

T.C.
BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİNDEN
YARARLANARAK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMİ İLE TAŞKIN
RİSK HARİTASININ OLUŞTURULMASI: MALATYA İLİ ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ARİFE ZEYNO

TEZ DANIŞMANI

DR.ÖĞR. ÜYESİ YILDIRIM BAYAZIT

BİLECİK, 2022

10492965

T.C.
BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİNDEN
YARARLANARAK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMİ İLE TAŞKIN
RİSK HARİTASININ OLUŞTURULMASI: MALATYA İLİ ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ARİFE ZEYNO

TEZ DANIŞMANI

DR.ÖĞR. ÜYESİ YILDIRIM BAYAZIT

BİLECİK, 2022

10492965

BEYAN

Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinden Yararlanarak Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi İle Taşkın Risk Haritasının Oluşturulması: Malatya İli Örneği adlı yüksek lisans tezinin hazırlık ve yazımı sırasında bilimsel araştırma ve etik kurallarına uyduğumu, başkalarının eserlerinden yararlandığım bölümlerde bilimsel kurallara uygun olarak atıfta bulunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, tezin herhangi bir kısmının Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını, aksinin tespit edileceği muhtemel durumlarda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Bu çalışmanın, Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP), TÜBİTAK veya benzeri kuruluşlarca desteklenmesi durumunda; projenin ve destekleyen kurumun adı proje numarası ile birlikte, ETİK KURUL onayı alınması durumunda ise ETİK KURUL tarih karar ve sayı bilgilerinin beyan edilmesi gerekmektedir.	
DESTEK ALINMIŞTIR	DESTEK ALINMAMIŞTIR
Destek alındı ise;	
Destekleyen kurum;	
Desteğin Türü	Proje Numarası
1- BAP (Bilimsel Araştırma Projesi)	
2- TÜBİTAK	
Diğer;.....	
ETİK KURUL onayı var ise;	
ETİK KURUL karar tarih/sayı:/.....

Arife ZEYNO

Tarih

.....

İmza

.....

ÖN SÖZ

Yüksek lisans tezi çalışmam boyunca deneyim ve bilgi birikimini benden esirgemeyen, anlayışıyla ve sabrıyla desteğini her zaman hissettiğim saygıdeğer danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Yıldırım BAYAZIT'a değerli katkı ve emekleri için teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Değerli jüri üyeleri Sayın Dr. Öğr. Üyesi Murat ARAS ve Dr. Öğr. Üyesi Eren BALABAN'A çalışmamın son haline gelmesindeki değerli katkıları adına teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Bu çalışmada kullanılan meteorolojik verilerin temininde yardımcı olan Meteoroloji 13. Bölge Müdürlüğü'ne teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Çalışmam boyunca bana destek olan kıymetli arkadaşım Mimar Esmâ Beyza ŞİRİN'e teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca benden maddi manevi desteğini esirgemeyen, başladığım bu yolda beni cesaretlendiren ve başaracağıma olan inancı ile her zaman yanımda olan sevgili eşim Şahin ZEYNO'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Arife ZEYNO

2022

ÖZET

UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİNDEN YARARLANARAK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMİ İLE TAŞKIN RİSK HARİTASININ OLUŞTURULMASI: MALATYA İLİ ÖRNEĞİ

İklim değışikliğinin en önemli etkilerinden biri olan taşkımlar, son yıllarda yıkıcılığı ve sıklığı artan afetlerdendir. Yağış rejimindeki anomaliler, ormanların tahribi ve hızla artan çarpık kentleşme ani taşkımların oluşmasına sebep olmaktadır. Afetlerin tahminine ve önlenmesine yönelik yapılan planlama çalışmalarında Cođrafî Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) teknolojileri önemli rol oynamaktadır. Bu çalışmada CBS ve UA teknolojilerinden yararlanarak Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) modeli ile Malatya ilinin taşkın risk haritası oluşturulması amaçlanmıştır. Yapılan çalışmada risk haritasından hareketle bölgenin risk sınıflaması çok yüksek riskli, yüksek riskli, orta riskli, az riskli ve çok az riskli olmak üzere beşe ayrılmıştır. Şehirleşmenin yoğun olduğu alanlar çok yüksek risk grubundadır. Risk altındaki bölgeler belirlenerek taşkının nüfus ve yapılar üzerindeki etkisi açıklanmıştır. En çok etkilenen nüfus şehirleşmenin yoğun olduğu alanlarda iken en çok etkilenen yapılar arasında konutlar ve kamu binaları bulunmaktadır. Elde edilen sonuçlardan hareketle çalışmada yöneticilere ve planlamacılara taşkımların önlenmesine yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Taşkın Riski, Cođrafî Bilgi Sistemleri, Uzaktan Algılama, Malatya.

ABSTRACT

CREATING FLOOD RISK MAP WITH MULTI CRITERIA DECISION MAKING METHOD USING REMOTE SENSING AND GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS: THE CASE OF MALATYA PROVINCE

Floods, which are one of the most important effects of climate change, are one of the disasters that have increased in destructiveness and frequency in recent years. Anomalies in the rainfall regime, destruction of forests and rapidly increasing distorted urbanization lead to the formation of sudden floods. Geographical Information Systems (GIS) and Remote Sensing (RS) technologies play an important role in planning studies aimed at predicting and preventing disasters. In this study, it is aimed to create a flood risk map of Malatya province with a Multi-Criteria Decision Making (MCDM) model using GIS and RS technologies. In the study, based on the risk map, the risk classification of the region is divided into five districts which has very high risk, high risk, medium risk, low risk and very low risk. Areas where urbanization is intense are at a very high risk group. The effect of the flood on the population and structures has been explained by determining the regions at risk. The most affected districts are in areas where urbanization is intense, while housing and public buildings are among the most affected structures. Based on these results, recommendations for flood prevention were made to managers and planners in the study.

Keywords: Flood Risk, Geographic Information Systems, Remote Sensing, Malatya.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖN SÖZ	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
TABLolar LİSTESİ	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
GRAFİKLER LİSTESİ.....	viii
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI	3
3.TAŞKIN	7
3.1 TAŞKINLARI ETKİLEYEN ETMENLER	7
3.1.1 DOĞAL ETMENLER.....	7
3.1.2 BEŞERİ ETMENLER.....	9
3.2 TAŞKIN TÜRLERİ	10
3.2.1. OLUŞUM SÜRESİNE GÖRE TAŞKINLAR.....	10
3.2.2. OLUŞ ZAMANINA GÖRE TAŞKINLAR.....	10
3.2.3. OLUŞ YERİNE GÖRE TAŞKINLAR.....	11
3.3. TAŞKININ ETKİLERİ.....	12
3.4. TAŞKINA KARŞI ALINABİLECEK ÖNLEMLER.....	12
3.4.1 YAPISAL ÖNLEMLER.....	12
3.4.2 YAPISAL OLMAYAN ÖNLEMLER.....	12
3.5. ÜLKEMİZDE MEYDANA GELEN TAŞKINLAR	13
3.6. ÜLKEMİZDE TAŞKIN YÖNETİMİ.....	14

4.CBS VE UZAKTAN ALGILAMA	17
4.1. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS)	17
4.1.1. TANIMI	17
4.1.2 CBS VE TARİHİ	18
4.1.3 CBS'İN TEMEL BİLEŞENLERİ	19
4.1.4 CBS'İN KULLANILDIĞI ALANLAR.....	22
4.1.5 CBS'İN YARARLARI.....	23
4.2 UZAKTAN ALGILAMA (UA).....	23
5. ÇALIŞMA ALANI	26
5.1 GENEL BİLGİLER VE KONUM.....	26
5.2 İKLİM	28
5.3 HİDROGRAFYA	32
5.4 JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ VE TOPRAK YAPISI.....	33
5.5 NÜFUS VE YERLEŞME ÖZELLİKLERİ.....	34
5.6 MALATYA'DA YAKIN TARİHTE MEYDANA GELEN BAZI TAŞKINLAR...35	
6. VERİ VE YÖNTEM.....	38
6.1. VERİ.....	38
6.1.1. KRİTERLERİN BELİRLENMESİ	38
6.1.2. ÇALIŞMA ALANININ KOORDİNATLANDIRILMASI VE GÖRÜNTÜ DÜZELTME.....	38
6.1.3. SAYISAL YÜKSEKLİK MODELİ (SYM)	39
6.1.4. EĞİM	40
6.1.5. ARAZİ KULLANIMI.....	42
6.1.6. SICAKLIK.....	44
6.1.7. YAĞIŞ.....	47
6.1.8. AKARSULARA UZAKLIK.....	50
6.2. YÖNTEM	52

6.2.1. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMİ (ÇKKV)	52
6.2.2. ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ (AHP).....	53
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	55
KAYNAKÇA	59

TABLULAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 3.1. Türkiye’de 1975 ile 2015 Yılları Arasındaki Taşkınlar	13
Tablo 4.1. CBS’nin Dünyadaki ve Türkiye’deki Gelişim Aşamaları	18
Tablo 5.1. Çalışma Alanının Koordinatları.....	27
Tablo 5.2. Malatya 1960-2020 Ortalama Sıcaklık	29
Tablo 5.3. Malatya 2009-2020 Aylık Yağış Miktarı	30
Tablo 6.1. Sınıflandırılmış Eğitim ve Ağırlık Değerleri.....	41
Tablo 6.2. Sınıflandırılmış Arazi Kullanımı ve Ağırlık Değerleri	43
Tablo 6.3. 1960-2020 İstasyonlara Göre Sıcaklık Verileri	44
Tablo 6.4. Sınıflandırılmış Sıcaklık ve Ağırlık Değerleri.....	46
Tablo 6.5. 2009-2020 İstasyonlara Göre Yağış Verileri.....	48
Tablo 6.6. Sınıflandırılmış Yağış ve Ağırlık Değerleri	50
Tablo 6.7. Sınıflandırılmış Akarsulara Uzaklık ve Ağırlık Değerleri	51
Tablo 6.8. AHP Önem Dereceleri	54
Tablo 6.9. Kriterlerin Karşılaştırılması.....	54
Tablo 7.1. Kriterler ve Atanan Ağırlık Değerleri	55
Tablo 7.2. Risk Sınıfı Alansal Dağılım.....	56

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Yağışın Oluşum Şekilleri	7
Şekil 4.1. CBS	17
Şekil 4.2. CBS'nin Bileşenleri	19
Şekil 4.3. Vektör Veri.....	20
Şekil 4.4. Raster Veri	21
Şekil 4.5. Uzaktan Algılama	23
Şekil 5.1. Malatya İli Konum Haritası	26
Şekil 5.2. Malatya İlçeler ve Komşu İller Haritası	26
Şekil 5.3. Çalışma Alanı	28
Şekil 5.4 Malatya'da Taşkın	35
Şekil 5.5. Malatya'da Taşkın	35
Şekil 5.6. Çevreyolu Taşkını	36
Şekil 5.7. Gündüzbey Kaptaj Tesisi Taşkını	37
Şekil 6.1. Çalışma Alanı Görüntü Düzeltme	39
Şekil 6.2. SYM.....	40
Şekil 6.3. Eğim Haritası.....	41
Şekil 6.4. Arazi Kullanım Haritası.....	43
Şekil 6.5. Sıcaklık Haritası	46
Şekil 6.6. İstasyonlar	47
Şekil 6.7. Yağış Haritası.....	49
Şekil 6.8. Akarsulara Uzaklık	51
Şekil 7.1. Taşkın Risk Haritası	56

GRAFİKLER LİSTESİ

	Sayfa
Grafik 3.1. Ülkemizde 1940 İle 2020 Yılları Arasındaki Sel Afetinin Yıllara Dağılımı	14
Grafik 5.1. Malatya İli Aylık Ortalama Sıcaklık Dağılımı.....	30
Grafik 5.2. 2009-2020 Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması.....	31
Grafik 5.3. Malatya İli 2018 Arazi Kullanım Dağılımı	33
Grafik 5.4. Malatya 1990-2021 Nüfus Değişimi	34
Grafik 6.1. 1960-2020 Ortalama Sıcaklık Dağılımı.....	45
Grafik 6.2. 2009-2020 Ortalama Yağış Miktarı.....	48

KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

%: Yüzde

°C: Santigrat Derece

AFAD: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı

AHP: Analitik Hiyerarşi Süreci

CBS: Coğrafi Bilgi Sistemleri

CORINE: Coordination Of Information On The Environment

CR: Consistency Rate

ÇED: Çevresel Etki Değerlendirmesi

ÇKKV: Çok Kriterli Karar Verme

DEM: Digital Elevation Model

DSİ: Devlet Su İşleri

FR: Frekans Oranı

ha: Hektar

IDW: Inverse Distance Weighting

Km²: Kilometrekare

LIDAR: Light Detection And Ranging

LR: Lojistik Regresyon

m: Metre

MGM: Meteoroloji Genel Müdürlüğü

mm: Milimetre

RADAR: Radio Detecting And Ranging

SAR: Synthetic Aperture Radar

SONAR: Sound Navigation And Ranging

SYM: Sayısal Yükseklik Modeli

UA: Uzaktan Algılama

UTM: Universal Transverse Mercator

WoE: Kanıt Ağırlığı

1. GİRİŞ

Doğal kaynaklar insan etkisi dışında oluşan zenginliklerdir. Doğal kaynakların başında gelen su, insan yaşamının bir gereksinimi olmakla beraber ekonomik, toplumsal ve kültürel yaşamın da vazgeçilmezidir.

Su, en önemli doğal kaynaklardan biri olarak insanoğlunun varoluşundan bu yana yaşam kaynağı olarak seçilmiştir. Su, insanlar tarafından sadece biyolojik bir ihtiyaç olarak görülmemiş ve yaşamın merkezinde de olduğu için çevresel, ekonomik, toplumsal ve kültürel yaşamlarında da görülmektedir.

Dünya üzerinde artan nüfusla beraber yaşanan ekonomik gelişmeler, sanayileşme, kentleşme gibi sebepler suya olan talebi artırmakta ancak var olan su rezervlerini de tehdit etmektedir. Sürekli artan nüfus, su kaynaklarını hızla ve yanlış bir şekilde tüketmektedir. Özellikle kentleşme ve sanayileşmenin neden olduğu kirlenmeler su kaynaklarını kullanılamaz hale getirmiştir. Nüfus artışıyla beraber yanlış yapılaşmalar, akarsu yataklarının kurutulup yerleşime açılması, su kaynaklarına insan müdahaleleri ve benzeri durumlar su kaynakları başta olmak üzere doğadaki kaynakların yok olmasına sebep olmaktadır. Doğadaki kaynakların yok olması birçok afete sebep olmakta ve bu durum hem doğanın hem insanların hem de diğer canlıların zarar görmesine yol açmaktadır.

Günümüzde küresel ısınma, iklim değişiklikleri ve insan müdahalelerinin etkisiyle dünya genelinde yaşanan afet sayısında artışlar görülmektedir. Yangın, heyelan, çığ, toprak kayması, taşkın, fırtına, sel, deprem, vb. afetler dünya genelinde görülen afetlerden bazılarıdır.

Dünyayı ve insanlığı tehdit eden tehlikelerin en önemlisi iklim değişikliğidir. Küresel çapta meydana gelen değişimler, aşırı sıcaklık, kuraklık ve taşkın gibi olaylar yeryüzündeki tüm canlıları tehdit etmektedir. 19. yüzyıldan itibaren artan sanayileşme süreci bu değişikliğin etkilerini artırmıştır. Fosil yakıt kullanımı, doğal kaynakların bilinçsizce tüketimi ve sanayi kirliliği gibi sebepler 20 ve 21. yüzyılda bu değişikliğin etkilerini gözler önüne sermiştir.

İklim değişikliğindeki en önemli sorun yağış rejimindeki düzensizlikler ve ani şiddetli yağışlardır. Bu düzensizlik ve ani yağışların beraberinde getirdiği taşkınlar birçok kayba yol açmaktadır. Taşkınların sebep olduğu kayıpların arasında can, mal, ekonomik, sosyal ve ekolojik kayıplar yer almaktadır.

Taşkınlar dünyanın birçok yerinde zararlara yol açmaktadır. Ülkemizde de taşkınlar tarih boyunca birçok zarara sebep olmuştur. Ülkemizde doğal afetlerdeki en çok can ve mal kaybı depremlerde görülmekle beraber ikinci sırada sel ve taşkınlar yer almaktadır.

Toplumlar üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle taşkınlar günümüzde araştırmacıların çalışmalarında bir öncelik oluşturmaktadır. 2021 yılında yapılan bir çalışmaya göre 1979 ile 2020 yılları arasında taşkınla ilgili yapılan çalışmaların sayısında ciddi bir artış gözlenmiştir (Costache vd., 2021).

Günümüzde potansiyel bir taşkının tahmin edilmesi olası can ve mal kaybının önüne geçmek, zarar görebilecek bölgelerin belirlenmesi ve buna yönelik önlemlerin alınabilmesi açısından büyük önem kazanmaktadır.

Taşkınların sebep olduğu zararları önlemek için dünyada olduğu gibi ülkemizde de son yıllarda çeşitli taşkın planlamaları, meteorolojik gözlemler, taşkın önleyici set ve barajların yapımı gibi çalışmalar görölmektedir.

Dünyada birçok çalışmada Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) teknolojileri kullanılmaktadır. Ülkemiz de birçok alanla birlikte su kaynakları yönetimi ve taşkınla ilgili çalışmalarda bu teknolojilerden yararlanmaktadır.

Bu alışmada Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama teknolojileri ile ArcGIS 10.2 yazılımı kullanılarak Malatya ili taşkın risk haritasının oluşturulması, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama teknolojileri kullanılarak daha pratik ve ekonomik olması amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Elbaşı (2022), ülkemizin taşkın görülme sıklığı fazla olan Doğu Karadeniz Havzası'nda yaptığı bölgesel bir çalışmada CBS teknolojilerinden yararlanarak meydana gelebilecek taşkınların tahmininde bulunmuş ve bu taşkınlardan hangi alanların etkilenebileceğini ortaya koymuştur.

Bayazıt (2021a), Bilecik ilinde yaptığı çalışmada 2000 ile 2018 yıllarının Çevresel Bilginin Koordinasyonu (CORINE - Coordination of Information on the Environment) arazi kullanım haritalarını ve taşkın oluşumunda etkili yağış, eğim, arazi kullanımı, yükseklik ve akarsulara uzaklık kriterlerini kullanarak CBS ve UA teknolojileri ile ArcGIS 10.5 yazılımı üzerinden Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi (ÇKKV) ile şehirleşmenin taşkınlar üzerindeki olumsuz etkisini vurgulamıştır.

Öztürk ve ark. (2021) Düzce bölgesinin coğrafi yapısı nedeniyle taşkınlara sık maruz kalmasını göz önünde bulundurarak yaptıkları çalışmada, CBS'den yararlanarak son zamanlarda kullanılan ÇKKV yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ile Düzce bölgesi için taşkın risk haritası oluşturmuşlardır. Bu çalışmada uzun dönem yağış verileri ile birlikte eğim, bakı, akarsulara uzaklık, jeoloji, arazi kullanım ve toprak haritaları gibi kriterleri değerlendirerek taşkın üzerindeki etkisini incelemişleridir.

Tüzgen ve Karaca (2021), Muğla-Fethiye'de yer alan Çerçi Deresi üzerinde yaptıkları çalışmada eğim, yükseklik, arazi kullanımı, akarsulara yakınlık, jeoloji, bakı kriterlerini tek tek ele alarak değerlendirmiş ve Çerçi Deresi'nin taşkın duyarlılık haritasını CBS'den yararlanarak ÇKKV yöntemi ile oluşturmuşlardır. Bu çalışma ile taşkından etkilenebilecek alanların belirlenmesi amaçlanmıştır.

Desalegn ve Mulu (2020), yaptıkları çalışmada Etiyopya Amhara'da Banja, Sekela, Bure, Guagusa Shikudad ve Womberma bölgelerinin yer aldığı Fetam Havzası'nın ve nehrinin taşkın riskini değerlendirmişlerdir. Çalışmada CBS ve HECRAS ile Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) kullanılarak farklı kriterlerin karar vermedeki etkisi değerlendirilmiştir. Arazi örtüsü, yükselti, drenaj yoğunluğu, yağış, toprak türleri ve eğim faktörlerini dikkate almışlardır. Fetam Havzası'nın taşkın risk haritasının oluşturulması ile CBS ve HECRAS gibi yazılımların, taşkın alanlarını ve taşkınların vereceği zararları önceden belirleyip önlem almak için kullanılabilir yazılımlar olduğunu belirtmişlerdir.

Swain ve ark. (2020), Hindistan'ın Bihar kenti için hidrolojik, morfometrik, geçirgenlik, arazi örtüsü dinamikleri ve 21 alt kriteri içeren antropojenik müdahale kriterleri olmak üzere beş ana kriter ile CBS ve AHP'den yararlanarak taşkın risk haritası oluşturmuşlardır.

Günseli (2019), küresel ısınma ve iklim değişikliğinin taşkınlar üzerindeki etkisini vurgulayarak İzmir Menemen Ovası'nda yaptığı çalışmada, kentleşme ve sanayileşmenin de taşkınlar üzerindeki olumsuz etkisini değerlendirmek amacıyla kullandığı eğim, yükseklik, nehirlere uzaklık, arazi kullanımı ve yağış kriterlerini ArcGIS 10.2 yazılımında ÇKKV metotlarından AHP kullanarak değerlendirmiş ve taşkın riski taşıyan yerleri sınıflandırmıştır. Taşkın risk yönetiminin kamu-özel-birey birlikteliği içinde yönetilmesi gerektiğine değinmiştir.

Tanrıverdi (2019), Şanlıurfa il merkezinde bulunan Sırrın, Karakoyun ve Cavsak derelerini esas alarak, olası taşkın alanlarını belirlemek ve il merkezindeki konut, sağlık, eğitim ve sanayi gibi alanların ne kadarının risk altında olduğunu değerlendirmek amacıyla CBS'den yararlanarak ÇKKV yöntemi ile taşkın risk haritası oluşturmuştur. Yağış, yükseklik, jeoloji, eğim, bakı, arazi kullanımı, akarsulara uzaklık verilerinden elde ettiği haritaları birleştirerek taşkın risk haritası oluşturmuştur.

Yurdakul (2019), Sakarya ilinin Sapanca ilçesinde yer alan Keçi Deresi'nde yaptığı çalışmada farklı tekerrürlerde meydana gelebilecek taşkınların risk analizini yaparak yapısal ve yapısal olmayan önlemlerin alınması için çözüm önerisinde bulunmuştur.

Tokgözlü ve Özkan (2018), Antalya Aksu Çayı Havzası'nda yaptıkları çalışmada taşkında etkili arazi kullanımı, eğim, bitki örtüsü, yağış, toprak, akarsulara uzaklık, litoloji gibi faktörleri ArcGIS 10.4 yazılımında kullanarak taşkın risk haritası oluşturmuşlardır. Kullanılan parametrelerin önem dereceleri AHP ile belirlenmiştir. Çalışma, taşkın çalışmalarında kullanılabilen bu yöntemin tüm faktörlerin doğru bir şekilde belirlenip aralarındaki ilişkinin doğru derecelendirilmesi ve tutarlılığı açısından önem taşımaktadır.

Rincon ve ark. (2018), Büyük Toronto Bölgesi'ndeki Don Nehri havzasında yaptıkları çalışmada taşkın risk haritaları için güvenilir ve basit bir yöntem sağlamayı amaçlamışlardır. Bu amaçla su kaynakları ile ilgili karar verme problemlerini çözmek için yaygın olarak uygulanan AHP ile birlikte CBS ve ÇKKV yöntemini kullanmışlardır. Taşkın risk haritasını oluşturmak için eğim, akarsulara uzaklık, toplam yağış, etkili yağış, akış eğri numarası, taşkın yatağı haritası, en yakın drenaj noktasının üzerindeki yükseklik kriterleri kullanılmıştır.

Hangi kriterlerin en uygun olduğunu belirlemek için kriterlerin farklı kombinasyonları ile dört senaryo oluşturulmuştur. Birinci senaryo, hidrolojik ve hidrolik modellere dayalı olması nedeniyle temel kriterleri (akarsulara uzaklık, en yakın drenaj noktasının üzerindeki yükseklik, eğim, eğri numarası) ve taşkın tehlike haritasında en etkili kriter olan taşkın yatağı haritasını içerdiğinden temel durum olarak seçilmiştir. İkinci senaryo, birinci senaryo ile aynı temel kriterleri içerir, ancak taşkın yatağı haritasını içermez. Üçüncü senaryo; eğim, en yakın drenaj noktasının üzerindeki yükseklik, akarsulara uzaklık ve etkili yağışı içerir, ancak eğri numarasını içermez. Dördüncü senaryo; toplam yağışın yanı sıra temel kriterleri içerir. İki, üç ve dördüncü senaryoları geliştirmenin amacı, birinci senaryoda ayrıntılı taşkın yatağı haritasını kullandığından, birinci senaryo haritasıyla karşılaştırılabilir genel taşkın risk haritalarını yapıp yapamayacaklarını belirlemektir. Bu haritalar gerçekten karşılaştırılabilir ise, önerilen yaklaşımın birinci senaryoya kıyasla nispeten düşük veri gereksinimleriyle faydalı araçlar oluşturabileceğini gösterecektir. Sonuçlar ikinci senaryoda oluşturulan haritanın birinci senaryo haritasına en yakın olduğunu göstermiştir. Bu, ikinci senaryo için kullanılan basit kriterlerin birinci senaryoda oluşturulan sel tehlike haritalarını yeterince üretebileceği anlamına gelir. Çalışmanın sonuçları, taşkın tehlikesi haritalaması için sadece akarsulara olan mesafe, eğim, en yakın drenajın üzerindeki yükseklik ve eğri numarası kriterlerinin güvenilir haritalar elde etmek için yeterli olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, yağış verileri dahil edilirse, toplam yağışı kullanmak yerine etkin yağışı kullanmak daha iyidir.

Özkan (2017), Antalya Havzası'nın on alt havzasından biri olan Aksu Çayı Havzası'nın taşkın durumunu CBS teknolojilerinden yararlanarak belirlemek istemiştir. Çalışmasında kullandığı arazi kullanımı, yağış, toprak, eğim, litoloji ve akarsulara uzaklık kriterlerini kullanarak AHP ile ArcGIS 10.4 yazılımında haritalandırmıştır.

Tehrany ve ark. (2017), Çin'in Jiangxi eyaletinin güneyinde yer alan Xing Guo bölgesinin taşkın risk haritasının oluşturulmasında frekans oranı (FR), lojistik regresyon (LR) ve kanıt ağırlığının (WoE) tahmin performanslarını değerlendirmek amacıyla CBS teknolojilerinden yararlanarak bir çalışma yapmışlardır. Yükseklik, eğim, bakı, jeoloji, nehirden uzaklık, yoldan uzaklık, faydan uzaklık, toprak tipi, arazi kullanımı/örtü, yağış, Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi, Akarsu Gücü İndeksi, Topografik Islaklık İndeksi, Sediment Taşınma İndeksi ve eğrilikten oluşan 15 kriter kullanmışlardır. WoE'nin FR ve LR yöntemlerine kıyasla eğilimli alanların haritalanması için daha gelişmiş bir yöntem sunduğu sonucuna varılmıştır.

Oğuz ve ark. (2016), Coğrafi Bilgi Sistemleri'nden yararlanarak yağış, jeoloji, eğim, bakı gibi faktörleri analiz kapsamında değerlendirerek Artvin ilinin taşkın risk haritasını belirlemiştir. Yapılan çalışmada analiz sonuçları ve oluşturulan haritalar karşılaştırılarak bölgedeki taşkın etkileyeceği riskli alanlar belirtilmiştir. Ayrıca çalışma alanındaki akarsuların çatlama oranları ve drenaj yoğunlukları da hesaplanmıştır.

Demir ve Kişi (2015), yaptıkları çalışmada samsun ili mert nehri havzası için CBS ve HECRAS kullanarak taşkın tehlike haritaları oluşturmuşlardır. Topografik verileri sayısallaştırılarak ArcGIS ile Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) hazırlamışlardır. Sonra HECRAS ile farklı periyotlardaki (10, 25, 50, 100 ve 1000 yıl) taşkın akışlarını simüle etmişlerdir. Daha sonra ise ArcGIS ve HECRAS sonuçlarını birleştirerek taşkın risk haritaları elde etmişlerdir.

Nas ve Nas (2015), Gümüşhane'de yaptıkları çalışmada CBS ve UA teknolojilerini küresel veri tabanlarıyla birlikte kullanarak meydana gelebilecek bir taşkın ilin altyapı tesislerine etkilerini araştırmışlardır.

Saral ve Musaoğlu (2011), yapmış oldukları çalışmada taşkın risk analizine yönelik yazılım üretmeyi amaçlamışlardır. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama teknolojileri bu yazılımın elde edilmesinde önemli birer araç olmuştur. Çalışmada Analitik Hiyerarşi ve Bilgi Difüzyonu yöntemleri kullanılmıştır. Çalışma alanı olarak İstanbul Ayamama deresi seçilmiştir. Yazılımın harita üretimi için ArcGIS Engine kullanılmıştır. Elde edilen veriler Bilgi Difüzyonu ve AHP ile değerlendirildikten sonra oluşturulan yazılım ile Ayamama Deresi'nin risk haritası oluşturulmuştur. Oluşturulan yazılım, doğru veriler ışığında taşkın ile ilgili herhangi bir problemin çözümünde kullanılabilir hale getirilmiştir.

Şahin ve Kavzoğlu (2011), Trabzon ilinde yaptıkları çalışmada heyelan riski taşıyan yol güzergâhlarının tespiti ve bu güzergâhlarda heyelandan dolayı meydana gelebilecek zararlara karşı alınabilecek önlemler için yeryüzünün farklı karakteristiklerini içeren verilerin toplanmasında CBS'den yararlanmışlardır. Çalışmada eğim, litoloji, bakı, arazi türü, yükseklik, topoğrafik ıslaklık indeksi ve drenaj yoğunluğu olmak üzere yedi farklı parametrenin önem dereceleri AHP ile belirlenerek kriter ağırlıkları hesaplanmıştır. Kullanılan kriterler önem derecesine göre sıralanarak ÇKKV metodu ile heyelan duyarlılık haritası oluşturulmuştur.

3.TAŞKIN

Taşkın, bir akarsuyun çeşitli sebeplerle yatağından taşıp çevresindeki yapılara, arazilere ve canlılara zarar verecek biçimde akışa geçmesidir (OSİB, 2017a).

3.1 Taşkınları Etkileyen Etmenler

Taşkınların oluşumunu etkileyen etmenler doğal ve beşeri etmenler olarak ikiye ayrılır:

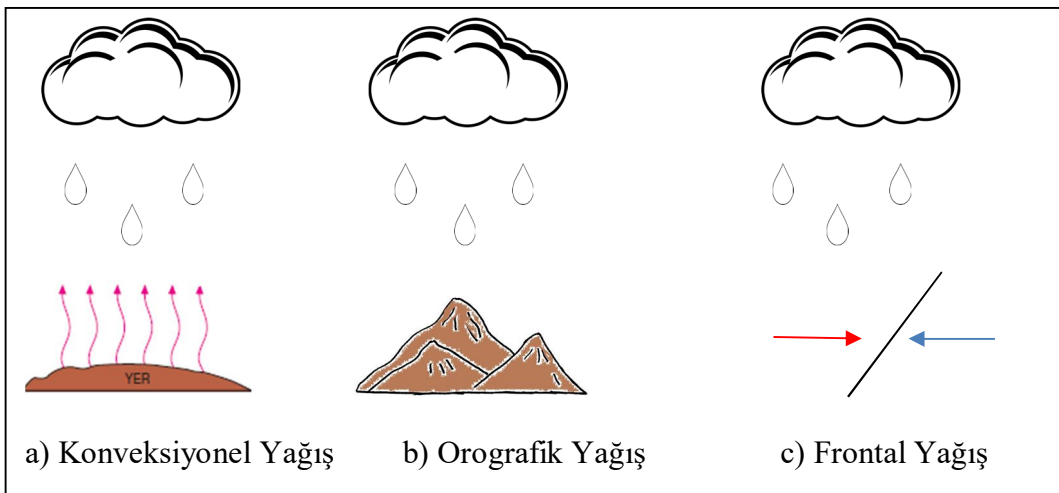
3.1.1 Doğal Etmenler

İnsan etkisi dışında, kendiliğinden gerçekleşen etmenlere denir. Bu etmenler iklim, bitki örtüsü, eğim, yükseklik, drenaj alanının özellikleri, zeminin doygunluğu ve bakı olarak sınıflandırılabilir.

3.1.1.1 İklim

Taşkınları etkileyen en önemli etkenlerden biri olan iklim parametreleri yağış, sıcaklık, buharlaşma, nem, basınç ve rüzgâr olarak sıralanabilir. En etkili parametreler yağış ve sıcaklık iken basınç, buharlaşma, nem ve rüzgârlar diğer parametrelere göre daha az etkilidir.

Taşkına sebep olan yağış türleri yağmur, kar veya dolu olarak sıralanabilir. Taşkına sebep olan yağışlar cephesel (frontal), orografik (yamaç) ve konveksiyonel (yükselim) yağışlardır. Şekil 3.1’de yağışın oluşum şekilleri verilmiştir.



Şekil 3.1. Yağışın Oluşum Şekilleri

Yağışların uzun sürmesi akarsu yatağındaki suyun yükselmesine, debinin artmasına neden olur ve taşkınlar meydana getirir. Aynı zamanda şiddetli yağışlar da debiyi artırarak taşkınlara yol açmaktadır.

İlkbahar mevsiminde sıcaklıkların artmasıyla beraber karlar eriyerek akarsulara karışmaktadır. Akarsulara karışan kar debiyi artırınca, akarsu taşıyamayacağı debiye gelerek taşkınlara sebep olmaktadır.

Dolu yağışının sebep olduğu taşkınlar ise dolunun erime hızıyla ilgilidir. Erime hızını etkileyen faktör ise sıcaklıktır. Daha kısa sürede bir erime gerçekleşir ve ani debi yükselmesine bağlı olarak taşkınlara sebep olur.

İklim parametrelerinden bir diğeri de sıcaklıktır. Sıcaklığın değişimi yağış türünü etkilemektedir. Sıcaklığın düşük olduğu yerlerde kar yağışları görülürken daha yüksek sıcaklıklarda yağmur görülmektedir. Ülkemizde Doğu Anadolu Bölgesi'nde düşük sıcaklıklardan dolayı kar yağışları görülmektedir. İlkbahar mevsiminde karlar eriyerek akışa geçmekte ve akarsularla birleşip debiyi artırmaktadır. Eriyen karların bir kısmı da buharlaşarak yağmura dönüşmektedir. Kar erimesi ve yağmurların birleşmesiyle akarsu yatakları taşmaktadır.

Bu parametrelerin yanı sıra basınç, nem ve rüzgârlar da taşkınları dolaylı olarak etkileyen diğer etmenlerdir.

3.1.1.2 Bitki Örtüsü

Bitki örtüsünün bulunmağı alanlarda suyun akışını azaltacak veya durduracak bir şey olmadığı için suyun akışı hızlı olur ve taşkının çevreye zararı daha fazla olur. Fakat bitki örtüsü bulunan yerlerde su bitki örtüsünün bünyesine girdiği için suyun zemindeki akışı yavaşlar. Bitki örtüsü böylece taşkının etkisini azaltır.

3.1.1.3 Eğim

Taşkınları etkileyen önemli faktörlerden biri de eğimdir. Eğimin yüksek olduğu yerlerde yağışla düşen su sızmadan akışa geçecektir ve akış hızıyla birlikte toplanma süresi artacaktır. Bu durumda akışa geçen suyun fazla olduğu yerde taşkın riski de artacaktır.

3.1.1.4 Yükseklik

Yükseklik yağış türünü etkilediği için taşkın için önemli bir faktördür. Düşen yağış arazide yüksek kottan düşük kota akışa geçer. Taşkınlar ise düşük kotlarda daha fazla görülmektedir.

3.1.1.5 Drenaj Alanının Özellikleri

Drenaj alanının özellikleri, taşkın hacmini ve pik değere ulaşma süresini etkileyen faktörlerdendir. Alanları aynı, şekilleri farklı olan iki drenaj alanında meydana gelecek taşkın pik süresi ve hacmi farklı olacaktır. Uzun ve dar olan bir drenaj alanında taşkın toplanma süresi daha uzun, debisi daha küçük iken kısa ve geniş bir yapıya sahip drenaj alanında bu süre daha kısa ve debi ise daha büyük olacaktır.

3.1.1.6 Zeminin Doymunluğu

Kar ve yağmur sularını bünyesine alan zemin yeterli doymunluğa ulaşmış ise bir sonraki yağışla gelen suları bünyesinde tutamaz ve su yüzey akışına geçer. Bölge bitki örtüsü bakımından da fakir ise düşen yağışlarla birlikte taşkın eğilimindedir. Özellikle ilkbahar mevsiminde kar erimeleri, kış mevsiminde yağışlar nedeniyle zemin yeterince doymun olduğu için fazla suyu emmeyecek ve akışa geçirecektir.

3.1.1.7 Bakı

Sıcaklığın daha yüksek olduğu bakı yönündeki yamaçlarda kar erimeleri diğer yamaçlara göre daha hızlı gerçekleşir ve akarsuya daha çabuk ulaşır.

3.1.2 Beşeri Etmenler

İnsan etkisi ile gerçekleşen etmenlerdir. Kentleşme, arazi kullanımı, orman ve bitki örtüsünün tahrip edilmesi, baraj yıkılması olarak sınıflandırılabilir.

3.1.2.1 Kentleşme

Günümüzde taşkınlara sebep olan en önemli beşeri faktör kentleşmedir. Nüfusun hızla artmasına paralel olarak kontrolsüz yapılaşma sırasında bitki örtüsünün ve toprağın tahribatıyla zeminin geçirgenliği azalmakta ve geçirimsiz yüzeyler meydana gelmektedir. Yağışların yer altına sızması gerekirken yüzeyde akışa geçmesi zeminin akış katsayısını artırmakta ve bu da taşkın riskini artırmaktadır.

Kentleşme sırasında plansız yapılaşma, akarsu yatağının yönünün değiştirilmesi ve önünün kesilmesi, kesiti yetersiz sanat yapılarının yapılması, taşkın kontrol yapılarının planlanmaması gibi faktörler de taşkın riskini artırmaktadır.

3.1.2.2 Arazi Kullanımı

Eğimli arazilerin yanlış sürülmesi, teraslama yapılmaması, ekilen bitkilerin düzgün sıralanmaması, tarım alanlarının nadasa bırakılması, yanlış sulama teknikleri gibi uygulamalar taşkını etkileyen faktörlerdir.

3.1.2.3 Orman ve Bitki Örtüsünün Tahrip Edilmesi

Orman ve bitki örtüsünün tahrip edilmesi ile toprağın su tutma kapasitesi azalmakta ve yağış yüzeyde akışa geçmektedir. Akışa geçen su miktarı artınca beraberindeki toprağı da sürükleyerek erozyona neden olmaktadır. Erozyon sonucunda katı maddeler birikerek suyun akışını etkileyip taşkına sebep olmaktadır.

3.1.2.4 Baraj Yıkılması

Barajlar taşkınların kontrolünde kullanılabilen yapılardır. Barajın gelen suyu karşılayamaması sonucunda gövdesine etki eden kuvvet normal kuvvetten daha fazla olur. Bunun sonucunda dolu savak yetersiz kalabilir, barajın gövdesinde muhtemel hasarlar oluşabilir ve yıkılma tehlikesiyle karşı karşıya kalan baraj taşkınlara sebep olabilir (Yaylak, 2016).

3.2 Taşkın Türleri

Taşkınlar genel olarak üç sınıfa ayrılır.

3.2.1. Oluşum Süresine Göre Taşkınlar

3.2.1.1 Ani Taşkınlar

Şiddetli ani yağışlar, buzul hareketleri ve baraj yıkılmaları gibi ani bir sebeple 6 saat içinde meydana gelen taşkınlardır.

3.2.1.2 Uzun Süreli Taşkınlar

Bir hafta veya daha uzun sürede meydana gelen taşkınlardır. Yağışın ani akışa geçmeden topraktan süzülerek yavaş ve düzenli bir şekilde akışa geçmesi ile oluşan taşkınlardır.

3.2.2. Oluş Zamanına Göre Taşkınlar

3.2.2.1 Yaz Taşkınları

Yaz mevsiminde sağanak yağışlar sebebiyle veya kar, buz erimeleri sebebiyle meydana gelen taşkınlardır.

3.2.2.2 Kış Taşkınları

Kış aylarında sürekli ve uzun süreli yağışlar sebebiyle zemin doymun hale gelir. Bu yağışlar büyük hacimli akışlara neden olur. Kasım-Mart ayları arasında görülen taşkınlardır.

3.2.2.3 İlkbahar Taşkınları

İlkbahar aylarında kar erimeleri sonucunda oluşan taşkınlardır.

3.2.3. Oluş Yerine Göre Taşkınlar

3.2.3.1. Dere ve Nehir Taşkınları

Uzun süreli yoğun yağışlar, kar/buz erimeleri, baraj yıkılması, koruyucu yapıların tahribi gibi sebeplerle meydana gelen taşkınlardır.

3.2.3.2. Şehir Taşkınları

Şehirleşmenin artmasıyla birlikte yer altına sızan su miktarı geçirimsiz zeminler sebebiyle azalmaktadır. Yanlış imar uygulamaları ve arazi kullanımları, kesiti daralan dere yatakları ve kanallar, tahrip edilen bitki örtüsü ve geçirimsiz zeminler taşkınlara sebep olmaktadır.

3.2.3.3. Kıyı Taşkınları

Fırtına, tsunami veya yüksek dalgalar sebebiyle deniz sularının kıyıya taşınmasıyla oluşan taşkınlardır.

3.2.3.4. Dağlık Alan Taşkınları

Şiddetli yağışlar, kar/buz erimeleri gibi nedenlerle dağlık alanlarda meydana gelen taşkınlardır.

3.2.3.5. Yeraltı Suyu Taşkınları

Uzun süreli yağışlarla birlikte toprağa kapasitesinden fazla suyun süzülmesi sonucunda yeraltı suyu seviyesinin yükselmesi ile meydana gelen taşkınlardır.

3.2.3.6. Göl Taşkınları

Göllerin seviye değişikliklerinden kaynaklanan taşkınlardır.

3.3. Taşkının Etkileri

Taşkınların sebep olduğu en önemli zarar can kayıplarıdır. Dünya genelinde meydana gelen taşkınlar sebebiyle birçok can kaybı yaşanmaktadır. 20. yüzyılda dünya genelinde 4.000'den fazla taşkın görülmüş ve yaklaşık 7 milyon can kaybı yaşanmıştır (Akhtar, 2013).

Ülkemizde sık sık meydana gelen taşkınlarda yaşanan can kaybı sayısı çok yüksektir. 2021 yılının Temmuz ayından itibaren Doğu ve Batı Karadeniz'de meydana gelen taşkınlardan dolayı can kaybı sayısı oldukça fazladır.

Taşkınların bir diğer etkisi ise hayvanların telef olması ve sağ kalan hayvanlar için ise yaşam alanı kalmamasıdır. Ayrıca bitki örtüsünü tahrip ettiği için çevre dengesi bozulmaktadır.

Taşkınların; evlerin, köprülerin, menfezlerin yıkılması, içme suyu şebekesinin tahrip olması, salgın hastalıklar, çevre kirliliği, zehirli ve atık maddelerin artması, bataklık alanların oluşması, erozyonla birlikte topraktaki verimin düşmesi, kuraklık, sosyoekonomik sorunlar gibi birçok zararlı etkisi bulunmaktadır.

3.4. Taşkına Karşı Alınabilecek Önlemler

Taşkınlara karşı alınabilecek önlemler yapısal önlemler ve yapısal olmayan önlemler olarak sınıflandırılabilir.

3.4.1 Yapısal Önlemler

Yapısal önlemler; baraj/biriktirme yapıları, seddeler, bentler, derivasyonlar, ayrık sistem kanalizasyonlar ve yatak düzenleme yapıları olarak sıralanabilir.

3.4.2 Yapısal Olmayan Önlemler

Taşkın tahmin ve uyarı sistemleri, taşkın yönetimi, taşkın yataklarındaki yerleşimin engellenmesi, yanlış arazi kullanımının önüne geçilmesi, taşkınlara ve diğer doğal afetlere karşı halkın bilinçlendirilmesi, arazi kullanım planlamaları, farkındalık yaratılması, taşkın sigortası vb. önlemlerdir.

3.5. Ülkemizde Meydana Gelen Taşkınlar

Türkiye’de 1975 ile 2015 yılları arasındaki taşkınlar Tablo 3.1’de gösterilmiştir.

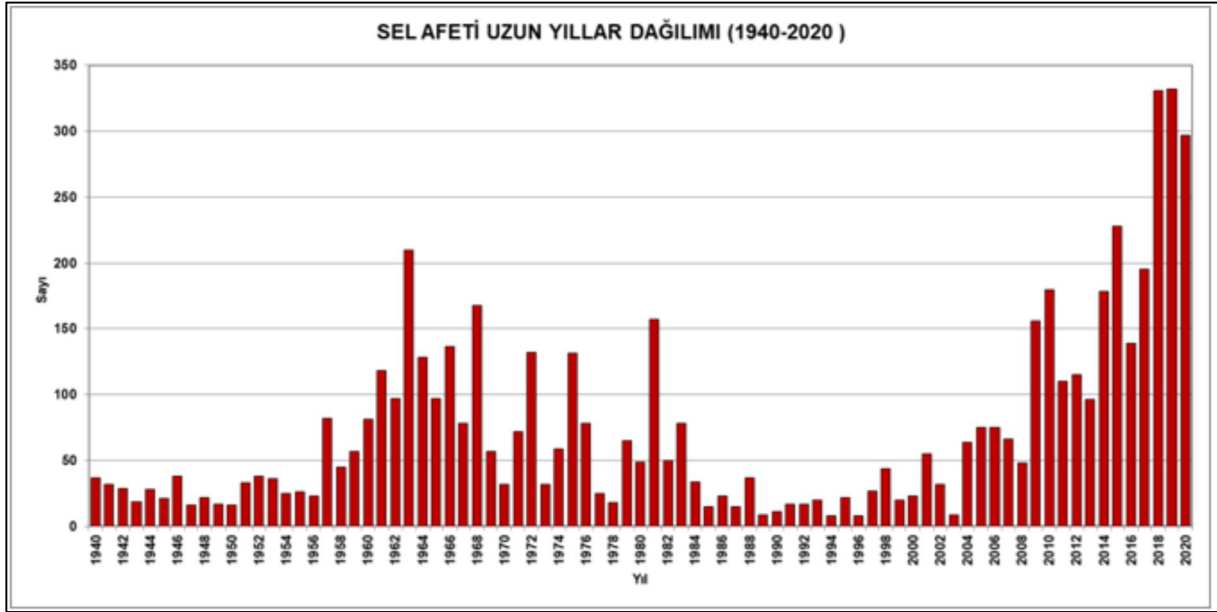
Tablo 3.1. Türkiye’de 1975 ile 2015 Yılları Arasındaki Taşkınlar

Taşkın Yılı	Toplam Taşkın Sayısı	Toplam Can Kaybı	Su Altında Kalan Alan (ha)	Taşkın Yılı	Toplam Taşkın Sayısı	Toplam Can Kaybı	Su Altında Kalan Alan (ha)
1975	62	8	36.714	1996	4	1	11.000
1976	29	5	22.536	1997	1	0	1.390
1977	27	11	3.317	1998	2	57	7.000
1978	21	0	13.850	1999	1	3	
1979	21	61	40.966	2000	4	0	8.066
1980	44	6	83.016	2001	42	8	43.297
1981	16	2	58.413	2002	27	27	510
1982	10	0	784	2003	21	7	64.200
1983	14	33	2.113	2004	23	3	25.750
1984	12	0	29.140	2005	25	14	13.855
1985	7	0	2.318	2006	24	45	85.810
1986	8	4	679	2007	22	11	1.050
1987	7	0	564	2008	10	2	10
1988	24	17	3.910	2009	84	59	3.250
1989	10	1	9.500	2010	110	25	44.279
1990	26	57	7.450	2011	56	13	202
1991	23	23	15.770	2012	69	23	19.685
1992	14	1	690	2013	38	7	17.569
1993	2	0	60	2014	118	9	4.455
1994	9	4	1680	2015	122	9	7.985
1995	20	164	201.100	Toplam	1.209	720	893.933

Kaynak: (OSİB, 2017b)

Ülkemizde 2016 yılında 134, 2017 yılında 187, 2018’de 331 ve 2019’da 332 sel olayı yaşanmıştır.

2000 yılından sonra sel ve taşkın olaylarında artışlar meydana gelmiştir. Son yıllarda ise meydana gelen taşkın ve sel sayısı yaklaşık 100 ve üzerindedir. Grafik 3.1’de görüldüğü gibi 1940 yılından 2020 yılına kadar yaşanan sel olayları göz önünde bulundurulursa en fazla sel afetinin yaşandığı üç yıl 2018, 2019 ve 2020’dir (MGM, 2021a).



Grafik 3.1. Ülkemizde 1940 İle 2020 Yılları Arasındaki Sel Afetinin Yıllara Dağılımı

Kaynak: (MGM, 2021a)

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden elde edilen verilere göre ülkemizde 2020 yılında 297 adet şiddetli yağış/sel olayı yaşanmıştır. MGM iklim raporuna göre 2021 yılında yaşanan doğal afetlerin %28'ini şiddetli yağış ve sel oluşturmaktadır. 2021 yılında Kastamonu ve ilçelerinde şiddetli yağış sebebiyle oluşan sel felaketinde 71 can kaybı yaşanmış ve birçok yapı kullanılamayacak hale gelmiştir. Ağustos 2021'de Sinop ve ilçelerinde sağanak yağışlar sebebiyle yaşanan sel felaketinde ise 10 can kaybı yaşanmış ve birçok yapı hasar görmüştür (MGM, 2022).

3.6. Ülkemizde Taşkın Yönetimi

Ülkemizde taşkın öncesinde, taşkın anında ve taşkın sonrasında yapılan çalışmalar ile ilgilenen çeşitli kurumlar ve kuruluşlar mevcuttur. Bunlardan bazıları;

1. Tarım ve Orman Bakanlığı

Ülkemizdeki taşkın yönetiminden genel sorumlu kurumdur. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü ile beraber çalışmalar yapmaktadır.

- a) **Meteoroloji Genel Müdürlüğü:** Özel ve kamusal birimlere tedbir almaları için şiddetli meteorolojik olaylara ilişkin erken uyarı yapmak, duyurmak ve bu konuda araştırma geliştirme çalışmaları yapmak faaliyetleri arasındadır.

- b) Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü:** Taşkın yönetimi konusunda görevli önemli kurumlardandır. Taşkın anında ve sonrasında çalışmaları bulunmakla beraber ağırlıklı görevi taşkın öncesi faaliyetleri kapsamaktadır. Görevleri arasında strateji ve plan hazırlamak, eğitim faaliyetleri, il/bölge taşkın planı hazırlamak, imar planlaması için gerekli etütlerin hazırlanması, yaşanan taşkınlarla ilgili bilgileri raporlamak, akarsu yataklarını düzenleme, dere yataklarını temizleme, taşkın kontrol tesislerinin bakım onarımı, yoğun taşkın riski taşıyan alanların her türden yapılaşmaya yasak ilan edilmesi için ilgili çalışmalar yapmak ve ıslahı yapılan alanların revizesi gibi faaliyetler yer almaktadır.
- c) Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü:** Stratejiler ve politikalar belirlemek, sel kontrolü, heyelan kontrolü, yukarı havza sel eylem planı hazırlamak, havza ıslahı ile ilgili plan proje çalışmaları gibi faaliyetleri bulunmaktadır.
- d) Su Yönetimi Genel Müdürlüğü:** Taşkınla ilgili yönetim planı hazırlamak, mevzuat hazırlamak, taşkına yönelik stratejilerin ve politikaların belirlenmesi, yönetim koordinasyonunu sağlamak faaliyetleri arasındadır.

2. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı

Afet öncesinde-anında-sonrasında yapılacak tüm faaliyetleri planlamak, uygulamak ve uygulanmasını sağlamak, diğer kurumlar ve kuruluşlarla işbirliğinde bulunmak ve koordinasyonun sağlanması, ilgili planları ve stratejileri geliştirmekten sorumlu kurumdur.

İl düzeyinde ise tüm faaliyetlerden İl Afet ve Acil Durum Müdürlükleri sorumludur. İlgili faaliyetleri diğer kurum ve kuruluşlarla işbirliği halinde yürütmektedirler.

3. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı

Arazi kullanımını, çevre düzenlemesi, kentsel dönüşüm, yerleşim alanları ve yapılaşma ile ilgili planlamalara yön veren ve ilgili kurumlarla işbirliği halinde çalışan kurumdur.

4. Valiler

Valilere bağlı bakanlıkların taşra teşkilatlarınca yürütülmekte olan taşkınların il düzeyindeki faaliyetlerinden sorumludur.

5. İl Özel İdareleri

Yangın, deprem, sel ve diğer doğal afetlerle ilgili acil durum planlarının yapılması, gerekli donanım ve ekibin hazırlanması, halkın eğitilmesi vb. konularda ilgili kurumlarla işbirliği halinde çalışır.

6. Büyükşehir Belediyeleri

İmar planlarının hazırlanması, onaylanması, uygulanmasının denetimi, dere ıslahı, doğal afetlere hazırlık planları, gerektiğinde afet bölgesine araç ve ekip desteği sağlanması, can kaybı bakımından tehlikeli binaların tahliyesi vb. konularla ilgili sorumlulukları bulunmaktadır.

7. Belediyeler

Doğal afetlere hazırlık planlamaları, doğal afetlerin zararlarının azaltılması amacıyla ilgili planlamaların yapılması, ekip ve donanım hazırlanması vb. konularda diğer kurumlarla işbirliği halinde çalışmaktadır.

4.CBS VE UZAKTAN ALGILAMA

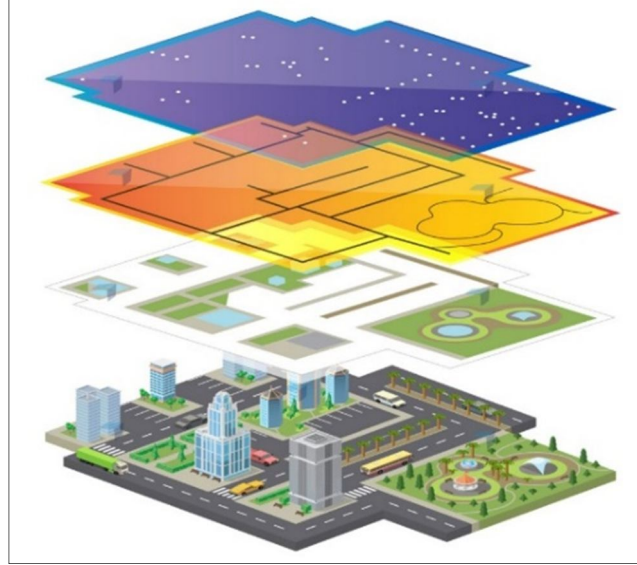
4.1. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)

4.1.1. Tanımı

Günümüzde birçok karmaşık problemin çözümünde teknolojinin kullanımı gerekmektedir ve teknolojinin ilerlemesi ile beraber ortaya çıkan Coğrafi Bilgi Sistemleri birçok alanda kullanıldığı gibi su kaynakları yönetiminde de sıklıkla kullanılmaktadır.

Burrough'a göre CBS, bir amaç doğrultusunda yeryüzündeki verilerin toplama, depolama, sorgulama, transfer etme ve görüntüleme işlevleri için kullanılan tüm araçlardır (Efe, 2013).

CBS (Şekil 4.1), yeryüzündeki birtakım problemlerin (çevresel, sosyal, ekonomik) çözümüne yönelik ilgililere yardım amacıyla, verileri toplama, depolama, işleme, analiz, sorgulama ve sunma gibi işlevleri olan coğrafi veri ve yöntemler, yazılım, personel, donanım gibi elemanları bulunan teknolojilerdir.



Şekil 4.1. CBS

Kaynak: (Başarsoft, 2022)

4.1.2 CBS ve Tarihi

Coğrafi Bilgi Sistemleri bir proje olarak Kanada'da 1963'te başlamış, 1970'te tamamlanmış ve 1980'den sonra kurumsallaşmıştır. CBS'nin gelişim aşamaları Tablo 4.1'de verilmiştir (Tecim, 2008a).

Tablo 4.1. CBS'nin Dünyadaki ve Türkiye'deki Gelişim Aşamaları

1970'ten Önce	1970'ler	1980'ler	1990'lar	2000 ve Sonrası
1963'te Kanada'da URISA ve CBS (CGIS) kuruldu.	1970'te CBS projesi tamamlandı. CBS'ye yönelik ilk sempozyum gerçekleştirildi.	1981'de Arc/Info CBS yazılımı piyasaya sürüldü. GPS uygulamaya geçirildi.	MapInfo Professional piyasada yerini aldı.	CBS mobil hayata geçti. ArcPad piyasaya sürüldü.
1969'da Integrgraph ve ESRI kuruldu.	1972'de Landsat fırlatıldı.	GRASS yazılımı 1984'te geliştirildi.	MapeXtreme, MapBasic ve ArcCAD piyasaya sürüldü.	ArcGIS 8.1 2001'de piyasaya çıktı.
	ERDAS 1978'de kuruldu.	MapInfo kuruldu. İlk CBS kitabı Burrough tarafından yazıldı.	1. Ulusal CBS Sempozyumu Türkiye'de KTÜ tarafından gerçekleştirildi.	TÜBİTAK BILSAT 2003'te fırlatıldı.
		1987'de Idrisi hayata geçirildi.	RADARSAT-SAR 1995'te fırlatıldı.	MapeXtreme.NETs ve ArcGIS 9 2004'te piyasaya sürüldü.
		Türkiye'de 1984'te EGHAS yazılımı geliştirildi.	ArcGIS geliştirildi. ArcIMS ve Arc/Info 8 geliştirildi.	
		EMİ Mühendislik ve NETCAD kuruldu.		

Kaynak: (Tecim, 2008a)

4.1.3 CBS'nin Temel Bileşenleri

CBS'nin yazılım, yöntem, veri, donanım ve kullanıcı bileşenleri bulunmaktadır. (Şekil 4.2)



Şekil 4.2. CBS'nin Bileşenleri

Donanım: CBS'nin çalışmasını sağlayan bilgisayar ve bileşenlerinin tümüdür.

Yazılım: Coğrafi verilerin işlenmesi amacıyla gerçekleştirilen algoritmaların tümüne denir.

Yöntem: Sistemin çalışmasını sağlayan kurallar bütünüdür.

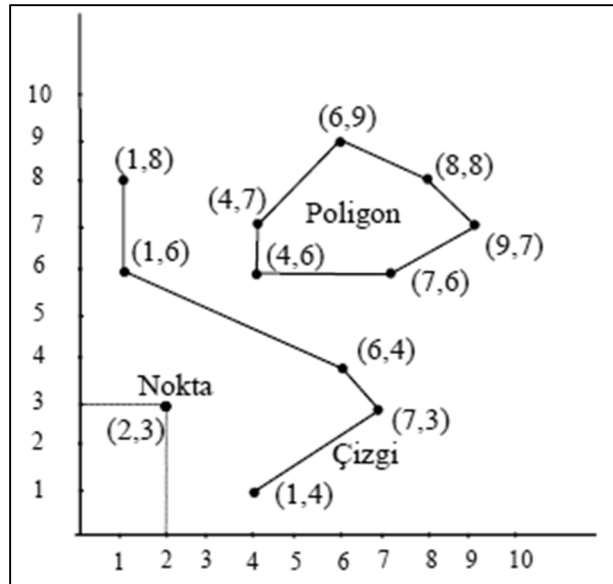
İnsan: Sistemin tasarlayıcısı ve etkin kullanımını sağlayan kişidir.

Veri: Çalışmada istenilen sonuca ulaşabilmek için gerekli bilgidir. Vektör veri, raster veri ve öznitelik verileri olmak üzere üçe ayrılır.

Çizgi, nokta ve poligon özelliklerine sahip nesnelerin belirli bir koordinat sisteminde öznitelik bilgileriyle beraber dijital ortamda tutulduğu verilere “*Vektör Veri*” denir. Vektör veriler üçe ayrılır:

1. Nokta vektör veri: Tek olguya ait verilerdir. Elektrik direklerine ait yerler, şehirdeki okullar, bankalar örnek olarak verilebilir.
2. Çizgi vektör veri: Birden fazla noktanın birleşmesiyle elde verilerin gösterilmesidir. Telefon ve elektrik hatları, su şebekeleri, kanalizasyon şebekeleri, yollar, nehirler örnek olarak sıralanabilir.
3. Poligon vektör veri: Belli bir noktadan başlayıp aynı noktada sona eren, genelde bir alan, bölge ifade eden verilerin gösterilmesidir. Elektrik dağıtımının yapılacağı bölge, ormanlar, göller gibi örnekler verilebilir.

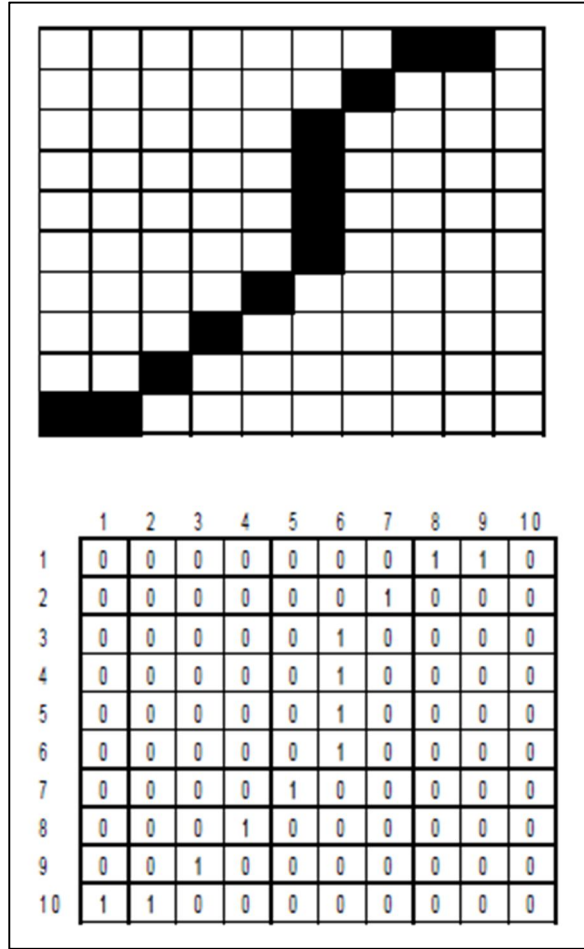
Vektör veriler Şekil 4.3’te gösterilmiştir.



Şekil 4.3. Vektör Veri

Kaynak: (Tecim, 2008b)

Algılanan görüntülerin küçük parçalara ayrılarak “Grid” denilen hücreler halinde oluşturulmasını sağlayan verilere “*Raster Veri*” denir. Her hücre sadece bir değer alır. Uydu görüntüleri örnek olarak verilebilir. Şekil 4.4’te raster veri yapı gösterilmiştir (Tecim, 2008b).



Şekil 4.4. Raster Veri

Kaynak: (Tecim, 2008b)

Öznitelik verileri; mekânsal olmayan veri türüdür. Bir nesneye ait saklanmak, depolanmak istenen özelliklerin tümünü tablo veya metin olarak belirten veridir. Bir binanın yüksekliği, genişliği, cinsi, yapım yılı örnek olarak verilebilir.

4.1.4 CBS'nin Kullanıldığı Alanlar

Teknolojik gelişmelerle birlikte veri sayısındaki çeşitlilik ve artan veri sayısı CBS'nin önemini artırmaktadır. CBS'nin kullanım alanlarından bazıları aşağıda gösterilmiştir;

- **Bayındırlık:** İmar işlemleri, bina hasar tespiti, devlet denetiminde bulunan yolların etütleri, afet yönetimi, binaların cins dağılımı örnek olarak verilebilir.
- **Doğal Kaynak:** Arazinin doğal yapısı, havza analizi, su kaynakları, yer altı ve yer üstü kaynak yönetimi, akarsular, petrol kaynakları, madenler örnek olarak sayılabilir.
- **Çevre:** Çevre düzen ve koruma alanları, gölet, göl, Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED), çevresel izleme, kirlilik yönetimi, hidroloji ve meteoroloji gibi örneklerdir.
- **İdari:** Kadastro işlemleri, vergi işlemleri, nüfusu içinde barındıran çeşitli işlemler, idari sınırlar, tapuya ilişkin işlemler ve kent bilgi sistemleri sayılabilir.
- **Eğitim:** Eğitim kurumlarının bölgesel dağılımı, planlama ve eğitim faaliyetlerine ilişkin diğer bazı işlemler sayılabilir.
- **Belediye:** İmar ve buna ilişkin düzenlemeler, toplu taşıma, altyapı, belediye tesisleri ve yolları örnek olarak verilebilir.
- **Ulaşım:** Hava, deniz, kara ulaşım ağları, enerji nakil hatları, iletişim istasyonları örnek olarak sıralanabilir.
- **Tarım ve Orman:** Orman sınırları, milli parklar, arazi kullanımı gibi örnekler verilebilir.
- **Sağlık:** Sağlık kurumlarının bölgesel dağılımı ve sağlığa ilişkin planlama ve düzenlemeler sayılabilir.
- **Güvenlik ve Savunma:** Tatbikat alanları, askeri tesisler, emniyet, sivil savunma, suç haritaları gibi örnekler verilebilir.
- **Turizm:** Turizm alanlarının bölgesel dağılımı ve turizme ilişkin düzenlemeler sayılabilir.
- **Sanayi ve Ticaret:** Organize sanayi bölgeleri ve serbest bölgeler, pazarlama işlemleri örnek olarak verilebilir (Rüstemov, 2014).

4.1.5 CBS'nin Yararları

Coğrafi Bilgi Sistemleri verileri kendine ait veri tabanında depolamanın yanı sıra veri güncellemesi, analiz, haritalama vb. işlemlerle kullanıcılara kolaylıklar sağlamaktadır. Bununla birlikte sağladığı yararlardan bazıları;

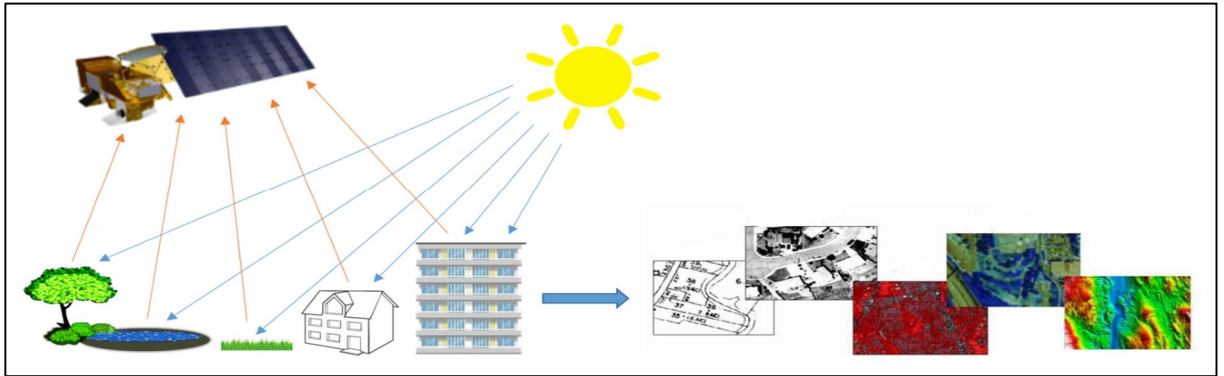
- Bilgi aktarımının hızlanmasını sağlamaktadır.
- Üretimde verimliliği artırmaktadır.
- Analizlerin doğru ve etkili olmasını sağlamaktadır.
- Verilerin güncellenmesini kolaylaştırmaktadır.
- İş gücünü arttırmasının yanında zamandan tasarruf sağlanmasına etki etmektedir olarak sıralanabilmektedir (Töreayen, 2010).

4.2 Uzaktan Algılama (UA)

Uzaktan algılama teknikleri sayesinde kısa zamanda yeryüzündeki bir nesne veya mekân hakkında birçok veriye ulaşılmakta ve bu veriler haritalama, havza, iklim, arazi örtüsü, etüt vb. alanlarda kullanılmaktadır.

Uzaktan algılama, bir nesne, mekân veya olay hakkında herhangi bir fiziksel temas olmaksızın çeşitli algılayıcı platformlarla veri toplayıp bilgi edinme teknolojisidir. Uzaktan algılama ile gözlemciden uzak bir noktada bulunan nesnelere hakkında bilgi elde edilebilir. Bu amaç doğrultusunda kullanılan sensörler herhangi bir fiziksel temasta bulunmazlar. Uzaktan algılama sonucunda çıktılar genellikle sayısal görüntü biçimindedir.

Yeryüzündeki nesnelere özelliklerine göre (malzeme, yüzey pürüzlülüğü, ışın gelme açısı vb.) üzerine gelen elektromanyetik ışını farklı miktarda enerjiye dönüştürdükleri için kolaylıkla birbirinden ayırt edilmektedir. (Şekil 4.5)



Şekil 4.5. Uzaktan Algılama

Uzaktan Algılama Aşamaları

Uzaktan algılama işlemi temel olarak iki aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar verilerin elde edilmesi ve verilerin işlenmesi aşamalarıdır.

1. Verilerin Elde Edilmesi

Kaynak: İlgili hedefe kaynak tarafından enerji gönderilir. Kaynak tarafından hedef ya aydınlatılır ya da hedefe elektromanyetik enerji gönderilir. Enerji kaynağı optik uydular için güneş iken radar uydular kaynağını üzerinde taşır ve elektromanyetik enerjiyi kendisi üretir.

Atmosfer ve Işınım: Kaynaktan çıkan enerjinin atmosferde yol alırken maruz kaldığı etkileşimlerdir.

Hedef Etkileşimi: Elektromanyetik dalgalar hedefe ulaşarak hem ışınım hem de hedefin özelliklerine bağlı olarak hedefle etkileşimde bulunurlar.

Verinin Kaydedilmesi ve İşlenmesi: Hedeften alınan enerji ilgili algılayıcı tarafından kaydedilir ve veri işlenmek amacıyla uydu istasyonuna gönderilir.

2. Verilerin İşlenmesi

Analiz: Elde edilen veriler analiz edilir ve yorumlanır. Görüntüler sayısal, görsel ve elektronik işleme tekniğiyle zenginleştirilerek kullanıma hazır hale getirilir.

Uygulama: İşlenmiş verilerden bilgi elde edilir ve birtakım sonuçlara ulaşılır. Veriler başka verilerle birleştirilerek kullanılabilir.

Uzaktan algılamada görüntüleme işlemi iki farklı sistemle elde edilmektedir. Bu sistemler aktif ve pasif sistemlerdir. Aktif sistemler enerji kaynağını kendi üzerinde taşıyarak elektromanyetik dalga sinyalleri ile çalışırken pasif sistemler ise yeryüzünün doğal enerji kaynağı olan güneş enerjisini kullanırlar. Ses dalgalarının gönderilmesi esasına dayanan SONAR (Sound Navigation And Ranging), ışık (lazer) gönderilmesi esasına dayalı LIDAR (Light Detection And Ranging) ve radyo dalgalarına dayalı RADAR&SAR (Radio Detecting and Ranging, Synthetic Aperture Radar) aktif sistemlere örnek olarak verilebilir. Kızılötesi, pankromatik, multispektral, hiperspektral ise pasif alıcılara örnektir.

Uzaktan algılama sonucunda elde edilen verilerde bazı işlemler yapılır. Bunlar radyometrik düzeltme (tarayıcının geometrisinden bağımsız, veride bulunan sistematik hatanın giderilmesi), geometrik düzeltme (elde edilen görüntünün bir harita veya bilgi tabanı

ile birleştirilmesiyle gerçek boyutunda düzeltme işlemi), görüntü zenginleştirme (filtreleme ve kontrast artırma gibi işlemlerle gözle yorumlamayı kolaylaştırma) ve sınıflandırma işlemidir.

Sınıflandırma; yeryüzündeki nesnelere yansıttığı veya yaydığı ışınım farkından yararlanarak pikselleri gruplandırma işlemidir. Kontrollü sınıflandırma ve kontrolsüz sınıflandırma olmak üzere ikiye ayrılır. Kontrolsüz sınıflandırma, kullanıcının sınırlı yönlendirmesi ve yazılım tarafından hesaplanan uydu görüntülerinin spektral yansımaya dayalı işlemidir. Kontrollü sınıflandırma, uzman kişi tarafından yönlendirilmiş sınıflandırma işlemidir. Araştırmacının çalışma alanı ile ilgili bilgilere sahip olması gerekir.

Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama teknolojilerinden yararlanarak yapılan bazı çalışmalar şu şekildedir:

Mohammedi ve ark. (2020), Kuzey İran'daki Talar havzasının taşkın riskini CBS'de değerlendirerek taşkın riski haritası oluşturmuşlardır.

Uçar (2018), Ceyhan Havzası'nda yaptığı çalışmada hidrolojik modeller için akarsu havza parametrelerinin belirlenmesini CBS ve ArcGIS yazılımından yararlanarak belirlemeyi amaçlamıştır.

Dağhan (2017), yaptığı çalışmada Seydisuyu havzasında küçük ölçekli hidroelektrik enerji potansiyelini CBS yardımıyla araştırmışlardır.

Kılınç (2017), Gaziantep ilinin su ihtiyacını ve su tüketimini incelemiştir. İlin su ihtiyacının karşılanması amacıyla Göksu havzasını CBS ve yardımcı programlar (ArcGIS) ile araştırdığı görülmektedir.

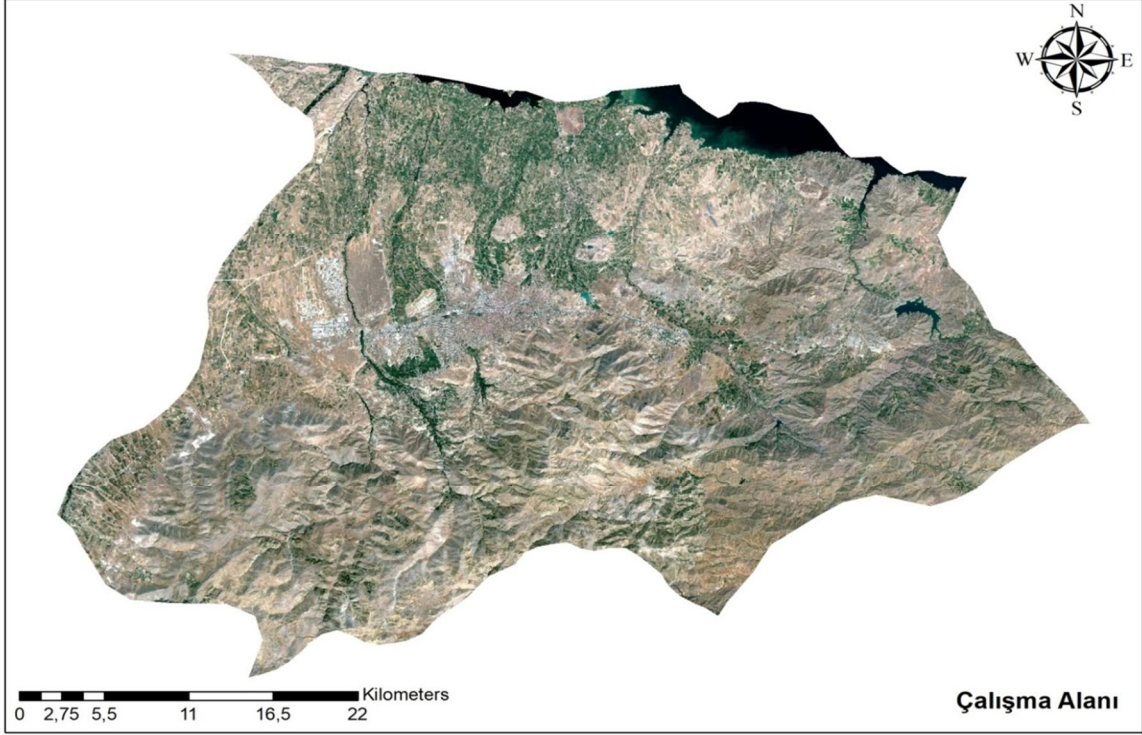
Çalışma alanının koordinatları Tablo 5.1’de gösterilmiştir.

Tablo 5.1. Çalışma Alanının Koordinatları

Nokta	Enlem	Boylam
1	38°33'59.09"K	37°46'20.44"D
2	38°32'59.42"K	38°38'14.89"D
3	38°6'7.17"K	38°42'23.33"D
4	38°5'29.22"K	37°44'54.59"D

Şehir merkezi az eğimli düz bir alana kurulmuştur. Şehrin güneyine Beydağlarına doğru artan eğim ulaşımı zorlaştırırsa da şehir merkezi içinde doğu-batı yönlü uzanan caddeler ulaşımı kolaylaştırmıştır. Şehre ait bu özellikler bazı sorunlara neden olmaktadır. Özellikle ilkbaharda kar erimeleri ile beraber yağışın artması şehir merkezinde su baskınlarına sebep olmaktadır.

Bu çalışmada taşkın risk haritasının oluşturulması şehirdeki sağlık, konut, sanayi, eğitim, resmi kurum, sosyal tesis gibi alanların risk grubunda olup olmadığı, risk grubunda ise buna bağlı olarak yeni planlamaların yapılması ve gerekli tedbirlerin alınması açısından büyük önem taşımaktadır. Şehirleşme büyük ölçüde merkez Battalgazi ve Yeşilyurt ilçelerinde toplandığından çalışma alanı olarak merkez ilçeler seçilmiştir. Çalışma alanı Şekil 5.3’teki gibidir.



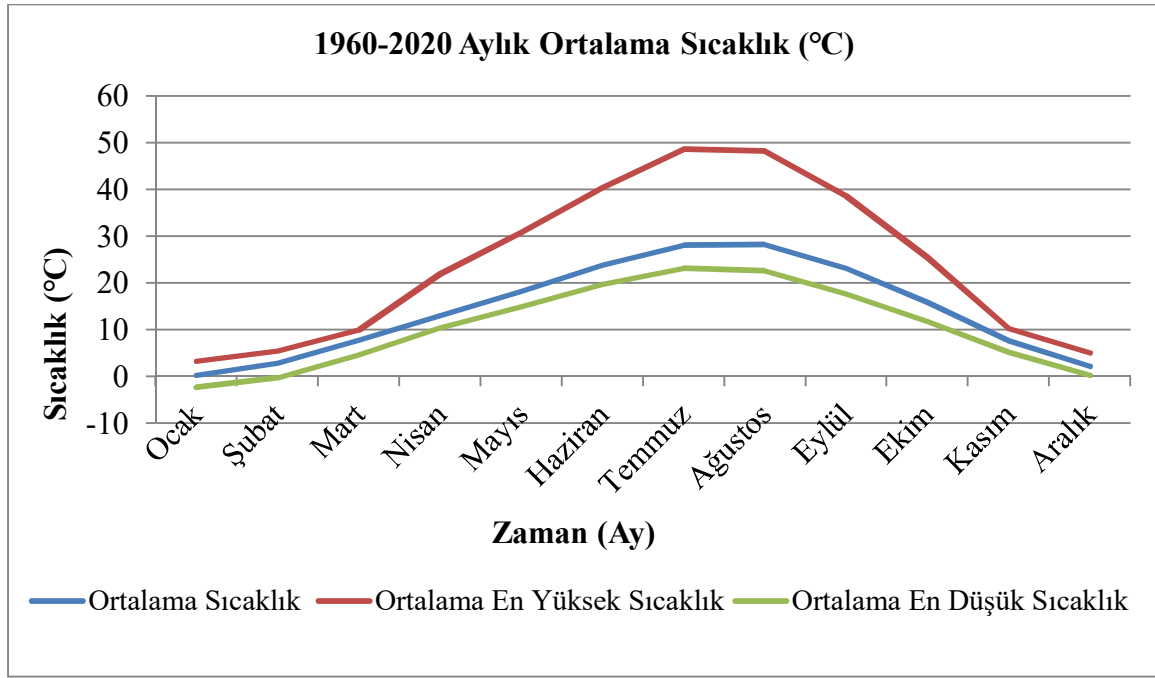
Şekil 5.3. Çalışma Alanı

5.2 İklim

Malatya, karasal iklim ile Akdeniz ılıman iklimi arasında bir geçiş iklimine sahiptir. Kışları karasal iklimden soğuk, kuru; yazları Güneydoğu'dan aldığı sıcak, kuru; ilkbaharda ise Akdeniz bölgesinden aldığı ılık ve nemli iklim özelliklerini görmek mümkündür. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden elde edilen Malatya iline ait sıcaklık verileri Tablo 5.2'de belirtilmiştir (MGM, 2021b).

Tablo 5.2. Malatya 1960-2020 Ortalama Sıcaklık

Aylar	Ort. Sıcaklık (°C)	Ort. En Yüksek Sıcaklık (°C)	Ort. En Düşük Sıcaklık (°C)
Ocak	0,24	3.28	-2.42
Şubat	2,83	5.41	-0.31
Mart	2,83	9.98	4.60
Nisan	2,83	21.89	10.36
Mayıs	18.17	30.74	14.83
Haziran	23.75	40.32	19.73
Temmuz	28.06	48.53	23.10
Ağustos	28.11	48.19	22.51
Eylül	23.06	38.53	17.68
Ekim	15.78	25.43	11.75
Kasım	7.67	10.21	5.10
Aralık	2.16	5.03	0.17
Yıllık	14.22	23.96	10.59



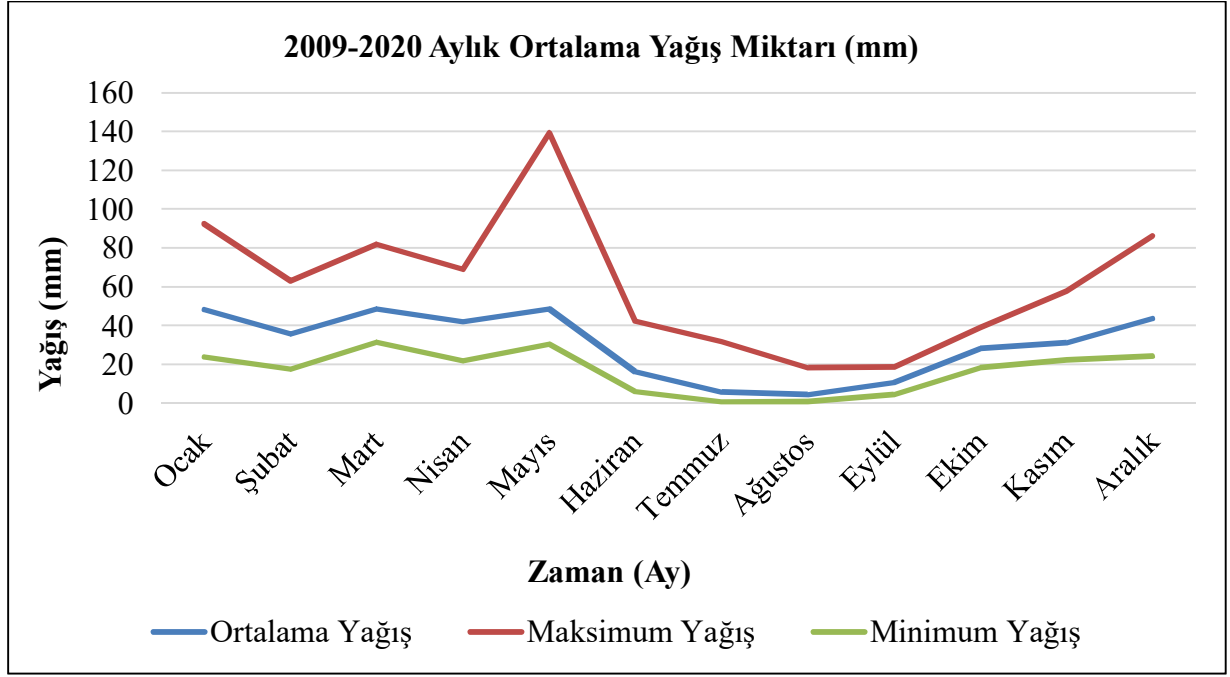
Grafik 5.1. Malatya İli Aylık Ortalama Sıcaklık Dağılımı

1960-2020 yılları arasında Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından ölçülen değerlere göre Malatya ilinin yıllık ortalama sıcaklık değeri 14,22 °C'dir. Tabloya göre yıllık ortalama en yüksek sıcaklık değeri 23,96 °C iken ortalama en düşük sıcaklık değeri ise 10,59 °C olarak ölçülmüştür. Malatya'da en soğuk ve en sıcak aylar sırasıyla Ocak ve Temmuz olup aylık sıcaklık ortalamaları arasındaki fark yüksektir. (Grafik 5.1)

Malatya'da yağış en çok ilkbaharda görülürken, yağışın en az olduğu mevsim yazdır. Malatya'da 2009-2020 yılları arasında ölçülen aylık toplam yağış miktarı ortalamaları Tablo 5.3'te gösterilmiştir (MGM, 2021c).

Tablo 5.3. Malatya 2009-2020 Aylık Yağış Miktarı

Malatya	Aylar												Yıllık
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
Aylık Ortalama Yağış Miktarı (mm)	48.26	35.82	48.55	42.17	48.58	16.21	5.84	4.41	10.67	28.07	31.25	43.84	363.67
Aylık Maksimum Yağış Miktarı (mm)	92.60	63.28	81.94	69.23	139.39	42.39	31.86	18.49	18.72	39.07	57.96	86.34	741.25
Aylık Minimum Yağış Miktarı (mm)	24.00	17.80	31.45	21.83	30.48	6.25	0.84	0.80	4.36	18.22	22.44	24.17	202.62



Grafik 5.2. 2009-2020 Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması

Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından 2009-2020 yılları arasında ölçülen değerlere göre aylık toplam yağış miktarı ortalaması 363,67 mm'dir. Tabloda görüldüğü gibi en çok yağış 48,58 mm olarak Mayıs'ta düşerken en az 4,41 mm yağış ise Ağustos'ta düşmüştür. Grafik 5.2'de görüldüğü gibi en düşük yağış miktarı yaz aylarında iken en fazla yağış miktarı ilkbahar aylarında düşmektedir. Yağışların %38,3'ü ilkbahar, %35,2'si kış, %19,2'si sonbahar ve %7,3'ü ise yaz aylarında düşmektedir.

Malatya karasal iklim kuşağında yer aldığından genel bitki örtüsü bozkırdır. Daha çok otsu ve dikensi küçük çalılar bitki örtüsünü oluşturmaktadır. İlkbahar aylarında yeşil olan bu topluluklar yaz gelince sararıp kurur. Malatya'daki bozkırlar antropojen özelliktedir. Daha önce yoğun bir orman örtüsüne sahip iken beşeri faaliyetler sonucunda tahrip edilmiştir. Yani genel olarak bitki örtüsünden yoksundur. Fakat Pütürge ve Doğanşehir ilçeleri bitki örtüsü bakımından diğer yerlere göre daha zengindir. Daha çok meyvecilik için dikilen kayısı ağaçları il genelinde büyük alan kaplarken meşe ve kızılçam ağaçlarına da rastlanmaktadır.

5.3 Hidrografya

Fırat Havzası'nda yer alan Malatya akarsular bakımından zengindir. Fırat'ın önemli kollarından biri olan Tohma Çayı ve bu çayın kolları tarafından sulanmakta olan Malatya, su sıkıntısı çekmeyen kentlerden biridir.

Tohma Çayı

Sivas il sınırlarından doğup Malatya il sınırlarından Karakaya baraj gölüne dökülen Tohma Çayı, 52 km uzunluğuyla şehrin en önemli çayıdır. Dört mevsim bol miktarda su bulunur. Hacılar Tohması ve Yukarı Tohma en önemli kollarıdır.

Sultansuyu

Tohma Çayı'nın önemli bir kolu olup üzerinde sulama amaçlı inşa edilen Sultansuyu Barajı bulunmaktadır.

Beylerderesi

Pınarbaşı, Beydağları'ndan başlayarak Derme Suyu başta olmak üzere birçok kola ayrılır. Yeşilyurt ilçesinden Battalgazi ilçesine doğru akar. Oluşturduğu kollar ile birlikte bölgenin büyük bir kısmının sulama ihtiyacını karşılamaktadır (ÇED Raporu, 2019).

Diğer önemli suları; Kuruçay, Melet Deresi, Horata Suyu, Elemendik Suyu, Orduzu (Pınarbaşı) Suyu ve Şiro Çayı'dır.

Malatya'da doğal göller fazla yer almamakta olup küçük göller bulunmaktadır. Bunun dışında sulama amaçlı yer alan baraj ve baraj gölleri; Sultansuyu Barajı, Karakaya Baraj Gölü, Recai Kutun (Boztepe) Barajı, Çat Barajı Gölü, Sürgü Barajı Gölü, Turgut Özal (Kapıkaya) Barajı, Medik Barajı Gölü, Polat Barajı Gölü, Hekimhan Güzelyurt Göleti, Sofular Göleti, Arapgir Göleti olarak sıralanabilir.

Yer üstü su kaynakları bakımından zengin olan Malatya'nın yer altı su kaynaklarını da Şehir Deresi, Aydoğan Deresi, Beylerderesi ve Orduzu Deresi olarak sıralamak mümkündür (Engin, 2015a).

Çalışma alanında yer alan akarsular; Fırat Nehri, Tohma Suyu, Beylerderesi, Horata Çayı, Orduzu Çayı'dır. Barajlar; Kapıkaya ve Beylerderesi, göletler; Orduzu Göleti, Kaldırım Göleti, Maryap Göleti'dir.

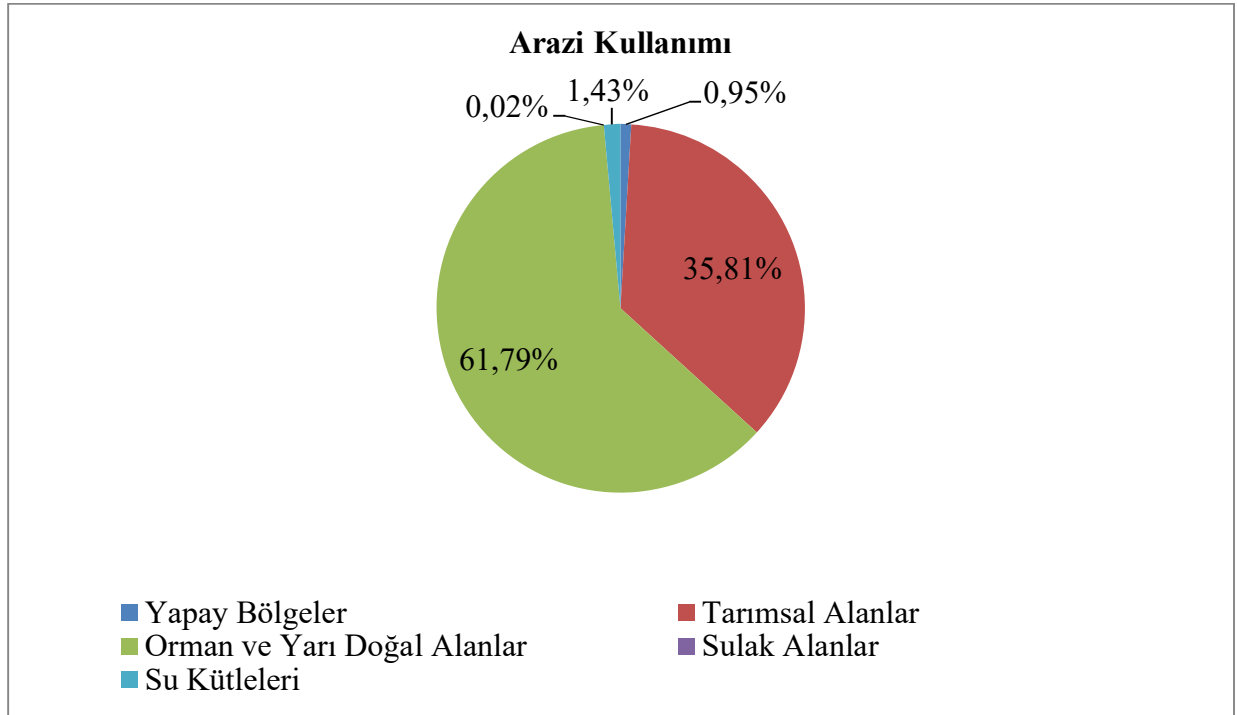
5.4 Jeomorfolojik Özellikleri ve Toprak Yapısı

Malatya yeryüzü şekilleri bakımından engebeli bir özellik taşımaktadır. Malatya ilinin ana yer şekilleri dağlar, platolar ve ovalardan oluşmaktadır. Platolar fazla yer kaplarken ovalara pek az rastlanmaktadır.

Malatya ilinin güneyi Güneydoğu Toroslar'ın uzantısı olan Malatya Dağları ile doğu batı şeklinde sıralanmıştır. Batıda Nurhak dağları, kuzeyde Sivas ile sınırını oluşturan Yama Dağı yer almaktadır.

Malatya'da toprakların büyük bir bölümünü kahverengi topraklar oluşturmakla beraber yer yer alüvyal topraklar, kırmızımsı ve kireçsiz topraklar da görülmektedir (Engin, 2015b).

Tarım ve Orman Bakanlığı CORINE (Çevresel Verilerin Koordinasyonu Projesi) 2018 Malatya İli Bölgesel Raporu'na göre şehrin yüzölçümünün %0,95'i yapay alanlar, %35,81'i tarımsal alanlar, %61,79'u orman-yarı doğal alan, %0,02'si sulak alan, %1,43'ü su kütlelerinden oluşturmaktadır (TOB, 2021). (Grafik 5.3)

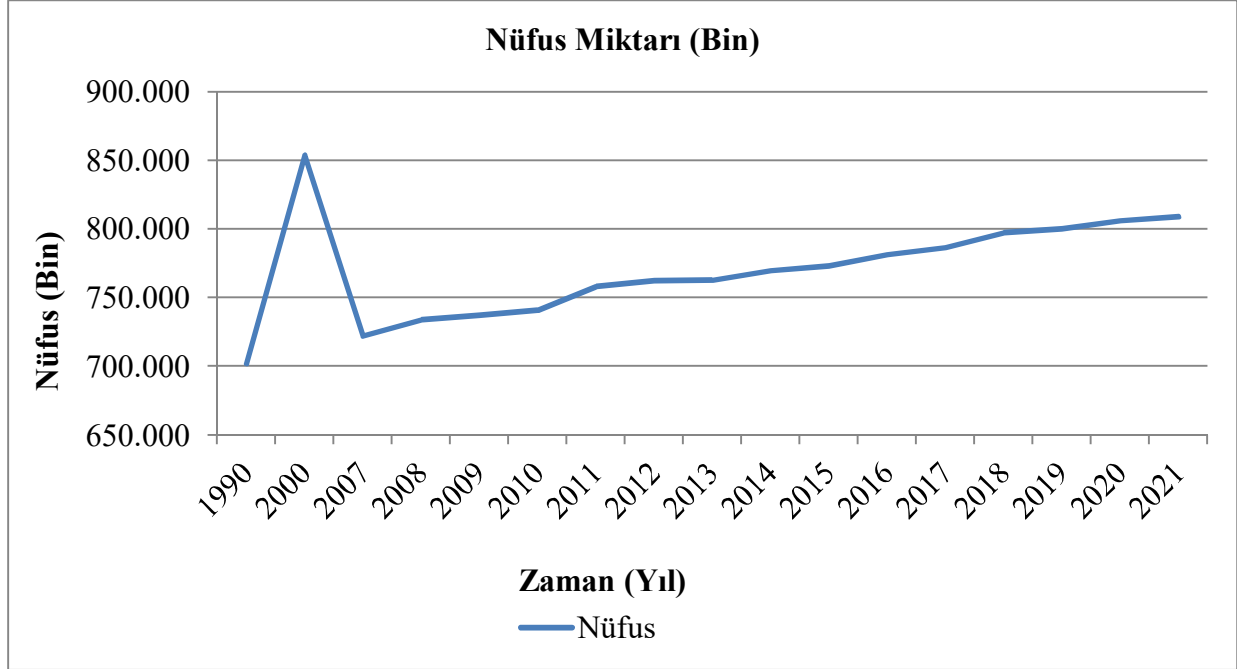


Grafik 5.3. Malatya İli 2018 Arazi Kullanım Dağılımı

Kaynak: (TOB, 2021)

5.5 Nüfus ve Yerleşme Özellikleri

Malatya ilinde nüfus, Cumhuriyet Dönemi'nden sonra şeker, sigara ve dokuma fabrikalarının açılmasıyla artmaya başlamıştır. Şehrin 1990 yılından itibaren nüfus gelişimi Grafik 5.4'te verilmiştir (TÜİK, 2022).



Grafik 5.4. Malatya 1990-2021 Nüfus Değişimi

Grafik 5.4'te görüldüğü gibi 1990 ile 2000 yılları arasında nüfus miktarında önemli bir artış meydana gelmiştir. 1985 ile 1996 yılları arasında Çat Barajı'nın inşa edilmesi, Turgut Özal döneminde yapılan yatırımlar, sanayileşme ve şehirleşmenin beraberinde getirdiği değişimler ve tarım alanında özellikle kayısının değerlendirilmesi ile beraber Malatya'ya göç artmıştır ve nüfus 2000 yılına gelindiğinde önemli bir artış göstererek 853.658 kişi olmuştur. 2007'de Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) 'nin gelmesiyle beraber nüfus sayımlarında düzenlemeler yapılmıştır. 2008 yılından sonra ise nüfusun artırılmasına yönelik yapılan politikalarla beraber şehirleşme, sanayi, komşu ülkelerden savaş sebebiyle yapılan göçler ve eğitim amaçlı göçler nüfusu sürekli artırmış ve 2021 yılında yapılan son sayımla Malatya nüfusu toplam 808.692 olmuştur.

5.6 Malatya’da Yakın Tarihte Meydana Gelen Bazı Taşkınlar

Malatya’nın Yeşilyurt ilçesinde 03.03.2022 tarihinde kar erimeleri sonucunda bölgede küçük çapta bir taşkın görülmüştür (Posta, 2022).



Şekil 5.4 Malatya’da Taşkın

Kaynak: (Posta, 2022)



Şekil 5.5. Malatya’da Taşkın

Kaynak: (İlkha, 2022)

Malatya'da çalışma bölgesinde kalan çevreyolu üzerinde 10.08.2021'de günlerce devam eden sağanak yağışlar nedeniyle yer yer caddeler altyapı yetersizliğinden dolayı sular altında kalarak trafiği olumsuz etkilemiştir (Sabah, 2021). (Şekil 5.6)



Şekil 5.6. Çevreyolu Taşkını

Kaynak: (Sabah, 2021)

Malatya'nın içme suyunu sağlayan ve çalışma bölgesi içinde yer alan Gündüzbey'deki kaptaj tesisinde 23.07.2021'de meydana gelen taşkın dolayısıyla can kaybı olmaksızın çevre zarar görmüştür.(Şekil 5.7) Bir süre içme suyu vanaları kapatılarak tedbir alınmıştır (Malatya Net Haber, 2021).



Şekil 5.7. Gündüzbey Kaptaj Tesis Taşkını

Kaynak: (Malatya Net Haber, 2021)

6. VERİ VE YÖNTEM

6.1. Veri

6.1.1. Kriterlerin Belirlenmesi

Taşkına neden olan faktörlerin belirlenmesi taşkın riskinin değerlendirilmesi açısından son derece önemlidir. Kullanılan faktörlerin çokluğu, kalitesi ve problemi tam olarak karakterize etmesi önem taşımaktadır. Bu nedenle yapılan çalışmada literatür araştırmaları, çalışma alanına ait özellikler ve elde edilen veriler dikkate alınarak kriterler belirlenip problem çözülmeye çalışılmıştır.

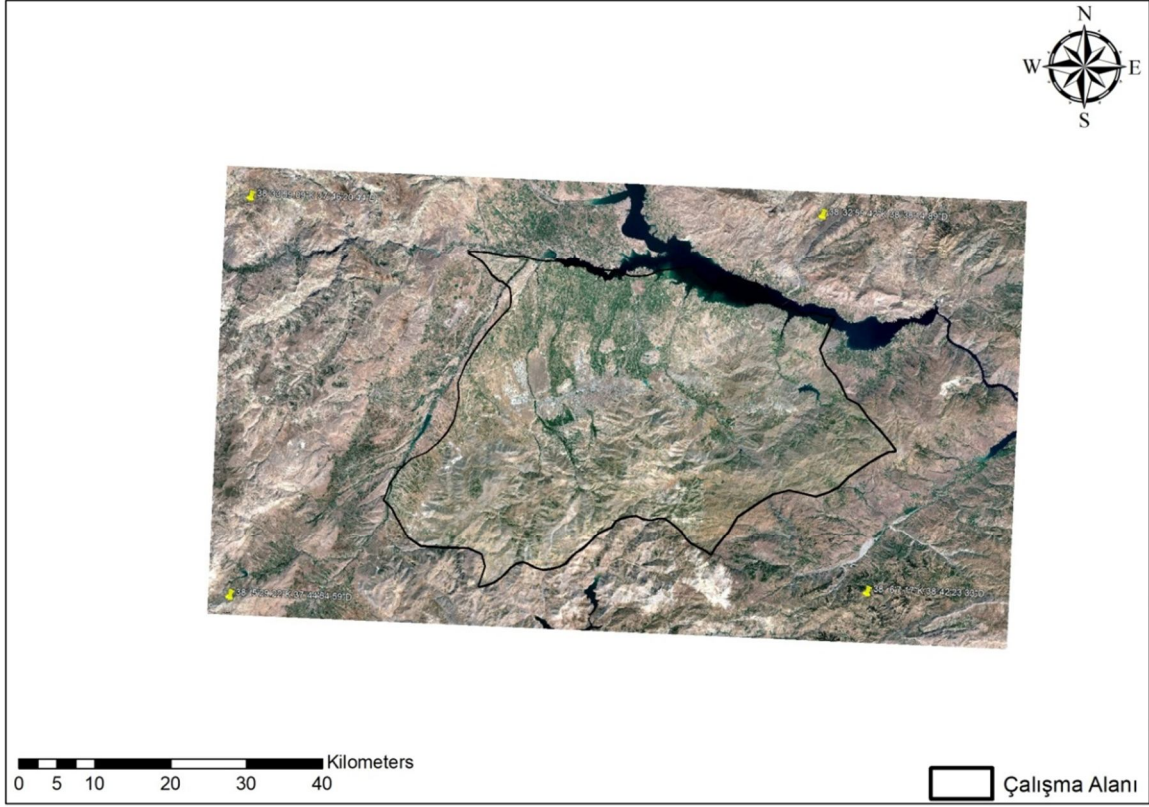
Bu çalışmada yağış, sıcaklık, eğim, akarsulara uzaklık ve arazi kullanımı kriterleri kullanılmıştır.

6.1.2. Çalışma Alanının Koordinatlandırılması ve Görüntü Düzeltme

Çalışma alanına ait koordinatlar Google Earth yazılımı kullanılarak belirlendi. İşaretlenen koordinatların oluşturduğu alan seçilerek çalışma alanına ait uydu görüntüsü elde edilmiştir.

Uydu görüntüleri olduğu gibi harita olarak kullanılamazlar. Bunun nedeni sistematik veya sistematik olmayan bozulmalardır. Bunlar yükseklik, konum veya algılayıcı platformunun hızındaki değişimler, yeryüzünün eğriliği veya atmosferik kırılma gibi nedenlerdir. Bu gibi nedenlerle oluşan bozulmaların düzeltilmesi kullanımı kolaylaştıracaktır.

Görüntü düzenleme işlemi UTM (Universal Transverse Mercator) harita projeksiyon sistemine uygun 37. Kuzey Zone D_European_1950 Datum sistemi ile uygun olarak koordinatlandırılmıştır. Daha sonra Windows→Image Analysis→Select Features→Clip işlemi ile çalışma alanının sınırları belirlenmiştir. Düzeltme işlemi Şekil 6.1'de verilmiştir.

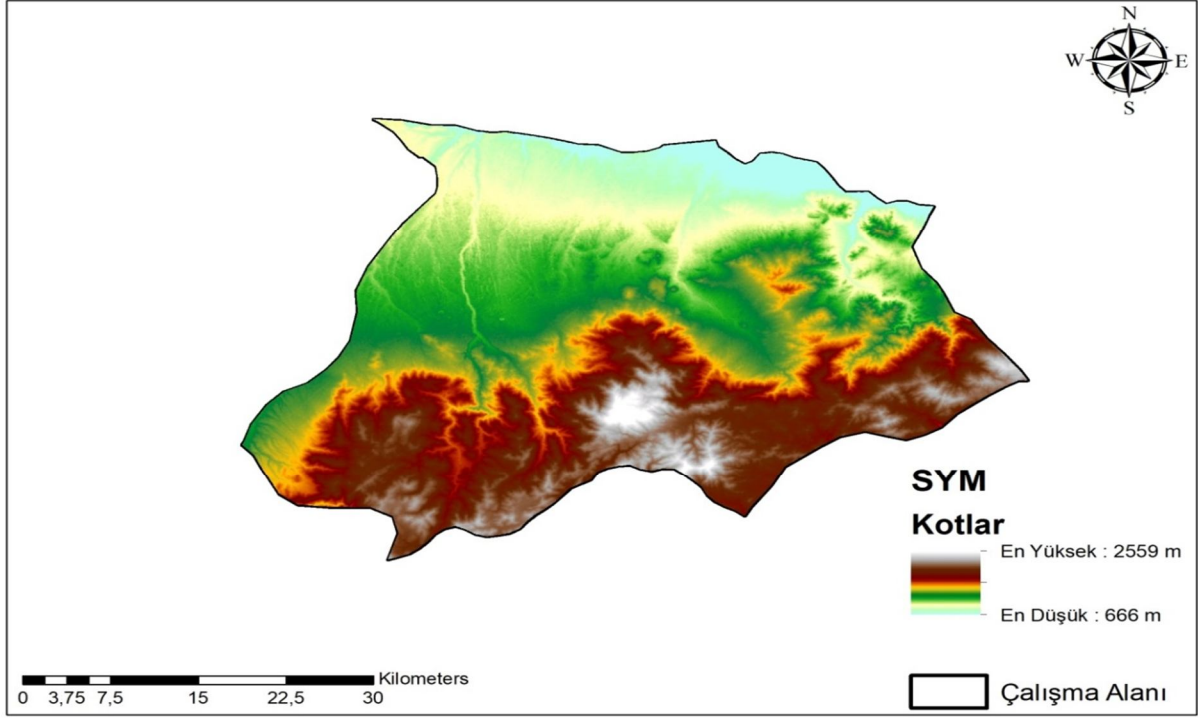


Şekil 6.1. Çalışma Alanı Görüntü Düzeltme

6.1.3. Sayısal Yükseklik Modeli (SYM)

Coğrafi Bilgi Sistemleri teknolojilerinde kullanılan Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) olarak adlandırılan Digital Elevation Model (DEM), herhangi bir araziye ait yükseklik verilerinden yararlanarak arazinin 3B olarak modellenmesidir. Araziye ait bakı, havza alanı ve eğim gibi özellikler bu model ile belirlenebilmektedir. Bu çalışmada SYM'den yararlanarak eğim haritası elde edilmiştir.

Sayısal Yükseklik Modeli U.S. Geological Survey Earth Explorer'dan indirilip ArcMap yazılımına aktarılarak gerekli düzenlemelerden sonra Şekil 6.2'deki gibi son halini almıştır.



Şekil 6.2. SYM

Çalışma alanının yükseltisine bakıldığında bölgenin yükseltisinin fazla olduğu görülmektedir. Yükselti kuzeyden güneye gittikçe artmaktadır. Çalışma alanında en düşük kot 666 m iken en yüksek kot 2559 m olarak belirlenmiştir.

6.1.4. Eğim

Taşkın oluşmasında eğim faktörü önemli bir etkiye sahiptir. Eğim, sızma ve buharlaşma miktarına etki eder. Eğim çok olursa toprağın suyu tutma kapasitesi azalacağından buharlaşma ve sızma az olur. Eğimin fazla olduğu alanlarda akışa geçen su miktarı daha fazla olur. Buradan akışa geçen su, eğimin düşük olduğu mansap bölgelerinde taşkın oluşturma riskini artırır. Bu nedenle eğimin düşük olduğu yerler taşkınların yaşanma riskinin fazla olduğu yerler olarak analizlerde önem derecesi yüksek olarak atanmıştır (Hoşgören, 2001; akt. Sunkar, 2018).

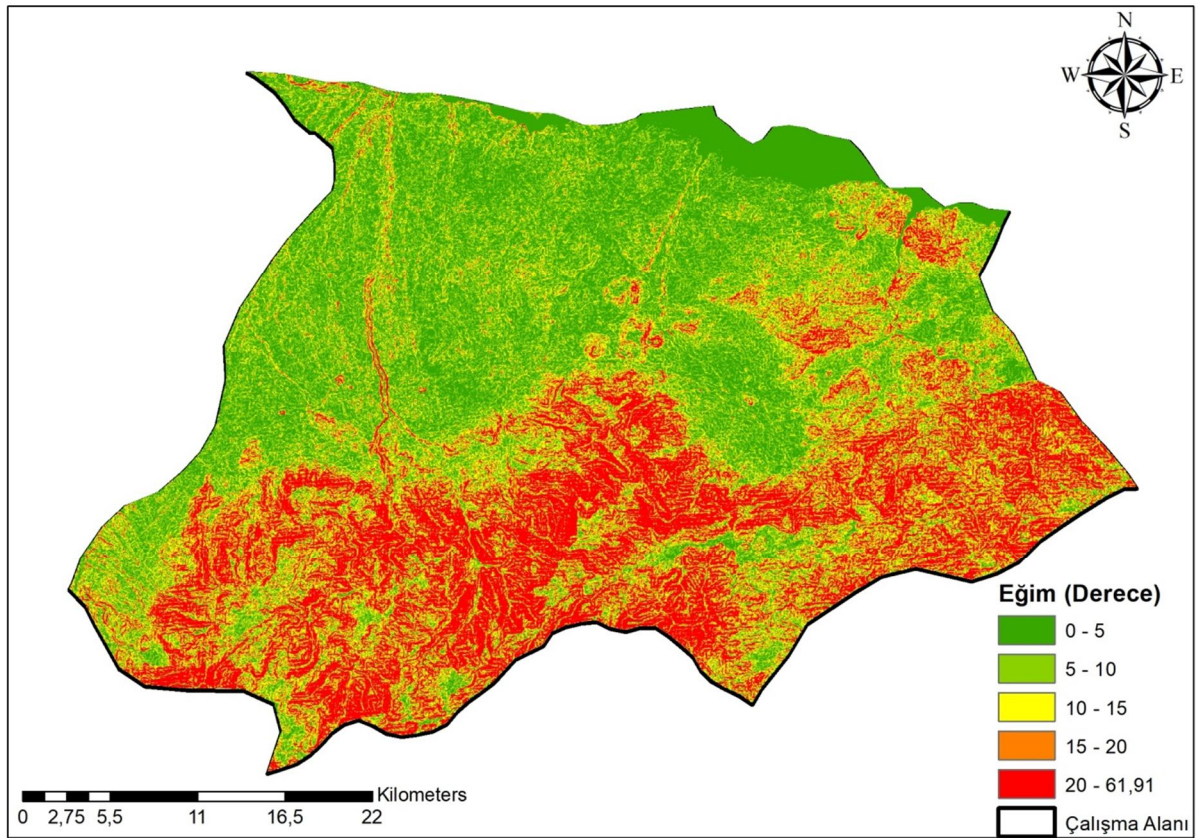
Eğim haritası, çalışma alanına ait DEM verilerinin ArcGIS 10.2 yazılımına yüklendikten sonra “Spatial Analyst Tools→ Surface→ Slope” işleminin yapılmasıyla elde edilmiştir. Çalışma alanının eğim haritası “Reclassify” aracı kullanılarak beş sınıfa ayrılmıştır. Eğim derecesine göre 0°-5°, 5°-10°, 10°-15°, 15°-20°, 20°-61,91° olarak sınıflandırılmıştır. Çalışma bölgesinde 5°-10° ve 0°-5° eğime sahip alanlar yoğunlukta iken çok eğimli araziler üçüncü sırada yer almaktadır.

Çalışma alanının eğim verileri gösteriyor ki taşkına duyarlı alanlar yoğunluktadır. Çalışma alanına ait ağırlık değerleri ve sınıflandırılmış eğim dereceleri Tablo 6.1’de gösterilmiştir.

Tablo 6.1. Sınıflandırılmış Eğim ve Ağırlık Değerleri

Eğim (Derece)	Morfolojik Tanımı	Alan (km ²)	Ağırlık Değeri	Etki Düzeyi (%)
0°-5°	Çok Az Eğimli	436,0607613	5	10
5°-10°	Az Eğimli	444,7203006	4	
10°-15°	Hafif Eğimli	280,6828849	3	
15°-20°	Dik Eğimli	211,712746	2	
20°-61,91°	Çok Dik	374,8149193	1	

Eğim haritası Şekil 6.3’te verilmiştir.



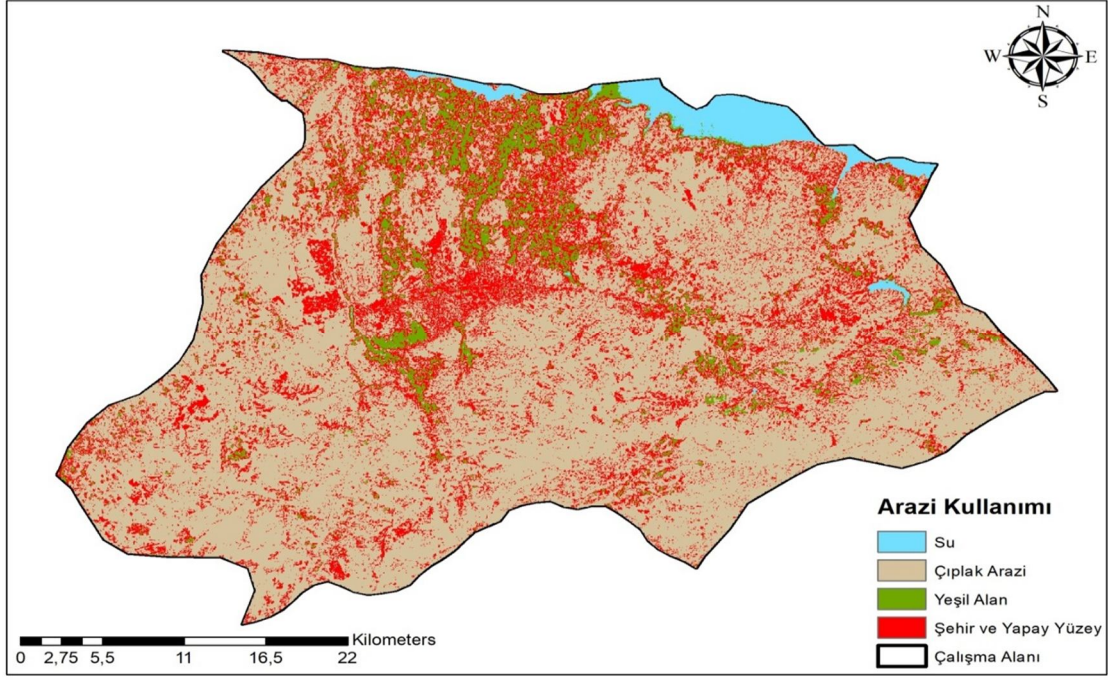
Şekil 6.3. Eğim Haritası

Haritaya göre yeşil ve sarı renkler az eğimli yerleri ifade ederken turuncu ve kırmızı renkler ise yüksek eğimli alanları ifade etmektedir. Eğim haritasına göre çalışma alanının büyük bir kısmı az eğimli bir yapıya sahiptir. Buna göre çalışma alanı taşkına duyarlı bir yapıdadır. Eğimin düşük olduğu bölgeler taşkınların meydana geldiği sahalardır. Taşkın suları yukarıdan (membadan) yüksek hızlarda gelerek az eğimli ovalarda yayılırlar. Bu nedenle az eğimli bölgeler taşkınların yaşandığı sahalardır. Bu nedenle düşük eğim sınıfına yüksek ağırlık değeri atanmıştır. Çok az eğimli yerlere ağırlık değeri olarak 5, az eğimli yerler 4, hafif eğimli yerler 3, dik eğimli yerler 2 ve çok dik eğimli yerlere ise 1 değeri atanmıştır. Etki yüzdesi 10 olarak belirlenmiştir.

6.1.5. Arazi Kullanımı

Kaçak yapılaşma sonucunda insanlar tarım arazilerini, yeşil alanları, su havzalarını ve diğer canlıların hayatını olumsuz etkilemiştir. Kaçak yapılaşma ve düzensiz planlama sonucunda altyapı sorunları da ortaya çıkmıştır. Geçirimsiz yüzeylerde suyun akışa geçmesi taşkınlara sebep olmaktadır (Çokoyoğlu, 2008).

Arazi kullanımında veriler taşkına sebep olan etkileri dikkate alınarak su, şehir ve yapay yüzeyler, yeşil alanlar ve çıplak arazi olmak üzere dört sınıfa ayrılmıştır. Çalışma alanına ait uydu görüntüsünün üzerinde arazinin sınıflandırma işlemini yapabilmek için “Draw Polygon” komutu ile sınıflandırma yapmak istenilen yüzeylere ait poligon çizimleri yapılmıştır. Poligon çizimleri tamamlanınca “Classification→Maximum Likelihood Classification” ile arazi sınıflandırma işlemi yapılmıştır. Daha sonra “Spatial Analyst Tools→Reclass→Reclassify” yeniden sınıflandırma işlemi ile çakıştırmada kullanılacak harita elde edilmiştir. Arazi kullanımına ait harita Şekil 6.4’te gösterilmiştir.



Şekil 6.4. Arazi Kullanım Haritası

Tablo 6.2. Sınıflandırılmış Arazi Kullanımı ve Ağırlık Değerleri

Arazi Sınıfı	Alan (km ²)	Ağırlık Değeri	Etki Düzeyi (%)
Su	44,93954736	1	20
Çıplak Arazi	1203,599853	4	
Yeşil Alan	102,8710942	2	
Şehir ve Yapay Yüzey	396,7104523	5	

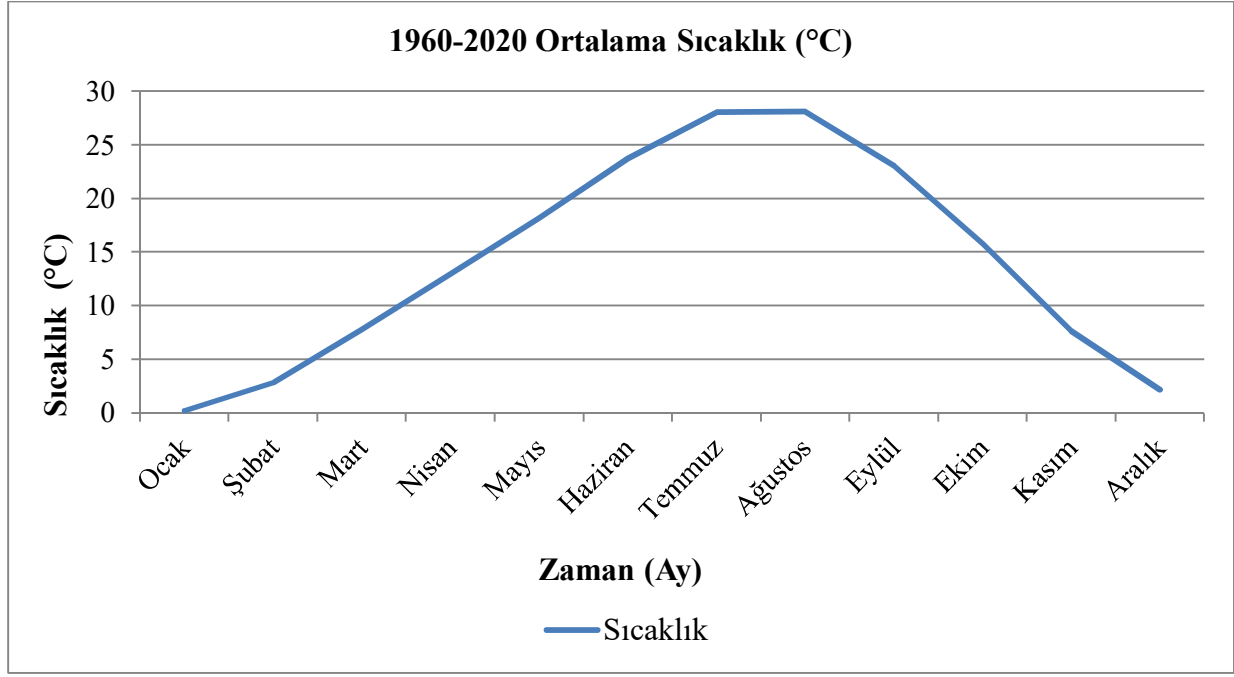
Tablo 6.2'ye bakıldığında yerleşim bölgesinin daha yoğun olduğu görülmektedir. Bu durum taşkın etkisinin kentleşmenin yoğun olduğu bölgelerde ne derece öneme sahip olduğunu göstermektedir. Kentsel ve endüstriyel alanlar (yollar, binalar, asfaltlar) su tutan, emilimi azaltan ve akışı hızlandıran alanlardır. Bu nedenle önem derecesi 5 olarak belirlenmiştir. Yerleşim bölgesinin dışında ise genel olarak çıplak arazi yoğunluktadır. Çıplak arazinin varlığı suyun akışını hızlandıracağından taşkın riski yüksek olup önem derecesi 4 olarak belirlenmiştir. Ormanlık alanlar veya yoğun bitki örtüsü alanları, toprağın suyu emme ve akışı azaltma kabiliyeti nedeniyle taşkına karşı daha az hassastır. Bu nedenle önem derecesi 2 olarak belirlenmiştir. Bölgede su varlığı ise küçük bir yoğunluğa sahiptir ve önem derecesi 1 olarak belirlenmiştir. Etki yüzdesi 20 olarak belirlenmiştir.

6.1.6. Sıcaklık

Çalışmada kullanılan veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden elde edilmiştir. Bu çalışmada aylık ortalama sıcaklık değerleri kullanılmıştır. İstasyonlara ait ölçümler 1960-2020 yılları arasını kapsamaktadır. Çalışma alanına ait istasyonlar ve bu istasyonlara ait veriler Tablo 6.3'te belirtilmiştir (MGM, 2021d).

Tablo 6.3. 1960-2020 İstasyonlara Göre Sıcaklık Verileri

İst. No- İst. Adı	Aylar											
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
17706-Akçadağ	1,20	3,52	8,15	12,98	17,79	23,40	27,28	27,04	22,01	14,73	7,48	2,51
17764-Arappir	-1,61	-0,31	4,60	10,52	15,72	20,82	24,93	25,15	20,90	14,15	6,66	0,95
18189-Arguvan	0,08	3,16	7,54	11,96	16,81	22,55	26,81	27,28	22,54	15,78	7,71	1,98
18187-Battalgazi/Meyvecilik Arş. (TAGEM)	1,53	4,18	8,89	13,18	18,31	23,00	27,48	27,15	21,65	14,98	7,20	2,80
18185-Darende	-0,41	2,88	7,50	12,05	16,74	21,66	25,68	25,85	21,45	14,69	6,61	1,32
17842-Darande/Balaban	-2,42	0,34	9,98	21,89	30,74	40,32	48,53	48,19	38,53	25,43	10,21	0,54
17872-Doğanşehir	-1,96	-0,26	4,93	10,43	14,83	19,85	23,10	22,51	17,68	11,75	5,10	0,17
18352-Doğanyol	2,63	5,41	9,77	13,83	18,83	24,80	29,30	29,30	24,81	17,28	9,59	4,36
18183-Hekimhan	-0,71	2,36	6,81	11,35	16,04	21,28	25,38	25,88	21,25	14,10	6,79	1,39
18184-Kuluncak	-1,90	1,19	5,89	10,36	15,50	19,73	23,50	24,04	19,24	13,09	5,40	0,47
17199-Malatya	0,27	1,99	7,17	13,00	17,93	23,14	27,23	27,06	22,57	15,65	7,86	2,40
17845-Malatya/Kale	3,28	5,34	9,81	14,64	19,50	25,09	28,96	28,86	23,83	17,18	9,64	5,03
18353-Malatya/Kayısı Arş. Ens.	0,97	3,91	8,73	12,94	17,74	22,91	26,81	26,93	22,64	14,65	7,24	2,51
18186-Pütürge	0,64	3,58	7,70	12,01	16,86	22,44	26,60	27,00	22,49	16,07	8,30	2,58
18188-Yazhan	1,95	5,14	9,63	14,14	19,25	25,23	29,28	29,39	24,26	17,19	9,33	3,46
Malatya İli Ort. Ortalaması	0,24	2,83	7,81	13,02	18,17	23,75	28,06	28,11	23,06	15,78	7,67	2,16



Grafik 6.1. 1960-2020 Ortalama Sıcaklık Dağılımı

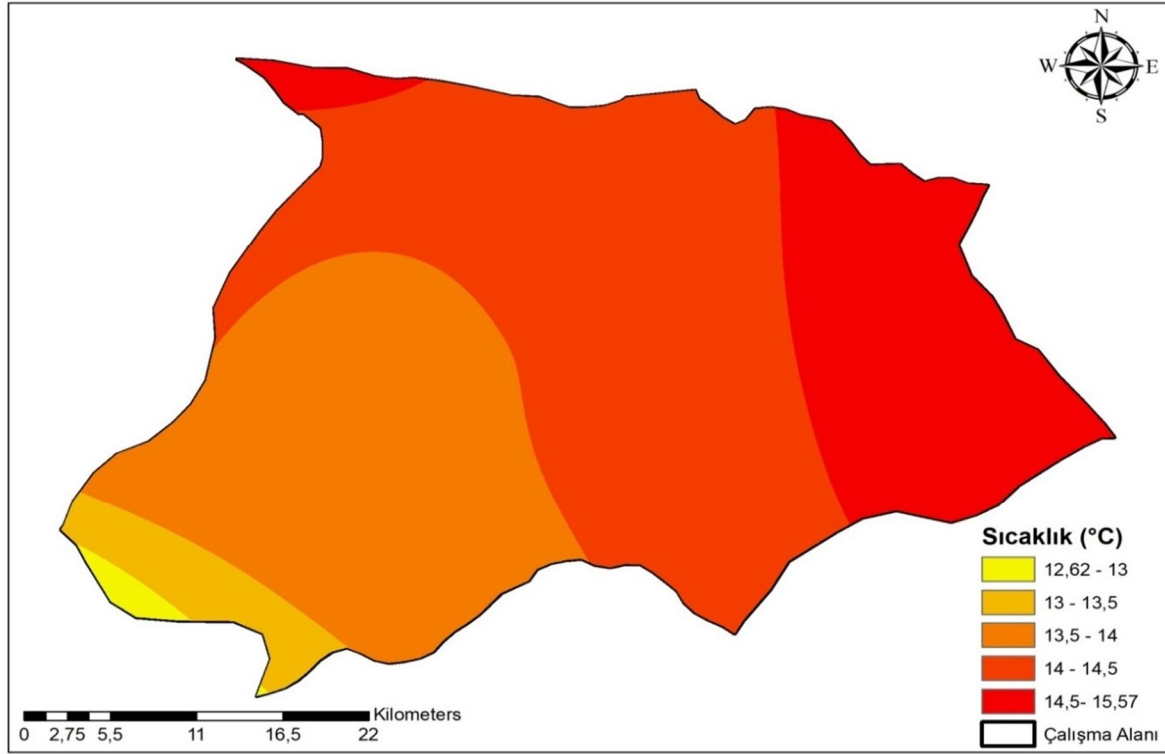
Tablo incelendiğinde en yüksek sıcaklık değeri 28,11°C olarak Ağustos'ta görülürken sıcaklığın en düşük değeri 0,24°C ile Ocak'ta görülmüştür. Malatya ilinde en sıcak aylar Haziran, Temmuz ve Ağustos iken en soğuk aylar Aralık, Ocak ve Şubat olarak belirlenmiştir. (Grafik 6.1)

İklim değişikliğiyle beraber sıcaklıklarda meydana gelen düzensizlikler taşkınların oluşumunda önemli bir rol oynamaktadır. Sıcaklıkların normalin üzerinde seyretmesi, özellikle ilkbahar aylarındaki ani kar erimeleri taşkınların oluşumunu etkilemektedir. Ayrıca şehirleşmenin yoğun olduğu alanlarda yapay yüzeylerin etkisiyle sıcaklıklar artmakta ve buharlaşma oranı azalmaktadır. Buna karşın doğal ortamlarda (orman ve tarım arazileri gibi) sıcaklık ortalamaları daha düşük ve buharlaşma oranı daha yüksektir.

Çalışmada kullanılacak istasyonlara ait koordinat bilgileri ArcGIS ortamına "File→Add Data→Add XY Data" adımları izlenerek aktarılır. Excell ortamından aktarılan veriler nokta veri tabanına "İstasyon Layer →Data→Export Data" işlemleri ile çevrilir. Daha sonra "New Personal Geodatabase" üzerinden sıcaklık verileri düzenlenir.

Sıcaklık dağılım haritası oluşturulurken izlenen adımlar şu şekildedir: "Geostatistical Analyst→ Geostatistical Wizard→ Data Field Sıcaklık→ Next→ Neighborhood Type Smooth→ Smoothing Factor 0.7→ Next→ Finish". Oluşan geniş çaplı harita "Layer Properties→ Extent" komutu ile küçültülür. Daha sonra raster formatına "Data→ Export Raster Data" komutu ile çevrilir. Haritanın çalışma sınırlarına küçültülmesi için "Data

Management Tools→ Raster→ Raster Processing→ Clip” işlemleri yapılır. Oluşan harita “Layer Properties→ Symbology→ Classified” ile 5 sınıfa ayrılır ve renklendirme işlemi yapılır. Daha sonra “Spatial Analyst Tools→ Reclass→ Reclassify→ Input Raster Sıcaklık” (Value ile her sınıf için yeni bir tam sayı değeri) ile yeniden sınıflandırma işlemi yapılarak analiz için harita son haline getirilmiş olur. Oluşturulan sıcaklık dağılım haritası ve sınıflandırılmış sıcaklık değerleri sırasıyla Şekil 6.5 ve Tablo 6.4’te belirtilmiştir.



Şekil 6.5. Sıcaklık Haritası

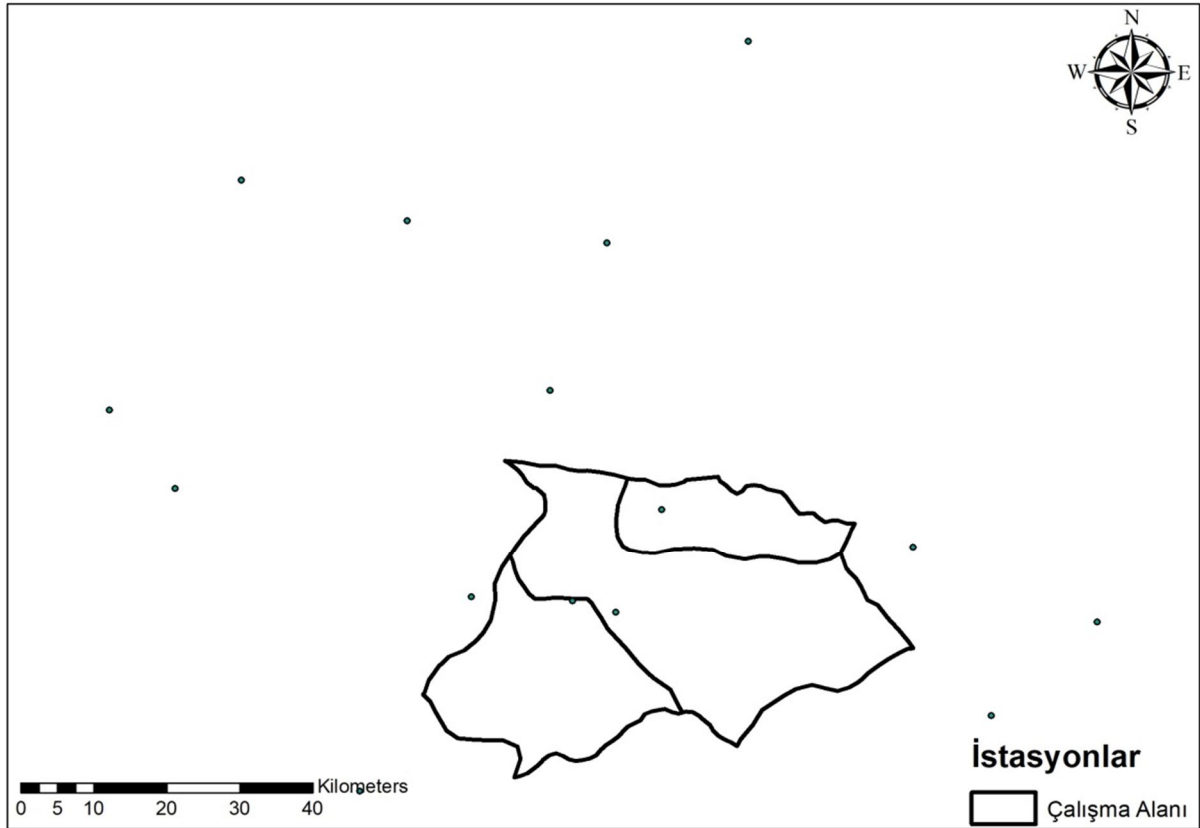
Tablo 6.4. Sınıflandırılmış Sıcaklık ve Ağırlık Değerleri

Sıcaklık (°C)	Alan (km ²)	Ağırlık Değeri	Etki Düzeyi (%)
12,62-13	12,4443	5	5
13-13,5	73,9173	4	
13,5-14	525,2811	3	
14-14,5	765,0829	2	
14,5-15,57	371,359	1	

Bu çalışmada sıcaklık dağılım haritası Inverse Distance Weighting (IDW-Uzaklığın Tersine ile Ağırlıklandırma) yöntemi ile elde edilmiştir. IDW ile değerleri belli olan noktalar kümesinin ağırlıklı ortalaması sayesinde bilinmeyen noktaların değerleri tahmin edilir (Bayazıt, 2021b). Tablo 6.4'te görüldüğü gibi düşük sıcaklık değerine sahip alanlar için yüksek değer atanmış olup sıcaklık değerleri arttıkça atanan değerler düşmüştür. Buna göre en düşük sıcaklığa sahip alanlar için atanan değer 5 iken en yüksek sıcaklığa sahip alanlar için atanan değer 1'dir. Etki yüzdesi 5 olarak belirlenmiştir.

6.1.7. Yağış

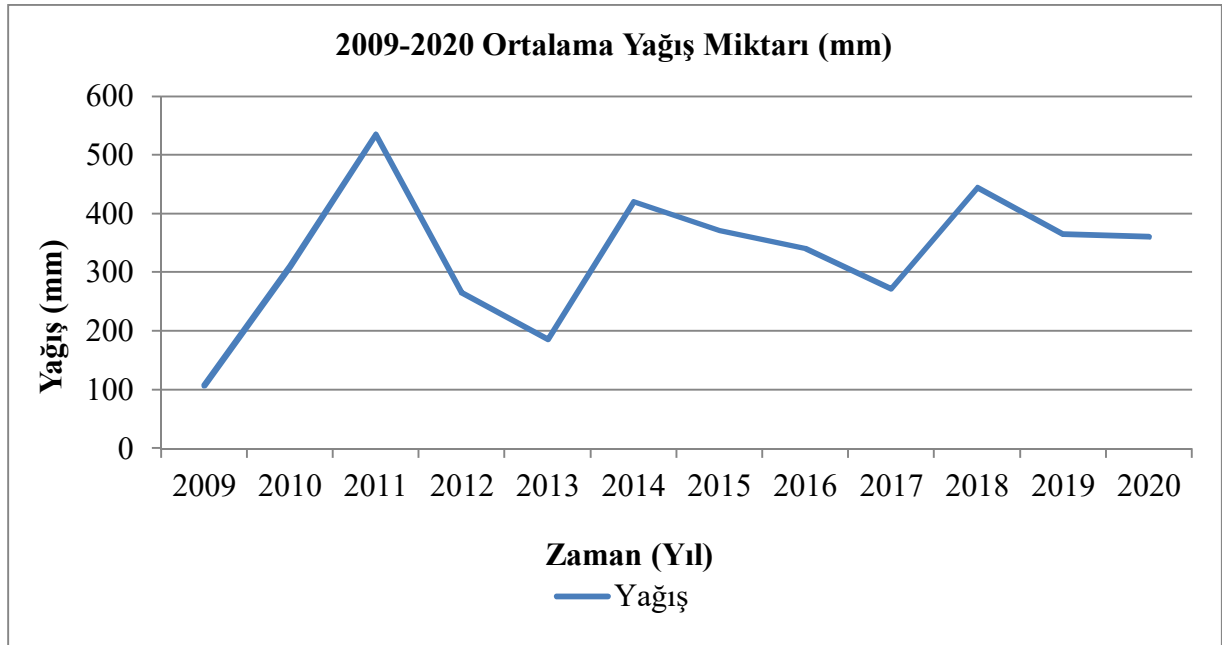
Taşkın hesaplamalarında kullanılan yağış verileri Devlet Su İşleri ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından yapılan istasyonlardan elde edilmektedir. Bu çalışmada MGM'den alınan 15 istasyona ait yıllık yağış verileri kullanılmıştır. İstasyonlara ait ölçümler 2009-2020 yılları arasını kapsamaktadır. Bu çalışmada kullanılan verilere ait istasyonlar ve bu istasyonlara ait yağış verileri Şekil 6.6 ve Tablo 6.5'te verilmiştir (MGM, 2021e).



Şekil 6.6. İstasyonlar

Tablo 6.5. 2009-2020 İstasyonlara Göre Yağış Verileri

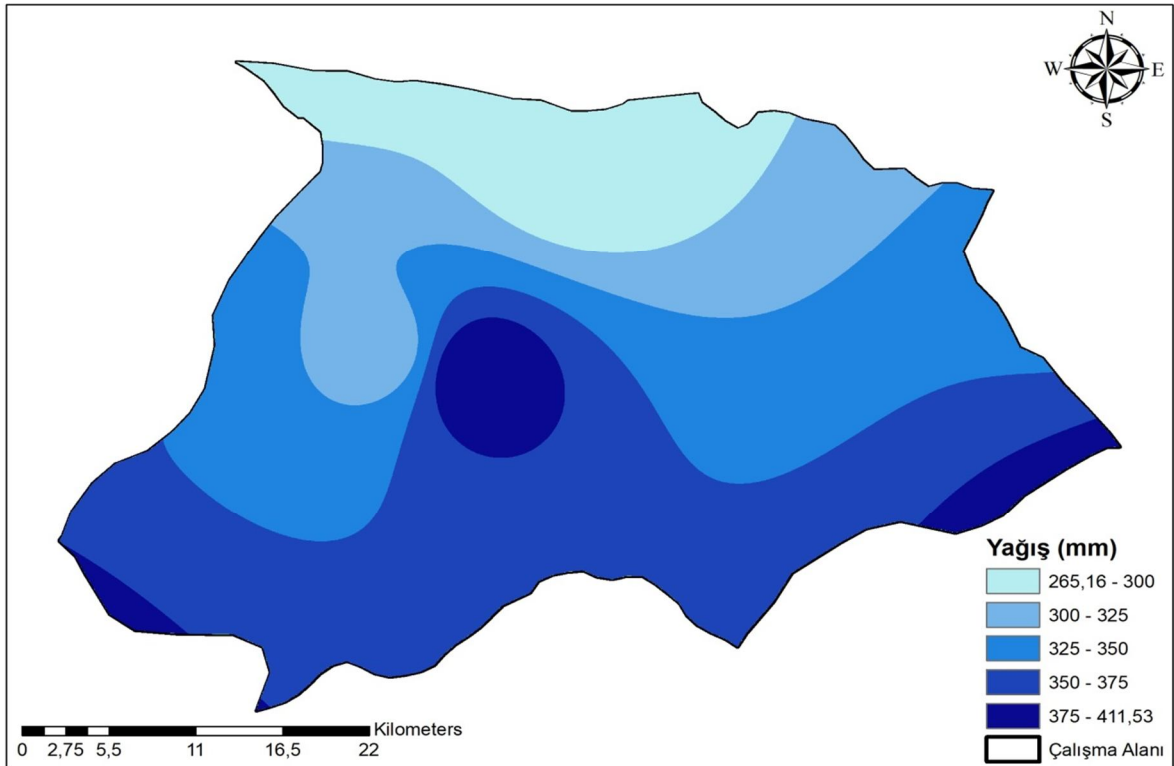
İstasyon No-İstasyon Adı	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
17706-Akçadağ		265,00	348,40	423,80	289,00	433,80	368,10	302,40	252,60	421,00	378,20	410,20
17764-Arapgir	145,80	420,20	794,00	667,40	183,20	548,90	483,60	504,20	459,80	622,60	654,20	657,20
18189-Arguvan				158,60	199,90	203,20	387,70	378,10	256,00	342,70	173,90	206,80
18187-Battalgazi/Meyvecilik Arş.(TAGEM)				110,60	172,10	306,70	354,60	262,60	165,70	390,60	293,40	330,10
18185-Darende				77,70	82,90	142,70	335,80	272,60	262,50	343,80	250,80	285,50
17842-Darand/Balaban	25,00	277,20	339,60	253,80	244,40	316,20	304,70	242,20	239,00	430,60	245,30	165,30
17872-Doğanşehir	230,00	398,80	475,40	519,20	389,00	509,20	456,70	356,60	369,00	582,20	453,40	565,40
18352-Doğanyol					23,50	419,90	50,60	491,40	295,10	655,30	653,00	559,60
18183-Hekimhan				167,70	281,30	357,00	394,90	368,90	263,60	412,60	335,80	307,80
18184-Kuluncak				85,90	131,30	300,20	343,30	226,70	244,20	365,90	249,50	298,50
17199-Malatya	0,00	234,40	255,00	300,60	301,60	315,60	439,60	294,70	256,40	472,10	362,70	381,90
17845-Malatya/Kale	136,80	264,20	999,40	480,00	75,80	245,10	236,20	246,40	260,80	395,40	319,20	179,40
18353-Malatya/Kayısı Arş.Ens.					2,90	1460,50	515,60	470,40	244,70	223,20	184,50	190,40
18186-Pütürge				143,10	420,10	586,50	567,80	498,40	326,50	665,90	613,10	539,80
18188-Yazihan				58,70	0,00	163,50	330,80	202,40	192,80	347,00	306,90	326,20
Malatya İli Toplam Yağış	107,52	309,97	535,30	265,16	186,47	420,60	371,33	341,20	272,58	444,73	364,93	360,27



Grafik 6.2. 2009-2020 Ortalama Yağış Miktarı

Grafik 6.2'ye göre Malatya ilinde 2009-2020 yılları arasında yapılan ölçümlerde yıllık ortalama yağış miktarı yıllara göre değişkenlik göstermekte olup en fazla yağış 2011 yılında 535,30 mm iken en az yağış 107,52 mm ile 2009 yılına aittir. Son yıllarda ise yağış miktarı düşüş göstermiştir ve 2020 yılında yapılan ölçümlerde yıllık düşen yağış miktarı ortalama 360,27 mm olarak ölçülmüştür.

Bu çalışmada yağış dağılım haritası Inverse Distance Weighting (IDW-Uzaklığın Tersi ile Ağırlıklandırma) yöntemi ile elde edilmiştir. İstasyonlara ait yağış verileri düzenlendikten sonra yağış dağılım haritası oluşturulurken şu adımlar izlenir: “Geostatistical Analyst→ Geostatistical Wizard→ Data Field Yagis→ Next→ Neighborhood Type Smooth→ Smoothing Factor 0.7→ Next→ Finish”. Oluşan geniş çaplı harita “Layer Properties→ Extent” komutu ile küçültülür. Daha sonra raster formatına “Data→ Export Raster Data” komutu ile çevrilir. Haritanın çalışma sınırlarına küçültülmesi için “Data Management Tools→ Raster→ Raster Processing→ Clip” işlemleri yapılır. Oluşan harita “Layer Properties→ Symbology→ Classified” ile 5 sınıfa ayrılır ve renklendirme işlemi yapılır. Daha sonra “Spatial Analyst Tools→ Reclass→ Reclassify→ Input Raster Yagis” ile yeniden sınıflandırma işlemi yapılarak yağış dağılım haritası oluşturulur. Oluşturulan yağış dağılım haritası Şekil 6.7'de verilmiştir.



Şekil 6.7. Yağış Haritası

Sınıflandırılmış yağış verileri ve ağırlık değerleri Tablo 6.6’da gösterilmiştir.

Tablo 6.6. Sınıflandırılmış Yağış ve Ağırlık Değerleri

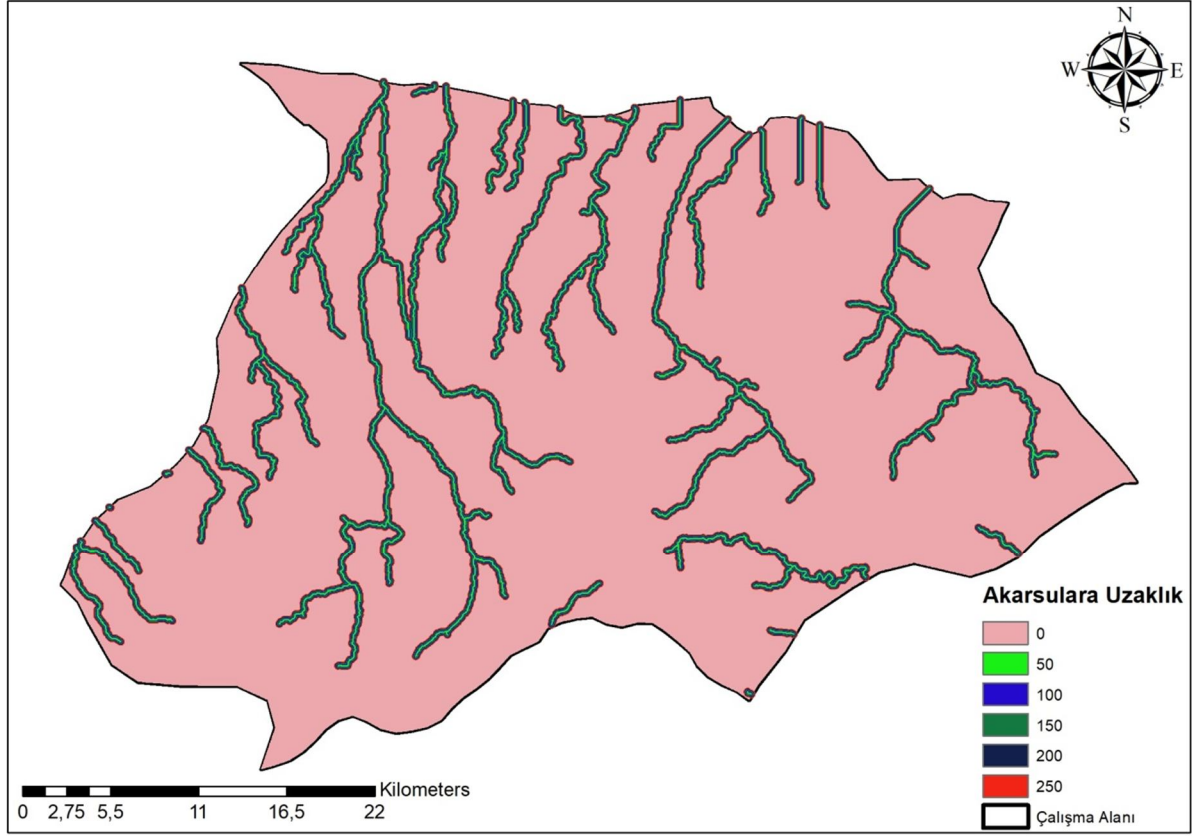
Yağış (mm)	Alan (km ²)	Ağırlık Değeri	Etki Düzeyi (%)
265,16-300	224,7271	1	25
300-325	290,954	2	
325-350	483,1217	3	
350-375	642,2311	4	
375-411,53	107,0507	5	

Taşkın analizlerinde en önemli verilerden biri yağıştır. Yağış miktarı arttıkça taşkın riski artacağından analizlerde atanan ağırlık değeri yüksektir. Tablo 6.7’de görüldüğü gibi yağış miktarı arttıkça yüksek ağırlık değeri atanmıştır. 265,16-300 mm aralığındaki sınıfa ağırlık değeri 1 atanırken en çok yağış miktarı olan 375-411,53 mm aralığındaki sınıfa 5 ağırlık değeri atanmıştır. Etki yüzdesi 25 olarak belirlenmiştir.

6.1.8. Akarsulara Uzaklık

Taşkın riskini etkileyen önemli faktörlerden biri de akarsulara uzaklıktır. Akarsu yatağına olan uzaklık arttıkça taşkın riski azalmakta olup akarsulara yakın yerlerde ise taşkın riski yüksektir. Çalışma alanındaki akarsular Strahler akış sırası yöntemine göre sınıflandırılmıştır.

Hidroloji analizi yapılırken kullanılan DEM verisi üzerinde bulunabilen bazı boşluklar “Spatial Analyst Tools→ Hydrology→ Fill” işlemi ile doldurulur. Daha sonra sırasıyla “Flow Direction→ Flow Accumulation→ Stream Link→ Stream Order→ Stream To Feature” işlemleri yapılır. Daha sonra raster formatına çevrilir. Ardından “Reclassify” işlemi yapılır. Çalışma alanı sınırları içerisinde kalan akarsular mesafelerine göre “Geoprocessing→ Buffer→ Distance Linear Unit” ile sınıflara ayrıldıktan sonra elde edilen haritada “Geoprocessing→ Union” komutu ile tüm sınıflar birleştirilir. Her sınıf tek tek” Conversion Tools→ To Raster→ Polygon To Raster” işlemleri ile raster formatına çevrilir. Daha sonra “Reclassify” işlemi yapılır. Akarsulara uzaklık haritası Şekil 6.8’de ve sınıflandırılmış akarsulara uzaklık ve ağırlık dereceleri Tablo 6.7’de verilmiştir.



Şekil 6.8. Akarsulara Uzaklık

Tablo 6.7. Sınıflandırılmış Akarsulara Uzaklık ve Ağırlık Değerleri

Akarsulara Uzaklık (m)	Alan (km ²)	Ağırlık Değeri	Etki Düzeyi (%)
0	1511,5955	1	40
50	49,1925	5	
100	48,5952	4	
150	48,0576	3	
200	47,3997	2	
250	46,8522	1	

Tablo 6.7’de görüldüğü gibi akarsu yatağına olan uzaklık arttıkça taşkın riski azalacağından düşük ağırlık değeri atanmıştır. Akarsu yatağına olan mesafe azaldıkça taşkın riski de artacağından yüksek ağırlık değeri atanmıştır. Etki yüzdesi 40 olarak belirlenmiştir.

6.2. Yöntem

Çalışmada ArcGIS 10.2 yazılımı, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemi ve ÇKKV metotlarından Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) kullanılmıştır.

ArcGIS, harita oluşturmak, mekânsal analiz yapmak ve verileri yönetmek için ESRI tarafından geliştirilmiş bir CBS yazılımıdır. Bu çalışmada ArcGIS yazılımında yer alan ArcMap kullanılmıştır.

6.2.1. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi (ÇKKV)

Forman ve Selly'e göre karar verme, belirli bir amaç doğrultusunda alternatif seçenekler arasından seçim yapmaktır (Çınar, 2004).

ÇKKV, birçok yaklaşımı bünyesinde bulunduran, karar sürecini kriterlere göre birden fazla ve aynı anda uygulanan kriterlerin içerisinden elde edeceği faydayı en iyi şekilde analiz etme sürecine dayanan karar yöntemidir. Karar vericiler için ele aldığı kriterler içerisinden amacına ve probleme uygun olan kriterleri belirlemede yardımcı olan yöntemdir. Kriterlerin birbiri ile çelişmesi durumunda ortak noktada birleştirilerek değerlendirme yapılabilen yöntemdir (Hamurcu ve Eren, 2015).

Çok kriterli karar verme yönteminde kullanılan parametreler ve ağırlık değerleri o bölgenin özelliklerine ve bazı formüllere göre belirlenmektedir bunlar aşağıda anlatıldığı gibi belirlenmektedir. Çalışmamda kullanılan parametreler ve ağırlık değerleri ise bu yöntemle oluşturulan, literatürde bulunan değerler kullanılarak oluşturulmuştur.

Problemlerde çözüm için beş adım belirlenmiştir:

1. **Adım:** Problem Tanımı: Çözülecek problemin tanımı yapılmalıdır.
2. **Adım:** Kriter Belirlenmesi: Karar verme için uygun kriterler oluşturulmalıdır.
3. **Adım:** Çözüm İçin Seçenek Oluşturulması: Probleme uygun çözüm seçenekleri sunulmalıdır.
4. **Adım:** Karar Verme: Sunulan çözüm seçenekleri içerisinden uygun olana karar verilmelidir.
5. **Adım:** Uygulama: Verilen karar uygulanmalı ve sonuçlar tartışılmalıdır (Özcan vd., 2009).

6.2.2. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP)

AHP, en sık kullanılan ÇKKV yöntemlerindedir. AHP, bütün alternatiflerin her kriter için değerlendirilip önem sırasına göre ikili karşılaştırmalar yapılmasıdır. Beş adımda gerçekleşir:

1. **Adım:** Değerlendirme ölçütleri için ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur.
2. **Adım:** Karşılaştırılacak matrisin her bir elemanı, bulunduğu sütunun toplamına bölünüp normalleştirilmiş karşılaştırma matrisi elde edilir.
3. **Adım:** Normalleştirilmiş karşılaştırma matrisi için her satırdaki satır ortalaması hesaplandıktan sonra elde edilen ortalama değer kriterlerin önem derecesi anlamına gelir.
4. **Adım:** Tutarlılık katsayısı yani Consistency Index (CI) hesaplanır.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

λ_{max} : Ağırlık vektörünün göreceli önem derecesine bölünmesi ile bulunur.

5. **Adım:** Tutarlılık oranı yani Consistency Rate (CR) hesaplanır.

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

RI: Rastgelelik İndeksi

CR=0 olursa matrisin tamamen tutarlı olduğu anlamına gelir.

CR<0,1 olursa matris tutarlıdır.

CR \geq 0,1 olursa matris tutarlı oluncaya kadar karşılaştırmaya devam edilir (Aydın vd., 2009).

Tablo 6.8. AHP Önem Dereceleri

Önem Ölçeği	Tanım	Açıklama
1	Eşit	Eşit önem derecesine sahip iki seçenek
3	Orta	Bir kriter diğerine karşı biraz üstün
5	Kuvvetli	Bir kriter diğerine karşı kuvvetli derecede üstün
7	Çok kuvvetli	Bir kriter diğerine karşı çok kuvvetli derecede üstün
9	Kesin önemli	Bir kriter diğerine karşı çok kuvvetli derecede üstün ve büyük güvenirliliğe sahip
2, 4, 6, 8	Ara değer	İki kriter veya yargı arasındaki değerler

Kaynak: (Aydın vd., 2009)

Tablo 6.9. Kriterlerin Karşılaştırılması

Kriterler	Eğim	Arazi Kullanımı	Sıcaklık	Yağış	Akarsulara Uzaklık
Eğim	1	1/2	2	1/3	1/4
Arazi Kullanımı	2	1	4	2/3	1/2
Sıcaklık	1/2	1/4	1	1/6	1/8
Yağış	3	2/3	6	1	3/4
Akarsulara Uzaklık	4	2	8	1 1/3	1

Bu tez çalışmasında kurulan AHP modelinde CR değeri 0,028 olarak hesaplanmıştır. Bu değer 0,10 değerinden küçük çıkması AHP yönteminin doğruluğu açısından önemlidir.

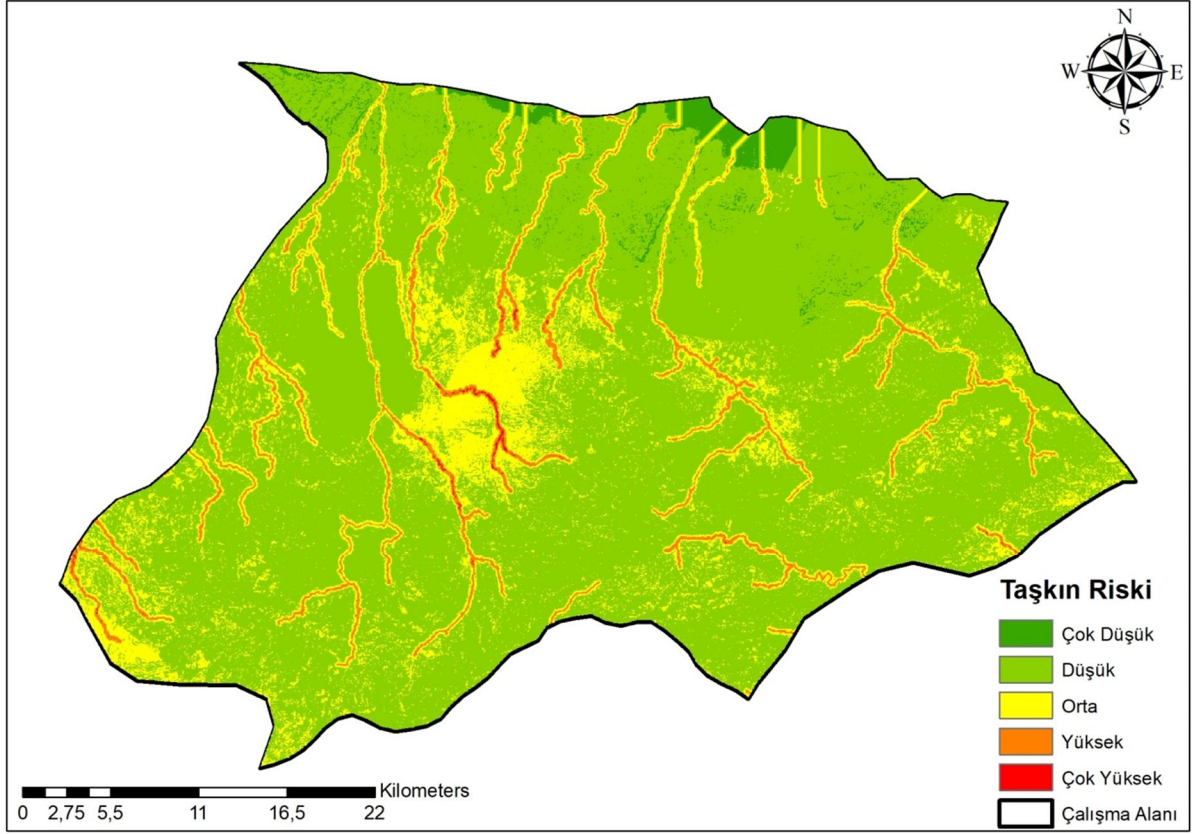
7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri'nden yararlanarak Çok Kriterli Karar Verme yöntemi ile Malatya iline ait merkez Battalgazi ve Yeşilyurt ilçelerinin taşkın risk haritası oluşturulmuştur. Çalışmada kullanılan her bir kriterin sınıf aralıkları ağırlık değerlerine göre Tablo 7.1'de verilmiştir.

Tablo 7.1. Kriterler ve Atanan Ağırlık Değerleri

Kriterler	Sınıf Aralıkları	Ağırlık Değerleri	Etki Yüzdesi
Eğim (°)	0-5	5	10
	5-10	4	
	10-15	3	
	15-20	2	
	20-61,91	1	
Arazi Kullanımı	Su	1	20
	Çıplak Arazi	4	
	Yeşil Alan	2	
	Şehir ve Yapay Yüzey	5	
Sıcaklık (°C)	12,62-13	5	5
	13-13,5	4	
	13,5-14	3	
	14-14,5	2	
	14,5-15,57	1	
Yağış (mm)	265,16-300	1	25
	300-325	2	
	325-350	3	
	350-375	4	
	375-411,53	5	
Akarsulara Uzaklık (m)	0	1	40
	50	5	
	100	4	
	150	3	
	200	2	
	250	1	

Taşkın risk analizi için her kritere ait harita Spatial Analyst Tools→ Overlay→ Weighted Overlay ile çakıştırılarak taşkın risk analizi yapılır. Analiz sonucunda elde edilen taşkın risk haritası ve alansal dağılım tablosu sırasıyla Şekil 7.1 ve Tablo7.2’de verilmiştir.



Şekil 7.1. Taşkın Risk Haritası

Tablo 7.2. Risk Sınıfı Alansal Dağılım

Risk Sınıfı	Alan (km ²)	Yüzde (%)
Çok Düşük	31,66832598	1,8
Düşük	1364,014204	78,4
Orta	284,7566215	16,4
Yüksek	57,41294355	3,3
Çok Yüksek	1,650159634	0,1

Tablo 7.2’de görüldüğü gibi risk derecesi “Çok Düşük”, “Düşük”, “Orta”, “Yüksek” ve “Çok Yüksek” olarak sınıflandırılmıştır. Şekil 7.1’de kırmızı renkler taşkın riskinin “Çok Yüksek” olduğu yerleri gösterirken yeşil renkli yerler ise taşkın riskinin “Düşük” olduğu yerleri göstermektedir. Haritaya bakıldığında “Yüksek” riskli yerlerin akarsulara yakın yerler olduğu görülmektedir. Özellikle yerleşim bölgelerinin yoğun olduğu bölgelerde zemine sızan su miktarı azalacağından bu bölgelerde taşkın riski analiz sonucunda “Orta” derecede riskli bulunmuştur. Fakat yerleşim bölgelerinden geçen akarsulara yakın yerlerde ise bu risk “Yüksek” olarak belirlenmiştir.

Şekil 7.1’deki taşkın risk haritası ile çalışma alanına ait uydu görüntüleri birlikte ele alınarak incelendiğinde akarsu vadisi boyunca yer alan karayolları, tarım arazileri ve en önemlisi yerleşim birimleriyle birlikte burada yer alan nüfus yüksek risk altındadır.

Analiz sonucunda;

- Horata Çayı çevresi, Konak, Aşağıbağlar, Çilesiz, Gündüzbey, Çırmıhtı, İnönü Mah., Çarmuzu, Kaynarca, Selçuklu gibi yerleşim birimleri “Çok Yüksek” risk altındaki yerleşim birimleridir.
- Bostanbaşı, Topsöğüt, Uğrak, Aydoğan, Dilek, Küllü Mağara, Samanköy Kendirli, Çırmıhtı, Gündüzbey, Suluköy, Topraktepe, Tepeköy, Şahnahan, Hasırcılar, Kemerköprü, Hatunsuyu, Kaynarca, İnönü Mah., Çarmuzu, Orduzu, Eskimalatya, Boran, Hanımınçiftliği, Selçuklu, Uçbağlar, Fırat, Çolakoğlu, Karaköy, Fırıncı, Özal, Fatih, Görgü gibi yerleşim birimleri “Yüksek” risk altındadır.
- Merkezden daha uzak birimlerden Yaygın, Kuluşağı, Şişmanhan, Düzyol, Çayköy, Bindal, Karahan, Duruldu, Kuşdoğan, Kuyulu “Yüksek” risk altındadır.

Yerleşim birimlerinden uzakta “Yüksek” risk altında olan tarım arazilerinin sayısı oldukça fazladır. Bu durum sadece tarım arazilerinin değil orada yapılan hayvancılığın da tehlike altında olduğunu göstermektedir.

Taşkın tehlikesi altında bulunan yapılar içerisinde konutlar, okullar, sağlık ocakları, kamu binaları, camiler, spor tesisleri, trafolar, akaryakıt istasyonları, hayvan barınakları yer almaktadır. Tehlike altında olan yerlerden biri de karayollarıdır. Bazı yolların büyük bir kısmı tehlike altında iken bazı yolların da bir bölümü tehlike altında görülmektedir. Bu yapıların özellikleri taşkının zararlarını doğrudan ya da dolaylı olarak artırabilir. Ulaşımın aksaması, alt yapı sistemlerinde meydana gelecek hasarlar, kamu, sağlık, sosyal ve eğitim hizmetlerindeki aksamalar, elektrik kesintileri de düşünülürse zararının etkisi daha da

artacaktır. Toplu kullanılan okul, kamu binaları gibi yapıların zarar görmesi taşkından etkilenen nüfusu artıracaktır. Kamu binalarının zarar görmesi acil müdahale, kurtarma gibi faaliyetlerin aksamasına yol açacağı için bu binalar risk değerlendirmesinde önem arz etmektedir.

Akarsu yataklarına yerleşim birimlerinin kurulması, altyapı yetersizliği, taşkın önlemlerinin yetersiz olması, bitki örtüsünün tahribi gibi nedenler taşkınla meydana gelecek hasarı artıracaktır. Ayrıca yaşanan küresel iklim değişikliği düşünülürse önümüzdeki yıllarda doğal afetlerin sayısında bir artış meydana geleceği söylenebilir. Bu nedenle doğal afetlerle mücadele kapsamında taşkın önleme çalışmaları için risk haritalarının oluşturulması karar vericiler için kolaylık sağlayacaktır. Risk haritaları dikkate alınarak planlamaların yapılması can ve mal kaybını aza indirecektir.

Taşkın riskinin yüksek olduğu bölgelerde yapısal ve yapısal olmayan önlemlerin alınması tavsiye edilmektedir. Yerleşim birimlerinin bulunduğu yüksek riskli alanlarda yapılaşma kontrol altına alınmalıdır. Erken uyarı sistemleri aktif bir şekilde kullanılmalıdır. Tehlikenin yüksek olduğu yerlerde nüfusun taşkına hazır olması, müdahale ve planlama açısından önemli olup bilgilendirme yapılmalıdır. Taşkın risk planlamasına olumlu katkı sağlayacağı düşünülen bu çalışma sosyal ve ekonomik yararlar sağlama konusunda da önem arz etmektedir.

Taşkın risk haritası oluşturmayı amaçlayan bu çalışma, CBS ve UA teknolojilerini bir arada kullanarak kısıtlı imkânlar altında taşkın risk haritasının oluşturulabilmesini kanıtlamıştır. Ayrıca küresel veri tabanlarıyla birlikte uydu ürünlerinin kullanılması çalışmanın özgünlüğünü artırmıştır. Bu bölgede yapılabilecek çalışmalara örnek teşkil etmesi tahmin edilen bu tez çalışmasının önemli olduğu düşünülmektedir. CBS, UA ve çalışmada kullanılan yöntemler geliştirilerek kullanılabilir.

KAYNAKÇA

- Akhtar, A.** (2013). *Indus Basin Floods Mechanism, Impacts, and Management*. Asian Development Bank, Metro Manila, Philippines.
- Aydın, Ö., Öznehir, S., Akçalı, E.** (2009). Ankara İçin Optimal Hastane Yeri Seçiminin Analitik Hiyerarşi Süreci İle Modellenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14 (2), 69-86.
- Başarsoft,** (2022). *Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Nedir?*. [Erişim: 06.06.2022, <https://www.basarsoft.com.tr/cograf-bilgi-sistemleri-cbs-nedir/>]
- Bayazıt, Y.** (2021a). Bilecik İlindeki Şehirleşmenin Taşkın Riski Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması. *BŞEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 8 (1), 217-227.
- Bayazıt, Y.** (2021b). Bilecik İlindeki Şehirleşmenin Taşkın Riski Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması. *BŞEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 8 (1), 220.
- Coğrafyaharita,** (2021). *Malatya İli Haritası*. [Erişim: 02.03.2021, http://cografyaharita.com/haritalarim/4l_malatya_ili_haritasi.png]
- Costache, R., Diaconu, D. C., & Popa, M. C.** (2021). An Overview of Flood Risk Analysis Methods . *Water*, 13 (474).
- Çınar, Y.** (2004). *Çok Nitelikli Karar Verme ve 'Bankaların Mali Performanslarının Değerlendirilmesi' Örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Çokoyoğlu, S.** (2008). *Alibeyköy ve Kağıthane Havzalarında Arazi Kullanımı ve Sorunlarının 50 Yıllık Değişimi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dağhan, M. M.** (2018). *Hidroelektrik Enerji Üretimi İçin Baraj Yeri Seçiminde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) Kullanılması ve Uygulamaları (Seydisuyu Havzası)*. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Bilecek Şeyh Edebalı Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilecik.
- Demir, V., Kişi, Ö.** (2015). Flood Hazard Mapping by Using Geographic Information System and Hydraulic Model: Mert River, Samsun, Turkey. *Advances in Meteorology*, 2016.
- Desalegn, H., Mulu, A.** (2020). Flood Vulnerability Assessment Using GIS at Fetam Watershed, Upper Abbay Basin, Ethiopia. *Heliyon*, 6 (2020).

Efe, U. (2013). *Maden İşletmelerinin Planlamasında Üç Boyutlu Modelleme (3D) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Uygulamaları*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Elbaşı, E. (2022). *Bölgesel Taşkın Analizleri İle Taşkın Tehlike Haritalarının Hazırlanması*. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Engin, F. (2015a). *CBS Yardımı İle Toplu Konut Alanları Yer Seçimi; Malatya Örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Elazığ.

Engin, F. (2015b). *CBS Yardımı İle Toplu Konut Alanları Yer Seçimi; Malatya Örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Elazığ.

Forman, E., Selly, M. A. (2001). *Decisions by Objectives*, World Scientific. USA.

Günseli, İ. G. (2019). *Determination of Flood Risk Areas and Mitigation Strategies: A Case Study of the Menemen Plain, İzmir*. Yüksek Lisans Tezi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Hamurcu, E., Eren, T. (2015). Ankara Büyükşehir Belediyesi'nde Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemi İle Monoray Güzergah Seçimi. *Transist 8. Uluslararası Ulaşım Teknolojileri Sempozyumu ve Fuarı*, 17-19 Aralık, İstanbul.

Hoşgören, M. Y. (2001). *Hidrografya'nın Ana Çizgileri I: Yeraltısuları, Kaynaklar, Akarsular*. Çantay Kitabevi, İstanbul.

İlkha, (2022). *Malatya'da Sel Baskını Uyarısı*. [Erişim: 02.09.2022, <https://ilkha.com/guncel/malatya-da-sel-baskini-uyarisi-184252>]

Kılınc, H. Ç. (2017). *Gaziantep İli Su İhtiyacının Karşılanması Amacıyla Göksu (Nurhak-Kahramanmaraş) Havzasının CBS İle Hidrolojik Modellenmesi*. Doktora Tezi, Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep.

Malatya Net Haber, (2021). *Kaptajı Sel Bastı*. [Erişim: 20.05.2022, <https://www.malatyanethaber.com.tr/kaptaji-sel-basti/32177/>]

Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) (2021a). *2020 Yılı Meteorolojik Afetler Değerlendirmesi*. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) (2021b). Meteoroloji 13. Bölge Müdürlüğü, Elazığ.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) (2021c). Meteoroloji 13. Bölge Müdürlüğü, Elazığ.

- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)** (2021d). Meteoroloji 13. Bölge Müdürlüğü, Elazığ.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)** (2021e). Meteoroloji 13. Bölge Müdürlüğü, Elazığ.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)** (2022). *2021 Yılı İklim Değerlendirmesi*. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Mohammadi, M., Darabi H., Mirchooli F., Bakhshae A., Haghighi A., T.** (2020). Flood Risk Mapping and Crop-water Loss Modeling Using Water Footprint Analysis in Agricultural Watershed, Northern Iran. *Natural Hazards*, 105, 2007-2025.
- Nas, S. S., Nas, E.** (2015). Olası Taşkınların Altyapı Tesislerine Etkileri: Harşit Çayı Gümüşhane. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 31, 440-451.
- Oğuz, K., Oğuz, E., Coşkun, M.** (2016). Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Taşkın Risk Alanlarının Belirlenmesi: Artvin İli Örneği. *4. Ulusal Taşkın Sempozyumu*, 21-24 Kasım, Rize.
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı (OSİB)** (2017a). *Taşkın Yönetimi*. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı (OSİB)** (2017b). *Taşkın Yönetimi*. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Özcan, O., Musaoğlu, N., 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, Ankara.
- Özkan, E.** (2017). *Aksu Çayı Havzası'nda Taşkın Risk Analizi*. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.
- Öztürk, K., Oğuz, K., Oğuz, E.** (2021). Düzce Bölgesi Taşkın Duyarlılık Alanlarının Belirlenmesi. *Geomatik Dergisi*, 7 (3), 220-234.
- Posta,** (2022). *Malatya'da Eriyen Kar Sele Neden Oldu*. [Erişim: 02.09.2022, <https://www.posta.com.tr/son-dakika/malatya-da-eriyen-kar-sele-neden-oldu-2444506>]
- Rincón, D., Khan, U. T., Armenakis, C.** (2018). Flood Risk Mapping Using GIS and Multi-Criteria Analysis: A Greater Toronto Area Case Study. *Geosciences*, 8, 275.
- Rüstemov, V.** (2014). Coğrafi Bilgi Sistemleri ve 3D Modelleme. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 16, 146-150.

Sabah, (2021). *Malatya'da Sel Hayatı Olumsuz Etkiledi.* [Erişim: 20.05.2022, <https://www.sabah.com.tr/yasam/malatyada-sel-hayati-olumsuz-etkiledi-5617670>]

Saral, A., Musaoğlu, N. (2011). Çok Kriterli Karar Verme ve Bilgi Difüzyonu Yöntemleri İle Taşkın Risk Analizi. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 18-22 Nisan, Ankara.

Sunkar, M., Avcı, V. (2018). Bulancak'ta (Giresun) Sel ve Taşkın Olaylarına Neden Olan Pazarsuyu, İncüvez, Kara ve Bulancak Derelerinin Morfometrik Analizleri. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2 8(2), 15-41.

Swain, K. C., Singha, C., Nayak, L. (2020). Flood Susceptibility Mapping Through the GIS-AHP Technique Using the Cloud. *International Journal of Geo-Information*, 9 (12), 720.

Şahin, E. K., Kavzoğlu, T. (2011). CBS Tabanlı Çok Kriterli Karar Analizi İle Heyelanlardan Etkilenecek Yol Güzergâhlarının Tespiti. *TUFUAB IV. Teknik Sempozyumu*, 23-26 Şubat, Antalya.

Tanrıverdi, M. (2019). *Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Tabanlı Çok Ölçütlü Karar Analizi İle Şanlıurfa İl Merkezi'nin Taşkın Alanlarının Belirlenmesi.* Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.

Tarım ve Orman Bakanlığı (TOB) (2021). *CORINE (Çevresel Verilerin Koordinasyonu Projesi) 2018 Malatya İli Bölgesel Raporu.* Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara.

Tecim, V. (2008a). *Coğrafi Bilgi Sistemleri Harita Tabanlı Bilgi Yönetimi.* Renk Form Ofset Matbaacılık, Ankara.

Tecim, V. (2008b). *Coğrafi Bilgi Sistemleri Harita Tabanlı Bilgi Yönetimi.* Renk Form Ofset Matbaacılık, Ankara.

Tehrany, M. S., Shabani, F., Jebur, M. N., Hong, H., Chen, W., Xie, X. (2017). GIS-Based Spatial Prediction of Flood Prone Areas Using Standalone Frequency Ratio, Logistic Regression, Weight of Evidence and Their Ensemble Techniques. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 8 (2), 1538-1561.

Tokgözlü, A., Özkan, E. (2018). Taşkın Risk Haritalarında AHP Yönteminin Uygulanması: Aksu Çayı Havzası Örneği. *SDÜ Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 44, 151-176.

Töreyen, G., Özdemir, İ., Kurt, T. (2010). ArcGIS 10 Desktop Uygulama Dokümanı. *İşlem Coğrafi Bilgi Sistemleri Mühendislik ve Eğitim Ltd. Şti.*, Ankara.

Türkiye Cumhuriyeti Malatya Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü (2019). *Malatya İli 2018 Yılı Çevre Durum Raporu*. Çed ve Çevre İzinlerinden Sorumlu Şube Müdürlüğü, Malatya.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) (2022). *Nüfus ve Demografi*. [Erişim: 22.04.2022, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Nufus-ve-Demografi-109>]

Tüzgen, G. A., Karaca, Ö. (2021). Çerçi ve Murt Deresi (Fethiye-Muğla) Taşkın Duyarlılık Alanlarının CBS ile Çok Kriterli Karar Verme Analizi Kullanılarak Haritalanması. *Yerbilimleri*, 42 (1), 121-143.

Uçar, A. (2018). *Hidrolojik Modelleme İçin Havza Parametrelerinin Coğrafi Bilgi Sistemler İle Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.

Yaylak, M. M. (2016). *Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Yardımıyla Bitlis Deresi Taşkın Risk Analizi*. Yüksek Lisans Tezi, Bitlis Eren Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitlis.

Yurdakul, M. E. (2019). *Güney Sapanca Havzası Taşkın Yayılım Haritalarının Modellenmesi: Keçi Deresi Örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.