



**SEL VE TAŞKINA DUYARLI ALANLARIN CBS TABANLI ENTROPİ
YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ: AKARÇAY HAVZASI
(AFYONKARAHİSAR) ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Furkan BAYBURA

Danışman

Doç. Dr. Mustafa YALÇIN

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Şubat 2025

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**SEL VE TAŞKINA DUYARLI ALANLARIN CBS TABANLI
ENTROPİ YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ: AKARÇAY HAVZASI
(AFYONKARAHİSAR) ÖRNEĞİ**

Furkan BAYBURA

Danışman

Doç. Dr. Mustafa YALÇIN

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Şubat 2025

TEZ ONAY SAYFASI

Furkan BAYBURA tarafından hazırlanan “Tez Onay Sayfası” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca GG / AA / YYYY tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği / oy çokluğu** ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Harita Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç.Dr. Mustafa YALÇIN

Başkan : Ünvanı Adı SOYADI
Üniversite adı, Fakültesi

..... İmza

Üye : Ünvanı Adı SOYADI
Üniversite adı, Fakültesi

..... İmza

Üye : Ünvanı Adı SOYADI

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun

..... /..... /..... tarih ve

..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....

Prof. Dr. İbrahim Bekir YALÇIN

Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

17 /01/ 2025

Furkan BAYBURA

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SEL VE TAŞKINA DUYARLI ALANLARIN CBS TABANLI ENTROPİ YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ: AKARÇAY HAVZASI (AFYONKARAHİSAR) ÖRNEĞİ

Furkan BAYBURA

Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Mustafa YALÇIN

Taşkınlar, özellikle yerleşim alanlarını ve tarım arazilerini etkileyerek maddi zararlara ve can kayıplarına yol açabilmektedir. Taşkın risk haritaları, taşkınların olası etkilerini önceden belirleyerek, risk altında kalabilecek alanlarda taşkın öncesi önlemler almayı ve kararların doğru bir şekilde verilmesini mümkün kılar. Bu nedenle, taşkın risk haritalarının oluşturulması, taşkınların zararlarının en aza indirilebilmesi ve taşkın öncesi tedbirlerin alınabilmesi için kritik öneme sahiptir. Yapılan bu çalışma CBS kullanılarak Akarçay Havzası'nın Afyonkarahisar il sınırları içerisinde kalan kısmı için taşkın risk alanlarını belirlemek ve haritalarını oluşturmak amacı ile yapılmıştır. Çalışmada CBS tabanlı ÇÖKA uygulanmış ağırlıklandırma aşamasında Entropi yöntemi kullanılmıştır. Taşkın analizinin yapılabilmesi için akış, eğim, drenaj yoğunluğu, alt havza büyüklüğü ve baki ölçütleri ele alınmıştır. Ağırlıklandırma aşamasında, Entropi yöntemi ile her bir ölçüt için ağırlık değerleri hesaplanarak taşkın duyarlılık haritası oluşturulmuştur. Oluşturulan taşkın duyarlılık haritası Rasyonel yöntemle göre 500 yıllık oluşabilecek debiye göre belirlenen taşkın sınırları (Q500) karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalara göre, Q500 taşkın sınırları içinde, Entropi yöntemine göre belirlenen duyarlılık sınıflarının %79'u Çok Yüksek riskli alanlar, %16'sı Yüksek riskli alanlar, %4'ü orta riskli alanlar kalmakla birlikte düşük ve çok düşük riskli alanlar %1 oranındadır.

Anahtar Kelimeler: Coğrafi Bilgi Sistemleri, Taşkın Risk Analizi, Entropi Yöntemi, Çok Ölçütlü Karar Analizi

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

**DETERMINATION OF FLOOD SUSCEPTIBLE AREAS WITH GIS-BASED
ENTROPY METHOD:
AKARÇAY BASIN (AFYONKARAHİSAR)**

Furkan BAYBURA

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Geomatics Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Mustafa YALÇIN

Floods can cause material damage and loss of life, especially by affecting residential areas and agricultural lands. Flood risk maps enable taking pre-flood precautions and making correct decisions in areas that may be at risk by determining the possible effects of floods in advance. Therefore, the creation of flood risk maps is of critical importance in minimizing the damage caused by floods and taking pre-flood precautions. This study was conducted to determine flood risk areas and create maps for the part of the Akarçay Basin within the borders of Afyonkarahisar province using GIS. In the study, GIS-based Multi-Criteria Decision Analysis was applied and the Entropy method was used in the weighting phase. In order to perform flood analysis, flow, slope, drainage density, sub-basin size and aspect criteria were considered. In the weighting phase, the flood susceptibility map was created by calculating the weight values for each criterion with the Entropy method. The generated flood susceptibility map was compared with the flood boundaries (Q500) determined according to the 500-year flow rate that could occur according to the Rational method. According to the comparisons, within the Q500 flood boundaries, 79% of the sensitivity classes determined according to the Entropy method are Very High risk areas, 16% are High risk areas, 4% are medium risk areas, and low and very low risk areas are 1%.

Keywords: Geographic Information Systems, Flood Risk Analysis, Entropy Method, Multi-Criteria Decision Analysis

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın konusu, deneysel çalışmaların yönlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında yapmış olduğu büyük katkılarından dolayı tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Mustafa YALÇIN Hocama, araştırma ve yazım süresince yardımlarını esirgemeyen her konuda öneri ve eleştirileriyle yardımlarını gördüğüm hocalarıma ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Bu araştırma boyunca maddi ve manevi desteklerinden dolayı aileme teşekkür ederim.

Furkan BAYBURA
Afyonkarahisar 2025

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	iv
KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Genel Bilgiler.....	1
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ	4
2.1 Literatür Araştırması.....	4
3. MATERYAL ve METOT	8
3.1 Çalışma Alanı	8
3.2 Entropi Yöntemi	9
3.3 Ölçüt Katmanlarının Seçimi	10
3.3.1 Eğim Kriteri	13
3.3.2 Bakı Kriteri.....	13
3.3.3 Alt Havza Büyüklüğü Kriteri	14
3.3.4 Drenaj Yoğunluk Kriteri	14
3.3.5 Akış Kriteri	14
3.3.5.1 Hidrolojik Toprak Grupları	16
3.3.5.2 Arazi Örtüsü ve Kullanımı	19
3.3.5.3 Yağış Verileri ve Su Kaynakları	20
3.3.5.4 Topografya ve Eğim.....	20
3.3.5.5 İnsan Faaliyetleri	20
4. TAŞKIN DUYARLILIK ANALİZİ.....	21
4.1 Verilerin Hazırlanması.....	21
4.1.1 Yükseklik Modeli.....	21
4.1.2 Bakı Kriteri.....	21
4.1.3 Alt Havza Kriteri.....	22
4.1.4 Drenaj Yoğunluk Kriteri	24

4.1.5 Eğim Kriteri	25
4.1.6 Akış Kriteri	25
4.2 Entropi Yöntemi ile Ağırlıkların Belirlenmesi	27
4.3 Verilerin Çakıştırılması ve Risk Haritası Üretimi	29
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	32
6. KAYNAKLAR.....	34
ÖZGEÇMİŞ.....	38



KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

AFAD	Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
AHY	Analitik Hiyerarşi Yöntemi
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
CORINE	Coordination of Information on the Environment (Çevresel Bilginin Koordinasyonu)
ÇÖKA	Çok Ölçütlü Karar Analizi
GIS	Geographical Information Systems
HGM	Harita Genel Müdürlüğü
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
SYM	Sayısal Yükseklik Modeli

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1 Çalışma Alanı.....	8
Şekil 3.2 Bakı değerlerinin temsil ettiği yönler.....	13
Şekil 3.3 Hidrolojik toprak gruplarına göre akış eğri numaraları.	15
Şekil 3.4 Büyük Toprak Grubu ve Toprak Özellikleri Kombinasyonu.	16
Şekil 3.5 Ulusal arazi örtüsü (Corine) Projesi 2018.....	19
Şekil 4.1 Akarçay Havzası yükseklik katmanı.....	21
Şekil 4.2 Akarçay Havzası Yönlere Göre Bakı Katmanı.	22
Şekil 4.3 Akarçay Havzası Alt Havzaların Büyüklüğü Katmanı.	23
Şekil 4.4 Akarçay Havzası Drenaj Ağı.	23
Şekil 4.5 Akarçay Havzası Drenaj Yoğunluğu.	24
Şekil 4.6 Akarçay Havzası Eğim Ölçütü Katmanı.....	25
Şekil 4.7 Akarçay Havzası Arazi Kullanımı.	26
Şekil 4.8 Akarçay Havzası Hidrolojik Toprak Grupları.....	26
Şekil 4.9 Akarçay Havzası Yüzey Akış Eğri Numaraları.	27
Şekil 4.10 Akarçay Havzası Sel ve Taşkın Duyarlılık Haritası.	29
Şekil 4.11 Akarçay Havzası Duyarlılık Sınıfları ve Rasyonel Yöntem Taşkın hesabına Göre Çakışan Alanlar Yüzdesi.....	30
Şekil 4.12 Akarçay Havzası Sel ve Taşkın Duyarlılık Sınıfları ve Q500 Taşkın Sınırları.	31
Şekil 4.13 Akarçay Havzası Sel ve Taşkın Sınırları, Q500 Sınırları ve Uydu Görüntüsü.	31

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3. 1 Literatürde Yapılan Bazı Çalışmalar ve Kullanılan Kriterler.	11
Çizelge 3.2 Büyük toprak grupları ve toprak özelliklerinin kombinasyonuna göre hidrolojik toprak grupları.	17
Çizelge 4.1 Bakı Yönleri ve Yönlere Göre Alanlar.	22
Çizelge 4.2 Entropi Yöntemi ile Ağırlık Hesabı.	28
Çizelge 4.3 Elde Edilen Ağırlıklar.	29



1. GİRİŞ

1.1 Genel Bilgiler

Afet; insanlara zarar veren olayların genel adıdır. Afet, tehlikenin gerçekleşmesiyle ortaya çıkan bir sonuçtur. Tehlike, gerçekleşmesi istenmeyen, gerçekleşmesi halinde can ve mal kayıplarına, zarar ve ziyana neden olacak olaylardır. Tehlike, doğal veya beşerî kökenli olabilir. Afetler tehlikenin kendisi değildir. Tehlikenin neden olduğu gelişmeler, afeti tanımlayıcı olumsuz sonuçlara dönüştüğünde afetten söz edilebilir. Bir başka ifadeyle, gerçekleşen her tehlike bir afete neden olmaz. Dolayısıyla, ortaya çıkan sonucun bir afet olarak tanımlanması, tehlikenin gerçekleşmesi neticesinde ortaya çıkan olumsuz etkilerinin tür ve boyutlarıyla ilişkilidir (Kahraman vd. 2021).

Afetler, doğada meydana gelen olaylar sonucu gerçekleşen doğal afetler, insanların çeşitli faaliyetleri sonucu ortaya çıkan beşerî ve teknolojik afetler olarak üç sınıfa ayrılmaktadır. Teknolojik afetler ise kendi içinde ulaşım kazaları, endüstriyel kazalar ve diğer afetler olarak üç alt sınıfa ayrıldığı belirlenmiştir.

Doğal afetleri kökenlerine göre jeofizik/jeolojik, jeomorfolojik, meteorolojik, hidrografik, klimatolojik, biyolojik tehlikelerden ve dünya dışı tehlikelerden kaynaklanan afetler olarak sınıflandırmak mümkündür. Bunlar, ayrıca oluşum hızlarına göre yavaş gelişen veya hızlı gelişen doğal afet türleri olarak da gruplanabilir. Bu tehlikelerin neden olduğu doğal afet etki alanı "Afet Bölgesi" ilan edilir (TÜBİTAK 2022).

Depremler, yer kabuğundaki hareketler sonucu oluşurken; sel, aşırı yağışlar veya baraj taşmaları nedeniyle meydana gelir. Kasırga ve tayfun gibi meteorolojik afetler, şiddetli rüzgarlarla geniş alanları etkileyebilir. Heyelanlar, toprağın eğimli arazilerde kaymasıyla ortaya çıkarken; volkanik patlamalar, magmanın yeryüzüne çıkmasıyla büyük çevresel tahribata neden olabilir. Orman yangınları ise sıcaklık artışı, yıldırım düşmesi veya insan etkisiyle yaygınlaşabilir. Bu doğal olaylar, insan yaşamını doğrudan etkilediği için afet yönetimi ve bilinçlendirme çalışmaları büyük önem taşımaktadır (Smith ve Petley 2009).

Sel ve taşkın, doğal afetleri insan hayatını en çok etkileyen afet türlerindendir. Sel,

genellikle ani yağışlar, kar erimeleri veya doğal su yollarının taşması sebebi ile meydana gelen ve suyun karaya yoğun bir şekilde birikerek tahribat vermesi durumuna verilen isimdir. Taşkını ise akarsuların veya göllerin alabildiğinden fazla su yüklenmesi yani kapasitelerini aşması sonucu meydana gelen bir doğa olayı olarak tanımlayabiliriz. Bu olaylar, can kayıplarına, maddi olarak altyapı ve tarım arazilerinin zarar görmesinden ekonomik zararlara kadar ciddi etkilere yol açmaktadır.

Dünya genelinde iklim değişikliği sebebi ile birlikte ülkemizde de artması beklenen önemli doğa olaylarından birisi de sellerdir. Şehirlerde sellerin artmasının nedenlerinden biri de dere yataklarına yapılan bina vb. yapılar, yanlış yerleşim ve nüfusunda artması ile birlikte sel olaylarının artmasının bir sebebi olarak gösterilebilir.

Taşkınların neden olduğu zararlar maddi olarak kayıplara yol açtığı gibi aynı zamanda sosyal düzeni olumsuz etkileyebilir. Son yıllarda şehirleşmenin hızla artması, doğal drenaj sistemlerinin bozulmasına ve bu tür felaketlerin daha sık yaşanmasına neden olmaktadır. Bu bağlamda, taşkın sınırlarının doğru bir şekilde belirlenmesi, taşkın risk yönetimi ve zararların en aza indirilmesi açısından oldukça önemlidir.

Taşkın sınırlarının belirlenmesi ise bu afetlerin oluşturabileceği zararların en aza indirilmesi için önemli bir rol oynamaktadır. Kapsamlı ve doğru bir şekilde yapılan taşkın risk çalışmaları önyak alınarak taşkın yönetimi, afet esnasında ve sonrasında zarara maruz kalacak alanların afet öncesinde gerekli tedbirlerin alınıp zararı minimize edilmesi açısından son derece önemlidir.

Günümüzde CBS, sel ve taşkın çalışmalarında son derece önemli bir hal almıştır. CBS ile mekânsal veriler toplanıp görselleştirilmesi ile taşkın risk alanlarının belirlenmesi mümkündür. Farklı kriterlerin tek bir çatı altında toplanarak CBS ile yönetilmesi ve karar mercilere fikir sunması açısından analiz kolaylığı sağlamaktadır. CBS teknolojisinin kullanılması ise günün sonunda hem taşkın öncesi alınabilecek tedbirleri aynı zamanda acil durum planlamasının hazırlanmasına imkân sağlamaktadır.

Geleneksel tekniklerle taşkına hassas bölgelerin haritasını oluşturmak daha uzun sürerken teknolojinin gelişmesiyle CBS ile taşkına hassas bölgelerin daha doğru ve hızlı bir şekilde

öngörülebileceği taşkın tehlike haritaları oluşturulabilmektedir.

Bu bağlamda, taşkın riskinin doğru bir şekilde analiz edilip yorumlanması, toplumların bu felaketlere karşı hazır hale gelmesini sağlamaktadır. CBS nin sağladığı bilimsel temelli veriler, yalnızca günümüz risklerini azaltmakla kalmaz, gelecekteki olayların etkisini en aza indirmek için de yorumlamalar yaparak önlemler alınmasını sağlar. Yapılan bu çalışmada eğim, drenaj yoğunluğu, akış, baki, alt havza büyüklüğü, kriterleri kullanılması mevcut literatürden farklılığının hedeflemiştir. Literatürde bulunan çalışmaları incelediğimizde kullandığımız kriterlerin bir arada kullanılmadığı ve Akarçay havzasında bu çalışmanın yapılmadığı görülmektedir. Bununla birlikte yapılan çalışmalarda analizlerde sıkça kullanılan AHS yerine ÇÖKA yöntemlerinden olan Entropi yöntemi taşkın duyarlılık analizlerinin yapılmasında kullanılmıştır. Bu tez çalışmasının temel amacı, ÇÖKA kullanılarak Akarçay Havzasının Afyonkarahisar il sınırları içindeki kalan kısmındaki taşkın riskini etkileyen ölçütlerin Entropi yöntemi ile ağırlıkları hesaplanıp analiz edilerek, taşkından etkilenecek bölgelerin belirlenmesidir.

Akarçay Havzasının Afyonkarahisar İl sınırları içindeki kalan kısmındaki yapılan bu çalışmada taşkın riski yüksek bir bölge olan Akarçay havzasında taşkın yönetimi ve acil durum planlanması açısından büyük bir önem taşımaktadır. Bu tez bilime ve literatüre önemli fayda sağlamaktadır. Elde edilen sonuçlardan yola çıkılarak taşkın risk alanlarının belirlenmesi ve bu alanlarda gerekli önlemlerin alınabilmesini sağladığı gibi bölgede yaşayan insanların can ve mal güvenliğini korumakta yardımcı olacak ve yerel yönetimin alt yapı planları gibi karar alma süreçlerinde bilimsel olarak destek sunacaktır.

2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

2.1 Literatür Araştırması

Bu literatür taramasında, taşkın risk analizi ve değerlendirmelerinde kullanılan ÇÖKA yönteminin kullanımına dikkat çekilmektedir. Burada taşkın riski analizlerinde kullanılan yöntemler ve bu yöntemlerin uygulama alanlarına dair yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

AHP, ÇÖKA yöntemleri arasında geniş bir kullanım alanına sahiptir. Bu yöntem, karar verme sürecinde dikkate alınacak kriterlerin oransal bir dağılım oluşturmaya dayanır ve karar sürecine önemli katkılar sunar. Belirlenen kriterler, hiyerarşik bir yapıya oturtularak ağırlıkları hesaplanır. Bu aşamada, kriterler ikili karşılaştırmalar matrisi şeklinde analiz edilerek modelleme yapılır (Özcan ve Musaoğlu 2009, Özcan 2017, Tokgözlü ve Özkan 2018).

Özcan (2008) Sakarya Nehri Alt Havzası'nın Taşkın Riski Analizinin Uzaktan Algılama ve CBS ile Belirlenmesi çalışmasında yağış yoğunluğu, jeoloji, arazi örtüsü, eğim, toprak ve bakı ölçütlerini kullanmıştır. Yapılan çalışmada taşkın riskini etkileyen kriterler olarak havzanın SYM, eğim, bakı, jeoloji ve arazi kullanımı olmak üzere 5 kritere bağlı olduğunu düşünmüş ve çalışmasında bu kriterleri esas almıştır. Yapılan işlemler sonrasında elde edilen haritalar yorumlandığında taşkın riskinin en yüksek olduğu alan olarak yerleşim bölgelerini bulurken en düşük olduğu yerlerin de tarım alanlarının olduğu sonucuna varmıştır

Saral (2010) yapmış olduğu çalışmada nem, bakı, yağış yoğunluğu, jeoloji, arazi örtüsü ve eğim kriterlerini kullanmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucu taşkın risk bölgeleri belirlenmiş olup “Çok Yüksek” riskli alanların yerleşim bölgesi ile çakıştığı ve bu yerleşim alanlarının olası bir taşkın durumunda zarar görme olasılığı en yüksek yerler olduğu sonucuna varmıştır.

ÇÖKA yöntemleri, birbiriyle ilişkili ancak farklı özelliklere sahip kriterler arasında en uygun çözümün bulunmasını hedefler. Bu yöntemlerin amacı, karmaşık durumlarda doğru ve hızlı bir şekilde sonuca ulaşılmasını sağlamaktır (Ertan vd. 2021, Karakuş ve Ceylan 2022, Saral ve Musaoğlu 2011).

Krishnamurthy vd. (2013) “Flood hazard assessment of Vamanapuram River Basin, Kerala, India: An approach using Remote Sensing & GIS techniques” isimli çalışmalarında drenaj yoğunluğu, arazi kullanımı, toprak, alt havza durumu, yağış dağılımı, eğim ve mikro havza yolları kriterlerini kullanmışlardır. Yapmış oldukları çalışmayı incelediğimizde sırasına göre yağış dağılımı, alt havza durumu, eğim, drenaj yoğunluğu, arazi kullanımı, toprak ve mikro havza yolları önem derecesi sonucuna varmıştır.

Özşahin (2013), Arnavutluk’taki taşkın risk analizini CBS’ den yararlanılarak taşkın analizini yapmıştır. Çalışmasında faktör haritalardan yararlanmış. Bu haritalardan elde edilen bakı, jeomorfoloji, yeraltı suyu, eğim, yağış, jeoloji, akarsuya uzaklık ve arazi kullanım özelliklerine ait veriler ağırlıklı çakıştırma yöntemi kullanılarak birleştirilmiş ve taşkına duyarlı risk alanlarını belirlemiştir.

Oğuz vd. (2016) yaptıkları çalışmada, CBS’ nin önemini vurgulamış ÇÖKA yöntemiyle Artvin ilindeki bazı ilçelerin değerlendirmesini yapmıştır. Değerlendirmede ise SYM, jeoloji, yağış, toprak ve arazi kullanım kriterlerini kullanarak yapmıştır. Çalışma alanında denize yakın, eğimin az, tarım arazilerinin bulunduğu ve yağışın da yüksek olduğu bölgelerde taşkın riskinin yüksek olduğu belirlenmiştir.

Tokgözlü ve Özkan (2018) Taşkın Risk Haritalarında AHP Yönteminin Uygulanması: Aksu Çayı Havzası Örneği çalışmasında yağış, eğim, akarsu drenaj ağ yoğunluğu, toprak, litoloji ve arazi kullanımı (corine) faktörlerini kullanmıştır.

Taş (2018) Çay deresi havzası CBS tekniklerini kullanarak ağırlıklı çakıştırma analizi ile taşkın risk değerlendirmesi yapmış ve bu çalışmada Eğim, Bakı, Alt havza, Yağış, Arazi örtüsü, Drenaj yoğunluğu, Nüfus yoğunluğu temel kriterlerini kullanmıştır. Yapmış olduğu çalışma sonrasında taşkın riskinin havzaların mansap olarak isimlendirdiğimiz kısımlarında, akarsu kollarının birleşim noktalarında ve akarsuyun büyük açılarla yön değiştirdiği kısımlarda daha fazla olduğu, derin bir vadi yapısında olan Çay deresi havzasının mansap kısmında bulunan düz arazinin taşkın riskinin en yüksek olduğu sonucuna varmıştır.

Tanrıverdi (2019) yapmış olduğu tez çalışmasında, Şanlıurfa ili Sırrın, Karakoyun ve

Cavsak dereleri ile birlikte diğer dereleri de çalışma alanına katarak CBS yöntemleri ile taşkına duyarlı alanları hesaplamıştır. ÇÖKA yöntemlerinden AHY kullanmış kriterler ve bu kriterlerden oluşan alt kriterlerin ağırlıklarını belirlemiş ve normalleştirilmiş değerlerden ise taşkın haritalarını elde etmiştir.

Ramkar ve Yadav (2021), Tapi Nehri havzasında Hindistan'daki Savkheda Jalgaon isimli bölgeyi çalışma alanı olarak seçmişlerdir. Çalışmalarında CBS ile birlikte AHY kullanarak taşkın riskine yönelik değerlendirmeler yapmışlardır. Eğim, toprak haritası, ana nehir kanalına uzaklık, arazi kullanım, yağış, drenaj yoğunluğu gibi ölçütleri kullanmış kriter ağırlıklarını hesaplamış sonuçlarını karşılaştırılmış ve risk haritası elde etmiştir. Çalışmadaki hesaplama sonucunda, baskın olan ölçütler belirlenmiş ve CBS ile AHY kombinasyonunun risk haritalarının oluşturulmasında ve risk yüzdelerinin belirlenmesinde alternatif yöntem olarak kullanılabileceği kanaatine varmışlardır.

Dursun (2022) yüksek lisans tez çalışmasında taşkın analizi kriterleri olarak yağış, akarsuya olan uzaklık, eğim, yükseklik, arazi kullanımı, bakı, jeoloji, sıcaklık kriterlerini kullanmıştır. Kriterlerin alt kriterlerinin de kendi aralarında ağırlık değerlerini hesaplamıştır. Riskli alanların varlığını ortaya koymuştur. Çok yüksek riske sahip bölgeler ve yüksek riskli bölgeler dikkate alındığında ise, akarsuya yakın bölgelerde ki taşkın oluşma riski, aynı bölgedeki diğer alanların taşkın oluşma riskine göre daha fazla olduğu sonucuna varmıştır.

Sütüncü ve Yavuz (2022) Jeoloji, Akış birikimi, Yağış yoğunluğu, Eğim, Arazi kullanımı, Yükseklik, Drenaj ağlarından uzaklık değişkenleri kullanılmıştır. Oluşturulan ağırlıklar sonucunda akış birikimi yüksek ağırlığa sahipken jeoloji daha düşük ağırlığa sahiptir. Yapılan taşkın risk analizi sonucunda yükseklik, eğim, yağış yoğunluğu ve drenaj ağlarına olan uzaklık kriterlerinde yerleşke önemsenecek derecede yoğun bölgede yer almaktadır. Yerleşkenin kısmen yakın bir tarihte kullanıma açılması sebebiyle arazi kullanımı konusunda ise orta derecede Taşkın Risk Alanlarının AHY Kullanılarak Mikro-Havza Ölçeğinde Değerlendirilmesi risklidir. Fakat, ilerleyen tarihlerde artan ihtiyaçlar sebebiyle yerleşke içerisindeki yapılaşma artış gösterdiğinde riskin derecesi, dezavantaja dönüşebilecektir. Mikro-havza içerisinde arazi kullanımının nüfus yoğunluğu veya farklı nedenlerle değişim göstermesi de taşkın riskini artırmaktadır sonucuna ulaşmıştır.

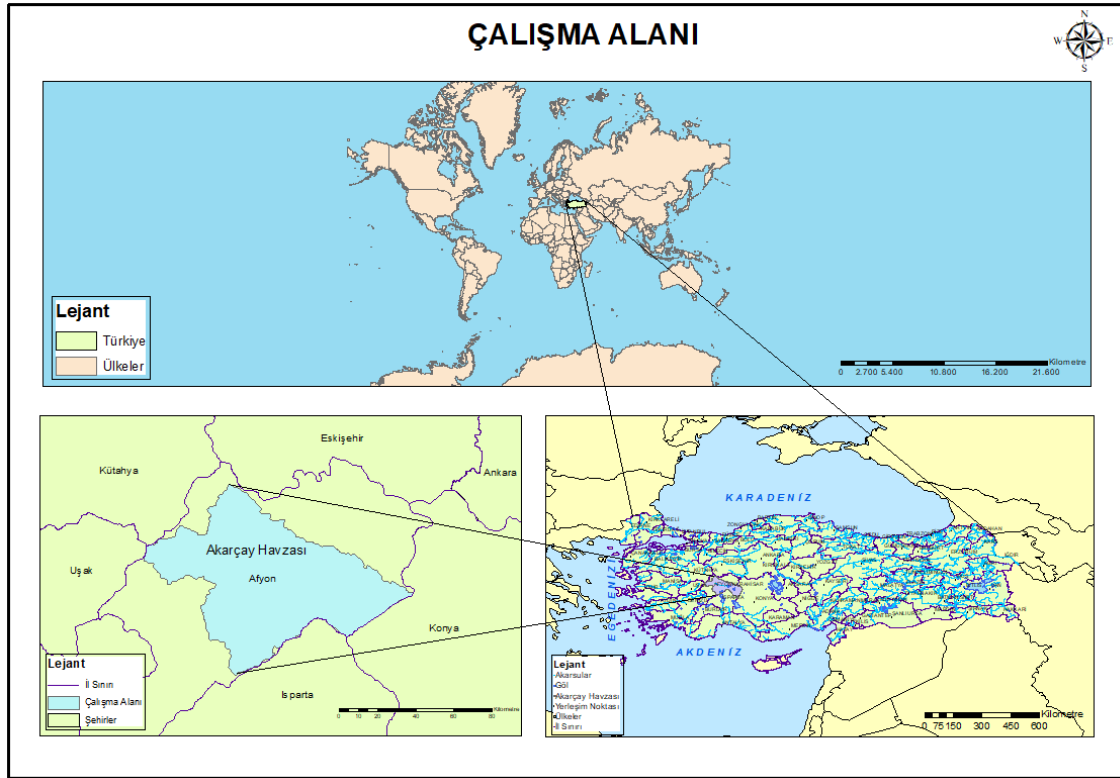
Tüzgen ve Karaca (2021) Çerçi ve Murt Deresi (Fethiye-Muğla) Taşkın Duyarlılık Alanlarının CBS ile ÇÖKA Kullanılarak Haritalanması çalışmasında taşkın oluşmasında etkili olacağını düşündüğü çeşitli coğrafik kriterler (jeoloji, eğim, arazi kullanımı, akarsuya yakınlık, bakı, yükseklik) kriterlerini ele almıştır. Yapmış olduğu çalışma sonucunda taşkın riskine etki eden en yüksek ağırlıklı kriter olarak Yükseklik, en düşük kriter olarak ise Bakı kriterin sonucuna ağırlıklandırma sonucu ulaşmıştır.

Oğuz ve Öztürk (2022) Düzce bölgesinde taşkın duyarlılık alanlarının belirlenmesi çalışması yapmıştır, Düzce bölgesinde taşkın duyarlılığı hesaplamaları için kullanılan kriterler toprak, eğim, akarsuya olan uzaklık, jeoloji, arazi kullanım, bakı, uzun yıllar maksimum yağış ve Radar RN24 yağış verilerini kullanmıştır Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden olan AHP yöntemi ile bölgedeki taşkın duyarlılık alanlarını tespit etmiştir. Çalışma sonrası veriler yorumlandığında ise sonuç olarak yağış verilerinin en yüksek olduğu Akçakoca ve Yığılca ilçelerinin taşkın risk alanlarının en yüksek olduğu “Çok Yüksek” sınıfına girdiği sonucuna varmışlardır.

3. MATERYAL ve METOT

3.1 Çalışma Alanı

Türkiye, su kaynakları yönetimi açısından 25 ana havzaya ayrılmıştır. Bu havzalar, ülkenin hidrolojik ve topografik özelliklerine göre sınıflandırılmıştır. Havzalar, suyun korunması, yönetilmesi ve taşkın risklerinin alınacak önlemlerle yönetilmesi açısından önemli bir role sahiptir.



Şekil 3.1 Çalışma Alanı.

Akarçay Havzası, kuzey ve doğusunda Sakarya Havzası, güneyinde Konya Kapalı Havzası ve Antalya Havzası, batı ve güneybatısında Büyük Menderes Havzası ile çevrilidir (Şekil 3.1). Havza doğal topografyası sebebiyle sularını denize boşaltma olanağına sahip değildir. Çöküntü bir su havzasıdır. Havza alanı yaklaşık 7.989 km² olup havzanın Türkiye alanına oranı %1'dir. Akarçay Havzası yağış alanı 7.605 km², yıllık ortalama akış 0,49 km³, yıllık ortalama yağış yüksekliği 646 mm, yıllık ortalama akış yüksekliği 30,44 mm'dir.

3.2 Entropi Yöntemi

Entropi, bir sistemin düzensizlik, dengesizlik ve belirsizlik düzeyini ifade eden önemli bir kavramdır (Yufeng ve Fengxiang 2009). Entropi indeksi ise, bir sistemdeki belirsizlik veya düzensizliği ölçmek için kullanılan bir araçtır (Bednarik vd. 2010). Bu yöntem, özellikle karar verme süreçlerinde kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesinde etkili bir teknik olarak öne çıkmaktadır (Zhang vd. 2011).

(Shannon 1948) tarafından geliştirilen Entropi yöntemi, mevcut verinin içerdiği faydalı bilgi miktarını değerlendirmek amacıyla kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Akarçay havzası taşkın risk analizi kapsamında, entropi yöntemi kullanılarak ağırlık hesaplamaları gerçekleştirilmiştir.

$$P_{ij} = FR = \frac{b}{a} \quad (3.1)$$

$$(P_{ij}) = \frac{P_{ij}}{\sum_{j=1}^{S_j} P_{ij}} \quad (3.2)$$

$$H_j = \sum_{i=1}^{S_j} (P_{ij}) \log_2 P_{(ij)}, \quad j = 1, \dots, n \quad (3.3)$$

$$H_{jmax} = \log_2 S_j \quad (3.4)$$

$$I_j = \frac{H_{jmax} - H_j}{H_{jmax}}, I = (0,1), j = 1, \dots, n \quad (3.5)$$

$$W_j = I_j P_{ij} \quad (3.6)$$

a,b = Etki alanı ve jeotermal saha alanlarıdır.

P_{ij} = FR'yi ifade eder, aynı zamanda hesaplanmış olasılık olarak da ifade edilir.

(P_{ij}) = Olasılık yoğunluğudur.

S_j = Sınıf sayısıdır.

H_j, H_{jmax} = Entropi değerleridir.

I_j = Bilgi katsayısıdır.

W_j = Ölçütlerin ağırlığıdır.

W_j değeri aralığı 0 ile 1 arasında değişir.

3.3 Ölçüt Katmanlarının Seçimi

Tez çalışmasında kullanılacak kriterler akış, eğim, drenaj yoğunluğu, bakı ve alt havzaların büyüklüğü kriterleridir. Bu seçilmesindeki sebep yapılan literatür taraması sonucunda taşkın risk analizlerinde yapılmış bilimsel çalışmaların kullanıp kullanılmamasıyla ilişkilidir.

Literatür taraması sonucu eğim kriterinin, taşkın oluşumu üzerinde önemli bir rolü olduğu sonucuna varılmaktadır. Örneğin, Taş (2018) yılındaki çalışmasında, Çay Deresi havzasında yaptığı çalışmada eğimin taşkın riskini belirlemede temel bir kriter olduğunu ve özellikle akarsu kollarının birleşim noktalarında taşkın riskinin daha fazla riskli bölgeler olduğu sonucuna varmıştır. Benzer şekilde, Özcan (2008) ve Dursun (2022) de eğimin taşkın risk analizi çalışmalarında önemli bir kriter olduğunu belirtmişlerdir.

Bakı kriteri güneş ışığı alma durumunu ve buharlaşmayı etkilediği için taşkın riski üzerinde etkisi olduğu belirlenmiştir. Özcan (2008) ve Saral (2010) yapmış olduğu çalışmalarda bakı kriterinin taşkın riskine etkisinin değerlendirildiği görülmektedir. Bakı kriteri, özellikle farklı yönlerde bakan eğimlerde toprak neminin ve akış hareketlerinin etkilenmesi sebebiyle çalışmada dikkate alınmıştır.

Drenaj yoğunluğu kriteri bölgedeki akarsu ağlarının taşkın riski üzerindeki etkisini incelemeye kullanılan bir kriterdir. Krishnamurthy vd. (2013) çalışmalarında drenaj yoğunluğunun taşkın riskine olan etkisini vurgulamış, akarsu ağlarının sık olduğu bölgelerde taşkın riskinin daha yüksek olduğunu göstermiştir. Tokgözlü ve Özkan (2018) ise drenaj yoğunluğunun AHP yöntemiyle ağırlıklandırılarak taşkın risk haritalarının hazırlanmasında etkili olduğu kanısına varmışlardır.

Akış kriteri yüzeydeki akışın yoğun olduğu alanları belirlemede önemli bir kriterdir. Sütünç ve Yavuz (2022) yaptıkları çalışmada, akış kriterinin taşkın risk analizinde en yüksek ağırlığa sahip kriter olduğunu belirtmişlerdir. Akış kriterinin, suyun birikme eğiliminde olduğu alanları belirlemede önemli bir rolü vardır, bu nedenle çalışmamda tercih edilmiştir.

Çizelge 3. 1 Literatürde Yapılan Bazı Çalışmalar ve Kullanılan Kriterler.

YAYIN ADI	Akış Birikimi	Yağış Yoğunluğu	Jeoloji	Arazi Örtüsü/Arazi Kullanımı	Eğim e Yükseklik	Drenaj Ağlarından Uzaklık / Drenaj Yoğunluğu	Alt Havza Durumu	Toprak Tipi	Nüfus	Nem	Bakı	Akarsuya Olan Uzaklık
(Sütüncü ve Yavuz 2022) Taşkın Risk Alanlarının AHY Kullanılarak Mikro-Havza Ölçeğinde Değerlendirilmesi	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
(Taş 2018) CBS Teknikleri Kullanılarak Taşkın Risk Potansiyelinin Değerlendirilmesi	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-
(Özşahin 2013) Amavutluk'ta Taşkın Risk Analizi.	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-	+	-
(Saral 2010) Çok Kriterli Karar Verme ve Bilgi Difüzyonu Yöntemleri Yardımıyla, Taşkın Risk Analizi Yazılımının Gerçekleştirilmesi	-	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	-
(Özcan 2008) CBS ile Taşkın Risk Alanlarının Belirlenmesi	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-
(Tokgözü ve Özkan 2018) Taşkın Risk Haritalarında AHP Yönteminin Uygulanması	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-	+	+

Çizelge 3. 1 (Devam) Literatürde Yapılan Bazı Çalışmalar ve Kullanılan Kriterler.

YAYIN ADI	Akış Birikimi	Yağış Yoğunluğu	Jeoloji	Arazi Örtüsü/Arazi Kullanımı	Eğim e Yüseklik	Drenaj Ağlarından Uzaklık / Drenaj Yoğunluğu	Alt Havza Durumu	Toprak Tipi	Nüfus	Nem	Baki	Akarsuya Olan Uzaklık
(Oğuz ve Öztürk 2022) Düzce Bölgesi Taşkın Duyarlılık Alanlarının Belirlenmesi	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-
(Akın ve Karaca 2021) Taşkın Duyarlılık Alanlarının CBS ile Çok Kriterli Karar Verme Analizi Kullanılarak Haritalanması	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+
(Elsheikh ve ark. 2015) Flood Risk Map Based On GIS, And Multi Criteria Techniques	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-
(Hagas ve ark. 2018) Flood Hazard Assessment And Mapping Using GIS Integrated With Multi-Criteria Decision Analysis In Upper Awash River	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	-	+
(Krishnamurthy ve Jayaprakash 2013) Flood Hazard Assessment Of Vamanapuram River Basin, Kerala, India	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-

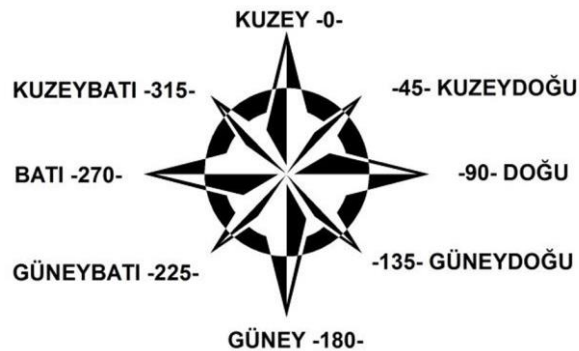
Alt havza büyüklüğü kriteri bir bölgedeki su toplama kapasitesini ve akış hareketlerini etkileyen önemli bir kriterdir. Krishnamurthy vd. (2013) alt havza büyüklüğünün taşkın riski üzerindeki etkisini değerlendirirken, bu kriterin yerel hidrolojik davranışlar üzerinde doğrudan bir etkisi olduğunu ortaya koymuşlardır. Benzer şekilde, Taş (2018) de alt havzaların taşkın risk analizlerindeki önemini vurgulamıştır. Yapmış olduğum literatür taraması ve sonucunda yukarıda belirtmiş olduğum bu kriterlerin taşkın risk analizinde yaygın olarak kullanıldığı ve önem derecelerinin farklı çalışmalarda sıklıkla vurgulandığı görülmektedir. Bu nedenle çalışmamda, bu kriterler seçilerek taşkın risk analizi gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3.1).

3.3.1 Eğim Kriteri

Eğim, arazinin dikliği ile ilgilidir ve suyun yüzeyde nasıl hareket ettiğini etkileyen temel bir kriterdir. Yüksek eğimli bölgeler, suyun hızlıca aşağıya akmasına neden olur, düşük eğimli alanlar suyun daha yavaş bir şekilde hareket etmesine yol açar. Eğim verileri, taşkın riskinin analizinde kullanılır çünkü suyun ne kadar hızlı hareket edeceğini ve taşkın olasılığını doğrudan etkiler. Eğim, dijital yükseklik modelleri (DEM) kullanılarak hesaplanabilmektedir.

3.3.2 Bakı Kriteri

Bakı, bir arazinin hangi yöne eğildiğini belirleyen bir kriterdir. Bu, arazinin güneş ışığını nasıl aldığına, nemlilik ve buharlaşma oranlarına ve bu sebeple de suyun hareketlerine etki eder. Taşkın riskini değerlendirirken, bakı, özellikle eğimli arazilerde suyun yönünü ve hızını belirlemede önemli rol oynar. Bakı yüzeyin kuzeyle yaptığı coğrafik açı değeridir. Başka bir ifade ile 0'dan 360'a kadar sıralanan pusula yönleridir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Bakı değerlerinin temsil ettiği yönler.

3.3.3 Alt Havza Büyüklüğü Kriteri

Alt havzalar, suyun biriktiği ve yönlendirildiği küçük su havzalarına verilen isimdir. Taşkın risk analizi için alt havzalar, suyun birikme ve akış dinamiklerini anlamada kritik bir faktördür. Bu kriter, belirli bir alandaki suyun nasıl biriktiğini ve taşkın oluşumunu nasıl etkileyebileceğini gösterir. Alt havza verileri, genellikle topografik haritalar ve hidrolojik modellemelerle belirlenir.

3.3.4 Drenaj Yoğunluk Kriteri

Drenaj yoğunluğu, arazinin suyun yer yüzeyinde nasıl akacağına dair bir sonuç gösterir. Yüksek drenaj yoğunluğu, suyun daha hızlı bir şekilde toprak yüzeyinden akmasını sağladığı için taşkın riskini artırabilir. Düşük drenaj yoğunluğu, suyun daha yavaş hareket etmesine neden olacağı için taşkın riskini azaltabilir.

3.3.5 Akış Kriteri

Ölçüm yapılması mümkün olmayan akarsuların akım değerleri modellerle sağlanmaktadır. Yağış-akış modeli olarak adlandırılan, bu modellerden biri olan SDA tarafından geliştirilmiş olan SCS-CN ampirik modelidir. SCS akış modeli hesabı için kullanılan formüller;

Su tutma potansiyelini ifade eden S değeri;

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (3.6)$$

Yüzey akış miktarını ifade eden Q değeri;

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{(P + 0.8S)} \quad (3.7)$$

Formülde geçen P = Yağış miktarı (mm), S = Toprak tarafından tutulan su miktarı (mm), CN = Yüzey akış eğri numarası, Q = Yüzey akış miktarı (mm) ifade etmektedir.

Burada bahsi geçen Yüzey akış eğri numarası (CN) hidrolojik toprak grupları ve arazi örtüsü verilerinden elde edilir.

Arazi Örtüsü	Açıklamalar	Ortalama Geçirimsiz Alan (%)	Hidrolojik Toprak Gruplarına Göre Eğri Numarası			
			A	B	C	D
Yerleşim (Yüksek yoğunluklu)	Çoklu-Aile, Apartmanlar, Daireler, Karavan Kampı	65	77	85	90	92
Yerleşim (Orta yoğunluklu)	Tek-Aile – Yoğun	30	57	72	81	86
Yerleşim (Düşük yoğunluklu)	Tek-Aile - Düşük	15	48	66	78	83
Ticari alanlar	Perakendeciler, Alışveriş Merkezleri ,Ticari Bölgeler	85	89	92	94	95
Endüstriyel alanlar	Aritma Tesisleri, Okullar, Hafif Sanayi Alanları	72	81	88	91	93
Geçici , Bozulmuş Alanlar	Gelişme Sahaları, Taş ocağı, Çakıllı Bölgeler	5	76	85	89	91
Zirai Alanlar	Ekili Araziler, Bakliyat Ürünleri, Bitkiler	5	67	77	83	87
Açık alanlar	Parklar, golf sahaları, çim saha, mezarlıklar	5	39	61	74	80
Çayır	Mera, Çayır, Otlak,	5	30	58	71	78
Orman (Sık)	Karışık Orman, Fundalık ve toprak kombinasyonu	5	30	55	70	77
Orman (Seyrek)	Koruluk, Ağaç ve çim kombinasyonu	5	43	65	76	82
Geçirimsiz Alanlar	Kaplamalı Otopark, Alışveriş Merkezleri, Yollar	98	98	98	98	98
Sulak alanlar	Su Oluşumu, Göller, Havuzlar, Sulak Alanlar	100	100	100	100	100

Şekil 3.3 Hidrolojik toprak gruplarına göre akış eğri numaraları (Yalçın 2012).

Akış, taşkın riski analizi için önemli bir kriterdir ve suyun yüzeydeki hareketini,

dağılımını ve birikimini belirleyen çeşitli bileşenlerden etkilenir. Akışı hesaplayabilmek için alt kriterler analiz edilir (Şekil 3.3).

3.3.5.1 Hidrolojik Toprak Grupları

Hidrolojik toprak grupları, toprağın suyu geçirme kapasitesini belirleyen bir sınıflamadır. HTG’ler, yüzey akışını etkiler ve taşkın riski hesapları için önemli bir kriterdir (Şekil 3.4).

BTG_EDK Kombinasyonu							
Büyük Toprak Grubu (BTG)		Eğim – Derinlik Kombinasyonu (EDK)					
SEM-BOL	Anlamı	Eğim %	Derinlik (cm)				
			Derin 90+	Orta Derin 90-50	Sığ 50-20	Çok Sığ 20-0	Litozolik
P	Kırmızı Sarı Podzolik Topraklar	A					
G	Gri Kahverengi Podzolik Topraklar	0 – 2	1	2	3	4	25
M	Kahverengi Orman Toprakları	B					
N	Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları	2 – 6	5	6	7	8	26
CE	Kestanerengi Topraklar	C					
D	Kırmızımsı Kestanerengi Topraklar	6 – 12	9	10	11	12	27
T	Kırmızı Akdeniz Toprakları	D					
E	Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları	12 – 20	13	14	15	16	28
B	Kahverengi Topraklar	E					
U	Kireçsiz Kahverengi Topraklar	20 – 30	17	18	19	20	29
F	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	F					
R	Rendzinalar	30 +	21	22	23	24	30
V	Vertisoller						
Z	Sierozemler						
L	Regosoller						
X	Bazaltik Topraklar						
Y	Yüksek Dağ Çayır Toprakları						

Şekil 3.4 Büyük Toprak Grubu ve Toprak Özellikleri Kombinasyonu (Yalçın 2012).

Çizelge 3.2 Büyük toprak grupları ve toprak özelliklerinin kombinasyonuna göre hidrolojik toprak grupları.

Hidrolojik Toprak Grubu	Büyük Toprak Grubu	Arazi Tipi	Toprak Özelliklerinin Kombinasyonu
Minimum İnfiltrasyon Derecesi: 7,5-10 mm/sa	A	L	1-11, 13-15, 17-19, 21, 22
	A	A	3, 6, 9, 10
	A	E, T	1-16
	O		m, p, r ya da bunlarla birlikte h, s, a, k, v sembollerinden biri ya da daha fazlası ile
		KK, SK, IY	
Minimum İnfiltrasyon Derecesi: 3-7,5 mm/sa	B	P, G	1, 2, 5, 6, 9, 10
		C, D, M, N	1-10
		E, T	17-24
		B, F, R, Y	1-8
		U	1, 2, 3
		L	12, 16, 20, 24
		X	1-4
		K	4-6, 13-15, 22-24
		A	3, 6, 9, 10 ile h, s, a, k, v sembollerinden biri ya da daha fazlası ile
Minimum İnfiltrasyon Derecesi: 0,8-3 mm/sa	C	P, G	3, 4, 7, 8, 11-22
		C, D, M, N	11-18
		B, F	9-23
		U	4-21
		R	9-21
		L, E, T	25
		Y	9-25
		X	5-20
		K	1-3, 10-12, 19-32

Çizelge 3.2 (Devam) Büyük toprak grupları ve toprak özelliklerinin kombinasyonuna göre hidrolojik toprak grupları.

Hidrolojik Toprak Grubu	Büyük Toprak Grubu	Arazi Tipi	Toprak Özelliklerinin Kombinasyonu
D	Ç	3, 6, 9	
	A	2, 5, 8 ile h, s, a, k, v sembollerinden biri veya daha fazlası ile	
	P, G	23, 24, 25	
	C, D, M, N	19-25	
	B, F	24, 25	
	R, U	22-25	
	V	1-25	
	Z	1-4	
	A	1, 4, 7 ya da h, s, a, k, v, y sembollerinden biri ya da daha fazlası ile	
	H	H veya h, s, a, k, v sembollerinden biri veya daha fazlası ile	
	S	S veya h, s, a, k, v sembollerinden biri veya daha fazlası ile	
	X	21-25	
	Ç	1, 2, 4, 5, 7, 8	
	SB, ÇK		
Minimum İnfiltrasyon Derecesi: 0-0,8 mm/sa			

- A Grubu: Kumlu ve iyi drenajlı topraklardır. Suyu hızlı bir şekilde alt katmanlara geçirir ve yüzey akışını en aza indirir.
- B Grubu: Orta derecede geçirgen topraklar. Akış, alt katmanlara süzülme ile yüzeysel akış arasında dengelidir.
- C Grubu: Daha sıkı ve kil oranı yüksek topraklar. Su geçirgenliği düşüktür, bu da yüzey akışını artırır.
- D Grubu: Geçirgenliği en düşük olan topraklar. Suyun yüzeyde birikmesine neden olarak taşkın riskini artırır.

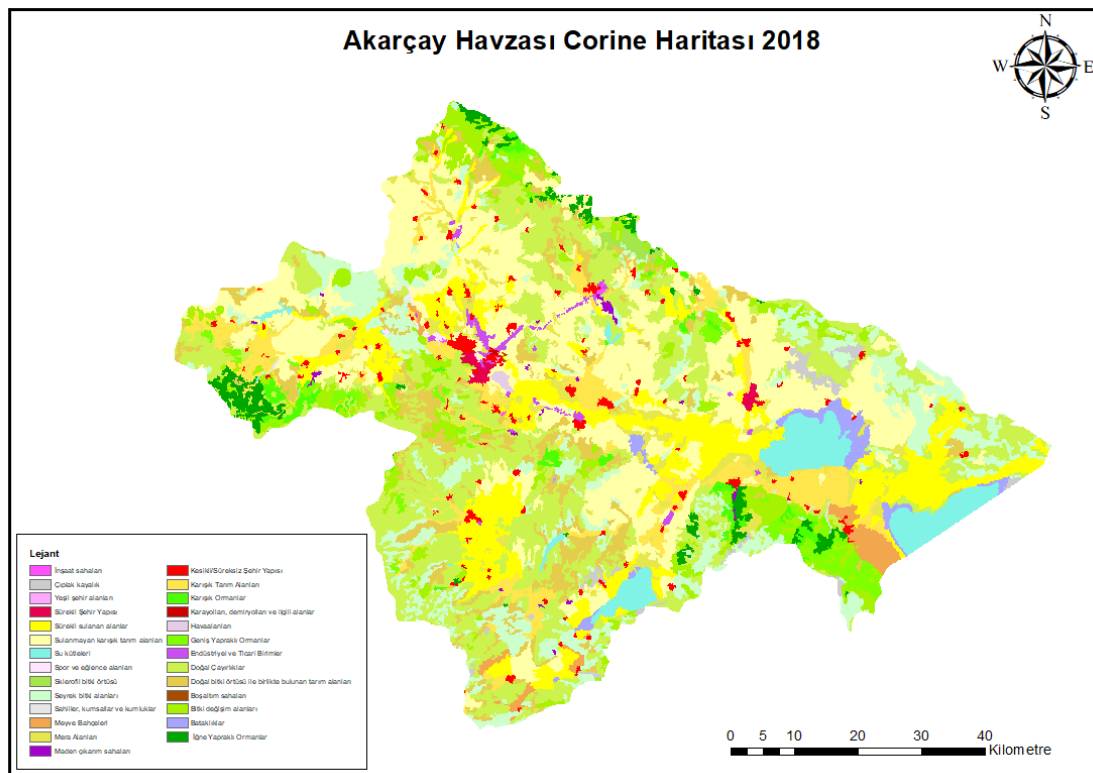
Elde edilen hidrolojik toprak gruplarına göre Yüzey Akış Eğri Numaraları hesaplanır (Çizelge 3.2).

3.3.5.2 Arazi Örtüsü ve Kullanımı

Arazi örtüsü, suyun yüzeyde nasıl hareket ettiğini etkileyen fiziksel durumları açıklar.

- Bitki Örtüsü: Orman ve çayır alanları, suyun toprağa emilme oranını artırır ve akışı yavaşlatır.
- Kentsel Alanlar: Su geçirimsiz yüzeyler (binalar ve beton alanlar gibi) suyun yüzeyde birikmesine yol açar.
- Tarım Alanları: Toprağın işlenmiş olma durumu, suyun toprakta emilme özelliklerini etkiler.
- Açık Araziler: Bitki örtüsünün az olduğu alanlarda yüzey akışı daha hızlı olur.

Bu çalışmada Ulusal Arazi Projesi verileri arazi örtüsü olarak kullanılmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5 Ulusal arazi örtüsü (Corine) Projesi 2018.

3.3.5.3 Yağış Verileri ve Su Kaynakları

Yağış verileri, akış durumunu doğrudan etkileyen kriterlerden birisidir ve taşkın risk analizinde doğrudan kullanılmaktadır.

- Yağış Türü: Kar, yağmur veya karışık yağış türlerinin erime ve akış üzerindeki etkisi.
- Yağış Yoğunluğu: Kısa sürede aşırı miktarda yağış, yüzey akışını artırır ve drenaj kapasitesini zorlar.
- Yağış Süresi ve Frekansı: Uzun süreli yağışlar, toprağın su tutma kapasitesini aşarak akışa neden olur.
- Bölgesel Farklılıklar: Yağış miktarı ve yoğunluğu bölgesel olarak değişir, bu da taşkın riski haritalarında dikkate alınmalıdır.

3.3.5.4 Topografya ve Eğim

Suyun hareket yönü ve hızı, yüzeyin eğimi ile doğrudan ilişkilendirilebilir bu sebeple eğimin yaratabileceği etkiler aşağıda açıklanmıştır.

Yüksek Eğime Sahip Alanlar: Suyun hızlı akmasına ve drenaj hatlarında yoğunluk oluşturarak suyun birikmesine sebep olurlar.

Düz Alanlar: Su birikmesi riski daha yüksektir, taşkın riskini arttırmaktadır.

Akış Yönü: Topografya analizi ile belirlenir ve drenaj havzalarının sınırlarını tanımlar.

3.3.5.5 İnsan Faaliyetleri

İnsan kaynaklı etkenler, suyun doğal akış rejimini büyük ölçüde değiştirebilir. Baraj ve Setler: Su akışını kontrol etmek için kullanılan yapılardır. Kanalizasyon ve Drenaj Sistemleri: Akışı hızlandırabilir veya yavaşlatabilirler. Arazi Kullanımı Değişiklikleri: Özellikle tarım ve şehirleşme, akış durumunu etkiler.

4. TAŞKIN DUYARLILIK ANALİZİ

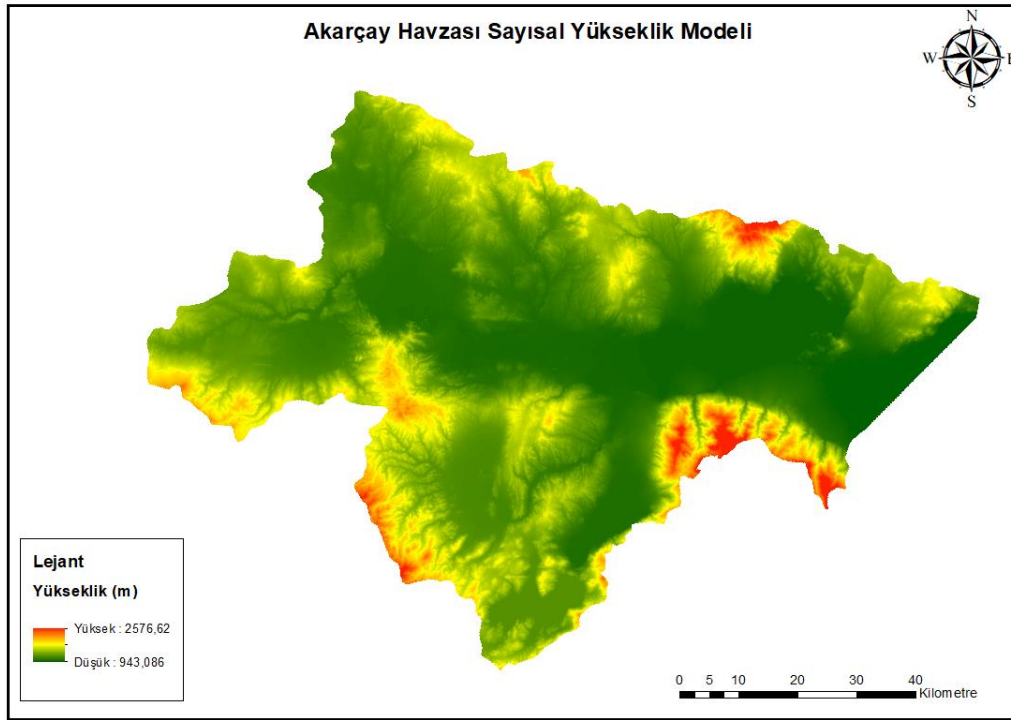
Bu bölümde taşkın riskinin değerlendirilmesi amacıyla kullanılan veri kriterleri, ağırlıklandırma yöntemi ve risk haritasının üretim aşamaları açıklanacaktır.

4.1 Verilerin Hazırlanması

Bu çalışmada kullanılan veri setleri, veri üretim aşamaları açıklanmıştır.

4.1.1 Yükseklik Modeli

SYM çalışma alanındaki topografik durumu ve drenaj yapısını anlamak için kullanılmıştır. SYM, yeryüzü topografyasının dijital hali ve arazi yüzeyindeki yükseklik değerlerinin sayısal olarak ifade edilmesidir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Akarçay Havzası yükseklik katmanı.

4.1.2 Bakı Kriteri

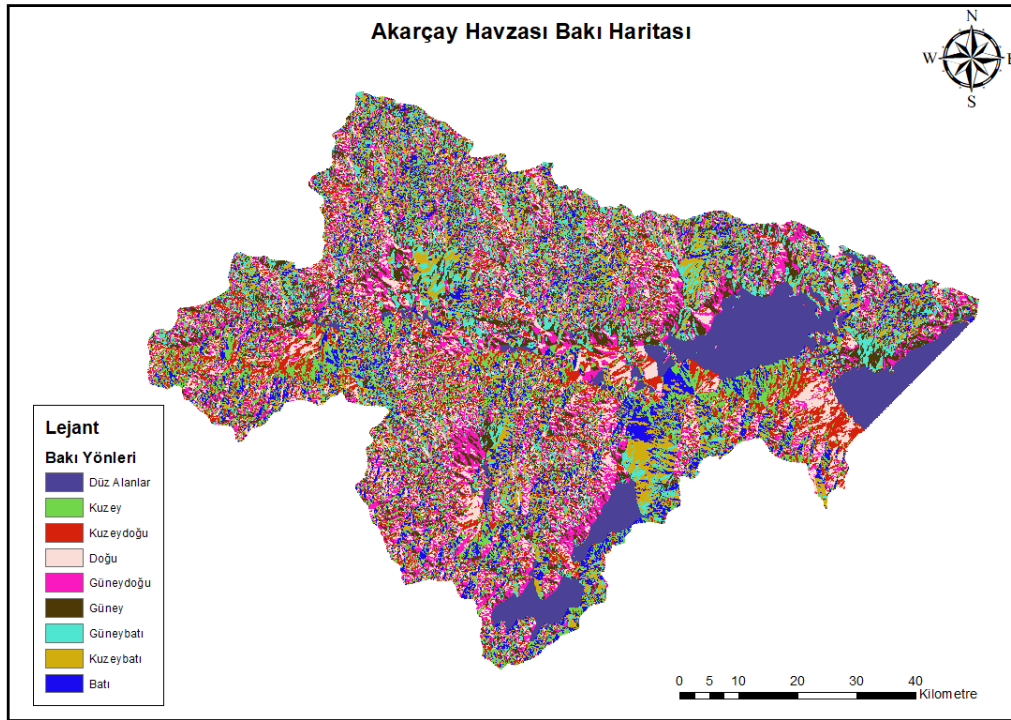
Bakı kriteri SYM üzerinden oluşturulabilir.

- Bakı haritasının elde edilmesi için SYM' den yararlanılmıştır. ArcGIS yazılımında Aspect komutu kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.2).

- 9 adet yön bulunmaktadır. Yönler ve alanları Çizelge 4.1 de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Bakı Yönleri ve Yönlere Göre Alanlar.

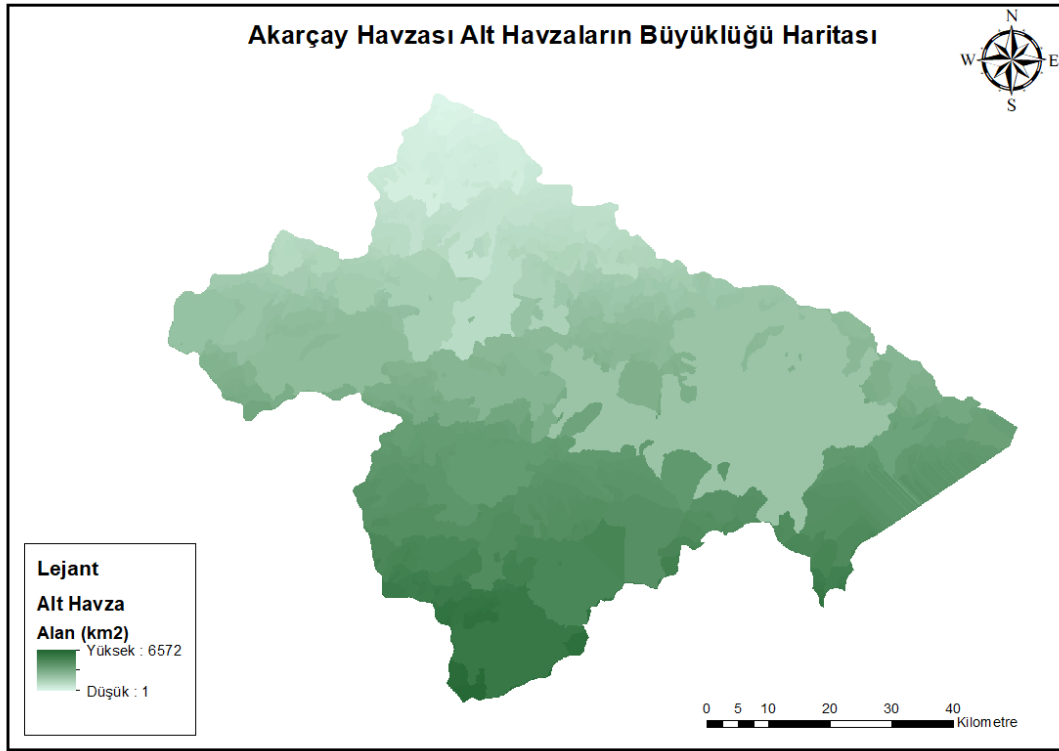
Bakı	Alan (m²)
Düz Alanlar	5552588
Kuzey	6487442
Kuzeydoğu	7069125
Doğu	7478701
Güneydoğu	7973171
Güney	7398675
Güneybatı	6557657
Kuzeybatı	6422168
Batı	6047542



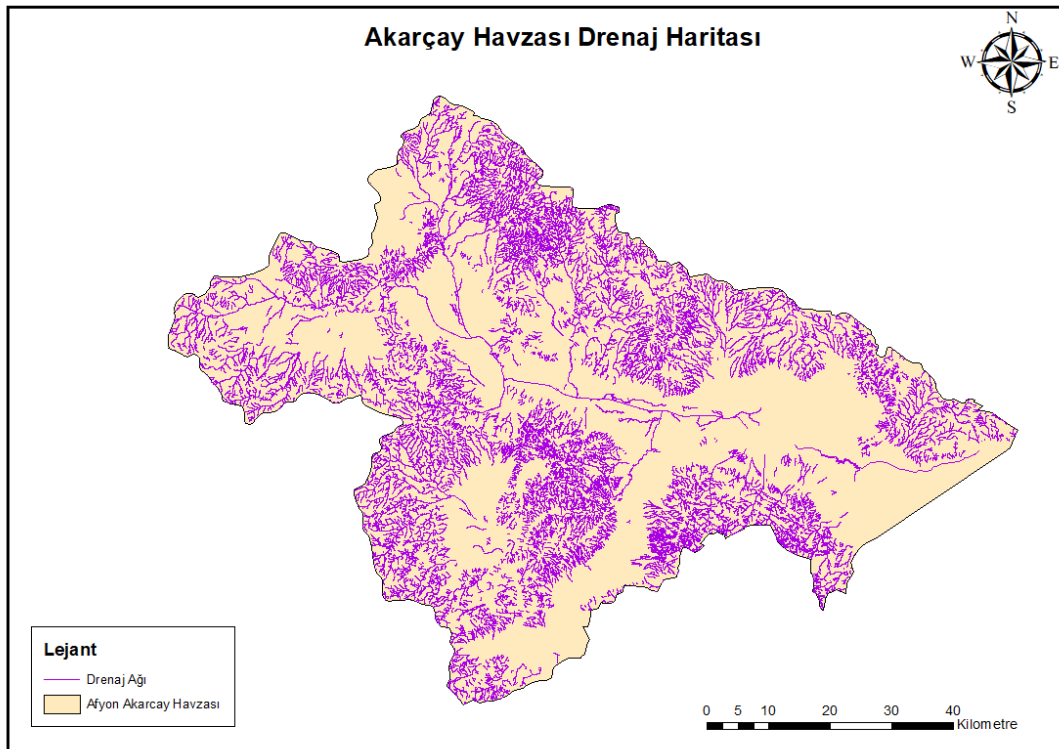
Şekil 4.2 Akarçay Havzası Yönlere Göre Bakı Katmanı.

4.1.3 Alt Havza Kriteri

Alt havza kriterinin oluşturulması için akış yönü verisi kullanılmıştır. Akış yönünü elde etmek için ArcGIS yazılımında SYM verisi input olarak Flow Direction aracı ile akış yönü verisi elde edilmiştir. Daha sonra elde edilen akış yönü verisi Basın aracı ile input olarak kullanılarak alt havza havzalar oluşturulmuştur. Küçük havzalar birleştirilerek alt havzaların büyüklüğü oluşturulmuştur (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 Akarçay Havzası Alt Havzaların Büyüklüğü Katmanı.

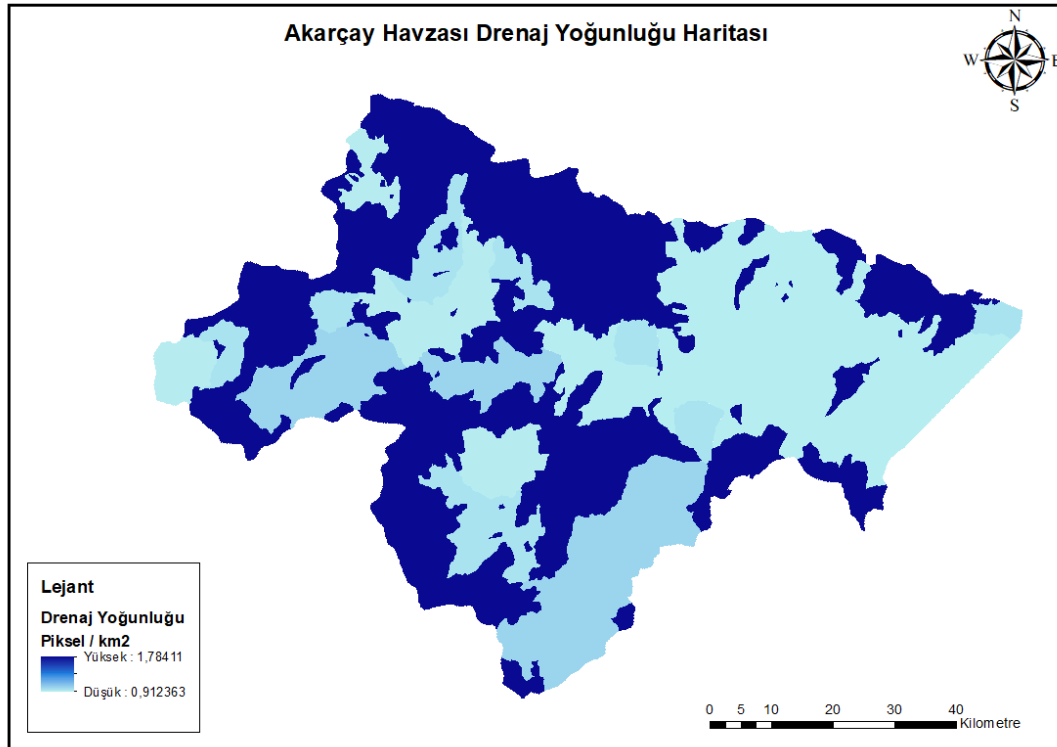


Şekil 4.4 Akarçay Havzası Drenaj Ağı.

4.1.4 Drenaj Yoğunluk Kriteri

Drenaj yoğunluğunun elde edilmesi için de ilk olarak drenaj ağının oluşturulması gerekmektedir. Drenaj ağının oluşturmak için de SYM kullanmak gerekmektedir. Akış yönü verisi input alınarak ArcGIS Flow Accumulation aracı kullanılarak her hücreye düşen akış toplamı verisi oluşturulmuştur. Akış toplamı verisinden ise Raster Calculator aracı ile eşik değer olarak 1000 eşik değeri kullanılmıştır. Üretmiş olduğumuz raster formatındaki drenaj ağını çizgi vektör yapısına dönüştürmek için Stream to Feature aracı kullanılarak drenaj ağı oluşturulmuştur (Şekil 4.4).

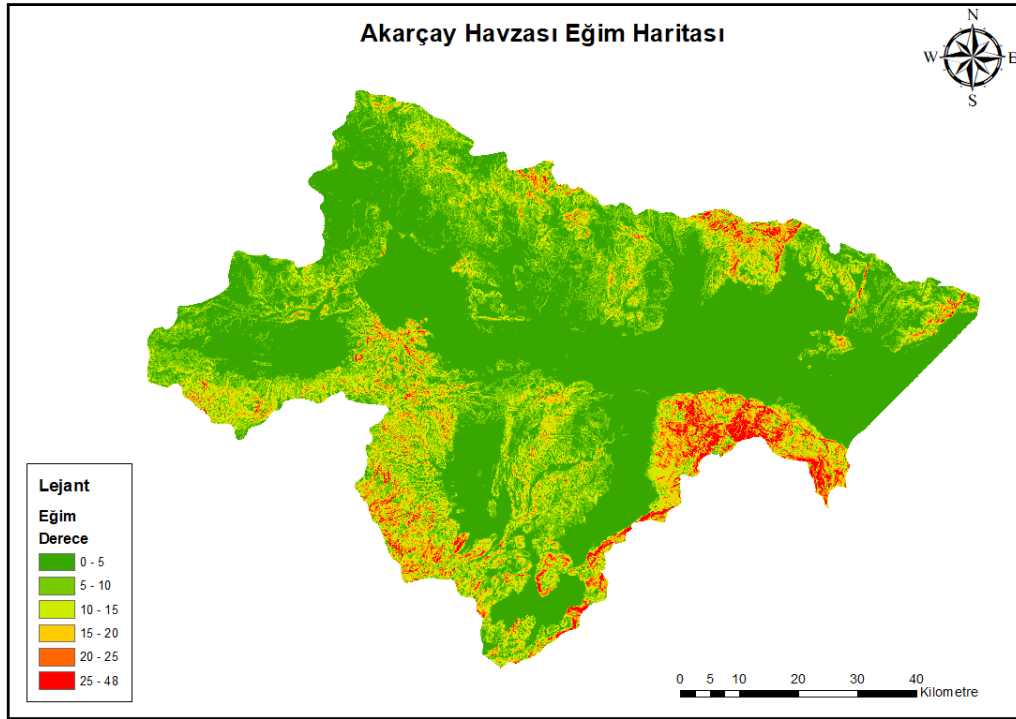
Drenaj ağından drenaj yoğunluğunun hesaplanması için ArcGIS Line Density aracı kullanılarak her bir piksele düşen drenaj yoğunluğu çıktısı alınmıştır. Bu çıktı her havzaya ait yoğunluğa dönüştürmek için Zonal Statistic aracı kullanılarak her havzadaki piksel yoğunluk değerleri havzadaki toplam piksel sayısına bölünerek her havzadaki ortalama drenaj yoğunluğu hesaplanır (Şekil 4.5).



Şekil 4.5 Akarçay Havzası Drenaj Yoğunluğu.

4.1.5 Eğim Kriteri

Eğim hesabının yapılması için de SYM verisi kullanılmaktadır. ArcGIS yazılımı Slope aracı kullanılarak input değerine SYM verisi girilir, Slope aracı her bir piksel için eğim değerini hesaplayarak bir raster çıktısı oluşturur. Daha sonra sınıflandırma yaparak eğim haritasının son hali elde edilir (Şekil 4.6).

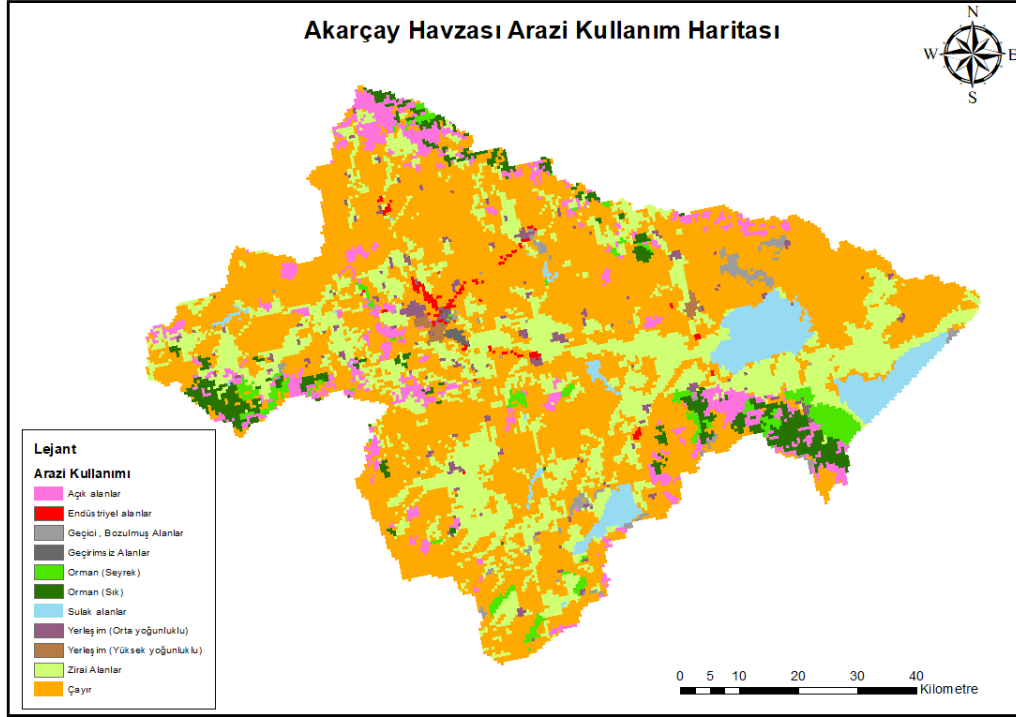


Şekil 4.6 Akarçay Havzası Eğim Ölçütü Katmanı.

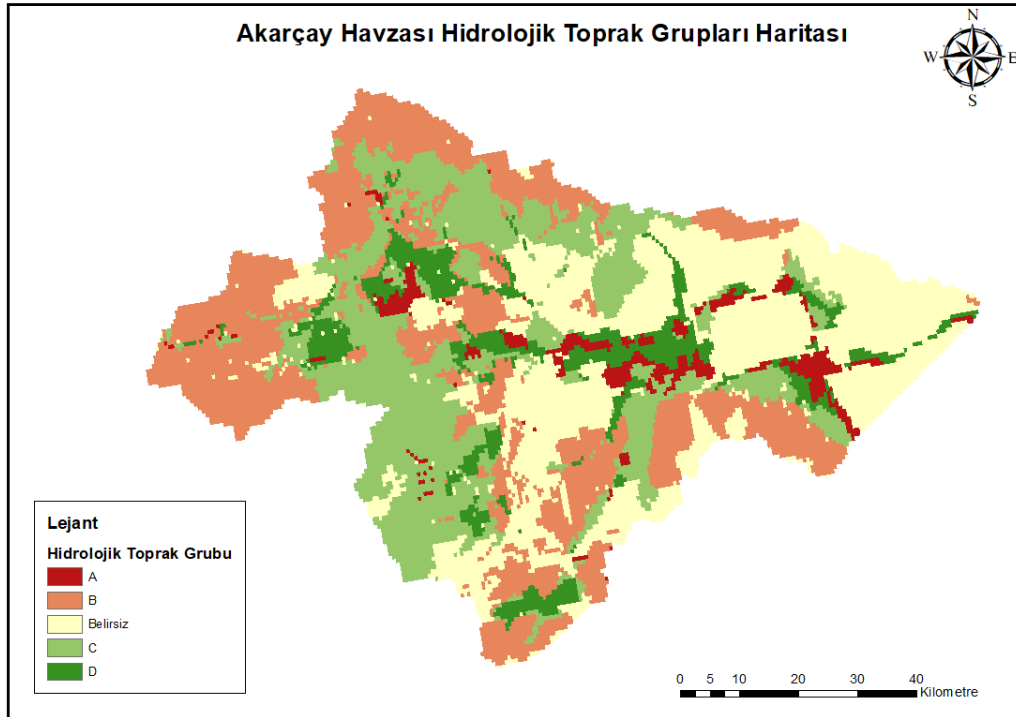
4.1.6 Akış Kriteri

Akış kriterinin hazırlanması için SCS-CN yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem uygulanırken MGM' den alınan istasyonlara ait uzun yıllar yıllık yağış ortalaması verileri, Corine projesi arazi örtüsü kullanımı ve su geçirgenliğini hesaplamak için hidrolojik toprak grupları kullanılmıştır (Şekil 4.7 ve Şekil 4.8). Akış kriteri için uzun yıllar yıllık ortalama yağış verileri için yağış katmanı oluşturulmuştur. Arazi Kullanım haritası için Corine projesinden elde edilen veri alt yapısı çizelgeye göre karşılaştırılıp yeni bir sınıflandırma yapılmıştır. Hidrolojik Toprak Gruplarının oluşturulması için büyük toprak grubu haritaları ve kombinasyonları çizelgeye göre karşılaştırılarak hidrolojik toprak

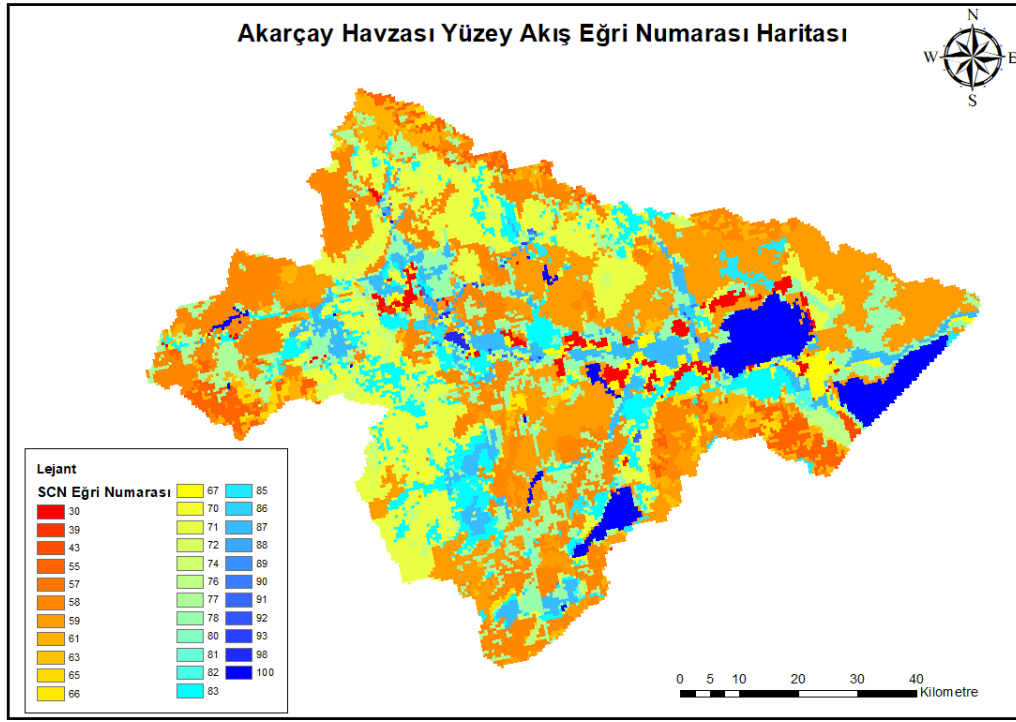
grupları oluşturulmuştur (Şekil 4.8). Büyük toprak grubu verisi belirsiz olan bölgeler için ise ortalama değer hesaplanarak hesaplamalara katılmıştır (Şekil 4.9).



Şekil 4.7 Akarçay Havzası Arazi Kullanımı.



Şekil 4.8 Akarçay Havzası Hidrolojik Toprak Grupları.



Şekil 4.9 Akarçay Havzası Yüzey Akış Eğri Numaraları.

4.2 Entropi Yöntemi ile Ağırlıkların Belirlenmesi

Bu çalışmada, Akarçay Havzası'nın taşkın risk analizi kapsamında, karar verme sürecinde kullanılan kriterlerin ağırlıklarının nesnel olarak belirlenmesi için entropi yöntemi uygulanmıştır. Entropi yöntemi, farklı kriterlerin taşkın riskine etkisini analiz etmek ve bu kriterlerin önem derecelerini belirlemek için tercih edilmiştir. Çizelge 4.2 de Entropi yöntemi ile ağırlık hesabı, Çizelge 4.3 de ise Entropi yöntemi uygulanarak elde edilen ağırlıklar gösterilmiştir.

Çizelge 4.2 Entropi Yöntemi ile Ağırlık Hesabı.

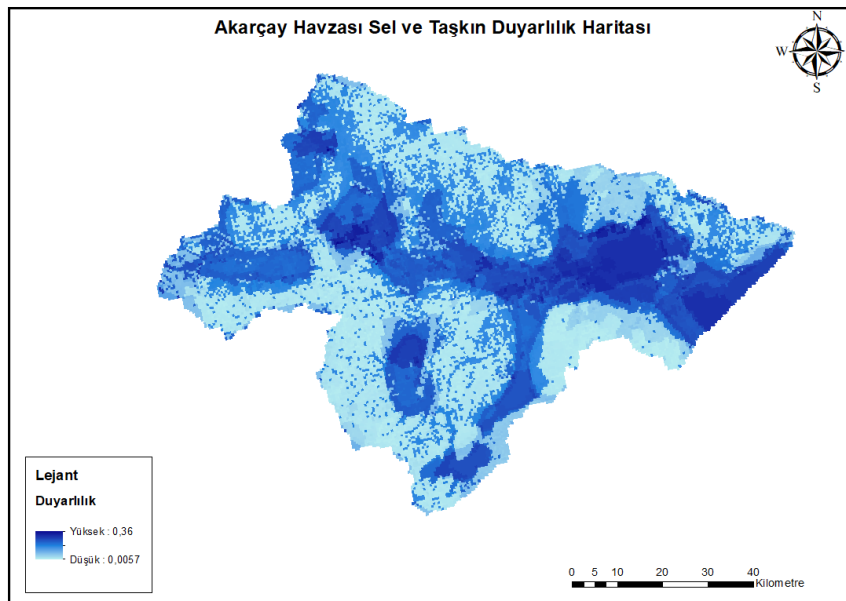
Ölçütler	Sınıflar	Toplam Alan	Toplam Alan Oranı (a)	Taşkın Alanlarında Sınıflara Düşen Alan	Taşkın Alanlarında Sınıflara Düşen Alan Oranı (b)	FR (b/a)	(Pij)	Pij(mean)	Wj
Eğim	0-5	25830213	0.420937	117264800	0.986936	2,34462	0.970697	0.166667	0.158766
	5 10	12379322	0.201737	1265700	0.010653	0.052804	0.021861		
	10 15	9578010	0.156086	205800	0.001732	0.011097	0.004594		
	15 20	7314138	0.119193	57900	0.000487	0.004088	0.001693		
	20 25	4567703	0.074437	21700	0.000183	0.002454	0.001016		
	25 60	1694277	0.02761	1100	9.26E-06	0.000335	0.000139		
Drenaj	1	10429232	0.169857	43276400	0.364237	2.144379	0.398674	0.166667	0.117753
	2	12170279	0.198213	66789400	0.562136	2.836024	0.527261		
	3	12371883	0.201496	6577500	0.05536	0.274744	0.051079		
	4	13050588	0.21255	1380900	0.011622	0.054681	0.010166		
	5	10563666	0.172046	564300	0.004749	0.027606	0.005132		
	6	2814491	0.045839	225200	0.001895	0.04135	0.007688		
Bakı	1	5552588	0.091045	49099700	0.413223	4.538652	0.472212	0.111111	0.078901
	2	6487442	0.106374	3853700	0.032433	0.304893	0.031722		
	3	7069125	0.115912	5574500	0.046915	0.404747	0.042111		
	4	7478701	0.122628	10358700	0.087179	0.710923	0.073966		
	5	7973171	0.130735	12308900	0.103592	0.792377	0.082441		
	6	7398675	0.121315	13978400	0.117642	0.969721	0.100892		
Havza	7	6557657	0.107525	13279500	0.11176	1.039385	0.10814		
	8	6422168	0.105304	5891300	0.049581	0.47084	0.048987		
	9	6047542	0.099161	4476600	0.037675	0.379938	0.03953		
	6 8	16089248	0.262047	6373600	0.053643	0.204707	0.028588	0.166667	0.107857
	8 33	12332641	0.200863	3557800	0.029944	0.149077	0.020819		
	33 67	5307329	0.086441	2069200	0.017415	0.20147	0.028136		
Akış	67 125	4842824	0.078876	35803200	0.301335	3.820385	0.533525		
	125 335	8737466	0.142308	8031600	0.067597	0.475008	0.066336		
	335 1070	14088734	0.229465	62979800	0.530065	2.310007	0.322597		
	1	1328036	0.021627	16982600	0.142926	6.608769	0.498268	0.166667	0.100811
	2	11730351	0.191026	13635600	0.114758	0.600744	0.045293		
	3	18085444	0.294517	16457200	0.138504	0.470276	0.035456		
	4	14340531	0.233532	9315500	0.0784	0.335712	0.025311		
	5	12184067	0.198415	35295500	0.297048	1.497109	0.112875		
	6	3738640	0.060883	27134300	0.228363	3.750863	0.282796		

Çizelge 4.3 Elde Edilen Ağırlıklar.

Ölçütler	Ağırlık (Wj)
Eğim	0.1588
Drenaj	0.1177
Bakı	0.0789
Alt Havza	0.1078
Akış	0.1008

4.3 Verilerin Çakıştırılması ve Risk Haritası Üretimi

Entropi yöntemiyle elde edilen kriter ağırlıkları, taşkın risk haritası oluşturmak için kullanılmıştır. Bu aşamada belirlenen kriterlerin her biri için ayrı olarak katmanlar oluşturulmuş ve her bir katmanın taşkın riski üzerine olan etkisi hesaplanan ağırlıklarına göre vurgulanmıştır. Kriter katmanları, belirlenen ağırlıklara göre Raster Calculator aracı ile çarpılarak birleştirilmiş ve havzanın taşkın risk bölgelerini gösteren bir risk haritası elde edilmiştir. Raster Calculator aracı her bir kriterin oluşturulan raster katmanı ile ağırlıklarını çarparak kriterlerin taşkın riski üzerindeki toplam etkisini hesaplanmıştır. Risk haritasının doğruluğunu artıran faktörlerin başında kriterlerin doğru bir şekilde ağırlıklandırılması ve karşılaştırılması gelmektedir. Bu nedenle, entropi yöntemiyle elde edilen ağırlıkların doğru bir şekilde uygulanması, haritanın güvenilirliğini artırmaktadır. Oluşturulan risk haritası, CBS ortamında görselleştirilmiştir (Şekil 4.10).

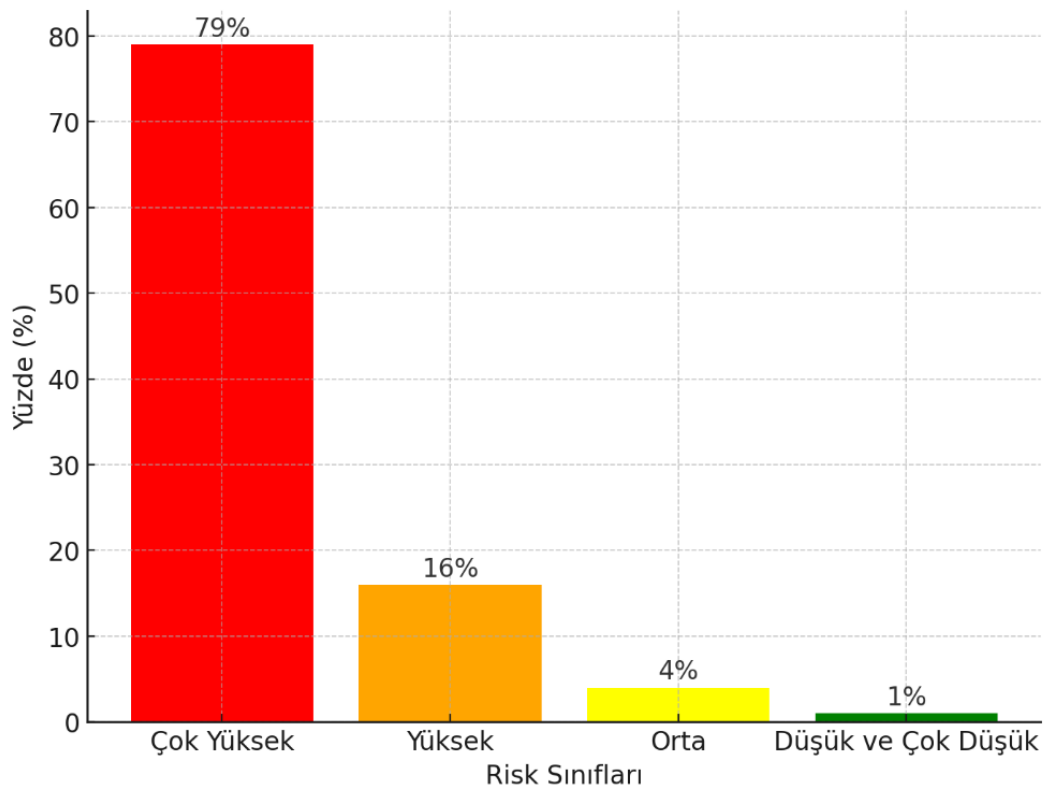


Şekil 4.10 Akarçay Havzası Sel ve Taşkın Duyarlılık Haritası.

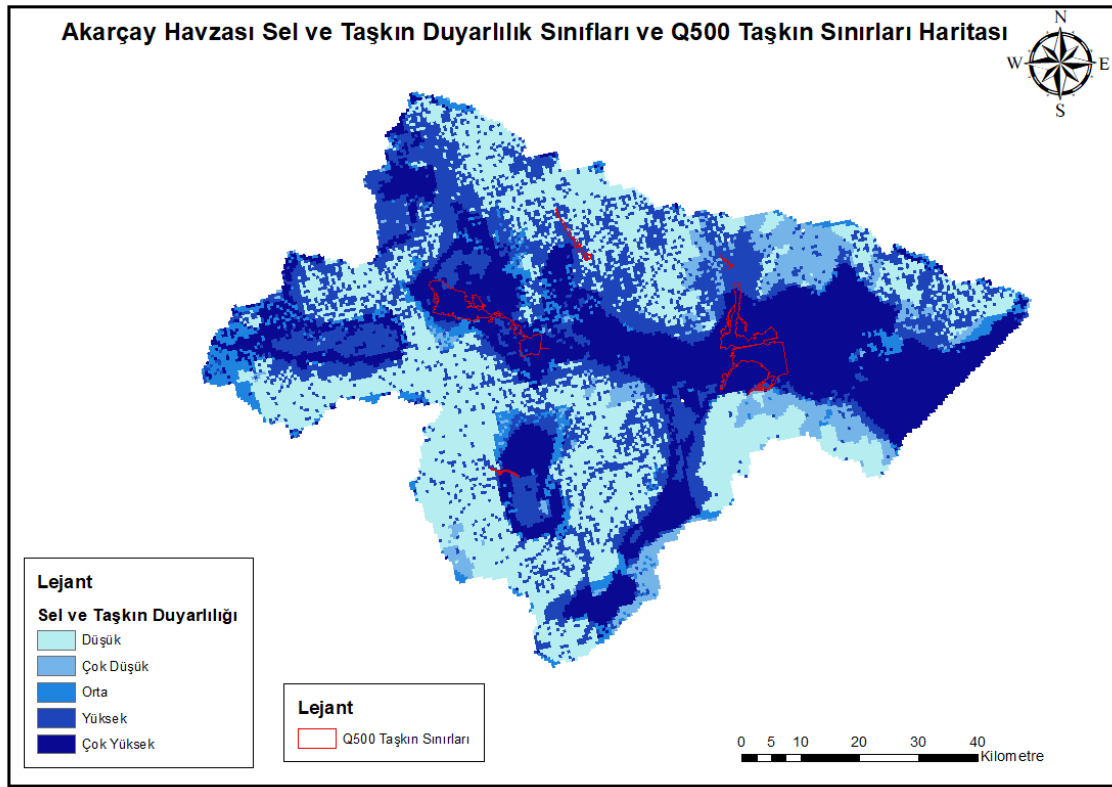
Oluşturulan sel ve taşkın duyarlılık haritası 5 ayrı duyarlılık sınıfına ayrılmıştır. Bu sınıflar, çok yüksek, yüksek, orta, düşük ve çok düşük riskli alanlar olarak ayrılmıştır (Şekil 4.11). Yapılan bu sınıflandırmaya göre taşkın duyarlılık sınıfları ve Q500 Taşkın sınırları haritası aşağıda verilmiştir (Şekil 4.12).

ÇÖKA ve Entropi yöntemi kullanılarak elde edilen duyarlılık alanları ve Q500 taşkın debi hesaplarına göre elde edilen Akarçay havzası Afyonkarahisar il sınırında kalan bölgeye ait alanlar karşılaştırılmış ve sonuçları aşağıda verilmiştir (Şekil 4.13).

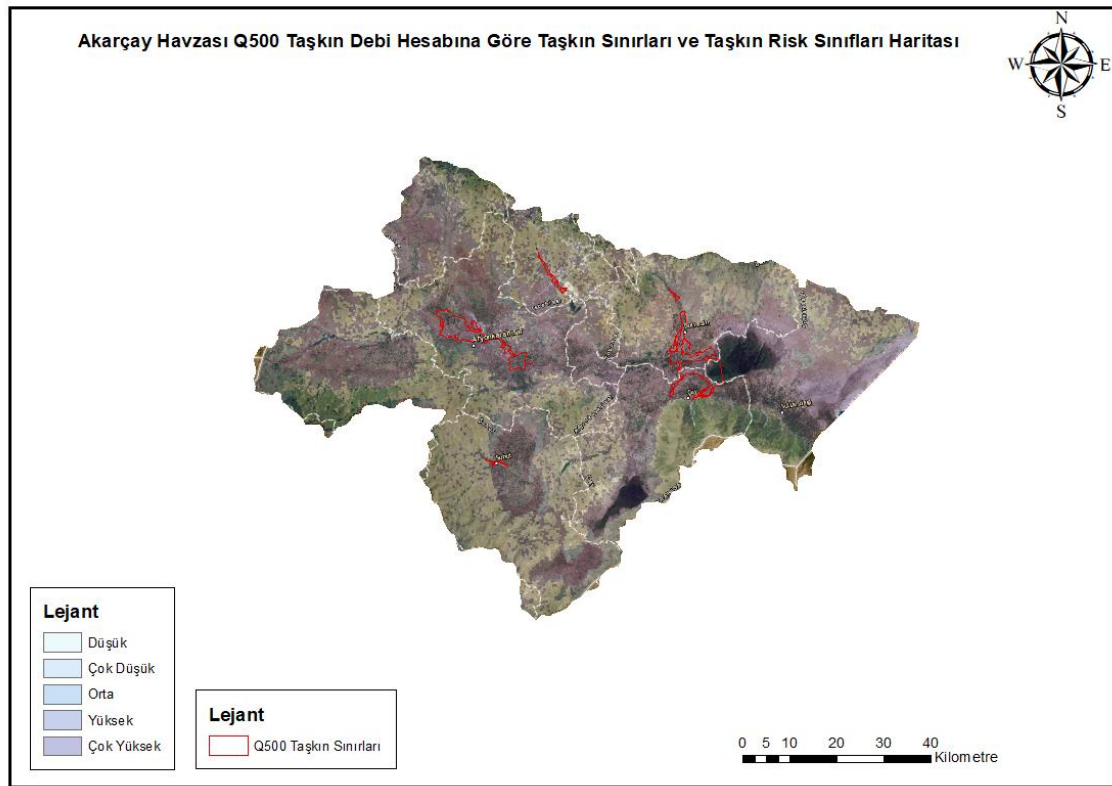
500 yıllık oluşabilecek debiye göre tahmin yürütülen (Q500) öngörülen taşkın sınırları ile Entropi yöntemine göre hesaplanan taşkın duyarlılık alanları karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda ortalama yüzde değerlerine göre %79 Çok Yüksek riskli alanlar, %16 Yüksek riskli alanlar, %4 orta riskli alanlar ve düşük ve çok düşük riskli alanlar için ise %1 oranında olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır.



Şekil 4.11 Akarçay Havzası Duyarlılık Sınıfları ve Rasyonel Yöntem Taşkın hesabına Göre Çakışan Alanlar Yüzdesi.



Şekil 4.12 Akarçay Havzası Sel ve Taşkın Duyarlılık Sınıfları ve Q500 Taşkın Sınırları.



Şekil 4.13 Akarçay Havzası Sel ve Taşkın Sınırları, Q500 Sınırları ve Uydu Görüntüsü.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Dünyada ve Türkiye’de son yıllarda sel ve taşkın afet olayları artmış maddi ve manevi kayıplara neden olmuştur. Birçok afette yapılabileceği gibi sel ve taşkın afetinde de afetler gerçekleşmeden önce alınacak tedbirler oldukça önemlidir. Yapmış olduğumuz bu çalışma sonrasında hazırlamış olduğumuz taşkın risk duyarlılık alanlarının afet öncesi alınacak önlemler için önemi oldukça büyüktür.

Ülkemizde nüfus yoğunluğunun fazla olduğu büyük şehirlerde çarpık kentleşme durumunu göz önünde bulundurarak taşkına duyarlı alanlardaki yerleşim yerleri için taşkın duyarlılıkları göz önünde bulundurularak önlemler alınmalıdır. Henüz gelişmekte olan bölgeler için ise örneğin çalışmamızda ele aldığımız Akarçay Havzası, gelecekte yapılacak olan yerleşim alanları veya mevcut tarım alanları için taşkın risk duyarlılık haritaları göz önünde bulunarak önlemler alınmalı henüz çok geç olmadan afetlerin büyük bir çoğunluğu en aza indirilmelidir.

Sel ve taşkın afetinin afet duyarlılık haritalarının oluşturulması için bu çalışmada ÇÖKA kullanılmış olup afete etki edebilecek birden fazla kriterin etkilerinin değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu yöntem sayesinde birden fazla kriterin karmaşık bir problem içinde olmasındansa problemin çözümü için CBS ile birlikte kullanılarak karar desteği sağlanmıştır.

CBS kullanılarak yapmış olduğumuz bu çalışmada Akarçay Havzası Afyonkarahisar il sınırları içinde kalan bölge için sel ve taşkın duyarlılık haritaları oluşturulmuştur. CBS işlem adımları için ise ArcMap 10.8 yazılımı, hesaplamalar için ve tabloların hazırlanması için ise Microsoft Excel yazılımı kullanılmıştır.

Çalışmada 5 adet kriter kullanılmıştır. Bu kriterlerin seçimi yapılan literatür taraması sonucunda en çok kullanılan fakat tek bir çalışmada bu kriterlerin birlikte kullanılmadığı kriterlere dikkat edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan ölçütler; Eğim, Bakı, Akış, Drenaj Yoğunluğu ve Alt havzaların büyüklüğü olarak kararlaştırılmıştır. Eğim ölçütü için yükseklik alt kriteri kullanılırken, akış ölçütü için SCS eğrisi yöntemi ile hidrolojik toprak grupları, yağış verileri ve arazi kullanımı olmak üzere üç alt kriter kullanılmıştır.

Yapılan hesaplamalar sonucunda ÇÖKA yöntemlerinden olan Entropi yöntemi ile

kriterlerin ağırlıkları hesaplanmıştır. Hesaplanan kriterlerin ağırlıkları; Eğim katmanı için 0.1588, Drenaj Yoğunluğu katmanı için 0.1178, Bakı katmanı için 0.0789, Alt havza durumu katmanı için 0.1078, Akış katmanı için ise 0.1008 olarak hesaplanmıştır.

Hesaplanmış olan bu ağırlıklar ile sınıfların CBS ortamında birleştirilmesi ile taşkın duyarlılık haritası oluşturulmuştur. Oluşturulan duyarlılık aralığı 5 temel sınıfa ayrılarak çok düşük, düşük, orta, yüksek, çok yüksek sınıfları oluşturulmuştur.

Oluşturulan bu sınıflardan çok düşük riskli sınıfta 32396900 m^2 , düşük riskli sınıfta 67728100 m^2 , orta riskli sınıfta 14555900 m^2 , yüksek riskli sınıfta 4112500 m^2 , çok yüksek riskli sınıfta ise 16300 m^2 alan düşmektedir.

Sonuç olarak ise 500 yıllık oluşabilecek debiye göre tahmin yürütülen (Q500) öngörülen taşkın sınırları ile Entropi yöntemine göre hesaplanan taşkın duyarlılık alanları karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda ortalama yüzde değerlerine göre %79 Çok Yüksek riskli alanlar, %16 Yüksek riskli alanlar, %4 orta riskli alanlar ve düşük ve çok düşük riskli alanlar için ise %1 oranında olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır.

Yapılan analizler ve karşılaştırmalar sonucunda Akarçay havzasının Afyonkarahisar il sınırlarında kalan alanın taşkın riski açısından çok yüksek ve yüksek risk bölgelerinde genellikle eğim seviyelerinin düşük olduğu ve yerleşim yerlerine yakın kesimlerde yoğunlaştığı görülmektedir. Q500'e göre öngörülen taşkın sınırları ile yapılan karşılaştırmalar, oluşturulan duyarlılık haritalarında büyük oranda taşkın riski yüksek bölgeleri doğru bir şekilde öngörüldüğünü göstermektedir. Aynı zamanda bazı farklılıklar gözlemlenmiştir. Bu farklılıkların sebebi ise kullanılan veri setleri, verilerin güncelliği, modelleme yöntemleri ve topografik faktörlerin etkisinden dolayı olduğu düşünülmektedir.

Elde edilen bu sonuçlardan yola çıkarak Akarçay havzasındaki taşkın yönetimi, arazi kullanımı planlaması ve afet riski azaltma çalışmaları için katkı sunabilecek niteliktedir. Hazırlanan taşkın duyarlılık haritaları riskli bölgelerin belirlenmesi ve gelecekte alınabilecek önlemler için önemli bir niteliğe sahiptir.

CBS gibi bir avantaj varken bu avantajı kullanıp ileriye dönük hesaplamalar yapılarak, sadece yakın tarih değil uzun yıllar sonrası için de önlemler şimdiden alınmalıdır.

6. KAYNAKLAR

- Akın, G., & 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.
- Demirkese, A. C. (2003). Sayısal Yükseklik Modellerinin Analizi ve Sel Basman Alanlarının Belirlenmesi. TUJK 2003 Yılı Bilimsel Toplantısı, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Jeodezik Ağlar Çalıştayı, 24-26 Eylül 2003, Konya.
- Dursun, Y. (2022). Coğrafi bilgi sistemi ile taşkın risk analizi: Osmaneli/Bilecik örneği (Yüksek Lisans Tezi). Konya Teknik Üniversitesi, Konya.
- Ekinci, R., Büyüksaraç, A., Ekinci, Y. L., & Işık, E. (2020). Bitlis ilinin doğal afet çeşitliliğinin değerlendirilmesi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 6(1), 1-11.
- Erkal, T., & Değerliyurt, M. (2009). Türkiye’de afet yönetimi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 14(22), 147-164.
- Ertan, A., Özelkan, E., & Karaman, M. (2021). Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanılarak Coğrafi Bilgi Sistemleri Ortamında Sel ve Taşkın Alanlarının Belirlenmesi: Çanakkale Karamenderes Havzası Örneği. *Journal of Research in Atmospheric Science*, 3(2).
- Gerrard, C. M., & Petley, D. N. (2013). A risk society? Environmental hazards, risk and resilience in the later Middle Ages in Europe. *Natural Hazards*, 69, 1051-1079.
- Giresun Üniversitesi. (t.y.) Sel ve taşkın. Giresun Üniversitesi İdari ve Mali İşler Daire Başkanlığı. <https://imidb.giresun.edu.tr/tr/page/sel-ve-taskin/2815>
- Kadioğlu, M. (2008). Sel, Heyelan ve Çığ için Risk Yönetimi. M. Kadioğlu ve E. Özdamar (Ed.), *Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri içinde* (s. 1-20). Ankara: JICA Türkiye Ofisi Yayınları.
- Kahraman, S., Polat, E., & Korkmazıyrek, B. (2021). Afet yönetim döngüsündeki ana terimler. *Avrasya Terim Dergisi*, 9(3), 7-14.
- Karakuş, C. B., & Ceylan, Ş. (2022). Coğrafi Bilgi Sistemi Tabanlı Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanılarak Taşkın Tehlike Haritalaması. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 10(4), 1155-1173.

- Kavzoğlu, T., & Çölkesen, İ. (2011). Uzaktan algılama teknolojileri ve uygulama alanları. Türkiye’de Sürdürülebilir Arazi Yönetimi Çalıştayı, 26(27), 431-444.
- Oğuz, E., Oğuz, K., & Öztürk, K. (2022). Düzce bölgesi taşkın duyarlılık alanlarının belirlenmesi. Geomatik, 7(3), 220-234.
- Özalp, D. (2009). Dere taşkın risk haritalarının CBS kullanılarak oluşturulması ve CBS ile taşkın risk analizi (Doktora Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özalp, D. (2009). Dere Taşkın Risk Haritalarının CBS Kullanılarak Oluşturulması ve CBS İle Taşkın Risk Analizi. İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 156 s., İstanbul.
- Özcan, O. (2008). Sakarya Nehri alt havzasının taşkın riski analizinin uzaktan algılama ve CBS ile belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Özcan, O. (2017). Taşkın Tespitinin Farklı Yöntemlerle Değerlendirilmesi: Ayamama Deresi Örneği. Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 3(1), 9-27.
- Özcan, O., & Musaoğlu, N. (2009). Taşkın Risk Analizinde Hidrolojik Modelleme ve Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi. TUFUAB 2009 Sempozyumu, 4-6 Şubat 2009, MTA Ankara.
- Özcan, O., Musaoğlu, N., & Şeker, D. Z. (2009). Taşkın Alanlarının CBS ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Belirlenmesi ve Risk Yönetimi; Sakarya Havzası Örneği. 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 11-15 Mayıs 2009, Ankara.
- Özey, R. (2006). Afetler Coğrafyası. İstanbul: Aktif Yayınevi.
- Özşahin, E. (2013). Arnavutluk’ta taşkın risk analizi. International Journal of Eurasia Social Sciences, 2013(12), 91-109.
- RS, A., Krishnamurthy, R. R., Jayaprakash, M., & PG, V. (2013). Flood hazard assessment of Vamanapuram River basin, Kerala, India: an approach using remote sensing & GIS techniques. Advances in Applied Science Research, 4(3), 263-274.
- 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.

- Sütüncü, H. S., & Yavuz, V. S. (2022). Taşkın Risk Alanlarının Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanılarak Mikro-Havza Ölçeğinde Değerlendirilmesi. İDEALKENT, 13(37), 1667-1690.
- Şahin, C., & Sipahioğlu, Ş. (2003). Doğal Afetler ve Türkiye (Genişletilmiş 2. Baskı). Ankara: Gündüz Eğitim ve Yayıncılık.
- Şen, T. (2019). Atatürk Baraj Bendinin Yıkılmasıyla Oluşacak Taşkın ve Etkilerinin CBS Yardımıyla İncelenmesi (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Taş, E. (2018). Coğrafi Bilgi Sistemleri teknikleri kullanılarak taşkın risk potansiyelinin değerlendirilmesi: Afyonkarahisar Çay Deresi Havzası. İklim Değişikliği ve Çevre, 3(1), 68-74.
- Tokgözlü, A., & Özkan, E. (2018). Taşkın risk haritalarında AHP yönteminin uygulanması: Aksu Çayı Havzası örneği. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi, (44), 151-176.
- Turoğlu, H., & Özdemir, H. (2005). Bartın'da Sel ve Taşkınlar; Sebepler, Etkiler, Önleme ve Zarar Azaltma Önerileri (Doktora Tezi). İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Yalçın, M. (2012). Afet yönetimi-hazırlık bileşeni için konumsal veri altyapısı tasarlanması, sel ve taşkına duyarlı alanlar: İstanbul Avrupa yakası örneği. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Y. Lisans Tezi, İstanbul.
- Yılmaz, İ. (2015). Çorum İli Taşkın Tehlikesinin Analitik Hiyerarşi Yöntemi Kullanılarak İncelenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

İnternet Kaynakları

- 1- <https://fenbil.aku.edu.tr>
- 2- <https://www.dsi.gov.tr>
- 3- <https://www.tarimorman.gov.tr/>
- 4- <https://www.wikipedia.org>

5- <https://hudam.hacettepe.edu.tr/>

6- https://ansiklopedi.tubitak.gov.tr/ansiklopedi/dogal_afetler