000-1250	1/5	1/5	1/3	1/2	1	2	3	0,063
(6) 1250-1500	1/7	1/7	1/5	1/3	1/2	1	2	0,039
(7) 1500 ve üzeri	1/9	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	1	0,025

Lambda= 7,2; CI= 0,38; RI= 1,32 **Tutarlılık Oranı (CR= CI/RI) = 0,029**

Eğim	1	2	3	4	5	6	7	Ağırlıkları
(1) Tam Düzlük	1	2	3	4	5	7	9	0,352
(2) Düzlük	1/2	1	2	3	5	7	9	0,257
(3) Dalgalı Düzlük	1/3	1/2	1	2	3	5	7	0,162
(4) Az Eğimli Yamaç	1/4	1/3	1/2	1	2	3	5	0,102
(5) Eğimli Yamaç	1/5	1/5	1/3	1/2	1	2	3	0,063
(6) Dik Yamaç	1/7	1/7	1/5	1/3	1/2	1	2	0,039
(7) Çok Dik Yamaç	1/9	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	1	0,025

Lambda= 7,2; CI= 0,38; RI= 1,32 **Tutarlılık Oranı (CR= CI/RI) = 0,029**

Yağış (mm)	1	2	3	4	5	Ağırlıkları
(1) 700 ve üzeri	1	2	4	6	9	0,464
(2) 600-700	1/2	1	2	4	8	0,274
(3) 500-600	1/4	1/2	1	2	6	0,152
(4) 400-500	1/6	1/4	1/2	1	2	0,073
(5) 300-400	1/9	1/8	1/6	1/2	1	0,037

Lambda=5,1; CI=0,027; RI=1,12 **Tutarlılık Oranı (CR= CI/RI) = 0,024**

1 2 3 4 5 Ağırlıkları

Arazi Kullanımı						
(1) Kumul, Bataklık, Akarsu ve Göl Alanları	1	2	4	7	9	0,471
(2) Yerleşim Alanları	1/2	1	2	5	8	0,283
(3) Sulu Tarım Alanları	1/4	1/2	1	2	5	0,143
(4) Diğer Tarım Alanları	1/7	1/5	1/2	1	2	0,067
(5) Ormanlık Alanlar	1/9	1/8	1/5	1/2	1	0,037
Lambda= 5,08; CI= 0,022; RI= 1,12 Tutarlılık Oranı (CR= CI/RI) = 0,019						
Toprak	1	2	3	4		Ağırlıkları
(1) Alüvyal	1	2	5	8		0,544
(2) Hidromorfik	1/2	1	2	5		0,273
(3) Kolüvyal	1/5	1/2	1	2		0,122
(4) Diğerleri	1/8	1/5	1/2	1		0,061
Lambda= 4,01; CI= 0,0048; RI= 0,9 Tutarlılık Oranı (CR= CI/RI) = 0,005						
Bakı	1	2	3	4	5	Ağırlıkları
(1) Düz Yüzey	1	2	4	6	9	0,464
(2) Kuzey (kuzey, kuzeybatı, kuzeydoğu)	1/2	1	2	4	8	0,274
(3) Batı	1/4	1/2	1	2	6	0,152
(4) Doğu	1/6	1/4	1/2	1	2	0,073
(5) Güney (güney, güneybatı, güneydoğu)	1/9	1/8	1/6	1/2	1	0,037
Lambda= 5,1; CI= 0,027; RI= 1,12 Tutarlılık Oranı (CR= CI/RI) = 0,024						
Jeoloji	1	2	3			Ağırlıkları
(1) Kuvaterner Yaşlı Alüvyonlar	1	2	5			0,595
(2) Volkanik	1/2	1	2			0,277
(3) Diğer Sedimentler	1/5	1/2	1			0,129
Lambda= 3; CI= 0,003; RI= 0,58 Tutarlılık Oranı (CR= CI/RI) = 0,006						

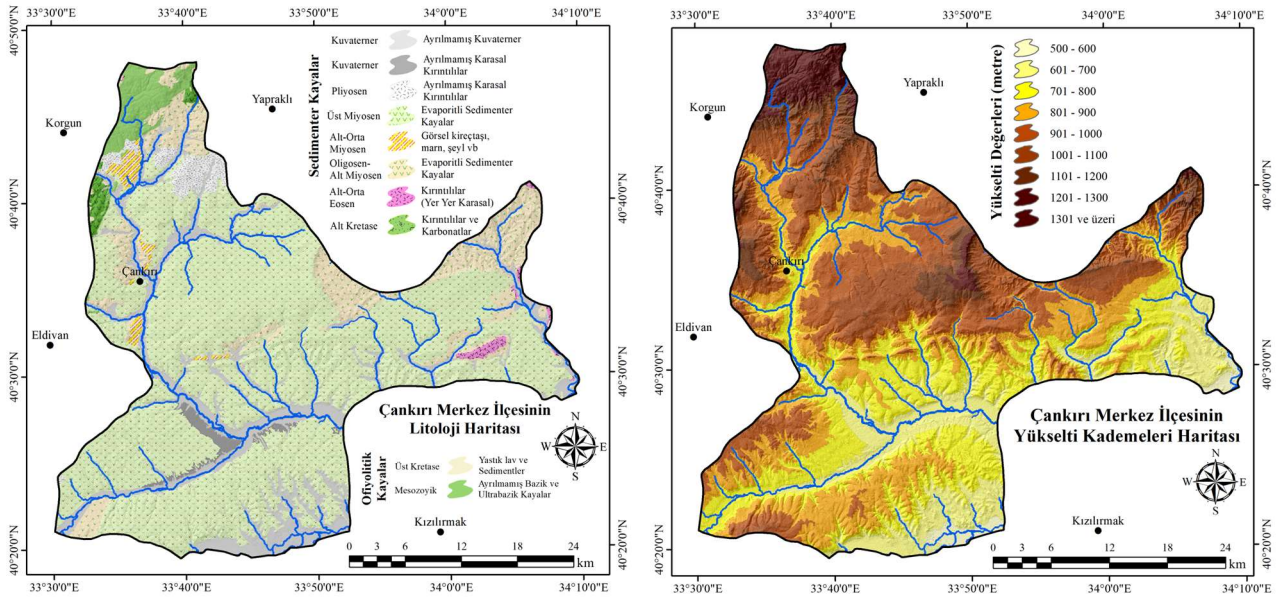
3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Sel ve taşkın gibi doğal afetlerin meydana gelmesi ve sıklık, şiddet gibi özellikleri üzerinde fiziki ve beşerî faktörlerin (litoloji, yükselti, bakı, eğim, yağış, toprak özellikleri, arazi kullanımı vb.) doğrudan belirleyici etkisi bulunmaktadır (Turoğlu ve Özdemir, 2005). Bu belirleyici coğrafi faktörlerden biri de sahanın litolojik durumudur. Çünkü anakayanın cinsi, geçirgenliği, gözenekliliği, tabakaların uzanışı gibi litolojik özellikleri yağmur sularının yüzeysel akışa geçmesinde önemli coğrafi unsurlardan birini oluşturmaktadır (Işık vd., 2020: 534).

Araştırma sahasında sedimentler kayaçlara göre daha az geçirgen olan ofiyolit kayaç gruplarının az alan kapladığı (%3,2; 44,5 km²), buna karşın daha fazla geçirgen özelliğe sahip sedimentler kayaç topluluğunun (%96,8; 1394,8 km²) geniş alan kapladığı görülmektedir. Evaporitli Sedimentler Kayaçların araştırma sahasında geniş yer kaplaması (%65,6; 947

km²), bu kayaç yapısının geçirgenliği nedeniyle yüzeydeki suların derinlere sızmasına ve taşkın duyarlılığının azalmasına katkı sağlamaktadır (Şekil 5).

Taşkın analizinde kullanılan önemli parametrelerden bir diğeri de sahanın topografik özelliğidir. Sahanın topografik özelliklerine ait sayısal veri tabanı kullanılarak eğim ve bakı haritaları da hazırlanmıştır. Taban seviyesinin düşük olduğu akarsu yataklarında yoğun olarak görülebilen sel ve taşkınlar, başta yağışın şekli ve şiddeti olmak üzere, anakaya, topografya, toprak ve beşerî faaliyetlerle doğrudan ilişkili olarak gerçekleşebilmektedir (Uzun, 1995: 249). Araştırma sahasında 500-1000 metre arasındaki alanlar geniş yer kaplamaktadır. Buna göre 500-1000 metre arasındaki alanların toplam oranı %79,7 (1147 km²); 1000-1500 metre arasındaki alanların toplam oranı %19,3 (277,2 km²); 1500 metre ve üzerindeki alanların toplam oranı ise %1 (15,1 km²)'dir (Şekil 5).



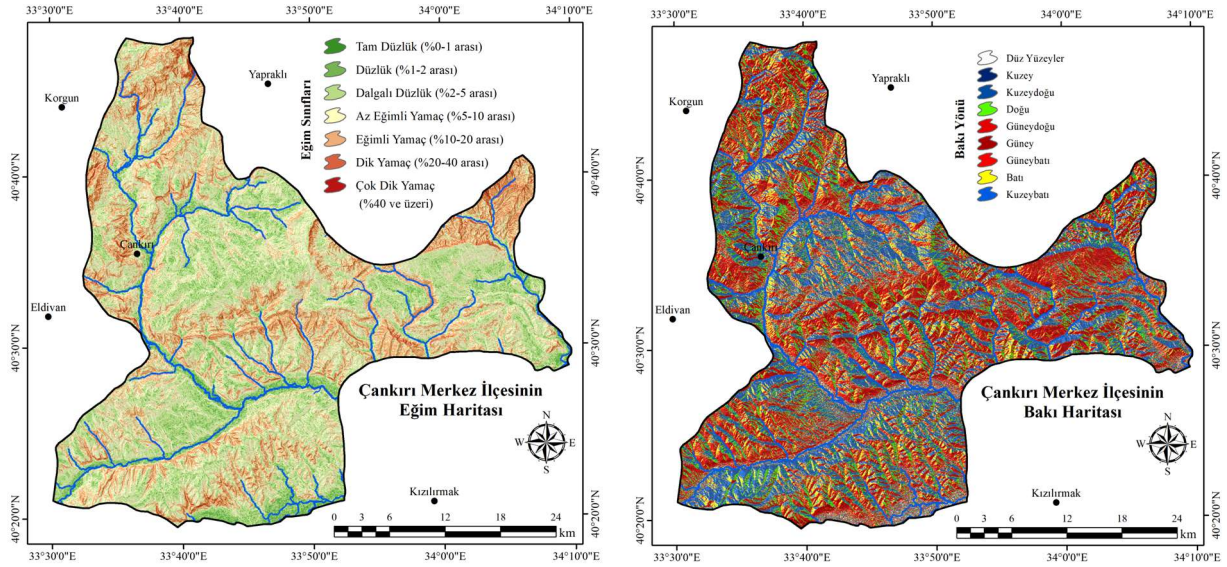
Şekil 5: Araştırma sahasının litoloji ve yükselti kademeleri haritası / **Figure 5:** Lithology and elevation levels map of the research area

Eğim, taşkının gelişmesinde önemli jeomorfolojik birimlerdenidir. Eğimin az olduğu akarsu yatakları genellikle taşkın duyarlılığının yüksek olduğu kesimlerdir (Işık vd., 2020: 534). Araştırma sahasının eğim haritası Erol (1993)'un 7 sınıfta incelediği kriterlere göre (tam düzlük (%0-1), düzlük (%1-2), dalgalı düzlük (%2-5), az eğimli yamaç (%5-10), eğimli yamaç (%10-20), dik yamaç (%20-40) ve çok dik yamaç (%40 ve üzeri)) hazırlanmıştır. Buna göre en fazla alana sahip eğim sınıfları, az eğimli yamaçlar (%34,9; 502,6 km²); dalgalı düzlük (%26,7; 384,4 km²) ve eğimli yamaçlardır (%22,1; 317,6 km²). En az alana sahip eğim sınıfları ise çok dik yamaçlar (%0,1; 1,3 km²), dik yamaçlar (%2,6; 37,3 km²) ve tam düzlük (%4,2; 60,6 km²) alanlardır. Araştırma sahasında eğim değerlerinin yüksek olduğu alanlar yükseltinin fazla olduğu alanları (sahanın kuzeyindeki alanlar ile merkezi kesimdeki akarsu vadileri) oluştururken en az olduğu alanlar ise güneydeki vadi tabanı boyunca uzanan alçak sahaları oluşturmaktadır (Şekil 6).

Bakı koşulları bir yerdeki iklimi, toprak şartlarını ve bitki örtüsünü etkilemektedir. Türkiye bulunduğu matematik konumu itibariyle genel anlamda (yerel koşullar dışında) kuzeye bakan yamaçlarda daha fazla yağışa

maruz kalmaktadır. Bu nedenle de bu durum araştırma sahası ölçeğinde genel olarak değerlendirildiğinde sahada kuzeye bakan yamaçlarda yıkanma durumu güneye bakan yamaçlardan daha fazladır (Duman ve İrcan, 2022).

Bu durum da teorik olarak toprak nemini arttırdıkça infiltrasyonu azaltarak yüzeysel akışı arttırmaktadır (Turoğlu ve Özdemir, 2005). Böylece yağmur suları kuzey yamaçlarda yüzeysel akışa geçmektedir. Ancak, kuzey yamaçlardaki topraklarda nemlilik değerlerinin yüksek olması bitki örtüsünün de yoğun olmasına ve yağmur sularının da bitkiler tarafından tutularak yüzeysel akışa geçmesine engel teşkil edebilmektedir. Bu nedenle bakı şartları ele alınırken tek başına düşünülmemeli diğer coğrafi koşullar da göz önünde bulundurulmalıdır (Ocak, 2018: 44). Araştırma sahasındaki topoğrafyanın bakı şartları incelendiğinde güneye bakan yamaçların (güneybatı %14,4; 206,7 km², güney %14,3; 206,3 km², güneydoğu %14,5; 209,4 km²), kuzeye bakan (kuzeybatı %9,9; 142,3 km², kuzey %7,3; 105,3 km², kuzeydoğu %11,7; 168 km²) ve diğer yamaçlardan (düz yüzeyler %3,8; 54,7 km², doğu %12,7; 183 km², batı %11,4; 163,6 km²) daha fazla alan kapladığı görülmektedir (Şekil 6).

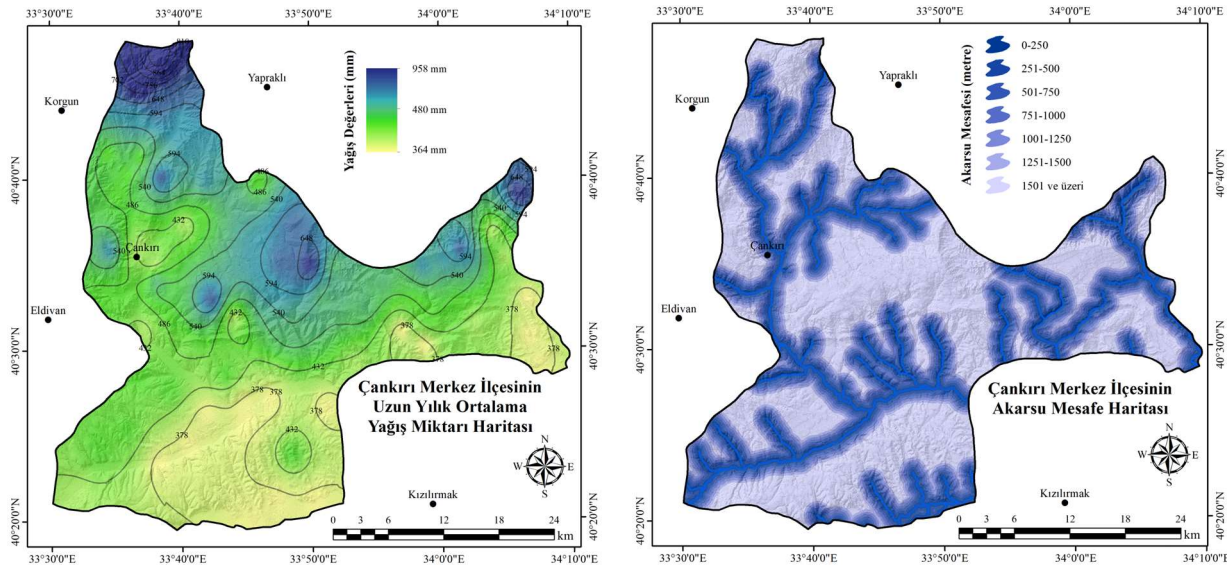


Şekil 6: Araştırma sahasının eğim ve baki haritası / **Figure 6:** Slope and aspect map of the research site

Çankırı merkez ilçesi 418,1 mm'lik yağış miktarıyla (*uzun yıllık toplam ortalama yağış miktarı*) yarı kurak iklim özelliğine sahiptir (Duman, 2020; Duman ve İrcan, 2021). Çankırı merkez istasyonunda ölçülen yağış miktarı, "Schreiber Formülü" ile hesaplandığında (Ardel, 1961: 279) araştırma sahasındaki yükseltinin güneyden kuzeye doğru artmasına bağlı olarak yağışın da aynı yönde arttığı görülmektedir (Şekil 7).

Taşkın analizindeki önemli bir diğer parametre ise akarsu yakınlık durumu ve akarsu yatağına yapılan müdahalelerdir (Şekil 7). Eğimin az olduğu akarsu kenarlarına kurulan yerleşim yerleri ile yollar, taşkından en çok etkilenecek alanları oluşturmaktadır. Araştırma sahasında şehir merkezindeki yapıların Acı Çay ve Tatlı

Çay gibi akarsu kenarlarında yer alması (Şekil 8, 9 ve 13) bu alanların taşkın duyarlılığı açısından yüksek risk taşımaya neden olmuştur. Nitekim, Çankırı şehir merkezinden geçen Tatlı Çay'da birçok taşkın durumu meydana gelmiş olup bunlardan, 15 Mayıs 1958 tarihindeki taşkında 18 kişi hayatını kaybetmiştir. 2015 yılında meydana gelen taşkında ise herhangi bir can kaybı yaşanmamasına rağmen yerel taşmalar sonucu maddi anlamda (*tarım arazileri*) zararlar meydana gelmiştir. Yaşanan bu taşkın sonrasında Tatlı Çay'ın şehir içinde bulunan bölümüne betondan yan duvarlarla akarsu yatağı oluşturularak taşkın durumu kontrol altına alınmaya çalışılmıştır (Gökmen, 2007) (Şekil 8).



Şekil 7: Araştırma sahasının yağış ve akarsu mesafe haritası / **Figure 7:** Precipitation and river distance map of the research site

Ancak, Şehir merkezinden geçen Tatlı ay'ın bazı yerlerinde akarsu akışını engelleyen menfez / köprü, bent / dolguların varlığı ile betonla yapay yatak alanlarının oluşturulması, akarsu yatağının su geirmemesine / sızdırmamasına neden olmaktadır. Ayrıca,

yapay yatak alanlarının belli kesimlerinin daraltılması ve daralan akarsu çevresine kurulan yerleşim alanlarının, yolların, parkların vb.'nin varlığı bu alanlardaki yapıların beşerı müdahaleler sonucunda taşkıandan etkilenme durumunu arttırmıştır (Şekil 8 ve 13).



Şekil 8: Şehir merkezinden geçen Tatlı ay'a ait görüntüler / **Figure 8:** Images of Tatlı ay passing through the city center



Şekil 9: Şehir merkezinin doğusundan geçen Acı ay'a ait görüntüler / **Figure 9:** Images of Acı ay passing through the east of the city center

Toprak zellikleri, taşkın duyarlılık analizinde, geçirgenlik özelliği ve yüzeydeki drenajını etkilemesi bakımından önemli bir faktördür. Toprak özelliğine bağlı olarak yeryüzüne düşen yağmur suları toprağın geçirgenlik özelliğine göre ya yüzeysel akışa geçip taşkın duyarlılığını arttırıcı yönde etki ederler ya da yağmur

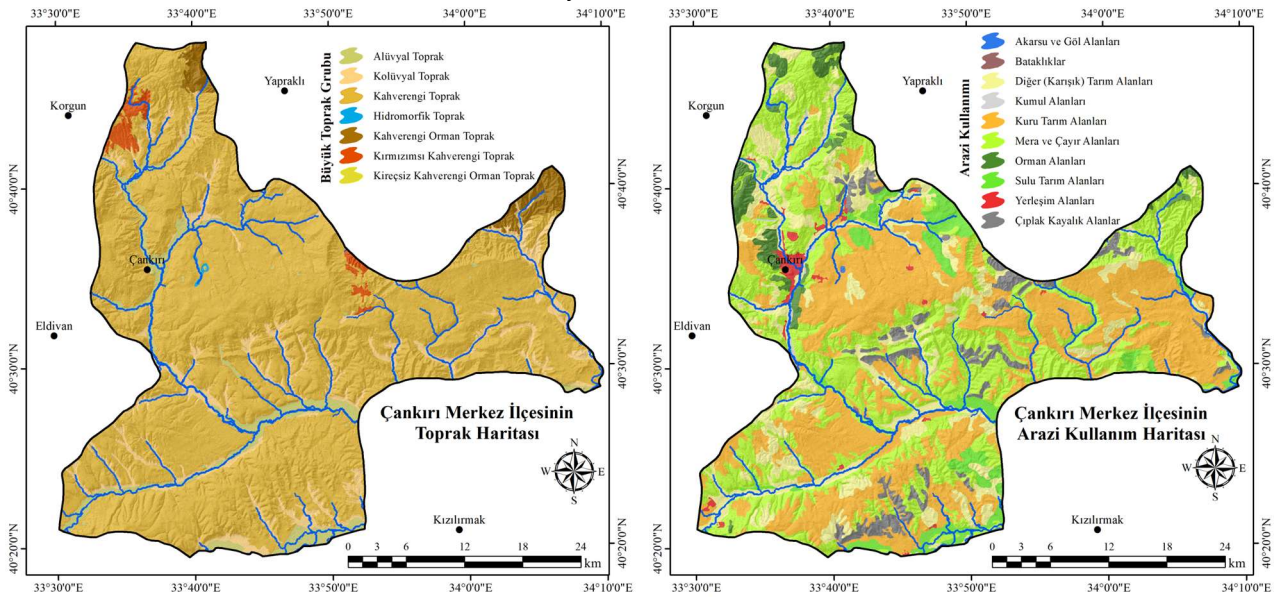
sularının toprağa infiltre olmasıyla taşkın duyarlılığını azaltıcı yönde etki eder. Araştırma sahasındaki toprakların (*büyük toprak grubu*) alansal dağılışı incelendiğinde en fazla alan kaplayan toprak türünün Kahverengi Topraklar (%81,4; 1173,4 km²) olduğu grlmektedir. Bu toprak grubunu eğimli yamaçlarda gelişen

Kolüvyal Topraklar (%7,5; 107,6 km²) ile eğimin azaldığı akarsu yataklarındaki Alüvyal Topraklar (%7,5; 107,8 km²) izler. En az alana sahip toprak sınıfları ise Kahverengi Orman Toprakları (%2,2; 31,2 km²); Kırmızımsı Kahverengi Topraklar (%1,2; 17,1 km²); Hidromorfik Topraklar ile Kireçsiz Kahverengi Orman Topraklarıdır (%0,1; 1,1 km²) (Şekil 10).

Arazi kullanımı, yeryüzünde gelişen doğal örtünün insan-doğa etkileşimine bağlı yararlanılması durumunu ifade etmektedir. Antropojenik etkilerin yeryüzünde artmasıyla araziler doğal kullanım amacının dışına çıkarak yanlış arazi kullanım faaliyetlerinin oluşmasına neden olmuştur. Özellikle ormanlık alanların, meraların tarım ya da yerleşim alanına dönüştürülmesi; dere kenarlarında yerleşim birimlerinin kurulması, antropojenik etkilere bağlı olarak gelişen yanlış arazi kullanımlarına örnektir. Ormanlık alanlara, tarım alanlarına ya

da dere kenarına kurulan yerleşmeler, geçirimsiz yüzeyler oluşturarak yağmur sularının hemen yüzeysel akışa geçmesinin önünü açmaktadır. Bunun yanı sıra dere kenarına inşa edilen yapılar da akarsu vadisinin yatak dengesini bozarak taşkın duyarlılığının artmasına neden olmaktadır.

Araştırma sahasındaki arazi kullanım durumu CORINE (2018) verilerine göre incelendiğinde sahanın %38,5 (553,5 km²)'i kuru tarım alanlarını; %32,9 (474 km²)'u mera ve çayır alanlarını; %14,6 (210 km²)'sı diğer tarım alanlarını; %5,4 (77,7 km²)'ü sulu tarım alanlarını; %3,9 (56 km²)'u çıplak kayalık alanları; %2,8 (41,2 km²)'i orman alanlarını; %1,2 (17,1 km²)'si yerleşim alanlarını; %0,5 (6,5 km²)'i kumul alanları; % 0,2 (2,6 km²)'si akarsu ve göl alanlarını; %0,04 (0,7 km²)'ü ise bataklık alanlarını oluşturmaktadır (Şekil 10).



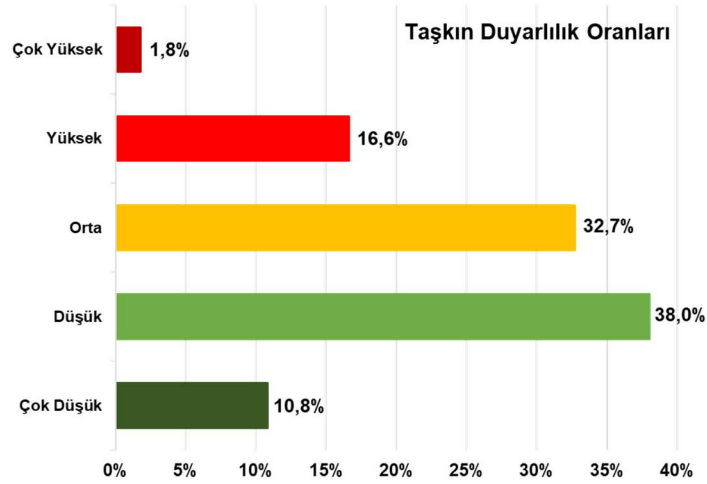
Şekil 10: Araştırma sahasının toprak ve arazi kullanım (CORINE) haritası / Figure 10: Soil and land use (CORINE) map of the research site.

Çalışmada taşkın oluşumunda etkili olan coğrafi kriterler (jeoloji, eğim, baki, yağış, akarsuya yakınlık, toprak, arazi kullanımı gibi) puanlanarak ağırlık değerlerine göre Çankırı merkez ilçesinin taşkın duyarlılık haritası oluşturulmuştur. Sahanın taşkın duyarlılık sınıfları çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 11 ve 12). Araştırma sahasındaki taşkın duyarlılığının oransal durumu incelendiğinde sahanın %1,8 (25,9 km²)'nin çok yüksek taşkın duyarlılığına sahip olduğu görülmektedir. Taşkın duyarlılığının çok yüksek olduğu alanlar akarsu

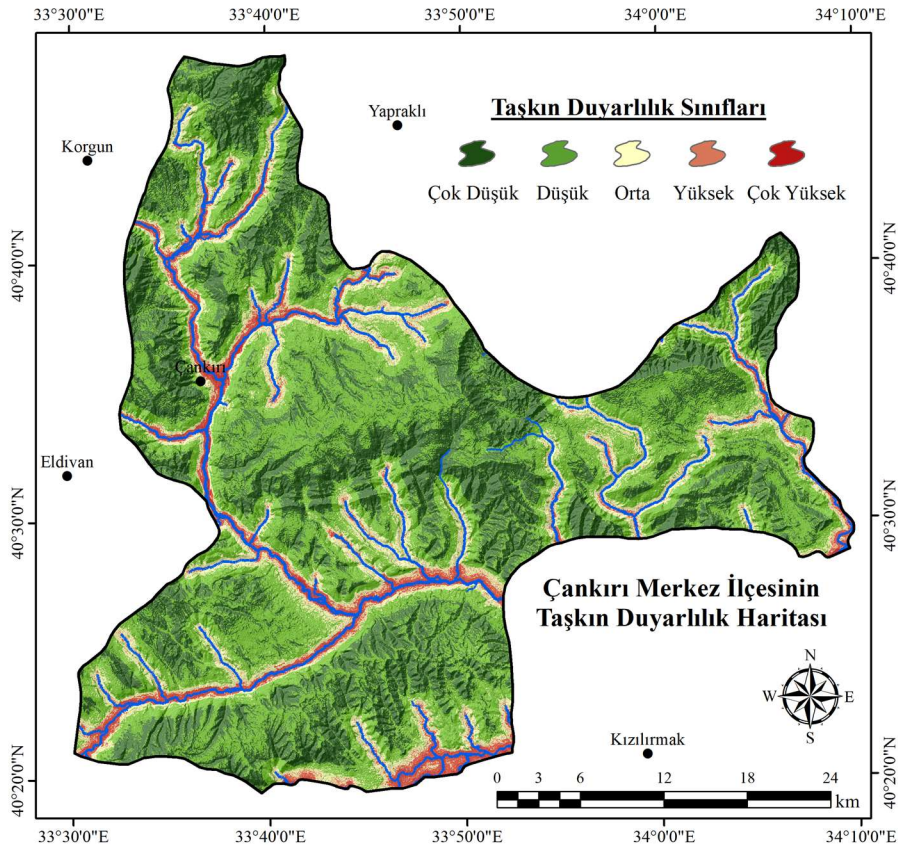
boyunca yatağa yakın eğimin az olduğu alanları oluşturmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli nokta duyarlılığın çok yüksek olduğu alanlardan birinin de sahanın idari yönetim merkezi olan Çankırı ilçe merkezini oluşturmasıdır. Özellikle şehir merkezinin bulunduğu alan Acı Çay ve Tatlı Çay'ın çatallandığı sahanın kuzey-kuzeybatısında yer almaktadır. Şehri ortadan ikiye ayıran Tatlı Çay'ın ve şehrin doğusundan akan Acı Çay'ın varlığı (Şekil 8, 9 ve 13), taşkın duyarlılığının şehir merkezinde yüksek olmasına neden olmuştur (Şekil 12). Çankırı

şehir merkezinde bulunan Tatlı ay ile şehrin doğusundaki Acı ay'a yakın inşa edilen yerleşim birimleri oluşabilecek taşkına karşı oldukça duyarlıdır. Uydu görüntüleri ile sahaya ait arazi fotoğrafları incelendiğinde sahadaki taşkın duyarlılık durumu açıkça grlmektedir (şekil 8, 9, 12 ve 13). Yatak kapasitesi yapay beton alanına hapsedilen Tatlı ay'ın çevresi (yakınında bulunan yerleşim birimleri, park alanları ve otoyol gibi alanların), olası taşkın anında zarar görecek öncelikli alanlar arasındadır. Henüz dere yatağına beşerî bir müdahale yapılmayan Acı ay'ın taşkın

yatağında AFAD'ın ana lojistik deposuna ait binanın, park alanlarının, hayvan barınağının ve yerleşim birimlerinin bulunması, yaşanan taşkın sürecinde bu alanların da zarar görecek öncelikli alanlar olmasına neden olacaktır (şekil 12 ve 13). Sahanın %1,8 (25,9 km²)'ini oluşturan çok yüksek taşkın duyarlılık grubu dışında araştırma sahasındaki taşkın duyarlılık oranlarından, %10,8 (151,8 km²)'i çok düşük; %16,6 (239,3 km²)'si yüksek; %32,7 (471,8 km²)'si orta; %38 (547,2 km²)'i düşük duyarlılık grubunda yer almaktadır (şekil 11 ve 12).



şekil 11: Araştırma sahasının taşkın duyarlılık oranları / Figure 11: Flood susceptibility rates of the research area



şekil 12: Araştırma sahasının taşkın duyarlılık haritası / Figure 12: Flood susceptibility map of the research area



Şekil 13: Kuzeyden (a) güneyden (b) şehir merkezinin Google Earth uydu görüntüsü / **Figure 13:** Google Earth satellite view of the city center from north (a) south (b)

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Yeryüzünde antropojenik etkilerin (*yanlış arazi kullanımı, kentleşme, dere yataklarına müdahale vb.*) artmasıyla insan kaynaklı iklim değişikliğinin de tetikleyici etkileriyle (*ekstrem hava koşulları, yağış miktarı, sıklığı ve süresinde yaşanan değişimler vs.*) sel ve taşkınlar afet

boyutuna ulaşarak çok sayıda can ve mal kaybının yaşanmasına neden olmaktadır.

AHP Yöntemiyle birden fazla coğrafi kriterin ağırlık toplamlarının alınarak CBS altyapısında analiz edildiği bu çalışmada, Çankırı merkez ilçesinin taşkın duyarlılık durumu ortaya konulmuştur. Buna göre sahanın %1,8 (25,9 km²)'inin çok yüksek; %10,8 (151,8 km²)'inin çok düşük; %16,6 (239,3 km²)'sinin yüksek; %32,7 (471,8 km²)'sinin orta; %38 (547,2

km²)'inin düşük talkın duyarlılığına sahip olduğu tespit edilmiştir. Taşkın duyarlılığının en fazla olduğu alanlardan birini de ankırı ilçe merkezi oluşturmaktadır. Yapılan analizlerle arazi ve uydu görüntüleri bu durumu açıkça ortaya koymaktadır. Şehir merkezdeki yüksek duyarlılık durumu, Tatlı ay zerdeki akarsu yatak kapasitesinin bozularak çekik yatağı seviyesinde planlamalar yapılması nedeniyle gelişen meteorolojik ve hidrolojik etkenlerle (*yoğun yağışlar, kar erimeleri, akarsu debisinin artması vs.*) birleşerek akarsuyun çekik yatağından çıkararak taşkın yatağında akmasına neden olabilecek potansiyeldedir. Bu durum özellikle Acı ay gibi henüz doğal yatak kapasitesi bozulmamış ancak, taşkın yatağına kurulan kamu/özel yerleşim birimlerinin inşa edilmesiyle bu yapıların taşkından etkilenecek öncelikli alanlar olmasına neden olacaktır. Özellikle taşkın yatağına AFAD gibi afete öncelikli müdahale edecek birimlerin ana lojistik deposu binasının inşa edilmesi yanlış tercih olarak grlmektedir. Araştırma sahasında belirlenen taşkın yatağındaki alanlara yerleşmelerin kurulması, ani ve yüksek yağışlarla yaşanan bu durumu bir doğa olayı olmaktan çıkarıp afet boyutuna dönüştürecektir.

Bu durumların temel nedeni, Şehir planlamalarının afet okuryazarlığı, arazi okuryazarlığı gibi coğrafya okuryazarlığının eksikliğinden kaynaklanarak hazırlanmasıdır. Bu konuda özellikle ankırı Şehir merkezinde yaşayan halk afet acil durumu hakkında bilgilendirilmeli, Tatlı ay ve Acı ay yataklarına yakın alanların imarı durdurulmalı, var olan yapılar başka alanlara taşınmalı, taşınması mümkün olmayan yapıların giriş ve bodrum katlarının yerleşim için oturma izinleri iptal edilmeli, taşkın duyarlılığını en aza indirmek için Tatlı ay ve Acı ay'ın Şehir merkezi dışındaki yukarı ığırlarına sel kapanları inşa edilmeli, özellikle henüz yerleşime açılmamış alanlarda Tatlı ay ve Acı ay'ın çekik ve taşkın yatağı belirlenerek sürdürülebilir kent planlaması yapılmalıdır. Unutulmamalıdır ki doğal olaylar değil insan faaliyetleri sonucu bozulan ve afet boyutuna dönüşen her türlü doğal kaynaklı afet, can ve mal kaybına neden olur.

KATKI BELİRTME / TEŐEKKÜR

Yazarlar, değerlendirme sürecinde yapıcı öneriler sunarak çalışmanın olgunlaşmasına katkı sağlayan hakemlere teŐekkür eder.

KAYNAKÇA

- AFAD, (2014). *Afet Terimleri Sözlüğü*. Ankara: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Yayınları.
- Ardel, A. (1961). *Umumi Coğrafya Dersleri (Cilt:1 Klimatoloji)*. İstanbul: Baha Matbaası.
- Ataol, M. ve Kale, M. M. (2017). Flood Inundation Mapping for Tatlıay (Çankırı). *International Symposium On GIS Applications In Geography & Geosciences (ISGGG-2017)* (pp. 349-354), 18-21 October 2017, Çanakkale Onsekiz Mart University: anakkale, Turkey.
- ASF, (2022). 10.03.2022 tarihinde <https://search.asf.alaska.edu/#/?dataset=ALOS> adresinden alındı.
- Avcı, V. ve Sunkar, M. (2018). Bulancak'ta (Giresun) Sel ve Taşkın Olaylarına Neden Olan Pazarsuyu, İncvez, Kara ve Bulancak Derelerinin Morfometrik Analizleri. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 28 (2), 15-41. DOI: 10.18069/firatsbed.460907
- Bahadır, M. (2014). Samsun'da 4 Temmuz ve 6 Ağustos 2012 Taşkınlarının Klimatik Analiz. *Coğrafya Dergisi*, 29, 28-50.
- Buldur, A. D., Pınar, A. ve Başaran, A. (2007). 05-07 Mart 2004 Tarihli Göksu Nehri Taşkını ve Silifke'ye Etkisi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 17, 139-160.
- Biricik, A. S. (1996), Senirkent'te Sel Afetleri (13 Temmuz 1995-18-19 Temmuz 1996), *Marmara Coğrafya Dergisi*, 1, 9-30.
- Campana, N.A. ve Tucci, C.E.M. (2001). Predicting floods from urban development scenarios: case study of the Diluvio Basin, Porto Alerge, Brazil. *UrbanWater*, 3, 113-124.
- Ceylan A. ve Kmşc A.. (2008), Meteorolojik karakterli doğal afetlerin uzun yıllar ve mevsimsel dağılımları, *İklim Değişikliği ve evre*, 1, 1-10
- Copernicus, (2020). 10.03.2022 tarihinde <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018?tab=download> adresinden alındı.
- olak, B. (2019). *Çankırı Tatlıay Deresi'nin Taşkın Analizi*. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- oşkun, M. ve Aksoy, B., (2010). Aksu Vadisi (Giresun) Aşağı Kesiminde Doğal Ortam

- şartlarının Taşkın Üzerine Etkileri, *Gazi Türkiyat*, 7, 135-155.
- Cürebali, İ., Efe, R., Özdemir, H., Soykan, A. ve Sönmez, S. (2016). GIS-Based Approach For Flood Analysis: Case Study Of Keçidere Flash Flood Event (Turkey). *Geocarto International*, 31(4), 355-366.
- Doğanay, S., Alım, M. ve Altaş, T. (2006). Atmosfer Kökenli Doğal Afetlere Bir Örnek: 10 Ağustos 2005 Erzurum Seli. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 16, 305-322.
- Duman, N. (2020). *Çankırı şehri iklim özellikleri*. M. M. Kale ve O. Türkan (Ed.). Çankırı şehir coğrafyası kitabı içinde (s. 19-44). Ankara: Nobel Bilimsel Eserler.
- Duman, N. ve İrcan, M. R. (2021). *Çankırı ilinin iklimi*. Türkan, O., Kale, M.M. (Ed.). Çankırı Coğrafya Araştırmaları içinde (39-78). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Duman, N. ve İrcan, M. R. (2022). Coğrafı Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Tabanında Çankırı Merkez İlçesinin Erozyon Risk Analizi. *Coğrafı Bilimler Dergisi*, 20 (1), 220-245, doi: 10.33688/aucbd.1074770
- Erol, O. (1993). Ayrıntılı jeomorfoloji haritaları çizim yöntemi. *İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Bülteni*, 10, 19-38.
- Ersoy, ř. (2017). *2016 Yılı Doğa Kaynaklı Afetler Yıllığı*. Ankara: JMO Yayınları.
- Gerger, R. ve Tanrıverdi, M. (2018). Coğrafı Bilgi Sistemleri (CBS) Tabanlı Çok Ölçütlü Karar Analizi ile şanlıurfa İl Merkezinin Taşkın Alanlarının Belirlenmesi. *VII. Uzaktan Algılama-Coğrafı Bilgi Sistemleri Sempozyumu (UZAL-CBS 2018)*, 18-21 Eylül 2018, Eskişehir.
- Gökmen, B. (2007). *Çankırı İli Coğrafyası*. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 110.
- Işık, F., Bahadır, M., Zeybek, H. İ. ve Çağlak, S. (2020). Karadere Çayı Taşkını (Araklı -Trabzon). *Mavi Atlas*, 8(2): 526-547
- Kadioğlu, M. (2008). *Sel, Heyelan ve Çiğ için Risk Yönetimi*. Kadioğlu, M. ve Özdamar, E., (Ed.), Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri. (s. 251-276), Ankara: JICA Türkiye Ofisi Yayınları.
- Kadioğlu, M. (2012). *Türkiye'de İklim Değişikliği Risk Yönetimi*. Ankara: Türkiye'nin İklim Değişikliği II. Ulusal Bildiriminin Hazırlanması Projesi Yayını.
- Kadioğlu, M. (2018). *Afet Affetmez*. İstanbul: Tekin Yayınevi.
- Kadioğlu, M. (2019). *Kent Selleri Yönetim ve Kontrol Rehberi*. İstanbul: Marmara Belediyeler Birliği Yayınları.
- Karabulut, M. (2003). Flood Studies Using Geographic Information Systems (GIS): 1993 Big Midwest Flood (USA). *Ege Coğrafya Dergisi*, 12, 103-118.
- Karabulut, M., Sandal, E. K. ve Gürbüz, M. (2007). 20 Kasım-9 Aralık Mersin sel felaketleri: Meteorolojik ve hidrolik açıdan bir inceleme. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 10 (1), 13-23.
- Kavas E. (2009), Analitik Hiyerarşik Süreç Yöntemiyle İzmir İlinde Heyelan Duyarlılığının Coğrafı Bilgi Sistemleri Tabanlı İncelenmesi, *TMMOB Coğrafı Bilgi Sistemleri Kongresi (CBS2009)*, 02-06 Kasım, İzmir.
- Kopar, İ., Polat, S., Hadımlı, H. ve Özdemir, M. (2005). 4-6 Mart 2004 Pulur Çayı (İllica-Erzurum) Sel-Taşkın Afeti, *Doğu Coğr. Dergisi*, 13, 187-218.
- Köse, S., Kalay, Z., Altun, L. ve Karagül, R. (1991). Trabzon 20 Haziran Sel Felaketinin Nedenleri, Sonuçları ve Alınması Gereken Önlemler. *Trabzon ve Yöresi 20 Haziran 1990 Sel Felaketi Sempozyumu Bildiriler Kitabı* içinde (s. 299-319), Trabzon.
- Malczewski, J. (1999). *Spatial Multicriteria Decision Analysis, Part 1 in Decision Making and Analysis: A Geographic Information Sciences Approach*. Edited by Jean-Claude Thill, New York.
- MGM (2017a). *2017 Yılı Sıcaklık ve Yağış Değerlendirmesi*. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/Haberler/2018/2017SicaklikveYagisDegertendirmesi.pdf>
- MGM (2022). *Türkiye Meteorolojik Afetler Değerlendirmesi (2010-2021)*. Ankara: T.C. Çevre, şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- Ocak, F. (2018). *Ünye şehir Sellerinin Zarar Görebilirlik Yöntemi ile İncelenmesi*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Samsun.
- Ocak, F. ve Bahadır, M. (2021). *Taşkın Bilgi ve Yönetim Sisteminin Oluşturulmasında WEB CBS Teknolojisi Kullanımı: Ordu-Ünye şehir Selleri Örneği*. Mehmet Fatih Döker, Ebru Akköprü (Ed.). Coğrafya Araştırmalarında Coğrafı Bilgi Sistemleri Uygulamaları II (s. 205-221). Ankara: Pegem Akademi.
- Ocak, F., Bahadır, M., Uzun, A. ve şahin, K. (2021). *Atakum ilçesi kıyı kuşağının taşkın ve duyarlılık analizi, Samsun/Türkiye*. Mehmet Fatih Döker, Ebru Akköprü (Ed.). Coğrafya Araştırmalarında Coğrafı Bilgi Sistemleri Uygulamaları II (s. 273-292). Ankara: Pegem Akademi.
- Özcan, O., Musaoğlu, N. ve şeker, D.Z. (2009). Taşkın alanlarının CBS ve uzaktan algılama yardımıyla belirlenmesi ve risk yönetimi: Sakarya

- Havzası örneği. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 11-15 Mayıs 2008, Ankara: Türkiye Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası.
- Özdemir, H. (2006). Havran Çayı'nın (Balıkesir) Taşkın Sıklık Analizinde Gumbel ve Log Pearson Tip III Dağılımlarının Karşılaştırılması. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 6(1), 41-52.
- Özdemir, H. (2008a). *GIS-Based Lvselide Risk Analysis in the Havran River Basin (Western Turkey)*, Geophysical Research Abstracts, Volume: 10, EGU2008-A-07528, SRef-ID: 1607-7962/gra/EGU2008-A-07528, EGU General Assembly 2008, 13-18 April 2008, Vienna - Austria.
- Özdemir, H. (2008b). Taşkınların Tahmini ve Risk Analizinde CBS-UZAL ve Hidrolik Modellemenin Entegrasyonu. *DSİ XI. Bölge Müdürlüğü, Taşkın Konferansı*, 19-20 Haziran 2008, Edirne.
- Özşahin, E., (2013). Arnavutluk'ta Taşkın Risk Analizi. *Uluslararası Avrasya Sosyal Bilimler Dergisi*, 12, 91-109 .
- Öztürk D. ve Batuk F. (2007), Çok Sayıda Kriter ile Karar Vermede Kriter Ağırlıkları. *Yıldız Teknik Üniversitesi Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 25(1), 86-98.
- Öztürk D. ve Batuk F. (2010), Konumsal Karar Problemlerinde Analitik Hiyerarşi Yönteminin Kullanılması, *Yıldız Teknik Üniversitesi Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 28, 124-137.
- Saaty T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill.
- Sarıgül, O. ve Turoğlu, H. (2020). Kahramanmaraş Şehri Sel ve Taşkınlarının Coğrafi Analizi ve Öngörüler. *Coğrafi Dergisi*, 40, 1-20. <https://doi.org/10.26650/JGEOG20 20-0018>
- Semadeni-Davies, A., Hernebring, C., Svensson, G., ve Gustafsson, L. G. (2008). The impacts of climate change and urbanisation on drainage in Helsinborg, Sweden: Suburban stormwater. *Journal of Hydrology*, 350 (1-2), 114-125.
- Shi, P. J., Yuan, Y., Zheng, J., Wang, J. A., Ge, Y. ve Qiu, G. Y. (2007). The effect of land use/cover change on surface runoff in Shenzhen region, China, *Catena*, 69 (1), 31-35.
- Sönmez, M. E. ve Kesici, Ö. (2012). İklim Değişikliği ve Plansız Şehirleşmenin Kilis Şehrinde Yol Açtığı Sel Felaketleri. *Doğu Coğrafi Dergisi*, 17 (28), 57-77.
- Sunkar, M. ve Tonbul, S. (2010a). Batman'da 31 Ekim-1 Kasım 2006 Tarihinde Yaşanan Taşkının Nedenleri. *II. Ulusal Taşkın Sempozyumu 22-24 Mart 2010 Afyonkarahisar, Tebliğler Kitabı içinde (s: 349-361), Afyonkarahisar.*
- Sunkar, M. ve Tonbul, S. (2010b). Hydrographic Analysis Of Iluh Creek Causing Flood and Torrent Events In Batman. *The 2nd International Geography Symposium (GEOMED 2010)*, 2-5 June 2010 Kemer-Antalya, Turkey.
- Sunkar, M. ve Tonbul, S. (2010c). İluh Deresi Havzası'na (Batman) Yönelik Sel ve Taşkın Riski Analizleri, *e-Journal of New World Sciences Academy*, 5 (4), 255-273.
- Sunkar, M. ve Toprak, A. (2016). Sel ve Taşkın Çalışmalarında Tarihi Veri Kaynaklarının Önemi. *TÜCAUM Uluslararası Coğrafi Sempozyumu*, 13-14 Ekim 2016, Ankara.
- Swan, A. (2010). How increased urbanisation has induced flooding problems in the UK: A lesson African cities? *Physics and Chemistry of the Earth*, 35 (13-14): 643-647.
- Şahin, K. (2002). Çarşamba Ovası ve Yakın Çevresinde Sel Afeti (27 Mayıs 2000). *Türk Coğrafi Dergisi*, 39, 79-95.
- Şahin, C. ve Sipahioğlu, Ş. (2013). *Doğal Afetler ve Türkiye*. Ankara: Gündüz Eğitim ve Yayıncılık.
- Şirin, M. ve Ocağ, F. (2020). Gümüşhane Şehri'nde Afet ve Acil Durum Toplanma Alanlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri Ortamında Değerlendirilmesi. *Doğu Coğrafi Dergisi*, 25 (44), 85-106.
- Tombuş F. E. (2005). *Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Erozyon Risk Belirlemesine Yeni Bir Yaklaşım, Çorum İli Örneği*. Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.
- Turoğlu, H. (2005). Bartın'da Meydana Gelen Sel ve Taşkına Ait Zarar Azaltma ve Önleme Önerileri. *İ.T.Ü. Türkiye Kuvaterner Sempozyumu V*, 02-03 Haziran 2005, Bildiriler Kitabı içinde (s.104-110), İstanbul.
- Turoğlu, H. (2010a) Şehirsel gelişmenin İstanbul selleri üzerindeki etkisi. *İstanbul'un Afetlerden Zarar Görebilirliği Sempozyum Bildiriler Kitabı içinde (s.55-59)*. İstanbul.
- Turoğlu, H. (2010b). Yapılaşmanın doğal akım yönü ve akım birikimi üzerindeki etkileri. *TÜCAUM*, 6. *Ulusal Coğrafi Sempozyumu, Bildiriler Kitabı içinde (s.29-36)*. Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Turoğlu, H. (2019). *Şehir seli ve taşkını araştırmalarında sayısal yüzey modellemesi (SYM) ve insansız hava aracı (İHA) verisi kullanımı*. E. Akköprü, M. F. Döker (Edt) Coğrafi Araştırmalarında Coğrafi Bilgi Sistemleri Uygulamaları, (s. 01-28) Ankara
- Turoğlu, H. ve Özdemir, H. (2005). *Bartın'da Sel ve Taşkınlar: Sebepler, Etkiler, Önleme ve Zarar Azaltma Önerileri*. İstanbul: Çantay Kitabevi.

- Türkeş, M. ve Acar-Deniz, Z. (2010). Klimatolojik/meteorolojik ve hidrolojik afetler ve sigortacılık sektörü. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 7, 996-1020.
- Uzun, A. (1995). Erzurum çevresindeki sellere bir örnek: 16 Ağustos 1994. Rizekent seli. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9, 246–260.
- Uzun, A. (2007). Doğu Karadeniz Kıyı Kuşağında Coğrafi Yapı Sel İlişkisi. *TMMOB Afet Sempozyumu, Bildiriler Kitabı İçinde* (s. 387-393), 5-7 Aralık 2007, Ankara.
- Uzun, A. (2010). Samsun Şehir Taşkınlarına Coğrafi Bakış. *II. Ulusal taşkın Sempozyumu Bildiriler Kitabı İçinde* (s. 45-52) Afyonkarahisar.
- Xian, G., Crane, M. ve Su, J. (2007). An analysis of urban development and its environmental impact on the Tampa Bay watershed. *Journal of Environmental Management*, 85 (4), 965-976.
- Wheather, H. ve Evans, E. (2009). Land use, Water management and future flood risk. *Land Use Policy*, 26 (1), 251-264.
- Viglione, A., Giovanni B. C., Jürgen, K., Ross, W., Marco, B. ve Günter, B. (2010). Quantifying space-time dynamics of flood event types. *Journal of Hydrology*, 394 (1-2), 1-17.
- Villarini, G., Smith, J. A., Serinaldi, F., Bales, J., Bates, P. D. ve Krajewski, W. F. (2009). Flood frequency analysis for nonstationary annual peak records in an urban drainage basin. *Advances in Water Resources*, 32 (8), 1255-1266.
- Zeybek, H.İ. (1998). 22 Mayıs 1998 Havza Sel-Taşkın Felaketi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11, 157–164.
- Zeybek, H.İ. (2009). 2-3 Mart 2005 Turhal Sel Afeti ve Sonuçları. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 21, 233-247.