



T.C.

NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

COĞRAFYA ANABİLİM DALI

KARASU ÇAYI HAVZASI'NIN HİDROGRAFYASI

Yüksek Lisans Tezi

Merve YILMAZ

Danışman

Doç. Dr. Ali İMAMOĞLU

Nevşehir

Şubat 2022

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Hazırladığım Yüksek Lisans Tez çalışmasının bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, yazımda tez yazım kılavuzuna uygun davranıldığını taahhüt ederim.

.../.../...

İmza

Merve YILMAZ

KILAVUZA UYGUNLUK ONAYI

“Karasu ayı Havzası’nın Hidrografyası” adlı Yüksek Lisans tezi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzu’na uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan

Merve Yılmaz

Danışman

Doç. Dr. Ali İMAMOĞLU

Coğrafya Anabilim Dalı Başkanı

Doç. Dr. şenay GÜNGÖR

KABUL VE ONAY SAYFASI

Doç. Dr. Ali İMAMOĞLU danışmanlığında Merve YILMAZ tarafından hazırlanan “Karasu Çayı Havzası’nın Hidrografyası” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Nevşehir Hacı Beştaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

.../.../.....

JÜRİ

İMZA

Danışman : Doç. Dr. Ali İMAMOĞLU

.....

Üye: Prof. Dr. Ali MEYDAN

.....

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Volkan DEDE

.....

ONAY: Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun .../.../..... tarih ve

Sayılı Kararı ile onaylanmıştır.

TEŞEKKÜR

Öncelikle, yüksek lisans öğrenimim süresince; bilgi, yardım ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, çalışma alanının belirlenmesinden araştırmanın yürütülmesine, arazi çalışmalarından veri analizlerine kadar tezle ilgili görüş ve önerilerini paylaşan, çalışmanın her aşamasını büyük bir sabır ve titizlikle inceleyen ve değerli katkılar sunan danışmanım Doç. Dr. Ali İMAMOĞLU'na,

Arazi çalışmaları esnasında ve tezin ilerleyişinde fazlaca desteklerini gördüğüm kıymetli dostlarım Rümeysa YUNAL ve Suat KARADAŐ'a,

Yüksek lisans eğitimime ve tezime yaptığı katkılardan dolayı bilgi ve tecrübesinden yararlandığım sayın hocam Prof. Dr. Ali MEYDAN'a,

Lisans eğitimimden bu yana desteğini ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, tez çalışmama değerli katkılar sunan sayın hocam Dr. Öğr. Üyesi Volkan DEDE'ye,

Tezin düzenlemelerine yaptıkları değerli katkılarından dolayı kıymetli arkadaşlarım Sueda Nur KELEŐ ve Fatih AKTAŐ'a,

Destek, yardım, anlayış, sabır ve emeklerinden dolayı; annem, babam ve kardeşlerime teşekkürlerimi sunarım.

KARASU ÇAYI HAVZASI'NIN HİDROGRAFYASI

Merve YILMAZ

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Ana

Bilim Dalı, Yüksek Lisans, Şubat 2022

Danışman: Doç. Dr. Ali İMAMOĞLU

ÖZET

Akarsu, aldığı yüke bağılı olarak enerjisiyle temas ettiği yüzeylerde farklı jeomorfolojik şekiller oluşmasını sağlar. Morfometrik analizler kullanılarak akarsu havzalarının morfolojik özellikleri nicel olarak ortaya konularak, farklı sahalardaki havzaların sayısal değerleri üzerinden karşılaştırma yapılmaktadır. Böylece akarsuların erozif faaliyetleri, havzaların yarıma dereceleri, havza şekilleri, akarsuların taşkın üretme kapasiteleri gibi birçok özellik incelenip sağlıklı karşılaştırmalar yapılabilmektedir.

Çalışmaya konu olan Karasu ayı Havzası'nın hidrografya özelliklerinin morfometrik yöntemler ile analiz edilmesi ve elde edilen bulguların havza ile ilgili yapılacak olan planlama çalışmalarında kullanımı amaçlanmıştır. Bu kapsamda detaylı bir literatür taraması yapılmış, konuyla ilgili analiz yöntemleri araştırılmış, bu yöntemler sahaya uygulanmaya çalışılmıştır.

Çalışmanın hazırlanması esnasında altlık olarak 1/25.000 ölçekli topografya haritaları kullanılmıştır. Ayrıca hidrografik özellikleri etkileyen faktörlere ait haritalama ve hesap işlemleri yapılmıştır. Birçok kere inceleme alanına arazi çalışmaları düzenlenmiş, fotoğraflar çekilmiş, notlar tutulmuştur. Her türlü morfometrik analiz, topografya haritaları baz alınarak Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımları kullanılarak yapılmıştır.

İnceleme alanında Prekambriyen, Paleozoyik, Permian, Üst Kretase, Eosen, Üst Miyosen ve Kuvaterner'de oluşmuş kayaç formasyonları bulunmaktadır. Karasu Çayı Havzası'nın % 73'ü çamurtaşı, kilitaşı, kumtaşıdan oluşmaktadır.

Sonuç olarak inceleme alanının şekillenmesinin genel anlamda Prekambriyen dönemine kadar uzandığı, bu süreçte hidrografik oluşum ve gelişimin zaman zaman farklı olaylar ve süreçler tarafından kesintiye uğradığı, bu nedenle havza içinde farklı vadi şekillerinin geliştiğı belirlenmiştir. Bu kapsamda havzanın başta hidrografik sorunları olmak üzere sahada yer alan çevre problemlerine coğrafi bir bakışla çözümler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Karasu Çayı, Hidrografya, Morfometri.

HYDROGRAPHY OF THE KARASU RIVER BASIN

Merve Yılmaz

Nevsehir Haci Bektas Veli University, Institute of Social Sciences, Geography

Department, M.A., February 2022

Advisor: Assoc. Dr. Ali İMAMOĞLU

ABSTRACT

Depending on the load it receives, the stream creates different geomorphological landforms on the surfaces it comes into contact with with its energy. By using morphometric analysis, the morphological features of the river basins can be quantitatively revealed, and comparisons can be made over the numerical values of the basins in different areas. Thus, many features such as the erosive activities of the rivers, the degree of rupture of the basins, the shape of the basin, the flood generation capacity of the rivers can be examined and healthy comparisons can be made.

It is aimed to analyze the hydrographic features of the Karasu Stream Basin, which is the subject of the study, by morphometric methods and to use the findings in the planning studies to be made about the basin. In this context, a detailed literature review has been made, analysis methods related to the subject have been researched, and these methods have been tried to be applied to the field.

During the preparation of the study, 1/25.000 scaled topography maps were used as a base. In addition, mapping and calculation processes of the factors affecting the hydrographic properties were made. Many times, fieldworks were arranged in the study area, photographs were taken and notes were taken. All kinds of morphometric analyzes were made using Geographical Information Systems software based on topography maps.

There are rock formations formed in Precambrian, Paleozoic, Permian, Upper Cretaceous, Eocene, Upper Miocene and Quaternary in the study area. 73% of the Karasu Stream Basin consists of mudstone, claystone and sandstone.

As a result, it has been determined that the shaping of the study area extends to the Precambrian period in general, the hydrographic formation and development were interrupted from time to time by different events and processes, therefore, different valley landforms developed in the basin. Solutions to the environmental problems in the field, especially the hydrographic problems of the basin, are presented with a geographical view.

Keywords: Karasu Stream, Hydrography, Morphometry.

Bu araştırma Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Bilim Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından ABAP21S13 numaralı “Karasu ayı Havzası'nın Morfometrik Analizlerle İncelenmesi, Jeomorfometri” isimli proje ile desteklenmiştir.



İÇİNDEKİLER

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK	i
KILAVUZA UYGUNLUK ONAYI.....	i
KABUL VE ONAY SAYFASI.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ABSTRACT.....	viii
İÇİNDEKİLER	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xiv
TABLolar LİSTESİ.....	xviii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xix
1. GİRİŞ.....	1
1.1. İnceleme Alanının Konumu ve Başlıca Coğrafi Özellikleri	1
1.2. Araştırmanın Konusu.....	3
1.3. Amaç ve Kapsam	4
1.4. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi.....	4
1.5. Materyal ve Yöntem	4
1.6. Önceki Çalışmalar	10
1.6.1. Konu İle İlgili Literatür	12
2. BÖLÜM.....	15
HİDROGRAFYA ÖZELLİKLERİNİ ETKİLEYEN BAŞLICA ETMENLER	15
2.1. Araştırma Sahasının Yapısal Özellikleri	15
2.1.1. Araştırma Sahasının Jeolojisi	15

2.1.2. Araştırma Sahasının Jeomorfolojisi.....	19
2.2. Araştırma Sahasının İklim Özellikleri.....	27
2.2.1. Sıcaklık.....	27
2.2.2. Yağış	30
2.2.3. Karasu ayı Havzası'nın İklim Sınıflandırmalarındaki Yeri.....	32
2.3. Araştırma Sahasının Doğal Bitki Örtüsü	33
2.3.1. Bitki Örtüsünün Coğrafi Dağılışı	33
2.4. Araştırma Sahasının Toprak Özellikleri.....	35
2.4.1. Büyük Toprak Grupları.....	35
2.4.2. Arazi Kullanım Kabiliyeti.....	38
2.4.3. Başlıca Toprak Sorunları	41
2.5. Araştırma Sahasının Hidrografik Özellikleri	47
2.5.1. Karasu ayı Drenaj Ağı.....	47
2.5.2. Karasu ayı'nın Alt Havzaları	48
2.5.3. Yeraltı Suyu	51
2.5.4. Barajlar	51
2.6. Araştırma Sahasının Antropojenik Özellikleri.....	52
2.6.1. Tarımsal Faaliyetler.....	52
2.6.2. Su ve Su Yapıları	56
2.6.3. Yerleşme Özellikleri.....	58
3. BÖLÜM.....	60

3.1. Havzanın Topografik Özellikleri	60
3.1.1. Havzanın Eğimi	60
3.1.2. Havzanın Bakışı	62
3.1.3. Düzeltilmiş SYM	63
3.2. Karasu Çayı Havzası'nın Morfometrisi	63
3.2.1. Çizgisel Morfometri (Linear Morphometry)	66
3.2.2. Alansal Morfometri (Areal Morphometry).....	71
3.2.3. Relief Morfometrisi (Relief Morphometry)	74
3.3. Vadi Taban Genişliği - Yamaç Yüksekliği Analizi.....	78
SONUÇ VE ÖNERİLER	80
KAYNAKÇA.....	83
ÖZGEÇMİŞ	90

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Karasu Çayı Havzası'nın lokasyon haritası.....	3
Şekil 2: Karasu Çayı Havzası'nın jeoloji haritası.....	18
Şekil 3: a) killi marnlı yapı, b)kalker kütleler, c) sedimanter tabaka altında killi tabaka, d) eski alüvyon depo.	19
Şekil 4: a) Traverten kalıntıları, b) Karstik çöküntü alanı, c)-d) Farklı boyutlardaki lapyalar.	20
Şekil 5: a) Mağara, b) Doğal köprü.....	21
Şekil 6: Araştırma sahasının doğusunda bulunan Akdağlar'ın (2094 m) doğudan görünümü.....	22
Şekil 7: Araştırma sahasının güneyinde bulunan Kızıldağ (İsmail Sivrisi) (1740 m)' in kuzeyden görünümü.....	22
Şekil 8: Yozgat-Yenifakılı'da görülen aşınım düzlükleri.....	23
Şekil 9: Geniş tabanlı (a) ve V şekilli vadi (b).....	24
Şekil 10: Menderes vadi örnekleri.....	24
Şekil 11: Geniş tabanlı vadi (Yenifakılı batısında).....	25
Şekil 12: Geniş tabanlı vadi (Kozaklı-Yenifakılı arasında).....	25
Şekil 13: Tabaka yönelimlerine paralel olarak oluşan vadi örneği.....	26
Şekil 14: Karasu Çayı Havzası'nın yıllık ortalama sıcaklık dağılış haritası.....	29
Şekil 15: Şefahtli, Boğazlıyan ve Çandır Meteoroloji istasyonlarında aylık ortalama sıcaklık seyri.....	30
Şekil 16: Karasu Çayı Havzası'nın yıllık ortalama toplam yağış haritası.....	31

Şekil 17: Şefaatlî, Boğazlıyan, Çandır meteoroloji istasyonlarından mevsimlik yağış dağılışı.	32
Şekil 18: Meşe kesim alanları.	33
Şekil 19: a) Sarıçam ormanlık alanı, b) Mazı meşesi ormanlık alanı	34
Şekil 20: a) Sukulent, b) Sümbül	34
Şekil 21: Akdağlar'ın güney eteklerinde bulunan meşe ormanlarının doğudan (b) ve batıdan (a) görünümü.....	34
Şekil 22: Sığırkuyruğu (a) ve sütleğen (b).....	35
Şekil 23: Karasu Çayı Havzası Büyük Toprak Grubu Haritası.	37
Şekil 24: Araştırma sahasında yer yer demir oranına bağılı olarak yüzeylenen kırmızımsı kahverengi topraklar.	38
Şekil 25: Karasu Çayı Havzası'nın arazi kullanım kabiliyeti haritası.....	40
Şekil 26: Karasu Çayı Havzası'nın farklı noktalarındaki tarım arazilerinde görülen taşlılık.	41
Şekil 27: Anız yakılmış tarla (Kozaklı-Karasenir).	42
Şekil 28: Araştırma sahasının farklı bölgelerinde karşılaşılan çöp ve moloz yığılıları.	42
Şekil 29: Karasu Çayı Havzası'nın başlıca toprak sorunları haritası.....	44
Şekil 30: Havzanın doğu (a) ve batısında (b) yükseltinin arttığı bölgelerde eğimin arttığı, bitki örtüsünün azaldığı koşullarda oluşan sığ erozyon şekilleri	45
Şekil 31: Karasu Çayı Havzası'nın erozyon haritası.	46
Şekil 32: Karasu Çayı Havzası'nın drenaj ağı haritası.	47
Şekil 33: Karanlık Dere Havzası (a) , Karasu Deresi Havzası (b).....	49

Şekil 34: Çayıralan Deresi Havzası (a), Boğazlıyan Deresi Havzası (b).	49
Şekil 35: Fehimli Deresi Havzası (a) , Akdere Havzası (b).	50
Şekil 36: Kalaycık Deresi Havzası.....	50
Şekil 37: Boğazlıyan-Çandır arasında bulunan Uzunlu Barajı (a), Boğazlıyan'da yapım aşamasında olan baraj (b).....	51
Şekil 38: Dereler üzerinde görülen setler.	52
Şekil 39: Karasu Çayı Havzası'nın arazi kullanım şekilleri haritası.	54
Şekil 40: Nevşehir bölgesinde buğday tarlaları.....	55
Şekil 41: Yozgat bölgesinde şeker pancarı tarımı.	56
Şekil 42: a' da dere yatağının akış yönüne ters olarak kurulmuş borularla taşınan su hattı ve su kanalı (b).	57
Şekil 43: Yapay göl ve göl içerisinde sulama boruları	57
Şekil 44: Araştırma sahasının birçok farklı bölümünde görülen sulama kanalları. ...	58
Şekil 45: Kaya düşmelerine bağlı olarak taşınmış köyün eski yerleşme alanı (Kozaklı-Küçükyazı köyü).....	59
Şekil 46: Kuraklıktan dolayı taşınmış eski köy yerleşmesi (Kozaklı-Abdi köyü). ...	59
Şekil 47: Karasu Çayı Havzası'nın eğim haritası.	61
Şekil 48: Karasu Çayı Havzası'nın bakı haritası.	62
Şekil 49: Karasu Çayı Havzası'nın sayısal yükseklik modeli haritası.	63
Şekil 50: Karasu Çayı Havzası'nın akarsu dizin haritası.	69
Şekil 51: Hipsometrik eğri grafiği	77

Şekil 52: Karasu Çayı Havzası'nın profil hatları haritası. 79



TABLULAR LİSTESİ

Tablo 1: Karasu Çayı Havzası'nın kayaçların alan ve yüzde cinsinden dağılımı.	16
Tablo 2: Şefaati, Boğazlıyan, Çandır meteoroloji istasyonlarından yıllık ortalama sıcaklık değerleri.	28
Tablo 3:Şefaati, Boğazlıyan ve Çandır meteoroloji istasyonlarından yıllık toplam yağış değerleri (mm).	30
Tablo 4: Araştırma sahasının büyük toprak gruplarının alan ve yüzden cinsinden dağılımı.	36
Tablo 5: Araştırma sahası arazi kullanım kabiliyetinin alan ve yüzde cinsinden dağılımı.	39
Tablo 6: Karasu Çayı Havzası'nın toprak sorunlarının alan ve yüzde cinsinden dağılımı.	43
Tablo 7: Araştırma sahasının erozyon durumu alan ve yüzde cinsinden dağılımı. ...	45
Tablo 8: Karasu Çayı Havzası'nın arazi kullanım şekillerinin alan ve yüzde cinsinden dağılımı.	53
Tablo 9: Karasu Çayı Havzası'nın eğim özellikleri ve afet türü ilişkisi.	61
Tablo 10: Karasu Çayı Havzası'nın topografya haritasından üretilmiş akarsu ağı ve relief özellikleri.	65
Tablo 11: Karasu Çayı Havzası'nın çizgisel morfometri özellikleri.	66
Tablo 12: Karasu Çayı Havzası'nın alansal morfometri özellikleri.	71
Tablo 13: Karasu Çayı Havzası'nın relief morfometrisi özellikleri.	74

KISALTMALAR LİSTESİ

Pe: Potansiyel evapotranspirasyon

°: Derece

“: Dakika

‘: Saniye

°C: Santigrat Derece

DMİ: Devlet Meteoroloji İstasyonu

DSİ: Devlet Su İşleri

MTA: Maden Tetkik ve Arama

MGM: Meteoroloji Genel Müdürlüğü

UZAL: Uzaktan Algılama

CBS: Coğrafi Bilgi Sistemleri

SYM (DEM): Sayısal Yükselti Modeli

Rb: Çatallanma oranı

R_e: Akarsu uzunluk oranı

T: Tekstür oranı

Dd: Drenaj yoğunluğu

ΣL: Toplam çizgisel akış uzunluğu

A: Havza alanı

F_s: Akarsu sıklığı

N: Toplam dizin sayısı

K_g : Gravelius indisi

P : Havzanın çevre uzunluğu

R_f : Havza reliefi

R_c : Uzunluk oranı

L_b : Havza uzunluğu

R_n : Engebелilik değeri

R_h : Relief oranı

T_c : Akım toplanma zamanı



1. GİRİŞ

Bir havzanın hidrografik özellikleri, morfometrik ölçümler kullanarak sayısal değerlerle daha ayrıntılı şekilde incelenmesine imkan sağlamaktadır.

Akarsu havzalarında sahanın morfometrik özelliklerini konu alan çalışmaların yapılmasının önemi, insanların yerleştikleri, sosyal ve ekonomik faaliyetlerini sürdürdükleri, doğal ortamlar olmasından kaynaklanmaktadır. Bu doğal ortamın insan yaşamına etki edebilecek her türlü coğrafi özelliğinin bilinmesi, sayısal değerleri temel alan morfometri çalışmaları ile mümkün olmaktadır. Morfometri çalışmaları, havzaları inceleme alanı seçerek hem o sahanın jeomorfolojik olarak şekillenmesine etki eden süreçlerin anlaşılmasını sağlamakta hem de saha ile ilgili geleceğe yönelik havza yönetim planlarına altlık veri oluşturmaktadır. Bu nedenle morfometri konulu çalışmalara yeni yöntemler eklenmeli, incelenen konular daha kapsamlı biçimde ele alınarak çalışmalar sürdürülmelidir.

Bu çalışmada sınırlarını oluşturan Karasu Çayı Havzası'nın hidrografik özellikleri morfometrik yöntemler kullanılarak analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular çalışma sonunda rapor halinde sunulmuş ve saha ile ilgili geleceğe yönelik yapılacak havza planlama çalışmalarına katkı sağlamak, başta hidrografik sorunları olmak üzere sahada yer alan çevre problemlerine coğrafi bir bakışla çözümler sunulmuştur.

1.1. İnceleme Alanının Konumu ve Başlıca Coğrafi Özellikleri

İnceleme alanı, Türkiye'nin İç Anadolu Bölgesi'nin Orta Kızılırmak Bölümünde, kuzeyde Yozgat, güneyde Nevşehir, doğuda Kayseri, batıda Kırşehir illeri sınırları içerisinde Bozok yöresi olarak adlandırılan alanda yer almaktadır. Araştırma sahasını oluşturan Karasu Çayı, Kızılırmak'ın önemli kollarından olan Delice Irmağı'nın alt havzasını oluşturmaktadır. Yaklaşık doğu-batı yönlü uzanan Karasu Çayı, batıda kuzey yönelimli yay çizerek Delice Irmağı'na karışmaktadır. Havza sınırlarının

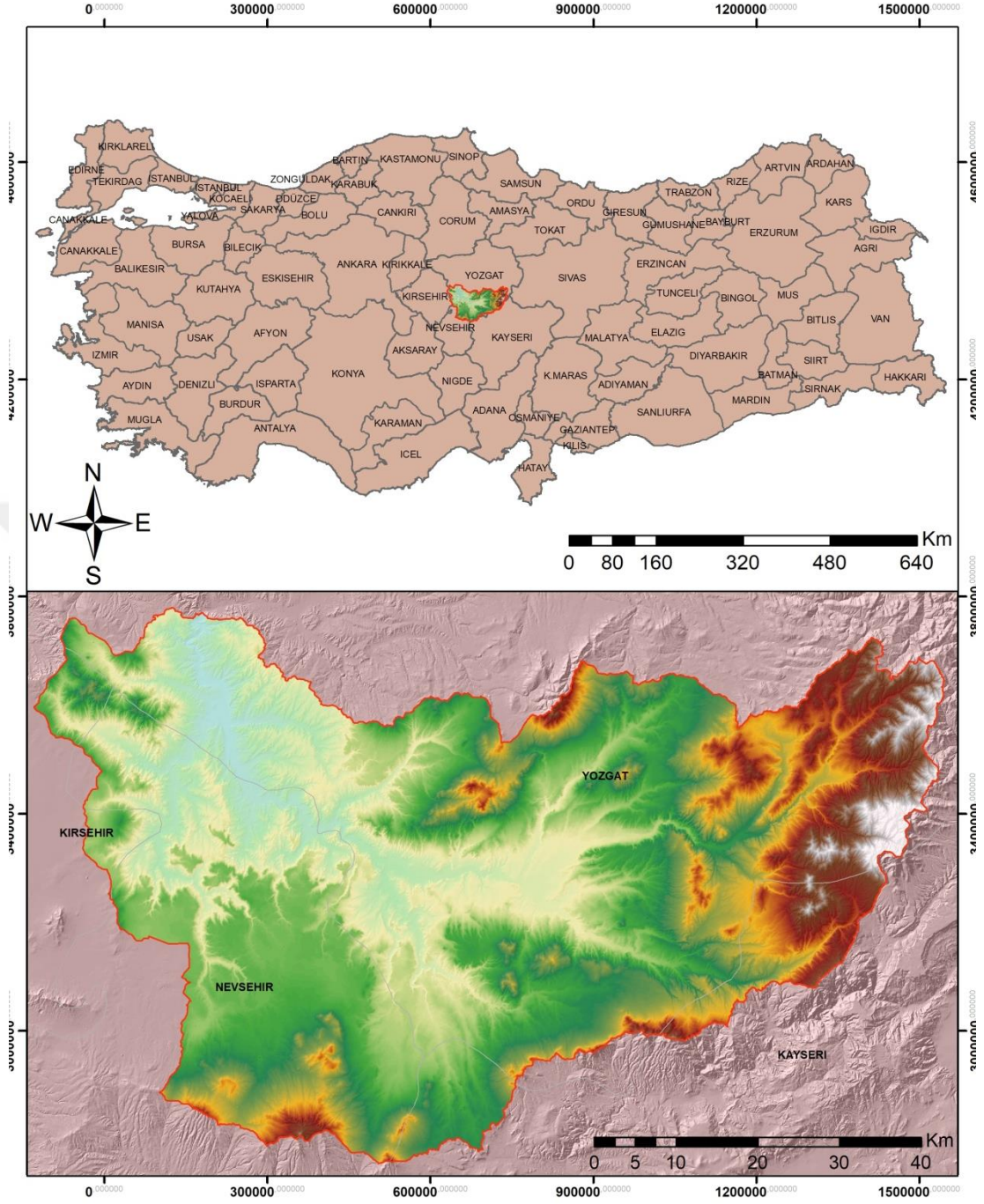
büyük bir bölümü Yozgat ili sınırları içerisinde bulunmaktadır. Toplamda 7 alt havzası bulunan Karasu Çayı, 4.640 km² alanı kapsamaktadır. Araştırma sahası sınırları ve yakın çevresinde ise, doğusunda Çayıralan, Boğazlıyan, güneyinde Yenifakılı, Şefaati, batısında Kozaklı ilçe merkezleri, kuzeyinde Kalaba ve Felahiye kasabaları yer almaktadır.

Havzada Prekambriyen, Paleozoyik, Permilen, Üst Kretase, Eosen, Üst Miyosen ve Kuvaterner'e ait formasyonlar bulunmaktadır. Akdağlar'ın güney yamaçlarında yer alan metagabro ve amfibolitler Karasu Çayı Havzası'nın en eski formasyonunu oluşturmaktadır (Şekil 2). Havzada Üst Miyosen'e ait çakıltası, kumtaşı ve çamurtaşı geniş alan kaplarken, Üst Miyosen'e ait tuf oldukça dar bir alan kaplamaktadır.

İnceleme alanında dağlık alanlar, platolar, vadiler ve akarsuya bağlı oluşmuş alçak aşınım düzlükleri ana yer şekillerini oluşturmaktadır.

Karasu Çayı Havzası sınırları içerisinde genel olarak karasal iklim hakim durumdadır. Sahanın matematik ve özel konumu iklim şartlarını etkilemektedir. Havzanın doğu-batı doğrultusunda 120 km' lik bir mesafede uzanması ve sınırının deniz seviyesinden başlayarak 2094 metreyi bulan zirvelere (Akdağlar) ulaşması yükselti ile enlem faktörleri nedeniyle iklim farklılıklarına yol açmaktadır.

Havzanın şekli, bulunduğu matematik ve özel konum, inceleme alanının iklim özellikleri gibi bitki örtüsü dağılımını da etkilemektedir. Karasu Çayı Havzası'nda Mazı meşesi, Boylu ardıç, Yabani kavak, Sarıçam, Geven gibi bitkiler çeşitli yükselti kuşaklarında geniş alanlarda yayılış göstermektedir. Yükseltinin azaldığı, geniş düzlüklere ulaşılan yerlerde ise tipik bozkır bitki örtüsü hakimdir.



Şekil 1: Karasu Çayı Havzası'nın lokasyon haritası.

1.2. Araştırmanın Konusu

Bu çalışmada, Karasu Çayı Havzası'nın morfometrik özelliklerini incelemek ve havzanın hidrolojik özelliklerini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Araştırma alanı, Orta Kızılırmak Bölümü'nde, Delice Irmağı'nın büyük kolu olan Karasu Çayı'nın

havza sınırları olarak belirlenmiştir. Araştırmanın konusu ise havza sınırları içerisindeki hidrolojik özelliklerin belirlenmesidir.

1.3. Amaç ve Kapsam

Araştırmanın amacı Karasu Çayı Havzası'nın Hidrografyası konusu ile seçilen inceleme alanının hidrografik özelliklerini morfolojik yöntemler kullanarak daha ayrıntılı analiz edilmesi saha ile ilgili gelecekte yapılacak olan havza yönetim planlarına altlık veri sağlamaktır.

Karasu Çayı Havzası'nın hidrografya özelliklerinin analiz edilmesi için uygulanan morfolojik analizler, havzanın bugünkü görünümünü kazanmasına neden olan olaylar ile süreçleri tanımlama ve açıklama adına önemli katkılar yapmıştır. Çalışma sonunda elde edilen bulgular benzer çalışmaların yapılmasına yardımcı olacak, ayrıca farklı havzaların hidrografya özelliklerinin sayısal ifadelerle karşılaştırılmasına olanak sağlayacaktır. Analiz sonuçları ile farklı morfolojik ünitelerin, havza yapısının ve akarsu ağının arasındaki ilişkiler coğrafi ilkeler ışığında değerlendirilerek yeni bilgilerin elde edilmesi amaçlanmıştır.

1.4. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi

Araştırmada; Karasu Çayı ile litolojik birimler, morfolojik özellikler, iklim ve toprak gibi doğal ortam özelliklerinin ilişkisi ortaya konulacaktır. Bu ilişkilerin belirlenmesinde morfolojik analizlerden yararlanılacak ve havzadaki bazı doğal ortam problemlerine çözüm önerileri üretilecektir. Sonuç olarak havzanın; başta hidrografya sorunları olmak üzere sahada yer alan çevre problemlerine coğrafi bir bakışla çözümler sunulacaktır. Araştırma; yerel ölçekte Karasu Çayı Havzası sınırları içerisinde morfolojik analizler ile yapılan ilk çalışma olması sebebiyle önem arz etmektedir. Ayrıca Karasu Çayı Havzası'nı konu alan detaylı bir hidrografya çalışması bulunmaması, çalışmanın özgün değerini yükseltmektedir.

1.5. Materyal ve Yöntem

“Karasu Çayı Havzası'nın Hidrografyası” başlıklı bu çalışma birbirini takip eden ve tamamlayan dört aşamada gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın ilk aşamasında inceleme alanı ve konusu ile ilgili literatür taraması yapılmıştır. İnceleme alanı ile ilgili, Coğrafya bilimi ve diğer bilim dallarına ait çalışmalar incelenmiş, bu sayede sahanın genel coğrafi özellikleri hakkında bilgiler edinmeye çalışılmıştır.

İnceleme konusu ile ilgili olarak yapılan araştırmalarda, Türkiye ve Dünya genelinde yayınlanan morfometrik analiz konulu çalışmalarla ilgili yayınlar ayrıntılı şekilde incelenmiştir. Elde edilen veriler ve öğrenilen yöntemler çalışmanın içeriğinin şekillendirilmesinde önemli rol oynamıştır.

Çalışmanın ikinci aşamasında üçüncü aşamada yapılacak olan analizler ve hazırlanacak olan haritalar için altlık veri niteliği taşıyan kartografik malzeme toplanarak ve inceleme alanının çeşitli haritaları hazırlanmıştır. Yapılacak olan analiz ve hazırlanacak olan haritalara altlık veri oluşturmak amacıyla çalışma sahası sınırlarını kapsayan 1/25.000 ölçekli topografya haritaları (J33 a1, J33 a2, J33 b1, J33 b2, J33 a4, J33 a3, J33 b4, J33 b3, J34 a3, J34 b4, J34 b3, J35 a4, J35 a3, J35 b4, J33 d1, J33 d2, J33 c1, J33 c2, J34 d1, J34 d2, J34 c1, J34 c2, J35 d1, J35 d2, J33 d3, J33 c4, J33 c3, J34 d4, J34 d3, J34 c3, J35 d4, K33 a2, K33 b1, K33 b2, K34 a1, K34 a2) ve Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü tarafından üretilmiş 1/500.000 ölçekli jeoloji haritaları kullanılmıştır. Raster ve vektör veri yapısına verilerin işlenmesi, analizi ve haritalanmasında CBS yazılımları kullanılarak çalışmanın ilerleyen aşamalarında yapılacak olan analiz ve hazırlanacak haritalar için veri tabanı kullanımı hazır hale getirilmiştir.

Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde yapılacak olan analizlere altlık veri oluşturmak için yapılan bu işlemlerden sonra Karasu Çayı Havzası'nın hidrografik özelliklerine etki eden faktörlerin incelenmesine başlanmıştır. Bu kapsamda araştırma sahasına birçok kez arazi çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Havzada yıllık ortalama sıcaklık dağılımını belirlemek amacıyla Şefaati, Boğazlıyan ve Çandır ilçelerinde bulunan meteoroloji istasyonlarından alınan rasat verileri sıcaklığın her 200 metrede 1°C azalmasını temel alan bir yöntemle haritalanmıştır.

Çalışmanın üçüncü aşamasını ise morfometrik yöntemler kullanılarak yapılan analizler oluşturmuştur. Bu analizler çizgisel, alansal ve relief morfometrik analizler olmak üzere 3 başlıkta ele alınmıştır:

Çizgisel morfometrik analizlerden;

- **Çatallanma oranı:** Havzanın şekli ve akış karakteri hakkında bilgiler vermektedir. Çatallanma oranı, bir segment grubunda bulunan akarsu kollarının sayısının (N_u), bir üst grup segmentteki kolların sayısı toplamına (N_{u+1}) oranı olarak tanımlanır (Horton, 1945). Literatürde bu oranın, 3-5 aralığında olması havza jeolojisinin homojen bir yapıda olduğunu ifade eden farklı havzalarda yapılmış çalışmalar bulunmaktadır (İmamoğlu, 2020; Turoğlu, 2019). Düşük çatallanma oranı, 3 ve altı değerler almakla birlikte yüksek drenaj yoğunluğunu, yüksek çatallanma oranı 5 ve üstü değerleri ifade etmekle birlikte, bu alanlarda drenaj yolu üzerinde yapısal kontroller olduğunu ortaya koymaktadır (Horton, 1945).

$$R_b = N_u / N_{u+1}$$

- **Akarsu uzunluk oranı:** Akarsu havzasına ait yüzeysel akış karakterini temsil eder. Genel olarak kısa boylu ve sık dizin segmentleri; eğim değerleri yüksek yüzeylere işaret ederler (Strahler, 1975). Buna karşın daha uzun ve seyrek segmentlerin bulunması daha az eğimli havzaların hidrografik göstergeleridir. Ayrıca akarsu segment uzunlukları, dolayısıyla akarsu uzunluğu; su bölümü çizgisinin ve dolayısıyla akarsu havzasının sınır ve şekil özelliğinin belirlenmesinde rol oynar.

$$R_c = \frac{2}{L_m} * \left[\frac{A}{\pi} \right]^{0.5}$$

- **Tekstür oranı:** Havza akarsu ağı 1. dizin (order) kol sayısının (N_{u1}), havza çevresine oranlanması ile elde edilir ve Smith (1950) tarafından geliştirilen, kanalların birbirine yakınlığını tanımlayan bir orandır. Litolojik yapı, arazi engebeliği gibi faktörler bu oranı etkiliyor olup, oranın yüksek olması yüksek relief, dik yamaçlar ve düşük geçirgenliği ifade etmektedir.

Dolayısıyla, tekstür oranının yüksek olması havzaya düşen yağışın yüksek oranda akışa geçtiğini göstermektedir. Tekstür oranının 2'den düşük olması çok kaba, 2-4 arası kaba, 4-6 arası orta, 6-8 arası ince, ve 8'den daha yüksek çıkması çok ince drenaj yapısına sahip olduğunu göstermektedir (Kütükçü vd., 2015).

$$T = N_{ul} * (1/P)$$

Alansal morfometrik analizlerden;

- **Drenaj yoğunluğu (Dd):** Temel akarsu uzunluğu ölçütü sayılan drenaj yoğunluğu, akarsu akış kanalı hakkında sabit olmayan yorumları stabil ve ayrıntılı açıklanabilen bir konuma getirmiştir. Drenaj yoğunluğunun formülü şu şekildedir:

$$Dd = \Sigma L / A$$

Formülde yer alan ifadeler arasında:

Dd : Drenaj yoğunluğunu,

ΣL : Toplam çizgisel akış uzunluğunu,

A : Havza alanını ifade etmektedir.

- **Akarsu sıklığı:** Havza alanında bulunan akarsu kolları sayısı toplamının havza alanına bölünmesi ile elde edilmekte olup, birim alana düşen akarsu kolu sayısını ifade etmektedir. Akarsu sıklığının yüksek olması, zeminin geçirgen olmadığı ve düşük relief yapısının hakim olduğunu ifade etmektedir (Kütükçü vd., 2015).

Es: N/A Formülde;

N : Toplam dizin sayısı,

A : Havza alanı (km²)' dir.

- **Gravelius indeksi:** Havzaların dairesel ya da uzunlamasına olup olmadığını belirleyen indekslerden biridir (Gravelius, 1914). Değerin küçüklüğü oranından havzanın dairesel bir görünüm kazandığını ortaya koyar. K_g değeri 0,8'den büyük ve 1,0'e ne kadar yakın ise o havza şeklinin dairesel o derece yakın olduğu anlaşılır. K_g değeri düşük havza şekilleri ise uzunlamasına bir formu tanımlar.

$$K_g = P / \sqrt{\pi A} \approx 0,28 P / \sqrt{A}$$

K_g : Gravelius indisi,

P: Havzanın çevre uzunluğu,

A: Havzanın alanı (km²).

İndeksten elde edilecek sonuçlara göre değer büyüdükçe havza uzunlamasına bir şekil göstermektedir. Gravelius indeksi değerinin büyüklüğü nispetinde havzadaki aşınım faaliyetleri üzerinde reliefin etkisinin fazla olduğuna işaret etmektedir (Karataş ve Ekinci, 2014).

- **Havza şekli:** Sayısal değeri havza alanının, havza uzunluğunun karesine oranını temsil eder (Horton, 1932).

$R_f = A / L_b^2$, Formülde; A: Havza Alanı (km²), L_b : Havza uzunluğu (km)'dir. Hesaplanan yüksek R_f değerleri; havzada uzun zamanda yan kollardan gelen yüksek akım, önce kısa süreli düşük ana akıma ve devamında kısa süreli maksimum akıma neden olan dairesel bir havza şeklini temsil eder. Düşük R_f değeri ise kısa sürede yan kollardan gelen az akım ve uzun süreli meydana gelen yüksek ana akımın görüleceği uzunlamasına bir havza şeklini ifade etmektedir (Biswas vd., 1999; Reddy vd., 2004'ten aktaran Özdemir, 2011:464).

Uzunluk oranı: Havzayla aynı alana sahip bir dairenin çapıyla havzanın maksimum uzunluğu arasındaki oranla elde edilir. Uzunluk oranında (R_e), yüksek R_e değerine sahip havzalar düşük infiltrasyon kapasitesi ve yüksek

yüzeysel akışa, düşük değerler yüksek infiltrasyon kapasitesi ve düşük yüzeysel akışa sahiptir.

$$R_e = 2/L_m * (A/\pi)^{0.5}$$

Relief morfometrik analizlerden;

- **Havza reliefi (B_h):** Havzanın en yüksek noktası ve en alçak noktası arasındaki maksimum dikey uzaklığı ifade eder.

$$B_h = H_{max} - H_{min}$$

- **Engebelilik değeri (R_n):** Melton (1957) tarafından bulunan R_n drenaj yoğunluğu ve reliefin ortak ürünüdür.

$$R_n = D_d \times B_h$$

Boyutsuz bir tanım olması sebebiyle farklı sahalardaki havzalarla karşılaştırması rahatlıkla yapılabilmektedir.

- **Hipsometrik eğri:** Yüksekliğin havza içerisindeki dağılımını gösteren hipsometrik eğri aşınım süreçleri ve havzanın evrimi hakkında önemli deliller göstermektedir. İki temel formu bulunan hipsometrik eğrinin en temel formu ölçülmüş kesin ölçüler kullanılarak belirlenmektedir. Bu formda ordinatta yükselti basamakları metrik olarak çizilirken; apsiste verilen yüksekliğin üzerinde kalan alanlar metrekare cinsinden çizilmektedir. Bu metod kümülatif bir eğri üretmekte ve her nokta o yüksekliğin üzerindeki alanı temsil etmektedir.

$$y = h/H \quad x = a/A$$

şeklinde formül edilmektedir.

- **Hipsometrik integral (H_i):** Hipsometrik eğrinin altında kalan toplam alanı ifade etmektedir. Bir havzanın hipsometrik eğrisini karakterize etmenin en kolay yolu olan H_i'nin hesaplanmasında havzanın en düşük, en yüksek ve

ortalama yükselteleri kullanılmaktadır (Keller ve Pinter, 1996; Özdemir, 2011).

$$H_i = H - H_{min} / H_{max} - H_{min}$$

- **Relief oranı:** Maksimum havza reliefinin akarsuyun anakoluna paralel maksimum havza uzunluğuna bölünmesi ile bulunan değerdir (Schumm, 1956; Patton, 1988).

$$R_h = H/L$$

- **Akım toplanma zamanı:** Havzaya düşen yağışın en uzak mesafeden deşarj olduğu mansabına kadar gitmesi için gerekli olan süredir (Mockus, 1961; Kirpich, 1940).

$$T_c = 6,95 * L / B_h$$

analizleri yapılmıştır.

Çalışmada uygulanacak morfometrik analizlerin sonucunda elde edilecek bulguların havzayı morfolojik açıdan tanımlamaya yardımcı olacak analizler olmasına dikkat edilmiştir. Yapılan analizlerin sonuçları yorumlanarak, farklı jeomorfolojik üniteler barındıran Karasu Çayı Havzası'nın genel karakterlerini ortaya konması, havzaların birbirleriyle karşılaştırılmasının yapılması; jeolojik birimlerin ve bitki örtüsünün havzaları şekillendirmesinde hangi rolleri oynadığının ortaya konulması amaçlanmıştır.

1.6. Önceki Çalışmalar

Literatür taraması sırasında, Karasu Çayı Havzası'nı bir bütün olarak konu alan yayınlara rastlanmamıştır. Bu sahayı ve çevresindeki alanları kapsayan alanlar üzerinde daha çok jeolojik, hidrojeolojik, biyolojik ve beşeri coğrafya konularında çalışmalara rastlamak mümkündür. Bu çalışmalar salt kendi konularında olduğu için sahadaki doğal risklerden, erozyonların, taşkınların, akarsuların özelliklerinde detaylı bir inceleme yapılmamıştır. Bu sebeplerden dolayı, bu başlık altında sahada yapılmış

önceki çalışmalardan ve tez konusu ile ilgili yapılmış çalışmalardan genel olarak bahsedilmiştir.

Araştırma sahası; Ketin'in (1959) sınıflandırdığı Türkiye'nin dört ana tektonik kuşağından Anatolidler içerisinde yer almaktadır.

Akıl (2005), sahanın temelini Anatolidler'in bulunduğu yerde oluşmuş Orta Anadolu Kristalin Temeli ya da Kırşehir Masifi adını alan bölgesel metamorfik kristalin kütlelerin oluşturduğunu belirtmektedir.

Sür (1963), araştırma sahasının batısındaki arazilerin Eosen'de oluşan volkanizmayla oluştuğunu ve bu arazinin tamamen akarsularla yarılmasıyla yapısal karakter arz eden bir platonun ortaya çıktığını ifade etmiştir.

Koçman (1993), Anadolu'nun yıl boyunca yağışlı ılıman iklim ile bütün yıl kurak tropikal bölge arasında geçiş kuşağında bulunduğunu belirtmektedir.

Erinç (1984), Anadolu'nun bulunduğu coğrafi konum nedeniyle Subtropikal kuşakta yer alan, Akdeniz iklimini oluşturan iklim şartlarının etkisinde olduğunu belirtmektedir.

Kopar (2007), Anadolu'nun orta bölümünün kış mevsiminde kutupsal hava kütleleri; maritim polar (mP) ve kontinental polar (cP), yaz mevsiminde ise tropikal kökenli hava kütleleri olan; maritim tropikal (mT) ve kontinental tropikal (cT) hava kütleleri etkisi altında kaldığını ifade etmektedir.

Louis (1943), "İç Anadolu ve Coğrafi Hudutları" isimli çalışmasında İç Anadolu'nun jeomorfoloji, iklim, bitki örtüsü, nüfus ve tarım özelliklerini günün koşulları ölçeğinde incelemiş ve Akdağlar'ın Akdağmadeni ilçesi civarındaki orman kalıntılarından hareketle iklim ve bitki coğrafyası bakımından İç Anadolu'nun dışında tutulması gereğine işaret etmiştir.

Kasaplıgil (1952), Orta ve Güneydoğu Anadolu'da geçmişteki Akdeniz vejetasyonu adalarının yerini step vejetasyonunun almasında, antropojen etkilerden çok, iklim ve jeomorfolojik şartlardaki değişmelerin etkili olduğunu vurgulamaktadır.

Aksoy (1993), “Sarıçamın Ekolojisi” adlı eserinde sarıçamın yetiştirme şartları ve dağılımını ele almıştır.

Akman (1993)’a göre, araştırma sahası Holarktik Flora Alemi içerisinde yer alan Tetis (Eski Akdeniz) Alt Alemi’nin İran-Turan Fitocoğrafya Bölgesinde Orta Anadolu Alanı’nda yer almaktadır.

Atalay (1994), araştırma sahasını “Türkiye Vejetasyon Coğrafyası” adlı çalışmasında İran-Turan Fitocoğrafya Bölgesi’ne dahil etmiştir. Atalay’ın çalışmasında araştırma sahası bu bölgenin İç Anadolu kısmında yer almaktadır.

Bakırtaş (2019), Karasu Çayı Havza’sının kuzeyinde bulunan Kanak Çayı Yukarı Havzası’nın fiziki coğrafyasını çalışmıştır.

1.6.1. Konu İle İlgili Literatür

Turoğlu ve Aykut (2019), Ergene Nehri Havzası İçin Hidromorfometrik Analizlerle Taşkın Duyarlılık Değerlendirmesi adlı çalışmalarında Ergene Nehri ve 14 alt havza; jeomorfoloji ve hidrografya perspektifinde, hidromorfometrik parametre analizleri yapmışlardır. Sonuç olarak havza; yöreye ait “fiziksel planlama”, “çevre düzeni planı” , “akarsu havza yönetimi” gibi geleceğe yönelik tasarımlar için katkı sağlama potansiyeline sahiptir sonucuna ulaşılmıştır.

Cürebal (2004), Madra Çayı Havzasının Hidrografik Özelliklerine Sayısal yaklaşım, adlı çalışmasında Madra Çayı’nın drenaj tipi, boyu ve boyuna profili, yatak eğim değerleri, çatallanma oranı, drenaj yoğunluğu ve sıklığı ele alınarak sayısal analizler yapmıştır. Yapılan analizler sonucunda morfolojik tespitler gençlik ve flüvyal süreçlerdeki dinamizmi göstermekte iken, hidrografik özelliklere dayanarak akarsuyun genişleme safhasında olduğu sonucuna varılmıştır.

Günek (1990), Uluova’nın Uygulamalı Hidrografyası adlı yüksek lisans tezinde araştırmaya konu olan Uluova’nın yeraltı suyu bakımından zengin bir yapı gösterdiği ve morfolojik gelişmeye bağlı olarak, alüvyonların fazla yer tutması ve zemini oluşturan litolojinin permeabilitesi yüksek kum, çakıl gibi kalın bir örtüden meydana gelmiş olması, yeraltı suyuna zengin bir karakter kazandırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Şenol (2013), İstanbul'un Hidrografya Özellikleri adlı yüksek lisans tezinde İstanbul'un hidrografyası çerçevesinde, akarsuların düzenli bir rejime sahip olduğu, akım miktarlarında yıl içinde bir yükselme ve bir alçalma görüldüğü bu özelliklere göre akarsuların rejiminin basit rejim tipine girdiği, altyapı sorunları ile derelerdeki sorunların birbiri ile yakından ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Utlu (2014), Namnam Çayı Havzasının Uygulamalı Hidrografya Özellikleri adlı yüksek lisans tezinde ova tabanı ve geneli için hidrografya özellikleri, taşkınlar, erozyonlar, heyelanlar, seyelanlara ait risk analizi çalışmaları CBS ve UA yöntemleriyle gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar sonucunda havzanın taşkın ve heyelan olaylarının meydana gelebileceği potansiyele sahip olduğu, risk açısından değerlendirildiğinde taşkınların diğer afetlere göre daha fazla zarar vereceği sonucuna ulaşılmıştır.

Turoğlu (1997), İyidere Havzasının Hidrografik Özelliklerine Sayısal Yaklaşım adlı çalışmada morfometrik parametreler uygulayarak yapılan çalışmanın sonucunda gençlik ve flüvyal süreçlerdeki dinamizmi gösterirken, hidrografik özelliklerin ise akarsuyun genişleme safhasında olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Karakum (2020), Alamansuyu Deresi Havzasının (Orta Kelkit Havzası) Hidrografyası adlı yüksek lisans tezinde drenaj tipinin dandritik özellikte olduğu, rejim üzerinde mevsimsel akım değişimleri, eğim derecesi yüksek olması nedeniyle erozyon faaliyetinin fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Fural (2016), Köprü Çayı Havzası'nın (Antalya–Isparta) Jeomorfolojik Özelliklerinin Morfometrik Yöntemler ile Analizi, adlı yüksek lisans tezinde, morfometrik parametreler uygulayarak yaptığı çalışmada havzanın farklı özellikler gösteren doğal ortam özellikleri ve sahada yaşanan tektonik faaliyetler çeşitli topografyalara ait yerşekillerinin oluşumuna elverişli koşulların hazırladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Erdede ve Öztürk, (2016), Kızılırmak Havzasının Taşkın Potansiyelinin Çizgisel, Alansal ve Rölyef Morfometrik İndisler Kullanılarak Değerlendirilmesi adlı çalışmalarında morfometrik karakteristiği belirlemek amacıyla Aster GDEM

verilerinden elde edilen SYM kullanılmıştır. Morfometrik analizler ve indis hesaplamalarının tamamı CBS ortamında gerçekleştirilmiştir. Morfometrik analizler havzanın çizgisel, alansal ve rolyef özelliklerini içermektedir. İndis hesabı için gerekli olan havza sınırı ve akarsu derecelendirilmesi SYM'den CBS ortamında türetilmiştir. Strahler yöntemine göre havzanın 8. dereceden akarsu ağına sahip olduğu, pik akımlarının düşük değerde ve uzun süreli olacağı sonucuna varılmıştır.



2. BÖLÜM

HİDROGRAFYA ÖZELLİKLERİNİ ETKİLEYEN BAŞLICA ETMENLER

Çalışma sahasıyla alakalı, hidrografya çalışmalarına yön vermesi ve çalışma alanının iklim özellikleri, genel fiziki özellikleri, toprak özellikleri ve bitki örtüsü genel özellikleri hakkında bilgi sahibi olmak amacıyla, bu başlık altında havzanın bahsi geçen bu özelliklerine kısaca değinilmiştir.

2.1. Araştırma Sahasının Yapısal Özellikleri

Yerçekillerinin oluşum süreci; tektonik hareketler olarak ifade edilen iç kuvvetlerle başlar ve bu süreçte oluşan yüzeylerin iklimik özelliklerine dayalı dış kuvvetler tarafından işlenmesi ile gelişim sürecine girer. İnceleme alanının jeolojik özellikleri, iklimik özellikleri, bitki örtüsünün dağılışı özellikleri ve toprak özelliklerinden oluşan doğal faktörler denetimi altında devam eder.

Çalışmanın bu bölümünde hidrografya özelliklerine etki eden doğal faktörler ayrıntılı şekilde incelenecektir.

2.1.1. Araştırma Sahasının Jeolojisi

Litolojik ve tektonik özellikler taşıyan jeolojik yapı, yeryüzünün şekillenmesindeki rolü oldukça büyüktür. Kayaçların cinsi ve özelliklerine göre farklılık gösteren yapı, kayaçların birbirinden farklı özellikler göstermesi, onların aşınımına karşı farklı tepkiler göstermesine sebebiyet vermektedir. Bu sebeple farklı kayaçların olduğu yerlerde farklı yerçekillerinin gözlenmesi olası sebeptir (Hoşgören, 2000:34).

Araştırma sahası, Türkiye'nin dört ana tektonik kuşağından biri olan Anatolidler içerisinde yer almaktadır (Ketin, 1959:82). Sahanın temelini Kırşehir Masifi adını

alan metamorfik kütleler oluşturmaktadır (Aktaran: Akıl, 2005:42). Kırşehir Masifi; Orta Anadolu'da Yozgat, Sivas, Kayseri, Niğde, Kırıkkale illeri arasındaki sahada yüzeylenen metamorfik kayalar (Şahin ve Erkan, 1999:251), genel olarak Kırşehir Masifi, Kızılırmak Masifi, Orta Anadolu Masifi veya İç Anadolu Kristalinin Temeli olarak bilinmektedir (Seymen, 1981:8). Sahanın doğusunda ise Akdağ Masifi yer almaktadır. Çoğu yerde genç volkanik ve tortul kayalarla örtülmüş olan bu masif, genel olarak bölgesel metamorfik kayalar ve bunları kesen daha genç oluşumlu asidik magmatiklerden oluşmaktadır (Sarioğlu, 1984:70). Akdağ Masifi; Kırşehir Masifi'nin eteklerini oluşturmaktadır (Vache, 1963:23).

Sahanın günümüzdeki görünümü genel olarak Tersiyer ve Kuvaterner'e ait olan formasyonlardan oluştuğu için, temele ait formasyonlar dar alanlarda görülmektedir.

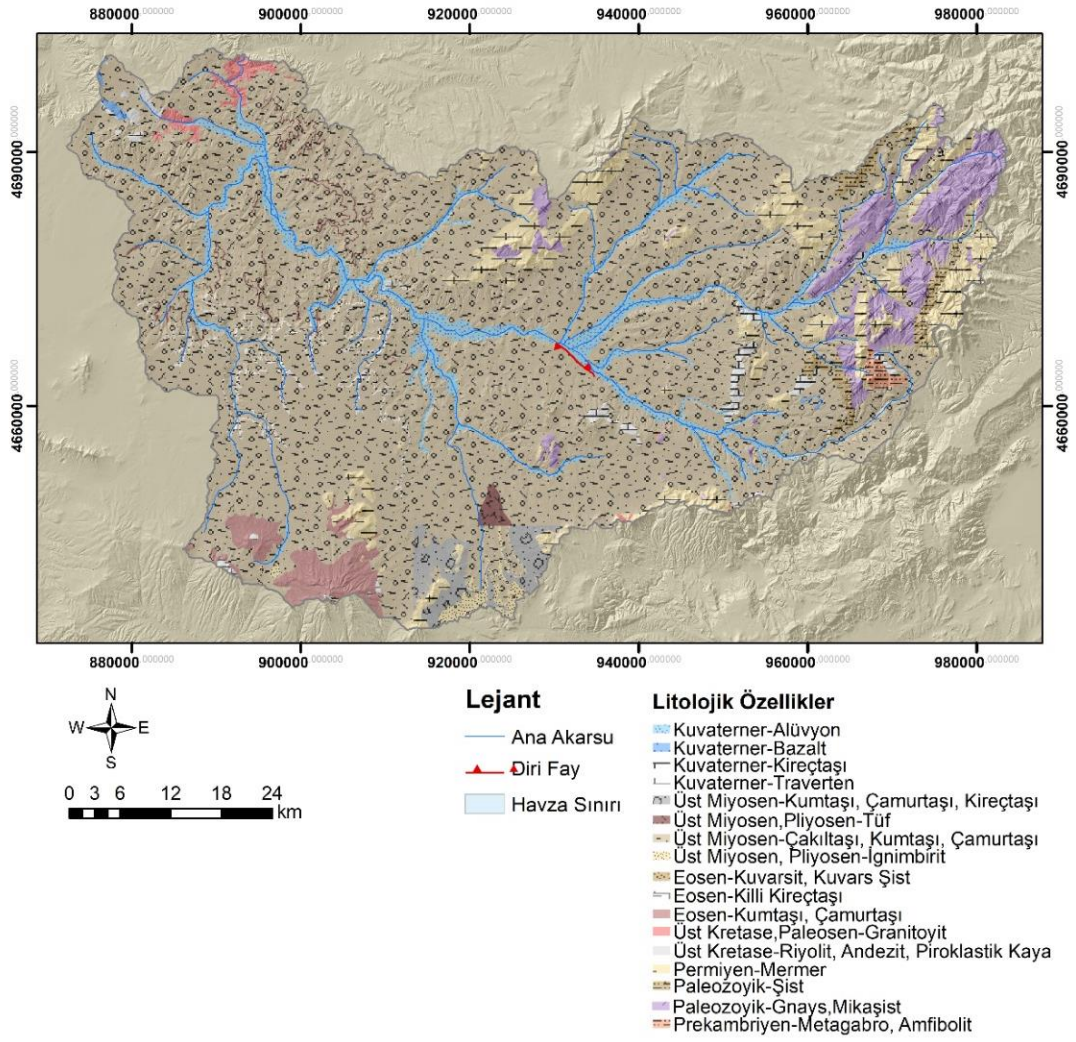
Araştırma sahasında vadi tabanından uzaklaştıkça ve doğuya doğru gidildikçe, yükselti ve eğim artmaktadır. Böylece aşımın şiddetinin artışından dolayı sahanın doğusunda, temele ait formasyonlar daha çok mostra vermektedir.

Çalışma sahasında genel olarak Üst Miyosen'e ait; çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, 3399,5 km² alan kaplayarak sahanın % 73,25'inde yayılış göstermektedir. Sahanın çoğunlukla güney ve doğusunda bulunan dağlık kesiminde ve yer yer sahanın batısında bulunan platoluk alanda toplamda 344,2 km²'lik alan kaplayan Permien yaşlı mermer, sahanın % 7,42'sini oluşturarak en fazla yer kaplayan ikinci sıradaki kayalar birimidir. 256,5 km² alanı kaplayan alüvyon saha % 5,52, Paleozoyik yaşlı Gnays–Mikaşist birimi 213,8 km²'lik alanla sahanın % 4,61'inde yayılış göstermektedir (Tablo 1).

Tablo 1: Karasu Çayı Havzası'nın kayaların alan ve yüzde cinsinden dağılımı.

Kayalar	Alan (km ²)	Alan (%)
Alüvyon	256,5	5,52
Bazalt	6,1	0,13
Çakıltaşı-Kumtaşı-Çamurtaşı	3399,5	73,25
Eski Alüvyon	0,4	0,01

Gnays-Mikaşist	213,8	4,61
Granitoyit	29,5	0,64
İgnimbirit	28,7	0,62
Killi Kireçtaşı	4,6	0,10
Kireçtaşı	76,4	1,65
Kumtaşı-Çamurtaşı	94,0	2,03
Kumtaşı-Çamurtaşı-Kireçtaşı	76,9	1,66
Kuarsit-Kuars Şist	2,0	0,04
Mermer	344,2	7,42
Metagabro-Amfibolit	12,9	0,28
Riyolit-Andezit-Piroklastik Kaya	6,4	0,14
Şist	51,1	1,10
Traverten	1,5	0,03
Tüf	36,4	0,78
Toplam	4640,9	100,00



Şekil 2: Karasu Çayı Havzası'nın jeoloji haritası.



Şekil 3: a) killi marnlı yapı, b) kalker kütleler, c) sedimanter tabaka altında killi tabaka, d) eski alüvyon depo.

2.1.2. Araştırma Sahasının Jeomorfolojisi

Araştırma sahası, doğuda Akdağlar kütlesi, Batıda Bozok Platosunun Güney kesimini oluşturan yüksek düzlük sahalar, güneyde Kızıldağ (İsmail Sivrisi) (1760 m) kütlesi, Karasu Çayı'na bağlı oluşmuş vadi ve alçak aşınım yüzeyleri olmak üzere dört ana morfolojik kuşaktan oluşmaktadır. Kaide seviyesindeki değişim ile polisiklik vadiler oluşturan Karasu Çayı eski taban seviyesine bağlı olarak farklı seviyelerde yer alan aşınım düzlüklerini meydana getirmiştir. Doğuda yer alan dağlık alanlar aşınım düzlükleri üzerinde aşınmadan arta kalan tepelere karşılık gelmektedir. Güneyde yer alan Kızıldağ tektonik kütlesi Karasu Çayı ve Kızılırmak arasında set çekmiştir. Sahanın batısı ve kuzeyi ise Bozok platosuna bağlı olarak oluşan yüksek düzlük alanları kapsamaktadır. Bu alanlar flüvyal süreçlere bağlı olarak parçalanmış ve alçak aşınım düzlükleri oluşum göstermiştir.

Karasu Çayı Havzası'nda doğuya doğru gidildikçe; eğim ve engebe artmaktadır. 2094 m ile sahanın en yüksek tepeleri bu alanda bulunmaktadır. Bu alan Paleozoyik

yaşlı gnays-mikaşışt, Permiyen yaşlı mermer ve Paleozoyik yaşlı şistten meydana gelmektedir.

Araştırma sahasının geniş kesimi karstik zemin yapısından oluşmasından dolayı birçok farklı karstik şekil bulunmaktadır. Bunlar arasında karstik çöküntü yapıları, farklı boyutlardaki lapyalar, eski traverten kalıntıları, mağara oluşumları yer yer gözlemlenmiştir.



Şekil 4: a) Traverten kalıntıları, b) Karstik çöküntü alanı, c)-d) Farklı boyutlardaki lapyalar.



Şekil 5: a) Mağara, b) Doğal köprü.

2.1.2.1. Dağlık Alanlar ve Tepeler

Karasu Çayı Havzası genel olarak doğuya doğru yükseltinin arttığı, dağlık alanların görüldüğü ve havzanın geri kalanının ise çoğunlukla düzlük alandan oluşan bir yapıya sahiptir. Havzanın, doğusunda Akdağlar, kuzeydoğusunda Güvencik Dağı, güneyinde Kızıldağ kütlesi yer almaktadır.



Şekil 6: Araştırma sahasının doğusunda bulunan Akdağlar'ın (2094 m) doğudan görünümü.



Şekil 7: Araştırma sahasının güneyinde bulunan Kızıldağ (İsmail Sivrisi) (1740 m)' in kuzeyden görünümü.

2.1.2.2. Platolar

Platolar, ovalar gibi, çeşitli yükseltilerde yer alabilen düz veya düze yakın hafif dalgalı sahalardır (Hoşgör, 2013). Platolar, ovalara göre akarsular tarafından oldukça derin bir şekilde yarılmış yüksekte kalan düz arazi şekilleridir. Çalışma sahasındaki Eosen araziler Karasu Çayı ve kolları tarafından farklı derinliklerde parçalanması sonucu yaklaşık 1300 m yükseltilerde yer alan Bozok Plato sahasının oluşmasını sağlamıştır. Plato sahasının litolojik yapısını çakıltası, kıltaşı, kumtaşı ve mermer oluşturur. Plato düzlükleri bozkır bitki örtüsünden oluşan arazilerdir.



Şekil 8: Yozgat-Yenifakılı'da görülen aşınım düzlükleri.

2.1.2.3. Vadi oluşumları

Çalışma sahasının enine profilleri incelenmiş ve sahada dört tip vadi şekli tespit edilmiştir. Bunlar; çentik (V şekilli) vadiler, asimetric vadiler, geniş tabanlı vadiler ve menderes vadilerdir. Karasu Çayı Havzası'nın doğusunda bulunan dağlık kesimde

V şekilli, asimetrik vadiler yer alırken, sahanın geri kalan bölümünde en yaygın şekilde görülen vadi tipi geniş tabanlı vadilerdir (Şekil 9).



Şekil 9: Geniş tabanlı (a) ve V şekilli vadi (b).



Şekil 10: Menderes vadi örnekleri



Şekil 11: Geniş tabanlı vadi (Yenifakılı batısında)



Şekil 12: Geniş tabanlı vadi (Kozaklı-Yenifakılı arasında)

2.1.2.4. Vadiler ve Tektonik Oluklar

Araştırma sahası Türkiye'nin tektonik ünitelerinden biri olan Anatolidler içerisinde yer almaktadır (Ketin, 1959:82). Kırşehir masifi metamorfik kayalar Orta Anadolu Granitoyitleri tarafından kesilmiştir (Dalkılıç vd., 2008:1). Farklı tektono-stratigrafik kaya birimlerini ve deformasyon izlerini barındıran Kırşehir Masifi ve Sakarya Zonu adı altında iki ana yapısal unsur bulunmaktadır (Dalkılıç vd., 2008:16). Kırşehir masifi'nde kıvrım eksenlerinin de kıvrımlanmış olması ve Eosen birimlerinde görülen kırık ve kıvrımlar, Hersiniyen ve Alp orojenezlerinin metamorfizmaları etkilediğini göstermektedir (Dökmeci, 1980:31). Kırşehir masifinin kıvrım eksenleri KD-GB yönünde uzanmaktadır (Dalkılıç vd., 2008:16).

Araştırma sahasının Kuzeyinde bulunan Salanda Fayı'nın bulunduğu yerde tabaka yönelimlerine bağlı olarak oluşan vadi tipleri görülmektedir (Şener vd., 2018).



Şekil 13: Tabaka yönelimlerine paralel olarak oluşan vadi örneği.

2.2. Araştırma Sahasının İklim Özellikleri

Araştırma sahası 2094 m yükseltiye ulaşabilen çeşitli yükseltilerdeki dağlık kütleler ile yükseltisi 894 m–1044 m arasındaki düzlüklerden oluşmaktadır. Özellikle sahanın doğusundaki dağlık alanlar ile batısındaki alçak sahalar arasında iklim şartları açısından farklılıklar görölmektedir. Mevcut veriler ışığında sahada etkili olan iklim koşullarının ortaya konularak belli ölçülerde fikir sahibi olunması için veriler yorumlanmıştır.

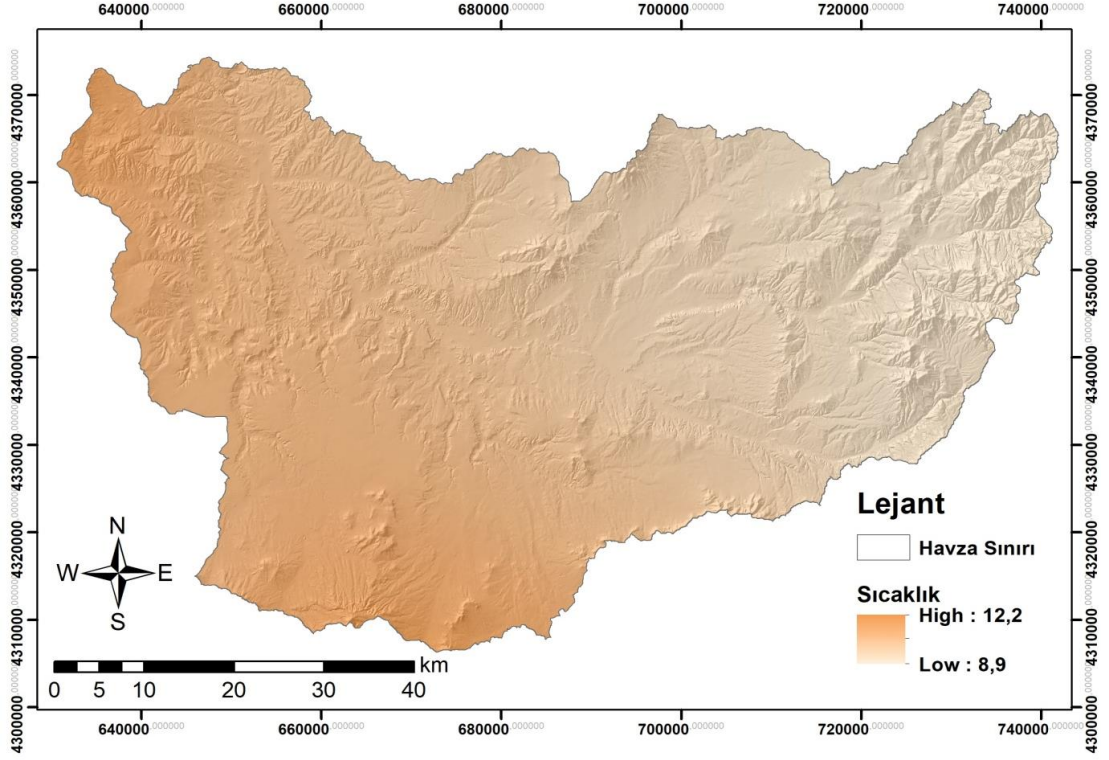
Karasu Çayı Havzası'nın iklim özelliklerini etkileyen etmenlerin başında bölgede yıl içerisinde etkili olan genel atmosfer dolaşımına bağlı hava kütleleri ve bunlara bağlı oluşan cephesel faaliyetler gelmektedir. Bununla birlikte sahanın iklimi üzerinde; yükselti, karasallık, bakı, eğim gibi unsurların etkisi görölmektedir. Yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlı geçen tipik İç Anadolu karasal iklimi etkili olmaktadır.

2.2.1. Sıcaklık

Araştırma sahasının iklimsel özelliklerini ortaya koymak için faydalanılan meteoroloji istasyonlarının (Tablo 2) yıllık ortalama sıcaklıkları incelendiğinde istasyonların yıllık ortalama sıcaklıkları arasında önemli farklılıkların olmadığı görölmektedir. İstasyonların yıllık ortalama sıcaklıkları arasındaki farkın en önemli nedeni istasyonların bulunduğu bölgelerin yükselti farkıdır. Yükseltisi 894 m olan Şefaati ilçesi merkezinde ortalama sıcaklık 10,1 °C iken, yükseltisi 1225 m olan Çandır ilçesi merkezinde yıllık ortalama sıcaklık 9,2 °C'dir. Yükseltisi 1091 olan Boğazlıyan ilçesi merkezinde ise yıllık ortalama sıcaklık 9,4 °C olarak belirlenmiştir (Tablo 2). Özellikle kış aylarında yükseltinin etkisi daha fazla hissedilmektedir.

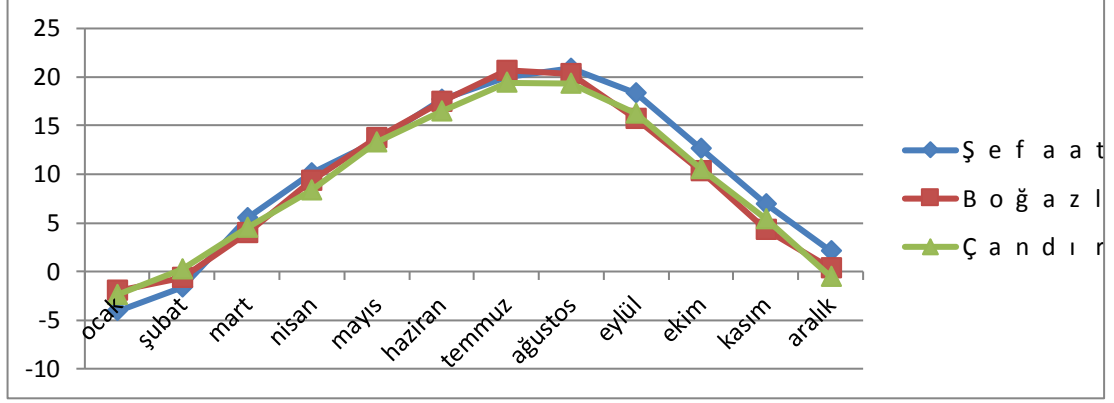
Tablo 2: Şefaati, Boğazlıyan, Çandır meteoroloji istasyonlarından yıllık ortalama sıcaklık değerleri.

İstasyon	Aylar												Yıllık Ort. Sıcak.
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Şefaati	-4,1	-1,6	5,5	10,1	13,4	17,7	20	20,9	18,4	12,6	6,9	2,1	10,1
Boğazlıyan	-2	-0,6	4	9,4	13,7	17,5	20,7	20,3	15,7	10,3	4,3	0,3	9,4
Çandır	-2,4	0,2	4,5	8,4	13,3	16,5	19,4	19,3	16,3	10,5	5,4	-0,5	9,2



Şekil 14: Karasu Çayı Havzası'nın yıllık ortalama sıcaklık dağılış haritası.

İstasyonların yıl içindeki sıcaklık değişimleri genel olarak birbirleriyle uyum içindedir. Araştırma sahası ve yakın çevresinde kış koşulları sert geçerken, yaz mevsiminde ise oldukça sıcak geçtiği görülmektedir. Örneğin Aralık ayından itibaren Çandır ilçesinde sıcaklıklar $0^{\circ} C$ ' nin altına inmektedir. En soğuk olan ocak ayında ortalama sıcaklıklar $-2,4^{\circ} C$ ' ye kadar düşmektedir. Mart ayından itibaren hava sıcaklıkları artış eğilimine girmektedir Ağustos ayında ise sıcaklıklar $20,9^{\circ} C$ ile en yüksek seviyeye çıkmaktadır (Tablo 2, Şekil 14).



Şekil 15: Şefaati, Boğazlıyan ve Çandır Meteoroloji istasyonlarında aylık ortalama sıcaklık seyri.

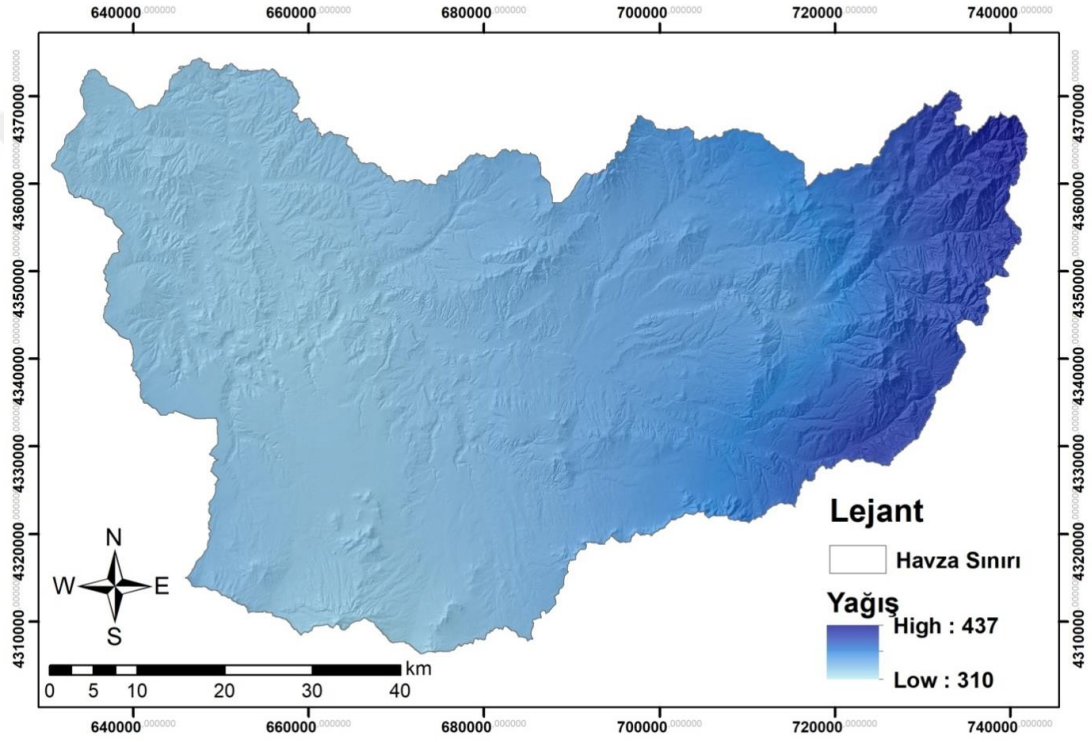
2.2.2. Yağış

Araştırma sahasında yağışların mevsimlere dağılışı düzensizdir. İlkbahar diğer mevsimlere göre önemli bir farkla en yağışlı mevsim iken yaz ayları yağışların en az gerçekleştiği mevsimdir. Araştırma sahasının yükselti, bakı ve yerçekillerinin özellikleri nedeniyle vadi içleri, düz ve dağlık alanlarda yağış dağılışında farklılıklar görülmesi mümkündür. Araştırma sahası bu yağış özelliklerine göre İç Anadolu Karasal Geçiş Tipi yağış rejimine sahiptir (Koçman, 1993: 57-61).

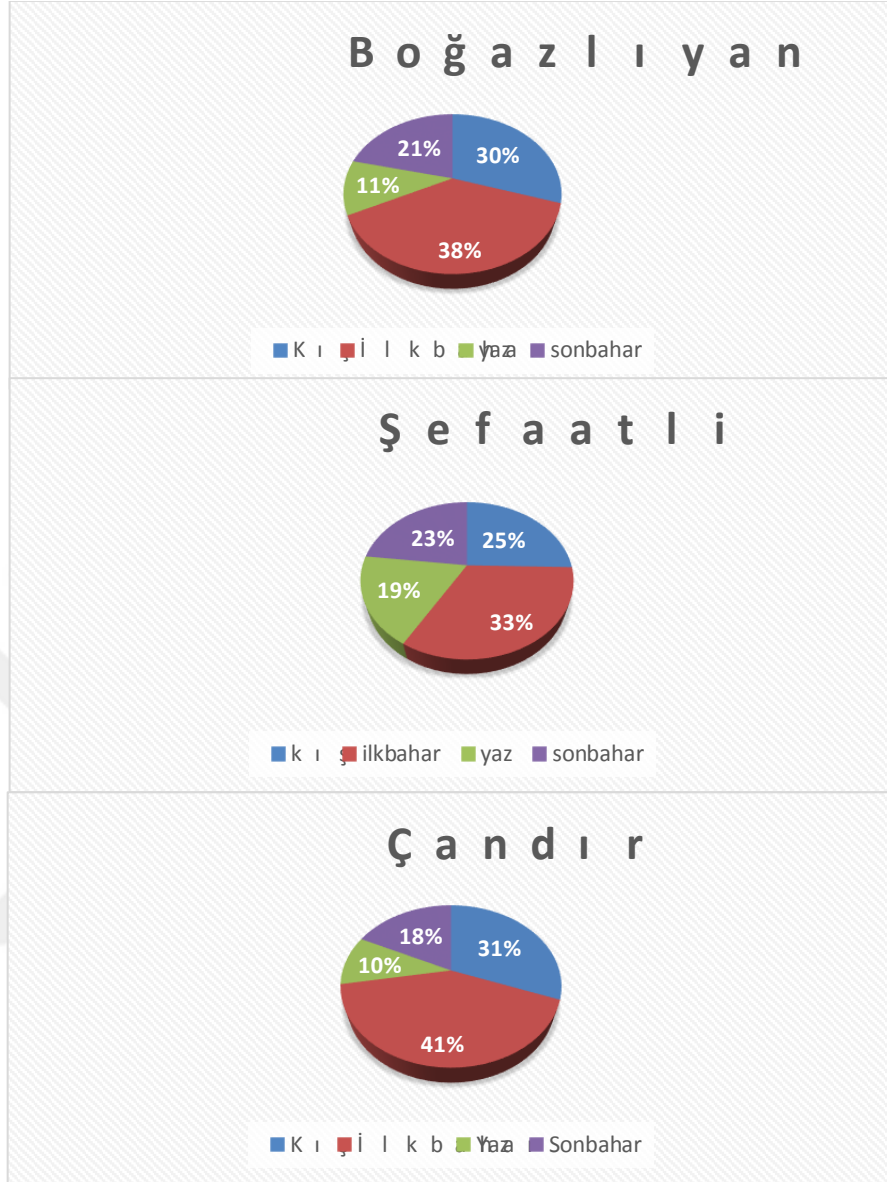
Tablo 3:Şefaati, Boğazlıyan ve Çandır meteoroloji istasyonlarından yıllık toplam yağış değerleri (mm).

İstasyon	Aylar												Yıllık Toplam Yağış
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Şefaati	14,7	28,7	27,8	36,1	47,1	46,8	14,2	1,1	7,4	26,1	43,9	40,2	334,1

Boğazlıyan	37,4	29,6	37,2	51,7	45,5	25,8	7,5	4,7	14	28,6	31,7	39,8	353,5
Çandır	27,6	25,7	40,5	56,7	41,9	23,4	5,2	3,7	10,7	25,9	24,5	49,1	334,9



Şekil 16: Karasu Çayı Havzası'nın yıllık ortalama toplam yağış haritası.



Şekil 17: Şefaati, Boğazlıyan, Çandır meteoroloji istasyonlarından mevsimlik yağış dağılışı.

2.2.3. Karasu Çayı Havzası'nın İklim Sınıflandırmalarındaki Yeri

Anadolu'da, İran-Turan, Avrupa-Sibiryaya ve Akdeniz fitocoğrafya bölgeleri görülmektedir (Atalay, 1994:112-113; Tatlı, 2002:87). Araştırma sahası Holarktık flora aleminde yer almaktadır (Erinç, 1977:118; Tatlı, 2004:100; Akman vd., 2014:3). Bu flora alemi ise İran-Turan Floristik bölgesi içerisinde yer almaktadır (Çetik, 1985:13; Atalay, 1994:125; Tatlı, 200:135). İran-Turan Floristik Bölgesi'ni

Anadolu Diyagonalı KD-GB istikametinde keserek iki kısma ayırmaktadır. Araştırma sahası bu diyagonalin batısını oluşturan Orta Anadolu İran-Turan Fitocoğrafya provensinde yer almaktadır.

2.3. Araştırma Sahasının Doğal Bitki Örtüsü

Araştırma sahası, İç Anadolu Bölgesi'nin Orta Kızılırmak Bölümü'nde Bozok Platosu'nun güneyinde, tipik karasal iklim özelliği göstererek bozkır bitki örtüsüne sahiptir. Araştırma sahasının doğu kesiminde bulunan Akdağlar bölgesi ormanlık alana sahiptir. Bu ormanlık alanda karasal iklimde görülmeyen endemik türler bulunmaktadır. Sarıçam ve Mazı meşesi türleri hakimdir. Yine bu alanda dağlık alan bitki türlerine rastlanmaktadır.

Ayrıca yapılan gözlemler neticesinde ormanlık alan doğal bitki örtüsünü ileri dönemlerde etkileyecek olarak gözlemlenen ormanlık alan tahribatı söz konusudur.



Şekil 18: Meşe kesim alanları.

2.3.1. Bitki Örtüsünün Coğrafi Dağılışı

Araştırma sahası Karasal iklim içerisinde, bozkır bitki örtüsünden oluşmaktadır. Sahanın doğusunda bulunan dağlık arazilerde yükseltiye bağlı olarak değişim gösteren ormanlık alan bulunmaktadır. Bu ormanlık alan içerisinde bozkır bitkisi içerisinde görülmeyen nadir türler bulunmaktadır. Bunlardan Sarıçam geniş alanda

yayılış göstermektedir (Şekil 19-a). Yine aynı bölge içerisinde, Mazı meşesi (Şekil 19 b) ve dağlık alan bitki türleri görülmektedir.



Şekil 19: a) Sarıçam ormanlık alanı, b) Mazı meşesi ormanlık alanı



Şekil 20: a) Sukulent, b) Sümbül



Şekil 21: Akdağlar'ın güney eteklerinde bulunan meşe ormanlarının doğudan (b) ve batıdan (a) görünümü.



Şekil 22: Sığırkuyruğu (a) ve sütleğen (b).

2.4. Araştırma Sahasının Toprak Özellikleri

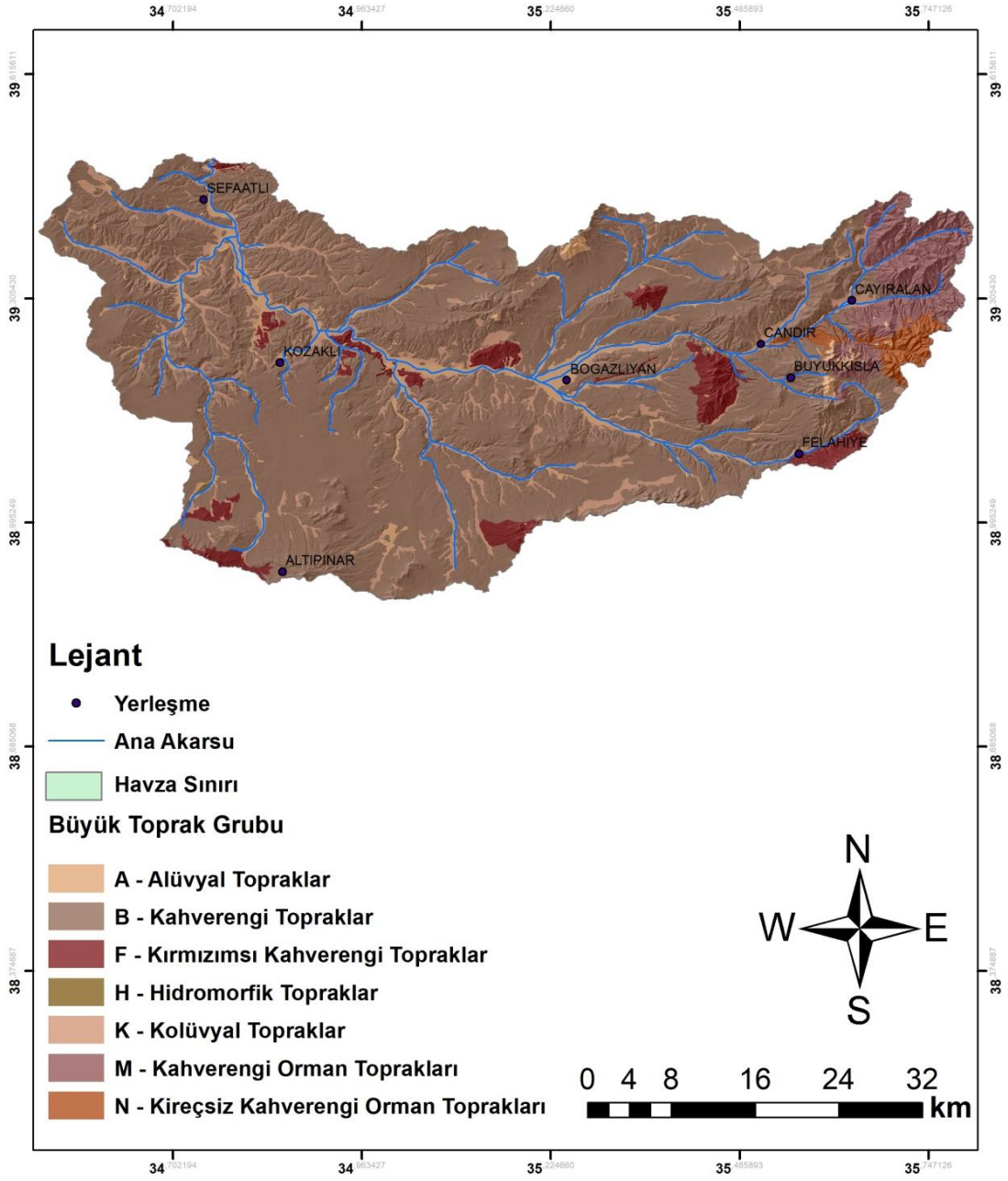
Araştırma sahasının toprak özellikleri belirlenirken Nevşehir Tarım İl Müdürlüğü'nden alınan verilerden faydalanılarak toprak haritası oluşturulmuştur (Şekil 23). İklim, bitki örtüsü, litoloji ve eğim gibi faktörler toprak özellikleri üzerinde etkilidir. Havzalarda yaşanacak kuraklık, erozyon ve antropojenik süreçler havzanın kaynak değerlerini tüketerek geri dönülemez doğal ortam problemlerine sebebiyet vermektedir. Bu nedenle havza çalışmalarında toprak çok önemlidir. Toprakların korunması ve sürdürülebilirliği ülkemizin geleceği açısından bir zorunluluktur (Dengiz ve İmamoğlu, 2016).

2.4.1. Büyük Toprak Grupları

Araştırma sahasında zonal ve azonal toprak grupları yer almaktadır. Zonal topraklar grubundan; kahverengi topraklar, kırmızımsı kahverengi topraklar, kahverengi orman toprakları ve kireçsiz kahverengi orman toprakları yayılış göstermektedir. Azonal toprak grubundan; alüvyal topraklar ve kolüvyal topraklar yayılış göstermektedir. Araştırma sahasının % 72,4'ünü kahverengi topraklar kaplayarak araştırma sahasında en fazla görülen toprak grubudur. Alüvyal topraklar % 11,6 ile sahada en fazla görülen ikinci toprak grubudur. Sahanın doğusunda yer alan Çayıralan, Çandır ve Büyükkışla'nın yukarı kesiminde kahverengi orman toprakları (% 4,7) ve kireçsiz kahverengi orman toprakları (% 1,3) yayılış göstermektedir. Sahada kırmızımsı kahverengi topraklar (% 3,8) yer yer yüzeylenmektedir (Tablo 4).

Tablo 4: Araştırma sahasının büyük toprak gruplarının alan ve yüzden cinsinden dağılımı.

Büyük Toprak Grubu Kodları	Büyük Toprak Grubu	Alan (km ²)	Yüzde (%)
A	Alüvyal Topraklar	572,9	11,6
B	Kahverengi Topraklar	357,05	72,4
F	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	186,3	3,8
H	Hidromorfik Topraklar	19	0,01
K	Kolüvyal Topraklar	308,0	6,2
M	Kahverengi Orman Toprakları	229,8	4,7
N	Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları	62,8	1,3
Toplam		493,22	100,0



Şekil 23: Karasu Çayı Havzası Büyük Toprak Grubu Haritası.



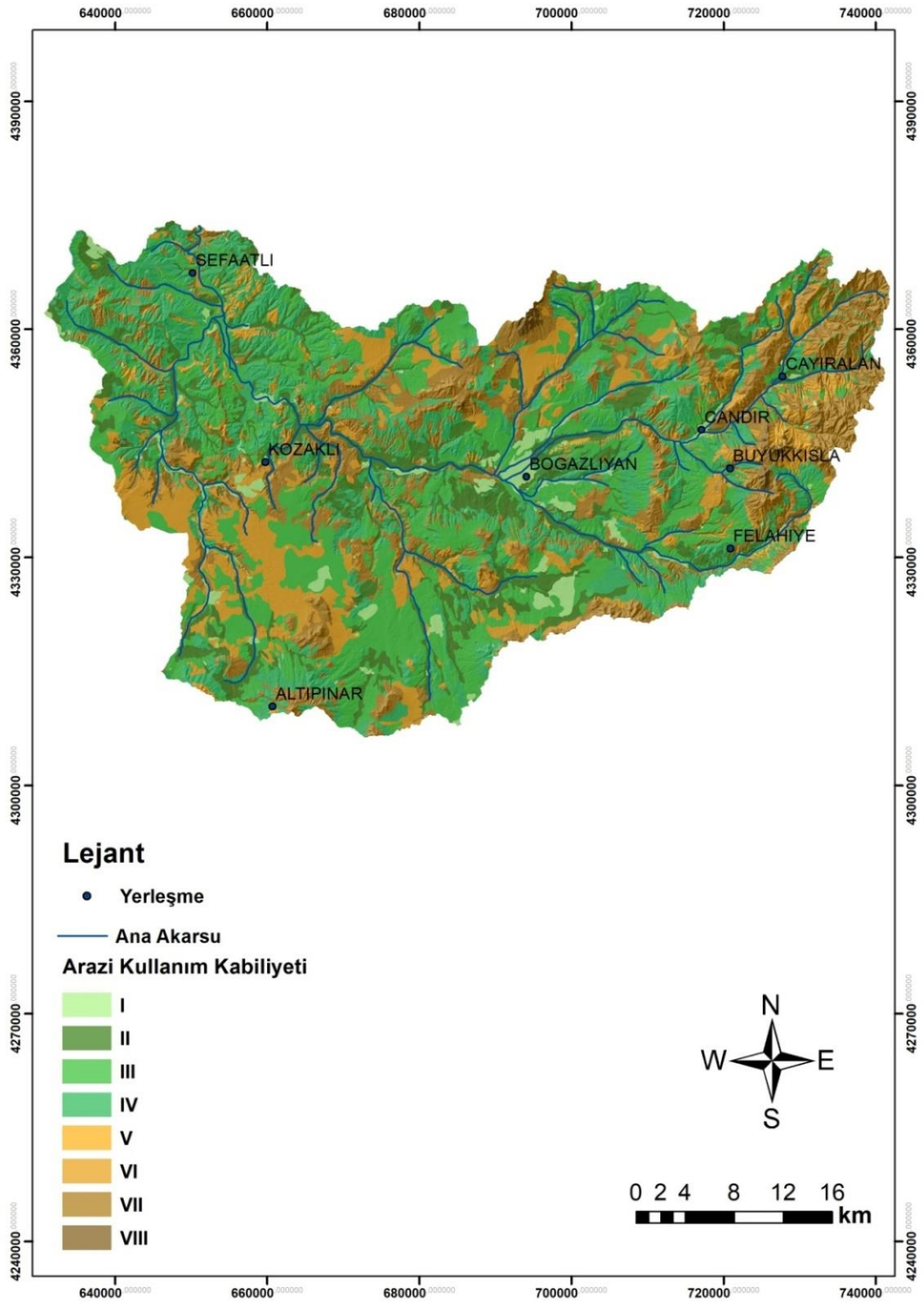
Şekil 24: Araştırma sahasında yer yer demir oranına bağlı olarak yüzeylenen kırmızımsı kahverengi topraklar.

2.4.2. Arazi Kullanım Kabiliyeti

Arazi kullanım kabiliyeti sınıflamasına göre I, II, III, IV toprak işlemeli tarıma elverişli araziler, V, VI, VII toprak işlemeli tarıma elverişsiz araziler, VIII tarıma elverişsiz araziler olarak sınıflanabilir. Araştırma sahası toprak kabiliyet sınıfları incelendiğinde yer yer depresyon tabanı ve yakın çevresinde nispeten düze yakın araziler I. sınıf verimli arazilerdir. Bu araziler havzanın % 3,2' lik kısmını oluşturur. II. sınıf araziler birinci sınıf arazilere göre daha yüksek sahalarda görülmektedir. Sahada % 24,9 oranla en fazla alanı kaplayan III. sınıf arazilerdir. IV. sınıf araziler çoğunlukla sahanın batısında bulunmakta ve % 22,7 oranla sahada en çok alan kaplayan ikinci arazi sınıfını oluşturmaktadır. VII. sınıf araziler havzanın çoğunlukla güney batısında tarıma uygun olmayan genellikle kireçtaşından oluşan (Şekil 25, tablo 5) sahalarda bulunurlar. Güneyde Kızıldağ Doğuda Akdağlar'ın bulunduğu yerlerde VIII. sınıf araziler görülmektedir.

Tablo 5: Araştırma sahası arazi kullanım kabiliyetinin alan ve yüzde cinsinden dağılımı.

Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfı	Alan (km ²)	Yüzde (%)
I	149,69	3,2
II	574,08	12,4
III	115,749	24,9
IV	105,504	22,7
V	230	0,0
VI	645,25	13,9
VII	103,649	22,3
VIII	26,80	0,6
Toplam	464,713	100,0



Şekil 25: Karasu Çayı Havzası'nın arazi kullanım kabiliyeti haritası.

2.4.3. Başlıca Toprak Sorunları

Yanlış sulama, hızlandırılmış erozyon, orman tahribatı, anız yakma, tarım arazilerini endüstriyel amaçlı kullanım gibi insan etkisi sonucu başlıca toprak sorunlarının yanı sıra iklim, yağış, sıcaklık, eğim, sel, taşlılık gibi doğal faktörler, toprak kaynağına ilişkin sorunlar olarak iki kısımda değerlendirilebilir.

Taşlılık, kayalılık gibi durumlar toprak yapısının veya erozyonun sonucu olarak ortaya çıkan bir durumdur. Kayalılık, toprak yetersizliğinden kaynaklanan durumlarda ana kayanın açığa çıkması durumunda ortaya çıkar. Taşlılık özellikle tarım yapılan arazilerde tarlaların tarıma elverişli yüzeyini azaltması, tarım makinelerinin kullanımını zorlaştırması gibi engeller çıkarır. Araştırma sahasında bu gibi durumlara sıkça rastlanmıştır (Şekil 26).



Şekil 26: Karasu Çayı Havzası'nın farklı noktalarındaki tarım arazilerinde görülen taşlılık.

Ayrıca toprağa atılan her türlü endüstriyel atık, kimyasal gübre ve kirli sular toprakta kirlenmeye sebep olmaktadır. Araştırma sahasında endüstri kolları fazla gelişmemiştir. Bu yüzden sahada endüstriyel kirlenme görülmemektedir. Fakat bazı bölgelerde halkın çöp ve molozlarını doğada belirli bölgelere rastgele döktüğü (Şekil 28), buralarda ise toprak ve bitki örtüsünün olumsuz etkilendiği görülmüştür.

Tarım alanlarının, hem toprak verimliliği hem de canlı yaşamı için en büyük sorunlarından biri anız yakma problemidir. Araştırma sahasının birçok bölümünde özellikle arpa, buğday ekiminin sıklıkla yapıldığı batı bölümünde bu sorunla sıklıkla karşılaşmaktadır (Şekil 27).



Şekil 27: Anız yakılmış tarla (Kozaklı-Karasenir).

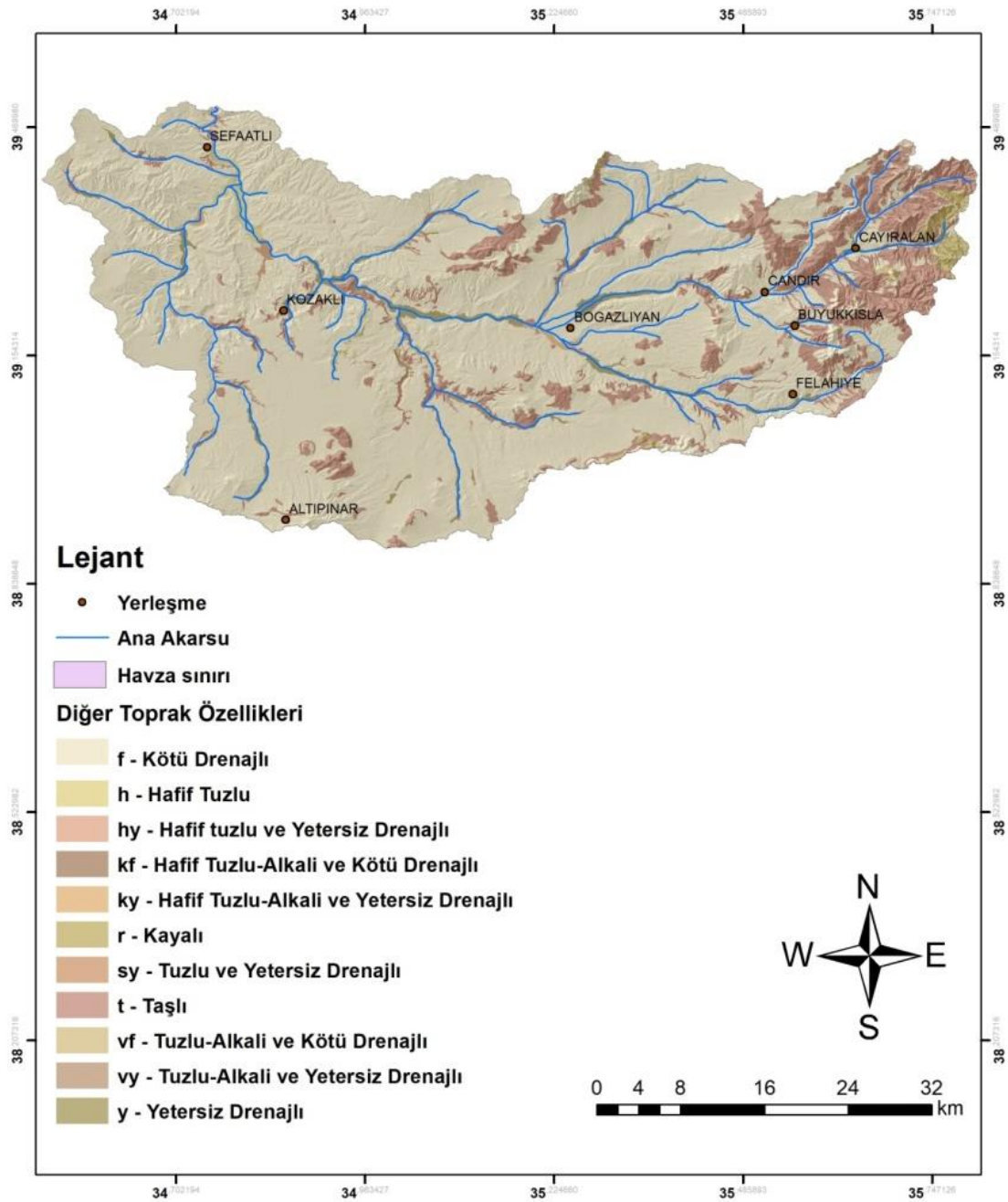


Şekil 28: Araştırma sahasının farklı bölgelerinde karşılaşılan çöp ve moloz yığınları.

Araştırma sahasının büyük bölümü kötü drenajlı toprak yapısından oluşmaktadır. Buna bağlı olarak suyun yetersizliğinden dolayı yanlış tarım uygulaması sonucu başlıca toprak sorunları ortaya çıktığı gözlenmektedir. Yapılan arazi çalışmaları esnasında Karasu Çayı ana kolunun geniş akarsu yatağında, özellikle Boğazlıyan ve Şefaati yöresinde pancar tarımı yapıldığı buna bağlı olarak suyun bol miktarda kullanıldığı gözlemlenmiştir. Bunun sonucu olarak ve elde edilen toprak sorunları haritasından da yola çıkarak, Karasu Çayı havzası toprağın başlıca sorunları arasında sayılabilir. İnceleme alanı Başlıca toprak sorunları haritası incelendiğinde Karasu Çayı Havzası'nın akarsu yataklarında tuzlu ve yetersiz drenajlı toprak tipleri görülmektedir. Sahanın yüksek kesimlerinde kayalı ve yetersiz drenajlı toprak tipleri görülmektedir (Şekil 29).

Tablo 6: Karasu Çayı Havzası'nın toprak sorunlarının alan ve yüzde cinsinden dağılımı.

Diğer Toprak Özellikleri	Alan (km ²)	Alan (%)
f- Kötü Drenajlı	375,49	80,8
h- Hafif Tuzlu	231,21	0,5
hy- Hafif Tuzlu ve Yetersiz Drenajlı	311,4	0,1
kf- Hafif Tuzlu-Alkali ve Kötü Drenajlı	311,3	0,0
ky- Hafif Tuzlu-Alkali ve Yetersiz Drenajlı	123,32	0,3
r-Kayalı	527,7	1,1
sy-Tuzlu ve Yetersiz Drenajlı	555	0,1
t-Taşlı	673,80	14,5
vf-Tuzlu-Alkali ve Kötü Drenajlı	112,94	0,2
vy-Tuzlu-Alkali ve Yetersiz Drenajlı	475,3	0,1
y-Yetersiz Drenajlı	103,92	2,2
	4645,90	100,0



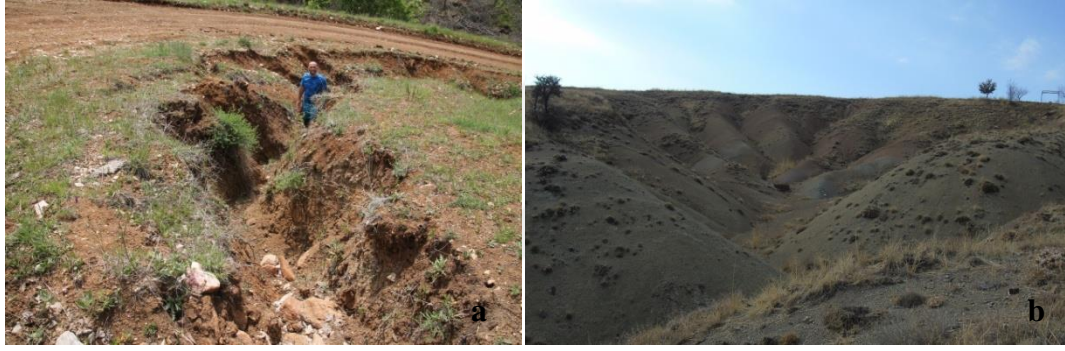
Şekil 29: Karasu Çayı Havzası'nın başlıca toprak sorunları haritası.

2.4.3.1. Toprak Erozyonu

Erozyon Dünya'nın oluşumundan beri var olan doğal bir süreçtir. Bu sürece insan tarafından fazla müdahale edilmesinden dolayı hızlandırılmış erozyon kavramı ortaya çıkmıştır.

En geniş anlamıyla erozyon yeryüzünün akarsu, rüzgar, buzul, dalga ve biyolojik sebepler gibi dış etmenlerle aşındırılması ve taşınması olayıdır (İmamoğlu, 2015). Toprak erozyonu toprak örtüsünün aşındırılması ve taşınması olayı olarak adlandırılır. Bu olay; şekiller arasındaki yükselti ve eğim durumu, anakayanın aşınmaya karşı direnci, aşındırıcı etmenin cinsi ve aşındırma gücü, iklim özellikleri, bitki örtüsü özellikleri, yerçekimi ve beşeri etmenler olarak çeşitli şartlara bağlı olarak oluşmaktadır.

Karasu Çayı Havzası'nda görülen erozyon şekilleri genellikle havza yatağı içerisinde eğimin arttığı yerlerde akarsu tarafından oluşan sığ erozyon şekilleridir.



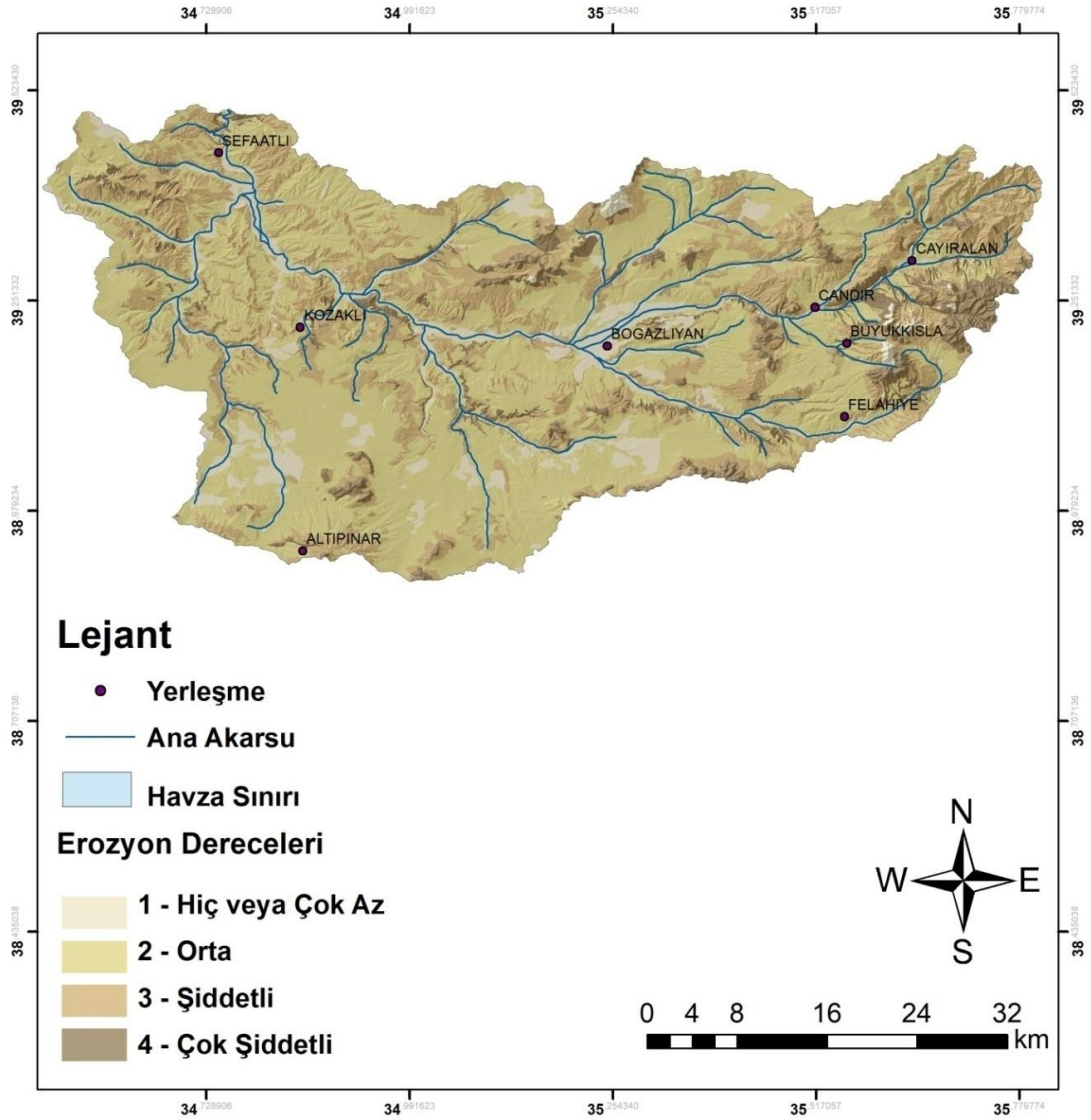
Şekil 30: Havzanın doğu (a) ve batısında (b) yükseltinin arttığı bölgelerde eğimin arttığı, bitki örtüsünün azaldığı koşullarda oluşan sığ erozyon şekilleri.

Karasu Çayı Havzası'nın % 52'sinde 2. derece erozyon görülmektedir. Bu oran alan olarak sahanın 242,05 km² sini kaplamaktadır. Sahanın % 30'u şiddetli erozyon altındadır. Araştırma sahasının geneline bakıldığında genellikle düz ve düze yakın araziden oluşmasının yanında bu oran oldukça fazladır. Sahanın dağlık kesimlerinde 4. derece erozyon alanları bulunurken , % 10'luk alan 1. derece erozyon sahasını oluşturmaktadır (Tablo 7).

Tablo 7: Araştırma sahasının erozyon durumu alan ve yüzde cinsinden dağılımı.

Erozyon	Alan (km ²)	Yüzde(%)

1	465,8	10
2	242,05	52
3	138,62	30
4	374,4	8
Toplam	464,69	100



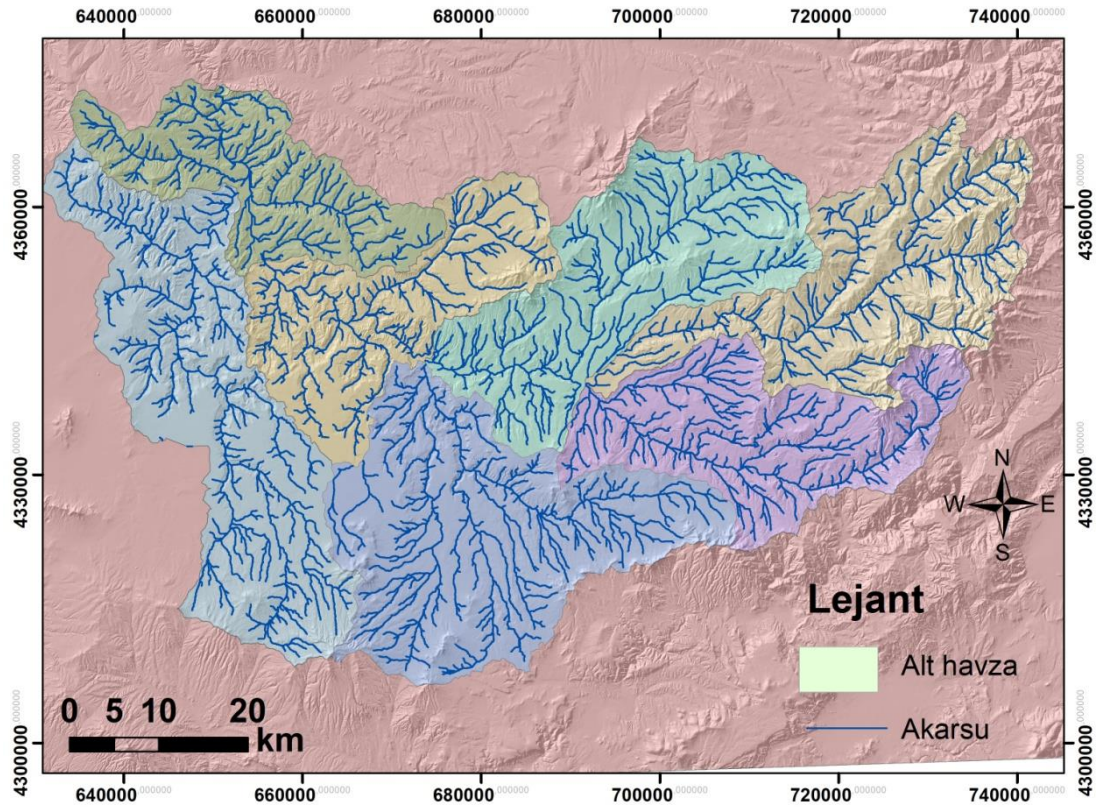
Şekil 31: Karasu Çayı Havzası'nın erozyon haritası.

2.5. Araştırma Sahasının Hidrografik Özellikleri

Araştırma sahası hidrografik özellikleri ArcGIS Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) programı yardımı ile analiz edilmiş, elde edilen sayısal verilere göre saha yorumlanmıştır.

2.5.1. Karasu Çayı Drenaj Ağı

Akarsuların sağdan soldan birçok kol aldığı, bu kollarında ikinci ve üçüncü dereceden kollarının bulunduğu şebekelere dandritik vadi ağı denir (Hoşgören, 1983). Ana akarsuyu oluşturan Karasu Çayı ve ona dar açılı ile katılan Karasu Deresi, Karanlık Dere, Boğazlıyan Deresi, Çayıralan Deresi, Akdere, Fehimli Deresi ve Kalaycık Deresine bakıldığında havza dandritik drenaj özelliği gösterir.



Şekil 32: Karasu Çayı Havzası'nın drenaj ağı haritası.

2.5.2. Karasu ayı'nın Alt Havzaları

Karasu ayı Havzası su bölümü çizgilerinden oluşturulan 7 alt havzadan oluşmaktadır. Karasu Deresi, araştırma sahasının aşağı çığırını oluşturur ve Karasu ayı'nın Kanak ayı Havzası'yla buluşarak Delice ayı'nı besler. Akarsuyun en olgunlaşmış havza tabanı bu sahada görülür (şekil 32)

Karanlık Dere Havzası Karasu ayı'nın orta çığırını oluşturmaktadır. Bu sahada eski alüvyon tabanı grlmektedir. Akarsuyun etkinliği bu sahada azaldığı için Kuvaterner araziler içerisinde farklı yaşlarda alanlar da grlmektedir (şekil 2).

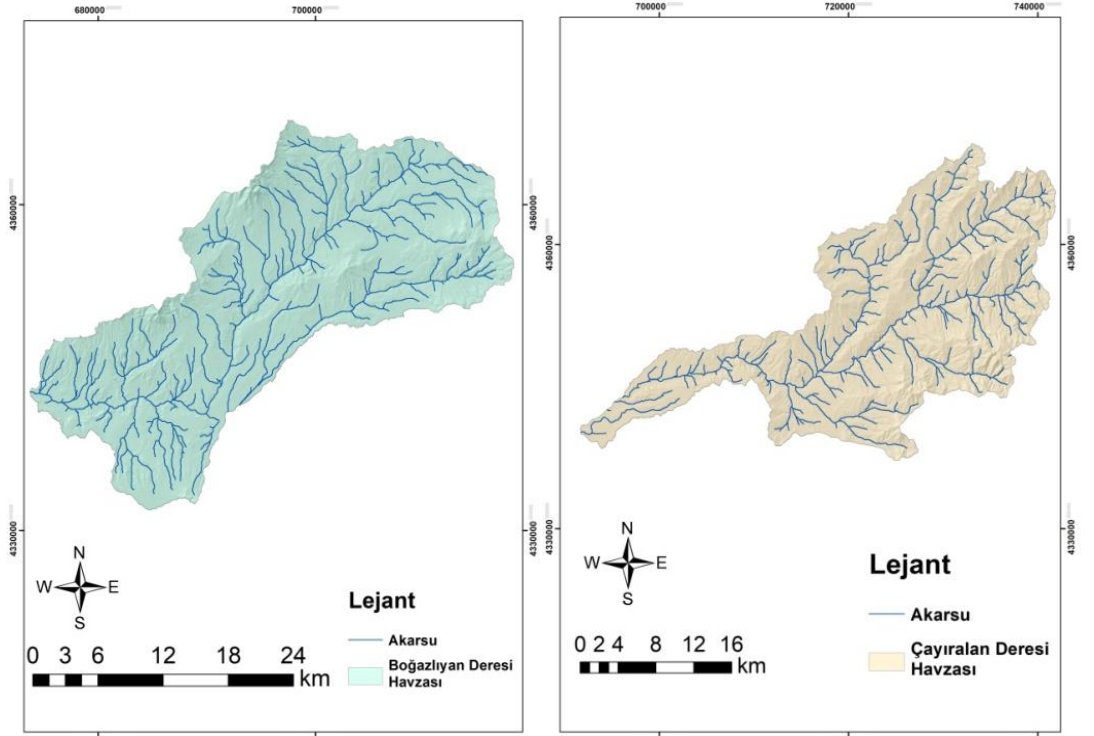
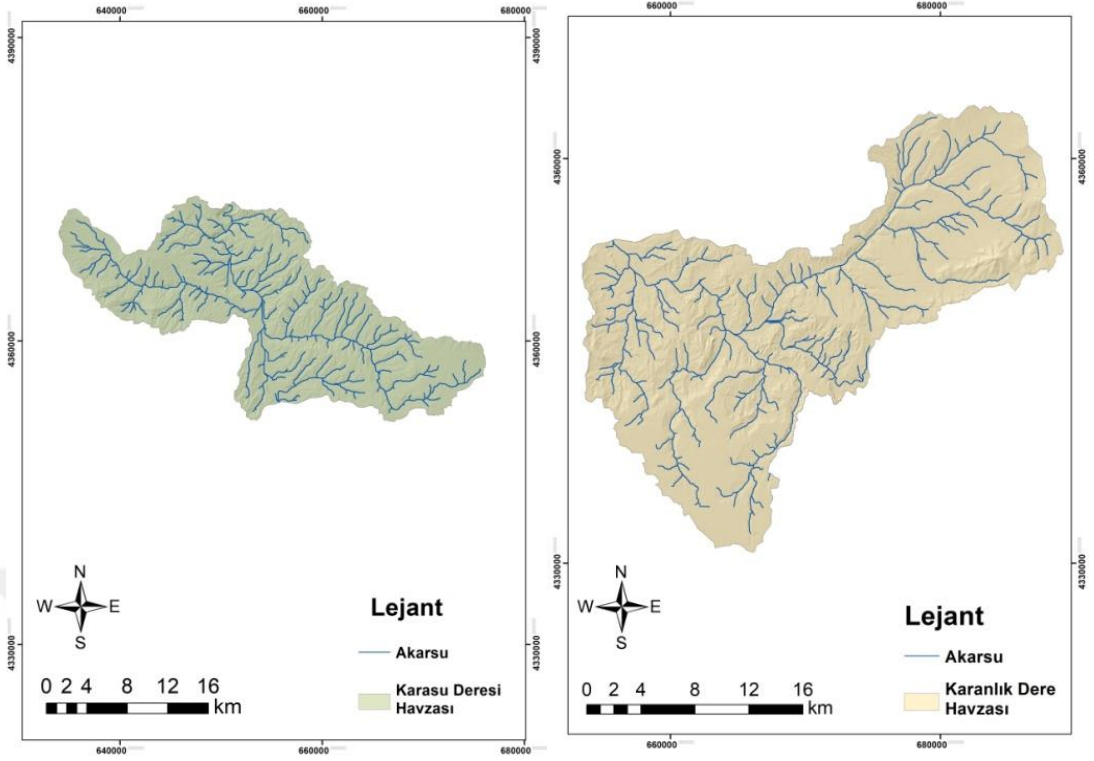
Boğazlıyan Deresi ise havzanın orta kesiminde su varlığının en yoğun gözlemlendiği alandır. Bu havzanın akarsu kolları daha uzun ve siktir. Havzanın doğusunu dağlık kesimler oluşturduğu için Karanlık Dere Havzası'na göre daha yoğun drenaj şebekesi grlmektedir (şekil 32).

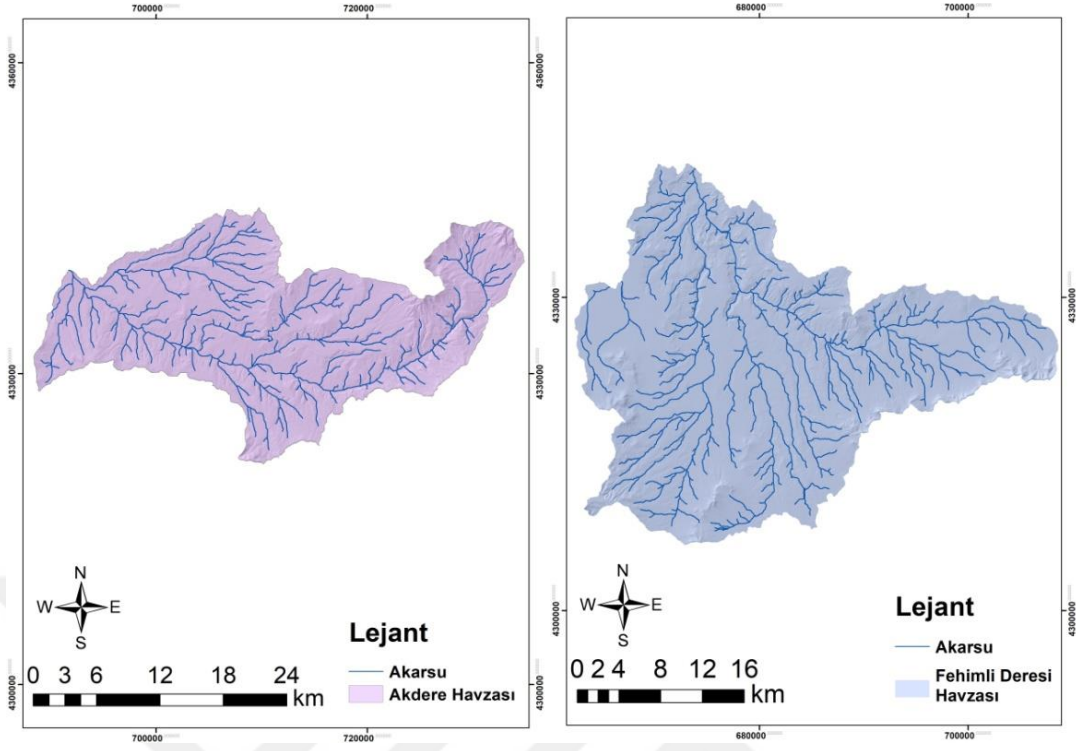
ayıralan Deresi Havzası ve Akdere Havzası, Karasu ayı'nın en doğusunu ve yukarı çığırını oluşturmaktadır. Bu iki havza yükselti, topografya ve bitki örtüsü açısından aynı özellikleri gösterir. V Şekilli ve asimetric vadi Şekilleri bu havzalarda en sık rastlanan akarsu Şekilleridir. Delice ayı'nın su toplama havzalarıdır (şekil 32)

Fehimli Deresi Havzası, sahanın en güneyinde havzanın en fazla geçici akarsuyunun bulunduğu dolayısıyla en çorak arazinin grldğu havzadır.

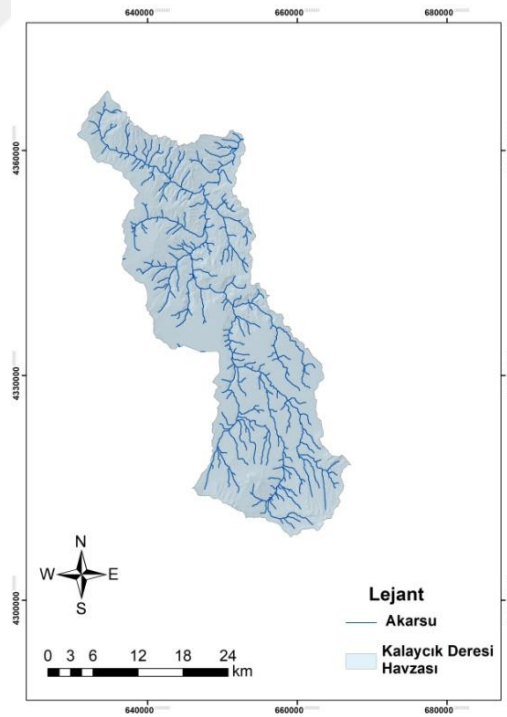
Kalaycık Deresi ise sahanın en batısında Bozok Platosu'nun güneyini oluşturan sahada yer alır. Mevsimlik akarsular çok sık görülmemekle birlikte platonun yarılmasında etkili olmaktadır. Bu alanda karstik kayaçların sık yayılımından dolayı akarsu Şekilleri daha net gözlemlenmektedir.

Havzanın en güneyinden geçen Salanda Fayı, doğu batı yönelimli dağlık arazinin oluşmasına sebebiyet vermiştir. Bu durumda, havzanın güneyinde bulunan Kızılırmak havzası ile su bölümü çizgisinden ayrılarak birbirinden çok farklı akarsu rejimlerinin görülmesini sağlamaktadır.





Şekil 35: Fehimli Deresi Havzası (a) , Akdere Havzası (b).



Şekil 36: Kalaycık Deresi Havzası

2.5.3. Yeraltı Suyu

Araştırma sahasının batı kesimi başta olmak üzere çeşitli bölgelerinde yayılış gösteren kalker arazi üzerinde yağmur ve kar suları çatlakları vasıtasıyla yeraltına sızmaktadır. Özellikle Boğazlıyan-Bahariye ve Nevşehir-Kozaklı'da bulunan jeotermal kaynaklar bu bilgileri doğrulamaktadır. Sahanın doğuda bulunan kesiminde hidrolik iletkenliği yüksek sahalarda bulunmasına rağmen eğim değerlerinin yüksekliğine bağlı olarak yağışlar yüzeysel akışa geçmektedir. Bu yüzden bu sahalarda yeraltı suları fakir, yamaçlar daha dik, vadi yoğunluğu daha fazla, erozyon süreçleri ise daha etkindir.

2.5.4. Barajlar

Araştırma sahası içerisinde bulunan barajlar taşkın-sulama amaçlı kullanılmaktadır. Yapılan incelemeler neticesinde birçoğunun henüz kullanılmıyor olduğu, bir kısmının ise yapım aşamasında olduğu gözlemlenmiştir. Yine araştırma sahası içerisinde akarsular üzerine kurulan taşkın setleri bulunmaktadır.



Şekil 37: Boğazlıyan-Çandır arasında bulunan Uzunlu Barajı (a), Boğazlıyan'da yapım aşamasında olan baraj (b).



Şekil 38: Dereler üzerinde görülen setler.

2.6. Araştırma Sahasının Antropojenik Özellikleri

Karasu Çayı Havzası'nın şekillenmesine etki eden önemli faktörlerden birisi de elbette antropojenik etkilerdir. Sahada antik çağlardan başlayarak günümüze kadar devam eden bu etki; antik çağlarda dik eğimli yamaçların taraçalandırılmasıyla kendini gösterirken günümüzde barajlar, yollar vb. beşeri yapılar ile etkisini artırarak devam etmektedir. Bunlardan en önemlisi havza sınırları içerisinde inşaatı devam eden barajlardır (Şekil 37-b). Baraj inşaatının tamamlanmasının ardından bu beşeri yapının havzanın şekillenmesini ne şekilde etkilediği ilerleyen zamanlarda yapılacak çalışmalarla ortaya koyulacaktır.

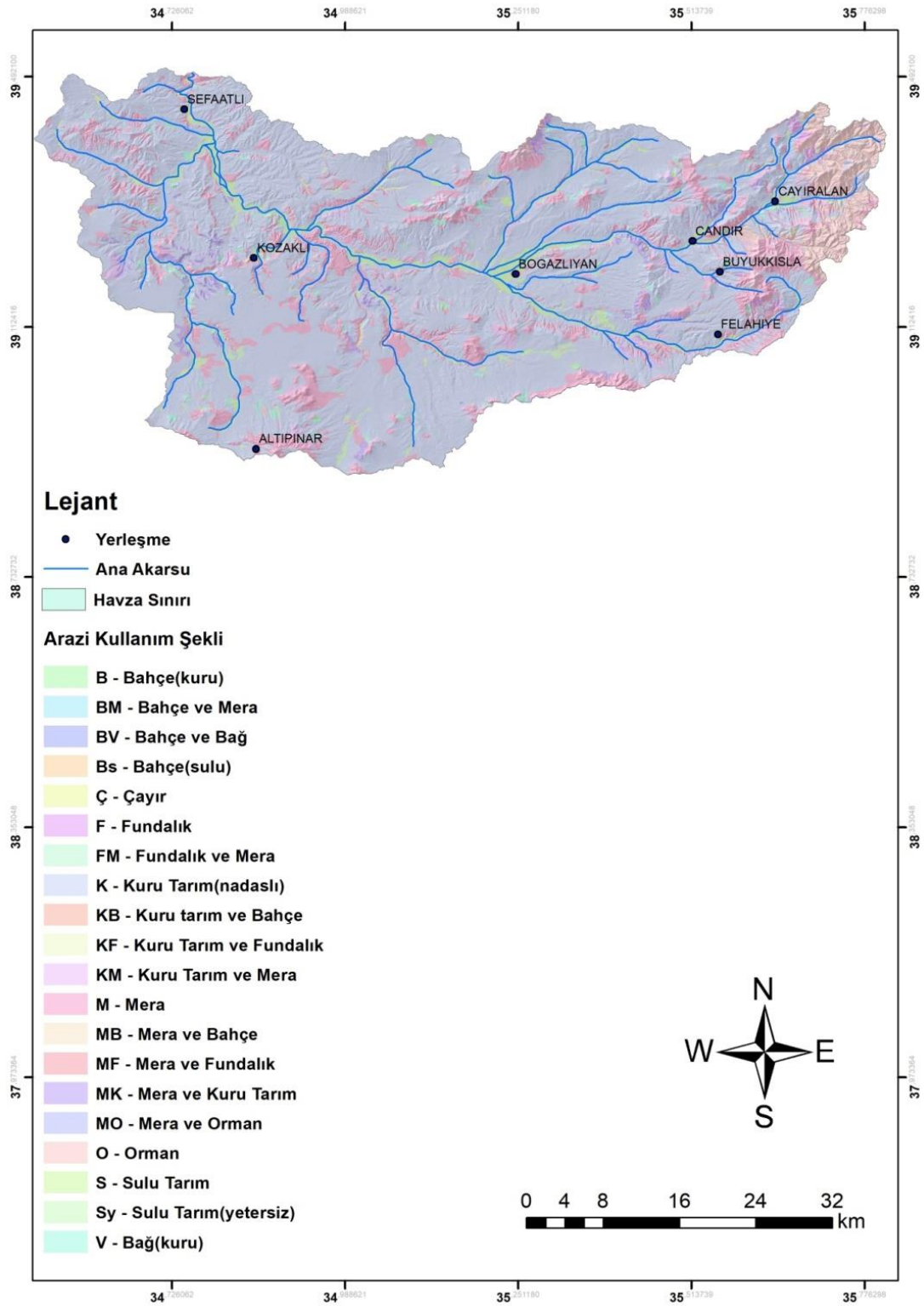
2.6.1. Tarımsal Faaliyetler

Fazla yükseltilerin bulunmadığı araştırma sahasında, bölgenin ekonomisi tarım ve hayvancılığa dayanmaktadır. Sanayi az gelişmiştir. Tarım alanlarında kuru şartlarda yapılan tarım üretimi egemendir. Tarımsal üretimin çoğunu tahıl oluşturmaktadır.

Araştırma sahasında en yaygın arazi kullanım türünü mera ve kuru tarıma dayalı arazi kullanım türleri oluşturur. Havzada doğudan batıya inildikçe ormanlık arazi yerini kuru tarıma (% 68,43) bırakır. Ormanlık alan ise sahanın % 3,78'ini oluşturur. Bu oran havzanın 175,73 km² lik alanını kaplamaktadır. Mera arazileri % 15,16 ile sahada ikinci sırada en fazla alan kaplayan arazilerdir. Sulu tarım arazileri % 4,25 iken kuru tarım % 68,43 ile sahanın yarısından fazlasını kaplamaktadır (Tablo 8).

Tablo 8: Karasu ayı Havzası'nın arazi kullanım Şekillerinin alan ve yzde cinsinden dağılımı.

Arazi Kullanım Şekli	Alan (km²)	Yzde (%)
B- Bahçe(kuru)	699,34	1,50
BM-Bahçe ve Mera	270,8	0,01
Bs-Bahçe (sulu)	509,01	0,01
BV-Bahçe ve Bağ	123,64	0,03
C-ayır	323,01	0,70
F-Fundalık	189,70	0,41
FM-Fundalık ve Mera	149,66	0,03
K-Kuru Tarım(nadaslı)	318,013	68,43
KB-Kuru Tarım ve Bahçe	457,8	0,01
KF-Kuru Tarım ve Fundalık	116,0	0,02
KM-Kuru Tarım ve Mera	792,1	1,70
M-Mera	704,66	15,16
MB-Mera ve Bahçe	344,4	0,01
MF-Mera ve Fundalık	148,48	0,03
MK-Mera ve Kuru Tarım	837,35	1,80
MO-Mera ve Orman	151,37	0,03
O-Orman	175,73	3,78
S-Sulu Tarım	197,72	4,25
Sy-Sulu Tarım(yetersiz)	357,88	0,77
V-Bağ(kuru)	604,68	1,30
	4647,138	100,00



Şekil 39: Karasu Çayı Havzası'nın arazi kullanım şekilleri haritası.

Araştırma sahasında şeker pancarı tarımı geniş sahalarda yapılmaktadır. Özellikle Boğazlıyan ve şefaatli Türkiye'nin şeker pancarı üretiminde önde gelen merkezleri içerisindedir. Alüvyon sahalarda geniş alanlara yayılarak tarımı yapılmaktadır (Şekil 41). Araştırma sahasında bir diğer tarım arazilerinde ise arpa, buğday, nohut, mercimek, fasulye ve bahçe-sebze bitkileri yetiştirilir. Özellikle Nevşehir yöresinde sıklıkla görölen bu tarım arazileri, araştırma sahasında kuru tarım arazilerini temsil eder.



Şekil 40: Nevşehir bölgesinde buğday tarlaları.



Şekil 41: Yozgat bölgesinde şeker pancarı tarımı.

2.6.2. Su ve Su Yapıları

Araştırma sahasında kullanılan ve kullanılmaya hazırlanan birçok baraj bulunmakla birlikte doğal göl bulunmamaktadır.

Havza kurak bir yapıda olmasına rağmen, varolan suyu sahanın birçok noktasında yüzeyde, tarlaların arasında, yerleşmelerin yakınlarında hayvanların su ihtiyacını karşılamada kullanılmak için su kanalları inşa edilmiştir. Yeraltı suyunun yüzeye yakın olduğu bölgelerde gölcükler oluşturulmuştur ve tarlaları sulama amaçlı kullanılmaktadır.



Şekil 42: a' da dere yatağının akış yönüne ters olarak kurulmuş borularla taşman su hattı, (b) su kanalı.



Şekil 43: Yapay göl ve göl içerisinde sulama boruları



Şekil 44: Araştırma sahasının birçok farklı bölümünde görülen sulama kanalları.

2.6.3. Yerleşme Özellikleri

İç Anadolu Bölgesi'nin Orta Kızılırmak Bölümü'nde bulunan araştırma sahası, Yozgat, Nevşehir, Kırşehir ve Kayseri sınırları içerisinde bulunan ilçe sınırlarında yer almaktadır. Araştırma sahasının gerek özel konumu gerek fiziki özellikleri dolayısıyla yoğun nüfuslu alanlar değildir. Geçim kaynaklarının çoğunluğunu tarım ve hayvancılık ile sağlamasından dolayı arazinin büyük çoğunluğunu tarım arazileri kaplamaktadır. Araştırma sahasının büyük çoğunluğunda toplu yerleşmeler yer almaktadır.

Karstik kayaçların, sulak sahalarda hızlı şekillenip hızlı deforme olduğu bilinmektedir. Kurak bölgelerde ise karstik kayaçları şekillendiren çoğunlukla süreçlerdir. Suyun kıt olduğu sahalarda bu kayaçlar üzerinde fiziksel parçalanma görülmektedir. Araştırma sahasında da vadi yamaçlarında mostra vermiş traverten kalıntılarının kaya düşmelerine sıklıkla yol açtığı gözlemlenmiştir. Buna bağlı olarak

sahada birçok yerleşmelerde yer değiştirmeler meydana gelmiştir. Aynı zamanda kuraklığa bağlı olarak taşınmiş köylerin varlığı da söz konusudur.



şekil 45: Kaya düşmelerine bağlı olarak taşınmiş köyün eski yerleşme alanı (Kozaklı-Kckyadı köyü).



şekil 46: Kuraklıktan dolayı taşınmiş eski köy yerleşmesi (Kozaklı-Abdi köyü).

3. BÖLÜM

3.1. Havzanın Topografik Özellikleri

Bu bölümde literatürde yer alan ve en çok tercih edilen ve tutarlı sonuçlar veren; havzanın şekil ve karakteristiğini sayısal olarak ifade eden indisler, bütün havzalara tek tek uygulanıp sonuçlar tablosal olarak verilmiş ve böylece havzaların şekil özellikleri bakımından kıyaslanması mümkün hale getirilmiştir.

3.1.1. Havzanın Eğimi

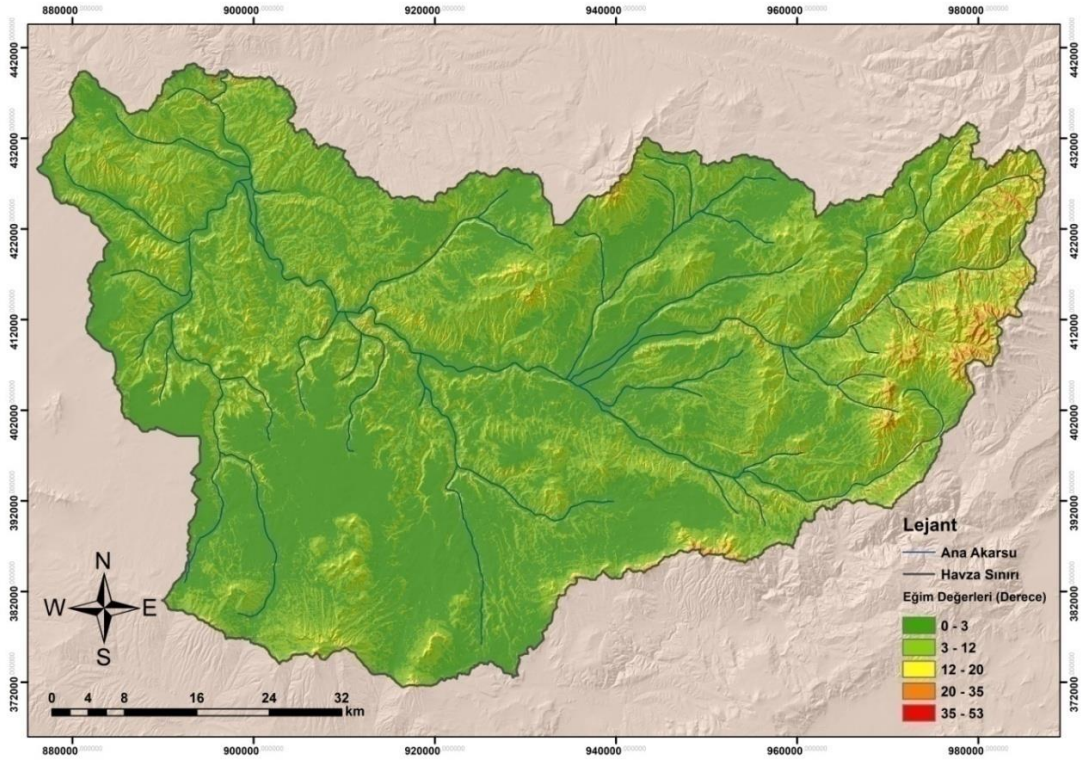
Morfometrik özellikler içerisinde değerlendirilen önemli faktörlerden biri olan eğim, suyun ya da diğer materyallerin sızma ve buharlaşma miktarlarına etki yapmaktadır. Eğim ne kadar fazla ise, sızma ve buharlaşma miktarları o kadar azdır. Dolayısıyla akarsuya katılan yağış miktarı, diğer koşullar elverişli ise, o kadar fazla olmaktadır. Bu durum ise taşkın doruğunu yükseltir. Eğim fazlalığı aynı zamanda gecikme süresini kısaltır. Çünkü akarsu havzasına düşen yağış, eğimin fazlalığı nedeniyle, daha büyük bir hızla ve daha kısa sürede kollardan ana akarsuya katılır (Hoşgören, 2004).

Havza için eğim haritası 1/25.000 ölçekli topografik haritalar baz alınarak üretilen DEM (Digital Elevation Model) verisinden elde edilmiştir (Şekil 47) . Eğim değeri derece cinsinden olup taşkın ve heyelanlar için baz alınan aralık değerleri ve bunların havza ve alt havzalardaki dağılışı Tablo 9 ve şekil 47'de verilmiştir. Eğim sınıflaması Verstappen, (1983) ve Bogomolov, (1963) baz alınarak yapılmıştır.

Tablo 9: Karasu Çayı Havzası'nın eğim özellikleri ve afet türü ilişkisi.

Eğim (Derece)	Morfolojik Tanımı	Alan (km ²)	Yüzelik Dağılım (%)
0-3	Çok Az Eğimli (Düz)	2163	47
3-12	Az Eğimli	1353	29
12-20	Hafif Eğimli	690	15
20-35	Dik	330	7
35-53	Çok Dik	106	2

Buna göre Tablo 9 ve Şekil 47 'de görüldüğü üzere havzanın eğim değeri 0-53° arasında değişen bir değer aralığına sahiptir.

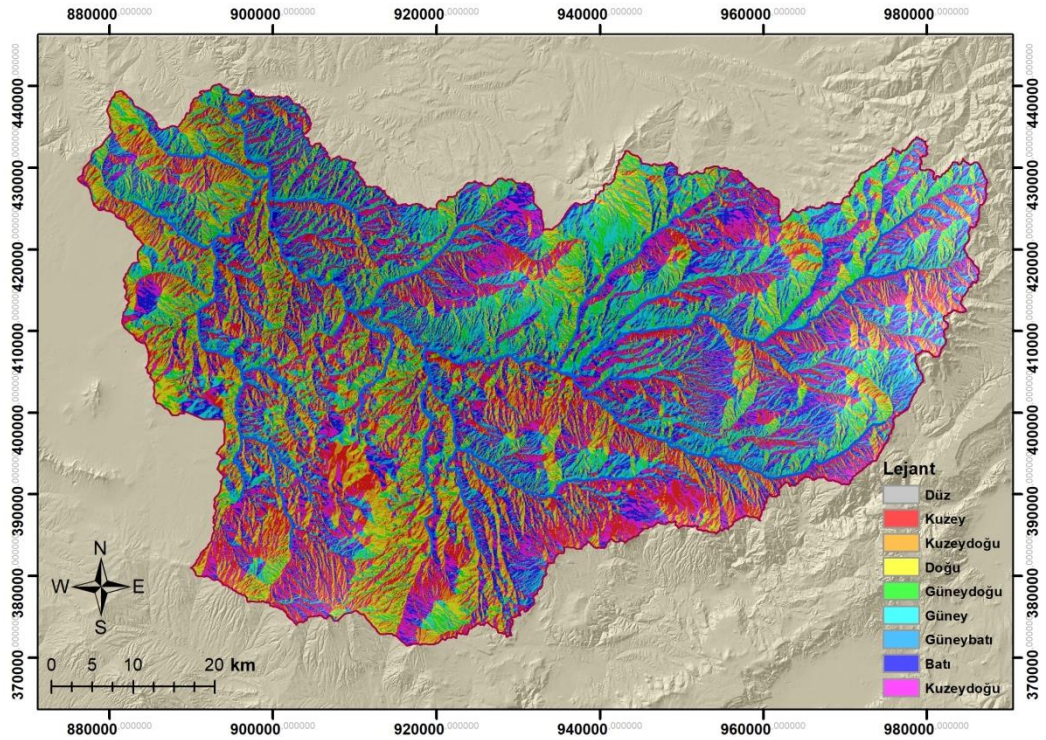


Şekil 47: Karasu Çayı Havzası'nın eğim haritası.

3.1.2. Havzanın Bakısı

Bakının etkisi ile güneye bakan yamaçlar kuzeye bakan yamaçlara göre daha fazla radyasyon alarak evapotranspirasyon oranı fazlalaşır ve yağmurdan sonra bitki örtüsünde ani bir su ihtiyacı doğar. Bunun sonucu olarak bitki örtüsü daha seyrek olup ve kuraklığa dayanıklı türlerden oluşur. Seyrek bitki örtüsünün olduğu yerlerde yüzeysel akış daha fazla olmaktadır. Kuzeye bakan yamaçlar ise toprak nemliliğini yağıştan sonra uzun bir süre muhafaza eder ve böylelikle nemliliği seven türler gelişir. Bu özellik infiltrasyonu arttırıcı ve yüzeysel akışı azaltıcı bir etki yapmaktadır (Turoğlu ve Özdemir, 2005).

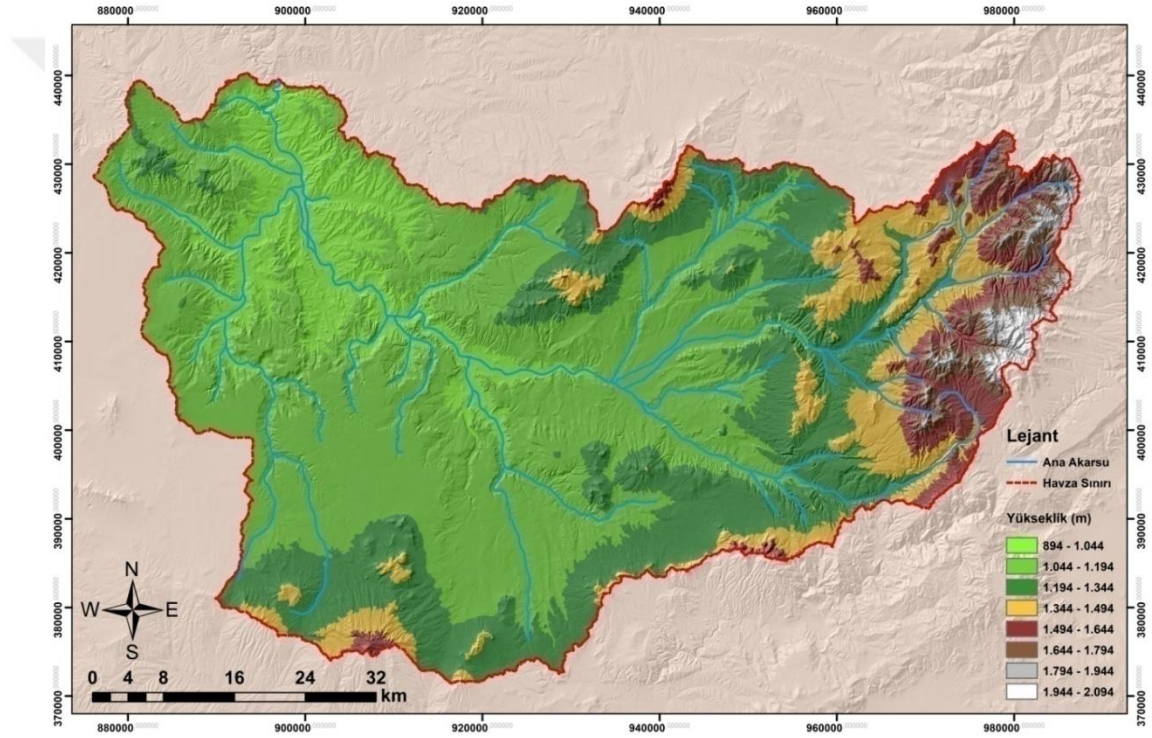
Bu özellikler dikkate alınarak havzanın DEM verisinden 8 farklı yön ve düz alanlardan oluşan baki haritası üretilmiştir.



Şekil 48: Karasu Çayı Havzası'nın baki haritası.

3.1.3. Düzeltilmiş SYM

J33 a1, J33 a2, J33 b1, J33 b2, J33 a4, J33 a3, J33 b4, J33 b3, J34 a3, J34 b4, J34 b3, J35 a4, J35 a3, J35 b4, J33 d1, J33 d2, J33 c1, J33 c2, J34 d1, J34 d2, J34 c1, J34 c2, J35 d1, J35 d2, J33 d3, J33 c4, J33 c3, J34 d4, J34 d3, J34 c3, J35 d4, K33 a2, K33 b1, K33 b2, K34 a1, K34 a2 numaralı toplam 36 adet 1/25.000 ölçekli sayısal topografik harita kullanılarak Sayısal Yükseklik Modeli (Digital Elevation Model-DEM) oluşturulmuştur (Şekil 49). Tez kapsamında birçok ana ve alt başlıkta yapılan analizler de temel altlık olarak kullanılmıştır.



Şekil 49: Karasu Çayı Havzası'nın sayısal yükseklik modeli haritası.

3.2. Karasu Çayı Havzası'nın Morfometrisi

Bir akarsu havzasına bakıldığında ilk dikkati çeken özellikler, havza içindeki akarsu ve kolları, havzanın şekilsel özellikleri ve minimum-maksimum yükseklikleridir. Sadece bu özelliklere bağlı olarak havzaların genel morfolojik karakterleri hakkında bilgi sahibi olabilmemiz mümkündür. Akarsu ağının çok fazla olması, havzanın

geçirimsiz bir zemine sahip olduğu, eğimin fazla olduğu veya bitki örtüsünden yoksun olduğu; havza şeklinin dairesel olması, ana akarsu koluna yan kollardan suların daha geç bir sürede katılacağı çıkarımında bulunabiliriz. Horton (1945), akarsu ağlarının morfometrik özelliklerini sayısal olarak incelemiştir ve “drenaj kompozisyonu” adı altında farklı büyüklükteki dereler arasındaki ilişkinin matematiksel olarak ifade edilebileceğini göstermiştir. Strahler (1952) ise bu metodu düzenleyerek derelerden çok derelerin segmentlerini (en küçük kollarını) sıralamıştır. Strahler yönteminde, yan kol olmayan fakat küçükte olsa akışa sahip bir segment dizin olarak isimlendirilmiştir. İki tane birinci dizin birleşince 2. dizini, iki tane 2. dizin birleşince 3. dizini oluşturur şeklinde ilerler.

Bu amaçla Karasu Çayı Havzası'nın morfometrik özellikleri ile akarsu akımları arasındaki ilişkiyi ortaya koymak, morfometrik parametrelere bağlı olarak akım tahminleri ve taşkınlar arasındaki ilişkiyi açıklamak için DEM haritalarından üretilmiş veri sonuçlarına göre havzaların çizgisel, alansal ve relief özellikleri ayrı başlıklar altında ele alınmış, her bir özellik tüm alt havzalara uygulanmış ve sonuçları karşılaştırılmıştır.

Tablo 10: Karasu Çayı Havzası'nın topografya haritasından üretilmiş akarsu ağı ve relief özellikleri.

Karasu Gene	Kalaycık Dere	Fehimli Dere	Çayıralan	Akdere	Boğazlıyan	Karanlık Dere	Karasu Dere	Havzalar /	Çevre uzunluğu (km)
524,147	167,649	219,253	197,750	236,923	189,622	171,423	167,649	(P)	Havza Uzunluğu
4644,55	850,95	884,231	575,632	236,923	689,592	513,896	443,004	(A)	Max. Yükseklik
110,393	64,840	47,272	47,193	56,51	46,908	38,811	44,100	(L)	Min. Yükseklik
2264	1750	1775	2150	2250	1675	1525	1275	(H Max)	Akarsu Dizinleri (Nu)
897	950	1025	1075	1075	1025	950	900	(H Min)	
1866	360	353	263	225	262	221	182	D1	
793	154	172	95	87	119	92	74	D2	
489	104	100	83	42	57	53	50	D3	
261	32	39	39	33	52	40	26	D4	
164	55	25	43	33	5		3	D5	
38		6	1		31			D6	
70		1			1	39	29	D7	
3701	705	696	524	440	527	445	364	(Σ Nu)	Toplam Dizin Sayısı
4297883	794092	869001	602271	560124	708085	465252	209058	(Σ L)	Toplam Dizin Uzunluğu

3.2.1. Çizgisel Morfometri (Linear Morphometry)

Akarsu havzası hidromorfometrik analizlerin ilk adımı olan Akarsu düzeni (R_o) ,analizlerde kullanılan akarsu dizinleri ile ilgili verileri belirleme ürünleridir (Turoğlu 2019). Havzaların çizgisel morfometrik özellikleri, havzada bulunan drenaj yapısının incelenmesine dayanmaktadır. Bu özelliklerin temelinde akarsu dizinlerinin sayısı, uzunluğu, havzanın çevre uzunluğu gibi parametreler kullanılmakta olup başlıcaları ; Çatallanma oranı (R_b) (Schumm, 1956), Uzunluk oranı (R_e) (Schumm, 1956) ve Tekstür–Doku oranı (T) (Horton, 1945) parametrelerini içermektedir. Çatallanma oranı parametresi özellikle havzaların akarsu durumu ve mevcut durumların belirlenmesi açısından önemlidir.

Tablo 11: Karasu Çayı Havzası'nın çizgisel morfometri özellikleri.

Çizgisel morfometri	Çatallanma Oranı	Uzunluk oranı	Tekstür oranı
	$R_b = N_u/N_{u+1}$	$R_e = \frac{2}{L_m} * \left[\frac{A}{\pi} \right]^{0.5}$	$T = N_{ul} * (1/P)$
Karasu Deresi	2.5-1.5-1.9-8.7-0.1	1,19	1,1
Karanlık Dere	2.4-1.7-1.3-1	1,28	1,3
Boğazlıyan Deresi	2.2-2.1-1.1-10.4-0.2-31	1,74	1,4
Akdere	2.6-2.1-1.3-1	0,46	0,9
Çayıralan Deresi	2.8-1.1-2.1-0.9-43	0,64	1,3
Fehimli Deresi	2.1-1.7-2.6-1.6-4.2-6	1,34	1,6
Kalaycık Deresi	2.3-1.5-3.3-0.6	0,77	2,1
Karasu Genel	2.4-1.6-1.9-1.6-4.3-0.5	0,85	3,6

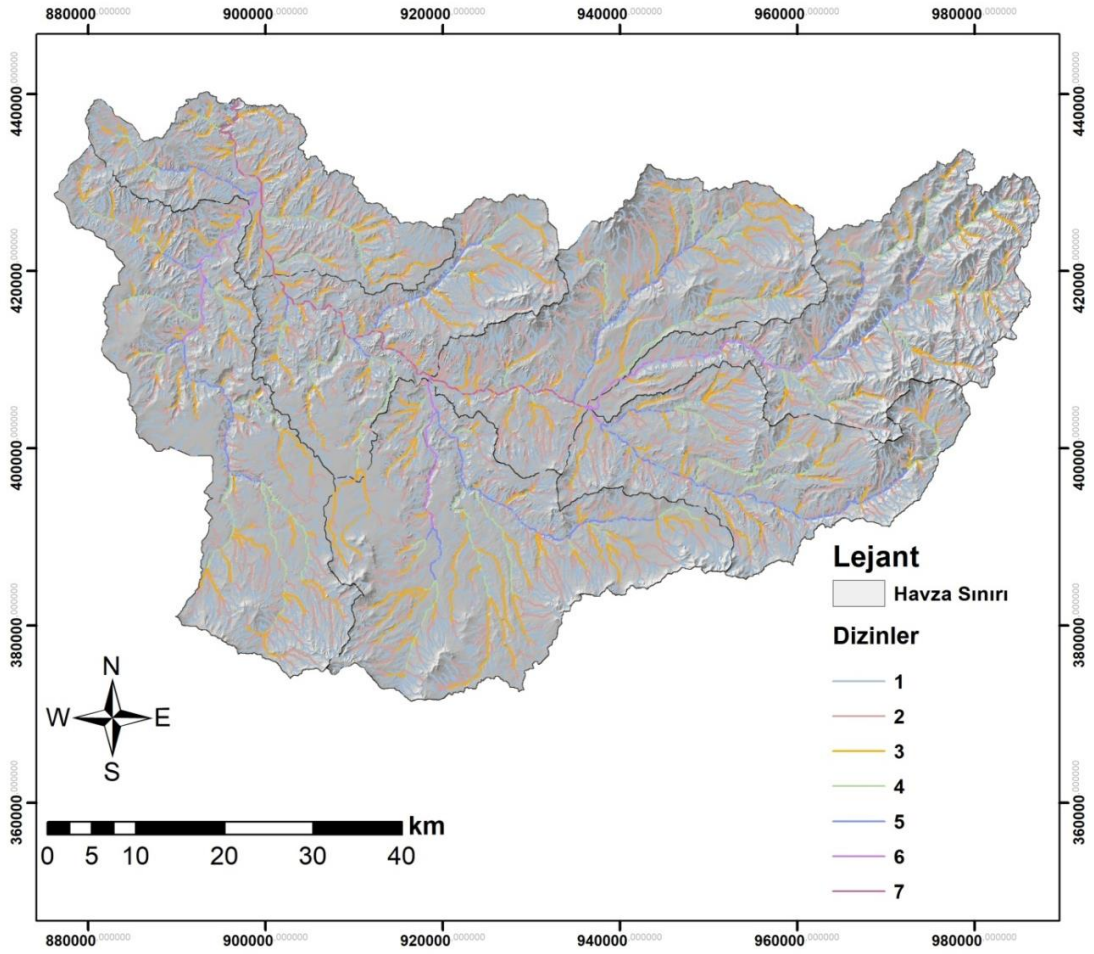
3.2.1.1. Çatallanma Oranı (Bifurcation Ratio)

Havzalarda yer alan akarsu kollarının ana akarsuya kaçınıcı sıradan katıldıkları ve bir akarsu havzasının drene olma yoğunluğu hakkında yorum bilgisi veren bir morfometrik indistir. Çatallanma oranındaki artma, havza içerisinde meydana gelecek taşkın riskini artırma potansiyeline sahiptir. Çatallanma oranının (R_b) yüksek veya düşük değerler göstermesi havzaya düşen yağışın topografya üzerinde, yüzey geçirimsizliği ve bitki örtüsü ile olan ilişkisini ortaya çıkarmaktadır. Akarsuyun dizinlerinden birinin toplam sayısına oranını gösteren parametre akarsu havzasının genişleme seviyesini de temsil eder. Dizinler arası çatallanma oranlarının ortalamasının hesaplanmasıyla elde edilir. Bu hesaplama çalışma sahasının bütün havzalarına uygulanmış ve haritalanmıştır.

Ortalama çatallanma oranları genel olarak; litolojik özelliklerin homojen olduğu ve topografik engebelliklerin ön plana çıkmadığı akarsu havzaları için (R_b) 3,0–5,0 arasında değişmektedir (Strahler, 1964; Shumn, 1956; Verstappen, 1983; Goudar, 2015). Bu çatallanma oranı aynı zamanda, tektonizmanın akarsu drenaj sistemi üzerinde bozucu ya da yönlendirici etkisinin belirgin olmadığına da işaret etmektedir. Ayrıca düşük R_b değerleri; akarsu havzalarının az geçirimli, düşük infiltrasyon potansiyeline sahip yüzeylerin ve dolayısıyla da yoğun yüzeysel drenajın, daha yüksek ve etkili bir debiye sahip drenaj sisteminin göstergesidir (Strahler, 1964; Strahler, 1975; Verstappen, 1983). Yüksek R_b değerleri gösteren akarsu havzalarında ise genellikle yüksek sızma kapasiteli yüzeyler ve çoğunlukla devresel akışa sahip akarsular yaygındır (Strahler, 1964). Dolayısıyla çatallanma oranının düşük çıkması; sel ve taşkına duyarlılığın yüksek olduğu anlamı taşır.

Strahler yöntemine göre hesaplanan nehir kollarına göre Karasu Çayı Havzası genel ve alt havzalar kendi içerisinde dizin sayısı oluşum göstermiştir; Karasu Deresi 6 dizinden meydana gelmekte olup her bir dizin sayısı sırasıyla 182, 74, 50, 26, 3, 29'dur. Çatallanma oranı sırasıyla 2.5-1.5-1.9-8.7-0.1'dir. Karanlık Dere ise 5 dizinden meydana gelmekte ve dizin sayısı sırasıyla 221, 92, 53, 40, 39'dur. Çatallanma oranı ise 2.4-1.7-1.3-1'dir. Boğazlıyan Deresi 262, 119, 57, 52, 5, 31, 1 olmak üzere 7 dizin sayısından meydana gelmektedir. Bu dizin sayılarına göre Boğazlıyan Deresi Çatallanma oranı 2.2-2.1-1.1-10.4-0.2-31'dir. Akdere 5 dizin

sayısından oluşmaktadır, bunlar sırasıyla 225, 87, 42, 33, 33'tür. Çatallanma oranı ise; 2.6-2.1-1.3-1'dir. Çayıralan Deresi 6 dizinden meydana gelmektedir, bunlar 263, 95, 83, 39, 43,1 'dir. Fehimli Deresi, 353, 172, 100, 39, 25, 6, 1 sayıları olmak üzere 7 dizinden meydana gelmiştir ve 2.1-1.7-2.6-1.6-4.2-6 çatallanma oranına sahiptir. Kalaycık Deresi ise 5 dizin sayısından meydana gelmekte, bunlar 360, 154, 104, 32, 55'tir. Çatallanma oranı ise 2.3-1.5-3.3-0.6'dır. Karasu Çayı havzası genel olarak 7 dizinden meydana gelmektedir. Bu sayılar sırasıyla 1866, 793, 489, 261, 164, 38, 70'tir. Çatallanma oranı, 2.4-1.6-1.9-1.6-4.3 - 0.5'tir (Tablo 11). Bu verilerden yola çıkarak Karasu Çayı alt havzalarının R_b oranları 0,1 ile 10,4 arasında değişmektedir (Tablo 11). Yapılan hesaplamalarda R_b oranı en düşük havza Karanlık Dere Havzası, R_b oranı en yüksek havza Çayıralan Deresi Havzası çıkmıştır. R_b analiz sonuçlarına göre, Karasu Çayı Havzası'nda; Karanlık Dere Havzası taşkın tehlikesine en duyarlı havza, taşkın üretme potansiyeli en düşük havza ise Çayıralan Deresi Havzası'dır.



Şekil 50: Karasu Çayı Havzası'nın akarsu dizin haritası.

3.2.1.2. Tekstür Oranı (Texture Ratio)

Tekstür oranı (RT), akarsu dizinlerinin nispi aralıklarını, sıklık derecelerini temsil eden sayısal bir ifadedir. Strahler yöntemine göre birinci dizine ait toplam dizin sayısı ile havzanın çevre uzunluğu arasındaki orandır. T değeri havzalardaki jeolojik özelliklere, yüzeyin geçirimsizliğine, havzanın bakı durumuna bağlı olarak değişiklik gösterir. Değerin yüksek çıkması, ana akarsu koluna su gönderen 1. düzeydeki kolların fazla olduğunu, az çıkması ise bu kolların az olduğunu gösterir. T değeri dairesel havzalarda daha yüksek değere sahipken, uzunlamasına havzalarda daha düşük değerler gösterir. Smith (1950), drenaj yoğunluğuna göre beş farklı drenaj tekstür oranı sınıflandırmıştır. Bu sınıflamaya göre; $RT < 2$ ise "çok geniş", $RT = 2-4$

ise “geniş”, $RT=4-6$ arasında ise “Orta”, $RT=6-8$ arasında ise “dar” ve $RT > 8$ ’den büyük ise “Çok dar” drenaj dokusu olduğuna işaret etmektedir. Bu durumda, Tekstür oranı (RT) değeri büyüdükçe dizin sıklığı artar ve taşkın duyarlılığı yükselir. Buna göre Karasu Çayı Havzası’nın tekstür oranı 3,6 olarak “geniş” drenaj yoğunluğuna sahiptir. Alt havzaların tekstür oranları ise; Karasu Deresi’nde 1,1 , Karanlık Dere’de 1,3, Boğazlıyan Deresi’nde 1,4, Akdere’de 0,9, Çayıralan Deresi’nde 1,3, Fehimli Deresi’nde 1,6, Kalaycık Deresi’nde ise 2,1’dir (Tablo 11). Bu değerler sonucunda Kalaycık Deresi “geniş” drenaj yoğunluğuyla diğer havzalara göre taşkın riski olandır.

3.2.1.3 Akarsu Uzunluk Oranı (Length Ratio)

Akarsu uzunluk oranı hesaplamalarında akarsu dizinleri esas alınır (Horton, 1945; Strahler, 1964). Akarsu drenaj sistemi içinde, dizin sayısı her bir dizin grubu içindeki segment sayısı ve dizinlerin segment uzunlukları; akarsu uzunluk oranı için belirleyici unsurlardır (Turoğlu, 1997). Dizin segment uzunluklarının, bir üst dizin segment uzunluğuna oranı ile hesaplanır ve havza için ortalama akarsu uzunluk oranı (R_l) bulunur (Patton, 1988; Goudar, 2015). Akarsu uzunluk oranı; akarsu havzasına ait yüzeysel akış karakterini temsil eder. Genel olarak kısa boylu ve sık dizin segmentleri; eğim değerleri yüksek yüzeylere işaret ederler (Strahler, 1975). Buna karşın daha uzun ve seyrek segmentlerin bulunması ise daha az eğimli havzaların hidrografik göstergeleridir. Ayrıca akarsu segment uzunlukları, dolayısıyla akarsu uzunluğu; su bölümü çizgisinin ve dolayısıyla akarsu havzasının sınır ve şekil özelliğinin belirlenmesinde rol oynar. Yüzeysel akışın toplanması ve yönelimi bu özelliklerin kontrolünde gerçekleşir. Zira prensip olarak; dizinlere ait akarsu uzunluk oranları (R_l) dağılışı; akarsu havza şeklinin göstergesidir. Başlangıç dizinleri olan alt dizinlerin segment ortalama uzunlukları düşük çıkar ve segment ortalama uzunlukları üst dizinlerde artış gösterirse, bu sonuçlar dar ve uzun bir akarsu havzasını, diğer bir deyişle paralel, subparalel drenaj sistemini tanımlar. Akarsu havzasının alt dizinlerin sayısının fazla olması; akarsu uzunluk oranı ortalama değerini alt dizin değerlerine yakın olmasına neden olacaktır. Bu durumda, genel prensip olarak; akarsu uzunluk oranı (R_l) değeri düşük olan havzalar dar ve uzun, R_l değeri yüksek olan akarsu havzaları ise genişlik ve uzunlukları birbirine yakın olan havzalardır. R_l değeri

yüksek olan akarsu havzalarında; alt dizinlerden gelen suların aynı anda bir araya gelmesi, kolayca büyük hacimdeki su kütesine ulaşılması ve kanal su taşıma kapasitesinin üstüne çıkılması sebebiyle taşkınlara duyarlılık derecesi yüksektir.

3.2.2. Alansal Morfometri (Areal Morphometry)

Havzaların alansal özelliklerinin oluşturduğu morfometrik parametreler havzaya düşen yağışların toplanması ve yüzeysel akışın birikimi açısından önemli bir özelliğe sahiptir. Bu parametreler; Drenaj yoğunluğu (D_d), Akarsu sıklığı (F_s) (Horton, 1945), Havza şekli (R_f) (Horton, 1945), Havza uzunluk oranı (R_e) ve Gravelius indeksi (K_G)'dir (Gravellius, 1914).

Tablo 12: Karasu Çayı Havzası'nın alansal morfometri özellikleri.

Alansal Morfometri	Drenaj yoğunluğu	Akarsu Sıklığı	Havza Şekli	Uzunluk Oranı	Gravelius İndeks
	$D_d = \sum L/A$	$F_s = N/A$	$R_f = A/L_b^2$	$R_e = 2/L_m * (A/\pi)^{0.5}$	$K_c = 0.28 * \frac{P}{0.5 * A}$
Karasu Deresi	0.4	1.2	0,2	1,19	0,2
Karanlık Dere	0.9	1.1	0,3	1,28	0,2
Boğazlıyan Deresi	1	1.3	0,3	1,74	0,2
Akdere	2.3	0.5	0,1	0,46	0,6
Çayıralan Deresi	1	1	0,3	0,64	0,2
Fehimli Deresi	0.9	1.2	0,4	1,34	0,1
Kalaycık Deresi	0.9	1.2	0,2	0,77	0,1

Karasu Genel	9.2	1.2	0,4	0,85	0,1
--------------	-----	-----	-----	------	-----

3.2.2.1. Drenaj Yoğunluğu (Drainage Density)

Herhangi bir sahada drenaj ağı yoğunluğunun tespit edilmesi o saha veya havzada akarsu ağının kurulması ve gelişmesi için etkili olan faktörleri belirlemekte ve böylece topografyanın derelerle parçalanma durumunu anlatmaktadır. Toplam dizin uzunluğunun (ΣL) havza alanına (A) olan oranından ortaya çıkmaktadır. Drenaj yoğunluğu iklim, litoloji çeşitliliği havzanın reliefi, infiltrasyon kapasitesine, bitki örtüsü, topografik yapıya, akışa geçen akarsuyun yoğunluğuna bağlıdır (Ramaih, vd., 2012). Yağışlar, şekli ve miktarına bağlı olarak direk olarak havzada akışa geçen suyun kalitesini ve miktarını belirlemektedir. Yüksek yağış alan bir havzada akışa geçen suyun kalitesini ve miktarını belirlemektedir. Yüksek yağış alan bir havzada, daha fazla akarsu drene olacak ve böylece daha yoğun drenaj ile sonuçlanacaktır. Buna göre Karasu Deresi drenaj yoğunluğu 9.2'dir. Alt havzaların drenaj yoğunlukları ise; Karasu Deresi 0,4, Karanlık Dere 0,9, Boğazlıyan Deresi 1, Akdere 2,3, Çayıralan Deresi 1, Fehimli Deresi 0,9 ve Kalaycık Deresi'nde ise 0,9'dur. Bu değerlere göre Akdere drenaj yoğunluğunun en fazla görüldüğü sahadır. Nitekim Akdere'nin bulunduğu alan dağlık alan olmasından dolayı bu değer yüksek çıkmıştır.

3.2.2.2. Akarsu Sıklığı (Stream Frequency)

Akarsu sıklığı (F_s) parametresi doğrudan drenaj yoğunluğu parametresi ile ilişkilidir. Havza içindeki toplam akarsu dizin sayısının havza alanına bölünmesiyle belirlenmektedir (Horton, 1945). Akarsu sıklığının yüksek olması geçirgen olmayan zemin özellikleri, seyrek bitki örtüsü ve yüksek relief özelliklerini gösterirken, düşük F_s değerleri ise geçirgen olan jeolojik birimleri ve alçak relief özelliklerini ortaya koymaktadır. Drenaj yoğunluğu ve akarsu sıklığı havzalardaki drenaj ağının dokusu ile ilişkilidir. Karasu Çayı Havzası'nda, akarsu sıklığı oranları genel olarak birbirine yakındır. Bu değerler 1,3 ile 0,5 arasında değişkenlik gösterir. Karasu Çayı Havzası genel akarsu sıklığı değeri ise 1.2'dir (Tablo 12).

3.2.2.3. Gravelius İndeksi (Gravelius Index)

Havzaların dairesel veya uzunlamasına olup olmadığını belirleyen indekslerden birisidir. Değerin küçüklüğü oranından havzanın dairesel bir görünüm kazandığını ortaya koyar. K_g değeri 0,8'den büyük ve 1,0'e ne kadar yakın ise o havza şeklinin dairesel o derece yakın olduğu anlaşılır. K_g değer düşük havza şekilleri ise uzunlamasına bir formu tanımlar. Bu havza tipinde, yan kollar genellikle kısa ve daha az dizine sahip, daha su toplama havzaları ile dikkat çekerler ve ana kola aralıklı olarak bağlanırlar. Bu drenaj yapısı, sıra dışı yağışlarla gelen suyun aynı anda bir araya gelmesini ve büyük hacimli su kütlelerine dönüşmesini engeller. Karasu Çayı Havzası genel olarak daha dairesel bir görünüme sahip olduğu (0,1) söylenebilir (Tablo 12).

3.2.2.4. Havza Şekli (Basin shape)

Havza şekli (R_f), sayısal değeri havza alanının, havza uzunluğunun karesine oranını temsil eder (Horton, 1932). Kısa zaman süresinde yan kollardan gelen az akımlar, uzun süreli meydana gelecek yüksek ana akımın görüleceği bir şekil arz eder. Yüksek R_f değerlerinin görüldüğü havzalarda ise bu durumun tam tersi olarak uzun zaman süresinde yan kollardan gelen yüksek akımla, kısa süreli düşük ana akımın görüldüğü ve kısa süreli maksimum akıma neden olan bir şekil ortaya çıkartır (Reddy vd., 2004; Selby, 1985; Biswas vd. 1999). Buna göre Karasu Çayı Havzası'nda en düşük değere 0,1 ile Akdere sahipken, alt havzaların ortalama değerleri 0,2 olarak bulunmuştur.

3.2.2.5. Uzunluk Oranı (Elongation ratio)

Havzayla aynı alana sahip bir dairenin çapıyla havzanın maksimum uzunluğu arasındaki oranla elde edilir. Uzunluk oranında (R_e), yüksek R_e değerine sahip havzalar düşük infiltrasyon kapasitesi ve yüksek yüzeysel akışa, düşük değerler yüksek infiltrasyon kapasitesi ve düşük yüzeysel akışa sahiptir. Ayrıca fazla erozif faaliyetlerin ve sediment taşımının yoğun olduğu havza özelliklerini ortaya koymaktadır. Yüksek R_e değeri ise yüksek infiltrasyon kapasitesi ve düşük yüzeysel akışın bir göstergesidir (Reddy vd., 2004). Ayrıca değer 1'e yaklaşması oranında

havzanın daha dairesel bir şekle sahip olduğu anlaşılır (Biswas vd., 1999; Özdemir, 2007). Karasu Çayı Havzası'nın uzunluk oranı 0,85'tir. Yan kolların uzunluk oranları ise; Karasu Deresi 1,19, Karanlık Dere 1,28, Boğazlıyan Deresi 1,74, Akdere 0,46, Çayıralan Deresi 0,64, Fehimli Deresi 1,34, Kalaycık Deresi 0,77'dir. bu sonuçlara göre alt havzalar arasında Boğazlıyan Deresi en yüksek uzunluk oranıyla düşük infiltrasyon kapasitesi ve yüksek yüzeysel akışa sahiptir. En düşük değere sahip havza Akdere'dir.

3.2.3. Relief Morfometrisi (Relief Morphometry)

Bir havzanın reliefi havzanın 3-D özelliklerini yansıtır (Withanage vd., 2014). Burada havzayı karakterize eden özellikler incelenmiş Alt havzalar bazında ayrı ayrı ele alınarak genel bir değerlendirme yapılmıştır. Tablo 13' te belirtilen değerler alt başlıklar halinde incelenmiştir.

Tablo 13: Karasu Çayı Havzası'nın relief morfometrisi özellikleri.

Relief morfometrisi	Havza Reliefi	Relief Oranı	Engelbelilik Değeri	Akım Toplanma Zamanı	Hipsometrik Eğri	Hipsometrik İntegral
	$B_h = H_{max} - H_{min}$	$R_h = H/L$	$R_n = B_h * D_d$	$T_c = 6,95 * L / B_h$	$X = a/A$ $y = h/H$	$H_i = H - H_{min} / H_{max} - H_{min}$
Karasu Deresi	375	1,2	150	55	0,05	-1,4
Karanlık Dere	575	1,0	517	40	0,20	-0,7
Boğazlıyan Deresi	650	1,0	650	48	0,34	-0,6
Akdere	1175	0,8	2702	47	0,18	0,1
Çayıralan Deresi	1075	0,8	1075	40	0,09	0,0
Fehimli Deresi	750	1,0	675	46	0,05	-0,4

Kalaycık Deresi	800	1,0	720	64	0,03	-0,2
Karasu Genel	1367	0,9	12576	96	0,02	0,3

3.2.3.1. Havza Reliefi (Basin Relief)

Relief değerinin artmasıyla daha dik yamaçların ortaya çıkmasına ve daha fazla eğimli yatağa sahip akarsulara, yüzeysel akışın toplanma zamanındaki azalmaya ve bunların beraberinde taşkın değerlerinin artmasına neden olur (Baker vd., 1988; Özdemir, 2007). Havzanın en yüksek noktası ve en alçak noktası arasındaki maksimum dikey uzaklığı ifade eder.

Havza reliefi, havza eğimi ve artan relief değerleri, daha dik yamaçlar ve yüksek dere yatak eğimlerine, akım toplanma zamanının azalmasına ve sonuç olarak da taşkın pikinin artmasına neden olur. Havza reliefi, havzalardaki drenaj gelişimi yüzeysel ve yeraltı su akımları, geçirgenlik, arazi yüzeylerinin gelişimi ve erozif faaliyetler açısından önemli bir rol oynar. Karasu Çayı Havzası'nın ortalama havza reliefi 1967'dir. Alt havzalarda bu oran Akdere'de en yüksek değerle 1175'tir. Havzanın çıkış noktası olan ve akarsuyun en geniş alana sahip olduğu Karasu Deresi'nde bu yükseklik değeri 375 ortalama ile en azdır (Tablo 13).

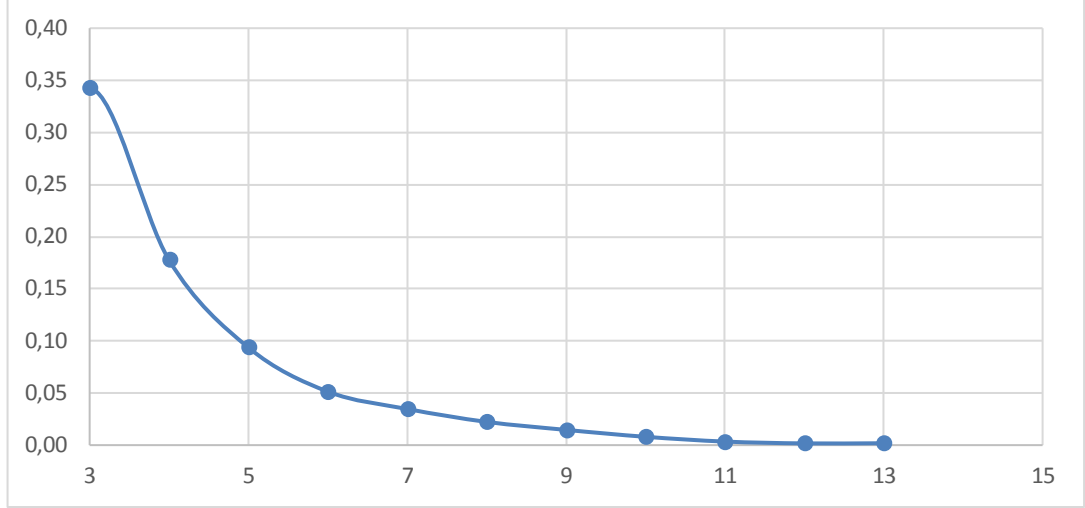
3.2.3.2. Engebelilik Değeri (Ruggedness Number)

Akarsu havzalarının engebelilik değeri havzanın relief ve drenaj yoğunluğunun çarpımı ile bulunur (Melton, 1957) ve havzanın yarıma derecesinin göstergesi sayılabilir. Engebelilik değeri, relief ve yarımanın etkileşimi sonucu ortaya çıkmasından dolayı yüksek oranda yarılmış havzalar alçak relief değerleri gösterirken, daha az yarılmış engelibeli olan havzalar ise yüksek relief özelliği gösterir (Özdemir, 2011). Yüksek Rn değerleri; yüzeysel akışın fazla, su kaybının az olduğuna, düşük Rn değerleri ise tam tersi bir duruma işaret eder. Engebelilik değeri Karasu Çayı Havzası'nda 7 alt havzaya ve ana havzaya uygulanmıştır. Buna göre Karasu Deresi engebelilik değeri 150, Karanlık Dere 517, Boğazlıyan Deresi 650,

Akdere 2702, Çayıralan Deresi 1075, Fehimli Deresi 675, Kalaycık Deresi 720 iken; Karasu Çayı Havzası'nın engebелilik değeri 12576. Buna göre Akdere 'de yüzeysel akış fazla, su kaybı azdır. Aynı durum Çayıralan Deresi içinbde geçerlidir. En az yüzeysel akışın gerçekleştiği dere ise Karasu Deresi'dir.

3.2.3.3. Hipsometrik Eğri (Hypsometric Curve)

Hipsometrik eğri bir drenaj havzasının şeklini belirlemek için önemli bir parametredir. Bir havzanın yükselti değerlerinin alansal dağılışıma oranlanması ile hesaplanır. Kısaca bir bölgenin genel yükseklik özellikleri hakkında bilgi verir. Toplam alan ile toplam yükseklik verileri kullanıldığından dolayı yerel alan ve yerel yükseltiden farklı bir şekilde genelleştirilmiş değer oluşturulur. Hipsometrik eğrinin şekli gelişim evrelerine bağlı olarak her bölgede belirgin farklılıklar göstermektedir. Bu indiste yerel alan yükseltisi (a) bütün havza alan yükseltisine (A) oranlanır (a/A). Gençlik döneminde hipsometrik eğri değeri büyüktür, fakat değer arazinin olgunluğu veya yaşlılığı arttıkça küçülür (Strahler, 1952). Belirli sahalar için hipsometrik eğrinin şeklindeki değişiklikler ile hipsometrik integraldeki değer değişimleri erozyon ve tektonik güçlerin dengesizliği ile ilişkilidir (Strahler, 1958; Weissel vd, 1994). Elde edilen eğrinin dış bükey olması arazide akarsuların tektonizmanın etkisinde olduğunu ifade etmektedir. Eğri içbükey bir görüntü veriyorsa bu havzanın jeomorfolojik gelişiminde akarsuların tektonizmadan daha etkili olduğu izlenimini vermektedir.



Şekil 51: Hipsometrik eğri grafiği.

3.2.3.4. Hipsometrik İntegral (Hypsometric İntegral)

Hipsometrik eğri altındaki alanı rakamsal olarak ifade eder (Strahler, 1952a). Yükseklik kazanmış yüzeyler, çevresine oranla daha düşük düzeyde aşınmaya uğramış diklikler ve seviyeler olarak kabul edilir ve bir akarsu havzasını hipsometrik integral değerinin hesaplanmasıyla yamaç gelişim derecesi hakkında değerlendirme yapılabilir (Andreani vd., 2014). Akarsu havzaları; jeomorfolojik gelişim aşamalarına göre üç kategoride değerlendirilir. Bu sınıflamada hipsometrik eğrinin (Hc) şekli ve hipsometrik integralinin (Hi) sayısal değeri belirleyici olur. Bunlar; (A) Gençlik aşaması (dışbükey Hc eğrisi, $H_i \geq 0.60$) ki burada havza erozyona karşı oldukça hassastır; (B) Denge veya olgunluk aşaması (S şeklinde Hc eğrisi, $0.30 \leq H_i \leq 0.60$), (C) İleri derecede yamaç erozyonu, alçak aşınım yüzeyleri veya monadnok aşaması (içbükey Hc eğrisi, $H_i < 0.30$) (Strahler, 1952b; Strahler, 1964; Singh, 2008). Karasu Çayı Havzası'nın Hi değerleri buna göre çalışma sahası -1,4 ile 0,0 arasındadır.

3.2.3.5. Akım Toplanma Zamanı (Time of Concentration)

Havzaya düşen yağışın en uzak mesafeden deşarj olduğu mansabına kadar gitmesi için gerekli olan süredir (Mockus, 1961; Kirpich, 1940; Fang, 2007). Hidrografik olarak drenaj sistemi içinde akarsu mansabına en uzak nokta, suyun bu noktadan

mansaba kadar gitmesi için en uzun süreye ihtiyaç duyulan mesafe olmalıdır. Ancak bu süre; arazinin eğim, engebellik, bitki örtüsü, zeminin geçirimsizliği, sert ve örtülen yoksun çıplak zeminler, vb. koşullara göre değişir. Sadece yüzeysel akış için uygulanabilen akım toplanma süresinin hesaplanmasında farklı yöntemler (Mockus, 1961; Kirpich, 1940; NRCS, 1990) kullanılmaktadır. Karasu Çayı Havzası'nda en düşük değer Çayıralan Deresi ve Karanlık Dere'dir. En yüksek değer ise Kalaycık Deresi'dir (Tablo 13)

3.2.3.6. Relief Oranı (Relief Ratio)

Maksimum havza reliefinin akarsuyun anakoluna paralel maksimum havza uzunluğuna bölünmesi ile bulunan değerdir (Schumn, 1956; Patton, 1988). Ana akarsu kanalı boyunca genel yamaç eğimlerinin ölçüsünü temsil eder. Yan kolların, en uzun akarsu drenaj kanalına bağlandığı mesafe ve bunun eğim değeri; buradaki yüzeysel akışın karakterini büyük oranda belirleyen iki temel faktördür. Relief artışı, daha dik yamaçlar ve daha yüksek bir yüzeysel akış hızı demektir. Dolayısıyla relief oranının yüksek çıkması; yağış ile gelen suyun daha kısa süre içinde kanalize olarak akması, deşarj olması anlamına gelir. Karasu Çayı Havzası'nın en yüksek relief değeri Karasu Deresi'nde görülür. En düşük değer ise Akdere ve Çayıralan Dereleri'nde görülür (Tablo 13).

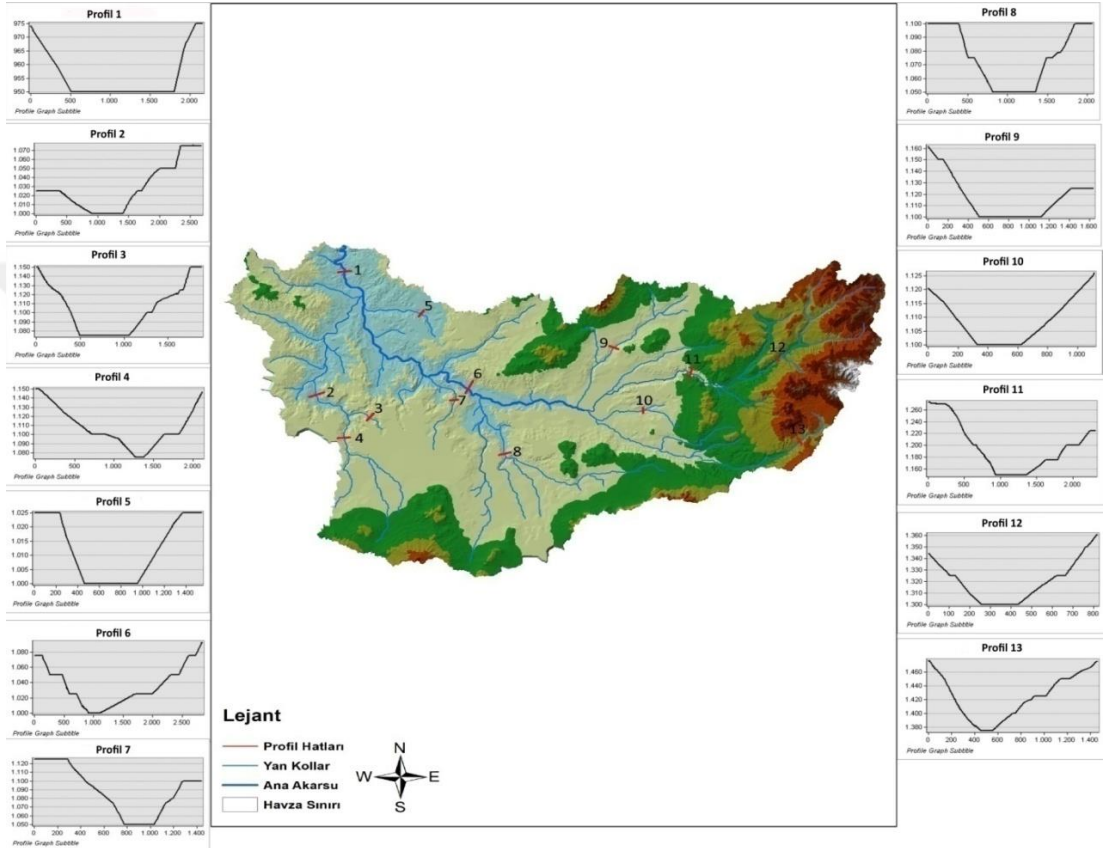
3.3. Vadi Taban Genişliği - Yamaç Yüksekliği Analizi

Karasu Çayı Havzası farklı litolojik birimleri barındıran geniş bir havza olması sebebiyle havzada; V şekilli vadiler, alüvyon tabanlı vadiler, menderesli vadiler, asimetrik vadiler, genç vadi oluşumları gibi farklı vadi tiplerine rastlamak mümkündür (Yılmaz ve İmamoğlu, 2021).

Havzadaki vadi taban yüksekliklerine bakıldığında aşağı çığırda daha çok alüvyal tabanlı geniş vadilerin yer aldığı görülmektedir (Şekil 51, Profil 1,3,5). Yukarı çığırda ise V şekilli vadilerin yoğun olduğu görülmektedir (Yılmaz ve İmamoğlu, 2021).

Araştırma sahasında bulunan vadilerin havzanın yukarı kısmında V şekilli profiller oluşturduğu görülmüş, buraların nispeten genç vadiler olduğu, tespit edilmiştir. V

şekilli vadilerin yoğun olduğu alanlarda yapılan profil analizlerine bakıldığında akarsuyun farklı taban seviyelerine bağlı oluşan çok sayıda taraça oluşumunun olduğu görülmektedir (Şekil 51) . Ayrıca bu kısımda formasyon farklarına ve farklı yükselmelere aynı zamanda eski faylanmalara bağlı olarak asimetrik vadi oluşumlarının da olduğu çıkarılan profillerde görülmektedir (Şekil 51, Profil 12).



Şekil 52: Karasu Çayı Havzası'nın profil hatları haritası.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırma sahası, Türkiye'nin İç Anadolu Bölgesi'nin Orta Kızılırmak Bölümü'nde yer alır. Araştırma sahasını oluşturan Karasu Çayı, Kızılırmak'ın önemli kollarından olan Delice Irmağı'nın alt havzasını oluşturmaktadır. Yaklaşık doğu-batı yönlü uzanan Karasu Çayı, batıda kuzey yönelimli yay çizerek Delice Irmağı'na karışmaktadır. Havza sınırlarının büyük bir bölümü Yozgat ili sınırları içerisinde bulunmaktadır. Toplamda 7 alt havzası bulunan Karasu Çayı 4640 km² alanı kapsamaktadır. Havzada Prekambriyen, Pleozoyik, Permilen, Üst Kretase, Eosen, Üst Miyosen ve Kuvaterner'e ait formasyonlar bulunmaktadır. Araştırma sahasının temelini Kırşehir Masifi'ne ait araziler oluştursa da Tersiyer ve Kuvaterner arazileri temel arazileri birçok yerde örtmüş durumdadır. Tersiyer arazileri çakıltası, kumtaşı, kiltası, kireçtaşı arazilerinden oluşurken, Kuvaterner arazileri ise daha çok vadi tabanlarında ve kolivyal depolarda görülmektedir.

Havzada doğuya doğru gidildikçe yükseltinin arttığı eğim değerlerini yükseldiği görülmüştür. Buna bağlı olarak iklim ve bitki özellikleri de çeşitlenmektedir. Havzanın orta ve aşağı çığırında platolar hakim durumdayken vadilerin geniş tabanlı vadiler olduğu görülmüştür. Çeşitli şekillerde gelişen vadiler sahanın farklı litolojik birimlerinden oluşması yer yer faylanmalara uğramış olması ile ilgilidir. Vadilerde bolca görülen sekiler Kızılırmak'ın ana taban seviyesinde yaşanan değişiklikler ile ilişkilendirilmiş, bu sekiler sahanın farklı yerlerinde alınan vadi profilleri ile belirlenmiştir. Sahada çok sayıda genç vadi oluşumu olduğu gözlemlenmiş, erozyonal süreçlere bağlı oluşan vadilerin bazı yerlerde stratigrafiye uyum gösterdiği bazı yerlerde ise formasyonlara uygun olmayan akış gösterdiği görülmüştür. Bu durumun ana akarsuyun taban seviyesi değişikliği ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Araştırma sahası iklim özelliklerini incelenmesi amacıyla sahada verilerinde eksik olmayan üç adet istasyon verilerinden yararlanılmıştır. Bu istasyon verilerine göre sahanın batıda sıcaklıklarını daha yüksek ve yağış miktarının düşük olduğu, doğuya doğru gidildikçe ise sıcaklıkların düşerek yağışların arttığı görülmektedir. Bu durum araştırma sahasının topografik özelliklerine ve genel yükselti durumuna da uyum göstermektedir.

Sahanın yükselti ve iklim özelliklerine uyumlu olarak doğuya doğru bitki örtüsünde de değişiklik görülmektedir. Doğudaki yüksek kesimlerde sarıçamlar başta olmak üzere bitki örtüsünün yoğun olduğu, orta ve aşağı çığırda ise akarsu boyları haricinde ağaç türlerinin neredeyse olmadığı görülmüş, sahanın genelinde ise hakim türlerin bozkır bitki örtüsüne ait sığır kuyruğu, geven gibi türler olduğu görülmüştür.

Araştırma sahasında kahverengi topraklar yoğun olarak görülmektedir. Sahada bazı yerlerde demir içeriğinin yüksekliğine bağlı kırmızı topraklar akarsu tabanlarında ise alüvyal topraklar yoğunluktadır. Toprakların genel olarak taşlılık özelliğinin yüksek olduğu, arazi kabiliyet sınıflandırmasında ise genellikle düşük kabiliyete sahip arazilerin yoğun olduğu görülmektedir. Bu durum arazi çalışmaları sırasında bolca fotoğraflanmış ve bazı alanlarda verimli arazilerin tamamen taşındığı görülmüştür.

Yapılan morfometrik analizler sonucunda Karasu Çayı Havzası'nın genel hatları doğrultusunda; yüksek kesimler ile alçak kesimler arasındaki farkları ortaya koymuştur. Buna göre havzanın geneli geçirimli, daha az ve düşük debiye sahip, dar ve uzun yapıdadır. Havzanın reliefi 2 alt havzada engebeli değer gösterirken, 5 alt havzada düz ve düze yakın özellik gösterir.

Yapılan morfometrik analizler ve arazi çalışmaları neticesinde ise; araştırma sahası bulunduğu özel ve mutlak konumuna bağlı olarak farklı iklim ve bitki örtüsü özelliği göstermesinden kaynaklı kurak iklim özelliğine sahiptir. Araştırma sahasının doğusunda bulunan meşe ormanlarının tahribatı söz konusudur. Söz konusu saha Karasu Çayı Havzası'nın su toplama bölümü dolayısıyla Delice Irmağı'nı besleyen alandır. Sahanın genel hatlarına göre bu havzaların farklı bitki örtüsü ve yağış özelliği gösteriyor olmasından dolayı meşe kesim alanlarının bir an önce önüne geçilmesi olası problemlerin de önüne geçilmesini sağlayacaktır.

Su kanalları tarlaların içerisinde buharlaşmaya bağlı olarak toprakta oraklaşmaya neden olmaktadır. Aynı şekilde kanallar yüzeyden akış gösterdiği için su kaybı artmaktadır. Buna bağlı olarak sahada geniş alanlarda yapılan tarım arazilerinin mevcut sulama sistemlerine modern özümlü yöntemler getirilmelidir. Ya da farklı tarımsal üretim teşviği oluşturulmalıdır.



KAYNAKÇA

Akıl, B. (2005). Akdağ Masifi Metamorfitleri (Söbeçimen Köyü-Yozgat) Jeolojik ve Yapısal Özelliklerinin İncelenmesi. Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Dergisi, 26(2), 41-53.

Akman, Y. (1993). Biyocoğrafya. Ankara: Palme Yayınları.

Akman, Y., Ketenoğlu, O., Kurt, L., Vural, M. (2014). İç Anadolu Step Vegetasyonu. Ankara: Palme Yayıncılık.

Aksoy, C. (1993). Sarıçamın Ekolojisi. Nejat Giray (Ed.), Sarıçam (ss. 41-62). Ankara: Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları.

Andreani, M., Escartin, J., Delacour, A., Ildefonse, B., Godard, M., Dymont, J., & Fouquet, Y. (2014). Tectonic Structure, Lithology and Hydrothermal Signature of the Rainbow Massif (Mid-Atlantic Ridge 36° 14' N). *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 15(9), 3543-3571.

Atalay, İ. (1994). Türkiye Vegetasyon Coğrafyası. İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.

Baker, V., Kochel, R. C., & Patton, P. C. (1988). Flood Geomorphology. In *Flood Geomorphology*. Willer-Interscience.

Bakırtaş, İ., (2019) Kanak Çayı (Yozgat) Yukarı Havzasının Fiziki Coğrafyası , Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı.

Biswas, S. , Sudhakar, S. , Desai, V.R. (1999). Priorisation of Subwatersheds Based on Morphometric Analysis of Drainage Basin: Aremote Sensing and GIS Approach, *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, Vol. 27, No.3, 155-166.

Cürebil, İ. (2004). Madra Çayı Havzası'nın Hidrografik Özelliklerine Sayısal Yaklaşım. Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 7(11), 11-24.

Cürebal, İ. ve Erginal, A. E. (2007). Mihli Çayı Havzası'nın Jeomorfolojik Özelliklerinin Jeomorfik İndislerle Analizi. Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 6(19), 126-135.

Çetik, A. R. (1985). Türkiye vejetasyonu: 1: İç Anadolu'nun Vejetasyonu ve Ekolojisi. Konya: Selçuk Üniversitesi Yayınları.

Dalkılıç, H., Dönmez, M., Akçay, A. E. (2008). 1/100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları. No:82, Yozgat İ-35 Paftası. Ankara: Jeoloji Etütleri Dairesi Yayınları.

Dengiz O. ve İmamoğlu A. (2016). Arazi kullanımı/arazi örtüsüne bağlı olarak toprak erozyon duyarlık faktörünün konumsal değişiminin farklı enterpolasyon yöntemleri kullanarak belirlenmesi, TÜCAUM Uluslararası Coğrafya Sempozyumu, Ankara, Ekim 13-14.

Dökmeci, İ. (1980). Akdağmadeni Yöresinin Jeolojisi. MTA Genel Müdürlüğü, Rapor, (6953).

Erdede, B. ve Öztürk, D. (2016), Kızılırmak Havzasının Taşkın Potansiyelinin Çizgisel, Alansal Ve Rölyef Morfometrik İndisler Kullanılarak Değerlendirilmesi.

Erginal, A., Öztürk, B., & Cürebal, İ. (2002). Kepez Deresi havzasının jeomorfolojik özelliklerinin morfometrik açıdan incelenmesi. Türk Coğrafya Dergisi, (39), 23-43.

Erginal, A. E., & Cürebal, İ. (2007). Soldere Havzasının Jeomorfolojik Özelliklerine Morfometrik Yaklaşım: Jeomorfik İndisler İle Bir Uygulama. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (17), 203-210.

Eriñç, S. (1957). Türkiye'de Akarsu Rejimlerine Toplu Bakış. Türk Coğrafya Dergisi, (17), 93-118.

Eriñç, S. (1977). Vejetasyon Coğrafyası. İstanbul: İ.Ü. Yay. No: 2276, Coğr. Enst. Yay. No: 92.

Eriñç, S. (1984). Klimatoloji ve Metodları. İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Yay. No:3278, Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü.

Fural, Ş. (2016), Köprü Çayı Havzası'nın (Antalya-Isparta) Jeomorfolojik Özelliklerinin Morfometrik Yöntemler İle Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı.

Fural, Ş. (2018). Köprü Çayı Havzası'nın Flüvyal Topografya Özellikleri. Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 11 (60).

Gravelius, H. (1914). Morphometry of Drainage Bassins.

Horton, R. E. (1932). Drainage Basin Characteristics, American Geophysical Union os Transactions, 13, 350-361.

Horton, R. E. (1945). Erosional Development of Streams and Their Drainage Basins; hydrophysical approach to Quantitative Morphology, Geological Society of America Bulletin, 56(3), 275-370.

Hoşgören, M. Y. (1983) Jeomorfolojinin Ana Çizgileri I. (İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, No. 3132, İstanbul).

Hoşgören, M. Y. (2000). Jeomorfoloji'nin Ana Çizgileri I., İstanbul: Rebel Yayıncılık.

Hoşgören, M. Y. (2004). Hidrografya'nın Ana Çizgileri I (8.bs). İstanbul: Çantay Kitabevi.

İmamoğlu, A. (2015). Alaca Çayı Havzası'nda Erozyon Risk Değerlendirmesi ve Planlaması, Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sosyal Bilimler Üniversitesi, Coğrafya Anabilim Dalı.

İmamoğlu, A. (2020). Alaca Çayı Havzası Erozyon Durumunun Morfometrik Ölçümler ile İlişkisi, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (18), 868-878.

Karakum, E. S. (2020). Alamansuyu Deresi Havzasının (Orta Kelkit Havzası) Hidrografyası, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı.

Karataş, A., ve Ekinci, D. (2014). Şehir Dere Havzasının (İspir) Morfolojik Özelliklerinin Akarsu Jeomorfolojisi ve Bölgesel Tektoniğe Göre Yorumlanması, Procedia-Sosyal ve Davranış Bilimleri 120, 576-585.

Kasaplıgil, B. (1952). Türkiye’de Akdeniz İklimi’nin Hakim Olduğu Bölgelerdeki Orman Vejetasyonu. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 2 (2), 47-66.

Keller, E. A. ve Pinter, N. (1996). Active Tectonics (Vol. 338). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Ketin, İ. (1959). Türkiye’nin Orojenik Gelişmesi, Maden Tetkik ve Arama Dergisi 53(53).

Kirpich, Z. P. (1940). Time of Concentration of Small Agricultural Watersheds, Civil Engineering, 10 (6), 362.

Koçman, A. (1993). Türkiye İklimi. İzmir: Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi, 72.

Kopar, İ. (2007). Hasan Dağı ve Yakın Çevresi’nin Fiziki Coğrafyası. Ankara: Gündüz Eğitim ve Yayıncılık.

Kütükçü A. Kaya S. vd. (2015). Nehir Havzalarının Morfolojik Karakterlerinin CBS Destekli Nümerik Modeller Kullanılarak Analizi, TUFUAB VIII. Teknik Sempozyumu, Konya, 177-182.

Louis, H. (1943). İç Anadolu ve Coğrafi Hudutları. Türk Coğrafya Dergisi, (1), 51-70.

Melton, M. A. (1957). An Analysis of the Relations Among Elements of Climate, Surface Properties and Geomorphology, Columbia Univ Newyork.

Mockus, V. (1961). Watershed lag. US Department of Agriculture, Soil Conservation Service, ES-1015, Washington DC.

Özdemir, H. (2007). Havran Çayı havzasının (Balıkesir) CBS ve uzaktan algılama yöntemleriyle taşkın ve heyelan risk analizi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, İstanbul.

Özdemir, A. (2011). GIS-Based Groundwater Spring Potential Mapping in the Sultan Mountains (Konya, Turkey) Using Frequency Ratio, Weights of Evidence and Logistic Regression Methods and Their Comparison, *Journal of Hydrology*, 411 (3-4), 290-308.

Patton, P. C. (1988). Drainage Basin Morphometry And Floods. *Flood Geomorphology*. John Wiley & Sons Newyork. 51-64.

Reddy, G. P. Obi, Maji, A. K. Gajbhiye, K. S. (2004). Drainage morphometry and its influence on landform characteristics in basaltic terrain, central India-a remote sensing and GIS approach. *Int J Appl Observ Geoinf* 6:1-16.

Sarioğlu, A. (1984). Akdağmadeni (Yozgat) Cevherleşmelerinde Görülen Değişik Skarn Oluşuklarının Özellikleri ve İrdelenmesi. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 27(1), 69-80.

Schumm, S. A. (1956). Evolution of Drainage Systems and Slopes in Bandlands at Perth Amboy, New Jersey, *Geological Society of American Bulletin*, 67, 5, 597-646.

Selby, M. J. (1985). *Earth's Changing Surface: An Introduction to Geomorphology*, Oxford University Press.

Seymen, I. (1981). Stratigraphy and Metamorphism of the Kırşehir Massif Around Kaman (Kırşehir-Türkiye). *Bulletin of Geological Society of Turkey*, 24.

Strahler, A. (1952). Dynamic basis of geomorphology, *Geological Society of America Bulletin*, 63, 923-938.

Strahler, A. N. (1958). Dimensional Analysis Applied to Fluvially Eroded Landforms. *Geological Society of America Bulletin*, 63(3), 279-300.

Strahler, A.N. (1964). Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks, *Handbook of Applied Hydrology*, Ed. Ven Te Chow, 04, 9 - 76.

Sür, Ö. (1963). Yozgat-Akdağmadeni ile Mucur-Himmetdede Arasındaki Bölgede Bazı Jeomorfolojik Müşahedeler. Ankara Üniversitesi Dil Tarih Coğrafya Fakültesi Dergisi, 1.2 (21), 41-46.

Şahin, M. B. ve Erkan, Y. (1999). Akdağmadeni Masifi Evciler-Çatköy (Çayıralan-Yozgat) Kesitindeki Metamorfitlelerde Belirlenen İndeks Mineral ve Maden Toplulukları. Maden Tetkik ve Arama Bülteni, 121 (121), 83-100.

Şener M F, Şener M. ve Öztürk, M Z. (2018). Seyfe Fay Zonuna Ait Kil Minerallerinin Yaşı, Petrografisi Ve Kinematığı: Orta Anadolu, Türkiye. Niğde Ömer Halis Demir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi , 7 (3), 1066-1071.

Şenol, C. (2013). İstanbul'un Hidrografya Özellikleri. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Tatlı, A. (2002). Türkiye Vejetasyonu. Kütahya: Tuğra Ofset Matbaacılık.

Tatlı, A. (2004). Bitki Coğrafyası. Kütahya: Bizim Büro.

Tekin, S. (2019). Göksu Nehri Havzasının Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı Jeomorfometrik Analizi ve Niceliksel Heyelan Olası Tehlike Değerlendirmesi, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı.

Turoğlu, H. (1997). İyidere Havzasının Hidrografik Özelliklerine Sayısal Yaklaşım.

Türk Coğrafya Dergisi, (32), 355-364.

Turoğlu, H. ve Özdemir, H. (2005). Bartın'da Sel ve Taşkınlarç Çantay Kitabevi, İstanbul.

Turoğlu, H. ve Aykut, T. (2019). Ergene Nehri Havzası İçin Hidromorfometrik Analizlerle Taşkın Duyarlılık Değerlendirmesi, Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi, (2), 1-15.

Utlu, M., (2014). Namnam Çayı Havzası'nın Uygulamalı Hidrografya Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı.

Utlu, M. ve Özdemir, H. (2018). Havza Morfometrik Özelliklerinin Taşkın Üretmedeki Rolü Biga Çayı Havzası Örneği. Coğrafya Dergisi, (36), 49-62.

Vache, R. (1963). Akdağmadeni Kontakt Yatakları ve Bunların Orta Anadolu Kristalinine Karşı Olan Jeolojik Çerçevesi. Maden Tetkik ve Arama Dergisi. 60(60).

Verstappen, H. T. (1983). Applied geomorphology: geomorphological surveys for environmental development (No. 551.4 VER).

Weissel, J. K., Pratson, L. F., ve Malinverno, A. (1994). The Length-Scaling Properties of Topography. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 99(B7), 13997-14012.

Withanage, N.S., Dayawansa, N.D.K., De Silva, R.P. (2014). Morphometric analysis of the Gal Oya River basin using spatial data derived from GIS. Tropical Agricultural Research, 26 (1), 175-188.

Yılmaz M. ve İmamoğlu A. (2021). Kapadokya Araştırmaları/İnsan, Doğa ve Kültür, Bölüm Adı: Karasu Çayı Havzasında Morfometrik Ölçümlerle Vadi Tiplerinin İncelenmesi, (Editör) Ali İmamoğlu, Basım Sayısı: 1, Sayfa Sayısı: 205, ISBN: 978-625-7606-33-2, Literatürk Academia. Konya. (s. 191-205).