

# Yusufeli'nde (Artvin) Baraj Öncesi Doğal Çevre Özelliklerinin CBS Yöntemleri ile Belirlenmesi ve Ekolojik Hassasiyet, NDVI, NDMI Analizleri

Pınar POLAT<sup>1</sup>

## Öz

Karadeniz Bölgesi'nin Doğu Karadeniz Bölümü sınırları içerisinde bulunan Yusufeli, Çoruh Nehri Havzası'nın Orta Çoruh kesiminde yer almaktadır. Kuzeyden Altıparmak Dağları, güneyden ise Mescit Dağları ile sınırlandırılan sahanın matematik konumu ise 41°08'- 41°54' Doğu boylamları ile 40°33'- 41°06' Kuzey enlemleri arasındadır. Yusufeli, Doğu Karadeniz Bölümü ile Doğu Anadolu Bölgesi arasında bir geçiş sahası olduğundan, her iki bölgenin özelliklerini de taşıyan özel bir konuma sahiptir. Bu çalışmada Yusufeli ve yakın çevresinin baraj öncesi jeolojik, jeomorfolojik, topoğrafik, iklimatik ve doğal bitki örtüsü gibi doğal çevre özellikleri ele alınarak sahanın baraj öncesi durumu ortaya konulmuş, barajın su tutulumundan itibaren gelecek birkaç yıl içerisinde doğal çevre özelliklerinde ne gibi değişimlerin ortaya çıkacağı öngörülmüştür. Çalışmamızda yükselti, eğim, bakı, ekolojik hassasiyet, NDVI, NDMI analizleri gibi çeşitli analiz yöntemleri kullanılarak elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır. Ülkemizdeki diğer barajlar gibi Yusufeli Barajı'nın da doğal çevre üzerinde oluşturacağı olumlu ve olumsuz etkiler zaman içerisinde kendini gösterecektir.

*Anahtar Kelimeler:* Yusufeli, CBS, Ekolojik Hassasiyet, NDVI ve NDMI Analizleri

## Determination of Pre-Dam Natural Environmental Characteristics of Yusufeli (Artvin) with GIS Methods and Ecological Sensitivity, NDVI, NDMI Analysis

### Abstract

Yusufeli district is located within the borders of the Eastern Black Sea Section of the Black Sea Region. Located in the Middle Çoruh section of the Çoruh River Basin, the district is surrounded by the Altıparmak Mountains in the north and the Mescit Mountains in the south. Its mathematical location is between 41°08'- 41°54' East longitudes and 40°33'- 41°06' North latitudes. Since it is a transition area between the Eastern Black Sea Section and the Eastern Anatolia Region, it has a special characteristic that has the features of both regions. In this study, natural environmental characteristics such as pre-dam geological, geomorphological, topographic, climatic, edaphic, and natural vegetation of Yusufeli and its surroundings are discussed. The pre-dam conditions of the site are presented, and it is foreseen what changes will occur in the natural environmental characteristics in the next few years from the impoundment of the dam. In the study, the existing natural environmental features were evaluated, and the results obtained using various analysis methods such as elevation, slope, exposure, ecological sensitivity, NDVI, and NDMI analyzes were interpreted. Like other dams in our country, the positive and negative effects of the Yusufeli Dam on the natural environment will emerge over time.

*Key Words:* Yusufeli, GIS, Ecological Sensitivity, NDVI and NDMI Analysis

### Atf İçin / Please Cite As:

Polat, P. (2023). Yusufeli'nde (Artvin) baraj öncesi doğal çevre özelliklerinin CBS yöntemleri ile belirlenmesi ve ekolojik hassasiyet, NDVI, NDMI analizleri. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 12(1), 1-24. doi:10.33206/mjss.1199989

**Geliş Tarihi / Received Date:** 05.11.2022

**Kabul Tarihi / Accepted Date:** 20.12.2022

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi - Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, ptaskiran@erzincan.edu.tr

 ORCID: 0000-0001-5846-0454

## Giriş

Yusufeli, Doğu Karadeniz Bölümü ile Doğu Anadolu Bölgesi arasında bir geçiş sahası olduğundan, her iki bölgenin özelliklerini de taşıyan özel bir konuma sahiptir ve doğal çevre özellikleri bakımından kendine özgü bir durum sergilemektedir. Bu çalışmada Yusufeli ve yakın çevresinin jeolojik, jeomorfolojik, topoğrafik, iklimik, edafik ve bitki örtüsü özellikleri gibi doğal çevre özellikleri ele alınmıştır. Özellikle Yusufeli Barajı'nın su tutulumundan önce bu parametrelerin değerlendirilmesi, baraj sonrası bu parametrelerde meydana gelecek olumlu ya da olumsuz değişimleri ortaya koyabilmek ve karşılaştırma yapabilmek açısından önem arz etmektedir. İnceleme alanının derin ve büyük bir baraj gölü haline gelmesi çevrede birçok değişime neden olacaktır. Bu çalışmada, mevcut verilerden yararlanılarak ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak yapılan analizlerde bir takım öngörüler ortaya konulmuştur.

Baraj dolulduğundan ortalama beş-yedi yıl kadar sonra mevcut parametrelerin yeniden değerlendirilerek doğal çevrede meydana gelen değişimlerin karşılaştırmalı olarak tekrar ele alınması planlanmaktadır. Dolayısıyla bu çalışma bir ön değerlendirme niteliğindedir. Bu bağlamda, Yusufeli ile ilgili şimdiye kadar yapılmış olan farklı disiplinlerdeki diğer akademik çalışmalar da oldukça önemlidir. Yusufeli ve yakın çevresi ile ilgili yapılmış olan diğer çalışmalar; "Yusufeli ve Yakın Çevresinin Coğrafi Etüdü" (Tıraş, 1994) ve "Yusufeli (Artvin) Yöresinin Jeolojisi, Jeotektoniği, Mağmatik-Metamorfik Kayaçların Jeokimyası ve Petrojenezi" (Dokuz, 2000) başlıklı doktora tezleri geniş ve genel kapsamlı çalışmalardır. Artvin Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü tarafından hazırlanmış olan Çevre Durum Raporu'na göre (2019) saha ile alakalı önemli veriler içermektedir. Ayrıca makale olarak yayınlanmış birçok çalışma da bulunmaktadır (Koday ve Erhan, 2010, s. 231-241; Tüfekçioğlu ve Yavuz, 2016, s. 188-199; Akyıldırım Beğen ve Emrah, 2018, s. 17-23; Türker ve Öztürk, 2001, s. 1-15; Güngör ve Cengiz, 2006, s. 69-80; Kırış, Anlar ve Alıç, 2010, s. 153-164; Yavuz, 2011, s. 1-44; Eminağaoğlu, 2015, s. 1-116; Küçükbaşol, 2015, s. 133-158; Albayrak ve Yılmaz, 2021, s. 19-36; Hanifi ve Maraş, 2021, s. 382-398; Yüksel ve Beğen, 2018, s. 34-40; Bulut, Sevindi, Yürüdü, Hadimli ve Artvinli, 2004, s. 117-131; Bahçalı, Arda ve Kahraman, 2017, s. 107-125; Bakırcı, 2012, s. 71-85; Kayadibi, 2015, s. 29-54; Bulut, Kopar ve Zaman, 2013, s. 11-24; Akıncı, Özalp ve Özalp, 2017, s. 83-95; Kopar ve Çakır, 2013, s. 46-66; Tıraş, 1995, s. 396-412; Yılmam ve Turgut, 2020, s. 431-450; Surat, Yılmaz ve Surat, 2015, s. 61-88; Eminağaoğlu, Beğen ve Aksu, 2018, s. 93-113).

Çalışmamızın odağını oluşturan ve Yusufeli Barajı'nın inşa edildiği Çoruh Vadisi birçok endemik hayvan ve bitki türünü barındıran özel bir ekosistem alanıdır. Aynı zamanda topoğrafik, hidrografik ve iklimik avantajları nedeni ile hidroelektrik enerjisinin verimli bir şekilde üretilebileceği bölgelerden birisidir. Fakat baraj ile ortaya çıkabilecek çevresel kayıpları en aza indirgeyebilecek planlamaların gerekliliği kaçınılmazdır. Yusufeli Barajı çevresel anlamda kayıplara neden olabileceği gibi, bölgesel bazda bazı doğal çevre parametreleri üzerinde olumlu etkilerin ortaya çıkmasına da imkân verecektir. Her iki durumda da mevcut ortam koşullarının iyi analiz edilmesi ve gelecekte ne gibi farklılıkların ortaya çıkacağı, üzerinde durulması gereken bir konudur. Buna dayanarak yerleşim yerinin değişmesi ve Yusufeli Barajı'nda su tutulumunun başlamasından itibaren, Yusufeli ve yakın çevresinin doğal ortamında meydana gelebilecek olumlu ve olumsuz muhtemel değişimler şöyle sıralanabilir:

Olumsuz anlamda ortaya çıkabilecek muhtemel değişimler,

- Endemik bitki türlerinin kaybı
- Endemik hayvan türlerinin kaybı
- Jeolojik ve jeomorfolojik özel yapı örneklerinin kaybı
- Doğal turizm değerlerinin kaybı
- Bazı önemli tali akarsuların ve su kaynaklarının kaybı
- Çoruh Vadisi'ndeki az eğimli, tarıma elverişli alanların kaybı
- Eğim değeri yüksek yamaçlarda erozyona bağlı toprak kaybı
- Mevcut doğal yeşil alanların kaybı
- Yamaç statüsünün bozulması

Olumlu anlamda ortaya çıkabilecek muhtemel değişimler,

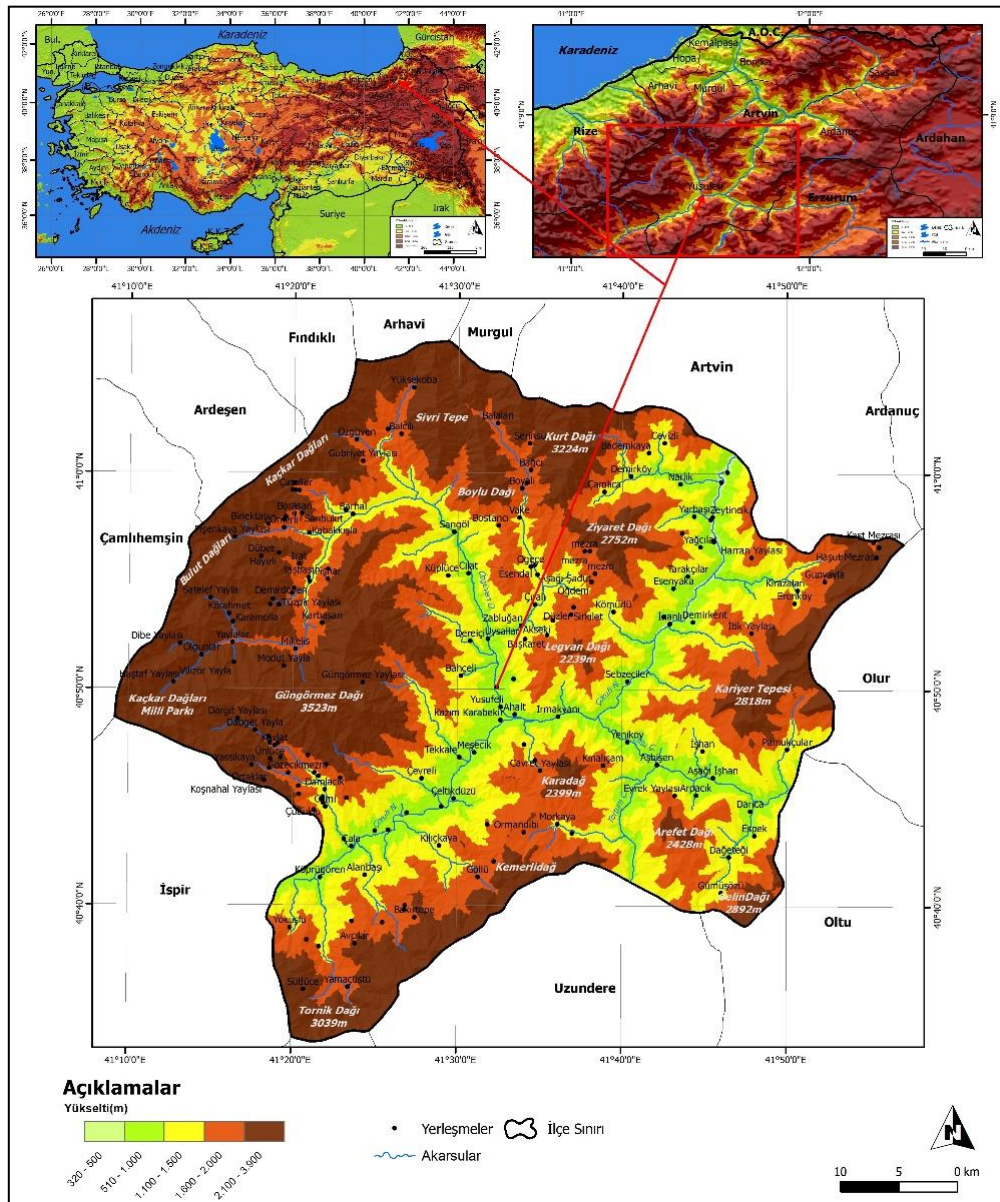
- Nem ve yağış değerlerinde artış
- Sulak alan potansiyelinde artış
- Sucul canlı türlerinde artış
- Doğal bitki varlığındaki artış

- Göl ekosistemindeki artış
- Tarım ürünleri çeşitliliğinde artış
- Su varlığına bağılı turizm çeşitliliğinde artış şeklinde sıralanabilir.

Elbette mevcut duruma göre öngörülen bu değişimlerin gelecekte ne kadarının ne oranda ortaya çıkacağı ilerleyen dönemlerde yapılacak çalışmalarla net bir şekilde ortaya konacaktır.

### Araştırma Sahasının Konumu ve Doğal Çevre Özellikleri

Yusufeli, Karadeniz Bölgesi'nin Doğu Karadeniz Bölümü sınırları içerisinde yer almaktadır. Çoruh Nehri Havzası'nın Orta Çoruh kesiminde bulunan saha, kuzeyden Altıparmak Dağları, güneyden ise Mescit Dağları ile sınırlandırılmıştır. Matematik konumu ise 41°08'- 41°54' Doğu boylamları ile 40°33'- 41°06' Kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Çalışma alanının yüzölçümü 2327 km<sup>2</sup>'dir ve bu yüzölçümü ile Artvin ili toplam arazisinin (7436 km<sup>2</sup>) % 31,3' ünü oluşturmaktadır. Artvin il merkezinin güneybatısında yer alan Yusufeli, kuzeybatıdan Ardeşen ve Fındıklı, kuzeyden Artvin, Arhavi ve Murgul, doğudan Uzundere, Oltu ve Olur, batı ve güneybatıdan ise İspir ile komşudur (Şekil 1).



Şekil 1. Yusufeli Yakın Çevresinin Lokasyon ve Fiziki Haritası

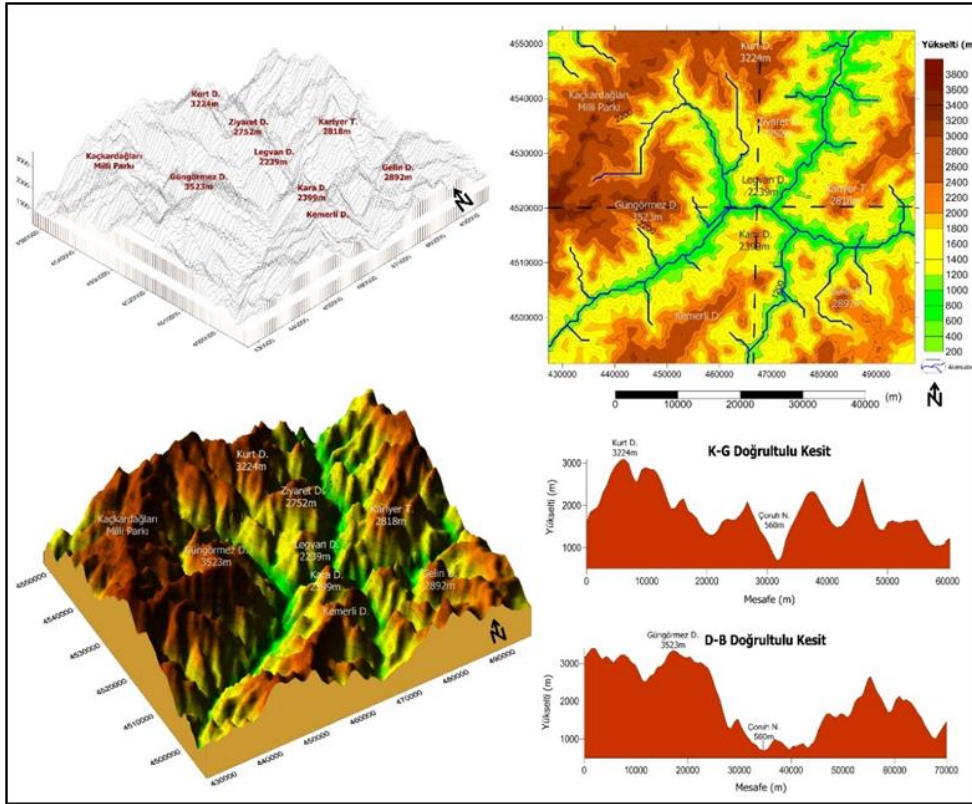
Yusufeli ve çevresi oldukça engebeli bir topoğrafyaya sahiptir. İnceleme alanında yer alan dağlar ve bunlar arasına yerleşmiş dar ve derin vadiler, ana jeomorfolojik görünümü oluşturmaktadır. Çalışma



alanının en alçak kesimi kuzeyde Artvin merkez ilçe sınırında deniz seviyesine göre yaklaşık 400 metredir. Çalışma sahasının en yüksek yeri batıda Kaçkar Dağları'nda 3937 metre civarındadır. Yusufeli ilçesi, Çoruh Nehri ile Barhal Çayı'nın birleştiği bir noktada, deniz seviyesinden yaklaşık 550 metre yükseklikte kurulmuştur (Fotoğraf 1). Yusufeli ilçesinin yerleşmiş olduğu Çoruh Vadisi yaklaşık 1500 - 2000 metre derinliğiyle Türkiye'nin en derin vadisi olma özelliğini taşımaktadır (Şekil 2), (Koday ve Erhan, 2010, s. 232).

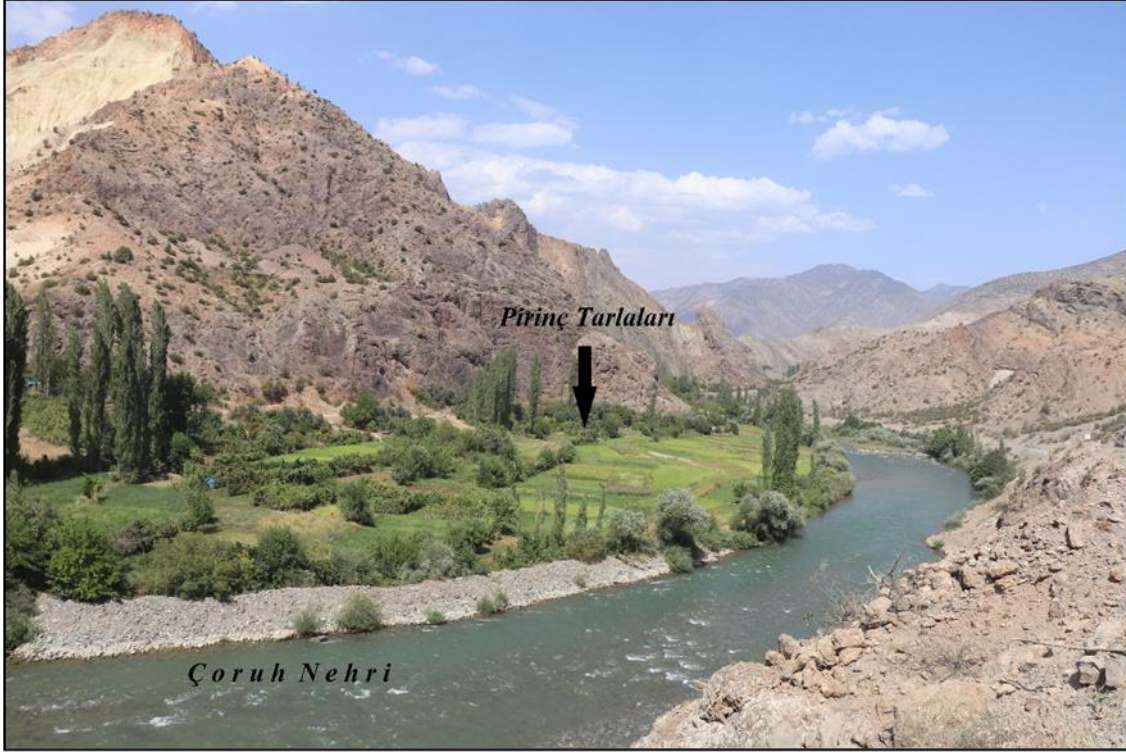


**Fotoğraf 1.** Çoruh Nehri ile Barhal Çayı'nın birleştiği alanda yer alan Yusufeli ilçesinin baraj öncesi görüntüsü (Drone Fotoğrafı çekim tarihi: 01.09.2022). Yusufeli Barajı'nın su tutulumundan sonra Yusufeli ilçe merkezi ve birçok yerleşim alanı baraj suları altında kalacaktır



**Şekil 2.** Yusufeli Yakın Çevresinin Baraj Öncesi Topoğrafik Yapısını Gösteren 3D Modellemeleri ve K-G, D-B Yönlü Profil Diyagramları

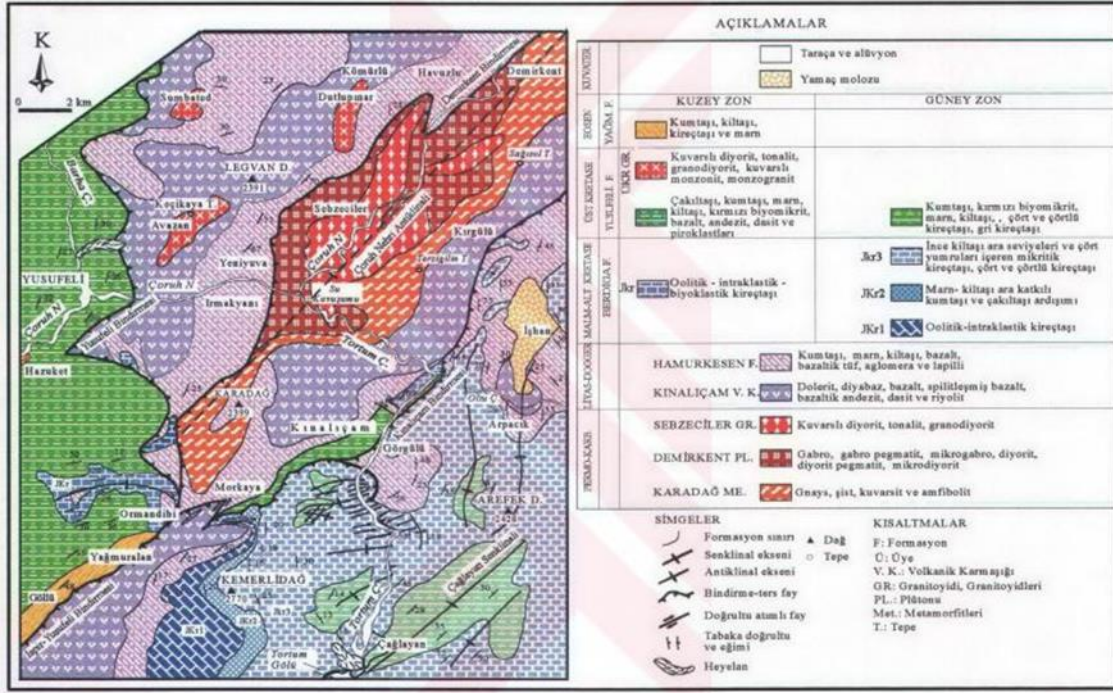
Bölge yüksek eğim değerleri nedeni ile hemen hemen tamamen etkin bir aşınım sahası olduğu için, aşınma-taşınma ve birikme süreçleri morfoloji üzerinde önemli bir role sahiptir. Yamaçlarda yüksek oranda aşınma ve taşınma aktivitesi meydana gelirken, nehirlerin vadi yataklarında birikime imkân verecek düzeyde eğimin azaldığı görülmektedir. Çalışma sahasından geçen Çoruh Nehri'nin birikime müsait kesimi ise ilçe merkezinden itibaren yatak çevresidir. Bununla birlikte diğer akarsu vadilerinde de alüvyonların biriktiği alanlar bulunmaktadır. Bu alanlar oldukça eğimli olan arazi yapısında, sınırlı düzlükleri oluşturduğundan tarım faaliyetleri için kullanılmaktadır. Özellikle nehir yataklarının hemen kıyısında yer alan bu düzlükler, yörenin birincil tarım ürünü olan çeltik (pirinç) bitkisi için en uygun arazilerini meydana getirmektedir (Tıraş, 1994, s. 5-6), (Fotoğraf 2).



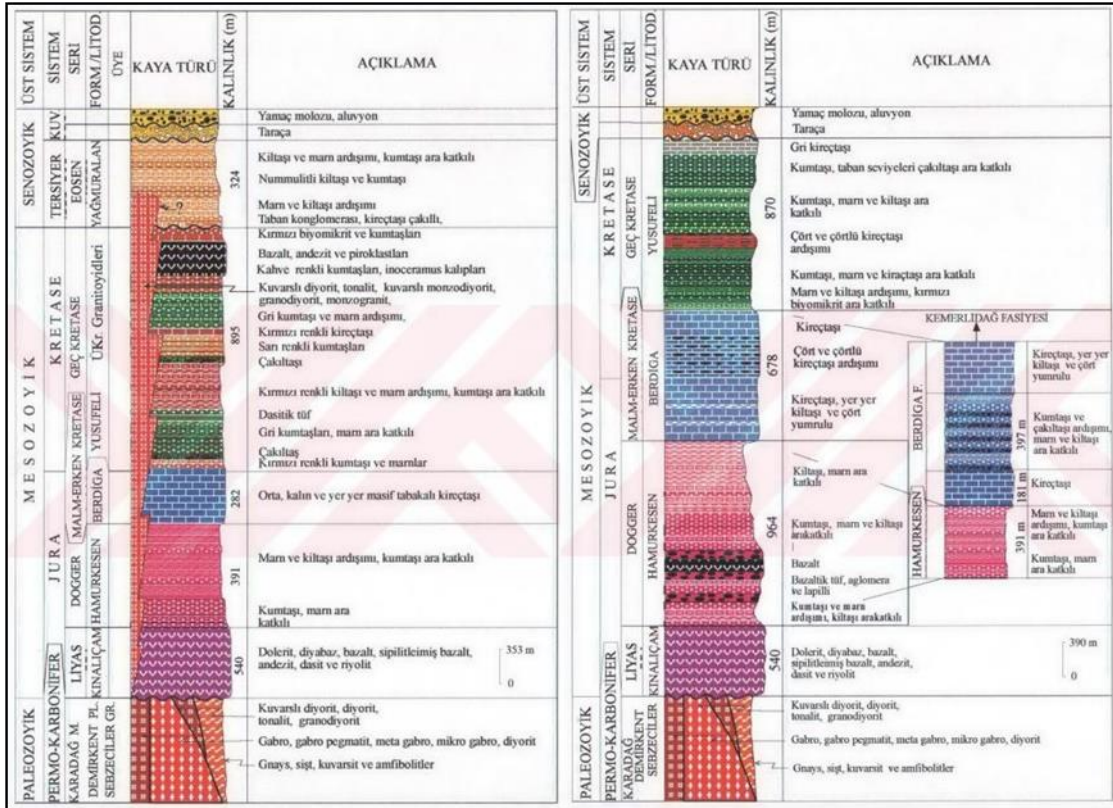
**Fotoğraf 2.** Çoruh Nehri kıyısında çeltik (pirinç) tarımının yapıldığı, az eğimli alüvyon düzlükleri (Çekim, 01.09.2022)

İnceleme alanı jeolojik olarak kendine özgü bir yapıya sahiptir. Sahanın oluşumu genel anlamda tektonik bir yapı göstermektedir ve kökeni Eosen başlarına ve Mesozoyik öncesine rastlamaktadır. Saha son şeklini ise Oligosen’de almıştır. İnceleme alanının andezit-trakit birimlerine yer veren yapısı, lavların yüzeye çıkmasını sağlayan fay sistemlerinin oluşumunu takiben meydana gelmiştir. İnceleme alanında Paleozoyik, Mesozoyik ve Senozoyik yaşlı birimler yüzeylenmektedir. Stratigrafik sınıflandırmaya göre Paleozoyik döneme ait yapılar saha sınırları içerisinde gnays, amfibolit ve mikaşist kayalar ile kendini göstermektedir (Baydar, 1969, s. 4-67; Tıraş, 1994, s. 6-7; Dokuz, 2000, s. 15 ). Sahada Triyas döneme ait formasyonlara rastlanmamakla birlikte Alt Jura yaşlı birimler çok dar bir alanda göze çarpar. Bunlar kireçtaşı ve kömür ara katkılı kayalar olarak kendini göstermektedir. Kretase yaşlı formasyonlar ise daha çok kumtaşı ve konglomera ardalanmasından meydana gelmiştir. Yer yer homojen karbonat çökelimlerine de rastlanmaktadır. Çoruh Vadisi'nin iki yamacında da Eosen yaşlı birimleri temsil eden flišler yer almaktadır. Eosen birimlerinin en yaygın litolojik temsilcisi ise volkanik kayalardır. Yusufeli ve çevresinde Kuvaterner döneme ait oluşumlar genellikle vadi tabanlarında ve ana akarsulara birleşen derelerin ağız kesimlerinde birikinti konileri ve yamaç molozları şeklinde görülmektedir. Ayrıca dağların yüksek kesimlerinde buzul aşındırması sonucu meydana gelmiş olan morenler ve moloz birikintileri de Kuvaterner’e ait oluşumlar olarak kendini göstermektedir (Tıraş, 1994, s. 5; Gattinger, 1962, s. 9) (Şekil 3-4). Araştırma sahasının jeoçeşitlilik derecesinin yüksek olmasında tektonik ve litolojik yapının büyük rolü olmuştur. Karbonifer-Kuvaterner aralığında pek çok formasyonun yüzeylendiği sahada faylar, bindirmeler ve kıvrımlar en önemli makro-tektonik yapılar olarak yerini almıştır. Sahanın litolojik özelliklerinin farklı olması, tektonik rejimin yanı sıra flüviyal etmen ve süreçlerin karşılıklı mücadelesiyle görsel kalite değeri yüksek yer şekilleri meydana gelmiştir (Kopar ve Çakır, 2013, s. 49-50).





Şekil 3. Yusufeli Yakın Çevresinin Jeoloji Haritası (Dokuz, 2000, s. 16)

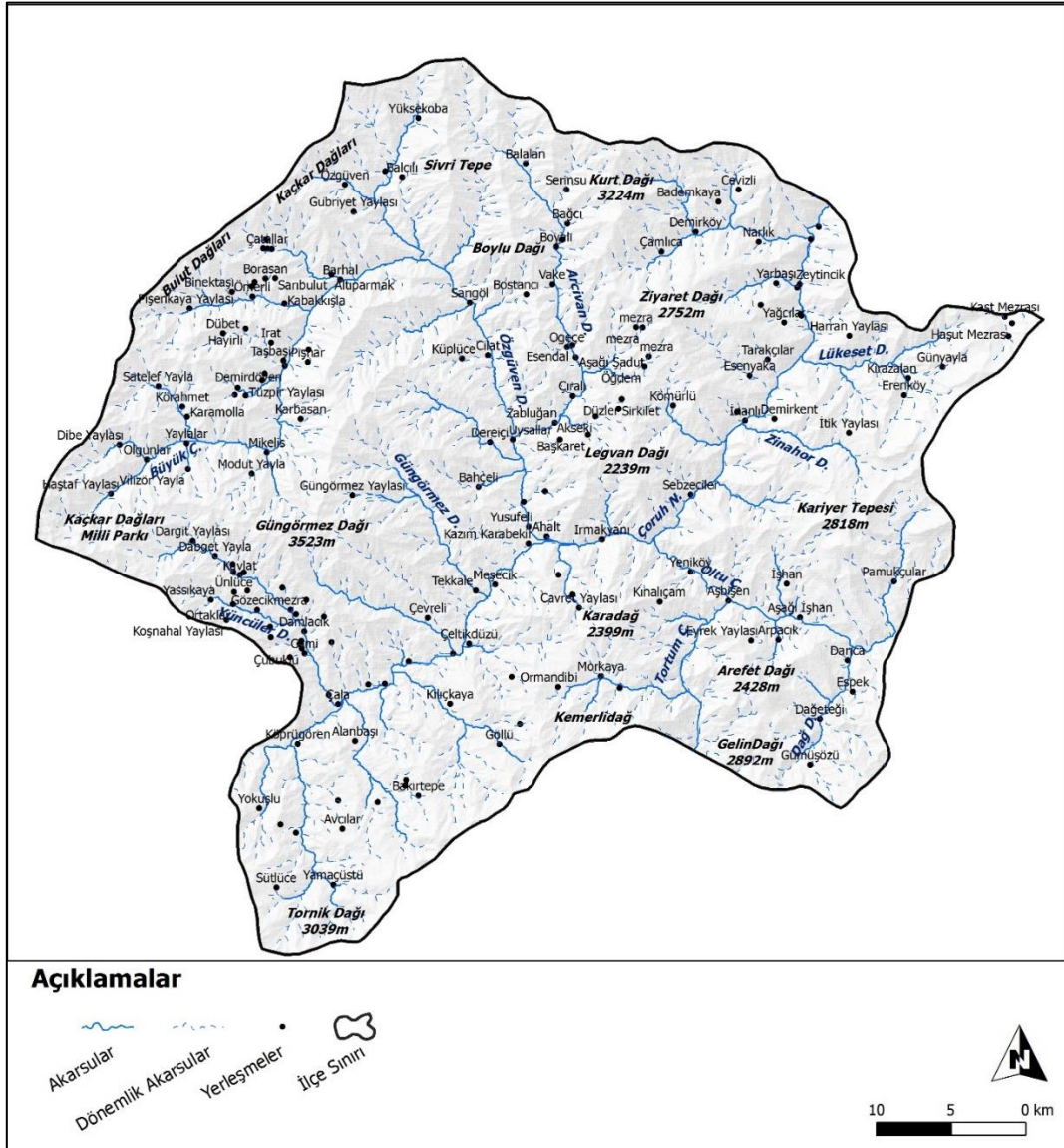


Şekil 4. Yusufeli Yakın Çevresinin Stratigrafik Kolon Kesiti (Dokuz, 2000, s. 17-18)

Yusufeli'nin iklim özellikleri çevresine göre farklılıklar göstermektedir. Yusufeli Meteoroloji İstasyonu'nun verilerine göre (1965–2020) yıllık ortalama sıcaklık 14,0 °C, yıllık ortalama yağış miktarı ise 320 mm civarındadır. Çevresine oranla oldukça düşük ortalama yağış değerine sahip olması, Yusufeli'nin etrafındaki yüksek dağlardan dolayı yağmur gölgesinde kalmasından kaynaklanmaktadır. Kış mevsiminde

çevredeki yüksek dağlık alanlarda dondurucu soğuklar görölmesine rağmen, çevresine göre oldukça alçakta yer alan Çoruh Vadisi tabanında şiddetli soğuklar görölmemektedir.

Çalışma sahasının en büyük akarsuyu olan Çoruh Nehri, Mescit Dağı'nın (3255 m.) batı yamaçlarından doğar. Nehir, kaynağından itibaren Bayburt'a kadar doğu-batı doğrultusunda akar, sonra bir yay çizerek doğuya yönelir ve Yokuşlu köyünde Yusufeli sınırlarına girer. Yusufeli ilçe merkezinde Barhal Çayı ile birleşir (Fotoğraf 1). Barhal Çayı kaynağını Altıparmak Dağları ve Kaçkar Dağları'ndan (3937 m.) almaktadır. Çoruh Nehri Yusufeli ilçe merkezini geçtikten kısa bir süre sonra Su Kavuşumu (Günalp Kayası) olarak bilinen noktada Oltu Çayı ile birleşir ve buradan itibaren tamamen kuzeye yönelir. Berta Çayı ile birleşerek Artvin il merkezini geçer ve sonra Borçka ilçe merkezine girmeden Murgul Çayı ile birleşir. Borçka ilçe merkezini geçtikten sonra Borçka'ya bağlı eski bucak merkezi Muratlı'da ülke sınırlarını terk ederek Batum'da (Gürcistan) Karadeniz'e dökölür (Şekil 5). Engebeli bir topoğrafyanın hâkim olduğu sahada eğimin ve dolayısıyla şiddetli aşınma ve taşınmanın etkisiyle çoğu yerde ana kaya açığa çıkmıştır. Bununla birlikte toprak örtüsünün kısmen bulunduğu sahalarda hâkim toprak türünü kahverengi orman toprakları oluşturmaktadır. Vadiler boyunca akarsu kenarlarında akarsuların taşıdığı malzemenin birikmesiyle oluşan alüviyal topraklar genel toprak yapısını meydana getirmektedir (Koday ve Erhan, 2010, s. 233-234).



Şekil 5. Yusufeli Yakın Çevresinin Baraj Öncesi Hidroğrafya Haritası



Çoruh Nehri'nin derin vadisi boyunca eğimin fazla olması ve yağış değerlerinin düşük olması nedeniyle genel olarak bitki örtüsünden yoksun yamaçlar görülmektedir. Bu yamaçlarda seyrek olarak yetişmiş çalı türleri hâkim bitki örtüsünü meydana getirirken, yükselti arttıkça karışık ve iğne yapraklı ağaç toplulukları yer yer orman görüntüsü oluşturmaktadır. Vadi tabanında ise akarsu yanı bitkileri vadi boyunca yeşil bir görünüm sunmaktadır. Sahada karasal iklimin hâkim bitki örtüsü genel formasyonu oluşturmakta fakat zeytin, nar, sandal, karaçalı, incir gibi bazı Akdeniz bitki elemanlarına da Çoruh Vadisi'nde sıkça rastlanmaktadır (Koday ve Erhan, 2010, s. 233), (Fotoğraf 3).



**Fotoğraf 3.** Çoruh Vadisi'nde Akdeniz bitki elemanlarından zeytin, incir, nar gibi türler yaygın olarak yetişmektedir (Fotoğraflar 2020 yılı Eylül ve Ekim aylarında çekilmiştir)

### Yöntem

Bu makale ofis ve arazi çalışmaları olmak üzere iki aşamada hazırlanmıştır. Çalışmanın ofis aşamasında sahayla ilgili literatüre ulaşılmış, konuyla ilgili veriler toplanarak değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda Harita Genel Komutanlığı'ndan (HGK) 1/25.000 ölçekli topografya haritaları ile Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nden (MTA) 1:100.000 ve 1:500.000 ölçekli jeoloji haritaları temin edilmiştir. Bu haritalar ArcGIS 10.4.1 yazılımında işlenerek sayısal yükseklik modeli (DEM) ve diğer temel haritalar hazırlanmıştır. Google Earth ve Arc Earth uydu görüntüleri üzerinden ArcGIS harita çizim ve analiz programları kullanılarak çeşitli analizler yapılmıştır. Çalışma sahasının baraj öncesi mevcut doğal çevre özelliklerini ortaya koyabilmek adına üretilen temel haritalar; topoğrafya, hidroğrafya, eğim, bakı, yükselti, izohips, sıcaklık ve yağış dağılışı haritalarıdır. Analiz programında ise çalışma konumuza ait beş temel analiz yöntemi uygulanmıştır. Bu analizlerden ilki sahanın eğim değerlerini ve bakı durumunu ortaya koyan analizlerdir. Eğim ve bakı analizinde orta çözünürlükteki (30m) Aster-GDEM sayısal yükseklik (Digital Elevation Model) verisi kullanılmıştır. İkinci analiz ise bitkisel yoğunluk durumunu ortaya koymak adına NDVI (Normalized Difference Vegetation Index-Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi) analizidir. NDVI analizinde ise USGS Earth Eksplorers sitesinden elde edilen 30/07/2019 tarihli Landsat 8 uydu görüntüleri kullanılmıştır (URL 1; URL 2). Eğim analizi sonucunda eğim değerleri, NDVI analizi sonucunda bitki yoğunluk indeks değerleri gruplandırılmıştır. Bununla birlikte ArcGIS v. 10.5 programında eğim grupları ve NDVI indeks gruplarının alanları km<sup>2</sup> cinsinden hesaplanarak grupların çalışma alanı içerisindeki oranları belirlenmiş ve haritalar oluşturulmuştur. Bir diğer analiz ise NDMI (Normalized Difference Moisture Index - Normalize Edilmiş Fark Nem İndeksi) analizidir. Normalize Edilmiş Fark Nem İndeksi (NDMI), NDVI ile benzer şekilde hesaplanır, ancak kırmızı dalga boyları yerine kısa dalga kızılötesi (SWIR) kullanır. NDMI, su stresi sorunları olan yeşil alan veya tarım alanlarını anında belirlemeyi mümkün kılar. NDMI da -1 ile 1 arasında değer alır ve 1'e yaklaştığında yeterli suyun olduğunu, su stresinin olmadığını ifade eder (Yılmaz, Demirel ve Balçık, 2022, s. 77-80). Diğer analizimiz ise sahanın ekolojik duyarlılığa sahip alanlarının belirlenmesi için uyguladığımız Ekolojik Hassasiyet Analizidir. Ekolojik hassasiyeti değerlendirmek amacıyla etken faktörlerin ve bunların ağırlıklarının belirlenmesi, bu parametrelerin kendi içerisinde sınıflandırılması, mekânsal dağılışı ve kapsamlı ekolojik değerlendirmesi Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) teknolojilerinin yardımıyla yapılmıştır. CBS ekolojik hassasiyet ve risklerin değerlendirilmesinde büyük kolaylık sağlamaktadır. Güçlü mekânsal veri ve hesaplama yeteneği, ekolojik karmaşık ilişkiler için sağladığı kullanışlı araç ve teknikler, kolay analiz süreçleri ile doğru ve hassas sonuçlar ortaya koymaktadır. Böylece ekolojik hassasiyete sahip alan planlamalarında CBS' nin etkinliğini ve bilimselliğini artırmaktadır (Cai et al. 2011, p. 5250-5255). UA ve CBS tabanlı ekolojik hassasiyet çalışmaları bölgesel gelişme planları, endüstriyel dağılım, bölgesel geniş



kapsamlı çevre değerlendirmelerine bilimsel bir temel sağlamaktadır (Cai vd., 2011, p. 5250-5255; Ersayın, 2016, s. 25-35; Gao ve Zhang, 2011, s. 251-254). Yusufeli ve yakın çevresinin ekolojik duyarlılık analizinin gerçekleştirilmesinde AHS tekniğinden yararlanılmıştır. Bunun nedeni AHS tekniğinin, birden fazla sayıda parametrenin birlikte ve bir bütün olarak ele alınabildiği bir sayısal ortam sağlamasıdır. Ekolojik duyarlılık analizi için farklı çalışmalar incelenerek ana kriterler (Tablo 1) ve bu kriterlere ait alt kriterler (Tablo 2) belirlenmiştir. Bu kriterler sayısal değerler yardımıyla saptanarak sonuca ulaşılmış ve ekolojik duyarlılığı olan alanların harita üzerinde dağılışları verilmiştir (Düzgüneş ve Demirel, 2016, s. 139).

### Bulgular

İnceleme alanında arazi gözlem ve veri değerlendirme yöntemleri ile birtakım çalışmalar yapılmıştır. Bu alışmalar birlikte değerlendirilerek çeşitli fakat birbiri ile bağlantılı bulgular ortaya çıkmıştır. Öncelikle sahayı etkileyecek olan Yusufeli Barajı'nın yapısal özellikleri ve etki durumundan bahsedilmiştir. Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde analiz sonuçları değerlendirilmiş ve sahanın mevcut durumuna göre yorumlanmıştır. Aynı zamanda ortaya çıkan sonuçlara göre de barajın su tutulumundan itibaren gelecek birkaç yıl içerisinde doğal çevre özelliklerinde ne gibi değişimlerin ortaya çıkacağı belirlenmeye çalışılmıştır. Mevcut durumdan yola çıkılarak elde edilen sonuçların ve gelecek için yapılan tahminlerin ne kadarının sahada gerçekleşmiş olacağı ilerleyen yıllarda yapılacak olan, çalışmanın devamı niteliğindeki incelemelerle ortaya konulacaktır.

İnceleme alanını doğal çevre özellikleri bakımından etkileyecek olan Yusufeli Barajı projesi, Artvin ilinin yaklaşık 40 kilometre güneybatısında ve oruh Nehri zerindeki Yusufeli ilçe merkezinin 10 km'lik akaçlama alanında yer almaktadır. Türkiye sınırları içinde oruh Nehri'nin uzunluğu 390 km ve su toplama alanı 19,750 km<sup>2</sup>'dir (Küçükbaşol, 2015, s. 134). Çoruh Nehri üzerinde yapımı devam eden Yusufeli Barajı 2,13 milyar m<sup>3</sup> rezervuar depolama hacmi ile oruh Havzası baraj projeleri içerisinde en yüksek depolama hacmine sahiptir ve kaya dolgu gövde özelliği göstermektedir. Barajın temelden yüksekliliği 270 metredir. Bu özelliği ile dünyanın en yüksek barajları arasında yer almaktadır. Baraj tamamlandığında maksimum su seviyesi 507 m, minimum su seviyesi ise 499 m'ye ulaşacaktır. Barajın yapımı ile ilçe merkezi ve 18 köy sular altında kalacaktır. Bu köyler Alanbaşı Köyü, Arpacık Köyü, Bahçeli Köyü, Bostancı Köyü, eltikdz Köyü, evreli Köyü, Darıca Köyü, Dereiçi Köyü, İrmakyanı Köyü, Küplüce Köyü, Kılıçkaya Beldesi, Kınalıçam Köyü, Morkaya Köyü, Mutlugün Köyü, Sebzeciler Köyü, Tekkale Köyü ve Yeniköy' den oluşmaktadır (Yılmam, 2020, s. 432-433).

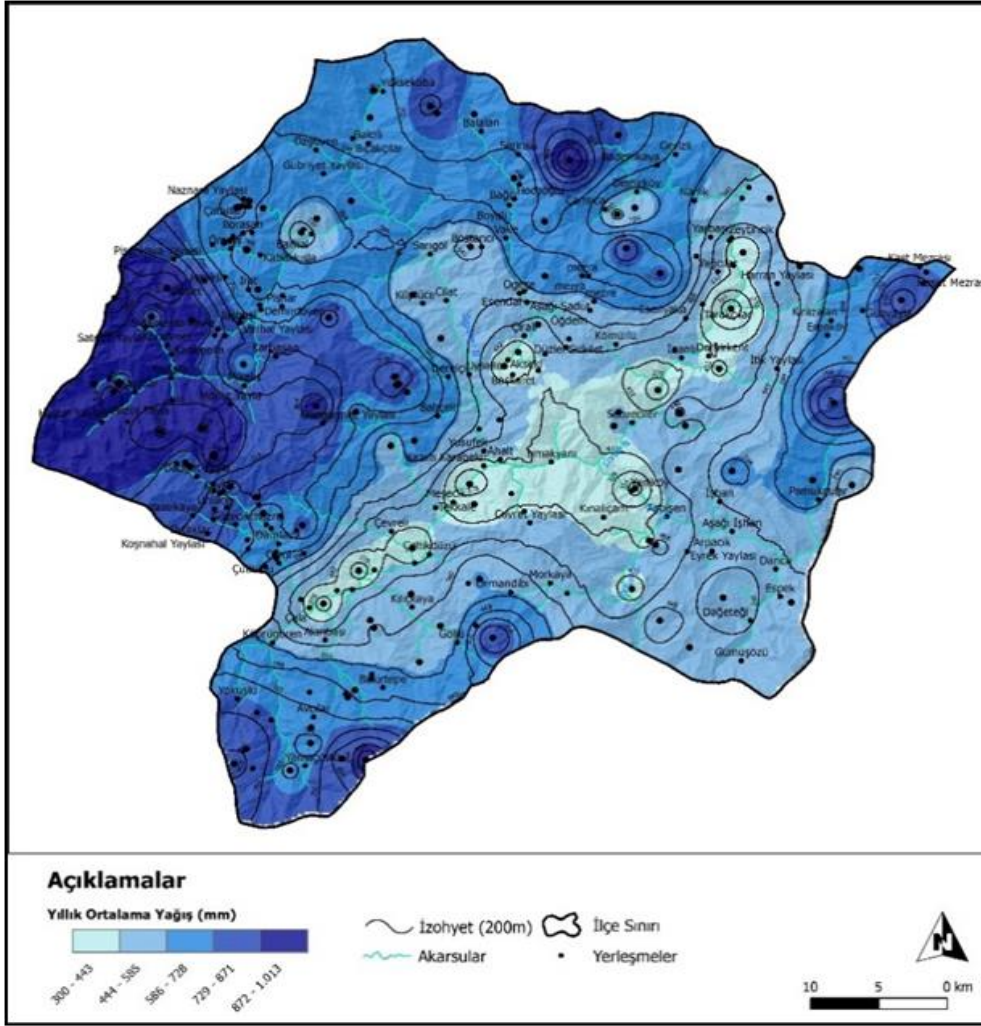
### Eğim ve Bakı Analizleri

Çalışma alanı içerisinde yer alan oruh Nehri, oldukça dar ve derin bir vadi içerisinde akmaktadır. Bölgenin dağlık ve engebeli yapısı hem oruh Nehri'nin hem de yan kollarının aşındırma aktiviteleri ile daha da engebeli bir görünüm kazanmıştır. Zaten bölgede mevcut olan Karadeniz coğrafyasının bu belirgin zor arazi yapısı, Yusufeli ve yakın çevresinde de kendini göstermektedir. Arazinin oluşumundan ve sonraki dış etken ve süreçlerin etkisi ile sahada, eğim değerleri yakın mesafede değişen bir topoğrafya ortaya çıkmıştır. İnceleme alanının geneline hakim olan engebeli yapı, uzunluğu 1520 km olan nehir yatağının hemen kenar kesimlerinde nispeten daha az olsa da vadi yamaçlarından itibaren dağlık sahalara doğru eğim Őiddetle artmaktadır. Vadi kenarlarında % 15'e kadar olan eğim, yamaçlarda ve zirvelere doğru % 70'lerin üzerine çıkmaktadır (Şekil 6). Çoruh Nehri'nin vadi tabanında oldukça dar olan düzlükler genellikle yerleşim alanı, yol ve tarım arazisi olarak kullanılmaktadır.









Şekil 8. Yusufeli Yakın Çevresinin Baraj Öncesi Uzun Yıllar Yıllık Ortalama Sıcaklık Dağılım Haritası

Yusufeli Barajı'nda su tutulmaya başlandıktan sonra, baraj gölünün çevre ikliminde bazı değişikliklere neden olması ve çevre ekosisteminde birtakım farklılıkların ortaya çıkması kaçınılmazdır. Ancak baraj gölünün iklim üzerinde ne gibi farklılıklar meydana getireceğinin önceden rakamlarla ifade edilmesi çok güçtür fakat tahmini birtakım fikirler ortaya konabilir. Baraj gölünün oluşması ile çalışma sahası yakın çevresinin sıcaklık ve nem oranında artış olacağı bir gerçektir. Bu durum iklimsel değişimin olumlu bir sonucu olarak ormanlık ve ağaçlık alanlarda artış ve doğal bitki örtüsünde çeşitlilik şeklinde kendini gösterecektir. Göl yüzeyinden buharlaşarak yukarılara doğru çıkacak olan nemli hava, yükseklerde soğuyarak sahanın yağış olasılığını da pozitif yönde etkileyecektir (Sever, 2010, s. 196-197).

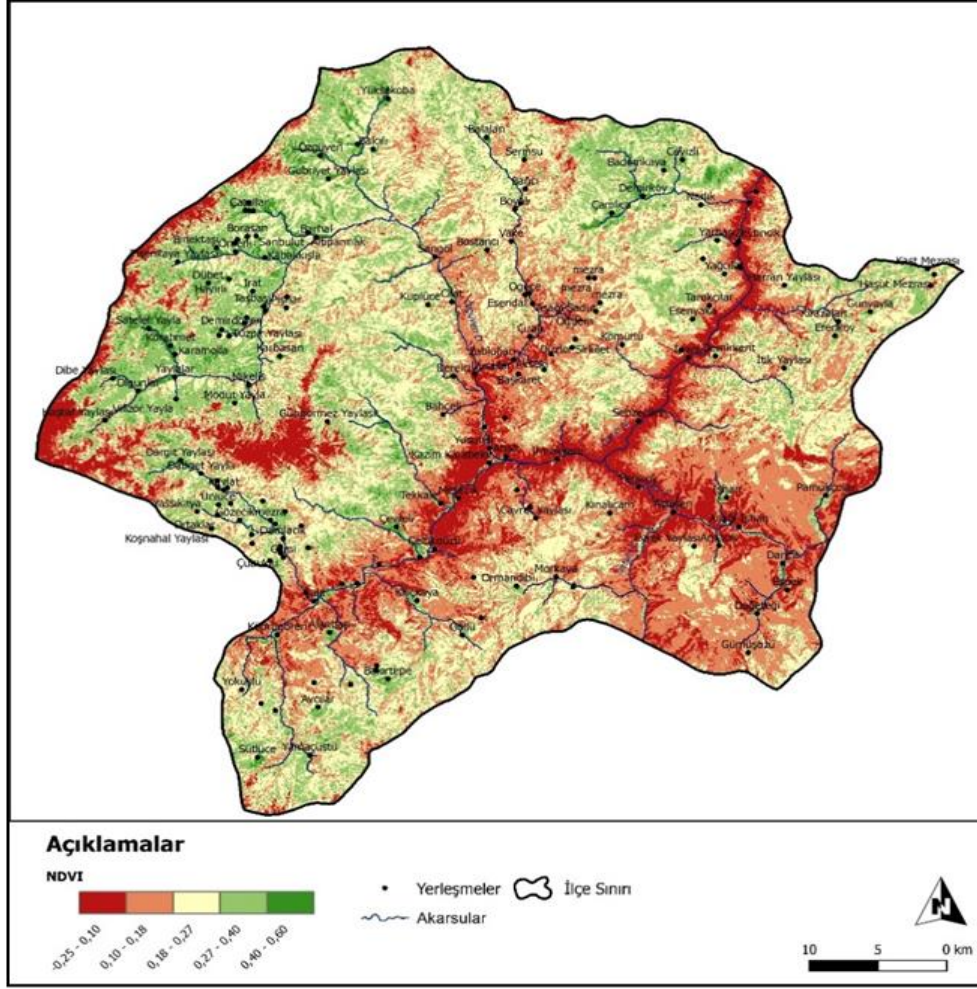
### NDVI Analizi

NDVI analizi herhangi bir alanda yer alan bitki örtüsünün yoğunluğunu, dağılımını, sağlıklı veya sağlıklı olmama durumunu ortaya koyan bir indekstir. Bu çalışmada analiz sonuçları dikkate alınarak ve beraberinde sahanın doğal çevre özellikleri göz önünde bulundurularak inceleme alanının doğal bitki örtüsü değerlendirilmiştir. Çalışma alanı, Avrupa-Sibirya ve İran-Turan olmak üzere iki ana fitocoğrafya bölgesi içerisinde kalmaktadır. Alanda bitki örtüsü iklimik farklılığa ve topoğrafik yapıya, aynı zamanda litolojik ve edafik özelliklere bağlı olarak şekillenmiştir. Çoruh Vadisi ve yan kolları boyunca doğu-batı yönünde uzanan oldukça dik ve kayalık alanlarda iğne ve geniş yapraklı çalı formasyonu, kuzey - güney yönünde uzanan alanlarda ise yer yer iğne yapraklı ve karışık orman toplulukları görülmektedir. Bu yükseltilerden alpin çayırların başladığı yükseltilere kadar ise yine yer yer iğne yapraklı, karışık veya geniş yapraklı orman alanları bulunur (Demirel, 2002, s. 281-285).

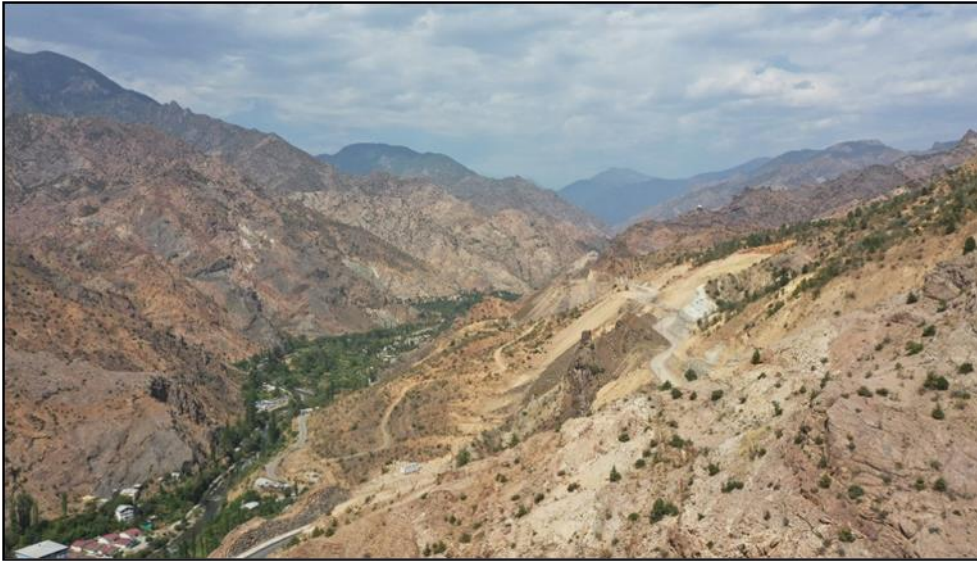
İnceleme alanında bitki örtüsü yoğunluğu, akarsu boyunda suya yakınlık nedeni ile fark edilir yoğunlukta olsa da vadi kenarından itibaren yüksek eğimli yamaçlarda aynı yoğunluğu görmek mümkün değildir (Fotoğraf 5). Eğim, erozyon, su kaynağından uzaklaşma ve yamaçların bakı ve yağmur gölgesinde



kalma gibi durumları bitki yoğunluğunun azalması üzerinde etkili faktörlerdir. Fakat daha yükseklere çıkıldıkça nem ve yağış oranının artması ile doğal bitki örtüsünün tekrar yoğunlaştığı gözlemlenmektedir (Şekil 9).



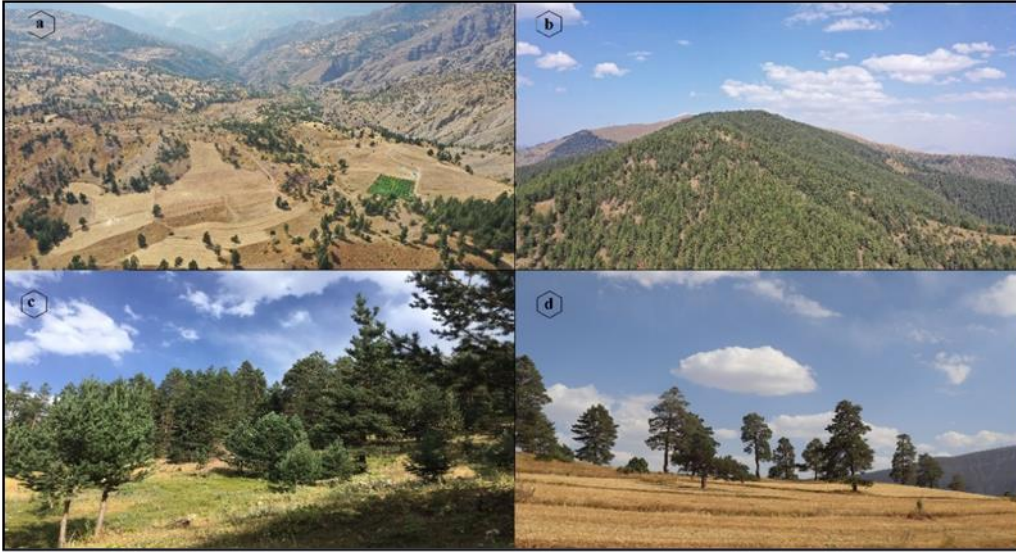
Şekil 9. Yusufeli Yakın Çevresinin Baraj Öncesi NDVI (Normalized Difference Vegetation Index-Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi) Haritası



Fotoğraf 5. Çoruh Nebri Vadisi boyunca bitki örtüsü suya yakınlık nedeni ile fark edilir yoğunlukta olsa da akarsudan uzaklaştıkça bitki örtüsü bozkır ve çalı formasyonuna dönmektedir (Drone Fotoğrafı çekim tarihi: 01.09.2022)

Çoruh Vadisi, Akdeniz iklimine ait relikt bitki türleri ile bütün Kafkasya Ekolojik Bölgesi içerisinde eşsiz bir özellik göstermektedir. Pleyistosen dönemde yaşanan son buzul çağı Würm'de meydana gelen Avrupa buzullaşmasına bağlı soğuma sırasında, buzulların güney bölgelere doğru hareket etmesiyle buradaki bitki örtüsü de soğuk iklime uyum sağlamak zorunda kalmıştır. Soğuma ile birlikte daha soğuk kuşakların orman örtüsü bölgede hâkim duruma geçmiştir. Ancak Çoruh ve Barhal vadileri yarattıkları sıcak mikroklima etkisi ile soğumanın etkisini nispeten azaltmış ve bu alanın bitki örtüsünün korunmasını sağlamıştır. Bu yüzden de bugün bu bölgede Akdeniz'e ait türlerden oluşan bir bitki örtüsü ve ekosistem görülmektedir (Muluk vd., 2009, s. 14-21; Demirel, 2002, s. 281-285).

Çalışma alanı zengin bir bitki çeşitliliğine sahiptir. İklim ve topoğrafik yapı bu çeşitlilik üzerinde doğrudan etkilidir. Çoruh Vadisi tabanından yükseklerle doğru çıkıldıkça yükselti basamaklarına göre sırasıyla akarsu boyu vejetasyonu, karışık Akdeniz kökenli maki türleri, Gürgen-Meşe toplulukları, Meşe-Ardıç toplulukları, Gürgen, Meşe, Ardıç, Ladin, Sarıçam ormanları, Ladin, Sarıçam ormanları, seyrek Ardıç ormanları ve 2000 metrenin üzerindeki alanlarda Alpin çayır formasyonu görülmektedir (Yılmam, 2020, s. 435), (Fotoğraf 6).

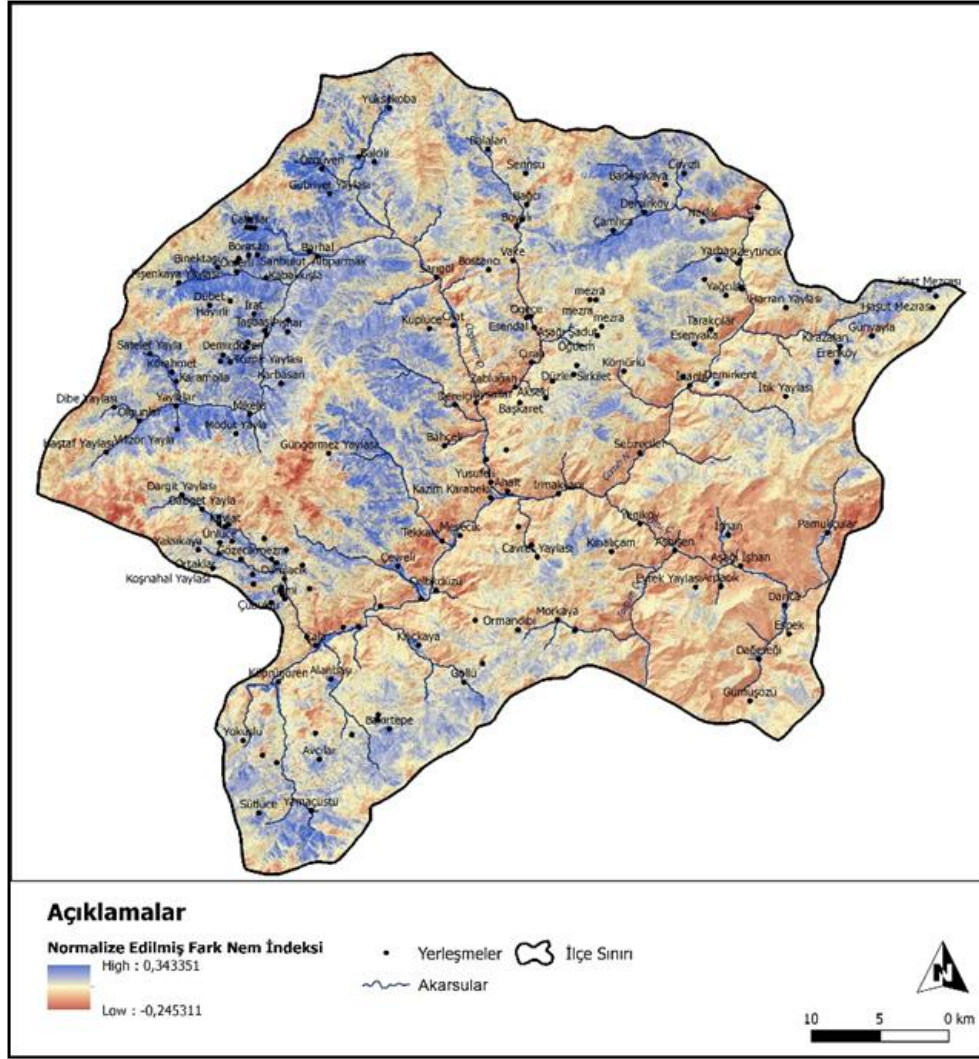


**Fotoğraf 6.** *a) Yusufeli Çeltikdüzü Köyü Merze Yaylası'ndan ardiç, meşe, sarıçam ve step formasyonları, b) Karadağ sarıçam ormanları ve alpin çayırını, c) Karadağ Öküzyağı mevkinde ardiç, meşe, sarıçam karışık ormanları, d) Karadağ eteklerinde iyi boylanmış sarıçamlar (Drone Fotoğrafi çekim tarihi: 01.09.2022)*

### NDMI Analizi

NDMI (Normalized Difference Moisture Index) Normalize Edilmiş Fark Nem İndeksi'dir. NDVI analizi ile benzer şekilde hesaplanır ve su stresi sorunları olan yeşil alanları belirlemeyi mümkün kılar. NDMI hesaplanırken -1 ile 1 arasında değer alır ve 1'e yaklaştığında yeterli suyun olduğunu, su stresinin olmadığını ifade eder (Yılmaz, Demirel ve Balçık, 2022, s. 77-80). Aksi durumda ise sahada su stresinin olduğu söylenebilir. Analiz sonuçlarına göre oluşturduğumuz haritayı (Şekil 10) incelediğimizde, çalışma sahasında genel anlamda bir su stresinin olmadığı görülmektedir. Yüksek eğim derecesine sahip yamaçlar hariç tutulduğunda, arazinin geriye kalan kesimleri ortalama bir nem değerine sahiptir. Meteorolojik veriler ile de kıyaslandığında sahanın en yüksek nem ortalamasına sahip olan kış mevsiminde nem değerleri yaklaşık % 50-60 civarında seyretmektedir. Tüm mevsimlerin yıllık ortalama nem değeri ise yine % 51 ile ortalama bir değer sergilemektedir. Şekil 8 ile karşılaştırdığımızda sahanın bitki örtüsü ve nem oranı dağılışı arasındaki tutarlılık bu varsayımı kanıtlar niteliktedir. Yusufeli Barajı su tutulumundan itibaren, inceleme alanı ve yakın çevresinin nem değerlerinde görülecek pozitif yöndeki değişim ile doğru orantılı olarak bitki örtüsü dağılışının da değişeceğini belirtmek gerekmektedir.

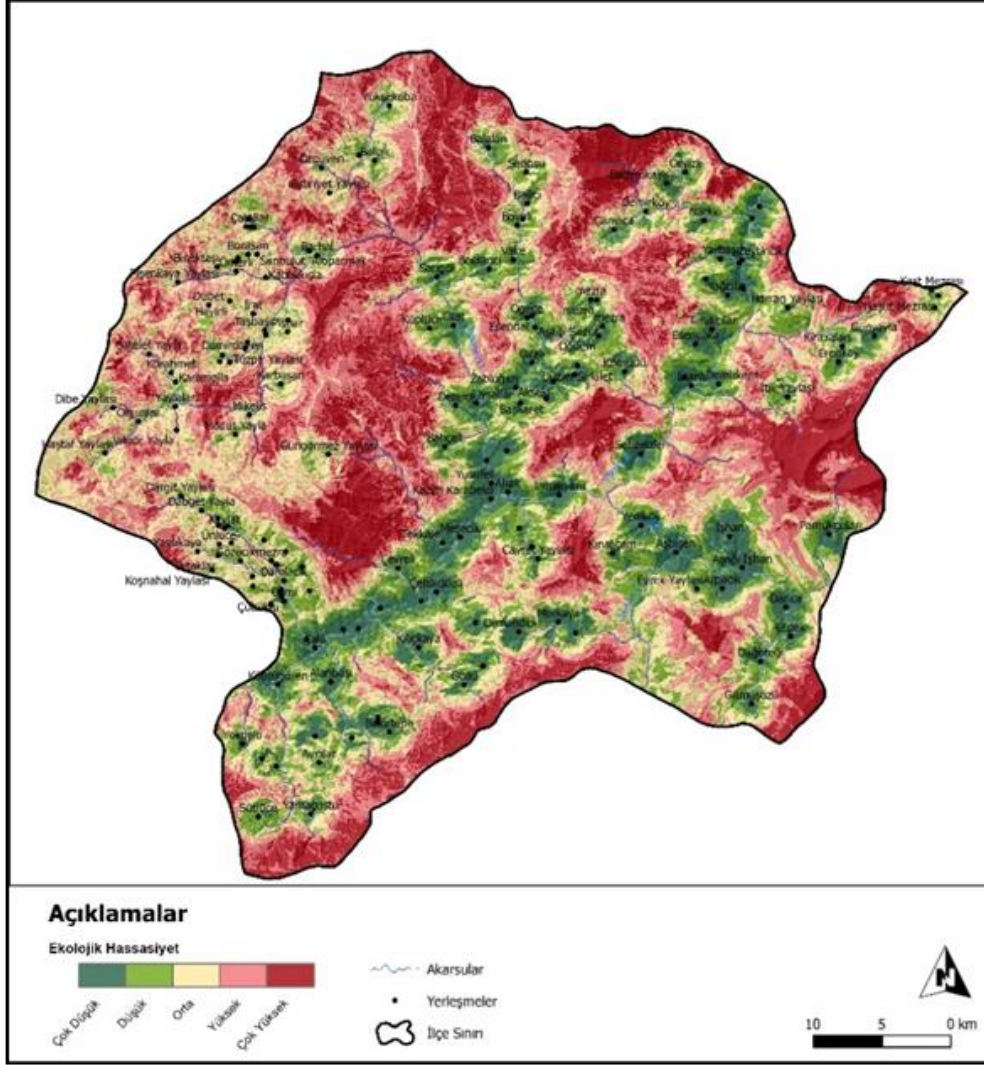




Şekil 10. Yusufeli Yakın Çevresinin Baraj Öncesi NDMI (Normalized Difference Moisture Index-Normalize Edilmiş Fark Nem İndeksi) Haritası

### Ekolojik Hassasiyet Durumu

Yusufeli Barajı tamamlandığında ve su tutulumu gerçekleştiğinde Çoruh Nehri ve yan kollarının yıllık akım-rejim değerleri değişecektir. Bu durum baraj çevresindeki karasal alanların ve su ekosisteminin önemli ölçüde farklılaşmasına neden olacaktır. Hem karada hem de sulak alanlarda ortam sıcaklığı, oksijenlenme durumu, nem değerleri gibi faktörler artı ve eksi yönde değişeceğinden sahada yaşayan flora ve fauna bu durumdan önemli ölçüde etkilenecektir. Birçok canlının ortam istekleri bozulacağından yaşamları da tehlikeye girecektir. Fakat bunun yanında değişen ortam koşulları ile birlikte bölgeye yeni türler uyum sağlayabilecek ve hatta bazı türler areallerini genişletebileceklerdir. Bölgede baraj öncesi ortam koşullarına uyum sağlayarak varlığını sürdürmekte olan endemik ve relik türlerin yok olma olasılığı en önemli risklerdendir. Dolayısı ile bu türler yok olmadan ilgili kurumlarca kayıt altına alınmalıdır. Ayrıca Çoruh Vadisi boyunca akarsu boyu bitki ve ağaçları da olumsuz etkilenecektir. Bazı canlı türlerinin habitat alanları daralacağından başka yerlere göç etmek zorunda kalacaklardır. Buna bağlı olarak ekolojik dengeler değişecek, sahanın canlı varlığı farklılaşacaktır (Sever, 2010, s. 196-197).



**Şekil 11.** Yusufeli Yakın Çevresinde Baraj Öncesi Ekolojik Hassasiyete Sahip Alanlar

Baraj öncesi Yusufeli ve yakın çevresinde neredeyse her alan yüksek ölçekte ekolojik hassasiyete sahiptir. Ekolojik çeşitliliğin fazla olması genel olarak sahanın jeolojik, topoğrafik, iklimik ve hidrografik yapısı ile doğrudan ilişkilidir (Tablo 1). Ayrıntıda ise bu unsurların yüzdelik durumları ekolojik hassasiyetin şiddeti üzerinde etkili olmaktadır (Tablo 2). Sahanın doğal yapısını oluşturan bu unsurların barajla birlikte değişecek olması doğal olarak ekolojik dengeyi ve hassasiyet durumunu da değiştirecektir. Çalışma alanının ekolojik hassasiyete sahip alanları çok düşük ve çok yüksek değerler arasında sınıflandırıldığında (Şekil 11) yükseklere çıkıldıkça hassasiyetin alçak alanlara göre daha fazla olduğu ortaya çıkmaktadır. Bunun sebebi olarak dağlık alanların günlük sıcaklık değişimleri, bakı ve günlenme durumları, yağış ve nemlilik oranları sayılabilir.



**Tablo 1.** *Ekolojik Hassasiyet Analizinde Kullanılan Ana Kriterler*

KATMANLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	AĞIRLIK	YÜZDE
Arazi Kullanımı	1	2	2	2	2	3	3	4	0,239	23,9
Akarsuya Yakınlık Durumu		1	2	2	2	3	3	4	0,200	20,0
Bitki Örtüsü (NDVI)			1	2	2	2	2	3	0,149	14,9
Yerleşmelere Yakınlık Durumu				1	2	2	2	3	0,126	12,6
Karayollarına Yakınlık Durumu					1	2	2	3	0,107	10,7
Yükselti						1	1	2	0,069	6,9
Eğim							1	2	0,069	6,9
Bakı								1	0,042	4,2
Lambda Değeri	8,247982788									
CI	0,35426									
CI/CR	0,025124903									

Yusufeli Barajı öncesi çalışma alanında 112 farklı bitki taksonunun bulunduğu tespit edilmiştir. Bu türlerden 62'sinin endemik olduğu belirlenmiştir. Diğer türler ise dar alanlarda yayılış gösteren nadir taksonlardır. Uzmanlar tarafından gerçekleştirilen kırmızı listeye göre bu taksonlardan toplam 91'inin nesli ulusal ölçekte tehlike altında, 21 taksonun (alanda bulunan türlerin %19'u) nesli kritik tehlike altında (CR), 16 taksonun (alanda bulunan türlerin %14'ü) nesli tehlikede (EN) (*Acer divergens* var. *Divergens*, *Centaurea woronowii*, *Helichrysum artvinense*, *Hieracium artvinense*, *Hieracium diaphanoidiceps*, *Hieracium foliosissimum*, *Sedum euxinum* *Allium oltense*, *Allium rollovii*, *Lilium carniolicum ponticum* var. *artvinense*, *Verbascum gracilescens*, *Onosma circinnatum*, *Silene scythicina*), 54 taksonunsa (alanda bulunan türlerin % 48'i) nesli duyarlı (VU) durumda olduğu tespit edilmiştir (Surat, Yılmaz ve Surat, 2015, s. 67-69). Çoruh Nehri'nde yaşayan Alabalık, Sazan, Bıyıklı Balık, Yayın Balığı gibi türlerin de yaşam alanları değişimden etkilenecektir. Yusufeli Barajı su tutulumundan sonra tüm bu bitki ve hayvan türlerinin ne kadarının yaşamlarını devam ettirebileceği konusunda tahminde bulunmak mümkün değildir.

Tablo 2. Ekolojik Hassasiyet Analizinde Kullanılan Alt Kriterler

Katmanlar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ağırlık	Yüzde
<b>Arazi Kullanımı</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ağırlık	Yüzde
Çeşitli Orman Alanları	1	1	2	2	3	3	3	4	5	6	0,201	20,1
Bitki Değişim Alanları		1	2	2	3	3	4	4	5	6	0,177	17,7
Doğal Çayırıklar			1	1	2	3	4	4	5	6	0,159	15,9
Seyrek Bitki Alanları				1	2	2	3	3	4	5	0,129	12,9
Çeşitli Su Kütleleri					1	2	3	4	4	5	0,107	10,7
Çıplak Alanlar						1	2	3	3	4	0,076	7,6
Mera Alanları							1	2	3	4	0,059	5,9
Çeşitli Tarım Alanları								1	2	3	0,042	4,2
Maden Çıkarım Alanları									1	2	0,03	3
Kesikli Şehir Yapısı										1	0,022	2,2
<b>Bitki Kapallığı (NDVI)</b>	1	2	3	4	5	Ağırlık	Yüzde					
0,40-0,60	1	2	3	4	5	0,421	42,1					
0,27-0,40		1	2	3	4	0,266	26,6					
0,18-0,27			1	1	2	0,13	13					
0,10-0,18				1	2	0,115	11,5					
(-0,25) - 0,10					1	0,068	6,8					
<b>Yerleşmelere Yakınlık(m)</b>	1	2	3	4	5	Ağırlık	Yüzde					
2000+	1	2	3	6	7	0,441	44,1					
1500-2000		1	2	5	6	0,289	28,9					
1000-1500			1	2	3	0,145	14,5					
500-1000				1	2	0,075	7,5					
0-500					1	0,049	4,9					
<b>Karayollarına Yakınlık</b>	1	2	3	4	5	Ağırlık	Yüzde					
4000+	1	2	3	5	7	0,431	43,1					
3000-4000		1	2	5	6	0,293	29,3					
2000-3000			1	2	3	0,147	14,7					
1000-2000				1	2	0,079	7,9					
0-1000					1	0,049	4,9					
<b>Akarsuya Yakınlık</b>	1	2	3	4	5	Ağırlık	Yüzde					
0-20	1	2	3	5	6	0,435	43,5					
21-50		1	2	3	5	0,265	26,5					
51-100			1	2	3	0,154	15,4					
101-150				1	2	0,090	9					
150+					1	0,055	5,5					
<b>Yükselti</b>	1	2	3	4	5	Ağırlık	Yüzde					
2000-3900	1	2	3	5	7	0,436	43,6					
1500-2000		1	2	4	6	0,283	28,3					
100-1500			1	2	3	0,149	14,9					
500-1000				1	2	0,083	8,3					
320-500					1	0,05	5					
<b>Eğim</b>	1	2	3	4	5	Ağırlık	Yüzde					
30-77	1	2	3	5	6	0,439	43,9					
20-30		1	2	3	4	0,255	25,5					
12--20			1	2	3	0,156	15,6					
6--12				1	2	0,092	9,2					
0-6					1	0,058	5,8					
<b>Bakı</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ağırlık	Yüzde	
Kuzey	1	1	2	3	3	4	5	6	7	0,241	24,1	
Kuzeybatı		1	2	2	3	4	5	6	7	0,229	22,9	
Kuzeydoğu			1	2	3	3	4	4	5	0,16	16	
Batı				1	2	2	3	4	5	0,117	11,7	
Doğu					1	2	2	3	4	0,084	8,4	
Güneybatı						1	2	2	3	0,062	6,2	
Güneydoğu							1	2	3	0,048	4,8	
Güney								1	2	0,034	3,4	
Düz Alanlar									1	0,024	2,4	



## Tartışma, Sonuç ve neriler

Yusufeli, Karadeniz ve Doğu Anadolu bölgeleri arasında bir geçiş sahası durumundadır. Bu nedenle her iki bölgenin de birçok özelliğini barındırmaktadır. Dolayısıyla Yusufeli, yeryüzü Őekillerinin doğal bir sonucu olarak dar bir sahada konumlanmış olsa da kültürel, tarihi, coğrafı ve ekolojik olarak zengin bir coğrafyadır. Yusufeli'nin özel konumu birçok açıdan sahayı akademik anlamda çalışılmaya uygun kılmış ve hakkında çok yönlü çalışmalar yapılmıştır. Coğrafı olarak da çalışmalara konu olan Yusufeli, baraj projesi ile daha da dikkat çeken bir saha durumuna gelmiştir. Öyle ki dünyanın sayılı barajları arasında yer alacak olan Yusufeli Barajı, doğal evre üzerinde önemli bir etkiye sahip olacaktır. Çalışmamızın fikir odağını da doğal çevrede meydana gelecek muhtemel değişimler oluşturmuştur. Ancak bu değişimleri ortaya koyabilmek için öncelikle sahanın baraj öncesi doğal evre özelliklerinin belirlenmesi uygun grlmüştur. Bu nedenle alışmamızda, Yusufeli ve yakın çevresinin baraj öncesi doğal evre özellikleri coğrafı bilgi sistemleri (CBS) kapsamında, çeşitli uzaktan algılama ve analiz yöntemleri kullanılarak ortaya konulmuştur. Bundaki amaç mevcut durumu kayıt altına alarak, barajın su tutulumundan sonra doğal çevrede meydana getireceği değişimleri baraj öncesi ile karşılaştırmalı olarak değerlendirebilmektir.

Bu çalışmada inceleme alanı fiziki coğrafya konuları kapsamında ele alınmıştır. Genel anlamda sahanın jeolojik, jeomorfolojik, topoğrafik, klimatik, hidroğrafik ve ekolojik yönleri değerlendirilmiştir. Bu kapsamda çeşitli haritalar oluşturulmuş ve yeni nesil analizler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar hem harita ve analizlerin hem de literatürde yer alan farklı çalışmaların değerlendirilmesi ile yorumlanmış, ortaya somut veriler çıkmıştır. Çalışma sahasının baraj öncesi doğal evre özelliklerinin belirlenmesi, barajın çevreye ne katacağı ve çevreden neleri eksilteceği konusunda önem taşımaktadır. Bu anlamda çalışmamız dāhilinde birtakım öngörülerde bulunulmuştur. Fakat tam olarak değişimin ortaya konulabilmesi için uzun sayılabilecek bir zamana ihtiyaç vardır. Öyle ki barajla birlikte Yusufeli ilçe merkezi ve 18 köy sular altında kalacaktır. Bu yerleşmelerin yerine yeni yerleşme alanlarının inşası hızla devam etmektedir. Yeni yollar, tüneller, viyadük ve köprüler, konutlar, evre düzenlemeleri yapılmaktadır. Çünkü barajlar, özellikle enerji üretimi için inşa edilmişse, önemli bir ekonomik değerdir. Yusufeli Barajı da oruh Nehri zerine yapılmış, ülke için yüksek ekonomik potansiyele sahip barajlardan biridir. Özellikle yenilenebilir enerji üretimi, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için oldukça avantajlıdır. Fakat diğer tüm doğal kaynaklarımızın olması gerektiği gibi akarsularımızın da enerji amaçlı kullanımında zen gösterilmesi gereken durumlar vardır. Öncelikle iyi bir planlama kaçınılmazdır. Doğal evre üzerinde oluşabilecek hasarların minimum düzeye indirgenmesi gerekmektedir. Ülkemizdeki diğer barajlar gibi Yusufeli Barajı'nın da doğal evre üzerinde oluşturacağı olumlu ve olumsuz etkiler zaman içerisinde kendini gösterecektir. nemli olan yalnızca doğal çevrede meydana gelecek değişimler değildir elbette. Bununla birlikte tarihi mirasın, geleneksel mesken dokusunun ve kültürel yaşam tarzının, tarımsal işleyişin de mümkün olduğunca korunması gerekmektedir. Yusufeli ve baraj etkisinde kalacak olan yakın çevresinde doğal ve beşeri unsurların en azından bir kısmının korunması, yok olacak olanların da mümkün olduğunca kayıt altına alınması gerekmektedir. Bunun için ilgili kurum ve kuruluşlar ile yetki mercileri gayret göstermelidir.

### Etik Beyan

"Yusufeli'nde (Artvin) Baraj ncesi Doğal evre zelliklerinin CBS Yöntemleri ile Belirlenmesi ve Ekolojik Hassasiyet, NDVI, NDMI Analizleri" başlıklı çalışmanın yazım sürecinde bilimsel kurallara, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış ve bu çalışma herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiştir. Makale için etik kurul izni zorunluluğu bulunmamaktadır.

### Teşekkür

Çalışmaya vermiş olduğu katkılarından dolayı Murat Gm'e teşekkür ederim.

### Kaynakça

- Akıncı, H., zalp, A. Y. ve zalp, M. (2017). Investigating impacts of large dams on agricultural lands and determining alternative arable areas using GIS and AHP in Artvin, Turkey. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(1), 83-95.
- Akyıldırım Beğen, H. ve Emrah, Y. (2018). The flora of Alanbaşı and Bakurtepe villages (Yusufeli, Artvin, Turkey) and its surroundings. *Turkish Journal of Biodiversity*, 1(1), 17-23.
- Albayrak, L. ve Yılmaz, C. (2021). Çoruh vadisinde geleneksel eltik tarımı (Artvin-Yusufeli). *Doğu Coğrafya Dergisi*, 26(45), 19-36.

- Bahçalı, S., Arda, B. ve Kahraman, S., Ö. (2017). Hes'lerin nüfus ve yerleşme hareketlerine etkileri: Yusufeli Barajı örneği. *Ege Coğrafya Dergisi*, 26(2), 107-125.
- Bakırcı, M. (2012). Kırsal yerleşmelerde ekonomik faaliyetlerin çeşitlendirilmesinde turizmin etkisi: Yaylalar Köyü örneği (Yusufeli/Artvin). *Türk Coğrafya Dergisi*, (57), 71-85.
- Baydar, O. (1969). *Yusufeli, Öğdem, Madenköy, Tortum Gölü ve Ersis arasındaki bölgenin jeolojisi*, Ankara: MTA Enstitüsü Yayını, s. 4-67.
- Bulut, İ., Sevindi, C., Yürüdü, E., Hadimli, H. ve Artvinli, E. (2004). Erzurum-Artvin Karayolu'nda (Uzundere-Yusufeli arası) doğal afetlerin (kaya düşmesi ve çamur seli) ulaşımına etkileri. *Atatürk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(33), 117-131.
- Bulut, İ., Kopar, İ. ve Zaman, M. (2013). Mezra Gölü (Kılıçkaya-Yusufeli-Artvin) ve yüzen adaları. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (50), 11-24.
- Cai, Z., Zhong, S., Jiang, W. ve Lei, M. (2011). A schema of ecological environment sensitivity evaluation based on GIS. *2011 International Conference on Multimedia Technology*, pp. 5250-5255.
- Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü (2019). Artvin ili 2018 yılı çevre durum raporu, s. 1-101, Artvin Valiliği, Artvin.
- Demirel, Ö. (1997). *Çoruh Havzası (Yusufeli Kesimi) Doğal ve Kültürel Kaynak Değerlerinin Turizm ve Rekreasyon Potansiyeli Açısından Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, (Doktora Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Demirel, Ö., (2002). Çoruh Havzası (Yusufeli Kesimi-Kaçkar Dağları) doğal ve kültürel kaynak değerlerinin doğa turizmi ve kırsal rekreasyon planlaması açısından değerlendirilmesi. *Türkiye Dağları 1. Ulusal Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, s. 281-285, Kastamonu.
- Dokuz, A. (2000). *Yusufeli yöresinin jeolojisi, jeotektoniği, magmatik-metamorfik kayaların jeokimyası ve petrojenezi* (Doktora Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Düzgüneş, E. ve Demirel, Ö. (2016). Milli parkların koruma yapısının ekolojik duyarlılık analizi ile ortaya konması: altındere vadisi milli parkı (Trabzon/Türkiye) Örneği. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 16(1), 135-146.
- Eminağaoglu, Ö. (2015). *Barhal florası (Yusufeli, Artvin-Türkiye)*. Artvin Çoruh Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri, proje no : 2013.f10.01.04, s. 1-116, Artvin.
- Eminağaoglu, Ö., Beğen, H. A. ve Aksu, G. (2018). Karadağ florası (Yusufeli, Artvin-Türkiye). *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 19(1), 93-113.
- Ersayın, K. (2016). *Kızılırmak Deltası'nda ekolojik hassasiyet ve risk değerlendirmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Balıkesir.
- Gao, C. ve Zhang, J. (24-26 June 2011). Ecological sensitivity analysis in Wuhan city based on RS and GIS. *2011 International Conference on Remote Sensing, Environment and Transportation Engineering*, pp. 251-254, Nanjing, China.
- Gattinger, T. E. (1962). *1:500.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritası Trabzon Paftası*, M.T.A. yayınları, s. 9, Ankara.
- Güngör, S. ve Cengiz, T. (2006). Artvin ilinin iklim konforuna sahip rekreasyon ve turizm alanları. *Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, 7(1), 69-80.
- Hanifi, A. ve Maraş, E. (2021). Dağlık, engebeli arazilerde insansız hava araçları ile fotogrametrik veri üretiminde doğruluk araştırması: Yusufeli Barajı örneği. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 21(2), 382-398.
- Kayadibi, Ö. (2015). Landsat 7 ETM+ ve ASTER görüntüleri ile Yusufeli-Tekale (Artvin-KD Türkiye) çevresindeki hidrotermal alterasyonların incelenmesi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 58(2), 29-54.
- Kırış, R., Anlar, H. C. ve Alç, N. (2010). Artvin orman bölge müdürlüğü örneğinde korunan alanlara farklı bir bakış. *III. Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi*, 20-22 Mayıs, Cilt: I, s. 153-164, Trabzon.
- Koday, Z. ve Erhan, K. (2010). Yusufeli ilçesinin idari coğrafya analizi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(2), 231-241.
- Kopar, İ. ve Çakır, Ç. (2013). Tortum Gölü-Tortum Boğaz Vadisi ve yakın çevresinin (Uzundere-Erzurum ve Yusufeli-Artvin) Serrano ve Ruiz-Flaño yöntemiyle jeoçeşitlilik derecesinin belirlenmesi. *Coğrafya Dergisi*, (27), 46-66.
- Küçükbaşol, Y. (2015). Çoruh Nehri ve Yusufeli Barajı toplumsal, ekonomik ve çevresel etkileri bakımından bir baraj incelemesi. *Birey ve Toplum Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(2), 133-158.
- Muluk, Ç. B., Turak, A., Yılmaz, D., Zeydanlı, U. ve Bilgin, C. C. (2009). Hidroelektrik santral etkileri uzman raporu: Barhal Vadisi, s. 14-21.
- Sever, R. (2010). Yusufeli Barajı ve bazı çevresel etkileri. *Geçmişten geleceğe Yusufeli sempozyumu bildirileri kitabı*, s. 193-204, Yusufeli, Artvin.
- Surat, H., Yılmaz, H., ve Surat, B. (2015). Yusufeli ve yakın çevresinin ekoturizm kullanım potansiyeli üzerine bir araştırma. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 20(34), 61-88.
- Tıraş, M. (1994). *Bölgesel coğrafya açısından bir araştırma Yusufeli ve yakın çevresinin coğrafi etüdü* (Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum.
- Tıraş, M. (1995). Yusufeli (Artvin) kasabasında yerleşme. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 1(1), 396-412.
- Tüfekçioğlu, M. ve Yavuz, M. (2016). Yusufeli mikro havzasında (Artvin) yüzey erozyonu toprak kaybının tahmin edilmesi ve erozyon risk haritasının oluşturulması. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 17(2), 188-199.



- Türker, M. F. ve Öztürk, A. (2001). Artvin ili ekonomisinde ormancılık sektörünün yeri ve önemi. *Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, 1, 1-15.
- URL 1. <https://asterweb.ipl.nasa.gov/gdem.asp/>
- URL 2. <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- Yavuz, S. (2011). *Artvin-Yusufeli yöresinde karaçamın (Pinus nigra subsp. pallasiana) dikim başarısının belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.
- Yılmam, B. ve Turgut, H. (2020). Yusufeli Barajı antropojenik etkilerinin peyzaj planlama açısından değerlendirilmesi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 6(2), 431-450.
- Yılmaz, B., Demirel, M. ve Balçık, F. (2022). Yanmış alanların Sentinel-2 MSI ve Landsat-8 OLI ile tespiti ve analizi: Çanakkale/Gelibolu orman yangını. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 8(1), 76-86.
- Yüksel, E. ve Beğen, H. A. (2018). The flora of Dereiçi village (Yusufeli, Artvin, Turkey) and its surroundings. *Türk Biyoçeşitlilik Dergisi*, 1(1), 34-40.

## EXTENDED ABSTRACT

Since Yusufeli district is a transition area between the Eastern Black Sea Region and the Eastern Anatolia Region, it is in a special location having the properties of both regions and exhibits a unique character in terms of natural environmental features. In this study, natural environmental features such as geological, geomorphological, topographic, climatic, edaphic, and natural vegetation characteristics of Yusufeli and its surroundings are discussed. In particular, the evaluation of these parameters before the impoundment of the Yusufeli Dam is important in terms of revealing and comparing the positive or negative changes that will occur in these parameters after the dam. The fact that the study area will become a deep and large dam lake will cause many changes in the environment. In this study, some predictions are put forward in the analyzes made by using existing data and geographic information systems.

The Çoruh River and its valley, on which the Yusufeli Dam, the subject of this study, is built, has a special ecosystem that hosts many endemic animal and plant species. This is also one of the areas where hydroelectric energy can be produced most efficiently due to its topographic, hydrographic, and climatic advantages. However, it is inevitable to make plans that can minimize the environmental losses of the region. While Yusufeli Dam may cause some environmental losses, it will probably have some positive effects on natural environmental parameters on a regional basis. In both cases, it is necessary to analyze the current environmental conditions well and focus on what differences will arise in the future.

Yusufeli is located within the borders of the Eastern Black Sea Section of the Black Sea Region. Located in the Middle Çoruh part of the Çoruh River Basin, the area is surrounded by the Altıparmak Mountains in the north and the Mescit Mountains in the south. Its mathematical location is between 41°08'- 41°54' East longitudes and 40°33'- 41°06' North latitudes. The study area constitutes 31.3% of the total land (7436 km<sup>2</sup>) of Artvin province with its 2327 km<sup>2</sup> surface area. Yusufeli, located in the southwest of Artvin city center, is adjacent to Ardeşen and Fındıklı in the northwest, Artvin, Arhavi, and Murgul in the north, Uzundere, Oltu, and Olur in the east, and Ispir in the west and southwest (Figure 1).

In the region, which exhibits a very rough topography morphologically, the mountains and the narrow and deep valleys located between them constitute the existing geomorphological structure. The lowest point of the study area is 400 meters above sea level at the border of the central district of Artvin in the north, while the highest point is 3937 meters in the Kaçkar Mountains in the west. Yusufeli district center was established at the confluence of the Çoruh River and the Barhal Stream, at an altitude of about 550 meters, on the edge of the river. The valley where Yusufeli district is located is the deepest valley in our country with a depth of 1500 - 2000 meters (Figure 2), (Koday & Erhan, 2010, pp. 232-234).

The current study was carried out in two stages: office and field works. During the office work of the study, the literature related to the field was examined and the relevant data were collected and evaluated. Accordingly, 1/25,000 scaled topography maps were obtained from the General Command of Mapping (HGK) and 1: 100,000 and 1: 500,000 scaled geological maps from the Mineral Research and Exploration Institute (MTA). These maps were processed in ArcGIS 10.4.1 software and the digital elevation model (DEM) and other base maps were prepared. Various analyzes were made using the ArcGIS map drawing and analysis programs on Google Earth and Arc Earth satellite images. The basic maps produced to reveal the natural environmental characteristics of the study area before the dam are topography, hydrography, slope, aspect, elevation, contour line, temperature, and precipitation distribution maps. In the analysis program, five basic analysis methods were applied in this study. The first of these analyzes reveals the slope values and exposure conditions of the field. Medium resolution (30m) Aster-GDEM digital elevation (Digital Elevation Model) data were used for slope and exposure analysis. The second analysis is

the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) analysis to reveal the vegetative density status. The Landsat 8 satellite images dated 30/07/2019 obtained from the USGS Earth Explorer site were used in the NDVI analysis (URL 1; URL 2). While the slope values were grouped with the slope analysis, the same was done for the plant density index values with the NDVI analysis. Following these procedures, the areas of slope groups and NDVI index groups were calculated in km<sup>2</sup> with the ArcGIS v. 10.5 program, the ratios of the groups within the study area were determined, and thematic maps were created. NDMI (Normalized Difference Moisture Index) is another analysis method used in the study. The Normalized Moisture Index (NDMI) is calculated similarly to NDVI but uses infrared (SWIR) waveforms instead of red wavelengths. NDMI makes it possible to instantly identify green or agricultural areas with water stress problems. NDMI takes a value between -1 and 1, and when it approaches 1, it indicates that there is sufficient water and there is no water stress (Yılmaz, Demirel & Balçık, 2022, pp. 77-80). The other analysis is the Ecological Sensitivity Analysis, which is applied to identify fields that are currently ecologically sensitive. Determination of relevant factors and their weights to assess ecological sensitivity, the classification, spatial distribution, and comprehensive ecological evaluation of these parameters was carried out with the help of Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing (RS) technologies. GIS provides great convenience in ecological sensitivity and risk assessments. Strong spatial data and computational ability, useful tools and techniques for complex ecological relations, easy analysis processes, and accurate and clean results increase the effectiveness of GIS in ecological sensitivity area planning (Cai et al., 2011, pp. 5250-5255). This is better understood when the factors affecting the sensitivity, the interaction of the factors, and the complexity of numerical calculations are considered. RS and GIS-based ecological sensitivity studies provide a scientific basis for regional development plans, industrial distribution, and regional environmental assessments (Gao & Zhang, 2011, pp. 251-254; Cai et al., 2011, pp. 5250-5255; Ersayın, 2016, pp. 25-35). The AHP method was used in the ecological sensitivity analysis of Yusufeli and its surroundings. The reason for this is that the AHP technique provides a digital environment where multiple criteria and perspectives can be considered together as a whole. The main criteria (Table 1) and sub-criteria for these criteria (Table 2) were determined by examining different kinds of literature for ecological sensitivity analysis. These criteria were determined with the help of numerical values and the result was reached and the distributions of ecologically sensitive areas were shown on the map (Düzgüneş & Demirel, 2016, pp. 139).

Several studies have been carried out in the study area with field observation, forecasting, and data evaluation methods. These studies were evaluated together and findings that varied but were related to each other were revealed. First, the structural features of Yusufeli Dam that affect the area and aspects of the possible impact were mentioned.

The Yusufeli project is located approximately 40 kilometers southwest of Artvin province and 10 kilometers downstream of the Yusufeli district center on the Çoruh River. The length of the Çoruh River within the borders of our country is 390 km and the catchment area is 19,750 km<sup>2</sup> (Küçükbaşol, 2015, pp. 234). Yusufeli Dam, which is being built on the Çoruh River, has the highest storage volume among the Çoruh Basin projects with a reservoir storage volume of 2.13 billion m<sup>3</sup>. The dam features a rockfill body. The height of the dam is 270 meters from the foundation. With this feature, it is among the highest dams in the world. When the dam is completed, the maximum water level will reach 507 m and the minimum water level will reach 499 m. With the construction of the dam, the district center and 18 villages will be flooded. These villages are Alanbaşı, Arpacık, Bahçeli, Bostancı, Çeltikdüzü, Çevreli, Darıca, Dereiçi, Irmakyanı, Küplüce, Kılıçkaya, Kınalıçam, Morkaya, Mutlugün, Sebzeçiler, Tekkale and Yeniköy (Yılmaz, 2020, pp. 432-435).

Çoruh River, located in the study area, flows in a very narrow and deep valley. The mountainous and rough structure of the region has gained a rougher appearance with the erosion activities of both the Çoruh River and its tributaries. This distinctively challenging terrain of the Black Sea region, which is already present in the study area, is also evident in Yusufeli and its surroundings. A topography has emerged with the slope values of the field changing at close distances with the effect of the formation of the land and the subsequent external factors and processes. Although the rough structure that dominates the study area is relatively less along the immediate sides of the riverbed with a length of 1520 km, the elevation increases strongly from the valley slopes towards the mountainous areas. The slope, which is up to 15% on the sides of the valley, rises to over 70% towards the slopes and peaks. The plains, which are squeezed into narrow areas at the bottom of the Çoruh River, are generally used as residential areas, roads, and agricultural land. The mountainous and rugged structure, which dominates the study area in general, is also determinative on the exposure. The extremely rough structure causes differentiation in the slope directions at short distances. This difference also affects physical disintegration and chemical weathering

activities in the study area. In addition, local characteristics such as daylighting, diurnal temperature differences, humidity, soil, and vegetation may differ over short distances.

Although there is a transitional climate type between the Black Sea climate and the continental climate throughout the district, the summers are hot and dry, and the winters are warm and rainy in the district center and its surroundings and places close to the Çoruh River. A dry-less humid, first-degree mesothermal climate with moderate excess water in winter is dominant in the region. It resembles the Mediterranean climate. Continental climate prevails in the higher parts of the valley. It is cool in summer and cold and rainy in winter. Precipitation usually occurs in late spring and early summer. While a transitional climate type between the Black Sea climate and continental climate prevails throughout the district, a dry-less humid, first-degree mesothermal climate type with moderate excess water in winter is dominant in the district center and its immediate surroundings and places close to the Çoruh River (Demirel, 1997, pp. 59-60; Surat, Yılmaz & Surat, 2015, pp. 67-69).

The NDVI analysis is an index that reveals the density of vegetation in any area by also analyzing whether it is healthy or unhealthy. In this study, the natural vegetation of the area was evaluated by considering the results of this analysis and considering the geographical features of the area. Accordingly, the study area falls within two main phytogeographical regions of Europe-Siberia and Iran-Turan. The vegetation in the area has been shaped depending on the lithological and edaphic features as well as the climatic difference and the topographic structure. Coniferous or broad-leaved shrub formations are observed in the steep and rocky areas extending in the east-west direction along the Çoruh Valley and its tributaries, and broad-leaved forest communities are seen in the areas extending in the north-south direction. From these elevations to the elevations where alpine meadows begin, there are also occasionally needle, mixed, or broad-leaved forest areas (Demirel, 2002, pp. 281-285). Although the vegetation density in the study area is at a noticeable level due to the proximity to the water along the stream, it is not possible to see the same density on the high slopes from the valley edge. Situations such as slope, erosion, being away from the water source, being in the shadow of the slopes and lack of rain are effective factors in the decrease in vegetation density. However, as it is gone higher, it is seen that the natural vegetation becomes denser again with the increase in humidity and precipitation.

The NDMI is the Normalized Difference Moisture Index. It is calculated similarly to the NDVI and makes it possible to identify green areas or agricultural areas with water stress problems. When calculating NDMI, it takes a value between -1 and 1, and when it approaches 1, it means that there is enough water and there is no water stress (Yılmaz, Demirel & Balçık, 2022, pp. 77-80). Otherwise, it can be said that the area has water stress. The map created according to the results of the analysis shows that there is no general water stress in the study area. Excluding slopes with a high degree of slope, the remaining sections of the land have an average humidity value. When compared with the meteorological data, the humidity values are around 50-60% in the winter season, which has the highest average humidity of the field. The annual average humidity value of all seasons, on the other hand, shows an average value of 51%. The consistency between the vegetation cover and moisture content of the site proves this assumption. Following the water retention in Yusufeli Dam, changes in the vegetation distribution are expected in direct proportion to the positive change in the humidity values of the study area and its immediate surroundings.

Before the dam construction, almost every area in Yusufeli and its surroundings had high ecological sensitivity. High ecological diversity is generally directly related to the geological, topographic, climatic, and hydrographic structure of the site. In detail, the percentages of these elements affect the severity of ecological sensitivity. The fact that these elements that make up the natural structure of the Area will change with the dam will naturally change the ecological balance and sensitivity. When ecologically sensitive parts of the study area are classified between very low and very high values, it turns out that the sensitivity is higher in higher areas compared to the lower ones. The diurnal temperature differences of mountainous areas, exposure and sunshine conditions, precipitation, and humidity rates can be shown as the reasons for this.

Yusufeli reflects the characteristics of a transition area between the Black Sea and Eastern Anatolia regions. Therefore, it has many characteristics of both regions. Therefore, although Yusufeli is settled in a narrow area as a natural result of landforms, it is a rich area culturally, historically, geographically, and ecologically. The special location of Yusufeli has made the area worth studying academically in many respects, and many studies have been carried out on it. Yusufeli, which is the subject of various studies geographically, has become an area that attracts even more attention with the dam project. The Yusufeli Dam, which will be among the few dams in the world, will have a significant impact on the natural environment. Possible changes in the natural environment are the subject of the present study. However,



it is considered appropriate to first determine the natural environmental characteristics of the area before the dam to reveal such changes. Therefore, in this study, the natural environmental characteristics of Yusufeli and its surroundings before the dam are revealed by using various remote sensing and analysis methods within the scope of geographic information systems (GIS). The aim is to record the current situation and evaluate the changes in the natural environment after the impoundment of the dam in comparison with the conditions before the dam.

The study area was discussed in terms of physical geography in this study. In general, the geological, geomorphological, topographic, climatic, hydrographic, and ecological aspects of the area were evaluated. In this context, various maps were created, and new generation analyzes were carried out. The results obtained were interpreted by evaluating both maps and analyzes and different studies in the literature, and concrete data were obtained. Determining the natural environmental characteristics of the study area before the dam is important in terms of what kind of contributions the dam will make to the environment and what kind of negative effects it will cause. In this sense, some predictions have been made in this study. However, a long time is needed for the change to be fully revealed. The Yusufeli district center and 18 villages will be flooded by the dam. The construction of new settlement areas instead of these settlements continues rapidly. New roads, tunnels, viaducts and bridges, residences, and landscaping are being done. Because dams create an important economic value, especially if they are built for energy production. Yusufeli Dam, which was built on the Çoruh River, is one of the dams with high economic potential for the country. Renewable energy generation provides economic advantages for developed and developing countries. However, as it should be in all our other natural resources, some situations should be considered in the use of our rivers for energy purposes. First, good planning is inevitable. It is necessary to minimize the damage that may occur in the natural environment. Like other dams in our country, the positive and negative effects of the Yusufeli Dam on the natural environment will emerge in time. Certainly, not only the changes that will occur in the natural environment are important. It is also necessary to preserve as much as possible the historical heritage, traditional residential style, cultural lifestyle, and agricultural functioning. It is necessary to protect at least some of the natural and human elements in Yusufeli and its immediate surroundings, which will be affected by the dam, and those that will disappear should be recorded as much as possible. For this, relevant institutions and organizations, and authorities should make necessary efforts. Therefore, all academic studies before and after the dam around Yusufeli are important.