

**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANA BİLİM DALI**



**AŞAĞI BARHAL ÇAYI HAVZASI'NIN (TAŞKIRAN BUCAĞI-
YUSUFELİ ARASI) JEOMORFOLOJİSİ**

Yüksek Lisans Tezi

Faruk KENAR

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Tamer ÖZLÜ

SAMSUN
2021

TEZ KABUL VE ONAYI

Faruk KENAR tarafından, **Dr. Öğr. Üyesi Tamer ÖZLÜ** danışmanlığında hazırlanan **Aşağı Barhal Çayı Havzası'nın (Taşkiran Bucağı–Yusufeli Arası) Jeomorfolojisi** başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 18.01.2021 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	İmza	Sonuç
Başkan	Prof. Dr. Kemalettin ŞAHİN Ondokuz Mayıs Üniversitesi Coğrafya Anabilim Dalı		☐ Kabul
			☐ Ret
Üye (Danışman)	Dr. Öğr. Üyesi Tamer ÖZLÜ Ondokuz Mayıs Üniversitesi Coğrafya Anabilim Dalı		☐ Kabul
			☐ Ret
Üye	Dr. Öğr. Üyesi İlder Kutlu HATİPOĞLU Gümüşhane Üniversitesi Coğrafya Anabilim Dalı		☐ Kabul
			☐ Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

ONAY

... / ... / ...

Prof. Dr. Ali BOLAT

Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım yüksek lisans/doktora/sanatta yeterlik tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

İmza
18/01/ 2021
Faruk KENAR

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı: Aşağı Barhal Çayı Havzası'nın (Taşkiran Bucağı-Yusufeli Arası) Jeomorfolojisi

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 15.12.2020 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 13

Tek kaynak oranı : % 2 çıkmıştır.

İmza
... /... / 20...
Dr. Öğr. Üyesi Tamer ÖZLÜ

ÖZET

AŞAĞI BARHAL ÇAYI HAVZASI'NIN (TAŞKIRAN BUCAĞI-YUSUFELİ ARASI) JEOMORFOLOJİSİ

Faruk KENAR

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Coğrafya Ana Bilim Dalı

Yüksek Lisans, Ocak/2021

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Tamer ÖZLÜ

Aşağı Barhal Çayı Havzası'nın (Taşkiran Bucağı–Yusufeli arası) Jeomorfolojisi incelenmiştir. Çalışma alanı su bölümü çizgileriyle sınırlandırılmıştır. Ortalama yüksekliği 1652 m olan araştırma sahası yaklaşık 284 km² yüzölçümüne sahiptir. Havza idari yönden Yusufeli İlçe sınırları içinde yer alır.

Çalışma sahası Barhal Çayı'nın Çoruh Nehri ile birleştiği Yusufeli İlçesinden başlayıp 3000 metrelere varan arızalı bir topografyaya sahiptir. Ayrıca yüksek dağlık saha arasında kalan tepelik alanlar akarsular ve kolları tarafından yarılarak, aşınım yüzeylerinin keskin sırtlar haline dönüşmüştür. Böylece sahada keskin sırtlar arasında kalan vadilerin oluşturduğu oldukça eğimli yamaç morfolojisi belirginleşmiştir.

Çalışmada sahanın başlıca jeomorfolojik özelliklerini ve jeomorfolojiden kaynaklanan problemlerinin araştırılması amaçlanmıştır. Yine Yusufeli Barajı ve HES sonrası çalışma sahasında meydana getireceği değişiklikleri jeomorfoloji ile ilişkilendirerek açıklanması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda Aşağı Barhal Çayı Havzasının tüm fiziki coğrafya özellikleri ortaya konarak, coğrafi bakış açısı ile değerlendirilmiştir. Ayrıca araştırmada coğrafi bilgi sistemlerinden yararlanılarak sahaya ait haritalar hazırlanmıştır.

Havzada yıllık ortalama sıcaklık 14,1 ° C olup, toplam yıllık yağış 280,4 mm'dir. Kısa mesafelerde yükseklik ve bakı faktörlerinin değişmesi, havzada yağış ve sıcaklık dağılımında farklılıklara neden olmuştur. Bu durumda havzada Akdeniz bitki türlerinden (zeytin) iğne yapraklı ormanlara (ladin, göknar, sarıçam) ve Alpin çayırılara kadar birçok ekosistem ortaya çıkmıştır.

Havzada yarıma derecesi fazla ve vadi yoğunluğun sık olması nedeniyle yerleşmeler Barhal çayı ve kolları boyunca ve vadi yamaçlarında kurulduğu görülmüştür. Ayrıca havzanın ana jeomorfolojik üniteleri dağlık alanlar, parçalanmış aşınım yüzeyleri, yamaç, keskin sırtlar ile dar ve derin vadilerden meydana gelmektedir. Ayrıca akarsuyun aşağı çıkışında taraça deposu tespit edilmiştir.

Araştırma alanında topoğrafik yapısı, eğim değerlerin fazla olması ve yanlış arazi kullanılması gibi nedenlerle jeomorfolojik problemleri de beraberinde getirmiştir. Yapılan analiz sonucunda havzada şiddetli erozyon yaşanmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Barhal Çayı, Jeomorfoloji, Çoruh Nehri, Yusufeli, Karadeniz Bölgesi

ABSTRACT

LOWER BARHAL STREAM BASIN (BETWEEN TAŞKIRAN SUBDISTRICT-YUSUFELİ) GEOMORPHOLOGY

Faruk KENAR

Ondokuz Mayıs University
Institute of Graduate Studies
Department of Geography
Master, January/2021

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Tamer ÖZLÜ

In this study, the Geomorphology of the Lower Barhal River Basin (between Taşkiran Subdistrict –Yusufeli) in the Eastern Black Sea Part of the Black Sea Region was examined. The work area is limited to water section lines. The research area, which has an average height of 1652 m, has an area of approximately 284 km². The basin is located within the boundaries of Yusufeli District from an administrative point of direction.

The aim of the study is to investigate the main geomorphological features of the site and its problems arising from geomorphology. Again, it is aimed to explain the changes that will occur in the study area after Yusufeli Dam and HEPP by associating them with geomorphology. For this purpose, all physical geography characteristics of the Lower Barhal Stream Basin were revealed and evaluated from a geographical perspective. In addition, maps of the field were prepared by using geographic information systems.

The study aimed to investigate the main geomorphological features of the site and its problems arising from geomorphology. Yusufeli Dam is also intended to be explained by associating the changes it will make in the post-HES work site with geomorphology. For this purpose, all physical geography characteristics of the Lower Barhal River Basin were revealed and evaluated from a geographical point of view. In addition, maps of the field were prepared by using geographical information systems in the research.

The annual average temperature in the basin is 14.1 ° C and the total annual precipitation is 280.4 mm. Changes in height and aspect factors at short distances caused differences in precipitation and temperature distribution in the basin. In this case, many ecosystems have emerged in the basin, from Mediterranean plant species (olives) to coniferous forests (spruce, fir, scotch pine) and alpine meadows.

It was observed that the settlements were established along the Barhal stream basin and its tributaries and on the slopes of the valley due to the high degree of cleavage in the basin and the high density of the valley. In addition, the main geomorphological units of the basin are composed of mountainous areas, fragmented erosional surfaces, slopes, sharp ridges and narrow and deep valleys. In addition, a terrace tank was found in the lower end of the stream.

In the research area, geomorphological problems have brought along with it due to its topographic structure, excessive slope values and incorrect land use. As a result of the analysis, severe erosion is experienced in the basin.

Key Words: Barhal River, Geomorphology, Coruh River, Yusufeli, Black Sea Region

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

“Aşağı Barhal Çayı Havzası’nın (Taşkiran Bucağı-Yusufeli Arası) Jeomorfolojisi” yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır. Araştırmada jeomorfolojik özellikleri ve jeomorfolojiden kaynaklanan problemler ele alınmıştır. Bu çalışma ile havza bazlı çalışmalarda literatüre yeni bir katkı yapılmaya çalışılmıştır.

Çalışmanın birinci bölümü giriş kısmından oluşmaktadır. Bu bölüm araştırmanın konusu, amacı, önemi, araştırma sahasının yeri ve sınırları ile önceki çalışmalardan oluşmaktadır. Çalışmanın ikinci bölümünü çalışmada kullanılan yöntemlerin anlatıldığı yöntemler kısmı oluşturmaktadır. Üçüncü bölümde çalışma alanının jeomorfolojik özelliklerinin oluşmasında etkili olan faktörlere yer verilmiştir. Bu başlık altında sahanın jeoloji, iklim, hidrografiya, toprak, bitki örtüsü özellikleri ayrıntılı olarak incelenmiştir. Dördüncü bölümde sahanın jeomorfolojik özellikleri ve sahadaki jeomorfolojik birimler ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır. Son bölümde ise çalışmanın sonuçları ortaya konulmuştur.

Çalışmanın her aşamasında bana rehberlik eden ve katkılarını esirgemeyen çok danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Tamer ÖZLÜ ’ye teşekkürü bir borç bilirim. Çalışmamın raster verileri temini ve harita yapımı kısmının yapımında görüş ve önerilerinden dolayı Arş. Gör. Hasan DİNÇER’e, teşekkür ederim.

Çalışmanın her aşamasında manevi desteklerini esirgemeyen Firuze TÜRKYILMAZ’a ayrıca teşekkür ederim. Arazi çalışmalarında bana eşlik eden arkadaşım Ferhat GÜRELİ ’ye teşekkür ederim.

Ayrıca tüm çalışma boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen annem Vildan KENAR ve babam Mevlüt KENAR’a da teşekkürü bir borç bilirim.

Faruk KENAR

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
TABLolar DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
1.1. Araştırma Sahasının Yeri ve Sınırları	2
1.2. Önceki Çalışmalar.....	3
2. MALZEME VE YÖNTEMLER.....	6
2.1. Yöntemler	6
3. DOĞAL ORTAM ÖZELLİKLERİ	8
3.1. Jeolojik Özellikler.....	8
3.1.1. Litolojik Özellikler.....	8
3.1.1.1. Mesozoik Formasyonlar.....	10
3.1.1.1.1. Hamurkesen Formasyonu (Alt – Orta Jura).....	10
3.1.1.1.2. Madenler Formasyonu (Jura).....	10
3.1.1.1.3. Çatak Formasyonu (Üst Kretase).....	11
3.1.1.2. Üst Kretase – Paleosen Yaşlı Birimler.....	12
3.1.1.2.1. Kaçkar Granitoyidi I.....	12
3.1.1.1.3. Kuvaterner Yaşlı Alüvyonlar	13
3.1.2. Tektonik Özellikler	14

3.2. İklim Özellikleri.....	16
3.2.1. Hava Kütleleri.....	16
3.2.1.1. Yaz Durumu.....	16
3.2.1.2. Kış Durumu.....	17
3.2.2. Fiziki Coğrafya Özellikleri – İklim İlişkisi.....	17
3.2.2.1. Dağların Uzanışı	17
3.2.2.2. Yükselti	18
3.2.2.3. Bakı	18
3.2.3. İklim Elemanları	18
3.2.3.1. Sıcaklık	19
3.2.3.1.1. Ortalama Sıcaklıklar	19
3.2.3.1.2. Sıcaklık Dağılışı.....	21
3.2.3.2. Rüzgârlar.....	23
3.2.3.2.1. Rüzgâr Hızı	23
3.2.3.2.2. Hâkim Rüzgâr Yönü	24
3.2.3.3. Yağış	25
3.2.3.3.1. Yağış Dağılışı.....	27
3.2.3.3.2. Yağış Etkinliği	29
3.2. Hidrografiya Özellikleri.....	30
3.3.1. Başlıca Akarsular, Alt Havzalar ve Özellikleri.....	31
3.3.2. Drenaj Özellikleri.....	34
3.3.3. Akım ve Rejim Özellikleri.....	34
3.3.4. Yeraltı Suyu ve Kaynaklar.....	36
3.3.5. Su Yapıları	36
3.3.5.1. Yusufeli Barajı ve HES.....	36
3.3.5.1.1. Baraj Gölü'nün Havzada Meydana Getireceği Değişiklikler	39
3.3.5.1.1.1. Jeomorfoloji Üzerinde Etkileri.....	39
3.3.5.1.1.2. İklim Üzerinde Etkileri	42

3.3.5.1.1.3. Hidroloji Üzerinde Etkileri	42
3.3.5.1.1.4. Tarım ve Flora Üzerinde Etkileri	43
3.3.5.1.1.5. Sosyo-Kültürel Etkileri	44
3.4. Toprak Özellikleri	46
3.4.1. Zonal Topraklar	46
3.4.1.1. Kahverengi Orman Toprakları	46
3.4.1.2. Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları	46
3.4.2. İntrazonal Topraklar	47
3.4.2.1. Yüksek Dağ Çayır Toprakları	47
3.4.3. Azonal Topraklar	47
3.4.3.1. Alüvyal Topraklar	47
3.4.3.2. Kolüvyal Topraklar	48
3.4.4. Çıplak Kayalık	48
3.4.5. Arazi Kullanım Kabiliyeti	50
3.5. Bitki Örtüsü Özellikleri	52
3.5.1. Orman Formasyonu	53
3.5.2. Ağaççık-Çalı Formasyonu	55
3.5.3. Apin çayır vejetasyonu	56
4. JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLER	57
4.1. Araştırma Sahasının Morfometrik Özellikleri	57
4.1.1. Yükselti	57
4.1.2. Eğim Analizleri	59
4.1.3. Bakı Analizleri	59
4.1.4. Vadi Yoğunluğu Analizi	62
4.1.5. Profil Analizleri	64
4.1.5.1. Vadi Profil Analizleri	66
4.2. Başlıca Jeomorfolojik Birimler	68
4.2.1. Dağlık Alanlar	71

4.2.2. Taraça (Seki).....	73
4.2.3. Vadiler.....	74
4.2.3.1. Çentik (V Şekilli) Vadiler	74
4.2.3.2. Boğaz Vadi.....	75
4.2.3.3. Geniş Tabanlı Vadiler	75
4.3. Jeomorfolojik Gelişim	76
5.1. Beşeri Coğrafya Özellikleri	78
5.1.1. Nüfus.....	78
5.1.2. Yerleşme	80
5.1.3. Arazi Kullanımı /Arazi Örtüsü.....	82
5.2. Çalışma Sahasında Başlıca Jeomorfolojik Problemler	85
5.2.1. Erozyon.....	85
5.2.2. Kütle Hareketleri.....	89
5.2.2.1. Heyelan	89
5.2.2.2. Kaya Düşmeleri	90
5.2.2.3. Yamaç Döküntüleri	91
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	93
KAYNAKÇA	97
ÖZ GEÇMİŞ.....	100

SİMGELER VE KISALTMALAR

°: Derece

': Dakika

": Saniye

%: Yüzde

C: Santigrat

B: Batı

BGB: Batı –güneybatı

BKB: Batı –kuzeybatı

CBS: Coğrafi Bilgi Sistemleri

D: Doğu

DEM: Digital Elevation Model

DGD: Doğu –güneydoğu

DKD: Doğu –kuzeydoğu

DMİGM: Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

DSİ: Devlet Su İşleri

EİE: Elektrik İşleri Etüt İdaresi

G: Güney

GB: Güneybatı

GD: Güneydoğu

HES: Hidroelektrik Santrali

HGK: Harita Genel Komutanlığı

KHGM: Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü

K: Kuzey

KAF: Kuzey Anadolu Fayı

KB: Kuzeybatı

KD: Kuzeydoğu

Km: Kilometre

Km²: Kilometrekare

M: Metre

MTA: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü

OMÜ: Ondokuz Mayıs Üniversitesi

T: Tepe

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Çalışma alanının lokasyon haritası.....	3
Şekil 3.1. Çalışma alanının Jeoloji Haritası.....	9
Şekil 3.2. Madenler formasyonundan genel bir görünüm, Öğdem Köyü mevki.	11
Şekil 3.3. Taşkiran Köyü yakınında yer alan Kaçkar granitoidine ait granitik kayalardan bir görünüm.	12
Şekil 3.4. Taşkiran Köyü yakınlarında küçük çapta kaya yuvarlanmaları görülmektedir.	13
Şekil 3.5. Alüvyon saha, güneyden Yusufeli İlçesine bakış.....	13
Şekil 3.6. Çalışma alanının Türkiye'nin tektonik birliklerinden Sakarya Zonu içerisindeki konumu (Okay ve Tüysüz 1999'dan alınmıştır).	14
Şekil 3.7. Türkiye Deprem Tehlike Haritası (AFAD, 2018).	15
Şekil 3.8. Çalışma sahasında dağların uzanışının hava kütleleri üzerindeki etkisi, Google Earth görünümü.	17
Şekil 3.9. Yusufeli'nin ortalama sıcaklıklarının aylara dağılımı (1967-2000).	20
Şekil 3.10. Yusufeli'de ortalama yüksek ve düşük sıcaklıklar yıl içindeki dağılışı.	21
Şekil 3.11. Çalışma sahasının yıllık ortalama sıcaklık dağılışı haritası.	22
Şekil 3.12. Yusufeli Meteoroloji İstasyonuna ait rüzgâr frekans gülü (1975-2000).	24
Şekil 3.13. Araştırma sahasının aylık ortalama yağış miktarları (1967 – 2000).....	26
Şekil 3.14. Araştırma sahasında yıllık ortalama yağış miktarlarının mevsimlere dağılışı.	27
Şekil 3.15. Çalışma sahasının yıllık ortalama yağış dağılışı haritası.....	28
Şekil 3.16. Çalışma sahasının Thornthwaite formülüne göre hazırlanmış iklim diyagramı (1967-200)	30
Şekil 3.17. Barhal Çayı'nın Çoruh Nehrine karıştığı yer, batıya bakış.	31
Şekil 3.18. Çalışma sahasının hidrografi haritası.	32
Şekil 3.19. Çalışma sahasının alt havzaları.	33
Şekil 3.20. Barhal Çayı akım diyagramı	35
Şekil 3.21. Barhal Çayı'ndan bir görünüm.	36
Şekil 3.22. Yusufeli Barajı öncesi sahanın blok diyagram görünümü.....	38
Şekil 3.23. Yusufeli Barajı sonrası oluşacak baraj gölünün blok diyagram görünümü.	38

Şekil 3.24. Yusufeli baraj gölü ile sular altında kalacak alanlar. (a) Yusufeli İlçe merkezin tamamı (b) Barhal Çayı'nın Çoruh Nehri ile birleştiği nokta ve gerisinde oluşan alüvyal topraklar (c) Akarsu boyu gelişen formasyon ve Akdeniz bitki türlerinin de içinde olduğu ağaçlık-çalı formasyonu (d) V şekilli vadiler ve vadi tabanı boyunca sağlanan ulaşım yolları sular altında kalacaktır.	40
Şekil 3.25. Yeni ulaşım yolları yapımında ortaya çıkan hafriyattan görünüm.	41
Şekil 3.26. Sular altında kalacak mevcut ulaşım yolları nedeniyle yeni ulaşım yolların çalışmaları devam etmektedir.....	41
Şekil 3.27. Baraj gölü içinde kalacak olan Yusufeli İlçesi ve yeni İlçe merkezinden bir görünüm	45
Şekil 3.28. Barhal Çayında yapılan kano parkurundan bir görünüm.....	45
Şekil 3.29. Barhal Çayı'nın kenarında taşkın yatağı ve alüvyal saha, Yusufeli İlçe merkezi	47
Şekil 3.30. Çıplak kayalık alanlardan bir görünüm, Yusufeli İlçe merkezi.....	48
Şekil 3.31. Araştırma sahasının toprak haritası.	49
Şekil 3.32. VI sınıf araziler, Öğdem Köyü mevki	50
Şekil 3.33. Çalışma alanının arazi kullanım kabiliyeti sınıfları dağılımı haritası.....	51
Şekil 3.34. Çalışma sahasının doğusunda Öğdem Köyü çevresinde sarıçam ormanları	54
Şekil 3.35. Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i>).....	54
Şekil 3.36. Doğu ladini (<i>Picea orientalis</i>).....	54
Şekil 3.37. Bahçeli Köyü yakınlarında Barhal Çayı vadisinde yetişen Akdeniz bitki elemanı olan Zeytin (<i>Olea Eurolara L.</i>)	55
Şekil 3.38. (a) Kızılağaç (<i>Alnus glutinosa</i>), Söğüt (<i>Salix alba</i>), Kavak, (<i>Populus Sp.</i>) (b) Barhal çayı vadisi boyunca gelişen dere vejetasyonu, Taşkiran Köyü mevki	56
Şekil 4.1. Çalışma sahasının yükseklik basamakları haritası.	58
Şekil 4.2. Çalışma alanının eğim haritası.	60
Şekil 4.3. Çalışma sahasının bakı haritası	61
Şekil 4.4. Barhal Çayı vadi yoğunluk haritası.....	63
Şekil 4.5.Çalışma sahasının enine süperimpoze profili.....	64
Şekil 4.6. Araştırma sahasının B-D doğrultusundaki profil eksenleri (D-D').....	64
Şekil 4.7. Araştırma sahasından alınan profil eksenleri.	65
Şekil 4.8. Barhal Çayı ana kolu boyunca ağızdan kaynağa doğru vadi profilleri.....	67
Şekil 4.9. Araştırma sahasından alınan vadi profillerini gösteren harita.	67
Şekil 4.10. Araştırma alanının blok diyagramı, güneyden bakış.....	68
Şekil 4.11. Araştırma sahasının jeomorfoloji haritası	69
Şekil 4.12. Çalışma sahasının morfoloji haritası.	70

Şekil 4.13. Çalışma sahasının doğusunda plato yüzeyinden görünüm, Öğdem Köyü.	72
Şekil 4.14. Keskin sırtlar üzerindeki tepelerden bir görünüm, taşkıran mevki, batıya bakış.	72
Şekil 4.15. Barhal Vadisinin aşağı çıkışında görülen taraça deposundan bir görünüm.	73
Şekil 4.16. Geniş tabanlı vadiden bir görünüm, Yusufeli İlçe merkezi.....	75
Şekil 4.17. 'V' şekilli vadiden bir görünüm, Taşkiran Köyü	75
Şekil 4.18. Boğaz vadisinden bir görünüm, Çıralı Köyü mevki.....	76
Şekil 4.19. 1965-2019 yılı nüfus miktarı grafiği	79
Şekil 4.20. Çalışma sahasında yerleşmeler kuruluş yerine göre farklılık göstermektedir. (a) Çıralı Köyü, (b) Esendal Köyü, (c) Öğdem Köyü, (d) Yusufeli İlçesi.....	81
Şekil 4.21. Mera alanlarından bir görünüm, Öğdem Köyü.	83
Şekil 4.22. Vadi tabanı tarım arazisinden bir görünüm.	83
Şekil 4.23. Araştırma sahasını arazi kullanımı haritası (1990).....	84
Şekil 4.24. Çalışma sahasının erozyon sınıfları haritası.	86
Şekil 4.25. Küplüce Köyü yakınlarında Parmak erozyonundan bir görünüm.	87
Şekil 4.26. Taşlık Mahallesinde yöre insanı taraçalandırma yaparak toprak kaybını önlemektedir.....	88
Şekil 4.27. Erozyon önleme amaçlı yapılan ağaçlandırma ve duvar setlerinden bir görünüm, Taşkiran Köyü mevki.....	88
Şekil 4.28. Çalışma sahasında Heyelanın (Eski) Google Earth görünümü, doğuya bakış.	89
Şekil 4.29. Kaya düşme riski taşıyan Yusufeli-Öğdem Köyü karayolu	90
Şekil 4.30. Çalışma alanında kaya düşmeleri, Öğdem Köyü mevki.....	91
Şekil 4.31. Taşkiran Köyü yakınlarındaki yamaç döküntüsünden bir görünüm.....	92

TABLÖLER DİZİNİ

Tablo 3.1. Araştırma sahasındaki meteoroloji istasyonunun yeri, rasat dönemi, rasat süresi	18
Tablo 3.2. Yusufeli 'de ortalama sıcaklıkların aylara dağılışı (1967-2000).	19
Tablo 3.3. Yusufeli Meteoroloji İstasyonu verilerine göre mevsimlik ortalama sıcaklık değerleri (1967–2000).	20
Tablo 3.4. Yusufeli'de en hızlı rüzgârlar esme yönleri ve ortalama rüzgâr hızları (1975 –2000).	23
Tablo 3.5. Yusufeli'de aylık ortalama yağış miktarları(mm), (1967 –2000).	25
Tablo 3.6. Yusufeli 'de yıllık toplam yağışların mevsimlere göre dağılışı (1967 –2000).	26
Tablo 3.7. Thornthwaite yöntemine göre araştırma sahasının su bilançosu (1967–2000).	29
Tablo 3.8. Dutdere gözlem istasyonu verileri.	34
Tablo 3.9. Havzada Baraj gölünden etkilenecek yerleşimlerin nehir dışında, 1000 m yüksekliğe kadar toplam alanları ve tarım arazilerin alanları.....	43
Tablo 4.1. Aşağı Barhal Çayı Havzası'na ait 2019 yılı nüfus verileri (kişi).	78
Tablo 4.2. Aşağı Barhal Çayı Havzası'nın yıllara göre nüfus miktarı (kişi).	79
Tablo 4.3. Çalışma alanında 2019 yılı verilerine göre yerleşmelerin ve nüfusun yükseklik basamaklarına göre dağılışı.	81

1. GİRİŞ

Jeomorfoloji yeryüzü şekillerini inceler. Dünya genelinde yeryüzü şekillerin dağılışı farklı özellikler göstermektedir. Yeryüzün şekillerin oluşumunda etkili olan faktörler yapı, süreç ve etmenler ve zamandır. İnsan ve mekân sürekli etkileşim halindedir. Bu etkileşim karşılıklı olarak olumlu ve olumsuz yönde olmaktadır. İşte insan ve mekân arasında ki bu etkileşimi yani yeryüzü şekillerin açıklanmak insan yaşamına olumlu etkiler yaratacaktır. İnsan yaşamını etkileyen yeryüzü şekillerin oluşum ve gelişimi jeomorfolojinin konusunu belirlemektedir. Türkiye, tektonik bakımdan oldukça hareketli bir ülkedir (Ardos, 1979). Yer hareketleri sonucunda akarsuların aşındırma, taşıma ve biriktirme faaliyetleri hızlanmıştır. Çalışmamıza konu olan Barhal Çayı vadisi akarsu faaliyetleri sonucu havza genelinde eğim değeri yüksek, akarsular tarafından derince yarılmış topoğrafya meydana gelmiştir. Sahada ‘V’ şekilli derin vadilerin temel vadi tipi olması sahanın halen aşındırmaya hızla devam ettiğini göstermektedir.

Aşağı Barhal Çayı Havzası’nın (Taşkiran Bucağı-Yusufeli Arası) Jeomorfolojisi yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır. Türkiye’nin en önemli akarsu havzalarından biri olan Çoruh Nehri’nin önemli kollarından biri olan Barhal Çayı gerek fiziki coğrafya özellikleri gerekse beşeri coğrafya özellikleri açısından çalışmaya değer bir alan olarak görülmüştür. Çalışmanın amacı, Barhal Çayı Havzası’nın jeoloji, iklim, hidroğrafya, toprak özellikleri ve bitki örtüsü gibi fiziki coğrafya özelliklerini araştırmak, sahanın jeomorfolojik özelliklerini ortaya koymak, daha sonra jeomorfolojiden kaynaklanan heyelan, erozyon, kaya düşmesi gibi problemleri açıklamak ve önerilerde bulunmak amaçlanmıştır. Yine yakın bir zamanda tamamlanacak olan Yusufeli Barajı HES projesi sonrası mansap tarafı sular altında kalacak olan Barhal Çayı Havzasında meydana gelecek değişimleri başlıklar halinde ele alınarak ve jeomorfoloji ile ilişkilendirilerek açıklanmak amaçlanmıştır.

Aşağı Barhal Çayı havzası yaklaşık 284 km² yüzey alanına sahiptir. Ortalama yükseltisi 1652 m olan sahada 550-3000 m arasında değişen yükselti değerleri ile ana akarsu ve ana akarsuya katılan kollar ile birlikte derin bir şekilde yarılmış, yamaç eğim değerleri artmış bir topoğrafyaya sahip bir havzadır. Eğim değerlerin arttığı noktalarda kaya düşmeleri, heyelan ve yamaç döküntüsü gibi kütle hareketleri görülmektedir.

Sahanın jeomorfolojik özelliklerini arazi çalışmaları ile yerinde incelenmiş ve jeomorfolojiden kaynaklanan başlıca sorunlar araştırılmıştır. Yine bu problemler ofis çalışmaları yanında CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) yöntemleri ile de desteklenerek çalışma sahasına ait haritalar hazırlanmıştır. Çalışmada elde edilen bulgular farklı sahalarda ki jeomorfoloji çalışmalarına, sahada yapılacak farklı çalışmalara ve yerel yöneticilere bilimsel veri sağlanması açısından önemlidir.

1.1. Araştırma Sahasının Yeri ve Sınırları

Çalışma sahası Karadeniz Bölgesi'nin Doğu Karadeniz Bölümü'nde yer almaktadır. Havza ana hatları ile ters bir üçgeni andırmakta olup su bölümüm çizgileri ile sınırlandırılmıştır. Bu çalışmada Barhal Çayı Havzası'nın aşağı çıkışı çalışılmıştır. Çalışma sahası orta çığırdan keskin sırtlar ve boğaz ile ayrılmaktadır. Araştırma sahasının sınırları kuzeyden Virankale Tepe (2186 m), Nakirav Tepe (2681 m), Aktepe Tepe (2581 m), batıdan Sitile Tepe (2745 m), Bakat Tepe (3057 m), Kurugedik Tepe (2587 m), doğudan Ziyaret Dağı (2752 m), Büyük Dağ (2239 m) doruklarından geçen su bölümü çizgisi ile güneyden Çoruh Nehri ile sınırlandırılmıştır (Şekil 1.1).

Uydu görüntüleri üzerinde yapılan ölçümlere göre araştırma sahasının alanı 284 km²'dir. İdari yönden bütünüyle Yusufeli İlçe sınırları içinde yer alır. Araştırma sahası 40°57'51" K ve 40°48'49" K enlemleri ile 41°20'30" D ve 41°39'29" D boylamları arasında yer alır.

Araştırma konumuzu oluşturan Barhal Çayı kaynaklarını Altıparmak Dağları ve Kaçkar Dağından toplar. Kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda seyrederek Yusufeli İlçesi'nin ortasından geçerek Çoruh Nehrine karışır. Yaklaşık 40 km'lik uzunluğa sahiptir. Çalışma sahasının içinde ana kolun uzunluğu ise 19.9 km'dir.

Tıraş 1994, **Bölgesel Coğrafya Açısından Bir Araştırma Yusufeli ve Yakın Çevresinin Coğrafi Etüdü** adlı doktora tezinde Yusufeli ve çevresinin fiziki coğrafyasına değinilmiş, jeolojik ve jeomorfolojik özellikleri, iklimsel özellikleri, hidrografik özellikleri, toprak özellikleri ve doğal bitki örtüsü özelliklerine açıklama getirilmiştir. Çalışmadan saha ile ilgili genel fikir oluşması açısından yararlanılmıştır.

Aksu 2015, **Barhal Vadisi Florası (Yusufeli, Artvin-Türkiye)** adlı yüksek lisans tezinde çalışma sahamızla ilgili bilgilere de yer verilmiştir. Barhal Vadisi ve Yakın Çevresi Florası araştırılmıştır. Bu araştırmada 100 familya, 328 cinse ilişkin toplam 593 adet takson saptandığı belirtilmiştir.

Sever 2001, **Berta (Okçular) Çayı Havzası'nın Fiziki Coğrafyası** adlı bu çalışmada, Berta (Okçular) Çayı Havzası'nın fiziki coğrafya özelliklerini coğrafi yöntemlerle ele alınmıştır.

Erinç, 2000, **Jeomorfoloji I** adlı eserde jeomorfolojinin temel prensipleri ortaya konularak vadilerin oluşum ve gelişim aşamaları hakkında ayrıntılı bilgi verilmiştir.

Muluk vd. 2009, **Kaçkar Dağları Sürdürülebilir Orman Kullanımı ve Koruma Projesi** adlı raporda Barhal Vadisinde kurulan ve kurulması planlanan Hidroelektrik Santrallerin yaptıkları etkiler için rapor hazırlanmıştır. Çalışmada Kafkasya Ekolojik bölgesi içerisinde Barhal Vadisinin öneminden bahsedilerek kaynak değerleri ortaya konulmuştur.

Özdemir ve Coşkun 2010, “ **Yusufeli İlçesi'nin Gelişmişlik Düzeyine Etki Eden Coğrafi Etmenler**” adlı bildirilerinde Yusufeli İlçesi'nin gelişmişlik düzeyine etki eden coğrafi faktörler incelenmiştir. Orta ve Aşağı Çoruh Havzası'nın kabaca güneybatı-kuzeydoğu yönlü dağ sıraları ve bu dağların uzantıları tarafından oldukça engebeli bir yöre haline getirildiği ifade edilmektedir Söz konusu bu dağlık alanların Neotektonik hareketlerle ortaya çıkan flüvyal süreçlerle yoğun şekilde parçalanması sonucunda, özellikle Aşağı ve Orta Çoruh başta olmak üzere Çoruh havzasının tamamında eğim değerlerinin oldukça yüksek olduğu bir topoğrafya hâkimiyet kazanmıştır Yusufeli ilçesi de bu engebeli ve eğimli yöre içerisinde karakteristik bir saha olarak dikkat çekmekte olduğunu belirtmişlerdir.

Köse 1991, **“İspir ve Çevresinin Bölgesel Coğrafya Etüdü”** adlı doktora tezinde bölgenin doğal ve beşeri coğrafya özelliklerini bölgesel metod ile çalışılmıştır. Araştırmada İspir ve çevresinin topoğrafik özellikleri İlçe’nin gelişimini kısıtladığını belirtmiştir. Araştırmacı sahada eğim değerlerin yüksek olması Çoruh Nehri ve kolları tarafından arazinin parçalandığını böylece tarım alanları sınırlı alanlarda kaldığını söylemiştir. Çalışmanın hidroğrafya özellikleri kısmından yararlanılmıştır.

Ünsal 2006, **“Eskiçağda Çoruh Havzası”** adlı doktora tezinde araştırmacı Yusufeli İlçesini de içinde bulunduğu Orta Çoruh Havzası’nın tarih öncesi ve tarihi çağları ele almıştır. Bu çalışmanın birini bölümünde çalışma sahamıza da değinilerek bölgenin genel coğrafya özellikleri açıklanmıştır. Yusufeli ve çevresinin tarih öncesi yerleşmelere sahne olduğunu belirtmiştir.

Kaymaz, 2018 **“Artvin İlinin Ekoturizm Potansiyeli ve Sürdürülebilir Yönetimi”** adlı doktora tezi dört bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın ikinci bölümünde Artvin İlinin doğal çevre özelliklerinden bahsedilmiştir. Çalışmada coğrafi bilgi sistemleri, swot analizi ve anket uygulaması gibi yöntemler kullanılmıştır. Çalışma sonunda birçok ekoturizm yapılabilecek doğal ve sosyo-kültürel coğrafi özelliklerin varlığı tespit edilmiştir.

Bahçalı ve Bay 2017, **“HES’lerin Nüfus ve Yerleşme Hareketlerine Etkileri: Yusufeli Barajı Örneği”** adlı çalışmalarında Yusufeli Barajı ile genel bilgilere yer verilmiştir. Ayrıca anket çalışması yapılır barajdan sonra bölgeden yaşanacak göçlerin eğilimleri tespit edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonunca göçlerin; hemşericilik, iş ve sosyo-kültürel yönünde olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

2. MALZEME VE YÖNTEMLER

2.1. Yöntemler

Aşağı Barhal Çayı Havzası'nın (Taşkiran Bucağı-Yusufeli Arası) Jeomorfolojisi adlı tez araştırması üç aşama halinde yürütülen çalışmalar aşamalar halinde verilmiştir.

Çalışmanın ilk aşamasında öncelikle yapılacak işler, kullanılacak yöntemler ve çalışma sahasına kullanılacak ait veriler tespit edilmiştir. Ardından literatür taraması yapılmıştır. Yapılan literatür taraması sonucu elde edilen bilgilerden yola çıkarak ön arazi kapsamında sahanın litolojik ve jeomorfolojik unsurlar tespit edilmiştir. Ön hazırlık sonrası Aşağı Barhal Çayı Havzası'nın sınırları su bölümü çizgisi sınırına göre çizilmiştir. Araştırma konusu ile ilgili önceki çalışmalar taranmış makale, tez, dergi, kitaplar taranarak izlenecek yol belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada kullanılan malzemeler;

- Çalışma sahasının iklim özelliklerini belirlemek için Trabzon 11. Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Artvin sınırları içerisindeki Yusufeli Meteoroloji istasyonuna ait rasat veriler elde edilmiştir. Bu verileri ile Enterpolasyon tekniği ile sıcaklık dağılışı haritası oluşturulmuştur. Schreiber formülü ile yağış dağılışı haritası oluşturulmuştur.
- Artvin Tarım İl Müdürlüğü'nden toprak ve arazi kullanım verileri,
- Çalışma sahasının hidrografi özelliklerinin tespiti için DSİ 26. Bölge Müdürlüğü'nden Barhal Çayı akım verileri temin edilmiştir.
- HGK'ye (Harita Genel Komutanlığı) ait 1/25.000 ölçekli Artvin G47a4, G46b2, G47a1, G47a2 pafta numaralı topoğrafya haritaları temin edilerek sayısallaştırma işlemi yapılmıştır.
- Jeolojik özellikler için araştırma sahasını kapsayan Maden Teknik Arama (MTA) tarafından hazırlanan 1/25.000 ölçekli Artvin G47a4, G46b2, G47a1, G47a2 pafta numaralı jeoloji haritaları elde edilmiştir.

Çalışmanın ikinci aşamasında ise arazi çalışmaları oluşturmaktadır. Arazi gezisi havza ile ilgili başlıca problemler belirlenmiş, tespit edilen problemler ve şekillerin koordinatları alınıp, ölçümleri yapılmıştır. Daha sonra sahadan toprak, kaya, bitki örnekler alınmış ve fotoğraf çekimleriyle desteklenmiştir.

Bu alışmada ArcGIS 10.5, Global Mapper, Google Earth Pro, Microsoft Office Excel ve Panit 3D programlarından yararlanılmıştır.

Çalışmanın üçüncü aşamasını ofis çalışmaları oluşturmaktadır. Çalışma sahasının SYM (Sayısal Yükseklik Modeli) ya da diğerk adıyla DEM verisi HGK'ya ait 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritalarından gerekli sayısallaştırmalar yapılarak elde edilmiştir. Ardından oluşturulan altlık verilerden sahanın 3 boyutlu arazi modeli, eğim, bakı, profil ve vadi yoğunluk gibi analizler yapılmıştır. ArcGIS 10.5 yazılımı ile sahanın lokaysan, jeoloji, hidrografya, jeomorfoloji, yağış, sıcaklık gibi haritalar üretilmiştir. Araştırma alanının hidrografya özellikleri tespit edilirken arazi çalışmaları ile elde edilen verilerden, DSİ'den alınan akım verileri ile HGK'dan (Harita Genel Komutanlığı) alınan 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritalarından faydalanılmıştır. ArcGIS 10.5 programında sayısallaştırma yapılarak sahanın akarsu ağı çıkarılmıştır.

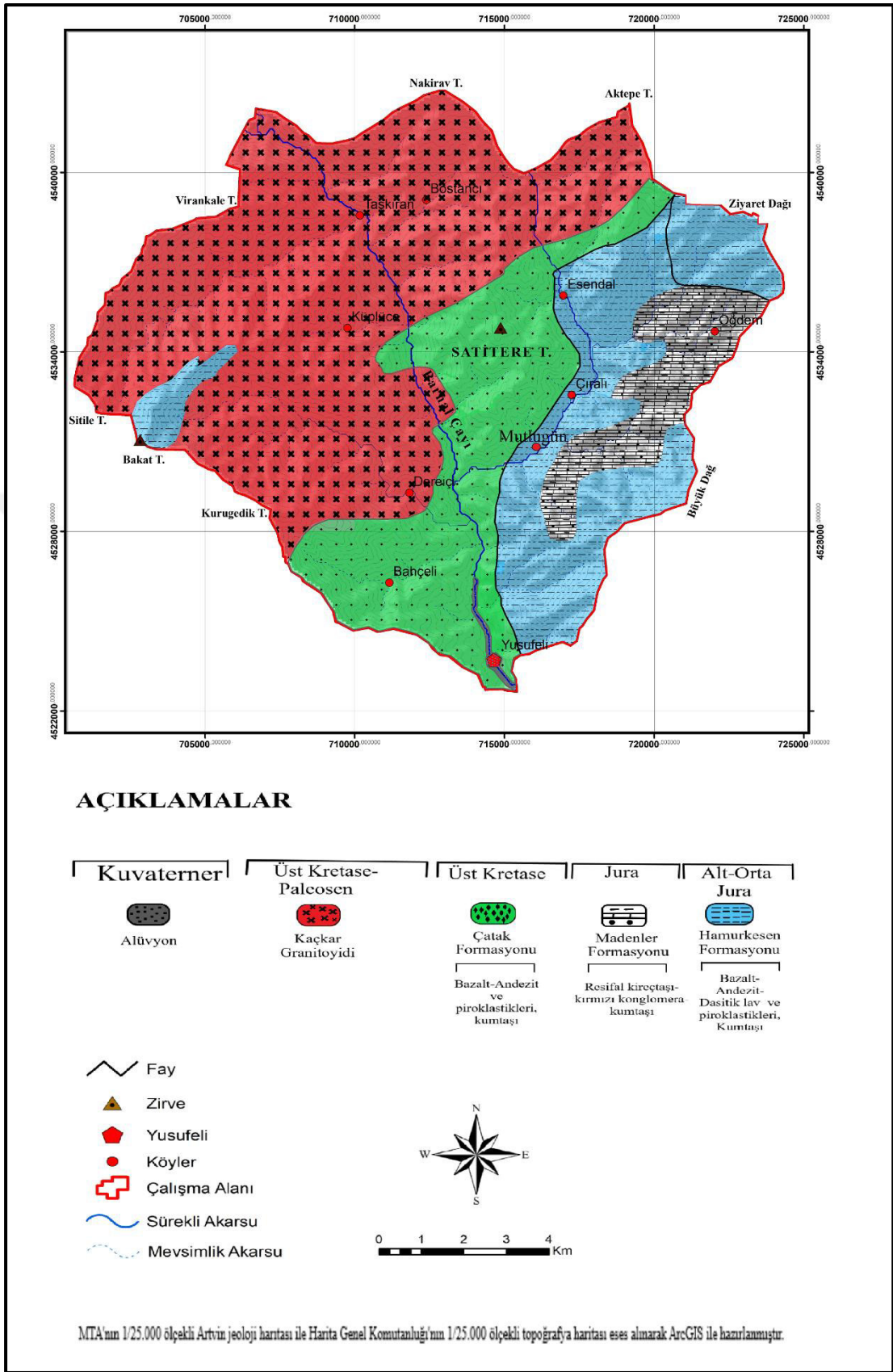
3. DOĞAL ORTAM ÖZELLİKLERİ

3.1. Jeolojik Özellikler

3.1.1. Litolojik Özellikler

Çalışma sahasında rölyef özelliklerin oluşmasında litolojik özellikler belirleyici olmuştur. Kayaçların direnç farkları sahada rölyef özelliklerin farklı olmasını belirleyen önemli faktörlerden biridir. *“Direnç farkları ile seçici aşındırma meydana gelmekte ve dış kuvvetler tarafından kayaçların direnç yapılarına göre az veya çok aşındırılmaktadır”* (Hatipoğlu, 2016). Çalışma sahasında geniş yer kaplayan Kaçkar granitoid gibi volkanik sert kayaçlar aşınmaya karşı daha dirençlidir bundan dolayı da bunlar üzerinde gelişen topoğrafya engebeli eğim değerleri yüksek bir topoğrafya gelişmişken buna karşılık daha kolay aşındırılabilen volkanik ve sedimenter kayaçların üzerinde ise eğimin nispeten daha sade bir topoğrafya gelişmiştir (Şekil 3.1).

Araştırma sahasının en eski jeolojik birimleri Jura yaşlı volkanik ve sedimenter kayaçlar ile karbonatlar ve kırıntılardan oluşan formasyonlar oluşturmaktadır. Bu tarz araziler üzerine ise sırasıyla Üst Kretase yaşlı volkanik ve sedimenter kayaçlardan oluşan formasyon, Üst Kretase-Paleosen yaşlı volkanik kayaçlar yer almaktadır. Sahanın en genç birimlerini ise Kuvaterner yaşlı alüvyonlar oluşturmaktadır.



Şekil 3.1. Çalışma alanının Jeoloji Haritası

3.1.1.1. Mesozoik Formasyonlar

Çalışma sahasında Mesozoik formasyonlar geniş alan kaplamaktadır (Şekil 3.1). Özellikle Jura ve Üst Kretase yaşlı kayalardan sahada sıkça rastlanılmakta olup bunlar Hamurkesen formasyonu, Madenler formasyonu ve Çatak formasyonu meydana getirmektedir.

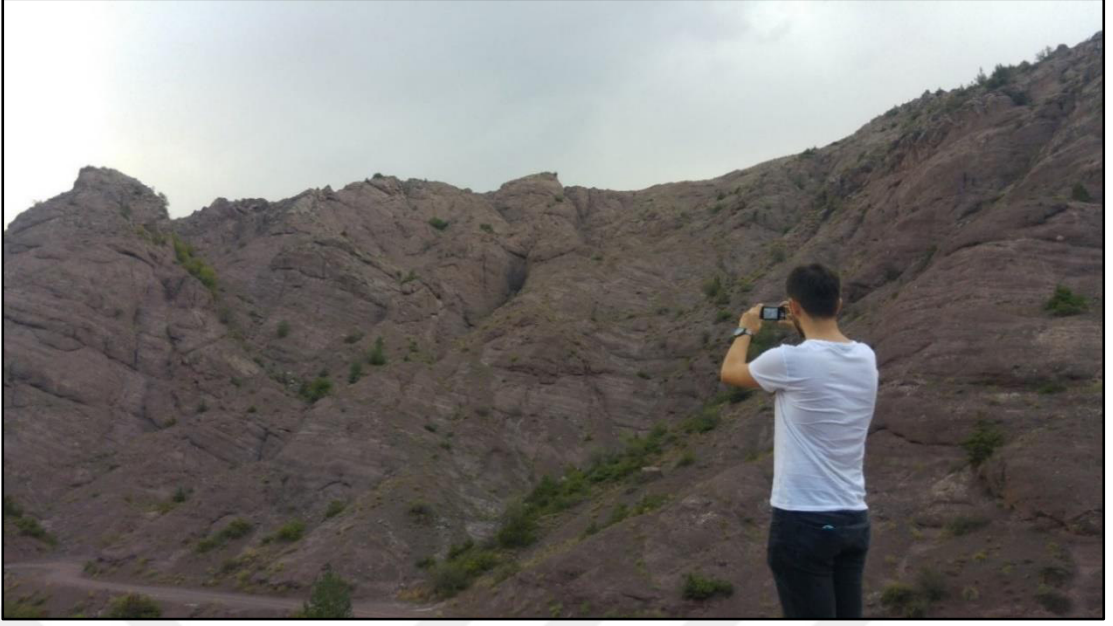
3.1.1.1.1. Hamurkesen Formasyonu (Alt – Orta Jura)

Bazaltik, andezitik, dasitik lav ve piroklastikleri ile kumtaşı, marn, kırmızı kireçtaşı ve şeylden oluşan inceleme alanında en alt seviyede gözlenen volkano-tortul istif Ağar (1977) tarafından Hamurkesen formasyonu olarak adlandırılmıştır. Çalışma alanının doğusunda Mutlugün, Çıralı ve Esendal Köyleri çevresi ile Batıda Bakat tepe çevresinde yayılış gösterir (Şekil 3.1).

İnceleme alanında; Hamurkesen formasyonu genelde mor, yeşilimsi gri renkli bazaltik lav ve piroklastikleri ile kumtaşı, marn ve şeyi ara düzeylerinden oluşur. Birimi oluşturan lav ve piroklastikler içinde 3-5 metre kalınlığında kırmızı-bordo renkli kumtaşı ve killi kireçtaşı katmanları bulunur. Hamurkesen formasyonu altta, Paleozoik yaşlı Artvin ganitoyidi üzerinde uyumsuz olarak yer alır Birim üstte jura yaşlı Madenler formasyonu tarafından uyumlu olarak yüzeylenir (Güven 1998).

3.1.1.1.2. Madenler Formasyonu (Jura)

Madenler formasyonuna ait yüzeylenmeler Çalışma sahasının kuzeydoğusunda Öğdem Köyü çevresinde görülmektedir (Şekil 3.1 ve 3.2). Adlandırılması Güven (1993) tarafından yapılmıştır. Madenler formasyonu çeşitli kalınlıklarda (0.3 – 50 m) arasında resifal kireçtaşı ara tabakalarıyla yer yer bazalt lav ve piroklastikleri de içeren çoğunlukla kırmızı-mor renkli konglomera ve kumtaşlarından oluşur. Formasyon volkano-tortul bir istif yapısından oluşan Hamurkesen formasyonu üzerine uyumlu olarak oturur (Güven, 1998).



Şekil 3.2. Madenler formasyonundan genel bir görünüm, Öğdem Köyü mevkii

3.1.1.1.3. Çatak Formasyonu (Üst Kretase)

İlk olarak Güven (1993) tarafından adlandırılan Çatak formasyonu, bazik volkanik kayalardan ve tortul birimlerden oluşmaktadır. Bu formasyon çalışma sahasında Kaçkar granitoyidi ile Hamurkesen formasyonları arasında Yusufeli-Taşkiran yol güzergâhı boyunca yayılım gösterir (Şekil 3.1).

Formasyon andezit, bazalt, lav ve piroklastikleri ile kumtaşı, marn ve kırmızı renkli killi kireçtaşları tabaka ardalanmasından oluşur (Güven, 1998). Genel olarak gri-yeşil renk tonunun egemen olduğu birim lav, tuf ve breşlerden oluşan seviyeleri koyu gri, siyah, ayrıştığında koyu kahve renklidir.

Formasyon tortul ara seviyeler içermesi nedeni ile tabakalı görünüme sahiptir. Bazalt lavlarında yer yer yastık yapıları görülür. Çatak formasyonu Berdiga formasyonu üzerine uyumlu olarak bulunur. Formasyonun kalınlığı yaklaşık 1400 m kadardır (Güven, 1998).

3.1.1.2. Üst Kretase – Paleosen Yaşlı Birimler

3.1.1.2.1. Kaçkar Granitoyidi I

Üst Kretase yaşlı birimlerin ve daha sonraki yenilenmesi ile de Eosen yaşlı birimlerin içine sokulan intrüzif karmaşık Güven (1993) tarafından intrüzyon yaşına bakılmaksızın Kaçkar granitoyidleri olarak adlandırılmıştır. Havzanın kuzeyinde büyük bir kısmında yayılış göstermektedir (Şekil 3.1 ve 3.3).

Kaçkar granitoyidi çalışma sahası içinde Üst Kretase yaşlı birimleri kesen ve Eosen birimleri tarafından transgresif olarak örtülmüştür. İnceleme alanında granitoyidler Kaçkar Dağlarında olduğu gibi iki evrede intrüzyon yapmıştır. Hamurkesen ve Çatak formasyonları ile kontakt zonları oluştururlar (Güven, 1998). Kaçkar granitoyidinin çatlaklı ve kırıklı bir yapıda olası nedeniyle eğimli yamaçlarda zaman zaman küçük çapta kaya yuvarlanmalarına neden olmaktadır (Şekil 3.4).



Şekil 3.3. Taşkiran Köyü yakınında yer alan Kaçkar granitoyidine ait granitik kayalardan bir görünüm



Şekil 3.4. Taşkiran Köyü yakınlarında küçük çapta kaya yuvarlanmaları görülmektedir

3.1.1.1.3. Kuvaterner Yaşlı Alüvyonlar

Çalışma sahasındaki alüvyonlar akarsuyun ağız kısmında ki düzlük alanlar ile akarsu yatağında küçük bir alanda görülmektedir (Şekil 3.1). Akarsuyun ağız kısmında küçük tane boyutlu malzemelerden oluşurken akarsu yatağında iri bloklar, çakıl ve killerden oluşmaktadır (Şekil 3.5).

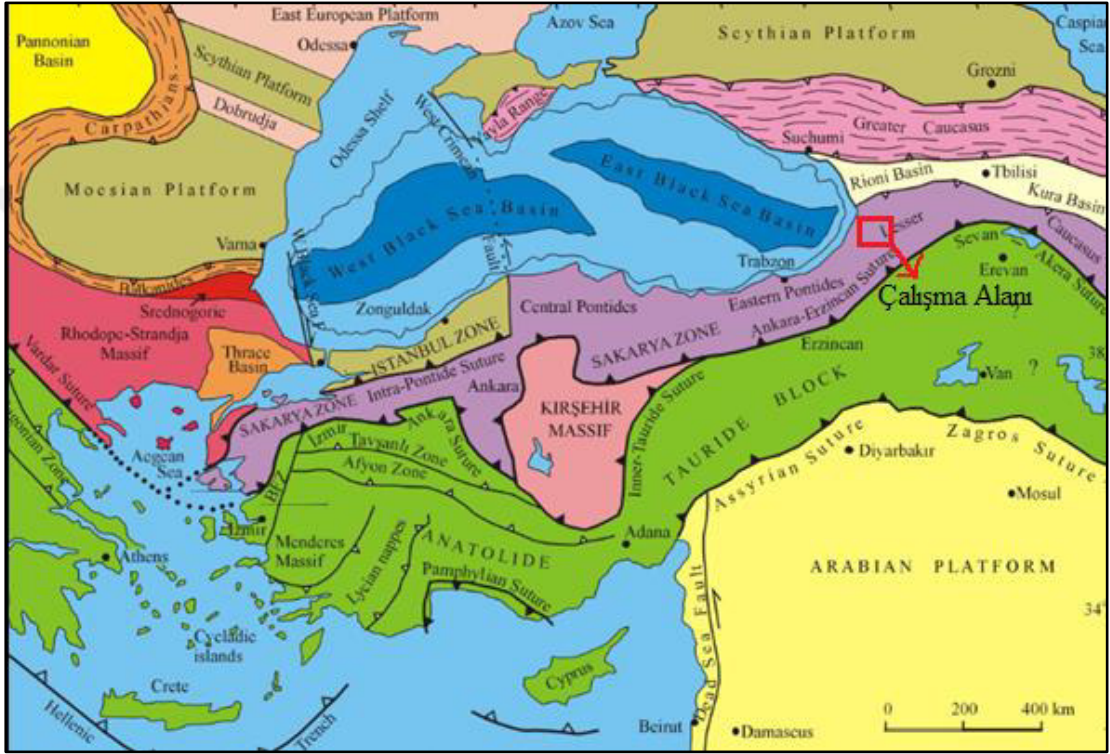


Şekil 3.5. Alüvyon saha, güneyden Yusufeli İlçesine bakış

Kaynak: (<http://yusufelihaberajansi.com/haberGoster.php?hid=1366>)

3.1.2. Tektonik Özellikler

Ketin (1966) Anadolu'nun tektonik özelliklerin belirlenmesi için Anadolu'yu tektonik birliklere ayırmıştır. Çalışma sahası Sakarya zonu'nun en doğusunda, Doğu Pontidler içerisinde yer almaktadır (Şekil 3.6). Coğrafi anlamda Doğu Pontidler olarak bilinen bölge, kuzeyde Karadeniz Havzası, güneyde ise İzmir-Ankara-Erzincan hattı ile sınırlanır (Dokuz, 2000). Pontidler kesintisiz olarak doğuda Kafkaslara kadar uzanır.

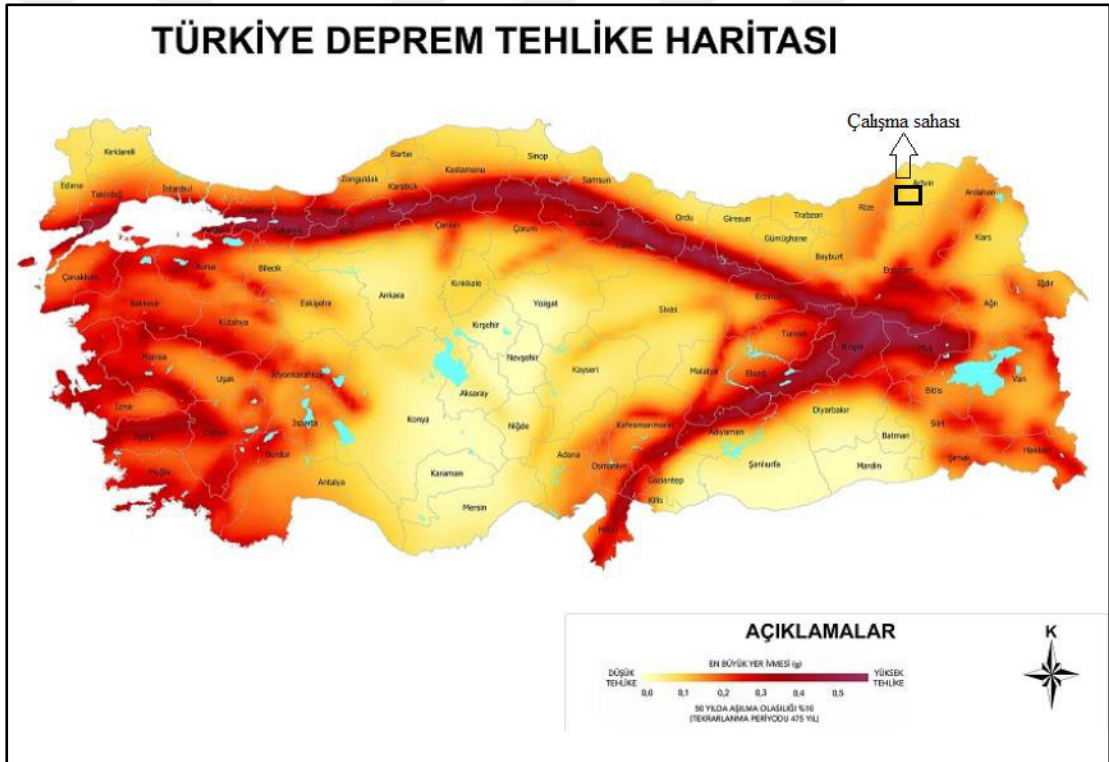


Şekil 3.6. Çalışma alanının Türkiye'nin tektonik birliklerinden Sakarya Zonu içerisindeki konumu (Okay ve Tüysüz 1999'dan alınmıştır)

Çalışma sahasının tektonik özellikleri sahadaki rölyef şartlarının gelişmesinde rol oynamıştır. Tektonik hareketlere bağlı olarak sıkışma rejimi sahadaki dağlık kuşağın oluşmasını sağlamıştır (Dokuz, 2000). Çalışma sahası ve yakın çevresi sıkışma rejiminin etkisiyle kıvrılma ve kırılmalara maruz kalmıştır. Kayaçlar, Geç Kretase'den Eosen sonuna kadar kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu basınç gerilmeleri etkisinde gelişmiş faylı ve çatlaklı yapılar içerir (Dokuz, 2000).

Doğu Pontidler’de sıkışma tektoniğine bağlı olarak Eosen sonrasında Niksar-İspir-Yusufeli-Ardanuç hatlarında görülen büyük ölçekli bindirme fayı gelişmiştir. Yusufeli İlçesi’nin doğusundan başlayarak Mutluğun, Çıralı boyunca doğuya doğru devam eder. Hamurkesen formasyonu bu fay yüzeyi üzerinde kuzeybatıya doğru ilerleyerek Çatak formasyonu üzerine binmiştir (Dokuz, 2000), (Şekil 3.1).

Türkiye önemli bir deprem ülkesidir. Kuzey Anadolu (KAF) ve Doğu Anadolu (DAF) fay hatları önemli fay hatlarını oluştururlar. Doğu Pontid tektonik birliği içinde yer alan çalışma sahası depreme neden olacak aktif fay yoktur Aşağı Barhal Çayı Havzası’nın AFAD (2018)’e göre 0,1g–0,2 g arasında yer alan orta tehlikeli deprem bölgesi içerisinde yer almaktadır. Çalışma sahasında diri fay bulunmamakla birlikte Kuzey Anadolu Fayı’na kuş uçuşu 160 km uzaklıktadır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Türkiye Deprem Tehlike Haritası (AFAD, 2018)

3.2. İklim Özellikleri

Jeomorfoloji ile iklim arasında doğrudan veya dolaylı olarak ilişki bulunmaktadır. Akarsu havzaları ile iklim arasında sıkı bir ilişki vardır. Yağışın fazla olduğu yerlerde akarsuların debisi yüksektir bu durumda havzanın jeomorfolojik gelişimi daha hızlıdır. Sahanın şekillenmesinde rol oynayan diğer faktörler sıcaklık, rüzgâr, buharlaşma gibi iklim elemanlarıdır.

Araştırma sahasının jeomorfolojik özellikleri ile iklim arasında sıkı bir ilişki bulunmaktadır. Sahada yaşanan büyük iklim değişiklikleri dış kuvvetlerin aşındırma ve biriktirme şiddetini kontrol etmiştir. Özellikle Kuvaterner döneminde meydana gelen iklim değişiklikleri ve tektonik faaliyetler bir yandan akarsu taraçalarının oluşumunu sağlarken, diğer yandan da sahanın jeomorfolojik görünümü kazanmasında rol oynamıştır.

3.2.1. Hava Kütleleri

Türkiye, orta kuşakta yer almasından dolayı Batı Rüzgârları sisteminde yer alır. Sahayı yaz ve kış dönemlerinde farklı hava kütlelerinin etkisi altında kalmaktadır. Bu farklı hava kütleleri sahada yağış, sıcaklık gibi iklim elemanlarını önemli ölçüde kontrol etmektedir (Atalay ve Mortan, 2011).

3.2.1.1. Yaz Durumu

Çalışma sahası yaz başlarından itibaren Asor antisiklonunun kuzeye doğru genişlemesine bağlı olarak Tropikal hava kütlesi etkisi altına girer. Bu hava kütlesi özellikle Karadeniz ardı sahalar etkilenir ve bu dönemde güneşli, yağışsız ve sıcak hava şartları etkili olmaktadır. Yaz döneminde zaman zaman kuzeye çekilmiş olan polar cephe saha üzerine sarkarak yağışlara neden olmaktadır. Bazense atmosferin üst seviyelerinde beliren serin-soğuk hava kütlesi ile sıcak-nemli hava kütleleri karşılaşarak yağışlar meydana gelmektedir (Atalay ve Mortan, 2011).

3.2.1.2. Kış Durumu

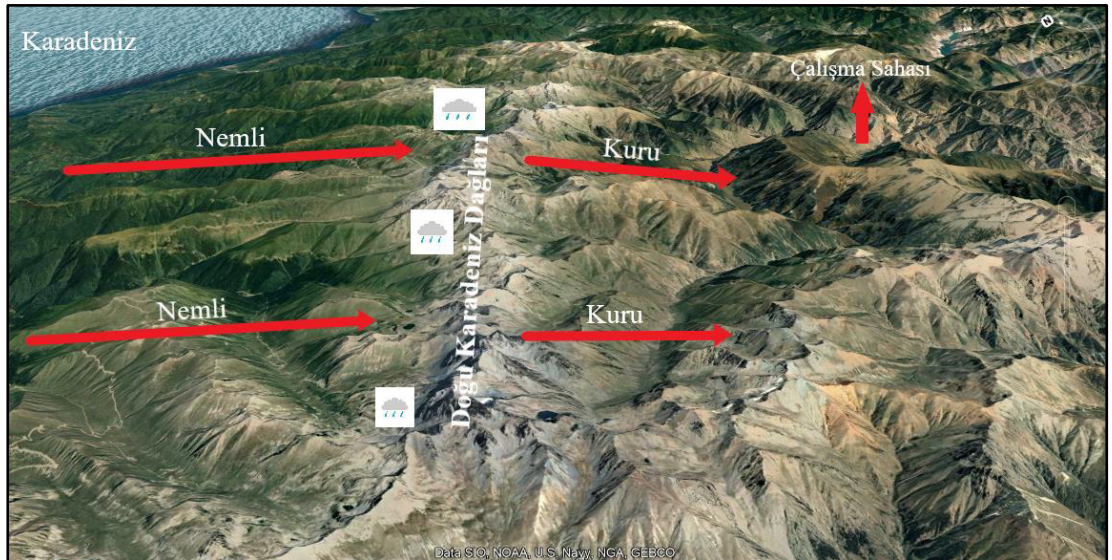
Sonbahar ile birlikte Tropikal ve Polar hava kütlelerinin etkisi altına giren bölgede sürekli olarak sıcak ve soğuk cephe geçişleri birbirini takip eder. Polar cephenin etkili olduğu günlerde yağışlar meydana gelir (Atalay ve Mortan, 2011). Çalışma alanında vadi tabanı genellikle yağışlar yağmur şeklinde iken yüksek kesimlerde ise kar yağışları alır. Bu cephelerin alıkonulmasında önemli bir jeomorfolojik birim olan dağların etkisi olmuştur. Çünkü dağlar hava kütlelerinin iç kısımlara geçmesini engellemektedir. Doğu Karadeniz Dağları'nın güney kısmında kalan çalışma sahası daha az yağış almaktadır.

3.2.2. Fiziki Coğrafya Özellikleri – İklim İlişkisi

Çalışma sahasının iklimi üzerinde sahanın fiziki coğrafya özellikleri etkili olmaktadır. Sahanın sıcaklık, yağış, rüzgâr, buharlaşma gibi iklim özelliklerini etkileyen dağların uzanışı, yükselti ve bakı gibi faktörler incelenmiştir.

3.2.2.1. Dağların Uzanışı

Çalışma sahası Doğu Karadeniz Dağları'nın güneye bakan yamaçlarda yer almaktadır. Kuzeye dönük kıyı kesimi daha fazla yağış alırken güney kesimi içinde bulunan araştırma sahası yağış duldasında kalmasından dolayı daha az yağış almaktadır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Çalışma sahasında dağların uzanışının hava kütleleri üzerindeki etkisi, Google Earth görüntüsü

3.2.2.2. Yükselti

Yükselti şartları, aynı yörede iklim özelliklerin farklı olmasına neden olmaktadır. Yükselti arttıkça sıcaklık düşerken yağış miktarı artmaktadır. Çalışma sahasında vadi tabanı boyunca ortalama sıcaklıklar 10-14°C derece iken yükselti artmasına bağlı olarak sıcaklıklar dağlık kesimlerde 1°C altına düşmektedir. Yağış miktarları sıcaklığın tersine yükseltiye bağlı olarak belli bir seviyeye kadar artmaktadır.

3.2.2.3. Bakı

Genel olarak bakı, bir bölgedeki dağların güneş ışınlarını alışı yönünü ifade etmektedir. Bakıldığında çalışma sahası Doğu Karadeniz Dağların güneye bakan tarafında yer almaktadır. Bu nedenle güneye bakan yamaçlar güneş ışınlarını kuzeye bakan yamaçlara oranla daha fazla alır. Buna bağlı olarak kuzeye bakan sahalar daha nemli bir ortam oluşurken güneye bakan yamaçlar daha fazla güneş ışığı almasından dolayı yağış miktarının az olmasına ve daha kurak şartların oluşmasına neden olmuştur. Kıyıdaki Rize’de ortalama yağış 2000 mm üzerinde iken Yusufeli de ortalama yağış 280 mm civarındadır.

3.2.3. İklim Elemanları

Araştırma sahasının iklim özelliklerini en iyi şekilde yansıtabilmesi uzun süre ve aralıksız yapılan gözlem sonuçlarına bağlıdır. Meteorolojik gözlemlerin uzun bir sürede ve kesintisiz yapılması iklim unsurları açısından daha doğru sonuçlar verecektir. Araştırma sahasının yakın çevresinde yer alan Yusufeli Meteoroloji istasyonu verileri kullanılmıştır (Tablo 3.1). Sıcaklık ve yağış dağılışı haritalarını oluştururken daha güvenilir verilere ulaşmak amacıyla Yusufeli Meteoroloji İstasyonu’ndan alınan veriler enterpolasyon yöntemiyle değerlendirilmiştir.

Tablo 3.1. Araştırma sahasındaki meteoroloji istasyonunun yeri, rasat dönemi, rasat süresi

İstasyon Adı	Koordinatları	Yükselti (m)	Rasat Dönemi	Rasat süresi (yılı)
Yusufeli	40,8 41,5	601	1967-2000	33

3.2.3.1. Sıcaklık

Genel olarak uzun yıllar ortalamalarıyla ifade edilen sıcaklık bir bölgenin veya bir sahanın iklim özelliklerini belirleyen önemli iklim elemanlarından biridir.

3.2.3.1.1. Ortalama Sıcaklıklar

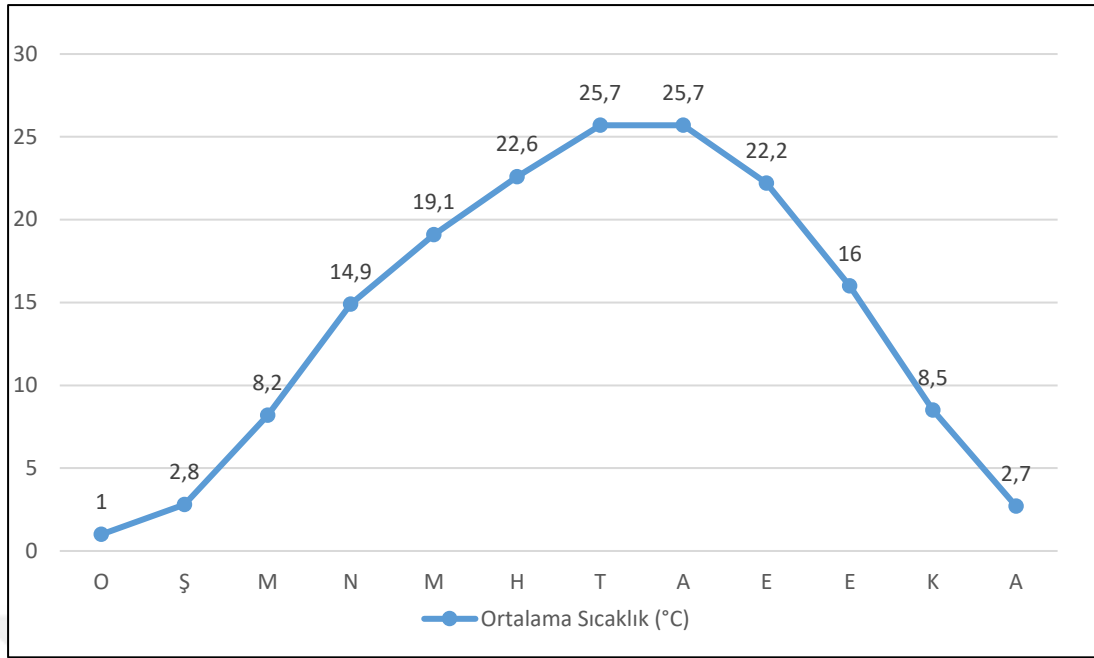
Yusufeli meteoroloji istasyonunun verilerine göre, ortalama sıcaklık 14.1°C'dir. Yılın en soğuk ayı ocak (1°C), en sıcak aylar temmuz ve ağustos aylarıdır (25.7°C). Buna göre yıllık sıcaklık farkı 24,7°C'dir (Tablo 3.2). Yılın dört ayında (aralık, ocak, şubat, mart) ortalama sıcaklıklar 10°C'nin altında kalırken, nisan ayından itibaren yükselerek temmuz ve ağustos aylarında en yüksek değere ulaşmaktadır. Daha sonra ortalama sıcaklık düzenli olarak azalmakta ocak ayında en düşük değerlere inmektedir.

Sıcaklığın yıl içindeki dağılımını görmek için Yusufeli'nin aylık sıcaklık ortalamaları kullanılarak sıcaklık diyagramı hazırlanmıştır (Şekil 3.9). Diyagram incelendiğinde ocak ayından temmuz ve ağustos aylarına kadar düzenli bir çıkış, ağustos ayından sonra düzenli bir iniş olduğu görülmektedir.

Tablo 3.2. Yusufeli'de ortalama sıcaklıkların aylara dağılışı (1967-2000)

Aylar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Ort. Sıcaklık(°C)	1,0	2,8	8,2	14,9	19,1	22,6	25,7	25,7	22,2	16,0	8,5	2,7	14,1
Ort. Yüksek Sıcaklık	5,4	7,4	13,4	21,0	25,2	29,1	31,7	32,2	28,7	21,7	13,4	6,7	19,6
Ort. Düşük Sıcaklık	-2,3	-1,4	2,9	9,1	13,2	17,1	20,4	20,7	16,0	10,2	4,3	-0,6	7,4

Kaynak: DMİGM Yusufeli Meteoroloji İstasyonu yayımlanmamış döküm cetvelleri



Şekil 3.9. Yusufeli'nin ortalama sıcaklıklarının aylara dağılımı (1967-2000)

Yusufeli 'de yaz mevsimi ortalama sıcaklığı 24,6°C, kış mevsiminin ise ortalama sıcaklığı 2,1°C'dir (Tablo 3.3). Bu bilgilerden yola çıkarak yaz mevsiminin sıcaklığın çok yüksek olmadığı yine kış mevsiminin de soğuk değildir. Bahar ayların ise sıcaklık değerleri yaz ve kış ortasındadır.

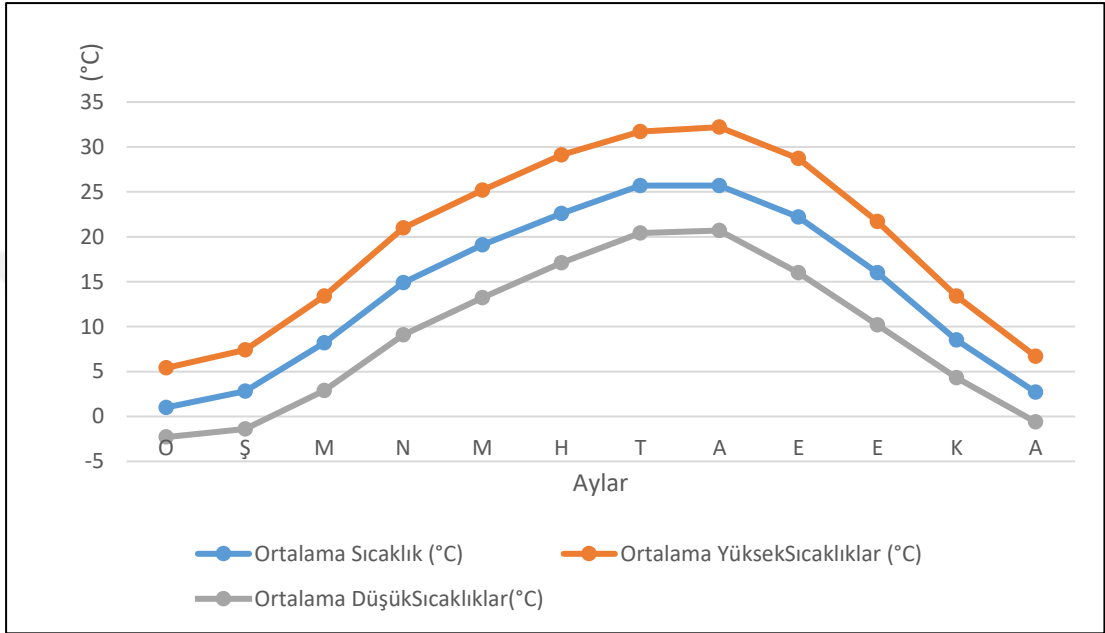
Tablo 3.3. Yusufeli Meteoroloji İstasyonu verilerine göre mevsimlik ortalama sıcaklık değerleri (1967–2000)

	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
Yusufeli Meteoroloji İstasyonu (°C)	2,1	14,0	24,6	15,5

Kaynak: DMİGM Yusufeli Meteoroloji İstasyonu yayımlanmamış döküm cetvelleri

Sıcaklık özellikler bir arada değerlendirildiğinde kış mevsiminin nispeten ılık geçtiği, yaz aylarının ise sıcaklıklar çok yüksek değerlere ulaşamadığı görülür. Yusufeli Meteoroloji İstasyonu verilerinde ortalama sıcaklıklar kasım ayından mart ayına kadar 5 ay sıcaklıklar 10°C altındadır (Tablo 3.2). Ayrıca sıcaklığın hızla yükselip hızla alçalması ve amplitüd değeri 24,7°C olan saha kara tesirli sıcaklık rejimine sahiptir.3.2

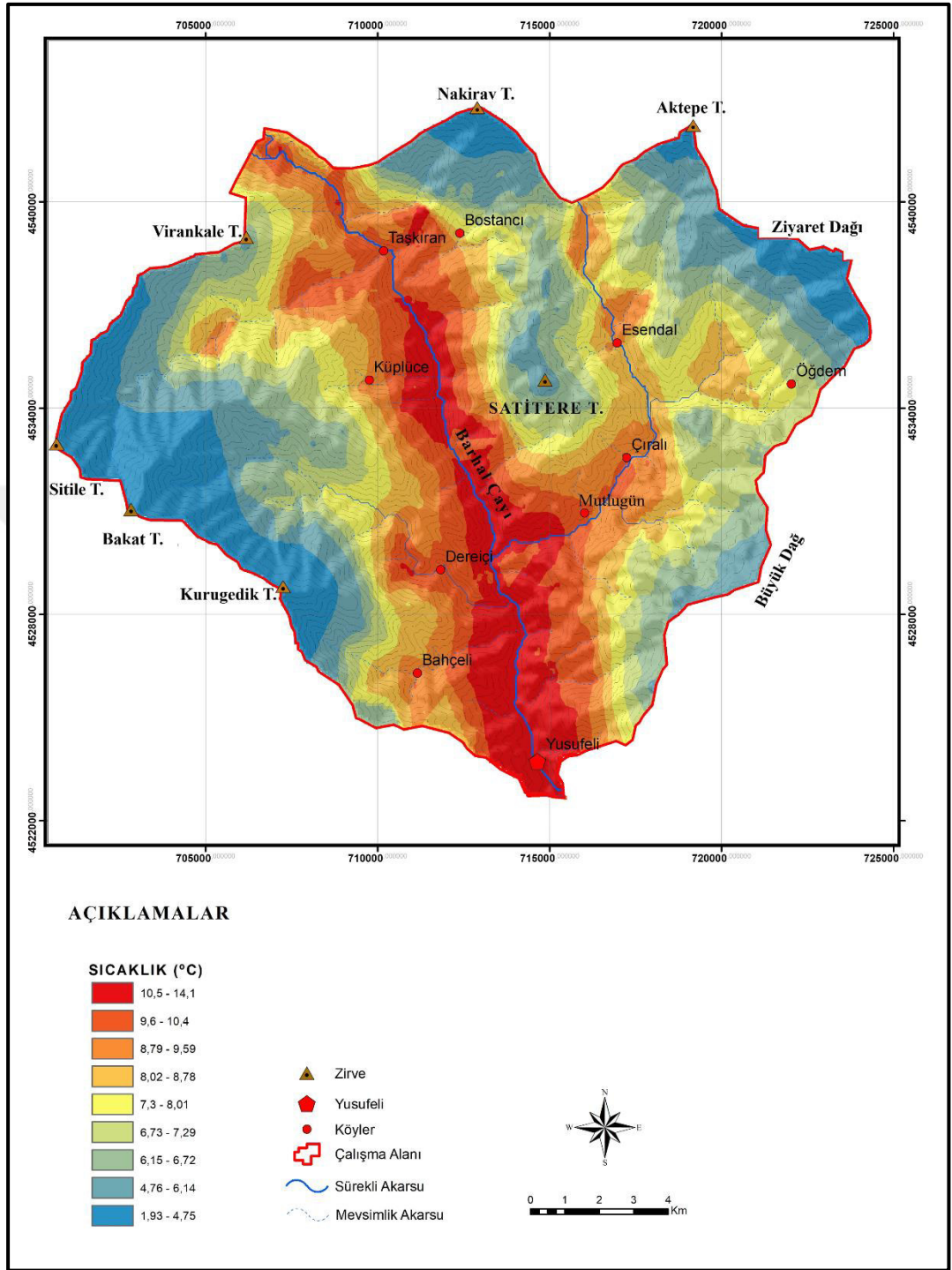
Yusufeli 'de ortalama yüksek sıcaklıkların en yüksek değeri 32,2°C ile ağustos ayında görülür. En düşük değere ise 5,4°C ile ocak ayında ulaşılır (Tablo 3.2). Ayrıca ortalama düşük sıcaklıklar içinde en düşük -2,3°C ile ocak ayı iken, en yüksek olduğu ay 20,7°C ile ağustos ayıdır (Tablo 3.2, Şekil 3.10). Şekil 3.10 değerlendirildiğinde ortalama sıcaklıklar ile ortalama yüksek sıcaklıklar ve ortalama düşük sıcaklıkların birbirine benzer şekilde yükselip azaldıkları görülmektedir.



Şekil 3.10. Yusufeli'de ortalama yüksek ve düşük sıcaklıklar yıl içindeki dağılışı

3.2.3.1.2. Sıcaklık Dağılışı

Çalışma sahasında sıcaklığın dağılışını göstermek amacıyla yıllık ortalama sıcaklık dağılışı haritası hazırlanmıştır (Şekil 3.11). Harita hazırlanırken Yusufeli Meteoroloji İstasyonu'na ait veriler enterpolasyon tekniği kullanılarak çalışma sahasına uyarlanmıştır. Çalışma alanında genel olarak yıllık sıcaklık ortalamaları 1°C ile 14°C arasında değişmektedir. Havza tabanlarında 10-14°C arasında olan sıcaklık değerleri dağlık sahalara doğru gidildikçe azalmaktadır. Sahada en düşük sıcaklıklara Kurugedik Tepe, Bakat Tepe, Sitile Tepe, Nakirav Tepe ve Ziyaret Dağı çevresinde rastlanır. Sıcaklığın bu dikey değişiminin yanı sıra yatay olarak güneyden kuzeye doğru yükselti değerlerinin artmasıyla, Yusufeli İlçesinde 14°C ile başlayan yıllık sıcaklık ortalamaları, Barhal Çayı vadisi boyunca kuzeye doğru azalarak devam etmekte, Taşkiran Köyü çevresinde sıcaklık değerleri 9°C 'ye kadar düşmektedir.



Şekil 3.11. Çalışma sahasının yıllık ortalama sıcaklık dağılışı haritası

3.2.3.2. Rüzgârlar

Rüzgârlar yeryüzünü şekillendiren önemli dış kuvvetlerden biridir. Basınç farkları ile oluşan rüzgârlar yeryüzünü şekillendirirken, beşeri hayatı da önemli ölçüde etkilerler. Bu çalışmada da araştırma sahasının rüzgâr özellikleri açıklanmaya çalışılmış, bu amaçla Yusufeli Meteoroloji İstasyonu verilerinden faydalanılmıştır.

3.2.3.2.1. Rüzgâr Hızı

Araştırma sahası Kuzeybatısında uzanan Kaçkar Dağları, Çoruh Nehri ve Barhal Çayı'nın oluşturduğu vadiler rüzgârın esiş yönünü etkilemektedir. Vadilerin alçak ve yüksek kesimlerinde gün içinde oluşan sıcaklık farkları sonucu dağ ve vadi meltemleri oluşmaktadır.

İnceleme alanının rüzgâr özelliklerini ortaya koyabilmek için de yine Yusufeli Meteoroloji İstasyonu'na ait verilerden yararlanılmıştır. Bu verilere göre araştırma sahasında yıllık ortalama rüzgâr hızı 2.9 m/sn'dir. Ortalama rüzgâr hızı temmuz ayında 3,5 m/sn ile en yüksek değerde iken aralık ayında 0,9 m/sn ile en düşük değeredir. Yusufeli'de görülen en hızlı rüzgârlar ve yönleri incelendiğinde en yüksek değere mayıs ayında (güney, 19 m/sn) ulaşıldığı görülür. En düşük değer ise ekim, kasım, aralık, ocak, şubat aylarına aittir (güneydoğu–batı, 9,4 m/sn), (Tablo 3.4).

Tablo 3.4. Yusufeli'de en hızlı rüzgârlar esme yönleri ve ortalama rüzgâr hızları (1975 –2000)

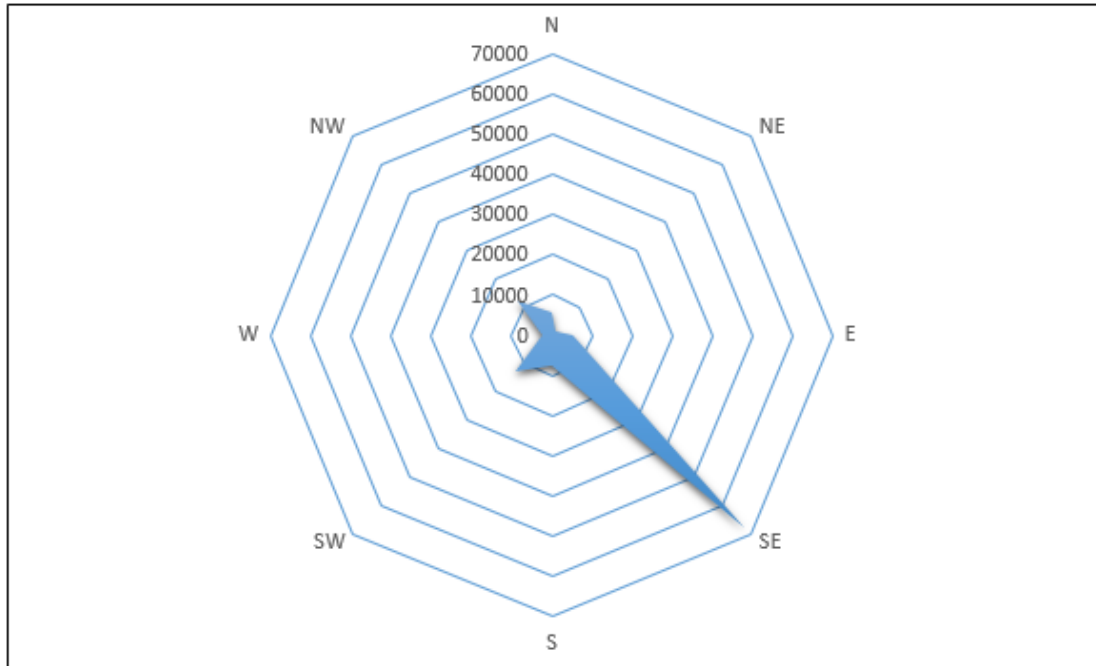
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Ortalama Rüzgâr Hızı (m/sn)	1,0	1,5	2,1	2,3	2,6	2,7	3,5	3,4	2,5	1,6	1,0	0,9	2,9
Yönler	SE	W	SE	SW	S	NW	SE	SE	SE	SE	SE	SE	
Hız (m/sn)	9,4	9,4	12,3	15,5	19,0	9,4	12,3	12,3	15,5	9,4	9,4	9,4	

Kaynak: DMİGM Yusufeli Meteoroloji İstasyonu yayımlanmamış verileri.

3.2.3.2.2. Hâkim Rüzgâr Yönü

Yusufeli'nin rüzgâr özelliklerini daha iyi açıklayabilmek için esme sıklıkları kullanılarak sahaya ait rüzgârgülü oluşturulmuştur (Şekil 3.12). Rüzgârgülüne göre Yusufeli'de hâkim rüzgâr yönü güneydoğudur. Bu durumun ortaya çıkmasında basınç merkezlerinin konumu ve yüzey şekilleri etkili olmuştur. En yüksek sıklığa sahip diğer yönler ise güneybatı ve kuzeybatı yönleridir.

Yusufeli'de hâkim rüzgâr yönünün güneydoğu olduğu görülmektedir. Bu durumun sebebi Yusufeli Meteoroloji İstasyonu'nun kuruluş yeridir. Yusufeli Meteoroloji İstasyonu, Barhal Çayı'nın Çoruh nehrine karıştığı alanda ve deniz seviyesinden yaklaşık 601 m yükseklikte yer almaktadır. Yusufeli İlçesini batı, doğu ve kuzeyden sınırlayan yüksek dağlık alanlar ile çevrilidir. Bu durum Yusufeli Meteoroloji İstasyonu'nun sağlıklı rüzgâr verisi toplamasına engel olmaktadır. Rüzgârgülündeki hâkim rüzgâr yönü ise rölyef şartları ile ilişkilidir. Bu sebeple güneydoğu yönlü rüzgârların hâkim olması çok doğaldır.



Şekil 3.12. Yusufeli Meteoroloji İstasyonuna ait rüzgâr frekans gülü (1975-2000)

3.2.3.3. Yağış

Yağış iklimin temel unsurlarındandır. Yağış şartları ile akış şartları akarsu havzalarının şekillenmesinde büyük rol oynar.

Türkiye'nin coğrafi konumu gereği mevsimlik değişen hava kütleleri, dağların uzanışı ve yeryüzü şekillerinin çeşitlilik göstermesi nedeniyle farklı iklim tiplerinin ve yağış rejimlerinin doğmasına yol açmıştır. Kuzeye dönük kıyı kesimi daha fazla yağış alırken güney kesimi içinde bulunan araştırma sahası yağış duldasında kalmaktadır. Bu nedenle Kuzey Anadolu Dağları'nın güney yamaçlarında yer alan çalışma sahası oldukça az yağış almaktadır.

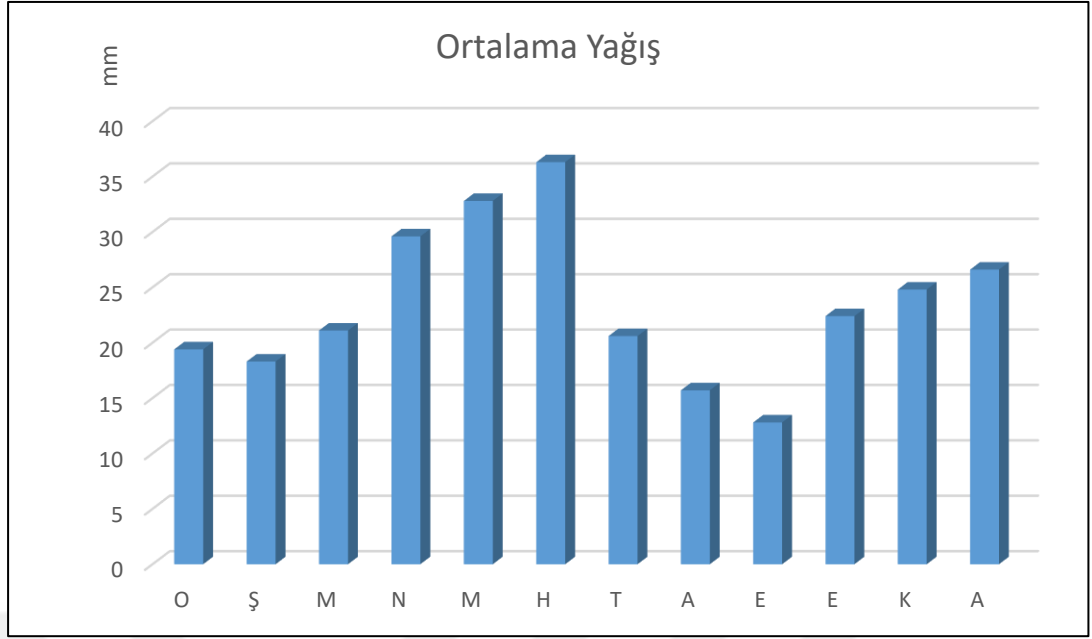
Havzadaki yağış etkinliğini belirlemek için Yusufeli Meteoroloji İstasyonu verilerinden yararlanılarak tablo ve grafikler hazırlanmıştır. Bu değerler ile yağış diyagramı oluşturulmuştur (Tablo 3.5), (Şekil 3.13).

Tablo 3.5. Yusufeli'de aylık ortalama yağış miktarları(mm), (1967 –2000)

Aylar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Ort. Yağış (mm)	19,4	18,3	21,1	29,6	32,8	36,3	20,6	15,7	12,8	22,4	24,8	26,6	280,4

Kaynak: DMİGM Yusufeli İstasyonu yayımlanmamış verileri

Araştırma sahasının yıllık ortalama yağış miktarı 280,4 mm'dir. Ortalama yağışlar ilkbahar aylarından yaza geçişte artmakta ve en fazla oran 36.3 mm ile haziran ayında görülmektedir. Eylül ayı ise en düşük (12,8 mm) orana sahiptir. Yağışın dağılımında yükseltinin kısa mesafelerde oldukça değişiklik göstermesinin etkisi olmaktadır. Bununla birlikte asıl etki denizelliğin iç kesimlere doğru ortadan kalkması ile kendini göstermektedir.



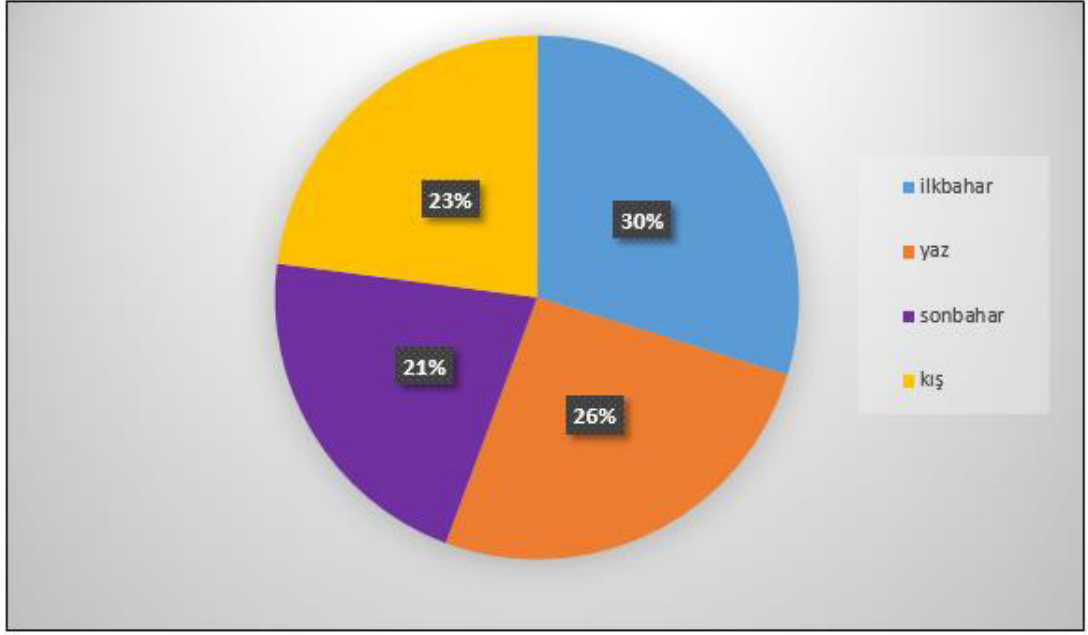
Şekil 3.13. Araştırma sahasının aylık ortalama yağış miktarları (1967 – 2000)

Yıllık yağış miktarlarının mevsimlere göre dağılışını tespit etmek amacıyla tablo ve grafik hazırlanmıştır (Tablo 3.6 ve Şekil 3.14). Mevsimlik yağışların yıl içindeki toplam yağışlara oranına bakıldığında ise ilkbahar mevsiminin %30 ile en yüksek orana ulaştığı dikkati çeker. İlkbahar mevsimini %26’lık oranla yaz mevsimi takip ederken, kış %23’lük payla üçüncü sıraya yerleşir. En düşük oran ise %21 ile sonbahar mevsimine aittir.

Tablo 3.6. Yusufeli’de yıllık toplam yağışların mevsimlere göre dağılışı (1967 –2000)

	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar		Toplam	
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
Yusufeli	64,3	23	83,5	30	72,6	26	60	21	280,4	100

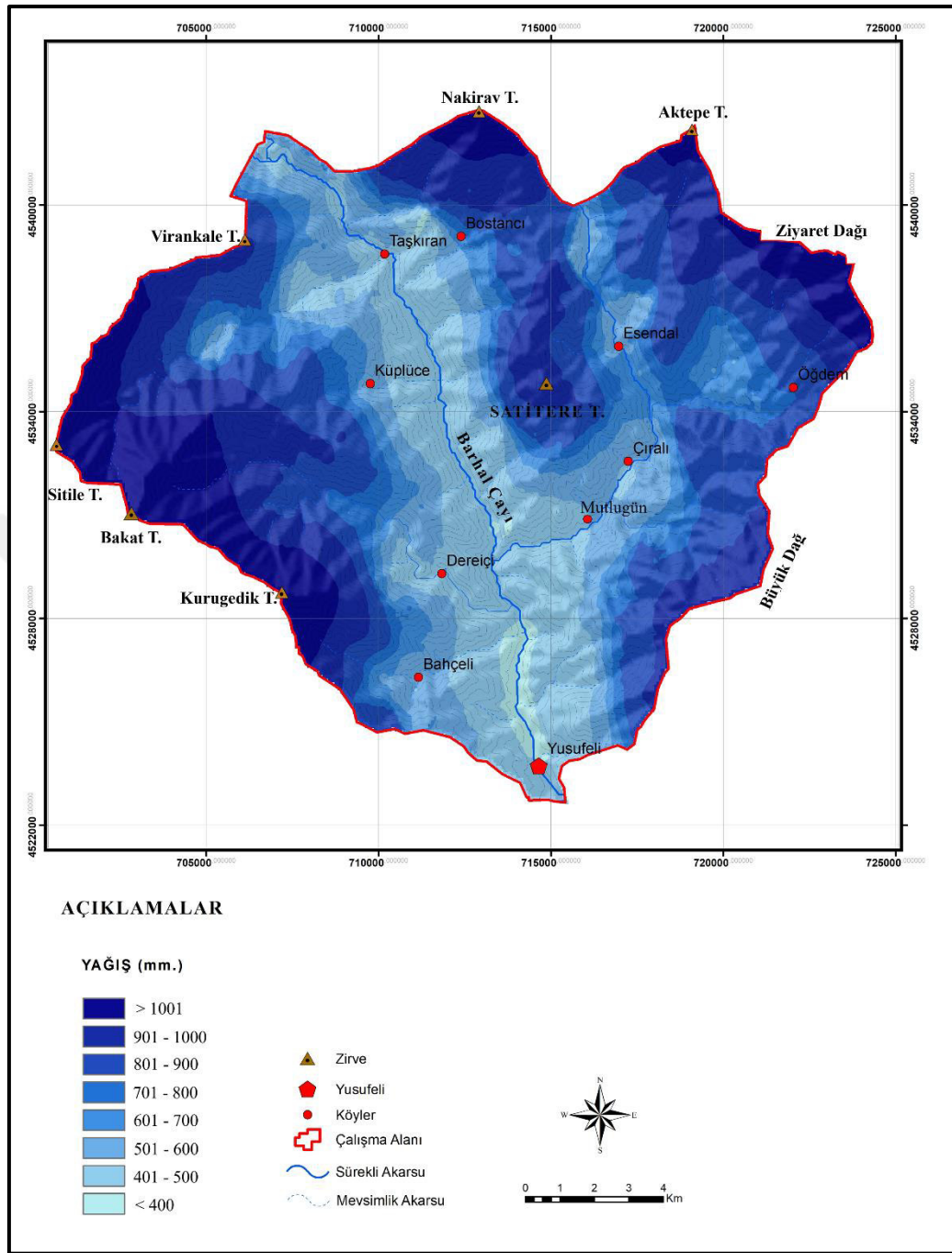
Kaynak: DMİGM Yusufeli Meteoroloji İstasyonu yayımlanmamış verileri



Şekil 3.14. Araştırma sahasında yıllık ortalama yağış miktarlarının mevsimlere dağılışı

3.2.3.3.1. Yağış Dağılışı

Araştırma sahasında yağışın dağılışını ortaya koymak için Yusufeli Meteoroloji İstasyonu verilerinden yararlanılmıştır. Havza genelinde meydana gelen yağış miktarlarını ortaya koyabilmek için Scheriber formülü kullanılmıştır. Bu şekilde Çalışma sahasını yıllık yağış dağılışı haritası hazırlanmıştır (Şekil 3.15). Genel olarak yükseltinin artmasına bağlı olarak yağış miktarında da artış meydana gelmiştir. Barhal Çayı vadi tabanı boyunca ortalama yağış miktarı 400-600 mm’lerde iken yükseklerle çıkıldıkça yağış miktarı da artmaktadır.



Şekil 3.15. Çalışma sahasının yıllık ortalama yağış dağılışı haritası

3.2.3.3.2. Yağış Etkinliği

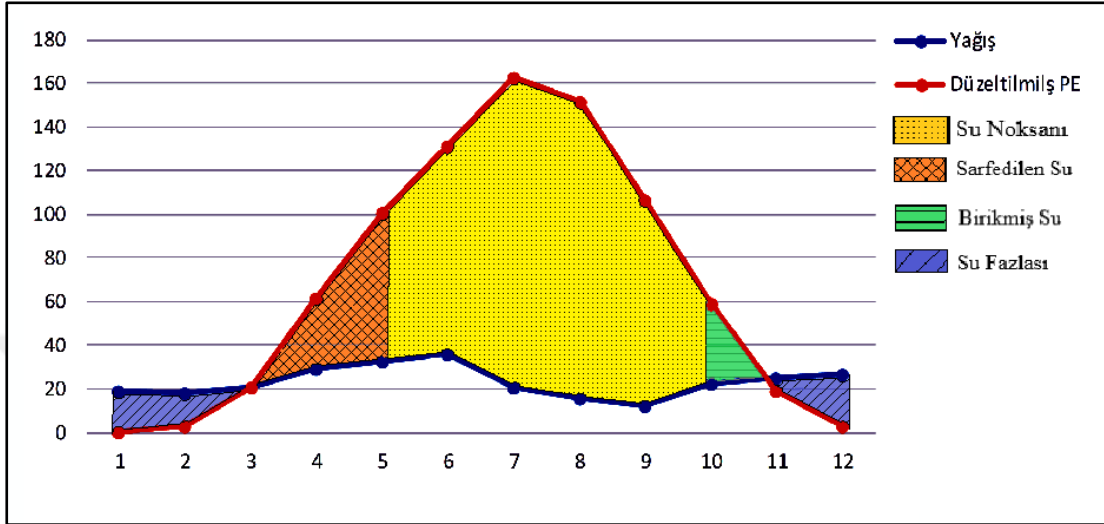
Çalışma sahasının yağış etkinliğini belirlemek için Thornthwait iklim sınıflandırmasından yararlanılmıştır. Thornthwaite iklim sınıflandırmasını yapmak için çalışma alanına ait Yusufeli Meteoroloji İstasyonuna ait veriler kullanılarak su bilançosu tablosu oluşturulmuştur (Tablo 3.7). Daha sonra tablodaki veriler kullanılarak iklim diyagramı çizilmiştir.

Diyagram incelendiğinde buharlaşma eğrisinin mart ayı başından, kasım ayı sonlarına kadar yağış eğrisinin üzerinde seyrettiği görülmektedir. Bu dönemde mart ayından, mayıs ayı başına kadar topraktaki birikmiş su kullanılmaktadır. Haziran ayı ortasından, kasım ayı başına kadar ise topraktaki birikmiş su tükendiğinden yaklaşık altı ay boyunca araştırma sahasında su noksanlığı görülmektedir (Şekil 3.16).

Tablo 3.7. Thornthwaite yöntemine göre araştırma sahasının su bilançosu (1967–2000)

Yusufeli	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Sıcaklık	1.0	2.8	8.2	14.9	19.1	22.6	25.7	25.7	22.2	16.0	8.5	2.7	14.1
Sıcaklık İndisi	0.09	0.42	2.11	5.22	7.61	9.81	11.92	11.92	9.55	5.82	2.23	0.39	67.09
Düzeltilmemiş PE	0.84	4.13	21.84	55.15	81.06	105.23	128.45	128.45	102.36	61.59	23.09	3.9	
Düzeltilmiş PE	0.71	3.43	20.5	61.22	100.51	131.54	163.13	151.57	106.45	59.13	19.16	3.16	800.51
Yağış	19.4	18.3	21.1	29.6	32.8	36.3	20.6	15.7	12.8	22.4	24.8	26.6	280.4
Birikmiş Suyun Ay. Değ.	18.6	14.8	-1.4	-31.6	-29.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.64	23.4	
Birikmiş Su	100	100	100	29.62	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.64	29.08	
Gerçek Evapotransp.	0.71	3.43	20.5	61.22	62.33	36.3	20.6	15.7	12.8	22.4	19.16	3.16	280.4
Su Noksanı	0.0	0.0	0.0	0.0	38.09	95.24	142.53	135.87	93.65	36.73	0.0	0.0	542.11
Su Fazlası	18,69	14,87	0,6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5,64	23,44	62,64
Akış	9,3	12,05	6,02	3,01	1,5	0,7	0,3	0,0	0,0	0,0	2,8	13,3	49,4
Nemlilik Oranı	29.32	4.34	-0.06	-0.52	-0.67	-0.72	-0.87	-0.9	-0.88	-0.62	0.29	7.42	

Thornthwaite formülüne göre Yusufeli “D” harfi ile gösterilen yarı kurak iklime sahiptir. Ayrıca “B3,d,b4” harfleri ile ifade edilmektedir. Buna göre sahanın mezotermal orta sıcaklıktaki iklimler içerisinde, Su fazlası yok veya çok az ve deniz tesirine yakın bir iklim tipine sahip olduğu söylenebilir.



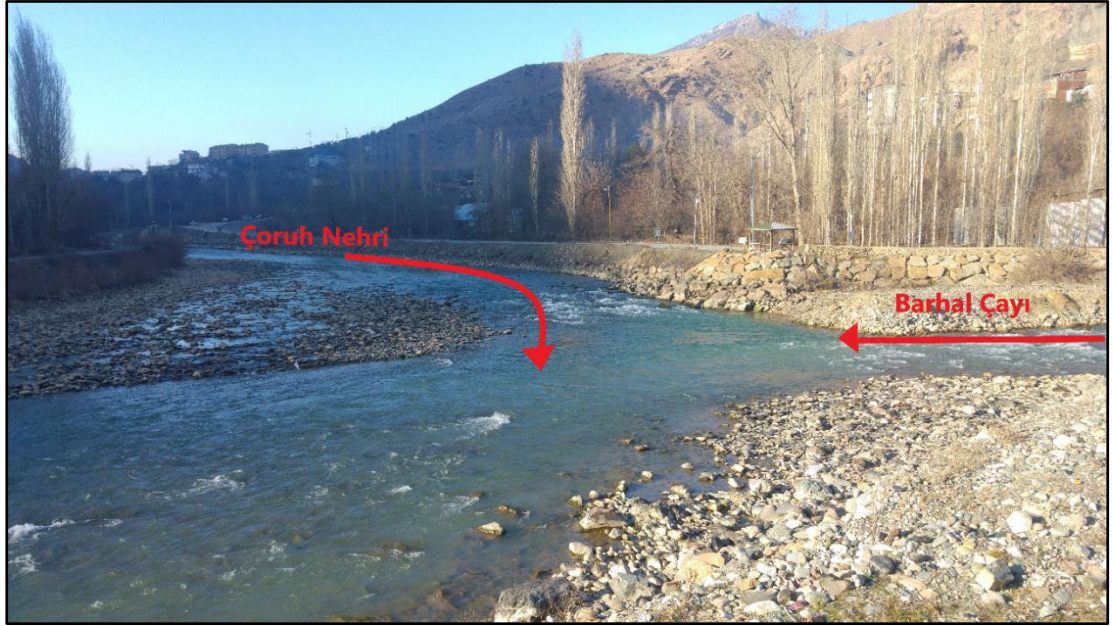
Şekil 3.16. Çalışma sahasının Thornthwaite formülüne göre hazırlanmış iklim diyagramı (1967-2000)

3.2. Hidrografiya Özellikleri

Yeryüzünü şekillenmesinde etkili olan dış etken ve süreçlerin başında akarsular gelmektedir. Bu şekillendirme sürecinde zemine sızmayan veya zemin doymun hale geçtikten sonra yüzeysel akışa geçen akarsular, aktığı yatağını aşındırmakta, aşınan ve çözülen malzemeleri taşıyıp eğimin azaldığı yerde biriktirmektedir (Atalay, 1986). Çalışma sahasının akarsu havzası olması sebebiyle sahadaki jeomorfolojik birimlerin oluşumu ve gelişimi üzerinde sahanın hidrografik özellikleri belirleyici olmuştur.

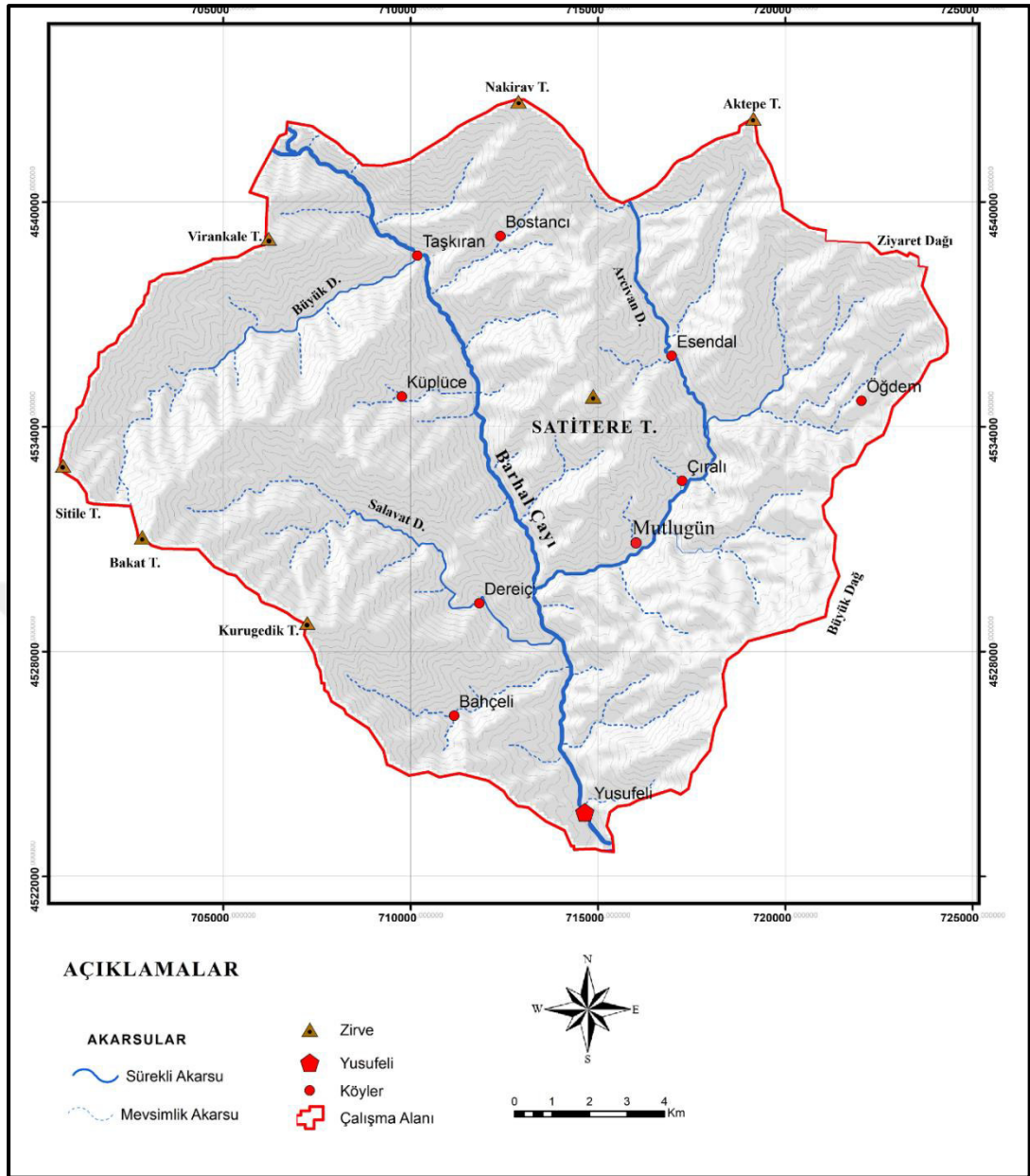
3.3.1. Başlıca Akarsular, Alt Havzalar ve Özellikleri

Çalışma sahasının drenaj sistemini Barhal Çayı kolları oluşturmaktadır (Şekil 3.18). Barhal Çayı'nın tamamı Yusufeli sınırları içerisinde yer alır. Kaynaklarını Altıparmak Dağları ve Kaçkar Dağından toplar. İki kolu Yaylalar Köyü aşağısında birleşir ve buradan kuzeydoğuya doğru akmaya devam eder. Yaylalar köyü içerisinde geçtiği için, kaynağından Altıparmak Köyüne kadar olan bölümüne Hevek Suyu adı da verilir. Balcılı Köyü yakınlarında Bıçakçılar ve Özgüven Suyunu aldıktan sonra kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda seyrederek, Taşkıran Köyü yakınlarından çalışma sahasının içine girer. Büyük Dere sonra çalışma sahası içinde ki Barhal Çayı'nın en büyük kolunu oluşturan Dereiçi köyü yakınlarında Arcivan Deresini alır. Yusufeli ilçe merkezinin tam ortasından geçerek Çoruh Nehrine karışır (Şekil 3.17). Barhal Çayı yaklaşık 40 km'lik uzunluğa sahiptir. Çalışma sahasının içinde ki ana kolun uzunluğu 19.9 km'dir.

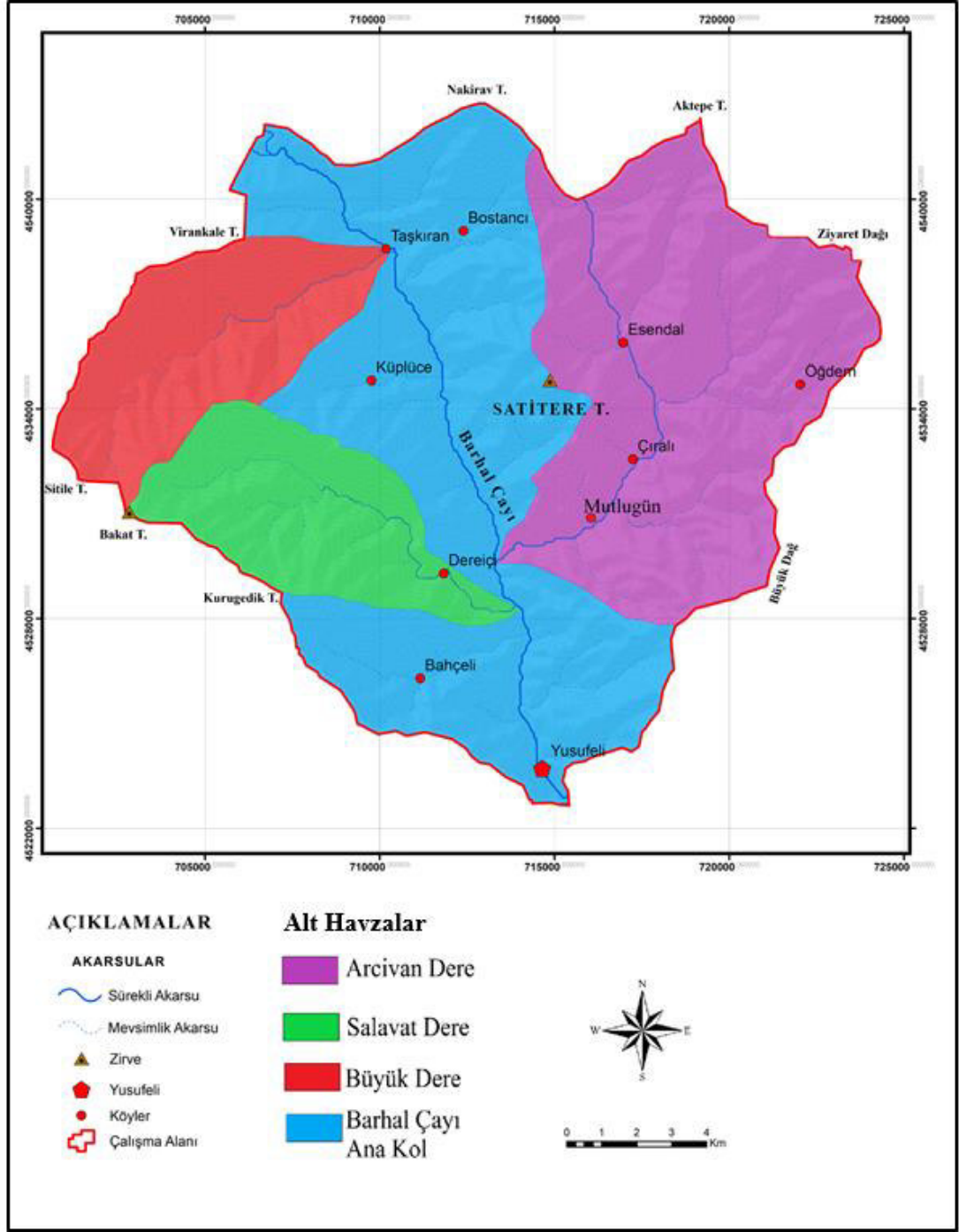


Şekil 3.17. Barhal Çayı'nın Çoruh Nehrine karıştığı yer, batıya bakış

Çalışma sahasının diğer akarsularını mevsimlik akarsular oluşturmaktadır. Bu akarsuların hepsi eğimli yamaçlar boyunca havza tabanına doğru akış gösterirler. Barhal Çayına doğudan ve batıdan çeşitli akarsular katılır. Çalışma sahasında toplam üç alt havza bulunmaktadır (Şekil 3.19).



Şekil 3.18. Çalışma sahasının hidrografi haritası



Şekil 3.19. Çalışma sahasının alt havzaları

3.3.2. Drenaj Özellikleri

Çalışma sahasında ağaç dallarına benzeyen Dandritik drenaj ağı ve paralel drenaj ağı görülmektedir. Havzada en yaygın Dandritik drenaj ağı görülmektedir (Şekil 3.18). Dandritik akarsu ağı inceleme alanı içerisinde en güzel örneklerini kuzeybatıdan akan Büyük Dere batıdan Barhal Çayı'na katılan Salavat Deresi ve doğudan katılan Arcivan Deresi oluşturur. Taşkiran yerleşmesinin yakınlarında ana akarsuya katılan Erisman Dere, Değirmen Dere, Posa Dereleri paralel drenajın örneklerini oluşturmaktadır.

3.3.3. Akım ve Rejim Özellikleri

Barhal Çayı akarsu rejimi ve akım özellikleri incelenirken Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE)'ne ait AGİ Akım verileri kullanılmıştır. Barhal Çayı üzerinde EİE tarafından kurulmuş dört akım gözlem istasyonu vardır. Bu istasyonların bir kısmı kısa süre hizmet vermiş ve kapatılmıştır. Bu çalışmada Duldere gözlem istasyonu verileri kullanılmıştır (Tablo 3.8).

Tablo 3.8. Duldere gözlem istasyonu verileri

İl:	Artvin
İlçe:	Yusufeli
Havza adı :	Çoruh Havzası
Yükselti:	705 m
Yağış alanı:	586.0 km ²
Durumu:	Açık
İstasyon açılış tarihi	26.06.1971
Koordinat:	41° 31' 35" D - 40° 53' 24" K

Kaynak: EİE akım gözlem yaylığı

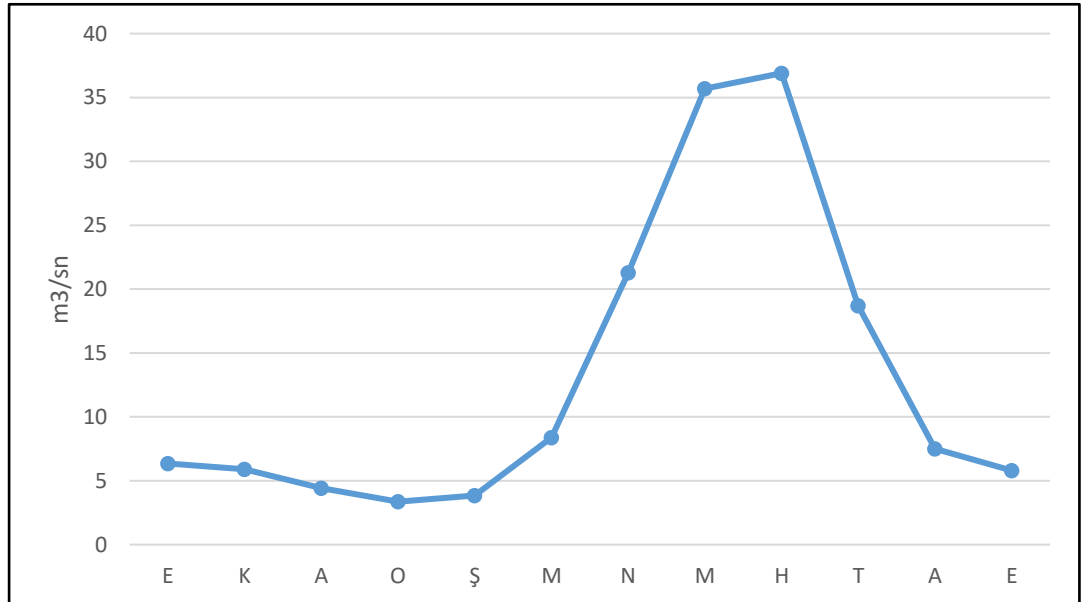
Bu istasyona ait uzun yıllık ortalamalar incelendiğinde yıllık ortalama akım değerinin 13,1 m³/sn olduğu görülür. En yüksek ortalama akım haziran ayında 36,9 m³/sn olarak ölçülmüştür. En düşük akım değerine ise 3,36 m³/sn ile ocak ayında ulaşılmaktadır. (Tablo 3.9).

Tablo 3.9. Barhal Çayı'nın ortalama akım değerleri (m³/sn)

	Ek	K	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Yıllık
Akım (m ³ /sn)	6,34	5,9	4,42	3,36	3,84	8,38	21,28	35,7	36,9	18,7	7,5	5,8	13,1

Kaynak: EİE akım gözlem yılığı

Şekil 3.20 incelendiğinde akarsuyun akım değerlerinin yaz mevsiminde haziran ayında (36,9 m³/s) en yüksek değerlere ulaştığı görölür. En düşük değer ise ocak ayıdır (3,36 m³/sn). Akım değerlerinin nisan, mayıs, haziran ayında yükselmesi, aynı dönemde yağmur şeklinde düşen yağışların ve eriyen kar sularının akarsu akım değerlerini artırması ile ilişkilidir (Şekil 3.20). Barhal Çayı ortalama akım değerleri incelendiğinde yıl içerisinde bir yükselme ve alçalma gösterir. Dolayısıyla Barhal Çayı basit rejimli bir akarsu olduğı söylenebilir. Ayrıca Biricik (2009)'e göre en düşük ay ve en yüksek ay akım değerleri arasında on kattan fazla fark olduğı için düzensiz rejimli akarsudur.



Şekil 3.20. Barhal Çayı akım diyagramı



Şekil 3.21. Barhal Çayı'ndan bir görünüm

3.3.4. Yeraltı Suyu ve Kaynaklar

Yüzey suları ve kaynak suları ile beslenen Barhal Çayı, topoğrafyanın son derece arızalı görünüm kazanmasına neden olurken bu şartlar altında yerleşim alanlarının kurulmasında ve tarımsal faaliyetleri de sınırlandırmıştır. Havzada yeraltı ve yer üstü suların temiz ve berrak olması nedeniyle içme, kullanma ve sulama suyu problemi yok denecek kadar azdır. Araştırma sahasında genelinde volkanik kayalar yayılım göstermesi, eğimli bir topoğrafyaya sahip olması ve çıplak kayalık alan geniş yer tutmasından dolayı düşen yağış yeraltına sızmadan yüzeysel akışa geçmektedir. Yine de sahanın yüksek kesimleri fazla yağış alması ve sahanın genelinde yayılım gösteren Kaçkar granitoidi'nin çatlaklı yapıda olmasından dolayı yüzeye düşen suların sızma kapasitesi yüksektir. Bu suların bir kısmı da yamaç kaynağı şeklinde yüzeye çıkmaktadır. Yamaç kaynaklarının bol bulunduğu yerler Çatalelma Mahallesi, Çıralı Köyü ve Yenikonak Mahallesi bu tür kaynaklara rastlanmaktadır.

3.3.5. Su Yapıları

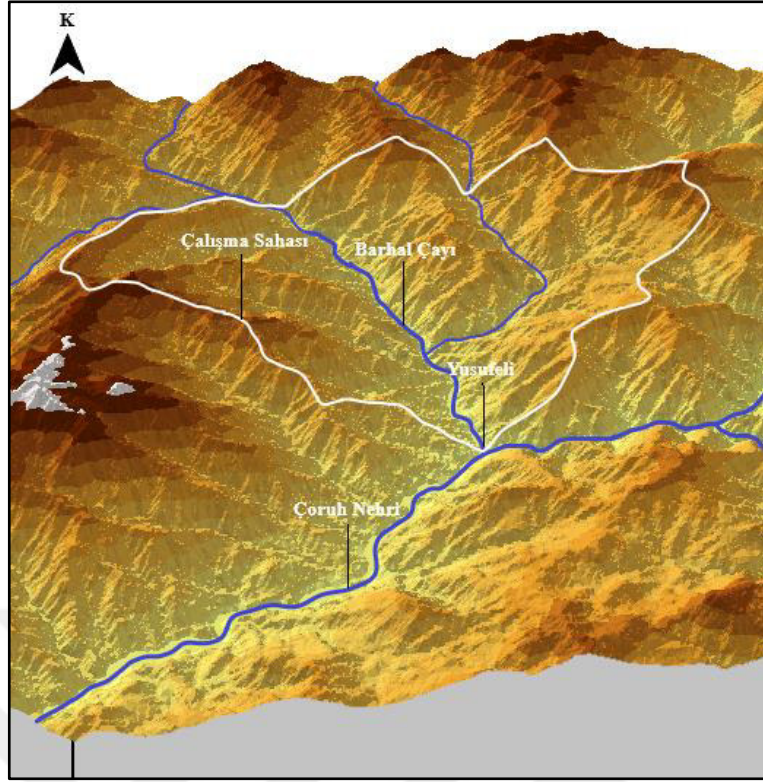
3.3.5.1. Yusufeli Barajı ve HES

Enerjiye duyulan ihtiyaç her geçen gün artarak devam etmektedir. Ülkeler sahip oldukları enerji potansiyellerini sürdürülebilir kullanıma yönlendirmektedir bunların başında da HES projeleri gelmektedir. Ülkemiz, baraj yapımına uygun ve vadiler

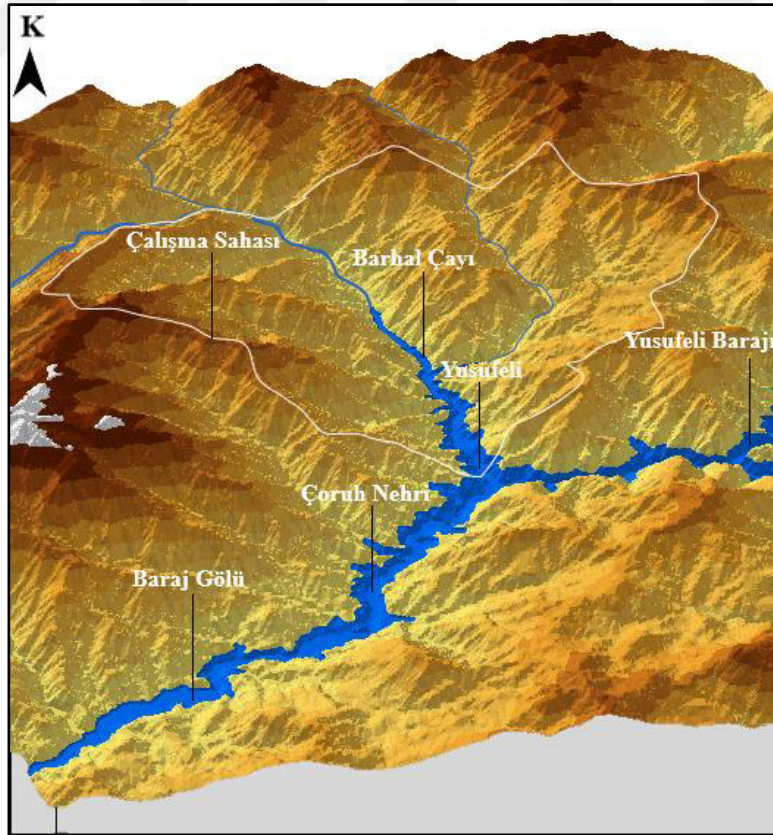
debisi yüksek akarsuların varlığı baraj yapımı açısından oldukça elverişli şartlar oluşturur. Bunlardan biride Doğu Karadeniz Bölümünde bulunan Çoruh Nehri, Mescit Dağlarından doğup yaklaşık 431 km uzunluğa sahip olup Batum'dan Karadeniz'e dökülür. Çoruh Nehri Havzası diğer havzalar içinde var olan bürüt enerji potansiyeline oranla ekonomik anlamda kullanılabilir enerji potansiyeli en yüksek (%45) olan bir havzadır (Sever ve Kalın, 2010). Çoruh Havzası'nın enerji potansiyeli değerlendirmek amacı ile Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) ve Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) ortak çalışmalarıyla 1969 yılında proje tamamlanmıştır. 1982 yılında Çoruh Nehrine ait master planı hazırlanırken, 1986'da fizibilite raporu, 1992'de ise kesin proje hizmetleri araştırmaları tamamlanmıştır (Küçükbaşol, 2015).

Enerji üretim potansiyeli bakımından Türkiye'de 3. sırada yer alan Çoruh Nehri Havzası'nın yapılan araştırmalar sonucu sahip olduğu potansiyel fark edilip havzanın üzerinde 10 adet Baraj ve yan kollar üzerinde 17 adet Baraj ve nehir tipi HES tesisleri ile birlikte toplam 27 adet tesis yapılması planlanmıştır (Sucu ve Dinç, 2008). Yusufeli Barajı ve HES, Çoruh Nehri üzerinde gerçekleştireceği 10 projesinden biridir. Bu projeler, Türkiye'nin toplam enerji üretiminin yaklaşık %8'ini, hidroelektrik santrallerinden elde edilen toplam enerjinin ise yaklaşık %34'ünü oluşturacaktır. Yusufeli Barajı, İlçe merkezine 9 km uzaklıkta ve Çoruh Nehri ile Oltu Çayı birleşiminin 800 m mansabındadır (Sucu ve Dinç, 2008). Yapımına 2013 tarihinde başlanmış olup proje tamamlanması ile toplamda Yusufeli İlçe merkezi ve dört köyün tamamı ile 16 köy kısmen su altında kalacaktır (Encon, 2006b).

Yusufeli Barajı ve HES, tamamlandığında temelden 270 m yüksekliği ile çift eğrili beton kemer kategorisinde Türkiye'nin birinci, dünyanın üçüncü en yüksek barajı olacaktır. Tesisin Türkiye enerji üretimine 540MW'lık (3 x 180 MW) kurulu güç ile katkıda bulunması beklenmektedir. Yüksek kurulu gücü ve yıllık elektrik üretimi (1,705GWs/yıl) ile ülkemiz yıllık enerji ihtiyacının %0.6'sını karşılayacaktır (Küçükbaşol, 2015). Baraj gövdesindeki su seviyesi en yüksek 710 m en düşük 670 m, baraj gölünün yüzey alanı 33 km² olacaktır. Yusufeli Barajı su tuttuktan sonra yaklaşık 4381386 m²'lik su yüzeyi oluşacaktır (Şekil 3.22 ve 3.23), (Encon, 2006b).



Şekil 3.22. Yusufeli Barajı öncesi sahanın blok diyagram görünümü



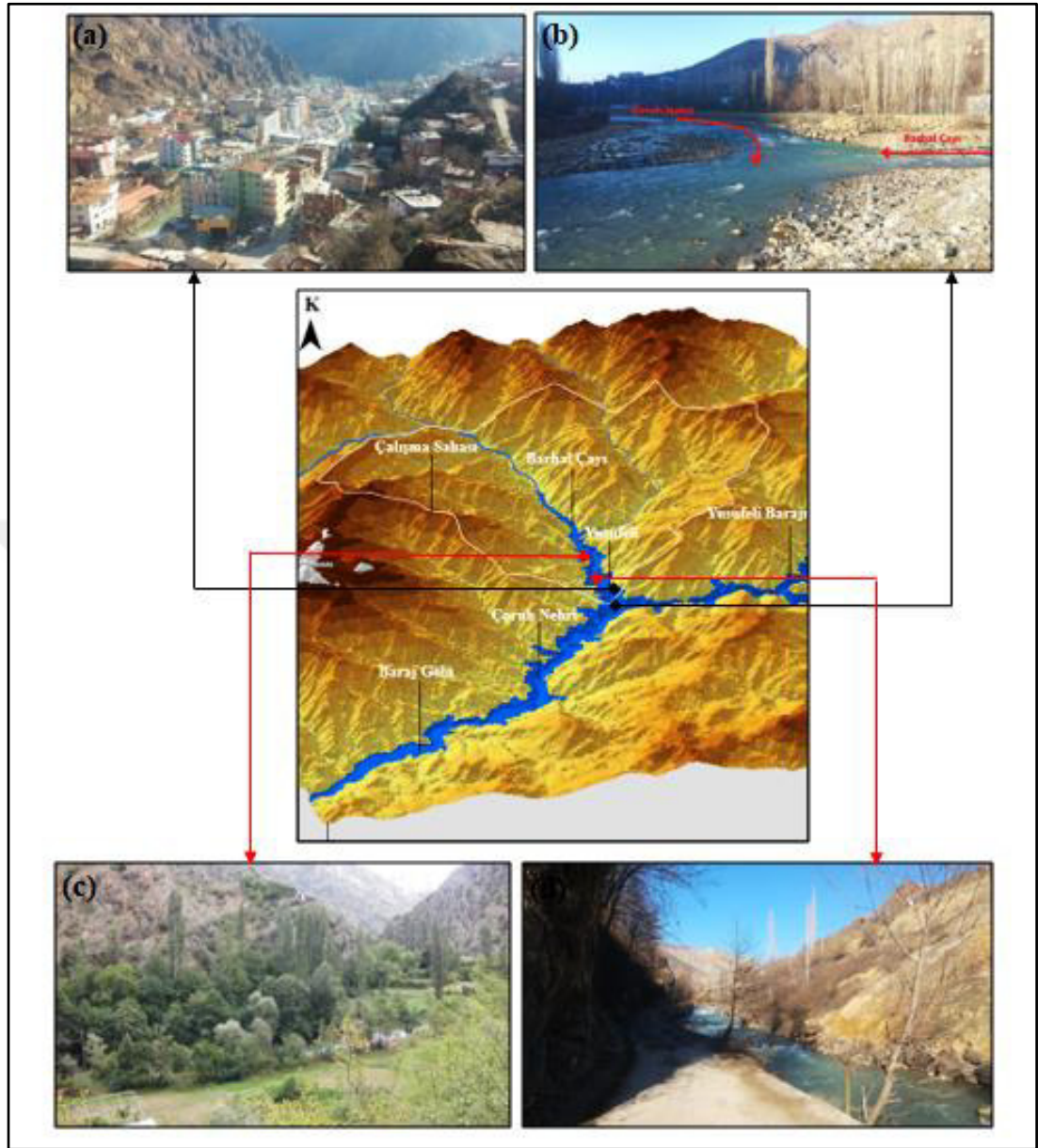
Şekil 3.23. Yusufeli Barajı sonrası oluşacak baraj gölünün blok diyagram görünümü

3.3.5.1.1. Baraj Gölü'nün Havzada Meydana Getireceği Değişiklikler

Araştırma sahasının akarsu şebekesini oluşturan Barhal Çayı, Orta Çoruh havzası enerji projesi içerisinde kalmaktadır (Şekil 3.23). Yusufeli Barajı'nın tamamlanması ile doğal çevre, beşeri faktörler (Nüfus ve yerleşme), ekonomik faaliyetler (tarım, ulaşım, turizm) gibi unsurlar etkilenecektir. Bu değişiklikleri başlıklar halinde tek tek ele alınarak açıklanmaya çalışılmıştır.

3.3.5.1.1.1. Jeomorfoloji Üzerinde Etkileri

Araştırma sahası gerek jeolojik özellikleri gerekse jeomorfolojik özellikleri ile dikkat çeken bir alandır. Barajların gerisinde yapay bir göl oluşur. Bu göl akarsu için yeni bir taban seviyesi anlamına gelmektedir. Bu taban seviyesine göre akarsuların aşındırma ve biriktirme faaliyetlerinde ve erozyon sürecinde değişimler meydana gelir (Sönmez, 2012). Çalışma sahasında akarsuyun mansap tarafında oluşacak baraj gölüne akarsu tarafından taşınan alüvyonlar, sahada görülen şiddetli erozyon ve kütle hareketleri ile baraj gölüne siltasyon dolmasına neden olacak faktörlerin başında gelir. Yusufeli Barajı su tutulmaya başlamasıyla sahada jeomorfolojik birimlerden akarsuyun mansap kısmına yakın V şekilli ve geniş tabanlı vadiler, taraçalar ve akarsuyun ağız kısmına yakın gelişen alüvyonlar sular altında kalacaktır. (Şekil 3.24). Maksimum yüksekliği 710 m olacak olan baraj rezervuarı ile birlikte havzada eğim değerlerinin % 5-10 arasında olan II sınıf tarım arazilerin tamamı sularlar altında kalacaktır. Havzada oluşacak yeni morfoloji ile birlikte baraj gölünün kenarında yamaçların eğim değerli %20-40'dan daha fazla olacaktır. Bu yamaçlarda yeni yapılacak ulaşım yolları, baraj gölünün yamacı aşındırması gibi etkenler ile yamaç dengesinin bozulması sonucu yamaç üzerinde gelişen jeomorfolojik problemler (heyelan, kaya düşmesi, erozyon) üzerinde bir artış olabileceği düşünülebilir.



Şekil 3.24. Yusufeli baraj gölü ile sular altında kalacak alanlar. (a) Yusufeli İlçe merkezin tamamı (b) Barhal Çayı'nın Çoruh Nehri ile birleştiği nokta ve gerisinde oluşan alüvyal topraklar (c) Akarsu boyu gelişen formasyon ve Akdeniz bitki türlerinin de içinde olduğu ağaçlık-çalı formasyonu (d) V şekilli vadiler ve vadi tabanı boyunca sağlanan ulaşım yolları sular altında kalacaktır



Şekil 3.25. Yeni ulaşım yolları yapımında ortaya çıkan hafriyattan görünüm



Şekil 3.26. Sular altında kalacak mevcut ulaşım yolları nedeniyle yeni ulaşım yollarının çalışmaları devam etmektedir

3.3.5.1.1.2. İklim Üzerinde Etkileri

Yusufeli Barajının su rezervuarı içinde kalan çalışma sahası, baraj gölünün çevresinin iklimi üzerinde bazı değişikliklere neden olacağı bunun da ekosistemleri etkileyeceği beklenilebilir. Bununla birlikte baraj göllerinin iklim üzerinde etkisinin çok olmamakla birlikte bazı olumlu ve olumsuz yönde etkiler yaratmaktadır. Sahada nem oranı artması şeklinde ki olumlu etkisiyle ormanlık ve ağaçlık alanların daha fazla gelişeceği beklenebilir (Sever, 2010). Yusufeli barajı büyük bir rezervuar alanına sahip olacaktır. Bu rezervuar alanı kendi başına bölgenin iklimini değiştirmesi beklenmemektedir. Rezervuar alanı sahanın iklimini daha ılıman yapması dolayısıyla rutubetin artması, daha yüksek kış sıcaklık ortalamaları ve daha düşük yaz sıcaklık ortalamaları görülmesi muhtemeldir. Yamaçlarda ki daha soğuk hava ile göl yüzeyinde daha sıcak hava karşılaşması ile özellikle kış aylarında sis ve pus gibi hava olayları görülebilir. (Encon, 2006b).

3.3.5.1.1.3. Hidroloji Üzerinde Etkileri

Barhal Çayı'nın mansap tarafı baraj rezervuarı içinde kalacak olması nedeni ile havzanın hidrolojisinde değişmesi beklenen bazı noktalar vardır. Özellikle akarsuyun Mansap tarafının hidrolojisinin de akarsuyun normal akım ve rejim düzenlerinde değişimler meydana gelecektir. Böylece akarsuyun nehir ekosisteminden bir göl ekosistemine doğru değişim yaşayacaktır. Bu değişim nehir ekosistemine uyum sağlamış canlılar, bitki türleri gibi unsurlar olumlu ve olumsuz yönde etkilenecektir. Akarsular tarafından taşınan sedimanlar kıyı jeomorfolojisi için önemlidir. Baraj yapılmasıyla taşınan sediman miktarı değişecek olması, dolaylı olarak kıyı jeomorfolojisinde etkilemektedir. Sağanak yağışlar, kar erimeleri gibi nedenlerden dolayı akarsu yatağından taşarak taşkın olayları meydana gelir (Özlü, 2012). Havzada zaman zaman meydana gelen taşkın olayları barajdan sonra azalmasına olumlu yönde etki edebilir. Havzada eğim değeri fazla çıplak kayalık alan geniş yer tutmaktadır. Böylece düşen yağış yeraltına sızmadan yüzeysel akışa geçmektedir. Bu nedenle yeraltı su kaynaklarında önemli bir değişiklik olmayacaktır.

3.3.5.1.1.4. Tarım ve Flora Üzerinde Etkileri

Havzada baraj rezervuarında kalacak alanlardan biride tarım arazileri ve teraslar şeklinde oluşturulan bahçelerdir. Çalışma sahasının eğim değerli fazla engebeli bir topoğrafyaya sahip olması nedeniyle tarım arazileri çok sınırlı alanda yayılmış göstermektedir. Bu alanların başında II sınıf araziler olan alüvyal topraklar üzerinde yapılan tarım alanlarıdır (Tablo 3.9). Sular altında kalacak bu alanlar tarım ile uğraşan insanları gelecekte ekonomik anlamda zorlayabilecek bir durumdur. Baraj gölü ile birlikte nemliliğin artması ile yetiştirilen ürünlerin çeşitliliğinde değişiklik gösterilebilir. Havzada yapılan tarım aile geçim tipi şeklinde yapılmaktadır. Barajdan sonra ortam nemliliğin artması, sulama sorunun azalması üretilen ürünlerin çeşitliliğini artırabilir. Rezervuar alanı içinde ormanlık alan bulunmamaktadır. Bununla birlikte Barhal vadisinde mikroklima şartlara uyum sağlamış Akdeniz bitki elemanlarına ait relik türler ve akarsu boyu bitkilerin bir kısmı baraj rezervuarı içinde kalacaktır. Çalışma sahasının sahip olduğu bu zengin biyoçeşitlilik böylece azalmış olacaktır.

Tablo 3.9. Havzada Baraj gölünden etkilenecek yerleşimlerin nehir dışında, 1000 m yüksekliğe kadar toplam alanları ve tarım arazilerin alanları

Yerleşim	Nüfus (kişi)	Toplam Alan	Etkilenen Alan	Toplam Tarım Arazisi	Etkilenen Tarım Arazisi
	2019	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)
Yusufeli İlçesi	7.383	2.319.0	657.4	406.1	117.6
Bostancı	467	483.4	4.2	106.8	2.3
Çıralı	136	614.8	36.5	105.7	10.8
Dereçi	400	344.6	34.3	86.5	19.2
Küplüce	142	373.1	2.8	102.9	1.3
Toplam	8.528	1.818,219	735.2	808	151.2

Kaynak: Encon, 2006b

3.3.5.1.1.5. Sosyo-Kültürel Etkileri

Bir akarsu üzerinde baraj yapımı sırasında önemli mekânsal değişimler meydana gelir. Bunların başında baraj gölü içerisinde kalacak yerlerin boşaltılması, yerleşmelerin kaldırılması ve başka yere taşınması gerekmektedir (Sönmez, 2012). Baraj gölünden Yusufeli İlçe merkezi ve 19 köy etkilenecektir. Bu köylerden 6 tanesinin tamamı sular altında kalırken diğer köylerin arazileri kısmen etkilenecektir. Çalışma sahasında en büyük yerleşme olan Yusufeli İlçesi'nin tamamı sular altında kalacaktır. Böylece daha önce altı kez yer değiştiren ilçe yedinci kez yer değiştirmek zorunda kalacaktır. Yerleşmelerin yer değiştirmesinde birçok sorunu da beraberinde getirmektedir. Bunların başında ekonomi, sosyal ve kültürel sorunlar gelmektedir. Özellikle bölgede yaşayan insanlar için başka bir yere taşınmak adapte olma güçlüğü, daha önce tarımsal üretim yapılan tarım alanlarının kullanılamayacak duruma gelmesi bölgeden göç olaylarını artırabilecek bir durumdur. Barajlar nedeni ile ortaya çıkan göç olgusu köydeki ailelerin parçalanmasına ve akrabaların farklı yerlere yerleşmesine neden olabilmektedir (Şahin, 2000). Barajdan sonra bu durum bölge için geçerli olabilir.

Kurulmakta olan yeni yerleşim yeri, Yansıtıcılar Bölgesi ve Sakut Deresi olarak belirlenmiştir. Yeni yerleşim yeri Yusufeli İlçe merkezinin güneybatısında eski ilçe merkezine yaklaşık 500 m mesafededir. Ayrıca yüksekliği 735 m ile 900 m arasındadır (Bahçalı ve Bay, 2017), (Şekil 3.27). Barajın yapım aşamasında su altında kalan arazinin niteliği ve büyüklüğüne bağlı olarak yapılan kamulaştırma neticesinde arazinin önemi de değişmektedir. Yeni yerleşim yerinde tarım alanı olmaması, ekonomik ve sosyal nedenler göçleri tetiklemektedir. Diğer taraftan bölgede yaşayan insanlar için baraj yapım aşamasında ekonomi anlamda bir gelir kapısı olmuştur. Baraj gölünden rekreasyonel faaliyetler, kafes balıkçılığı, tekne turları gibi faaliyetler yapılarak yararlanılabilir. Böylece hem turizm açısından hem bölge insanı için bir ekonomik anlamda bir fırsat olabilir. Barhal çayında nisan ayından eylül ayına kadar debisinin fazla olduğu zamanlarda kano sporu yapılmaktadır. Bu durum turizm açısından önemlidir (Şekil 3.28). Baraj gölü oluşacak olması nedeniyle kano sporu yapılamayacak duruma gelecektir.



Şekil 3.27. Baraj gölü içinde kalacak olan Yusufeli İlçesi ve yeni İlçe merkezinden bir görünüm
Kaynak: <https://www.yusufeli.bel.tr/>



Şekil 3.28. Barhal Çayında yapılan kano parkurundan bir görünüm

3.4. Toprak Özellikleri

Toprak oluşumunda iklim, ana kaya, jeomorfolojik özellikler, canlılar ve zaman gibi unsurlar rol oynamaktadır. İklim toprak oluşunda rol oynayan en önemli faktördür. Çalışma sahasında iklim özellikleri, arızalı topoğrafyası ve volkanik kayaçların hâkim olduğu jeolojik özellikleri çalışma sahasında farklı toprak gurupların oluşmasına neden olmuştur.

Artvin İl Arazi Varlığı Raporları verileri kullanılarak çalışma sahasına ait toprak haritası ve arazi kullanım kabiliyet sınıfları haritası hazırlanmıştır. Çalışma alanında beş farklı toprak grubu dikkati çekmektedir. Eski toprak sınıflandırma sistemine göre yapılan bu sınıflandırmaya göre çalışma sahasında görülen başlıca büyük toprak grupları şunlardır:

3.4.1. Zonal Topraklar

3.4.1.1. Kahverengi Orman Toprakları

Kahverengi orman toprakları yağış şartlarına buna bağlı olarak bitki örtüsü özelliklerine göre farklılık göstermektedir. Dağlık alanlarda aşınma fazla olduğundan horizon dizilimi AC şeklindedir. Kuzey Anadolu Dağları'nın kuzey yamaçları daha fazla yağışlı olduğundan asit reaksiyonu ve kireçsiz topraklar bulunurken güney yamaçlarda kurakçıl orman örtüsü altından kireçli kahverengi orman toprakları bulunmaktadır (Atalay, 2011). Çalışma sahasında geniş yayılışa sahip olan kahverengi orman toprakları çoğunlukla Jura-Üst Kretase volkanik arazi ve Kaçkar granitoyidi üzerinde gelişmiştir (Şekil 32). Araştırma sahasının büyük bir bölümü bu topraklarla kaplıdır. Yerleşim birimleri büyük bir kısmı bu topraklar üzerinde bulunmaktadır. Bu toprak grubu çalışma alanında genellikle yükselti ve eğim değerlerinin yüksek olduğu alanlarda karışık ve iğne yapraklı orman örtüsü altında yayılış göstermektedir.

3.4.1.2. Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları

Çalışma sahasında yayılışa sahip toprak türü ise kireçsiz kahverengi orman topraklarıdır. Toprak profili içerisinde horizonların dağılımı A-B-C şeklindedir. Bazı durumlarda profil içerisinde B horizonuna rastlanmayabilir (Atalay, 2011). Genellikle geniş yapraklılar ile birlikte sarıçam, ladin gibi iğne yapraklı ormanlar altında gelişmiş topraklardır. Kireçsiz kahverengi orman toprakları genellikle volkanik kayaçlar üzerinde yayılış göstermiştir. Çalışma sahasının içinde görüldüğü yerler Barhal Çayı Vadisi'nin kuzey kesiminde yayılış göstermektedir (Şekil 3.31).

3.4.2. İntrazonal Topraklar

3.4.2.1. Yüksek Dağ Çayır Toprakları

Genel olarak orman üst sınırının yaklaşık 2200 m ve daha yukarı kısımlarındaki sahalarda yer alan bu topraklar, yıl içindeki toprak oluşum süresinin kısa olması nedeniyle profil oluşumu gelişmemiş, çoğu kez A-C horizonlarına sahip olan intrazonal topraklardır. Çoğunlukla sıg ve taşlı olan bu topraklarda, üst toprak koyu kahverengi veya koyu girimsi kahverengi bir yapıda bulunmaktadır. Yüksek dağ çayırların altında gelişen organik madde yönünden zengindir (Koçman, 1984). Çalışma sahasının batısında dar bir alanda yayılış gösterir (Şekil 3.31).

3.4.3. Azonal Topraklar

3.4.3.1. Alüvyal Topraklar

Çalışma sahasında yayılışa sahip toprak türü ise alüvyal topraklardır. Bu toprak grubu eğim değerleri ve yükseltinin nispeten düşük olduğu özellikle İlçe merkezinin güneyinde Çoruh Nehrine karıştığı alan ile Barhal Çayı vadisi boyunca eğimin az olduğu yerlerde yayılış göstermektedir (Şekil 3.29 ve 3.31). Genellikle kil boyutunda malzemelerden oluşan alüvyal topraklar üzerinde taşkın yatağında çakıl boyutunda malzemelerde bulunmaktadır.



Şekil 3.29. Barhal Çayı'nın kenarında taşkın yatağı ve alüvyal saha, Yusufeli İlçe merkezi

3.4.3.2. Kolüvyal Topraklar

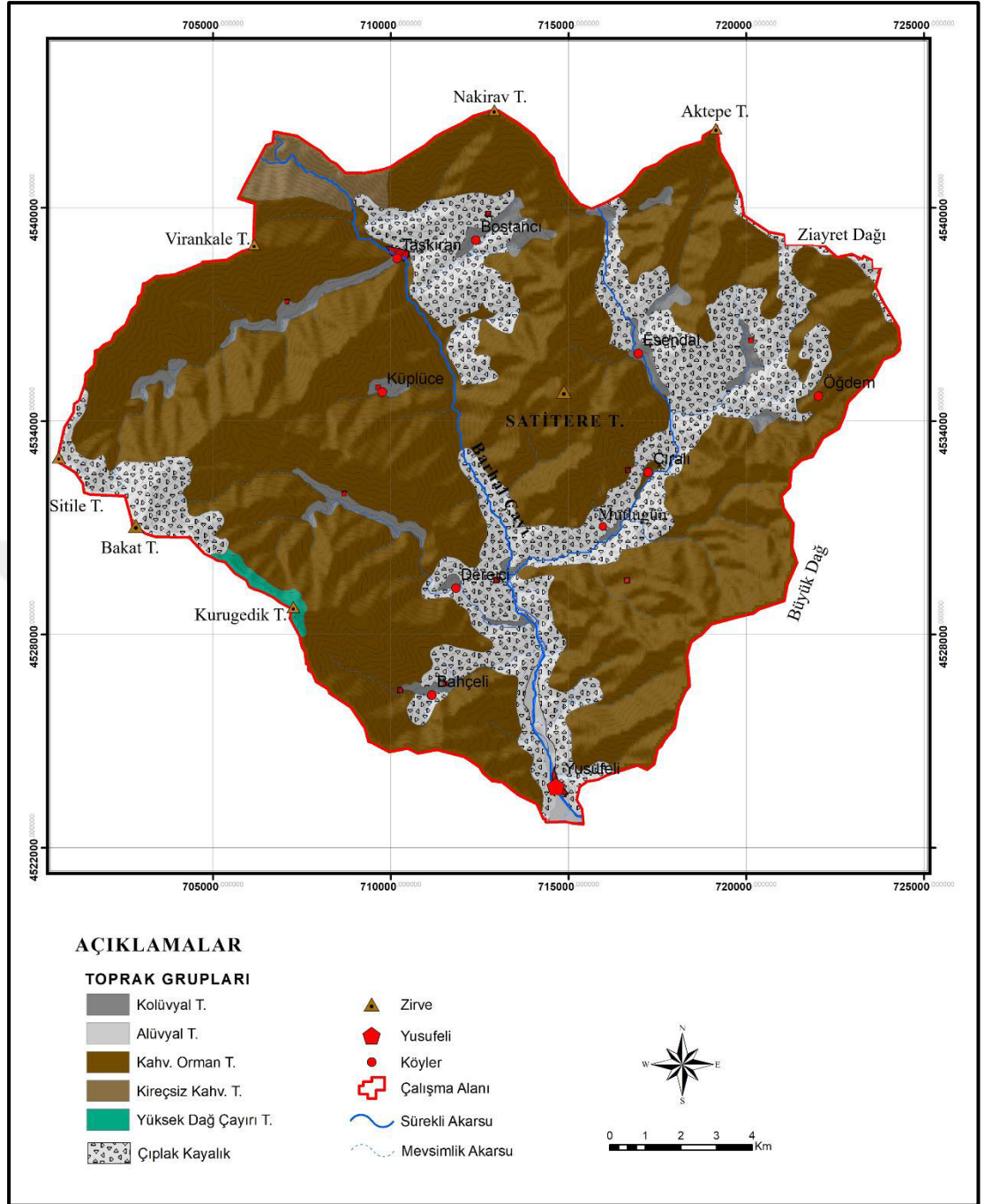
Genellikle bu topraklar eğimli yamaçlar boyunca parçalanmış çeşitli boyuttaki malzemenin (kumlu, taşlı) dağların etek kısmında birikmesi ile oluşur. Sahada dik yamaçların eteklerinde ve vadi ağzlarında bulunmaktadır (Şekil 3.31). Kolüvyal topraklar genç topraklar olup, belirgin bir horizonlaşma göstermemektedirler.

3.4.4. Çıplak Kayalık

Havzada toprak grupları dışında üzerinde toprak bulunmayan ancak sahada önemli bir geniş yayılım alanına sahip olan çıplak kayalık alanlar bulunmaktadır (Şekil 3.30 ve 3.31). Bu alanlar, üzerinde toprak örtüsü bulunmayan, parçalanmamış veya kısmen parçalanmış anakaya ve taşlarla kaplı sahalardır. Genellikle üzerinde bitki örtüsünden yoksundur. (Bayraktar, 2006).



Şekil 3.30. Çıplak kayalık alanlardan bir görünüm, Yusufeli İlçe merkezi



Şekil 3.31. Araştırma sahasının toprak haritası

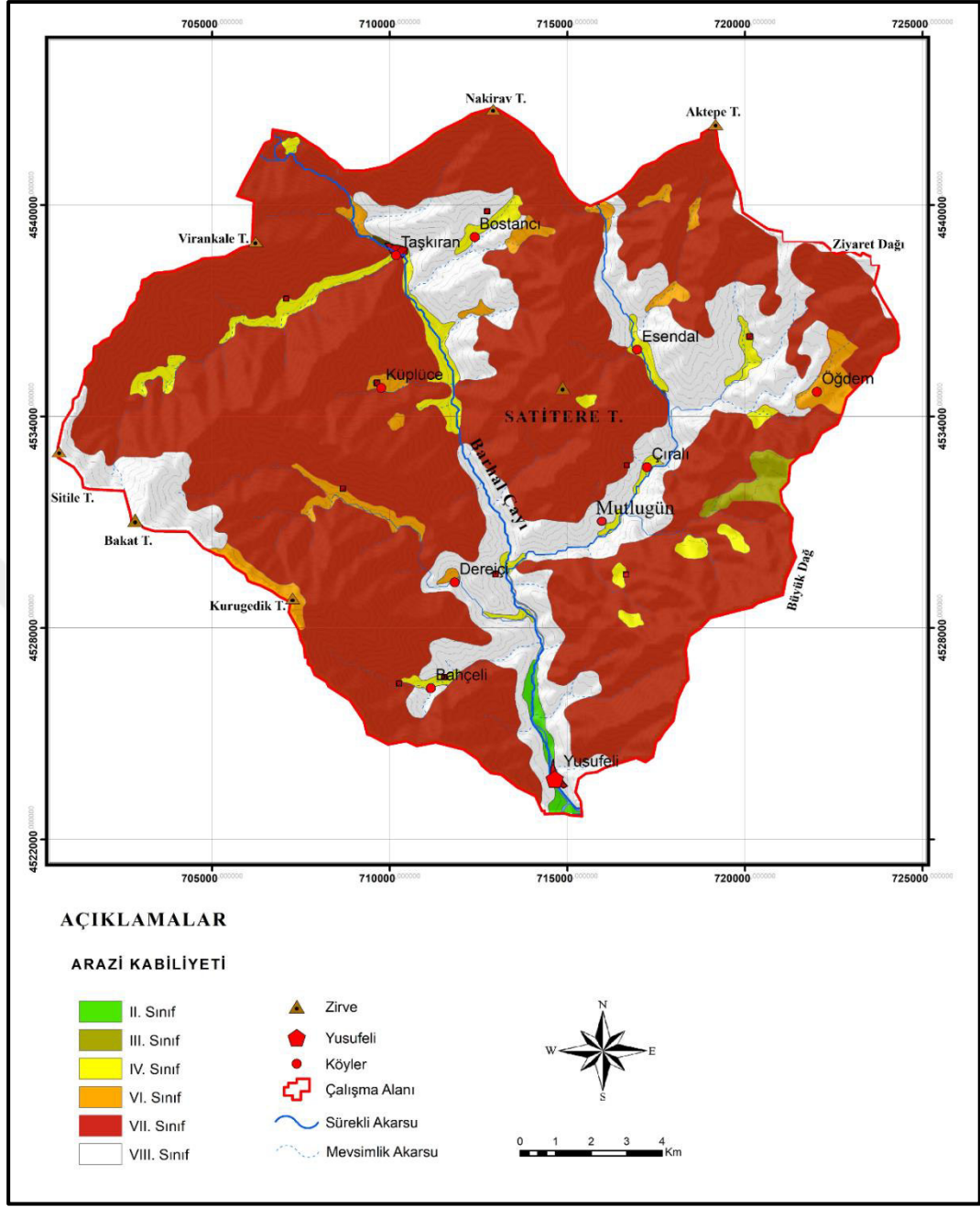
3.4.5. Arazi Kullanım Kabiliyeti

Araştırma sahası toprak kabiliyet sınıfları incelendiğinde 6 arazi kabiliyet sınıfı bulunmaktadır. Harita incelendiğinde çalışma alanında VII. sınıf arazilerin en geniş yayılışa sahip olduğu görülmektedir. Tarımsal değeri olmayan bu sınıf genellikle araştırma sahasının genelinde yayılış göstermiştir (Şekil 3.33).

Araştırma sahasında ikinci en geniş yayılış gösteren VIII. Sınıf arazilerdir. Bu araziler çalışma sahasında ki en verimsiz araziler olup çıplak kayalıklardan oluşmaktadır. (Şekil 3.33). En dar yayılışa sahip olan III. sınıf arazilerdir. Tarımsal anlamda değerli olan II sınıf araziler çalışma sahasının güneyinde dar bir alanda Barhal çayı yatağı boyunca yer almaktadır. Bu arazi sınıfı üzerinde Yusufeli İlçesinde yer almaktadır. IV ve VI. Arazi sınıfları ise çalışma sahasında parçalar halinde yayılış gösterir (Şekil 3.32).



Şekil 3.32. VI sınıf araziler, Öğdem Köyü mevki



Şekil 3.33. Çalışma alanının arazi kullanım kabiliyeti sınıfları dağılımı haritası

3.5. Bitki Örtüsü Özellikleri

Aşağı Barhal Çayı Havzası'nda Bitkilerin yetişme ve dağılışı gibi noktaları üzerinde iklim, relief, anakaya, toprak, insan faaliyetleri gibi faktörler vardır. Bunlar içinde belki de en önemli etken iklim şartlarıdır. Yeryüzünde bitkilerin dağılışında, yetişme şartlarında sıcaklık ve yağış gibi temel iklim elemanları rol oynar. Havzada sıcaklık ve yağış gibi iklim elemanları dikey yönde kısa mesafede değişmesi farklı bitki toplulukları ortaya çıkmıştır. Çalışma sahasının bitki coğrafyası üzerinde rol oynayan diğer faktör yükseltidir. Yükseltiye bağlı olarak sıcaklık azalırken belli yükseltiye kadar da yağış miktarı artmaktadır. Yıllık sıcaklığın 10 °C üstünde olduğu Barhal Çayı vadisi boyunca 1200-1400 metrelere kadar kurakçıl ağaççık-çalı formasyonu, 1200-1500 sıcaklık istediği daha az olan geniş yapraklı türler ile iğne yapraklı türler karışık orman oluşturur. 1500 m üstünde ise kış soğuklarına dayanıklı ladin, sarıçam, köknar gibi iğne yapraklılar hâkim duruma geçmektedir.

Doğu Karadeniz Dağları'nın güney yamaçlarında bulunan sahada yağış miktarı oldukça az olup buna bağlı olarak da kuru orman ve çalı topluluğu gelişmiştir. Çalışma sahası Dünyanın en önemli sıcak noktalarından biri olarak görülen “Kafkasya Ekolojik Bölgesinin” içinde olan Barhal Çayı Vadisi zengin bir biyoçeşitliliğe sahiptir (Surat, vd. 2015). Kuvaterner'de meydana gelen iklim değişikliği bitkilerin dağılışında büyük ölçüde etkilemiştir. Şöyle ki Pleistosen döneminde yaşanan buzul ve buzul arası dönemlerinde farklı iklim şartları oluşturmuştur. Bu şartlara bağlı olarak farklı flora bölgelerine ait bitki türlerinin yayılış alanlarında önemli ölçüde değişikliğe uğramıştır (Atalay, 2011). Bu dönemlerde yaşanan iklim değişmesine bağlı olarak Akdeniz bitki türleri kuzeye doğru ilerlemiştir. Sıcak dönemlerde yetişen bu bitkiler Barhal vadisi gibi vadilerdeki sıcak mikro-klima sayesinde hayatına devam edebilmiştir. Özellikle dere içlerinde ve yamaçlarda tutunabilen bu relik topluluklar bölgede meydana gelmiş olan Paleoklimatik şartlarının etkilerini yansıtmaktadır (Atalay, vd., 1985).

Havzada relief ve iklim koşullarının birbiriyle ilişkili olarak kısa mesafede değişmesi flora çeşitliliğini artırarak birkaç ekosistemin oluşmasını sağlamıştır. Nitekim Barhal vadisi aşağı kesiminde 500-1200 m arasında Akdeniz bitki türleriyle (zeytin) başlayan bitki basamağı; kuru orman-çalı (meşe, ardıç), geniş yapraklı orman (kayın, gürgen, kestane), iğne yapraklı orman (ladin, göknar, sarıçam) ve alpin çayır vejetasyonu olmak üzere beş kat meydana gelmiştir (Kurt ve Balkız, 2011).

Araştırma sahası bitki coğrafyası yönünden Avrupa-Sibirya flora bölgesi içinde Kolşik flora bölümü içerisinde yer almaktadır. Çalışma sahasının doğal bitki örtüsü bu çalışmada orman, çalı ve ot formasyonu olmak üzere üç bölümde ele alınmıştır.

3.5.1. Orman Formasyonu

1000–1400 metre yükseltiler arasında çoğunlukla geniş yapraklı ormanlar yaygındır. Bu ormanların üst kesimlerine doğru araya iğne yapraklı ağaçların da girmesiyle karışık orman toplulukları dikkati çeker. 1500–2000 metrelerde ise doğu ladininin (*Picea orientalis*) hâkim olduğu iğne yapraklı ormanlar geniş yayılım gösterir (Şekil 3.34). Geniş yapraklı orman kuşağında, Doğu gürgeni (*Carpinus orientalis*), doğu kayını (*Fagus orientalis*) Anadolu kestanesi (*Castanea sativa*), titrek kavak (*Populus tremula*), sapsız meşe (*Quercus petraea subsp. iberica*), kızılâğaç (*Alnus glutinosa*), Dağ karaağaç (*Ulmus globra*) çınar yapraklı akçaağaç (*Acer platanoides*) gibi türler yaygındır. Bu formasyon içinde iğne yapraklı ağaç ve çalılara da rastlanır. Bunların en önemlileri doğu ladini (*Picea orientalis*), sarıçam (*Pinus sylvestris*), katran ağacı (*Juniperus oxycedrus*) ve yüksek ardıçtır (*Juniperus excelsa*) (Kurt ve Balkız, 2011).

İkinci kuşata ise kayın, gürgen, yayvan yapraklı ağaçların arasına iğne yapraklı türler karışır. Karışık toplulukların yukarısında 1500 metrelerden itibaren orman örtüsünün hâkim elemanı, yayılım alanı Doğu Karadeniz ile sınırlı olan doğu ladini (*Picea orientalis*)’dir (Şekil 3.36). Bunun yanında, Doğu Karadeniz göknarı (*Abies nordmanniana*) ve sarıçam (*Pinus sylvestris*) (Şekil 3.35) saf ve karışık topluluklar halinde yayılım gösterir (Kurt ve Balkız, 2011).



Şekil 3.34. Çalışma sahasının doğusunda Öğdem Köyü çevresinde sarıçam ormanları



Şekil 3.36. Doğu ladini (*Picea orientalis*)



Şekil 3.35. Sarıçam (*Pinus sylvestris*)

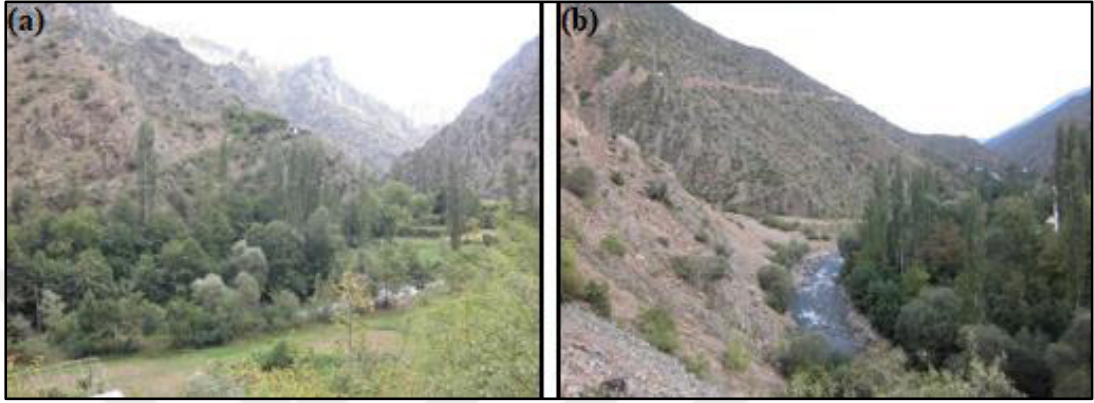
3.5.2. Ağaççık-Çalı Formasyonu

Daha öncede belirttiğimiz gibi Aşağı Barhal Çayı Havzasında sınırlı bir alanda Akdeniz fitocoğrafya bölgesine ait bitki türleri yayılımı göstermektedir. (Şekil 3.37). Sahada Yaklaşık olarak 550–1.400 metre arasında yayılımı gösteren bu vejetasyon tipi genellikle dik eğimli vadi yamaçlarında görülmektedir. Vadi tabanlarında çalı ve dere formasyonu, yamaçlarda ise kuru ormanı teşkil eden ardıç ve meşe türleri hâkim elemanlar olarak görülmektedir. Yağış miktarının az oluşuyla ilgili olarak vadi yamaçlarında bodur ağaççıklar şeklinde olan bu türler, yağış miktarının nispeten arttığı 1200 m yüksekliklerden itibaren 4-5 m boyuna kadar ulaşmaktadır (Tıraş, 1994). Bu kısımlarda yayılımı gösteren başlıca ağaççık ve çalı türleri katran ardıcı (*Juniperus oxycedrus subsp. oxycedrus*), pamuklu sumak (*Cotinus coggyria*), zeytin (*Olea europaea* L.), incir (*Ficus carica*), karaçalı (*Paliurus spina-christi*), sumak (*Rhus coriaria*), hum (*Ephedra major*), sarı çiçekli yasemin (*Jasminum fruticans*), yaban gülü (*Rosa canina*) gibi türlere rastlanır (Kurt ve Balkız, 2011).



Şekil 3.37. Bahçeli Köyü yakınlarında Barhal Çayı vadisinde yetişen Akdeniz bitki elemanı olan Zeytin (*Olea Eurolara* L.)

Çalışma sahasında Barhal Çayı ve besleyen kolların yatağında Söğüt (*Salix alba*), Kızılağaç (*Alnus glutinosa*), Kavak (*Populus Sp*) türlerinin baskın olduğu bir dere vejetasyonu vardır (Şekil 3.38). Dere yatağı derin bir vadiye sıkıştığından, her iki yamaçta eğimi çok fazla olan bu yamaçlarda ve vadi tabanında çalı formasyonları ile yüksek rakımlarda yer yer saf, yer yer ise karışık iğne yapraklı ağaç toplulukları mevcuttur.



Şekil 3.38. (a) Kızılağaç (*Alnus glutinosa*), Söğüt (*Salix alba*), Kavak, (*Populus Sp.*) (b) Barhal çayı vadisi boyunca gelişen dere vejetasyonu, Taşkiran Köyü mevki

3.5.3. Apin çayır vejetasyonu

Çalışma sahasında genellikle 2.200-2400 m orman üst sınırından sonra Alpin çayır vejetasyonu hâkim vejetasyon durumuna geçer. Bu vejetasyon içinde yayılış gösteren türler; yumak otu (*Festuca woronowii woronowii*), dağ çimi (*Poa alpina*) ak üçgül (*Trifolium repens var. repens*), üçgül (*Trifolium rytidosemium var. rytidosemium*), kırmızı aslanpençesi (*Alchemilla erythropoda*), bataklık yaban mersini (*Vaccinium uliginosum*), geven (*Astragalus frickii*), boz otu (*Marrubium astracanicum*), beşparmak otu (*Potentilla humifusa*), yavşan otu (*Veronica gentianoides*), Karadeniz kekiği (*Thymus praecox*), büyük çobanpüskülü (*Polygala majör*)dür (Kurt ve Balkız, 2011).

4. JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLER

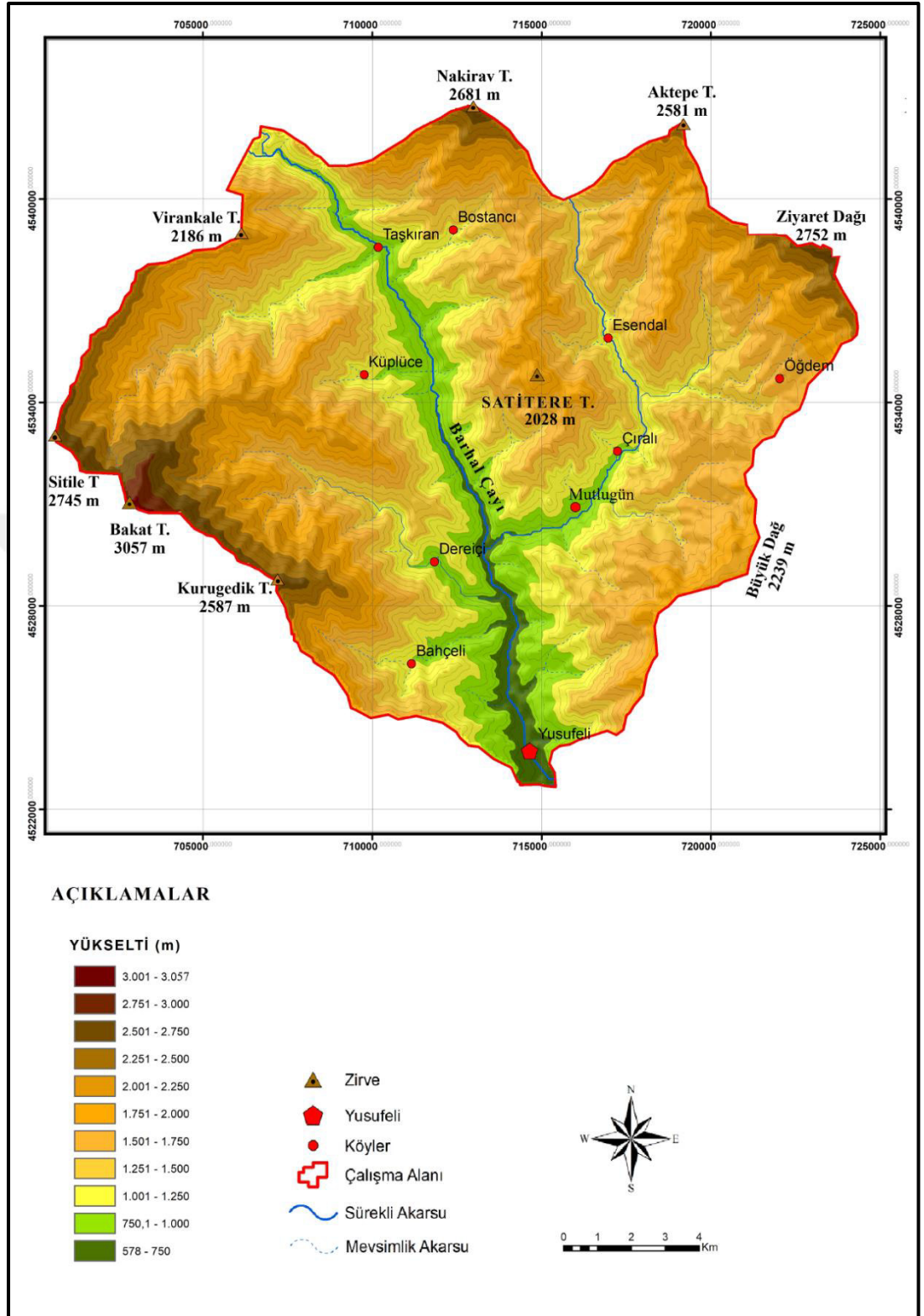
Bu bölümde, Aşağı Barhal Çayı havzasının jeomorfolojik özelliklerini; jeomorfolojik özellikleri gösteren topoğrafik analizler, ana jeomorfolojik birimleri ve bu birimlerin oluşum ve gelişimi ele alınacaktır.

4.1. Araştırma Sahasının Morfometrik Özellikleri

Çalışma sahasının jeomorfolojik özellikleri tespit edilirken arazi çalışmalarından ve topoğrafya haritalarından elde edilen verilerden faydalanılmıştır. Bu amaçla sahanın 1/25000 ölçekli topoğrafya haritalarından elde edilen DEM verisinden faydalanılmıştır. DEM görüntüsü işlenerek sahanın yükseklik basamakları haritası oluşturulmuş, eğim, bakı, vadi yoğunluğu ve profil analizleri yapılarak haritalanmıştır.

4.1.1. Yükselti

Çalışma sahası ana hatları ile kuzey-güney doğrultusunda uzanmaktadır ve 284 km² yüz ölçüme sahiptir. Çalışma alanı Kuzey Anadolu Dağ kuşağı üzerinde yer alması dolayısıyla 2000 m'yi aşan zirveleri ile kendini göstermektedir. Kurugedik T. (2587 m), Satitere T. (2028 m), Bakat T. (3057 m), Sitile T. (2745 m), Virankale T. (2186 m), Nakirav T. (2681 m), Aktepe (2531 m), Sitile T. (2028 m), Ziyaret Dağı (2752 m), Büyük Dağ (2239 m) zirve noktalarını oluşturur. Yükseklikler Barhal Çayı'nın Çoruh nehriyle birleştiği yerden iç kesimlere doğru kademeli bir şekilde artmaktadır (Şekil 4.1). Çalışma sahasının en yüksek noktasını Bakat Tepe (3057 m) oluşturmaktadır. Çalışma sahasında Barhal Çayı tarafından arazinin derin bir biçimde parçalanmasından dolayı 550 m irtifalara kadar arazi kodunun düşmesine neden olmuştur. Genellikle bu sahalar vadi tabanları olup güneyde 550 metrelerde başlayan alçak kesimler kuzeye doğru Barhal vadisi boyunca 1200-1300 m'lere kadar çıkmaktadır. Sahanın yükseklik değerleri ve yüksekliklere karşılık gelen alanlar ArcGIS 10.5 programı ile değerlendirilerek sahanın ortalama yüksekliği tespit edilmiştir. Buna göre sahanın ortalama yüksekliği 1652 m'dir.



Şekil 4.1. Çalışma sahasının yükseklik basamakları haritası

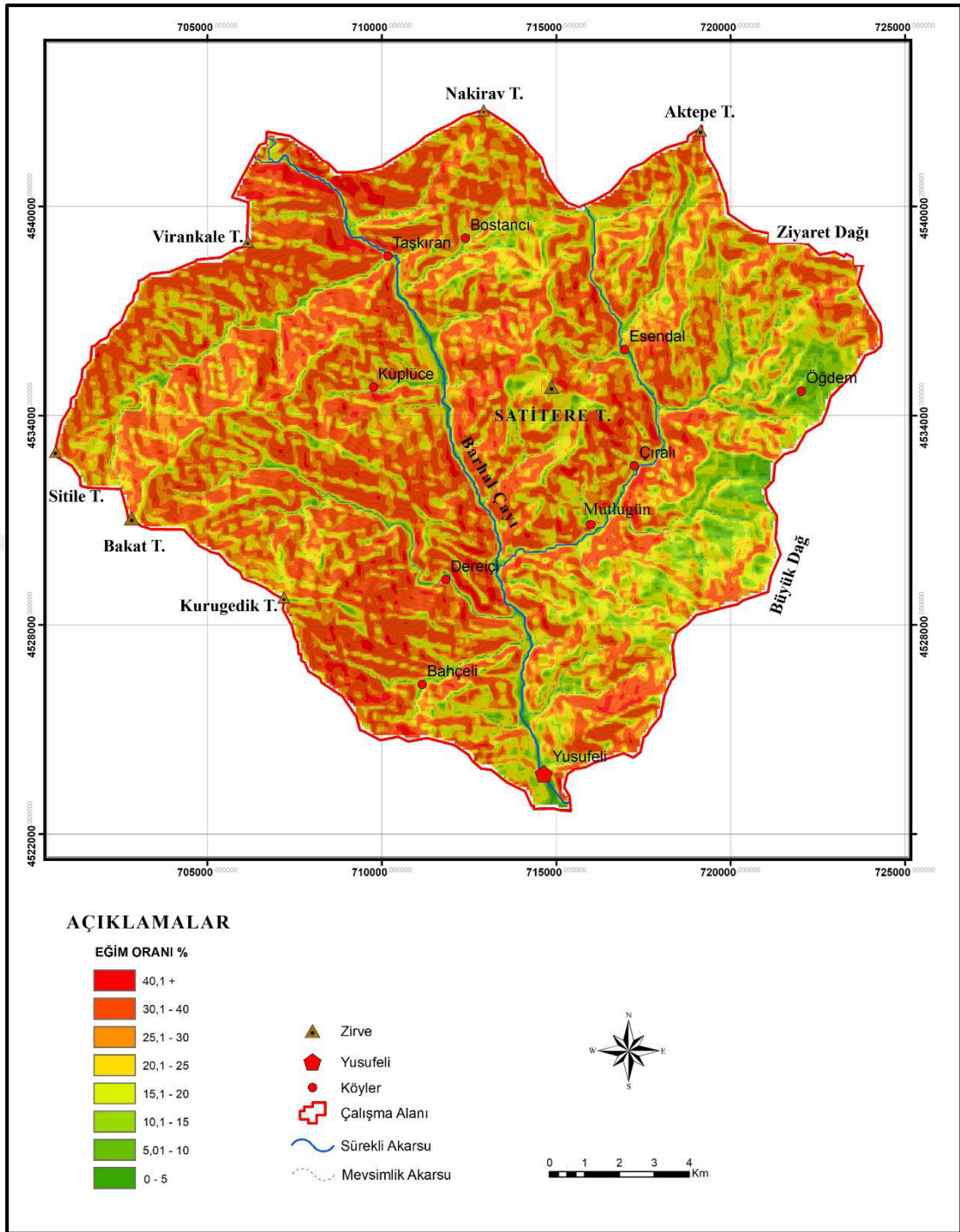
4.1.2. Eğim Analizleri

Çalışma sahası akarsular tarafından derince parçalanmış yüksek eğim değerlerindeki yamaçlara sahip bir akarsu havzasıdır. Havzaya ait eğim özellikleri 8 eğim grubunda sınıflandırılmıştır. Çalışma sahasının genelinde eğim değerleri yüksek olduğu görülmektedir. Yükselti arttıkça topoğrafyanın eğimi artmaktadır. Eğim değerleri sahanın doğusunda Öğdem Köyü çevresinde plato yüzeyi ile havzanın güneyinde Yusufeli İlçesi çevresinde azdır. Burada eğim değeri %5 ile %20 arasında değişmektedir. Çalışma alanında kısa mesafelerde nispi yükseltide büyük farklılıklar meydana gelmektedir. Eğimin en yüksek değerlere ulaştığı alanlar geniş alan kaplamaktadır. Özellikle Büyük Dere ve Salavat Dere vadileri boyunca eğim değerleri yüksektir. Bu alanlarda eğim değerleri % 40'ın üzerine çıkmaktadır (Şekil 4.2).

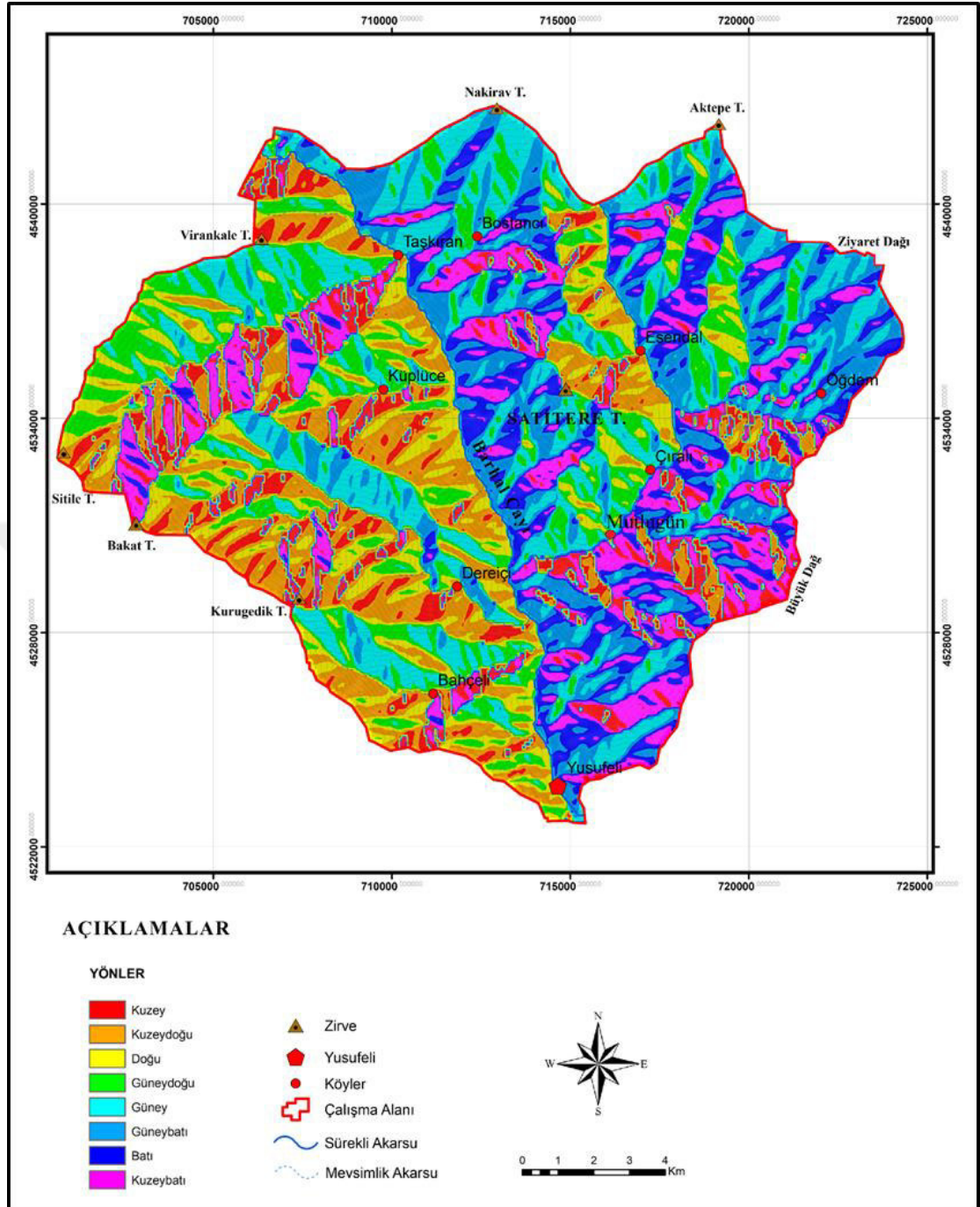
4.1.3. Bakı Analizleri

Çalışma alanında eğim değerlerinin arttığı alanlarda bakı şartları kısa mesafelerde değişir. Eğimin azaldığı alanlarda ise daha sade bir görünüm söz konusudur. Çalışma sahası Karadeniz kıyı dağlarının güneye bakan alanında yer almaktadır. Bu sebeple sahada bakı sınıfları arasında en geniş alanı güneye bakan alanlar oluşturmaktadır

Çalışma alanında topoğrafyanın akarsular tarafından parçalanmış olması nedeni ile bakı kısa mesafede değişmektedir (Şekil 4.3). Barhal ana kolunun sağ sahili boyunca doğu, güneydoğu ve kuzeydoğuya bakan alanlar önemli yer kaplamaktadır. Aynı şekilde ana akarsuyun sol sahili boyunca da güney, güneybatı, batıya bakan alanlar hâkimdir.



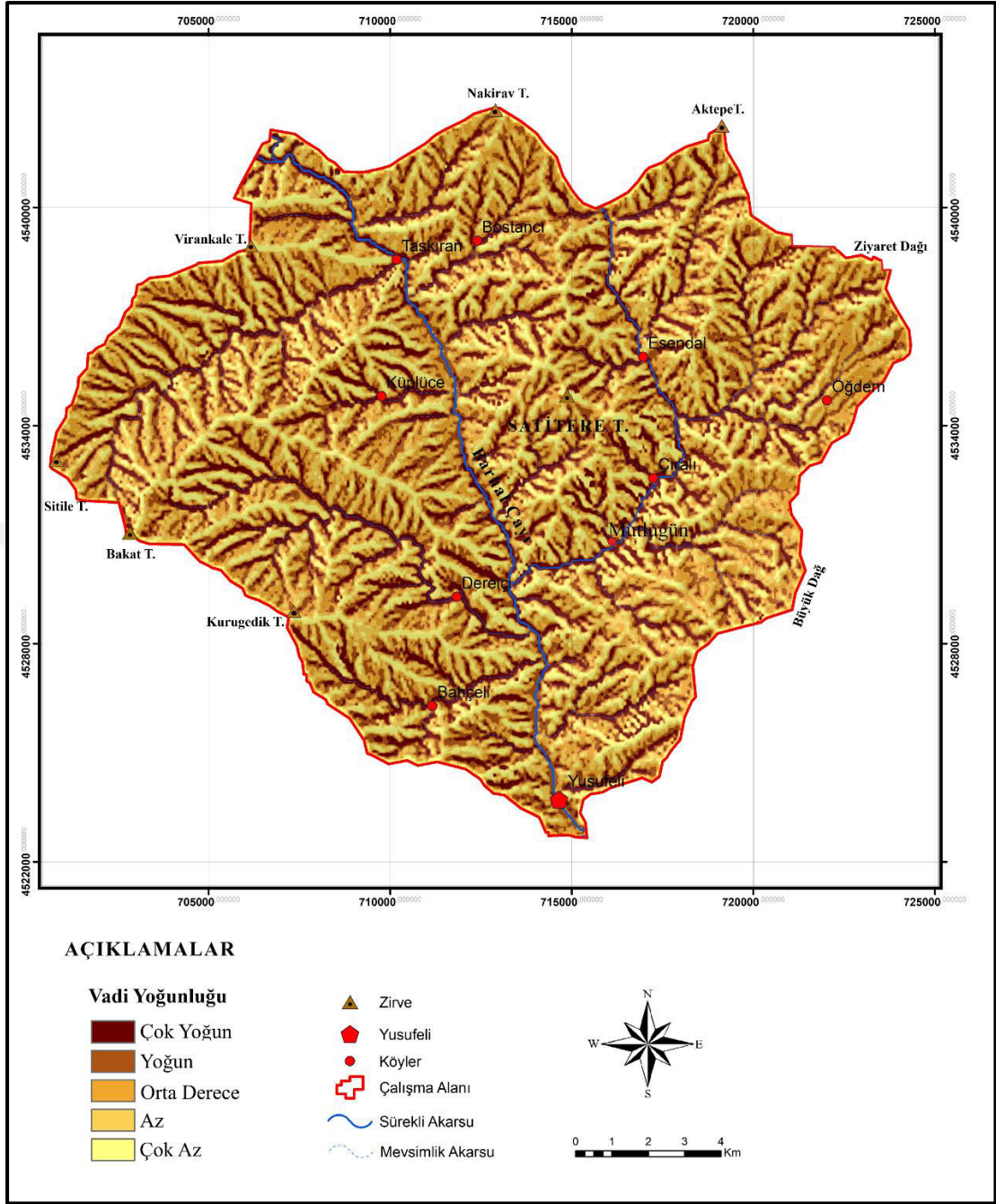
Şekil 4.2. Çalışma alanının eğim haritası



Şekil 4.3. Çalışma sahasının bakı haritası

4.1.4. Vadi Yoğunluğu Analizi

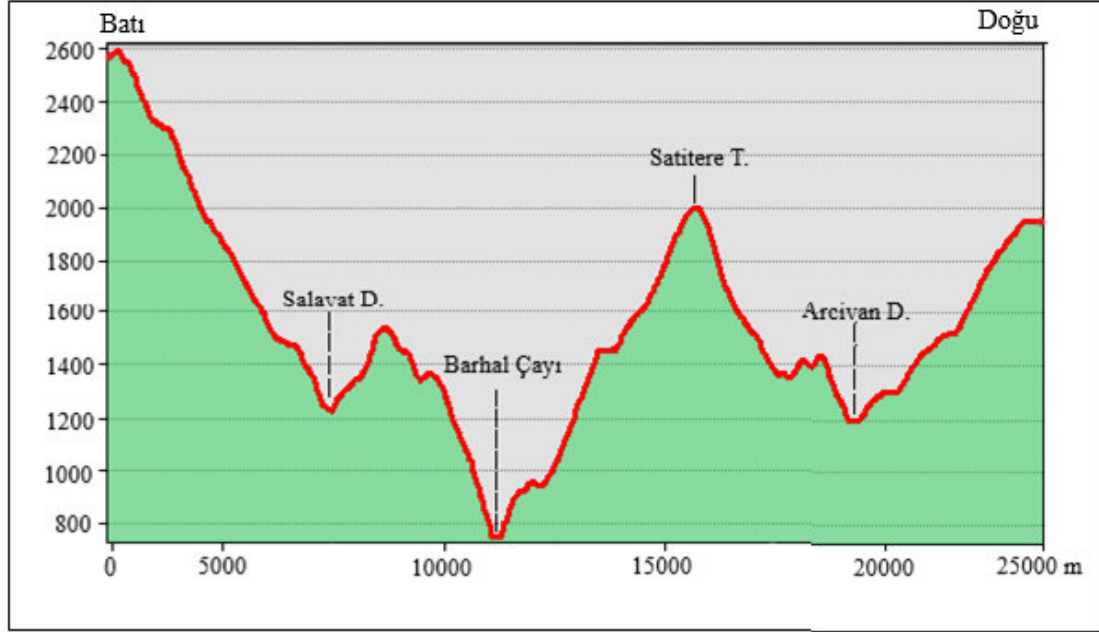
Vadi yoğunluğu flüvyal süreçlerle oluşan şekillerin açıklanması açısından gereklidir. Vadi yoğunluk analizi birim alana karşılık gelen vadi uzunluğuna göre yapılır (Yıldırım ve Karadoğan, 2009). Araştırma sahası haritası 1cm²'lik alanlara bölünmüş ve km²'ye düşen akarsu kol sayısı belirlenerek vadi yoğunluğu tespit edilmiştir. Başka bir ifade ile parçalanmanın maksimum ve minimum olduğu alanlar belirlenmiştir. Havzanın genelinde yoğun akarsu gelişimi ve aşındırması sonucu önemli ölçüde parçalanmıştır. Vadi yoğunluğu eğim, relief, litoloji gibi nedenlerle her yerde aynı değildir. Alanın bazı yerleri düşük yoğunluk değerleri gösterirken, bazı yerleri yüksek yoğunluk değerleri göstermektedir. Vadi yoğunluğu Barhal Çayı ve kolları boyunca yoğunluk yüksektir (Şekil 4.4).



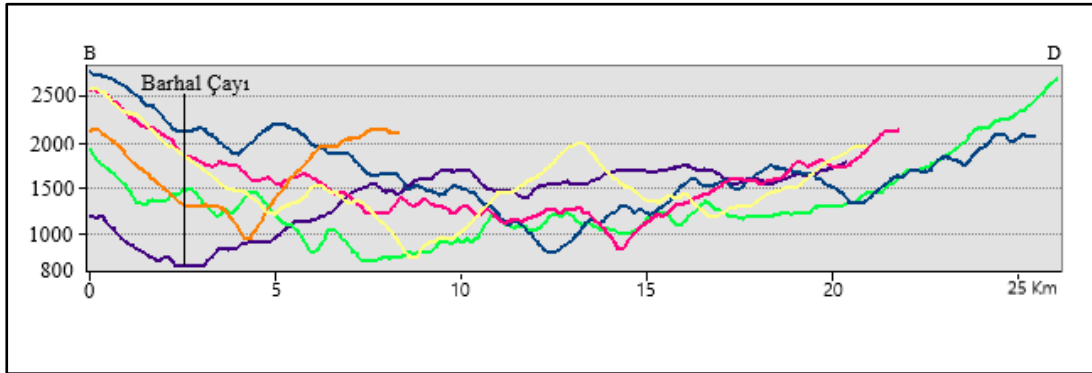
Şekil 4.4. Barhal Çayı vadi yoğunluk haritası

4.1.5. Profil Analizleri

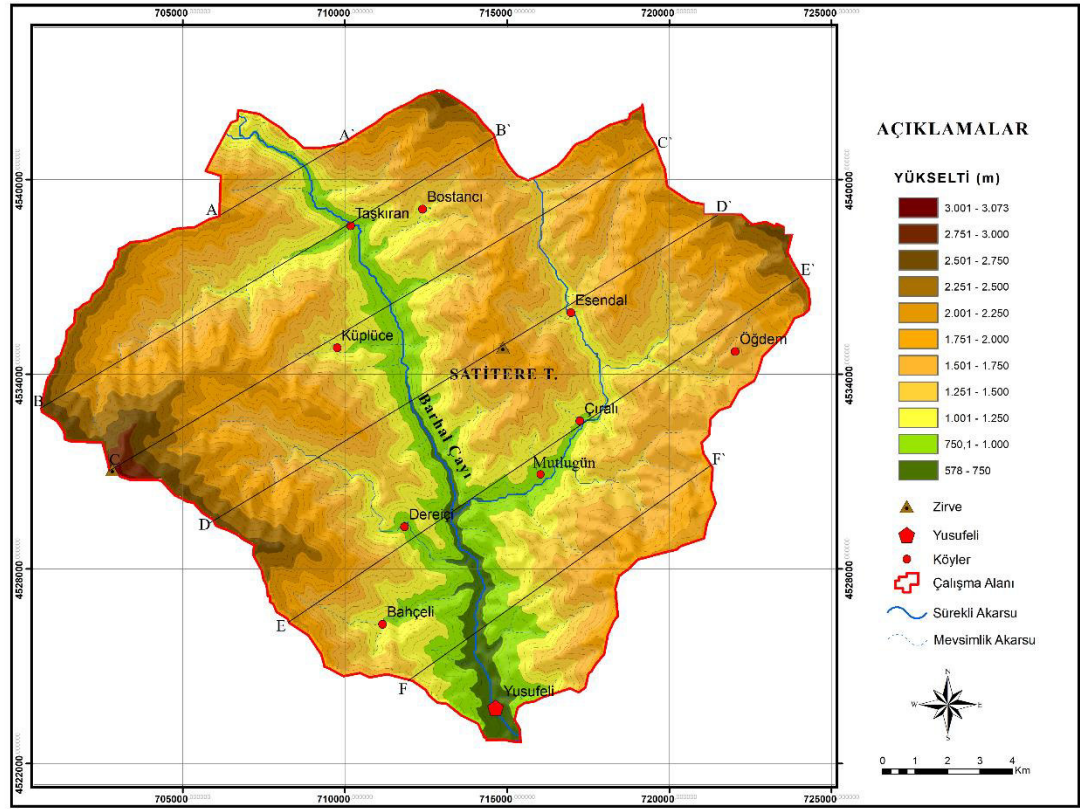
Profil hattının inişli çıkışlı görünümde olması sahanın akarsular tarafından parçalandığını ve topoğrafyanın arızalı olduğunu gösterir. Çalışma sahasının morfolojik görünümünü ortaya koymak için sahaya ait GB-KD yönlü enine profiller çıkarılmıştır. (Şekil 4.7). Bu profiller daha sonra üst üste çakıştırılarak sahanın süperimpoze profili elde edilmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.5. Araştırma sahasının B-D doğrultusundaki profil eksenleri (D-D')



Şekil 4.6. Çalışma sahasının enine süperimpoze profili



Şekil 4.7. Araştırma sahasından alınan profil eksenleri

Çalışma sahasının çıkartılan enine profillerin de dikkat çeken en önemli nokta sahanın akarsu faaliyetleri ile fazlaca parçalandığıdır. Enine profiller incelendiğinde topoğrafyanın genel olarak keskin sırtlar ve vadilerden ibaret olduğunu Barhal Çayı yatağını 800 m derine kadar yardığı görülmektedir. (Şekil 4.5)

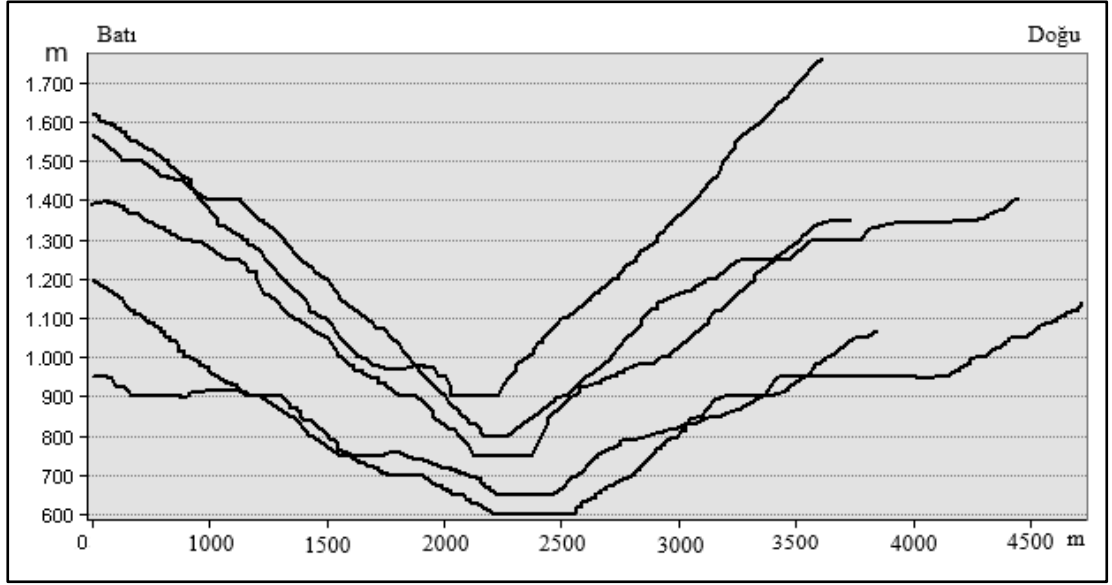
Çalışma alanında GB-KD doğrultusunda altı farklı noktadan alınan profiller üst üste çakıştırılarak süperimpoze profil oluşturulmuştur. Enine profil incelendiğinde batıdan doğuya doğru yükselti azalmakta olup sahanın doğusunda platoluk alanların var olduğu görülmektedir. Bu alanlar aşınım düzlüklerinden oluşan plato yüzeyine karşılık gelmektedir. Dağlık alanlar sık aralıklarla V şekilli vadiler tarafından yarıldığı görülmektedir (Şekil 4.6).

4.1.5.1. Vadi Profil Analizleri

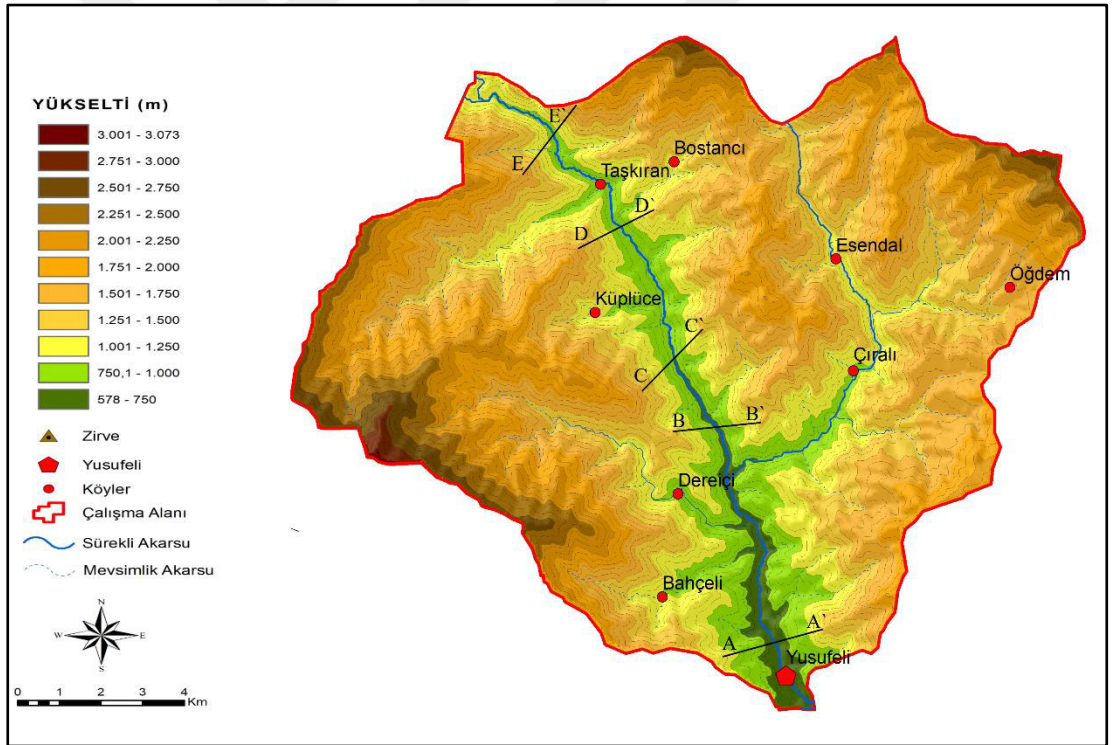
Akarsu vadileri boyunca vadinin uzanışına dik alınacak enine profiller, vadi yamaçlarındaki eğim şartları, taraçalar gibi birçok topoğrafik özelliğin açıklanmasında önemlidir. Barhal Çayı jeomorfolojik gelişimi hakkında detaylı bilgi edinebilmek amacıyla ana kol üzerinde vadi profilleri çıkarılmıştır (Şekil 4.8 ve 4.9). Bu amaçla özellikle taraçaların ve yataktaki eğim değişikliklerin tespit etmek amacı ile vadiyi enine kesen profiller alınmıştır. Sahada alınan 5 adet profilin karşılaştırılması ile vadi süperimpoze profilleri oluşturulmuştur (Şekil 4.8). Bu profiller alınırken sahada akarsu taraçalarını ve vadi yamaçların eğim değişikliklerini izleyebilmek için bu doğrultuda profiller alınmıştır. Akarsuyun ağız kısmından kaynağına doğru alınan süperimpoze profil incelendiğinde Barhal Çayı yatağında kademeli düzlüklerin olduğu görülmüştür. Bu düzlükler akarsu taraçalarına karşılık gelmektedir. Yine vadi yamaçların kaynağına doğru gittikçe dikleştiği, vadi tabanının ise daraldığı görülmektedir.

Profillerde, dikkat çeken önemli sonuçlardan biri vadide gömülmeni 800 m'leri bulabilmektedir (Şekil 4.8). Bu durumu ortaya çıkaran temel faktör, meydana gelen tektonik gençleşme hareketleri ile akarsuyun yatağına gömülmesidir.

Barhal Çayı Havzası çentik vadi özelliği taşıması sebebiyle vadi tabanı dardır. Vadi tabanının havza içerisinde en geniş olduğu alan Barhal Çayı'nın Çoruh Nehri ile buluştuğu mansap kısmıdır. Barhal Çayı vadisi boyunca güneyden kuzeye doğru vadi tabanı iyice daralarak dik yamaçlar arasında kalır (Şekil 4.8).



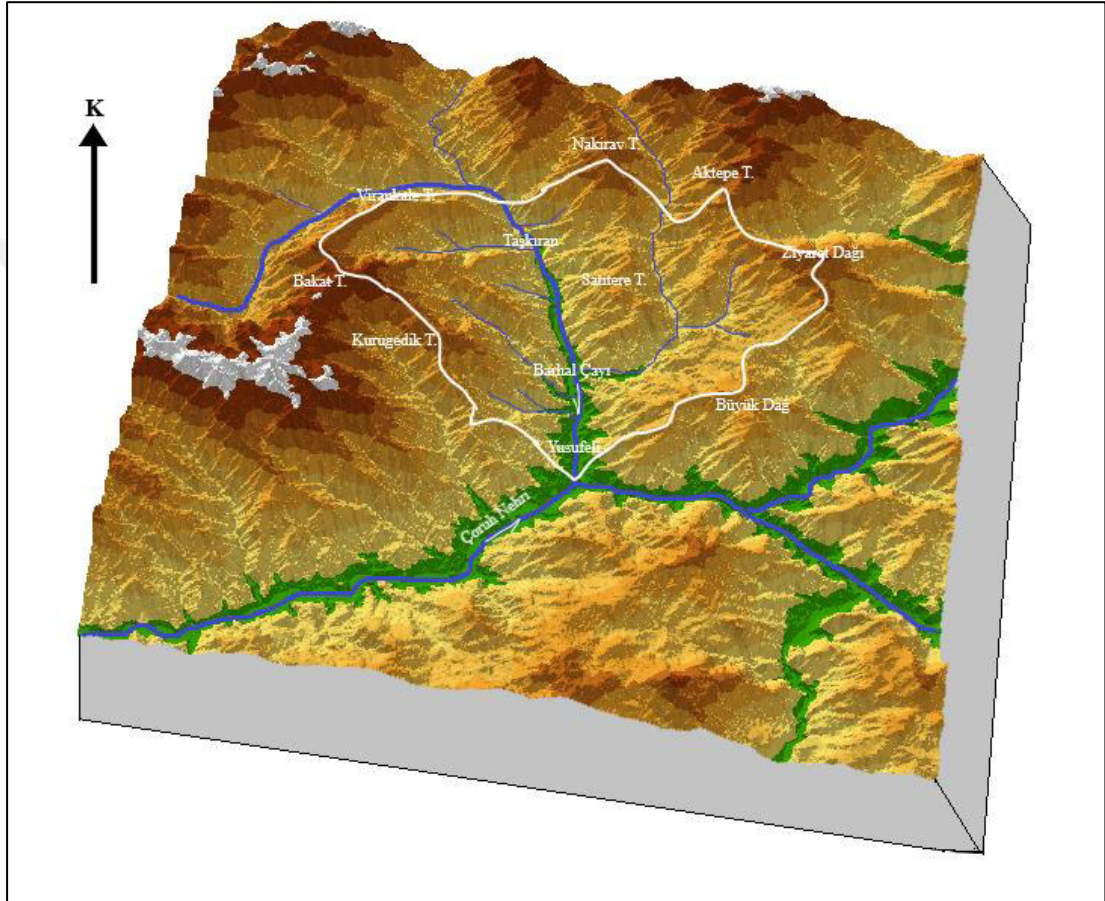
Şekil 4.8. Barhal Çayı ana kolu boyunca ağızdan kaynağa doğru vadi profilleri



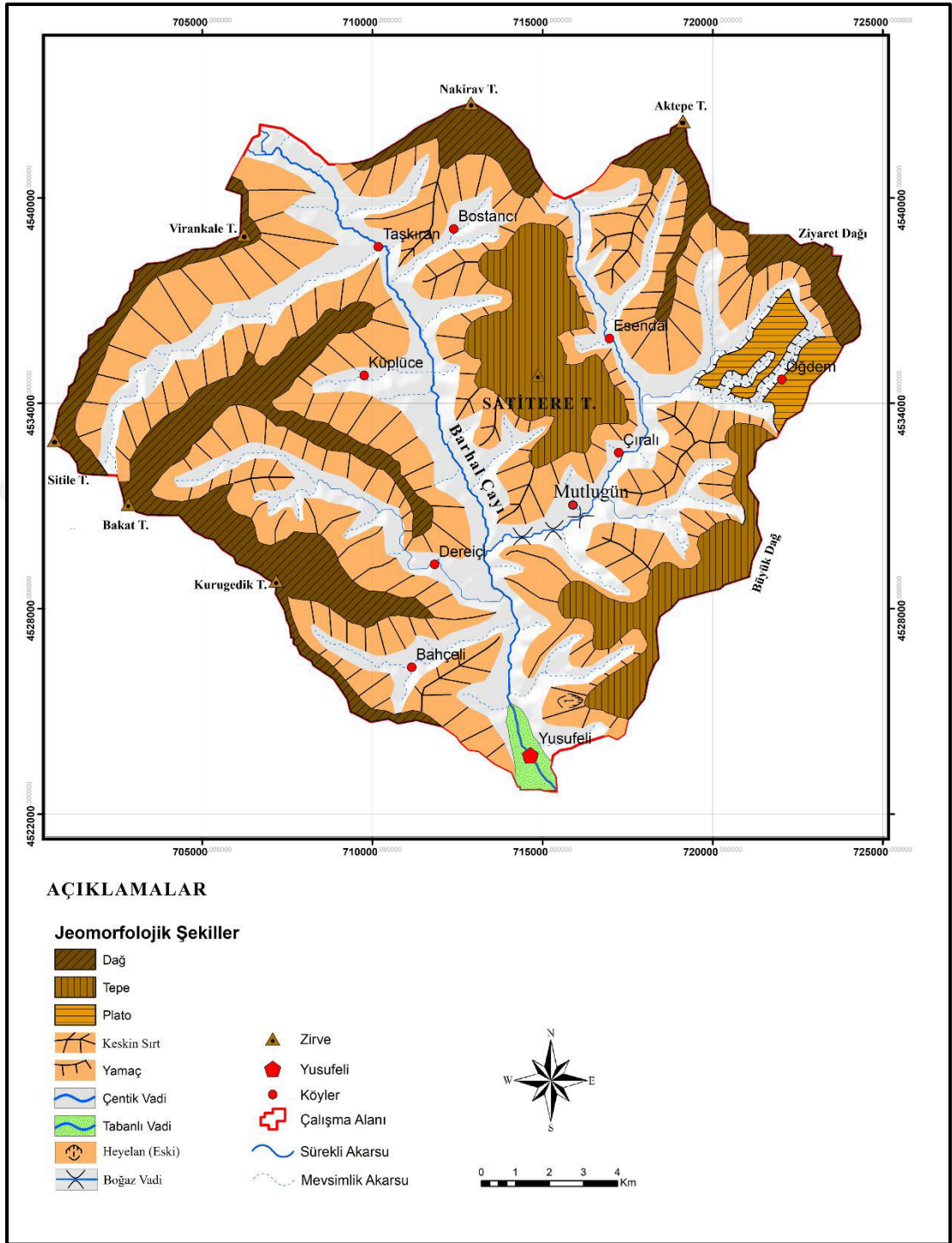
Şekil 4.9. Araştırma sahasından alınan vadi profillerini gösteren harita

4.2. Başlıca Jeomorfolojik Birimler

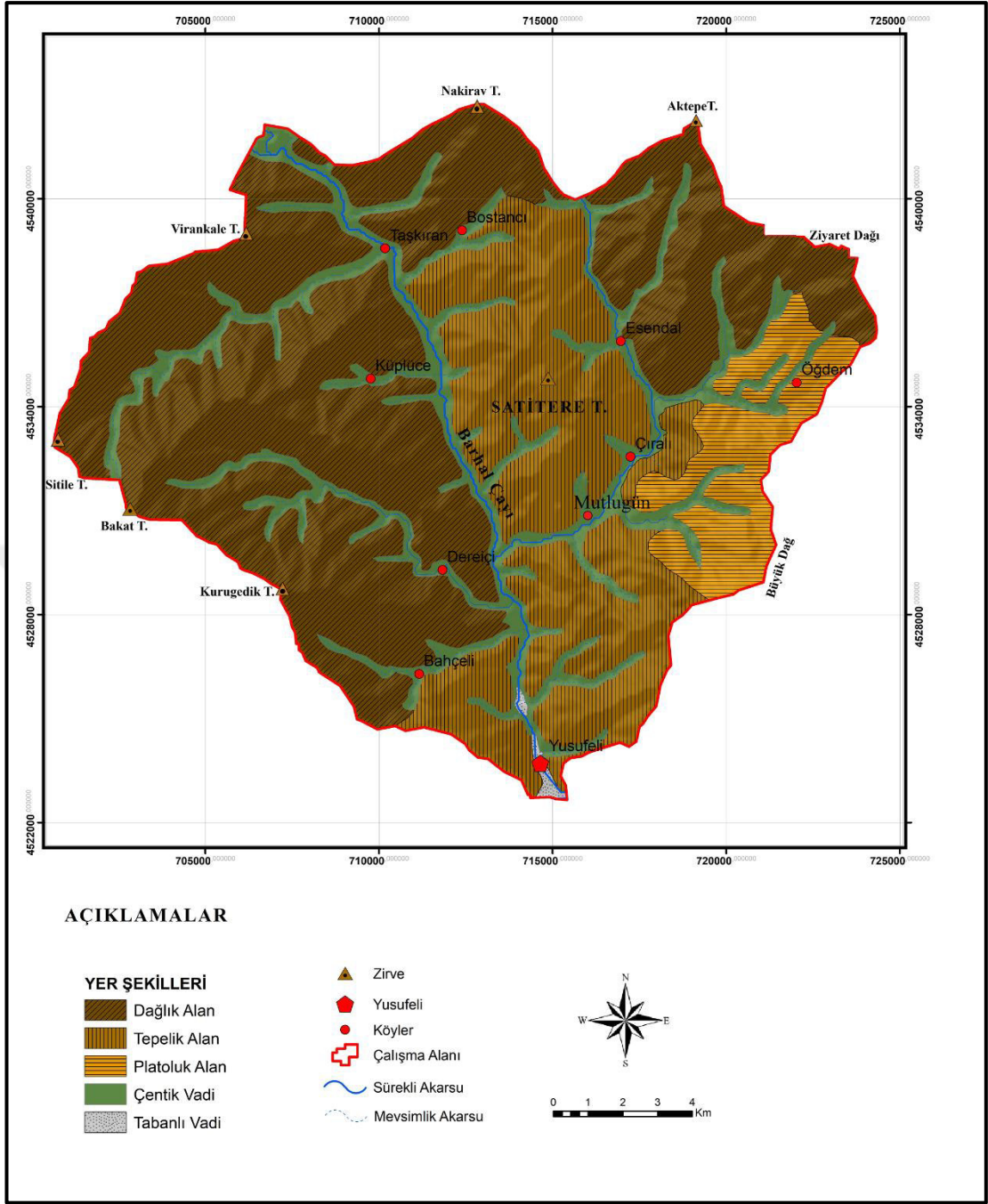
Araştırma sahası Aşağı Barhal Çayı Havzasından oluşmaktadır. Çalışma sahasında başlıca jeomorfolojik birimleri; dağlık alanlar, parçalanmış aşınım yüzeyleri, plato, keskin sırtlar, taraçalar ve vadiler oluşturmaktadır (Şekil 4.10, 4.11 ve 4.12). Bu bölümde çalışma sahasındaki jeomorfolojik birimler yüksekten alçağa doğru sırasıyla açıklanmaya çalışılmıştır.



Şekil 4.10. Araştırma alanının blok diyagramı, güneyden bakış



Şekil 4.11. Araştırma sahasının jeomorfoloji haritası



Şekil 4.12. Çalışma sahasının morfoloji haritası

4.2.1. Dağlık Alanlar

Doğu Karadeniz Dağları Türkiye'nin kuzeydoğusundadır ve Karadeniz kıyılarına aşağı yukarı paralel olarak uzanmaktadır (Kronberg, 1970). Barhal Çayı Havzası kuzeyde GB-KD yönünde uzanan Kaçkar ve Altıparmak Dağ sisilesi ile güneyde Çoruh Nehri arasında kabaca kuzey-güney yönünde uzanmaktadır. Aşağı Barhal Çayı Havzası'nın çalışıldığı bu araştırmada sahasının kuzey-doğu-batı kesimlerinin büyük bir bölümü dağlık ve tepelik alanlar ile çevrilidir. Bu dağlık alanlar çok sayıda yamaçlar ve sırtlar ile çevrilmiş olup, akarsular tarafından derince yarılmış birimlerdir. Çalışma sahasının doğusunda yer alan Ziyaret Dağı havzanın doğuda ki sınırını oluşturur. KB-GD doğrultusunda uzanan Ziyaret Dağı (2752 m) ile Havza tabanı ile nispi yükseltisi yer yer 2000 m'leri bulunmaktadır. Çalışma sahasının güneydoğusunda uzanış gösteren diğer önemli birim olan Büyük Dağ'ın en yüksek noktası 2239 m'dir. Ziyaret Dağı litolojik yapısı; Bazalt, andezit, dasit ve piroklastik kayalardan oluşmaktadır.

Miyosen sonu pliyosen başlarında tamamen kara durumuna geçen sahada ki akarsular, iklimdeki değişmeler sonucunda ve tektonik hareketlerle aşınım yüzeylerini parçalayarak vadilerini kurmuştur. Bir yandan yükselmenin devam etmesi öte yandan da Pleistosen'deki iklim değişmelerine bağlı olarak güçlenen akarsular, vadilerini daha da derinleştirerek uzun ve keskin sırtlar meydana getirmiştir. Genellikle litolojik yapının her yerde aynı olmaması nedeniyle farklı yükseltilere sahip tepeler oluşmuştur. (Sever, 2001). Erol (1983)'un Türkiye Ölçüsünde hazırlamış olduğu 1:1.000.000 ölçekli jeomorfoloji haritasında Barhal Çayı Havzası'nın uzak çevresini oluşturan dağlık sahaları Orta Miyosen (DI), Üst Miyosen (DII) aşınım yüzeyli olarak gösterirken, yakın çevreyi oluşturan tepelik sahalar ise DI ve DII aşınım yüzeyli tepeler şeklinde belirtmiştir. Çalışma sahasının doğusunda 1500-1600 m ile 1700 m'lerde aşınım düzlüklerine karşılık gelen plato yüzeyi görülmektedir (Şekil 4.13).

Çalışma sahasının içinde farklı yükseltilere sahip tepelerin birçoğu dik ve uzun keskin sırtlar üzerinde bulunmaktadır. Bu tepeler güneyden kuzeye doğru; Kurugedik T. (2587 m), Satitere T. (2028 m), aynı zamanda çalışma sahasının en yüksek noktasını oluşturan Bakat T. (3057 m), kuzeye doğru devam ederek Sitile T. (2745 m), Virankale T. (2186 m) , Nakirav T. (2681 m), Aktepe (2531 m) ve Sitile T. (2028 m) zirve noktalarını oluşturur (Şekil 4.14).



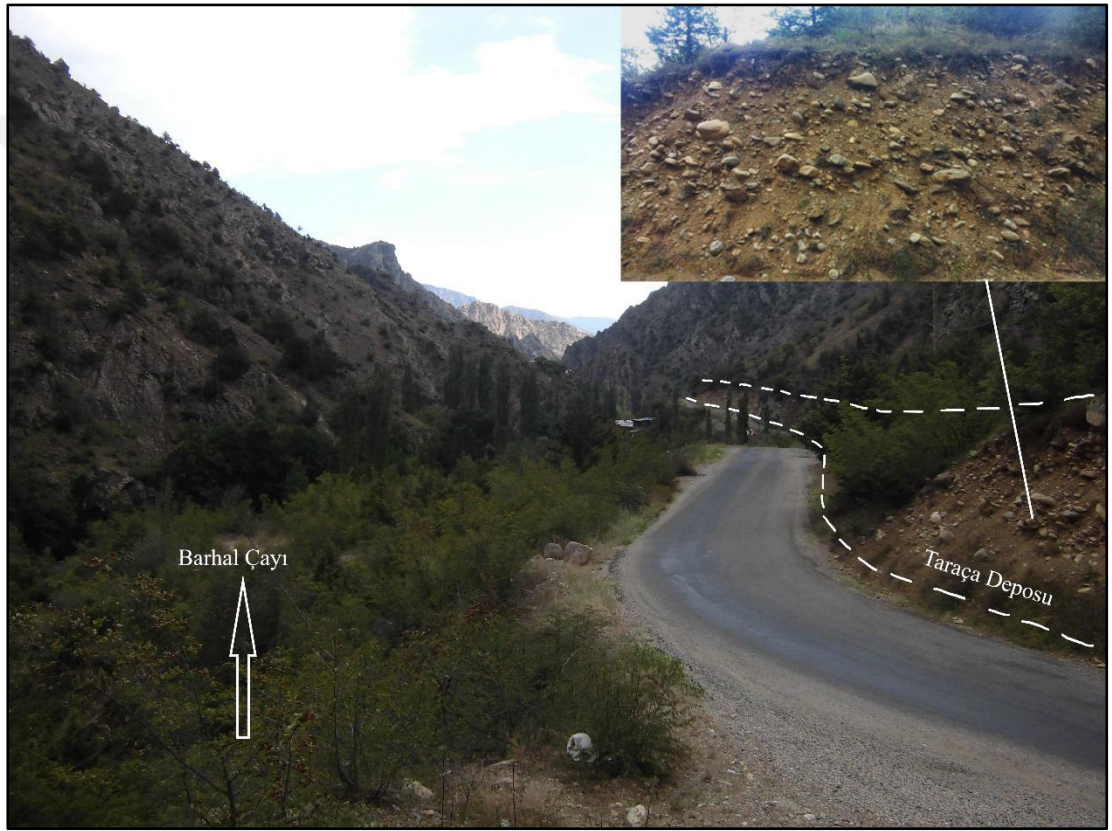
Şekil 4.13. Çalışma sahasının doğusunda plato yüzeyinden görünüm, Öğdem Köyü



Şekil 4.14. Keskin sırtlar üzerindeki tepelerden bir görünüm, taşkıran mevki, batıya bakış

4.2.2. Taraça (Seki)

Çalışma sahasında olan jeomorfolojik şekillerden biri de Akarsu sekileridir. Barhal vadisi yamaçlarında yüksekliği az taraalara rastlanılmıştır. Fakat yamaç eğimin yüksek değerlerde oluşu nedeni ile taraçalar yüzeysel akış ve kütle hareketleri ile deforme edildiğinden tespit edilmesi zorlaşmıştır. Vadi yamaçları üzerinde bulunan çakıl depoları akarsuyun eski seviyesini göstermektedir (şekil 4.15). Geçmişteki bölgede yaşanan taban seviyesi değişikliği sonucu oluşan akarsu sekileri üzerinde yerleşmelere rastlanmaktadır.



şekil 4.15. Barhal Vadisinin aşağı ığırında görülen taraça deposundan bir görünüm

4.2.3. Vadiler

4.2.3.1. Çentik (V Şekilli) Vadiler

Miyosen döneminde henüz dış drenaja bağlanmamış olan Çoruh Nehri, günümüzden farklı olarak daha kısa boylu ve sentripetal drenaj ağına sahip olması muhtemeldir. Pliosen’de geriye doğru aşınım ile birbirine bitişik havzaların kapanması ile Üst Miyosen çökelleri üzerine konsekant olarak yeniden kurulan Çoruh Nehri, Pleistosen döneminde tamamen dış drenaja bağlanmış olmalıdır (Köse, 1991).

Genel olarak dislokasyon hattını takip eden Çoruh Nehri ve kollarından biri olan Barhal Çayı dış drenaja bağlanması sonucu yatağını yeni taban seviyesine göre aşındırmaya başlamıştır. Böylece kaynağını Kaçkar ve Altıparmak Dağlarından alan kabaca kuzey-güney yönde uzanan enine profilleri “V” şeklinde olan derin yarılmış genç vadi ortaya çıkmıştır (Köse, 1991).

Çalışma sahasında üç farklı vadi tipi tespit edilmiştir. Bunlar Çentik (V şekilli) vadiler, boğaz vadiler ve geniş tabanlı vadilerdir. Çalışma alanı jeomorfolojik gelişimi süresince Barhal Çayı ve kolları tarafından çokça parçalanmış ve günümüzdeki arızalı topoğrafya şartlarına ulaşmıştır. Çentik (V şekilli) vadiler akarsuların yatağını derine aşındırması sonucu oluşan enine profili “V” şeklinde olan tabansız vadilerdir. Sahada en çok görülen vadi tipidir. Bu vadiler henüz denge profiline ulaşmadığını, aşındırmanın devam ettiği göstermektedir. Çalışma sahasında ki en büyük vadiyi oluşturan Barhal çayı farklı litolojik yapıyı kat ettiğinden vadi yamaçları da kısa mesafede değişmektedir. Vadi kuzeyde Taşkiran Köyü çevresinde Kaçkar granitoyidi içinde akarken, Yusufeli İlçesi güneyinde Çoruh nehrine karıştığı yerde Üst Kretase yaşlı volkano-sedimanter içinde yer almaktadır. Dolayısıyla daha az dirençli volkanitlerin bulunduğu kesimlerde vadi tabanı daha geniş yamaçlar nispeten daha yatık, granitik kayaçların bulunduğu kuzey kesiminde tabansız, ‘V’ şekilli vadiler meydana gelmiştir (Şekil 4.17). Sahada çentik vadilerin yamaçlarında yer yer yamaç döküntüsü görülmektedir.



Şekil 4.16. Geniş tabanlı vadiden bir görünüm,
Yusufeli İlçe merkezi



Şekil 4.17. 'V' şekilli vadiden bir görünüm,
Taşkiran Köyü

4.2.3.2. Boğaz Vadi

Havzada boğaz vadi Arcivan Deresi'nin oluşturduğu vadi içerisinde Çıralı Köyü yakınında yer almaktadır. Vadi yamaçları çok dik olup çoğu yerde eğim %90'ı bulmaktadır. Boğaz içinde akarsuyun akabileceği kadar taban oluşmasına olanak vermiştir (Şekil 4.18).

4.2.3.3. Geniş Tabanlı Vadiler

Derine aşındırmanın yavaşladığı bunun yerini yana aşındırmanı ve biriktirmenin ön plana geçtiği alüvyal tabanlı vadiler meydana gelir (Erinç, 2000). Eğim değerlerinin azaldığı akarsuyun ağız kısmında önemli bir vadi tipi olan geniş alüvyal tabanlı vadilere geçilmektedir. Alüvyal vadi tabanları akarsuyun Çoruh nehrine birleştiği ağız kısmından iç kısımlara doğru daralarak devam edip sonlanır (Şekil 4.16). Zaman zaman taşkınların meydana geldiği bu alanlarda Kuvaterner yaşlı alüvyonlar yayılış göstermektedir. Geniş tabanlı vadiler havzada önemli tarım faaliyetlerin yapıldığı başlıca alanların başında gelmektedir. Yusufeli Barajından sonra bu vadi içindeki yerleşmeler, alüvyal topraklar ve tarım alanları sular altında kalacaktır.



Şekil 4.18. Boğaz vadisinden bir görünüm, Çıralı Köyü mevki

4.3. Jeomorfolojik Gelişim

Mesozoik'te bugünkü Kuzey Anadolu kıyı dağlarının bulunduğu sahaya, kıta kütlelerin ayrılması sonucu tetis jeosenklinali yerleşmiştir. Mesozoik sonundan itibaren tetis jeosenklinali kapanarak, burada çökelen tortullar su üstüne çıkmıştır. Böylece Kuzey Anadolu'nun bulunduğu saha karalaşmış ve ilk akarsu ağı kurulmuştur. Tüm saha oligosende kara haline geçmiştir. Pontidler özellikle Üst Eosen–Oligosen süresince şiddetli orojeneze maruz kalmıştır (Atalay ve Mortan, 2011).

Çalışma sahası ve yakın çevresi sıkışma rejiminin etkisiyle kıvrılma ve kırılmalara maruz kalmıştır. Kayaçlar, Geç Kretase 'den Eosen sonuna kadar kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu basınç gerilmeleri etkisinde kalmasından dolayı faylı ve çatlaklı yapılar içerir. Doğu Pontidler'de sıkışma tektoniğine bağlı olarak Eosen sonrasında Niksar-İspir-Yusufeli-Ardanuç hatlarında bindirme fayı gelişmiştir (Dokuz, 2000).

Pontidlerde Oligosen’de başlayan yükselim ve kuvvetli aşınım bu kuşak üzerinde aşınım yüzeylerin meydana gelmesine neden olmuştur. Ayrıca bu dönemde kara durumuna geçen saha üzerinde ilk akarsular kurulmaya başlamıştır. Oligosen’de karalaşmaya başlayan Anadolu’nun paleotektonik gelişimi Neojen’de sona ermiş ve neotektonik dönem başlamıştır (Erol, 1989).

Bugün çalışma sahasının doğusunda parçalı düzlükler bu dönemde oluşan aşınım yüzeylerinin parçalarıdır ve Erol (1989)’un “Anadolu Penepleni” olarak adlandırdığı dalgalı, tepelik aşınım yüzeylerine denk gelmektedir.

Üst Miyosen’den itibaren sıkışma hareketi sonucunda Kuzey Anadolu kütlelerinde çökme ve sıkışma hareketleri sonucu kırık kuşak ve bu kuşak üzerinde çökme sonucu oluklar oluşmuştur. Bu oluğun oluşması ile daha önce kurulmuş olan akarsular parçalamaya başlamıştır. Diğer taraftan bu oluklara akarsular kurulmuştur. Miyosen sonunda başlayan pliyosen döneminde de devam eden faylanma hareketleri sonucu Kuzey Anadolu Dağları’nın bulunduğu saha toptan yükselmeye uğramıştır. Bu yükselme ile akarsular dağın yükselme hızına paralel olarak boğazlar meydana getirmiştir (Köse, 1991).

Kuvaterner döneminde sahada epirojenik hareketler ve bunların kontrol ettiği aşındırma ve biriktirme faaliyetleri devam etmiştir. Yine bu dönemde Genel olarak dislokasyon hattını takip eden Çoruh Nehri dış drenaja bağlanmıştır. Çoruh nehrinin kollarından biri olan Barhal Çayı da buna uyarak vadilerini yeniden kazmaya başlamışlardır. Böylece Barhal Çayı yatağını kazıyarak dik yamaçlı dar vadiler, akarsu taraçaları ile aşınım yüzeylerinin parçalayarak keskin sırt ve tepelere dönüştürmüştür. Böylece saha jeolojik ve jeomorfolojik anlamda günümüzdeki şeklini almıştır.

5.1. Beşeri Coğrafya Özellikleri

Araştırma sahasında nüfus, yerleşme, yerleşme dokusu, ekonomik faaliyetler, arazi örtüsü büyük ölçüde jeomorfolojik özelliklerin etkisi altında gelişmektedir. Arızalı topoğrafyaya sahip olan çalışma sahasında nüfus, yerleşmelerin kuruluş yerleri ve gelişimi, arazi kullanım potansiyelini jeomorfolojik özellikler belirlemektedir. Bu bölümde çalışma sahasının nüfus, yerleşme ve arazi kullanım özellikleri incelenmiştir. Ayrıca jeomorfolojik özelliklerden kaynaklanan problemler tespit edilmiş ve bu sorunların etkileri incelenmiştir.

5.1.1. Nüfus

Çalışma sahasının jeomorfolojik özellikleri nüfusun gelişimini kısıtlamaktadır. Bu amaçla havzanın genel nüfus özellikleri jeomorfoloji ile ilişkilendirilerek açıklanmaya çalışılmıştır. Aşağı Barhal Havzası'nın nüfus özelliklerini belirlemek için TÜİK 2019 verileri kullanılmıştır. Çalışma sahasının toplam nüfusunu, Yusufeli İlçesi ve buna bağlı 9 Köy oluşturmaktadır. 2019 yılı nüfus verilerine bakıldığında havzada toplam 9.357 kişi yaşamaktadır (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Aşağı Barhal Çayı Havzası'na ait 2019 yılı nüfus verileri (kişi)

Yerleşim Adı	Nüfus
Yusufeli Merkez	7.383
Bahçeli	113
Bostancı	467
Dereici	400
Esendal	133
Küplüce	142
Mutlugün	137
Çıralı	136
Öğdem	100
Taşkıran	346
Toplam	9.357

Kaynak: TÜİK

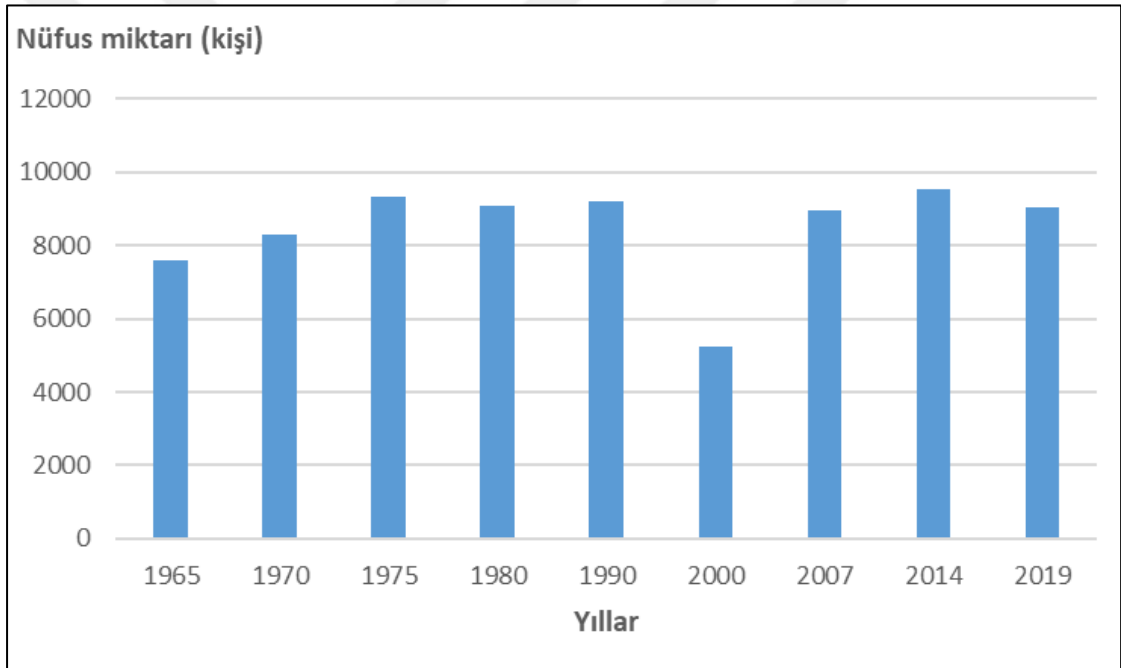
Yıllara göre nüfus miktarı incelendiğinde çok fazla farkların olmadığını aynı zamanda nüfus miktarının da az olduğu görülmektedir. 1975-2000 yılı arasında nüfus miktarında göçe bağlı bir azalma olmuştur. Tarım alanların sınırlı olması, işsizlik gibi nedenler göçleri tetiklemektedir. 1965-2019 yılları arasında nüfusun en fazla olduğu yıl 2014 yılıdır (9.546 kişi).

Nüfusun en az olduğu yıl 5.227 kişi ile 2000 yılıdır (Tablo 4.2), (Şekil 4.19). 2007 yılında ADNKS (Adrese dayalı nüfus kayıt sistemi) geçilerek daha güvenilir veriler elde edilmiştir.

Tablo 4.2. Aşağı Barhal Çayı Havzası'nın yıllara göre nüfus miktarı (kişi)

Yıllar	1965	1970	1975	1980	1990	2000	2007	2014	2019
Nüfus	7.587	8.300	9.351	9.075	9.188	5227	8.980	9.546	9.051

Kaynak: TÜİK



Şekil 4.19. 1965-2019 yılı nüfus miktarı grafiği

5.1.2. Yerleşme

Çalışma sahasının yerleşme özelliklerini açıklamak için TÜİK 2019 verileri kullanılarak tablo oluşturulmuştur. Havzada toplam 10 yerleşim yeri bulunmaktadır. Bunlardan biri Yusufeli İlçesi olup diğer yerleşim yerleri Köy statüsündedir.

Havzada yerleşmelerin dağılışı ve gelişimi bu jeomorfolojik birimlere bağlı olarak ortaya çıkmıştır. Yerleşmelerin gelişimi aynı şekilde jeomorfolojik birimlerin denetimi altında olmuştur. Havzada yarıma derecesi fazla ve vadi yoğunluğun sık olması relief amplitüdünü artırırken, eğim değerlerinin de yüksek olmasına neden olmuştur. Havzada hemen hemen yerleşme ve tarım arazisi oluşturacak vadi tabanı veya ova düzlüğü bulunmamaktadır. Bu nedenler yerleşmeler Barhal çayı ve kolları boyunca ve vadi yamaçlarında toplanmıştır (Şekil 4.20).

Çalışma alanında yerleşmelerin kuruluş yerlerine bakarsak ulaşım kolaylığı, su temini, jeomorfolojik özellikler ve toprak özellikleri gibi faktörlerin dikkate alındığı söylenilebilir. Özellikle havzanın eğim durumu yer seçiminde belirleyici faktör olduğu söylenebilir. Çevrenin son derece engebeli ve yüzeylerin akarsular tarafından parçalanmış olması, erozyon süreci tarım topraklarının belirli küçük düzlüklerde yer almasına yol açmıştır.

Çalışma sahasında yerleşmelerin ve nüfusun yükseklik kademelerine göre dağılışını tespit etmek amacıyla tablo oluşturulmuştur. Tablo hazırlanırken, sahanın güncel durumunu yansıtmak için TÜİK (2019) verileri kullanılmıştır.

Hazırlanan tabloya göre sahada yerleşmeler 500 m ile 1750 m arasında yayılış göstermektedir. Toplamda 10 yerleşim merkezine sahip çalışma alanında 500-750 m'ler arasında Yusufeli İlçesi bulunmakta olup, bu yükseklikler arasında 7.383 kişi yaşamaktadır. Sahada 751-1000 m'ler arasında üç yerleşim merkezi bulunmakta olup, bu yükseklikler arasında 883 kişi yaşamaktadır. Sahada 1001-1250 m'ler arasında üç yerleşim merkezi bulunmakta olup bu yükseklikler arasında 391 kişi yaşamaktadır. Sahada 1251-1750 m'ler arasında üç yerleşim merkezi bulunmakta olup, bu yükseklikler arasında 700 kişi yaşamaktadır (Tablo 4.3).

Çalışma sahasında yerleşmelerin geneli eğim değeri yüksek olduğu vadi yamaçlarında, akarsu vadileri boyunca ve plato yüzeylerinde kurulduğu görülmüştür. Yerleşmelerin büyük bir kısmı Barhal Çayı ve Arcivan Deresi boyunca kurulmaları dikkat çekmektedir. Havzanın genelinde dağınık yerleşme hâkimdir.

Tablo 4.3. Çalışma alanında 2019 yılı verilerine göre yerleşmelerin ve nüfusun yükseklik basamaklarına göre dağılışı

Yükseklik Basamakları (m)	Yerleşme Sayısı ve Tipi	Nüfus
500 - 750	1 İlçe Merkezi	7.383
751 - 1000	4 Köy	1.019
1001 - 1250	3 Köy	338
1251 - 1750	2 Köy	567
1751 - 2250	0	0
2251 - 2500	0	0
2700 +	0	0



Şekil 4.20. Çalışma sahasında yerleşmeler kuruluş yerine göre farklılık göstermektedir. (a) Çıralı Köyü, (b) Esendal Köyü, (c) Öğdem Köyü, (d) Yusufeli İlçesi

5.1.3. Arazi Kullanımı /Arazi Örtüsü

Jeomorfoloji, arazi kullanım özelliklerini belirlemesi açısından önemlidir. Arazi kabiliyet sınıflarına göre kullanılan araziler nüfus için olumlu yönde etkilemektedir. Ancak artan nüfus miktarı ile doğal kaynak üzerinde olan baskıyı artırmaktadır. Bununla birlikte orman alanların yerleşme, tarım ve mera alanlarına dönüştürülmesi gibi yanlış arazi kullanımları ekolojik dengenin bozulmasına, erozyon, heyelan gibi jeomorfolojik problemlerin afet boyutuna ulaşmasına neden olmaktadır.

Çalışma sahasının arazi kullanım ve jeomorfolojik özellikler arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için 1/100.000 ölçekli Artvin il arazi varlığı haritasından (1990) yararlanılarak arazi kullanım haritası hazırlanmıştır (Şekil 4.23).

Havzada jeomorfolojik birimler arazi kullanımda belirleyici olmuştur. Havza alanında genelde dağlık alanlar orman, plato yüzeyleri mera ve kuru tarım, vadi tabanları bağ-bahçe tarımı, yamaçlar yerleşme ve teraslı tarım olarak kullanılmaktadır.

Havzada tarım alanları eğimin nispeten az olduğu akarsu vadileri boyunca, iklim şartların uygun olduğu alçak kesimlerde, yerleşim alanların yanına teraslı tarım yapılmaktadır. Çalışma sahasında eğim değerlerin yüksek olması, yağış miktarının az olması ve sahanın arızalı topoğrafyası ile birlikte tarım alanları sınırlı olmasına, tarım ürünlerin çeşitliliğini az olmasına neden olmuştur. Havzadaki tarım alanlarının dağılışına bakıldığında en geniş tarım alanı Barhal Çayı, Arcivan Deresi gibi akarsu vadileri boyunca bulunmaktadır (Şekil 4.22 ve 4.23). Bu alanlarda Bağ-Bahçe tarımı Öğdem Köyü çevresinde ise genellikle kuru tarım yapılmaktadır. Alçak kesimlerde ormanlık alanlara rastlanılmamaktadır. Buralarda yerleşmelere yakın daha çok ağaççık-çalı formasyonu ve çıplak kayalık alanlar yayılım göstermektedir. Çalışma sahasında yukarı kesimlerde ormanlık alanlara geçilmektedir. Orman alanlarından genelde yakacak odun olarak faydalanılmaktadır.

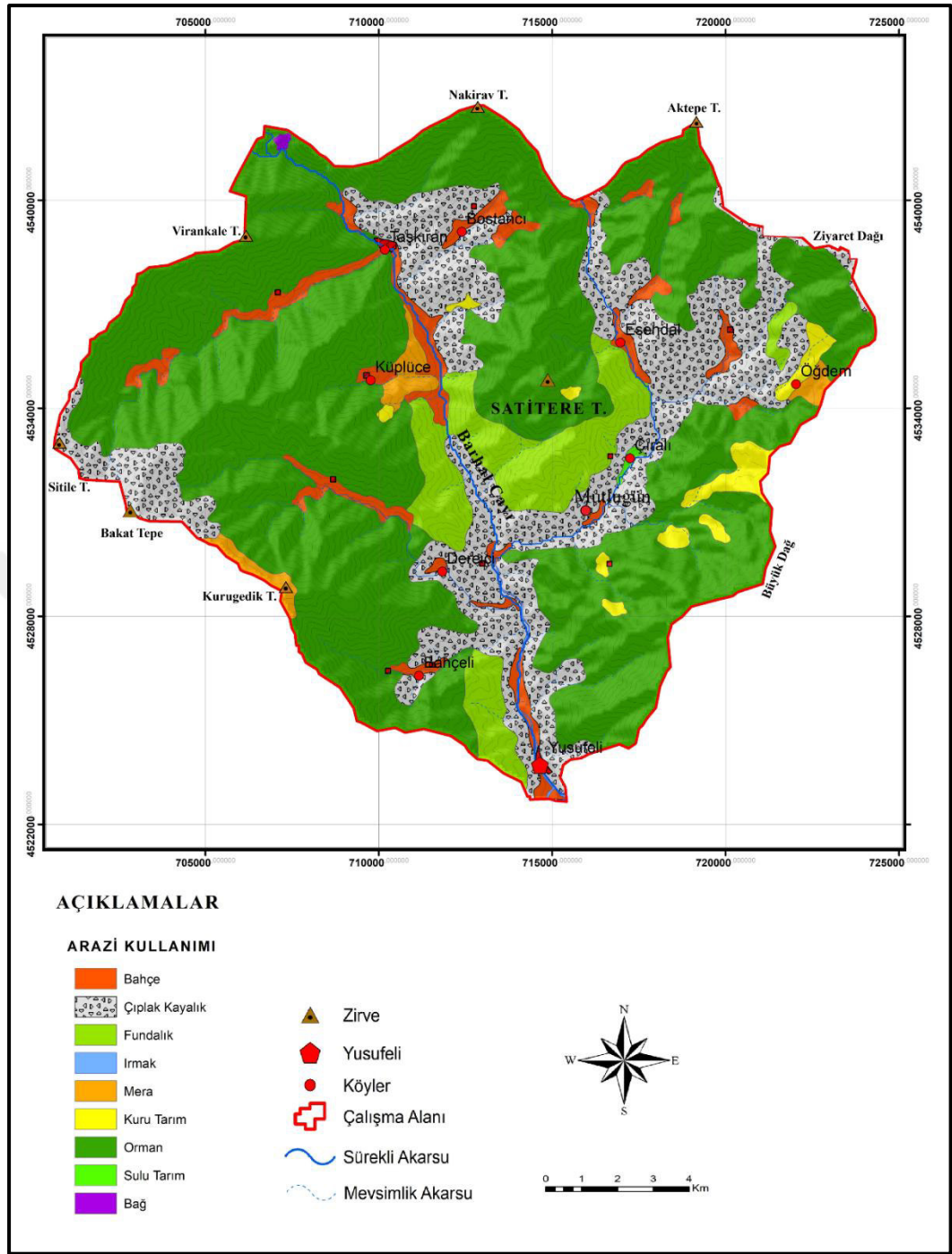
Arazi kullanımı bakımından mera alanları hayvanların otlatılması için kullanılan alanlardır. Çalışma sahasının doğusunda Öğdem Köyleri çevresinde mera alanı olarak kullanılmaktadır (Şekil 4.21 ve 4.23). Havzada hayvancılık faaliyetleri ekstansif şekilde, ailelerin geçimlerini sağlamak için yaptıkları, ticari değeri fazla olmayan mera hayvancılığı şeklindedir.



Şekil 4.21. Mera alanlarından bir görünüm, Öğdem Köyü



Şekil 4.22. Vadi tabanı tarım arazisinden bir görünüm



Şekil 4.23. Araştırma sahasını arazi kullanımı haritası (1990)

5.2. Çalışma Sahasında Başlıca Jeomorfolojik Problemler

5.2.1. Erozyon

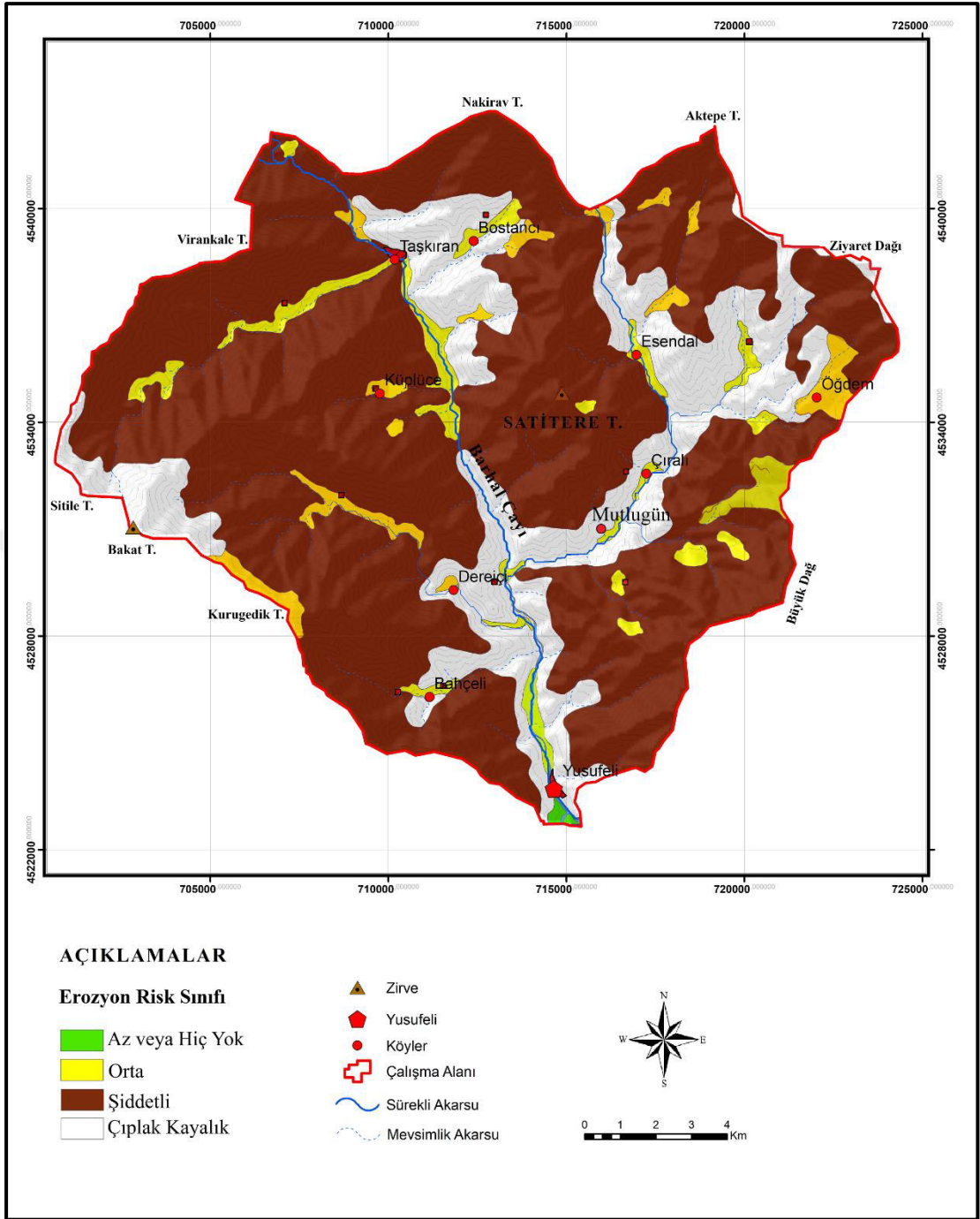
Erozyon kısaca toprağın su, rüzgâr ve yerçekimi etkisiyle başka yere taşınması sürecidir (Karabulut ve Küçükönder, 2008). Erozyon doğal bir süreç olmasına karşın beşeri faaliyetler neticesinde; yanlış arazi kullanımı, orman alanları kaldırılarak tarım alanlarına dönüştürülmesi sonucu erozyon ile toprak kaybı hızlanmaktadır.

Aşağı Barhal Çayı Havzası'nda erozyon, önemli bir jeomorfolojik sorundur. Çalışma sahasının morfolojisi erozyonun yaşanmasına uygun şartlar oluşturmaktadır. Çalışma sahasının sahip olduğu relief şartları ve litolojik özellikler erozyonun sahada önemli jeomorfolojik problem olduğu görülmektedir. Eğimli arazilerde bitki örtüsünün zayıf olduğu veya tamamen yok olduğu zaman yere düşen yağmur damlalar, darbe etkisiyle toprak parçalarını yerinden kaldırır ve yüzeysel akışa geçen yağmur suları bu toprak parçalarını sürükleyerek eğimin azaldığı yere kadar taşımaktadır.

Çalışma alanında erozyona sebep olan çok sayıda faktör vardır. Ancak bunlar arasında anakaya, jeomorfoloji, iklim, toprak, bitki örtüsü ve arazi kullanım özellikleri erozyonu tetiklemeleri bakımından öne çıkmaktadır. Erozyon için öncelikle toprak oluşumu gereklidir. Bu noktada da anakaya özellikleri toprak oluşumu için önemli bir faktördür. Çalışma sahasında yüzeylenen kayaçların dayanıklılıkları toprak oluşumu açısından karakterini ortaya koymaktadır.

Çalışma sahasının morfolojik yapısı erozyonu hızlandıran diğer bir etkidir. Dar ve derin vadilerce yarılmış topoğrafyası ile çalışma sahası, toprak örtüsünün ve zeminin erozyona maruz kalmasına neden olmaktadır. Eğim değerleri sahanın genelinde yüksektir. Bu yüksek eğim değerleri ayrışma ve ayrışan malzemeleri taşınması üzerinde doğrudan rol oynamaktadır. Bu nedenle arazi kullanımı ve planlamasında bu sorunları göz önünde bulundurmak gerekmektedir. Havzada toprak örüsü ve bitki örtüsünden yoksun çıplak kayalık alanlar geniş yer tutmaktadır. Bu alanlarda eğim değerleri arttıkça yüzeysel akış miktarı ve hızı artmakta böylece toprakların erozyona karşı direncini azaltmaktadır.

Çalışma sahasının erozyon sınıfları haritası hazırlanmıştır (Şekil 4.24). Çalışma sahasının genelinde şiddetli derecede erozyon görülmektedir. Çalışma sahasının eğim değerlerin arttığı erozyon şiddeti de artmaktadır. Vadiler boyunca ise orta derece erozyon görülmektedir.



Şekil 4.24. Çalışma sahasının erozyon sınıfları haritası

Çalışma sahasının genelinde şiddetli derece erozyon görülmektedir (Şekil 4.24). Arazi çalışmaları sırasında Küplüce Köyü yakınlarında parmak erozyonun örneklerine rastlanmıştır (Şekil 4.25). Ayrıca erozyon sonucu yaşanan toprak kaybını önlemek adına yöre insanları tıraşalandırma yapmaktadırlar (Şekil 4.26).

Çalışma alanında ormanlık sahaların tarım ve mera alanlarına dönüştürüldüğünü daha sonra terk edildiği görülmüştür. Bu gibi yanlış arazi kullanımları sonucu erozyonu hızlandırmaktadır. Havzada yaşanan erozyonu önlemek adına bir takım çalışmalar yapıldığı görülmüştür (Şekil 4.27). Bunun dışında bölgede yaşan insanlar bilgilendirilmeli, yanlış arazi kullanımı sonucu toprak kaybı önlenmeli ve arazi kabiliyet sınıflarına uygun şekilde arazi kullanılmalıdır.



Şekil 4.25. Küplüce Köyü yakınlarında Parmak erozyonundan bir görünüm



Şekil 4.26. Taşlık Mahallesiinde yöre insanı taraçalandırma yaparak toprak kaybını önlemektedir



Şekil 4.27. Erozyon önleme amaçlı yapılan ağaçlandırma ve duvar setlerinden bir görünüm, Taşkiran Köyü mevkii

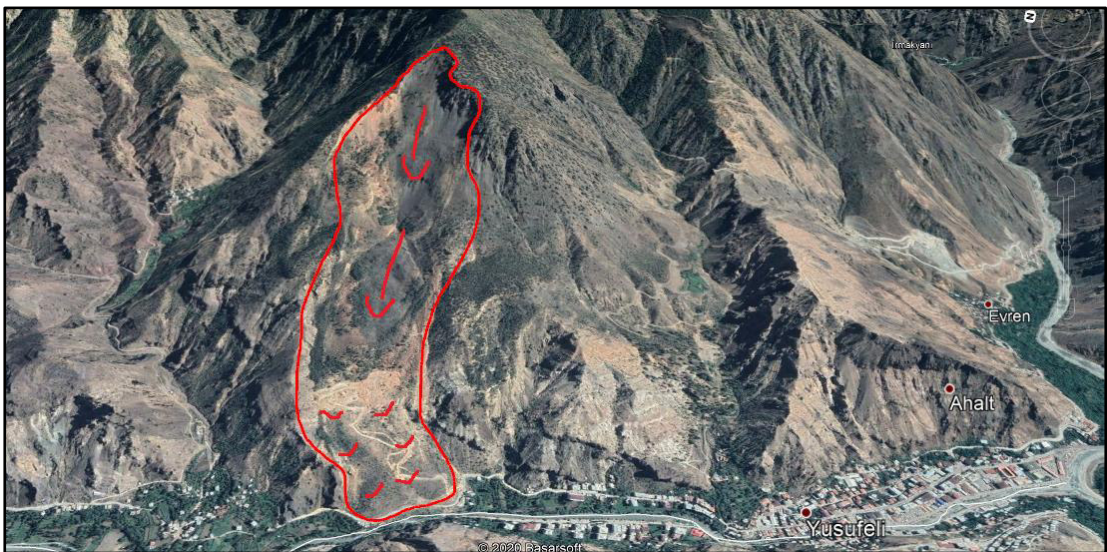
5.2.2. Kütle Hareketleri

Ayrışma ile oluşmuş malzemelerin veya kütlelerin yer çekimi ile yamaçlardan aşağıya doğru hissedilir şekilde hareket etmesidir(Erinç, 2000). Çalışma sahasının jeolojisi, jeomorfolojisi, toprak yapısı, eğim değerleri gibi durumlar kütle hareketlerinin yaşanmasına uygun ortam sağlamaktadır. Çalışma sahasındaki kütle hareketlerini; heyelanlar, kaya düşmeleri ve yamaç döküntüleri olarak ele alınacaktır.

5.2.2.1. Heyelan

Heyelanlar; kayalardan, döküntü örtüsünden topraktan oluşan kütlelerin bir yüzey üzerinde aşağıya doğru yerlerinden koparak yer değiştirmesi olayıdır (Erinç, 2000).

Çalışma sahasının jeolojik özellikleri heyelanlar üzerinde etkili olmaktadır. Sahada meydana gelmiş olan eski heyelan vokano-sedimenter kayalardan oluşan Çatak formasyonu üzerinde gelişmiştir. Eğim kütlenin hareketini sağlayan önemli bir etkidir. Yerçekiminin etkisiyle kütleler yüksek eğimli alanlardan daha az eğimli sahalara doğru hareket ederler. Bu sebeple eğimin fazla olduğu alanlarda heyelan riski fazladır. Buna göre çalışma sahasında da eğim değerlerin yüksek olması heyelan riski oluşturmaktadır. Araştırma sahasının içinde eski heyelan sahası bulunmaktadır. Barhal Çayının Çoruh nehrine karıştığı yerden 2 km kuzeyde Barhal Çayının sol yamacında Yusufeli Vecanget Mahallesi'nin bulunduğu alanda yaklaşık 1 km² büyüklüğünde heyelan sahası bulunur (Şekil 4.28).



Şekil 4.28. Çalışma sahasında Heyelanın (Eski) Google Earth görünümü, doğuya bakış

5.2.2.2. Kaya Düşmeleri

Çalışma sahasında zaman zaman etkili olan bir diğer kütle hareketini kaya düşmeleri oluşturmaktadır. Eğim değerleri yüksek olan sahada yamaç stabilitesinin bozulması sonucu yüksek eğim değerlerine sahip bu yamaçlar boyunca kaya düşmeleri meydana gelmektedir. Bunun sonucunda yerleşim alanlarının, karayolu, köprü vb. yapıların tahribine yol açmaktadır.

Çalışma sahasında meydana gelen kaya düşmeleri çoğu zaman kısa mesafede etkili olmakta ve yamaç stabilitesini bozulması sonucu ulaşım yollarına düşen blokların yolu kapamasına neden olmaktadır. Genellikle ulaşımın aksamasına sebep olan bu olaylar, yoldan geçen araçlar içinde büyük risk oluşturmaktadır. Çok sık meydana gelmeyen bu doğa olayı afet boyutu kazandığında ise ciddi can ve mal kayıplarına neden olmaktadır (Şekil 4.30). Çalışma alanındaki kaya düşmesi açısından riskli alanla tespit edilmeli ve kendiliğinden düşmeleri engellenerek, bu kayalar yüzeyden temizlenmelidir. Riskli alanlarda çelik tellerle örtülmelidir. (Şekil 4.29).



Şekil 4.29. Kaya düşme riski taşıyan Yusufeli-Öğdem Köyü karayolu



Şekil 4.30. Çalışma alanında kaya düşmeleri, Öğdem Köyü mevki

5.2.2.3. Yamaç Döküntüleri

Çalışma sahası Barhal çayı ve kolları tarafından derin bir şekilde yarılmaması nedeniyle engebeli bir görünüme sahiptir. Barhal çayı ve kolları tarafından parçalanmış yamaçların eğim değerleri fazla olup, bu yamaçlar boyunca anakayanın aşınması ve parçalanması sonucunda çeşitli boyuttaki unsurlardan oluşmuş ve köşeli bir yapı gösteren enkaz malzemesi meydana gelmiştir. Yamaç döküntüsü havzanın çeşitli kesimlerinde yaygın olarak gözlenmektedir. Çalışma sahasında yamaç döküntüleri Barhal vadisi boyunca ve onun yan kollarının açmış olduğu vadiler boyunca yoğun olarak gözlenebilmektedir (Şekil 4.31).



Şekil 4.31. Taşkiran Köyü yakınlarındaki yamaç döküntüsünden bir görünüm

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma sahası Karadeniz Bölgesi'nin Doğu Karadeniz Bölümü'nde yer almaktadır. Havza ana hatları ile ters bir üçgeni andırmakta olup su bölümüm çizgileri ile sınırlandırılmıştır. Araştırma sahasının sınırları kuzeyden Virankale Tepe (2186 m), Nakirav Tepe (2681 m), Aktepe Tepe (2581 m), batıdan Sitile Tepe (2745 m), Bakat Tepe (3057 m), Kurugedik Tepe (2587 m), doğudan Ziyaret Dağı (2752 m), Büyük Dağ (2239 m) doruklarından geçen su bölümü çizgisi ile güneyden Çoruh Nehri ile sınırlandırılmıştır. 284 km² yüzölçümüne sahip olan araştırma sahası idari yönden Yusufeli İlçe sınırları içerisinde yer alır.

Araştırma alanında en eski jeolojik birimleri Jura yaşlı volkanik ve sedimanter kayalar ile karbonatlar ve kırıntılardan oluşan formasyonlar oluşturmaktadır. Bu tarz araziler üzerinde ise sırasıyla ile Üst Kretase yaşlı volkanik ve sedimanter kayalardan oluşan formasyon, Paleosen-Eosen yaşlı volkanik kayalar yer almaktadır. Sahanın en genç birimlerini ise Kuvaterner yaşlı alüvyonlar oluşturmaktadır. İnceleme alanında en geniş yayılışa sahip formasyon Üst Kretase- Paleosen yaşlı Kaçkar granitoididir.

Çalışma sahası iklim verileri incelenirken sahaya en yakın Yusufeli Meteoroloji İstasyonu verileri kullanılmıştır. Bu verilere göre Yusufeli'de yıllık ortalama sıcaklık 14,1°C, yıllık toplam yağış ise 280,4 mm'dir. Hakim rüzgâr yönü güneydoğudur. Thornthwaite formülüne göre Yusufeli D harfi ile gösterilen yarı kurak iklime sahiptir. Ayrıca B3,d,b4 harfleri ile ifade edilmektedir. Buna göre sahanın mezotermal orta sıcaklıktaki iklimler içerisinde, Su fazlası yok veya çok az ve deniz tesirine yakın bir iklim tipine sahip olduğu söylenebilir.

Barhal Çayı'nın tamamı Yusufeli sınırları içerisinde yer alır. Kaynaklarını Altıparmak ve Kaçkar Dağlarından toplar. Yusufeli İlçesi'nin ortasında geçer ve Çoruh Nehrine karışır. Çalışma sahasının içinde ki uzunluğu 19.9 km'dir. Barhal Çayı basit rejimli bir akarsudur. Ayrıca akarsu ağı dandiritik bir görünüm arz eder. Çalışma sahasının diğer akarsularını mevsimlik akarsular oluşturmaktadır. Bu akarsuların hepsi eğimli yamaçlar boyunca havza tabanına doğru akış gösterirler. Barhal Çayına doğudan ve batıdan çeşitli akarsular katılır. Arcivan Dere, Salavat Deresi ve Büyük Dere olmak üzere üç alt havzaya ayrılmıştır.

Barhal ay1, Orta oruh havzası enerji projesi içerisinde kalmaktadır. Yusufeli Barajı tamamlanması ile havzanın ekolojisini de etkileyecektir. Barajın ülkemize elektrik üretmesi, istihdam yaratması, kafes balıkçılığı, rekreasyon gibi getirileri olacaktır. Bunun yanında Akdeniz bitki elemanlarına ait türler, Yusufeli İlçesi, ulaşım yolları baraj rezervuarın içinde kalacak olması gibi sorunları da doğuracaktır.

Vadi derinliğin ve eğimin arttığı alanlarda ana kaya açığa çıkmıştır. Çalışma alanında 5 farklı toprak grubu dikkati çekmektedir. Buna göre çalışma alanında en geniş yayılışa sahip toprak grubu kahverengi orman topraklardır. Çalışma alanında en dar yayılış alanına sahip toprak türü ise alüvyal topraklardır. Aynı veri setine göre araştırma sahası altı arazi kullanım kabiliyet sınıfına ayrılmıştır. Bu sınıflar içinden geniş alanı VII. Sınıf araziler en dar alanı ise II. sınıf araziler kaplamaktadır.

Havzada relief ve iklim koşullarının birbiriyle ilişkili olarak kısa mesafede değişmesi flora çeşitliliğini artırarak birkaç ekosistemin oluşmasını sağladığı görülmüştür. Nitekim Barhal vadisi aşağı kesiminde Akdeniz bitki türleriyle (zeytin) başlayan bitki basamağı; kuru orman-çalı (meşe, ardıç), geniş yapraklı orman (kayın, gürgen, kestane), iğne yapraklı orman (ladin, göknar, sarıçam) ve Alpin ayır vejetasyonu olmak üzere beş kat meydana geldiği görülmüştür.

Araştırma sahası genel hatları ile dağlıklı alanlar, parçalanmış aşınım yüzeyleri, plato, yamaç ve keskin sırtlar ile dar ve derin vadiler başlıca jeomorfolojik birimleri oluşturmaktadır. Ayrıca alışma sahasında “V” şekilli vadiler, boğaz vadiler ile alüvyal tabanlı vadiler olmak üzere üç farklı vadi tipi görülmekte olup “V” şekilli vadiler sahada en çok görülen vadi tipidir. Araştırma sahasının doğusunda Öğdem Köyü çevresinde aşınım düzlüklerine karşılık gelen plato yüzeyi bulunmaktadır. Bu alanlar mera daha çok mera olarak kullanılmaktadır.

Akarsuyun aşağı ığırında taraça deposu tespit edilmiştir. Taraaların oluşumunda, iklim değişmeleri ile birlikte tektonik hareketlerin ön planda olduğu görülmüştür.

Akarsular tarafından aşınım yüzeyleri parçalanarak keskin sırtlar haline dönüşmüştür. Havzada oldukça eğimli yamaç morfolojisi hâkimdir. Çalışma sahasının içinde farklı yükseltilere sahip tepelerin birçoğu dik ve uzun sırtlar üzerinde bulunmaktadır. Bu tepeler güneyden kuzeye doğru; Kurugedik T. (2587 m), Satitere T. (2028 m), aynı zamanda çalışma sahasının en yüksek noktasını oluşturan Bakat T.

(3057 m), kuzeye doğru devam ederek Sitile T. (2745 m), Virankale T. (2186 m) , Nakirav T. (2681 m), Aktepe (2531 m) zirve noktalarını oluşturur.

Havzada yerleşmelerin dağılışı ve gelişimi bu jeomorfolojik birimlere bağlı olarak ortaya çıkmıştır. Yerleşmelerin gelişimi aynı şekilde jeomorfolojik birimlerin denetimi altında olmuştur. Havzada yarıma derecesi fazla ve vadi yoğunluğun sık olması relief amplitüdünü artırırken, eğim değerlerinin de yüksek olmasına neden olmuştur. Bu nedenle yerleşmeler Barhal çayı ve kolları boyunca ve vadi yamaçlarında toplanmıştır.

Havzada jeomorfolojik birimler arazi kullanımında belirleyici olmuştur. Dağlık alanlar orman, plato yüzeyleri mera ve kuru tarım, vadi tabanları bağ-bahçe tarımı yamaçlar ise yerleşme ve teraslı tarım olarak kullanılmaktadır.

Araştırma alanında topoğrafik yapısı, eğim değerlerin fazla olması ve iklim gibi doğal faktörlerin yayınında yanlış arazi kullanılması gibi nedenlerle jeomorfolojik problemleri de beraberinde getirmiştir. Havzada şiddetli erozyon yaşanmaktadır. Kütle hareketleri heyelanlar, kaya düşmeleri ve yamaç döküntüleri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Çalışma sahasının erozyon riskini ortaya koymak için erozyon sınıfı haritası oluşturulmuştur. Oluşturulan haritada şiddetli erozyon en geniş alana sahiptir. Çalışma sahasının morfolojik yapısı erozyonu hızlandıran diğer bir etkidir. Dar ve derin vadilerce yarılmış topoğrafyası, eğim değerleri, bitki örtüsünün zayıf olması gibi nedenlerden dolayı toprak örtüsünün ve zeminin erozyona maruz kalmasına neden olmaktadır. Erozyon sonucu yaşanan toprak kaybını önlemek adına yöre insanları tarlaların kenarına duvar örerek set oluşturmaktadır. Çalışma alanında doğal ortam şartlarının oluşturduğu diğer riskler ve Heyelanlar ve kaya düşmeleridir.

Bu çalışma Barhal Çayı'nın aşağı çıkışını konu almaktadır. Saha ile ilgili ayrıntılı bilgilerin yer aldığı bu çalışma yerel yöneticiler ve saha ile ilgili önemli bir kaynak olma niteliğindedir. Çalışma ile ulaşılan sonuçlar dikkate alınarak şu önerilerde bulunulabilir:

- ❖ Çalışma alanında bazı alanlarda orman arazilerinin tarım ve mera alanına dönüştürüldüğü gözlenmiştir. Bu gibi yanlış arazi kullanımları sonucu erozyonu hızlandırmaktadır. Bölgede yaşıyan insanlar bilgilendirilmeli, yanlış arazi kullanımı sonucu toprak kaybı önlenmeli ve arazi kabiliyet sınıflarına uygun şekilde arazi kullanılmalıdır. Eğimli alanlarda teraslama yapılması önerilir.
- ❖ Çalışma sahasında görülen diğer jeomorfolojik problemler ise heyelanlar ve kaya düşmeleridir. Heyelan ve kaya düşme riskinin yüksek olduğu eğimli yamaçlar üzerinde yapılacak her türlü faaliyetlerde yamaç stabilizasyonunu durumu da göz önüne bulundurulmalıdır. Kaya düşme riski taşıyan alanlarda çelik tellerle örtülmelidir. Böylelikle olası bir kütle hareketi sonucunda oluşacak olan zararlar minimuma indirilebilir.
- ❖ Hayvancılık faaliyetleri yapılırken doğal ortam koşullarına dikkat edilmelidir. Bu kapsamda bitki örtüsünün ve mera alanlarının korunmasına özen gösterilmelidir. Aksi durumda ana kayanın yüzeye çıktığı, daha kolay aşınabilecek olan sahaların alanı genişleyebilir.
- ❖ Baraj gölünden rekreasyon faaliyetleri, kültür balıkçılığı, tekne turları gibi faaliyetler ile değerlendirilerek turizm açısından hem de bölge insanı için ekonomik anlamda bir fırsat olarak değerlendirilebilir.
- ❖ Havzada geleceğe yönelik düşünülen plan ve projeler havzanın doğal çevre ve jeomorfolojik özellikleri göz önüne alınarak Koruma-kullanma ilkesi dikkate alınarak uygulanmalıdır.

KAYNAKÇA

- Aksu G. (2015). *Barhal Vadisi (Yusufeli) ve yakın çevresinin florası*. Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.
- Ardos, M. . (1979). *Türkiye Jeomorfolojisinde Neotektonik*. İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları, İstanbul.
- Atalay, İ. (2011). *Türkiye coğrafyası ve jeopolitiği*. Meta basım.
- Atalay, İ. ve Mortan, K. (2011). *Türkiye Bölgesel Coğrafyası*. İnkılap Kitapevi, İstanbul.
- ATALAY, İ., Tetik, M., Yılmaz, Ö. (1985). Kuzeydoğu Anadolu'nun Ekosistemleri. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bültenleri Serisi, No:114, Ankara*.
- Bahçalı, S., Bay, A., ve Kahraman, S. (2017). Hes'lerin Nüfus ve Yerleşme Hareketlerine Etkisi: Yusufeli Barajı Örneği. *Ege Coğrafya Dergisi*, 26(2), 107-125.
- Bayrakdar, C. (2006). *Fırtına Deresi Havzasının Uygulamalı Jeomorfoloji Etüdü*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Berkün, M., Aras, E., ve Koç, T. (2008). Barajların ve hidroelektrik santrallerin nehir ekolojisi üzerinde oluşturduğu etkiler. *Türkiye Mühendislik Haberleri*, 452, 41-48.
- Biricik, A. S. (2009). *Fiziki Coğrafya –Jeomorfoloji ile Hidroloji'nin Temel Prensipleri ve Araştırma Yöntemleri*. (Cilt 1). İstanbul: Gonca Yayınevi.
- Dokuz, A. (2000). *Yusufeli (Artvin) Yöresinin Jeolojisi, Jeotektoniği, Magmatik-Metamorfik Kayaçların Jeokimyası ve Petrojenezi*. Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Encon. (2006a). *Yusufeli Barajı ve HES yeniden yerleşimeylem planı*. Bölüm 6. Yeniden Yerleşim Alanları, DSİ, Ankara.
- Encon. (2006b). *Yusufeli barajı ve HES projesi çevresel etki değerlendirme raporu*. DSİ, Ankara.
- Erinç, S. (2000). *Jeomorfoloji I*. Der Yayınları, İstanbul.
- Erol, O. (1983). Türkiye'nin Genç Tektonik ve Jeomorfolojik Gelişimi. *Jeomorfoloji Dergisi*. (11), 1 –22.
- Güven, İ.H. (1993). *Doğu Pontitler'in Jeolojisi ve 1/250.000 Ölçekli Kompilasyonu*. MTA, Ankara (yayınlanmamış).
- Güven, İ.H. (1998). *Doğu Pontidler'in 1/100000 Ölçekli Açınsama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları*. No:61 TORTUM-G46 Paftası, M.T.A. Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.
- Hatipoğlu, İ. K. (2016). *Melet Irmağı Orta ve Aşağı Çığırının Uygulamalı Jeomorfolojisi, Ordu*. Yayınlanmamış Doktora tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Samsun.

HGK . 1/25.000 Ölçekli Topografya Haritası.

Karabulut, M., ve Küçükönder, M. (2008). Kahramanmaraş ovası ve çevresinde CBS kullanılarak erozyon alanlarının tespiti. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 11(2), 14-22.

Kaymaz, Ç. K. (2018). *Artvin İlinin Ekoturizm Potansiyeli ve Sürdürülebilir Yönetimi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum.

Ketin, İ. (1966). *Anadolu'nun Tektonik Birlikleri*. Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi, s: 66, (20-34), Ankara.

Köse, A. (1991). *İspir ve Çevresinin Bölgesel Coğrafya Etüdü*. Atatürk Üniv. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Erzurum.

Kronberg. P. (1970). Photogeologische Daten Zur Tektonik Im Ostpontischen Gebirge (Ne-Türkei). M.T.A. Bull., no. 74, 24-33, (Foreign Edition), Ankara.

Kurt, B., ve Balkız, O. (2011). *Kaçkar Dağları Sürdürülebilir Orman Kullanımı ve Koruma Projesi, Kaçkar Dağları Yusufeli Bölgesi, Ekosistem ve Biyolojik Çeşitlilik Hususlarına Dayalı Bölgesel Çok Sektörlü Yönetim Planı*. TEMA Vakfı Yayınları, Ankara.

Küçükbaşol, Y. (2015). Çoruh Nehri ve Yusufeli Barajı:toplumsal, ekonomik ve çevresel etkileri bakımından bir baraj incelemesi. *Birey ve Toplum Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(10),133-158.

MTA. 1/25000 Ölçekli Jeoloji Haritası. Artvin, G47a4, G46b2, G47a1, G47a2, Paftaları.

Muluk, Ç. B., Turak, A., Yılmaz, D., Zeydanlı, U.,. (2009). *Hidroelektrik Santral Etkileri Uzman Raporu: Barhal Vadisi*. Kaçkar Dağları Sürdürelebilir Orman Kullanımı ve Koruma Projesi.

Okay, A., & Tüysüz, O. (1999). *Tethyan sutures of northern Turkey*. Geological Society, London, Special Publications(156), 475-515.

Özdemir, Ü. ve Coşkun, O. (2010). *Yusufeli İlçesi'nin Gelişmişlik Düzeyine Etki Eden Coğrafi Etmenler*. Geçmişten Geleceğe Yusufeli Sempozyumu Bildirileri Kitabı, FSF Matbaacılık, s: 143-149, İstanbul.

Özlü, T. (2012). Elekçi Deresi (FATSA) Havzası'nın Hidrolojik Sorunları ve Bunların İklim Şartları İle İlişkileri. *Sosyal Bilimler Araştırmalar Dergisi*, Cilt:3, Sayı:6, 282-299. Aralık, 2012.

Sever, R. (2010). Yusufeli Barajı ve Bazı Çevresel Etkileri. *Geçmişten Geleceğe Yusufeli Sempozyumu Bildirileri Kitabı, FSF Matbaacılık, s: 193-207, İstanbul*.

Sever, R. (2001). *Berta (Okçular) Çayı Havzası'nın Fiziki Coğrafyası*. Yayınlanmış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum.

Sever, R., ve Kalın, Ö. U. (2010). Artvin İlinde Yapılmakta Olan Barajlar Hakkında Artvin Halkının Bazı Görüşleri. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 15(23), 65-80.

Sönmez, M. E. (2012). Barajların Mekân Üzerindeki Olumsuz Etkileri ve Türkiye'den Örnekler. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 11(1).

Sucu, S., ve Dinç, T. (2008). Çoruh Havzası Projeleri. *TMMOB*, 2, 33-38.

- Şahin, K. (2000). Altınkaya Baraj Gölü Suları Altında Kalan Köylerden Göç Edenlerin Karşılaştıkları Sorunlar ve Vezirköprü Şehrine Etkileri. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(1).
- Tıraş, M. (1994). *Bölgesel Coğrafya Açısından Bir Araştırma Yusufeli ve Yakın Çevresinin Coğrafi Etüdü*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Erzurum.
- Tıraş, M. (1990). *Yusufeli İlçe Merkezinin Coğrafi Etüdü*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Erzurum.
- Ünsal, V. (2006). *Eskiçağda Çoruh Havzası*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum.
- Yıldırım, A., ve Karadoğan, S. (2009). Dicle Üniversitesi Kampüs Alanının Jeomorfolojik Özelliklerinin Belirlenmesinde Morfometrik Analizler. *T.C. Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi (DÜSBED)*, Sayı: 1, s.: 48-69.

FAYDALANILAN İNTERNET SİTELER

- <http://yusufelihaberajansi.com/haberGoster.php?hid=1366>. (Erişim Tarihi: 12.09.2020)
- <https://www.yusufeli.bel.tr/> (Erişim Tarihi: 27.11.2020)