

**T.C.**  
**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**COĞRAFYA ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**SADAK BARAJININ (YUKARI KELKİT ÇAYI  
HAVZASI) BARAJ HAVZASI COĞRAFİ  
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE OLAN ETKİSİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

**Meryem DELİOĞLU**  
**2501180061**

**TEZ DANIŞMANI**  
**Prof. Dr. Hüseyin TUROĞLU**

**İSTANBUL, 2021**

**T.C.  
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
COĞRAFYA ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**SADAK BARAJININ (YUKARI KELKİT ÇAYI  
HAVZASI) BARAJ HAVZASI COĞRAFİ  
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE OLAN ETKİSİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

**Meryem DELİOĞLU  
2501180061**

**TEZ DANIŞMANI  
Prof. Dr. Hüseyin TUROĞLU**

**İSTANBUL, 2021**

**ÖZ**

**SADAK BARAJININ (YUKARI KELKİT ÇAYI HAVZASI)  
BARAJ HAVZASI COĞRAFI ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE OLAN  
ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

**MERYEM DELİOĞLU**

Barajların, inşa edildikleri havzaların coğrafi özellikleri üzerinde etkili oldukları düşünülmektedir. Bu çalışma da Gümüşhane ilinde bulunan ve Yukarı Kelkit Çayı üzerine inşa edilen Sadak Barajı'nın, baraj havzası coğrafi özellikleri üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu bakımdan inceleme sahasında baraj yapımı öncesi ve sonrasına ait fiziki ve beşeri özellikler incelenerek barajın havzaya olan etkisi araştırılmıştır.

Havzaya ait iklim verileri (sıcaklık, yağış); Kelkit, Gümüşhane ve Erzincan Meteoroloji İstasyonları'ndan temin edilmiştir. 1989-2019 yıllarına ait sıcaklık ve yağış grafikleri oluşturulmuştur. Ayrıca çalışmada 2012 ve 2018 yıllarına ait arazi örtüsü haritaları, Corine arazi örtüsü sınıflama sistemi kullanılarak oluşturulmuştur. Haritalarda 100 m çözünürlükte Landsat 7 uydu görüntüleri kullanılmıştır. Uzaktan algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknikleri ile haritalar oluşturulmuştur. CBS programında, Hidroloji aracı ile mekânsal analiz yapılarak, havzanın Strahler yöntemine ait akarsu dizileri belirlenmiştir. 3D Analyst modülü kullanılarak eğim, bakı ve yükselti haritaları üretilmiştir.

Bu çalışmalar sonucunda, baraj öncesi ve baraj sonrası havza özellikleri değerlendirilmiştir. Sadak Barajı'nın inşası sonrası, havzanın sıcaklık değerlerinde artış olduğu ve arazi örtüsü türlerinin oranlarında değişim meydana geldiği görülmüştür. Baraj sonrası bazı tarım alanları sular altında kalmış, havzada bulunan su miktarında artış yaşanmıştır. Ayrıca Sadak Barajı'nın henüz havzanın beşeri özelliklerini etkilemediği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Sadak Barajı, Havza, Coğrafya, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Uzaktan Algılama (UA).

**ABSTRACT**

**INVESTIGATION OF THE IMPACTS OF THE SADAK DAM  
(UPPER KELKIT RIVER BASIN) ON THE GEOGRAPHICAL  
FEATURES OF THE DAM BASIN**

**MERYEM DELİOĞLU**

It is thought that the dams have an impact on the geographical features of the basins where they are built. The aim of this study was to determine the effect of Sadak Dam, located in Gümüşhane province and built on upper Kelkit stream, on the geographical features of the dam basins. In this regard, the physical and human characteristics of the dam before and after the dam construction were examined in the study area and the effect of the dam on the basin was investigated.

Climate data (temperature, precipitation) of the basin were obtained from Kelkit, Gümüşhane and Erzincan meteorological stations. Temperature and precipitation charts for 1989-2019 have been established. In addition, the land cover maps of 2012 and 2018 were produced using the Corine land cover classification system. Landsat 7 satellite images of 100 meter resolution were used in the maps. Maps were created with Remote Sensing (RS) and Geographical Information Systems (GIS) techniques. In the GIS program, spatial analysis was performed with the Hydrology tool, and the streams belonging to the Strahler method of the basin were determined. Slope, aspect and elevation maps were produced using the 3D Analyst module.

As a result of these studies, the basin properties before and after the dam were evaluated. After the construction of Sadak Dam, it was observed that the temperature values of the basin increased and the rates of the land cover types changed. After the dam, some agricultural areas were flooded and the amount of water in the basin increased. It has also been determined that Sadak Dam has not yet affected the human characteristics of the basin.

**Keywords:** Sadak Dam, Basin, Geography, Geographical Information Systems (GIS), Remote Sensing (RS).

## ÖNSÖZ

Sadak Barajı'nın (Yukarı Kelkit Çayı Havzası) baraj havzası coğrafi özellikleri üzerine olan etkisi konulu çalışma, günümüzde özellikle tarımda sulama amaçlı inşa edilen barajlardan biri olan Sadak Barajı'nın bulunduğu havza üzerinde oluşturduğu etki Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama programları kullanılarak değerlendirilmiştir.

Çalışma; giriş ve sonuç-öneri kısımları hariç, 3 bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde; çalışma sahasının konumu ve Sadak Barajı'nın özellikleri, amaç ve kapsam, kullanılan materyal ve metot ile önceki çalışmalar belirtilmiştir. Sadak Barajı Havzası'nın Fiziki ve Beşeri Coğrafya özelliklerinin yanı sıra yapılan mekânsal analizler diğer 3 bölümü oluşturmaktadır. Fiziki Coğrafya bölümünde havzanın; topografya, jeoloji, hidrografya, iklim, toprak ve bitki örtüsü özellikleri açıklanmıştır. Beşeri Coğrafya özelliklerinde ise nüfus ve yerleşme ile ekonomik faaliyet türleri üzerinde durulmuştur. Mekânsal analizler bölümünde, havzaya ait arazi kullanımı, baraj göl alanında zamana bağlı yaşanan değişim, baraj öncesi ve sonrası sıcaklık-yağış değerlerinin incelenmesi ve barajın çevreye olan etkileri anlatılmıştır. Sonuç ve öneriler kısmı ile tez içeriği tamamlanmıştır.

Bu tezin oluşturulmasında bana yol gösteren ve her aşamada desteğini esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Hüseyin TUROĞLU' na teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca beni gönülden destekleyen aileme, her zaman yanımda olan ve her zaman bana güvenen babama minnettarım.

İstanbul - 2021

MERYEM DELİOĞLU

## İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	ii
ABSTRACT .....	iii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	ix
FOTOĞRAFLAR LİSTESİ .....	xi
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xii
GİRİŞ .....	1

### BİRİNCİ BÖLÜM

Çalışma Sahasının Konumu ve Sadak Barajının Özellikleri.....	2
Amaç ve Kapsam .....	6
Materyal ve Metot .....	7
Önceki Çalışmalar .....	8

### İKİNCİ BÖLÜM

<b>1. SADAK BARAJI HAVZASININ FİZİKİ COĞRAFYA ÖZELLİKLERİ ....</b>	<b>10</b>
<b>1.1. Topografya Özellikleri .....</b>	<b>10</b>
1.1.1. Eğim .....	10
1.1.2. Bakı.....	12
1.1.3. Yükselti.....	14
<b>1.2. Litolojik Özellikler .....</b>	<b>16</b>
<b>1.3. Drenaj Özellikleri .....</b>	<b>19</b>
<b>1.4. İklim Özellikleri.....</b>	<b>22</b>
1.4.1. Sıcaklık .....	23
1.4.1.1. Sadak Barajı Havzasına Ait Aylık Ortalama Sıcaklık Dağılışı .....	24
1.4.1.2. Sadak Barajı Havzasına Ait Aylık Ortalama Maksimum Sıcaklıklar .....	26
1.4.1.3. Sadak Barajı Havzasına Ait Ortalama Minimum Sıcaklıklar.....	28
1.4.2. Yağış.....	31
<b>1.5. Toprak Ve Bitki Örtüsü Özellikleri .....</b>	<b>34</b>

## **2. SADAK BARAJI HAVZASININ BEŞERİ COĞRAFYA ÖZELLİKLERİ .. 38**

<b>2.1. Nüfus ve Yerleşim</b> .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
<b>2.2. Ekonomik Faaliyetler</b> .....	<b>41</b>
2.2.1. Tarım .....	42
2.2.2. Hayvancılık.....	43
2.2.3 Turizm .....	43

### **ÜÇÜNCÜ BÖLÜM**

## **3. BARAJIN SADAK BARAJ HAVZASINA ETKİLERİNE AİT MEKÂNSAL ANALİZLER..... 45**

<b>3.1. Sadak Barajı Havzası 2012-2018 Yılları Arası Arazi Kullanımı</b> .....	<b>45</b>
<b>3.2. Baraj Göl Alanı ve Zamansal Değişimi</b> .....	<b>50</b>
<b>3.3. Sadak Barajı Havzasında Baraj Öncesi Ve Sonrası Sıcaklık ve Yağış İklim Elemanlarının İncelenmesi</b> .....	<b>52</b>
3.3.1 Sadak Barajı 1989-2013 ve 2014-2019 Dönemlerine Ait Aylık Ortalama Sıcaklıklar .....	52
3.3.2 Sadak Barajı 1989-2013 ve 2014-2019 Dönemlerine Ait Aylık Ortalama Maksimum Sıcaklıklar .....	54
3.3.3 Sadak Barajı 1989-2013 ve 2014-2019 Dönemlerine Ait Aylık Ortalama Minimum Sıcaklıklar .....	56
3.3.4. Sadak Barajı Havzası Baraj Öncesi Ve Sonrası Yağış Durumu .....	58
<b>3.4. Barajın Coğrafi Çevre İle Etkileşimi</b> .....	<b>61</b>

## **SONUÇ VE ÖNERİLER..... 63**

## **KAYNAKÇA .....**

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Çalışma sahasının lokasyonu. ....	2
Şekil 2: Sadak Barajı Havzası eğim haritası. ....	11
Şekil 3: Sadak Barajı Havzası eğim değerlerinin alansal dağılımı. ....	12
Şekil 4: Sadak Barajı Havzası bakı haritası. ....	13
Şekil 5: Sadak Barajı Havzası bakı değerlerinin alansal dağılımı. ....	14
Şekil 6: Sadak Barajı Havzası yükselti haritası. ....	15
Şekil 7: Sadak Barajı Havzası yükselti değerlerinin alansal dağılımı. ....	16
Şekil 8: Sadak Barajı Havzası litoloji haritası (MTA 1/100.000' den düzenlenmiştir). .....	18
Şekil 9: Strahler yöntemine göre Sadak Barajı Havzası akarsu dizileri. ....	21
Şekil 10: Seçilen meteoroloji istasyonlarının çalışma sahasına göre konumları. ....	23
Şekil 11: Kelkit Meteoroloji İstasyonu verilerine göre aylık ortalama sıcaklıklar. ...	24
Şekil 12: Gümüşhane ve Erzincan İstasyonları'na ait 1989-2019 yılları, aylık ortalama sıcaklıklar. ....	26
Şekil 13: Kelkit Meteoroloji İstasyonu verilerine göre aylık ortalama maksimum sıcaklık değerleri. ....	27
Şekil 14: Gümüşhane ve Erzincan İstasyonlarına ait (1989-2019) aylık ortalama maksimum sıcaklık değerleri. ....	28
Şekil 15: Kelkit Meteoroloji İstasyonu verilerine göre (2013-2018) aylık ortalama minimum sıcaklık değerleri. ....	29
Şekil 16: Gümüşhane ve Erzincan Meteoroloji İstasyonları'na ait (1989-2019) aylık ortalama minimum sıcaklık değerleri. ....	30
Şekil 17: Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu'na ait 1989-2019 yıllarına ait yıllık ortalama sıcaklık grafiği. ....	30
Şekil 18: Erzincan Meteoroloji İstasyonu'na ait 1989-2019 yıllarına ait yıllık ortalama sıcaklık grafiği. ....	31
Şekil 19: Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu 1989-2019 periyodu yıllık toplam yağış grafiği. ....	32

Şekil 20: Erzincan Meteoroloji İstasyonu 1989-2019 periyodu yıllık toplam yağış grafiği. ....	32
Şekil 21: Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu 1989-2019 yılları arası yağış frekansı. 33	
Şekil 22: Erzincan Meteoroloji İstasyonu 1989-2019 yılları arası yağış frekansı grafiği. ....	34
Şekil 23: Sadak Barajı Havzası içinde bulunan köylerin nüfusu .....	40
Şekil 24: 2012 yılı Sadak Barajı Havzası arazi örtüsü haritası .....	46
Şekil 25: 2012 yılı Sadak Barajı Havzası arazi örtüsü haritası alan dağılımı .....	47
Şekil 26: 2018 yılı Sadak Barajı Havzası arazi örtüsü haritası .....	48
Şekil 27: 2018 yılı Sadak Barajı Havzası arazi örtüsü haritası alan dağılımı .....	49
Şekil 28: Sadak Barajı inşası öncesi havzanın 2011 yılı görünümü (Google Earth Image, 2011). ....	50
Şekil 29: Sadak Barajı inşası sonrası havzanın 2018 yılı görünümü (Google Earth Image, 2018). ....	51
Şekil 30: Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu 1989-2013 ve 2014-2019 yılları arası ortalama sıcaklık grafiği. ....	53
Şekil 31: Erzincan Meteoroloji İstasyonu 1989-2013 ve 2014-2019 yılları arası ortalama sıcaklık grafiği. ....	54
Şekil 32: Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu 1989-2013 ve 2014-2019 yılları arası ortalama maksimum sıcaklık grafiği. ....	55
Şekil 33: Erzincan Meteoroloji İstasyonu 1989-2013 ve 2014-2019 yılları arası ortalama maksimum sıcaklık grafiği. ....	56
Şekil 34: Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu 1989-2013 ve 2014-2019 yılları arası ortalama minimum sıcaklık grafiği. ....	57
Şekil 35: Erzincan Meteoroloji İstasyonu 1989-2013 ve 2014-2019 yılları arası ortalama minimum sıcaklık grafiği. ....	58
Şekil 36: Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu 1989-2013 ve 2014-2019 yılları periyodu toplam yağış ortalaması grafiği. ....	59
Şekil 37: Erzincan Meteoroloji İstasyonu 1989-2013 ve 2014-2019 yılları arası toplam yağış ortalaması grafiği. ....	60

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 1: Sadak Barajı genel özellikleri (DSİ, 1990-1994). ....	3
Tablo 2: Sadak Barajı bent alanı temel araştırma sondaj sonuçları (DSİ, 1990-1994).4	
Tablo 3: Sadak Barajı bent alanı penetrasyon kuyuları sonuçları (DSİ, 1990-1994). . 5	
Tablo 4: Wedding (1963) e göre Kelkit hattında bulunan Jura'nın normal profili. ... 17	
Tablo 5: Kelkit Meteoroloji İstasyonu verilerine göre (2013-2018) aylık ortalama sıcaklık değerleri. ....	24
Tablo 6: Gümüşhane ve Erzincan Meteoroloji İstasyonları (1989-2019) aylık ortalama sıcaklık değerleri. ....	25
Tablo 7: Kelkit Meteoroloji İstasyonu verilerine göre (2013-2018) aylık ortalama maksimum sıcaklık değerleri. ....	26
Tablo 8: Gümüşhane ve Erzincan Meteoroloji İstasyonları (1989-2019) aylık ortalama maksimum sıcaklık değerleri. ....	27
Tablo 9: Kelkit Meteoroloji İstasyonu verilerine göre (2013-2018) aylık ortalama minimum sıcaklık değerleri.....	28
Tablo 10: Gümüşhane Ve Erzincan Meteoroloji İstasyonları (1989-2019) aylık ortalama minimum sıcaklık değerleri.....	29
Tablo 11: Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu 1989-2019 yıllarına ait yağış frekansı33	
Tablo 12: Erzincan Meteoroloji İstasyonu 1989-2019 yıllarına ait yağış frekansı tablosu. ....	34
Tablo 13: Sadak Barajı Havzası'nda bulunan bitki çeşitleri.....	38
Tablo 14: Sadak Barajı Havzası sınırları içinde bulunan köylere ait nüfus verileri (TÜİK, 2020).....	39
Tablo 15: 2012 yılı Sadak Barajı Havzası arazi örtüsü haritası alan dağılımı .....	47
Tablo 16: 2018 yılı Sadak Barajı Havzası arazi örtüsü haritası .....	49
Tablo 17: Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu 1989-2013 ve 2014-2019 yılları arası ortalama sıcaklık değerleri. ....	52
Tablo 18: Erzincan Meteoroloji İstasyonu 1989-2013 ve 2014-2019 yılları arası ortalama sıcaklık değerleri. ....	53
Tablo 19: Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu 1989-2013 ve 2014-2019 yılları arası ortalama maksimum sıcaklık değerleri. ....	55

Tablo 20: Erzincan Meteoroloji İstasyonu 1989-2013 ve 2014-2019 yılları arası ortalama maksimum sıcaklık değerleri. ....	56
Tablo 21: Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu 1989-2013 ve 2014-2019 yılları arası ortalama minimum sıcaklık değerleri.....	57
Tablo 22: Erzincan Meteoroloji İstasyonu 1989-2013 ve 2014-2019 yılları arası ortalama minimum sıcaklık değerleri.....	58
Tablo 23: Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu 1989-2013 ve 2014-2019 yılları arası toplam yağış ortalaması.....	59
Tablo 24: Erzincan Meteoroloji İstasyonu 1989-2013 ve 2014-2019 yılları arası toplam yağış ortalaması.....	60
Tablo 25: Sadak Barajı Havzası arazi örtüsü zamansal değişim tablosu .....	61

## FOTOĞRAFLAR LİSTESİ

- Foto 1: Sadak Barajı Havzası'nda bulunan Çömlcük Deresi'nden bir görünüm. .... 20
- Foto 2: Sadak Barajı Havzası'nda yükseltiye göre değişen bitki örtüsü..... 36
- Foto 3: Sadak Barajı Havzası'nda bitki çeşitliliği. .... 37
- Foto 4: Sadak Barajı Havzası'nda yer alan Doğankavak köyü..... 41
- Foto 5: Sadak Havzası'nda bulunan Satala Antik Kenti'ne ait su kemerleri..... 44



## KISALTMALAR LİSTESİ

**CBS** : Coğrafi Bilgi Sistemleri

**DSİ** : Devlet Su İşleri

**ICOLD**: Uluslararası Büyük Barajlar Komisyonu

**MTA** : Maden Tetkik Arama

**SPT** : Standart Penetrasyon Deneyi

**SYM** : Sayısal Yükselti Modeli

**TÜİK** : Türkiye İstatistik Kurumu

**UA** : Uzaktan Algılama

**USGS** : Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırma Kurumu

**WCD** : Dünya Barajlar Komisyonu

## GİRİŞ

Su, canlıların yaşamlarını sürdürebilmeleri için gereken en önemli unsurlardandır. Özellikle yarı kurak, kurak iklim bölgelerinde, son yıllarda sıcaklık değerlerinin artış göstermesi ile içme suyu kullanımının yanı sıra tarım faaliyetlerinde su kullanımı önem arz etmektedir. İklim değişikliği, tatlı su ekosistemleri ve ekosistem hizmetleri üzerinde etkili olan su kaynaklarına olan arz talep dengesini, dünya çapında etkilemektedir (Milly, Dunn, & Vecchia, 2005; Bates, vd., 2008; Palmer, vd., 2008; Watts, vd., 2011).

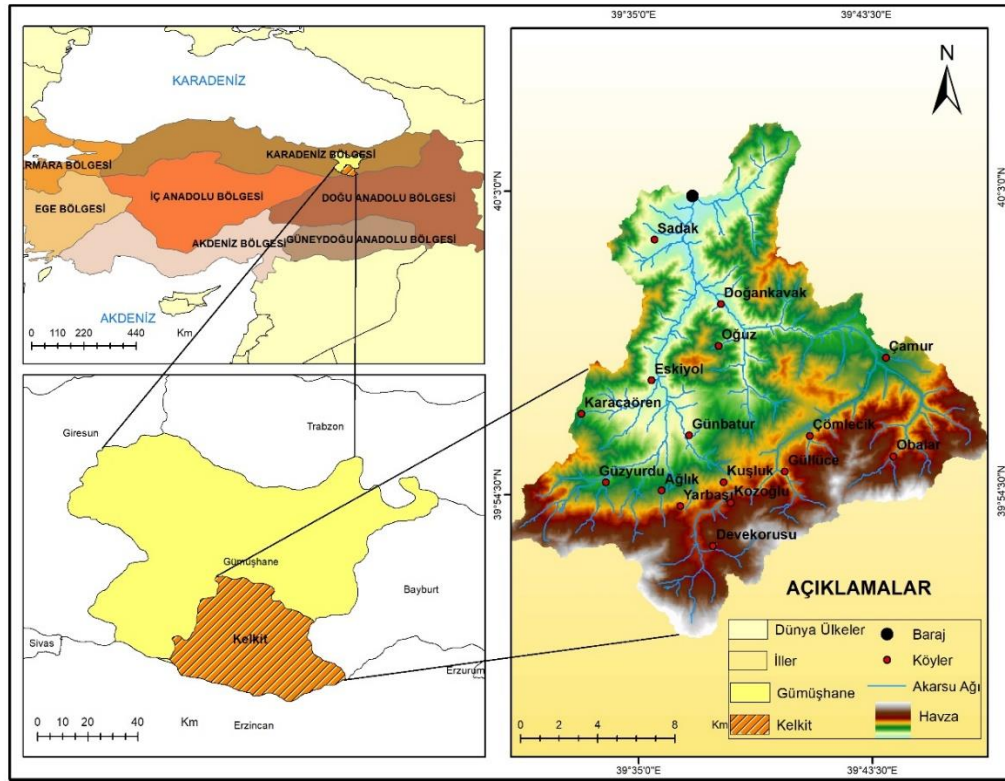
Doğal ortamın iklim özellikleri ile ilişkili ve dengeli halde bulunan jeomorfolojik özelliklerin çeşitli insan faaliyetlerinden olumsuz etkilenmesi; ortamda jeomorfolojik problemlere neden olabilmektedir (Turoğlu, 2000).

Su kaynaklarının yetersiz olduğu sahalara; barajlar inşa edilerek, kanallar aracılığı ile su sıkıntısına çözümler üretilmektedir. Barajlarda büyük su kütlelerinin depolanmasının baraj havzalarındaki ekosisteme zamanla bazı etkileri olmaktadır. Barajların avantajları ile birlikte bu tür dezavantajları barajın havzaya olan etkilerini yansıtmaktadır. Bu çalışmada; tarımda sulama yapmak amacıyla inşa edilen, Gümüşhane ili ve Kelkit ilçesinde bulunan Sadak Barajı'nın doğal çevre üzerine olan etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Barajın havzaya ait fiziki özelliklerin (jeomorfoloji, iklim, toprak ve bitki örtüsü) yanı sıra beşeri parametrelere de (nüfus, yerleşim ve ekonomi) etkisinin belirlenmesi yani Sadak Barajı'nın bulunduğu coğrafya ile ilişkisi bu çalışmada incelenmiştir.

## BİRİNCİ BÖLÜM

### Çalışma Sahasının Konumu ve Sadak Barajının Özellikleri

Çalışma alanı olan Sadak Barajı Havzası, Türkiye'nin kuzeydoğusunda ve Doğu Karadeniz bölgesinin güneyinde bulunan  $39^{\circ} 53' - 40^{\circ} 03'$  Kuzey enlemleri ile  $39^{\circ} 31' - 39^{\circ} 46'$  Doğu boylamları arasında yer alır (Şekil 1). Sadak Havzası Gümüşhane'nin Kelkit ilçesi sınırları dâhilinde kalır ve havzanın güneyinde Erzincan ili, doğusunda ise Bayburt ili bulunur.



Şekil 1: Çalışma sahasının lokasyonu.

Kelkit ilçesi; Karadeniz Bölgesi, Doğu Karadeniz bölümü, Yukarı Kelkit Çayı Havzası'nda bulunmakta olup, kuzeyinde Gümüşhane dağları ve ilçenin güneyinde Otlukbeli dağları yer almaktadır. İdari olarak Gümüşhane iline bağlı olan ilçe aynı zamanda sosyo-ekonomik özellikleri ile Gümüşhane'nin dikkat çeken bir ilçesidir (Akpınar, 2003). Yukarı Kelkit Çayı Havzası ülkemizin kuzeyinde, Yeşilirmak nehrinin ana kollarından biri olan Kelkit Çayı Havzası'nın memba kısmında yer almaktadır. Batıda Aşağı Kelkit, doğuda Çoruh, güneyde Fırat, kuzeyde ise Doğu Karadeniz havzaları ile çevrilidir (DSİ, 1990-1994).

Çalışma sahasının denizden ortalama yüksekliği 1400 – 2000 m arasında değişmektedir. Havzayı; tarım yapılan ova, akarsuyun vadisi ve yükseltinin arttığı tepelik sahalara gibi yeryüzü şekillerine ayırmak mümkündür.

Kelkit Çayı'nın ana kollarını Koşmasat, Dayısı (Sadak) ve Balahor dereleri oluşturmaktadır. Kaynağını Kelkit ilçesinin güneyinde bulunan Çimen Dağı'ndan alan Kelkit Çayı, batıya doğru ilerleyerek Yeşilirmak nehrinin en önemli kollarından birini oluşturur. Güneyden ilerleyerek Kelkit Çayı'na bağlanan Balahor ve Sadak Deresi güneyde bulunan yüksek arazileri aşındırarak dar ve derin bir şekle sahip olan "V" profilli çentik vadileri meydana getirmişlerdir (Güven, 1996).

Sadak Barajı, Gümüşhane ili Kelkit ilçesinde bulunan Yukarı Kelkit Çayı üzerinde tarımda sulama yaparak verimliliği ve ürün çeşitliliğini arttırmak amacıyla 2011-2014 yılları arasında inşa edilmiştir.

**Tablo 1:** Sadak Barajı genel özellikleri (DSİ, 1990-1994).

Yağış Alanı	314,3 km <sup>2</sup>
Yıllık Ortalama Akım	43,65 hm <sup>3</sup>
Amacı	Sulama
Tipi	Kum-Çakıl
Talvegden Yüksekliği	34 m
Talveg Kotu	1 565 m
Kret Kotu	1 599 m
Minimum Su Seviyesi	1 584 m
Normal Su Seviyesi	1 594,70 m
Maksimum Su Seviyesi	1 597,30 m
Ölü Hacim	6,9 hm <sup>3</sup>
Aktif Hacim	13,33 hm <sup>3</sup>
Toplam Depolama Hacmi	20,23 hm <sup>3</sup>
Kret Uzunluğu	607 m
Kret Genişliği	10 m
Gövde Dolgu Hacmi	1 750,260 m <sup>3</sup>
Derivasyon Debisi	26 m <sup>3</sup> /s
Dolusavak Proje Debisi	293,5 m <sup>3</sup> /s
Dolusavak Genişliği	35 m
Dolusavak Tipi	Kapaksız

Sadak Barajı, Kelkit çayının memba kollarından biri olan Sadak deresi üzerinde ve 1.565 m talveg kotunda olup kum-çakıl dolgu tipine sahiptir. Barajın gövdesi 34 m yüksekliktedir (Tablo 1). Toplamda 5208 ha brüt alan sulayabilecek potansiyele sahip olan baraja her mevsim ulaşabilmek mümkündür (DSİ, 1990-1994).

Sadak Barajının inşa edildiği saha; Sadak köyüne ait tarım arazilerinin bulunduğu ovardır. Bu arazinin seçilmesinin temel sebebi; alanın ova olması nedeniyle düz yapısı ve derelerin taşıdığı suyu çevresine göre depolayabilecek en uygun aks yeri olmasından kaynaklanmaktadır. Sadak barajının temel yapılış amacı; tarımda sulama yapmaktır. Sadak köyünün tarım arazilerinin ve bazı yolların sular altında kalması köy halkı tarafından barajın dezavantajı olarak tanımlanmaktadır. Sadak Barajı aks yerinde ve göl alanının büyük bir kısmında ana kaya; Jura-Lias flişlerinden oluşurken, göl alanının kalan kısmındaysa ana kaya Permo-Karbonifer öncesi metamorfiklerden oluşmaktadır. Bu birimlerin üst katmanında ise yer yer Kuvaterner alüvyonları, yamaç molozları, siltli, killi toprak örtü bulunmaktadır. Sadak Barajı bent yerinde stabilite ve geçirimsizlikle ilgili temele ait araştırmalar için 300 m uzunluğunda 7 adet temel sondajı açılmıştır (DSİ, 1990-1994) (Tablo 2).

**Tablo 2:** Sadak Barajı bent alanı temel araştırma sondaj sonuçları (DSİ, 1990-1994).

Sondaj No	Yeri	Yükseltisi(m)	Derinliği	Eğimi
SK-1	Sol Yamaç	1 597,26	30	Dik
SK-2	Talveg	1 567,19	50	Dik
SK-3	Talveg	1 566,65	50	Dik
SK-4	Talveg	1 565,53	50	Dik
SK-5	Talveg	1 568,99	50	Dik
SK-6	Sağ Yamaç	1 581,78	40	Dik
SK-7	Sağ Yamaç	1 597,45	30	Dik

Devlet Su İşleri raporuna göre bent alanında açılan SK-2, SK-3, SK-4, SK-5, SK-6 numaralı sondajlarda; alüvyon, yamaç molozu ve siltli-killi toprak örtünün taşıma gücünü belirlemek amacıyla sonradan açılan 5 geçirimsizlik kuyusu bulunmaktadır (Tablo 3). Zemin cinsi genellikle alüvyon olmakla beraber yer yer siltli-killi toprak, yamaç molozu olarak belirlenmiş ve zeminin sıklığı ise alüvyon sahalarda sıkı-sıkı, bazı alanlarda yer yer gevşek ve vasat olup taşıma gücü ise (0,2-6) kg/cm<sup>2</sup> arasında değişiklik göstermektedir (DSİ, 1990-1994).

**Tablo 3:** Sadak Barajı bent alanı penetrasyon kuyuları sonuçları (DSİ, 1990-1994).

KUYU NO	ZEMİN CİNSİ	DENEY YAPILAN SEVİYE (m)	SPT DEĞERLERİ İLERLEME / DARBE SAYISI (cm)	ZEMİNİN TAŞIMA GÜCÜ (kg/cm <sup>2</sup> )	SPT DEĞERLERİNE GÖRE ZEMİNİN SIKILIĞI
SK-2/1	Siltli- Killi Toprak	2,00-2,50	30/6	0,3	Orta
	Alüvyon	3,00-3,50	28/50	3	Çok Sıkı
	Alüvyon	4,50-5,00	30/34	2	Sıkı
	Alüvyon	6,00-6,50	13/50	3	Çok Sıkı
	Alüvyon	7,50-8,00	30/12	0,9	Vasat
	Alüvyon	9,00-9,50	30/5	0,2	Gevşek
SK-3/1	Alüvyon	6,50-7,00	30/42	2,6	Sıkı
SK-4/1	Alüvyon	3,00-3,50	30/26	1,7	Vasat
	Alüvyon	4,50-5,00	22/50	3	Çok Sıkı
	Alüvyon	6,00-6,50	30/42	2,6	Sıkı
	Alüvyon	7,50-8,00	23/50	3	Çok Sıkı
	Alüvyon	9,00-9,50	30/48	2,9	Sıkı
SK-5/1	Alüvyon	2,50-3,00	30/28	1,8	Vasat
	Alüvyon	4,00-4,50	3/50	3	Çok Sıkı
SK-6/1	Yamaç Mol.	3,00-3,50	30/49	6	Sıkı
	Yamaç Mol.	4,50-5,00	30/34	5	Sıkı
	Yamaç Mol.	6,00-6,50	23/50	6	Çok Sıkı
	Yamaç Mol.	7,50-8,00	26/50	6	Çok Sıkı

## **Amaç ve Kapsam**

Son yıllarda hızla gerçekleşen nüfus artışı, toplumlarda besin ihtiyacını da beraberinde getirmektedir. Bu ihtiyacın karşılanması ve tarımda üretim ile çeşitliliğin artırılması amacıyla sulama kanalları ve barajlar inşa edilmektedir. Gümüşhane ilinin güneyinde yer alan Sadak Barajı da tarımda sulama yapılması amacıyla inşa edilen barajlardan birisidir.

Uluslararası Büyük Barajlar Komisyonu (ICOLD) büyük barajları; temelden yüksekliği 15 m'den büyük veya yüksekliği 5-15 m arasında olup rezervuar hacmi 3 milyon m<sup>3</sup>'ten büyük olarak tanımlamıştır (CIGB-ICOLD, 2011). Büyük barajların etkileri ölçülebilir olduğu için iyi bilinirken, küçük barajlar genellikle sosyal ve çevresel anlamda tehlikesiz olarak bilinmektedir (Mantel & Hughes, 2010). Bu tez çalışmasında; sulamalı tarım yapılabilmesi amacıyla inşa edilen Sadak Barajı'nın, karasal iklim koşullarının hâkim olduğu Yukarı Kelkit Çayı havzasına olan etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Araştırmada, Sadak Barajı'nın inşasından önce ve sonraki dönemin coğrafi özelliklerinin karşılaştırmalı olarak incelenerek değerlendirilmesi öncelikli olarak ele alınmıştır.

Çalışma, Sadak Barajı'na ait genel bilgiler ile başlamakta olup havzanın fiziki ve beşeri özellikleri farklı başlıklar altında açıklanmıştır. Fiziki coğrafya özellikleri bölümünde; havzanın topografya, litoloji, hidrografya, iklim, toprak ve bitki örtüsü özellikleri belirlenirken, beşeri coğrafya özellikleri kısmında ise nüfus, yerleşme ve ekonomik faaliyet türlerine yer verilmiştir.

Araştırmanın mekânsal analizler bölümünde ise Gümüşhane, Kelkit ve Erzincan meteoroloji istasyonlarından alınan 1989-2019 yıllarına ait iklim verileri kullanılmış, baraj öncesi ve sonrası sıcaklık ve yağış değerleri belirlenerek değerlendirilmiştir. Sadak Barajı Havzası'na ait uydu görüntüleri Corine arazi örtüsü sınıflarına göre düzenlenmiş ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile 2012-2018 yıllarını kapsayan arazi örtüsü haritaları üretilmiştir.

## **Materyal ve Metot**

İnceleme alanına ait çalışmalar için amaca uygun olarak farklı materyal ve yöntemler kullanılmıştır. Çalışma alanına ait 1/25.000 ölçekli topografya haritaları ArcMap 10.5 programı kullanılarak sayısallaştırılmış ve lokasyon, bakı, eğim ve yükselti haritaları üretilmiştir. 1/50.000 ölçekli jeoloji haritası Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü'nden temin edilerek ArcMap program ile derlenmiş ve çalışma alanının litoloji haritası oluşturulmuştur.

Gümüşhane, Erzincan ve Kelkit Meteoroloji İstasyonları'na ait sıcaklık ve yağış verileri Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden temin edilerek sahanın baraj öncesi ve baraj sonrası sahip olduğu sıcaklık ve yağış özellikleri değerlendirilmiştir.

Sadak Barajı havzasında baraj öncesi ve baraj sonrası döneme ait arazi örtülerinin belirlenmesi için Corine sınıflandırma sistemi kullanılmıştır. 2012 ve 2018 yıllarına ait 100 m mekânsal çözünürlüklü uydu görüntüleri indirilmiştir. Harita koordinat sistemi ve referans yüzeyi (datum) olarak WGS 1984 ve UTM zon 37 seçilmiştir. 2012-2018 yıllarını kapsayan arazi örtüsü haritalarını üretmek amacıyla ArcMap 10.5 coğrafi bilgi sistemleri programı kullanılmıştır. Corine sisteminden baraj öncesi ve sonrası dönemi yansıtan Landsat 7 uydu görüntüleri indirilmiş ve haritalar ArcMap clip aracı kullanılarak çalışma alanı belirlenmiş ve havza arazi örtüsü türlerine göre sınıflandırma yapılarak haritalar üretilmiştir.

Sadak Barajı havzasına arazi çalışması yapılarak çalışma alanı incelenmiştir. Elde edilen tüm verilerin büro çalışmaları sırasında ArcGIS, Corine ve Microsoft Office programları kullanılarak verilerin bilgisayar ortamına aktarılması gerçekleştirilmiş ve ilgili grafik, tablo ve haritalar üretilmiştir.

## Önceki Çalışmalar

Kelkit Havzası ve çevresi, sahip olduğu fiziki ve beşeri özellikleri ile geçmişten günümüze farklı çalışmalara konu olmuştur. Ayrıca barajların doğal çevre üzerinde meydana getirdiği değişiklikler ile baraj ve insan etkileşimi hakkında araştırmalar yapılmıştır. Barajların inşası ile sağlanan avantajların yanı sıra barajların fiziki ortamda meydana getirebileceği dezavantajlar da bulunmaktadır. Barajın bulunduğu sahanın coğrafi özelliklerinin bilinmesi, barajın çevreye olan etkisinin açıklanmasına yardımcı olacaktır. Kelkit havzası ve barajlar hakkında yapılan önceki çalışmalar aşağıda belirtilmiştir.

WEDDİNG, H., (1963) Kelkit Hattı Jeolojisine Ait Düşünceler ve Kelkit – Bayburt (Gümüşhane) Çevresindeki Jura Stratigrafisi konulu araştırmasında o zamana kadar yapılan çalışmalar ışığında Kuzey Anadolu fay hattının bir parçası olan Kelkit hattının stratigrafisi ve tektonik yapısı üzerinde durmuş ve sahada meydana gelen çeşitlilik hakkında bilgi vermiştir. Bunun yanı sıra önceki yapılan çalışmalar ile kendi çalışmalarının birlikte değerlendirilmesi ile ancak probleme çözüm üretilebileceğini belirtmiştir.

YILMAZ, A., (1985) Yukarı Kelkit Çayı ile Munzur Dağları Arasının Temel Jeoloji Özellikleri ve Yapısal Evrimi konulu çalışmasında Yukarı Kelkit Çayı ve güneyinin temel jeolojik özellikleri sergilenerek Kelkit otktonu ve diğer temel birimler ayrıntılandırılmış ve belirlenen veriler eşliğinde irdelenmiştir.

GÜRSOY, H., ÖZTÜRK, A., İNAN, S., (1993) Kelkit (Gümüşhane) ve Yakın Dolayının Tektono-Stratigrafik Gelişimi başlıklı çalışmada önceki çalışmalarda elde edilen bulgulara ek olarak bölgede bulunan farklı kayaçların türleri belirlenmiş ve yaşları ile ilgili bağlantı kurulmuştur.

GÜVEN, M., (1996) Yukarı Kelkit Havzasında İklim-Doğal Bitki Örtüsü İlişkilerinin Belirlenmesi adlı çalışmasında havzadaki bitki topluluklarının dağılışı ile iklim elemanları arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktadır. Yapılan araştırmanın sonucuna göre sahada bitki örtüsü dağılımında iklimin sınırlayıcı faktörlerden biri olduğu ancak birinci derecede etkili olmadığı sonucuna varılmıştır.

Barajların doğal çevre üzerinde neden olduğu etkiler araştırılırken özellikle iklim parametresi üzerinde durulmaktadır. ŞENGÜN, T, M., (2007) Son Değerlendirmeler Işığında Keban Barajının Elazığ İklimine Etkisi konulu araştırmasında; 1975 yılı öncesi ve sonrası 30 yıllık süreçte, Keban barajının Elazığ iklimine yapmış olduğu etkiyi incelemiş ve değerlendirmiştir. Araştırmanın sonunda 1975 yılından günümüze Elazığ ilinin ikliminde baraj nedeniyle belirgin bir değişikliğin olmadığı sadece eskiden karasal iklime sahip olan sahada günümüzde kış aylarında yumuşamanın olduğu belirtilmiştir.

Barajların inşa edilmesinin birçok sebebi vardır. Bu sebeplerden en yaygın olanları elektrik üretimi ve tarımda sulama amacı ile kullanımıdır. Dünyada nüfusun artması ile birlikte, tarımsal üretimde artışın amaçlanması barajların ve sulama kanallarının inşasını hızlandırmaktadır. ASHRAF, vd. (2007) Impact of Small Dams on Agriculture and Groundwater Development: A case study from Pakistan, başlıklı çalışmada küçük barajların tarımsal üretim ve yeraltı su seviyesi gelişimindeki etkisi araştırılmıştır.

Başka bir çalışmada ise SÖNMEZ, (2012) Barajların Mekân Üzerindeki Olumsuz Etkilerine Türkiye'den Örnekler konulu çalışmasında, baraj yapımına başlanmasıyla meydana gelen mekansal değişimleri ve barajlarda su toplanmasından sonra sahada görülen farklılıkları alt başlıklar halinde ele almıştır.

DİKMEN & TORUK, (2015) Korunması Gereken Bir Yerleşim Sadak Köyü: Satala Antik Kenti adlı çalışmada; Sadak barajı yakınlarında bulunan Satala antik yerleşiminin gelişimi, coğrafi ve tarihsel süreçte fiziksel dokusunun oluşum ve değişim sürecine yer verilmiştir. Yapılan yüzey araştırmaları ve kazı çalışmaları ile daha önceki araştırmalara katkıda bulunulmuştur.

## İKİNCİ BÖLÜM

### 1. SADAK BARAJI HAVZASININ FİZİKİ COĞRAFYA ÖZELLİKLERİ

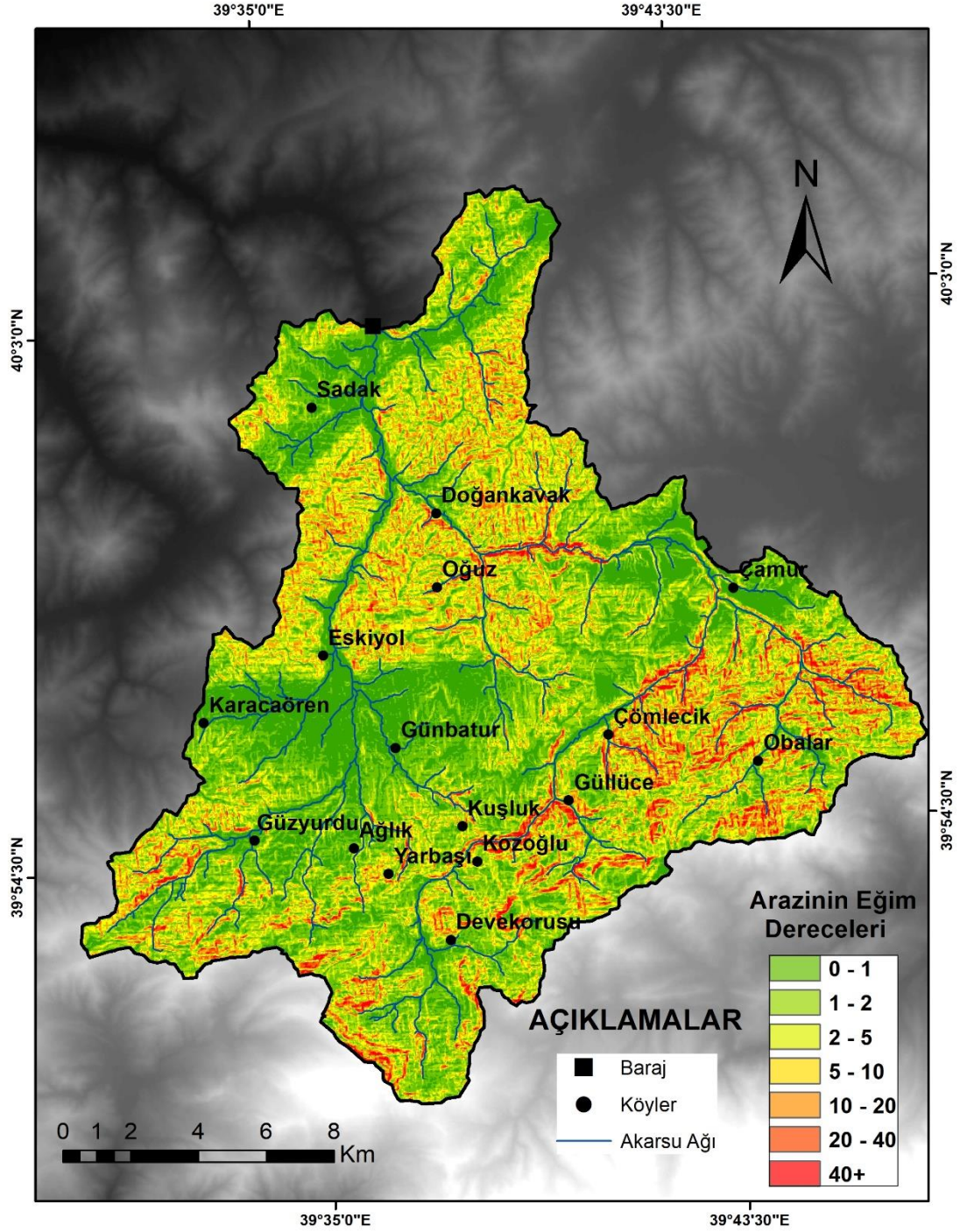
#### 1.1. Topografya Özellikleri

Topografya özellikleri, bazen ortamda bulunan coğrafi faktörlerden etkilenirken aynı zamanda bazı coğrafi faktörleri değiştirme ve etkileme potansiyeline sahiptirler. Özellikle topografik şartlar, kırsal alanlarda gerçekleştirilen ekonomik faaliyetler ve yerleşim özellikleri üzerinde belirleyici rol oynamaktadır. Yerleşim yerinin, yerleşim türünün ve tarım alanlarının seçiminde, eğimin ve yükselti değerlerinin uygun olduğu sahalara tercih edilmektedir. Sadak Barajının bulunduğu Yukarı Kelkit Çayı havzasının eğim, bakı ve yükselti bilgileri havzanın topografya özellikleri hakkında bilgi vermektedir.

##### 1.1.1. Eğim

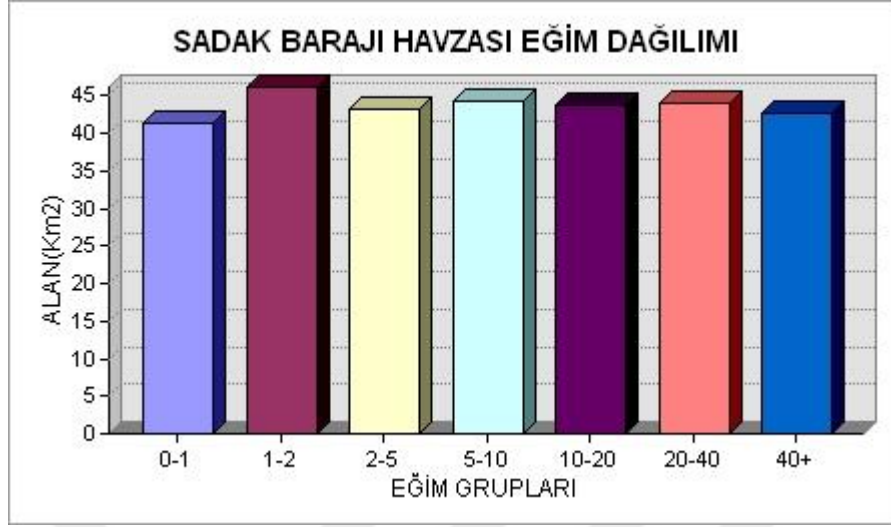
Akarsu havzalarında gerçekleştirilen yapılaşmalar, arazinin eğim özelliklerinde ve akarsuyun akım yönünde değişimlere sebep olurlar (Turoğlu, 2010). Sadak Barajı Havzası eğim haritasına göre havzanın eğim değerleri, 0-1° ve 40° arasında değişiklik göstermektedir (Şekil 2). Haritada ana akarsu ve yan kolları çevresinde, ağırlıklı olarak 0-1° ve 5-10° arası değerler bulunmaktadır. Kelkit Çayının ana akarsu ve yan kollarından uzaklaştıkça eğim değerlerinde artış gözlemlenmektedir. Eğimin 40° ve üstünü gösterdiği alanlar, akarsu kaynağının yakınında bulunmayan ve yükseltinin çevresine göre daha fazla olduğu kısımlardır.

Sadak Barajı Havzası'na ait eğim değerlerinin bilinmesi, tarım alanlarının ve yerleşim sahalarının belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Ayrıca baraj gövdesinin inşa edildiği alanın seçilmesinde etkili olan faktörlerin başında sahanın çevresine kıyasla daha düz olması gelmektedir. Barajın inşa edildiği sahanın baraj öncesinde yöre halkı tarafından tarım sahası olarak kullanılması topografya özelliklerinin beşeri faktörler üzerinde de belirleyici rol oynadığını göstermektedir.



Şekil 2:Sadak Barajı Havzası eğim haritası.

Sadak Barajı Havzası'nda eğim gruplarının dağılışına bakıldığında, 1-2° düzlük eğim grubu havzada yaklaşık olarak 46 km<sup>2</sup> alanda en yaygın eğim değeri olarak görülmektedir (Şekil 3).

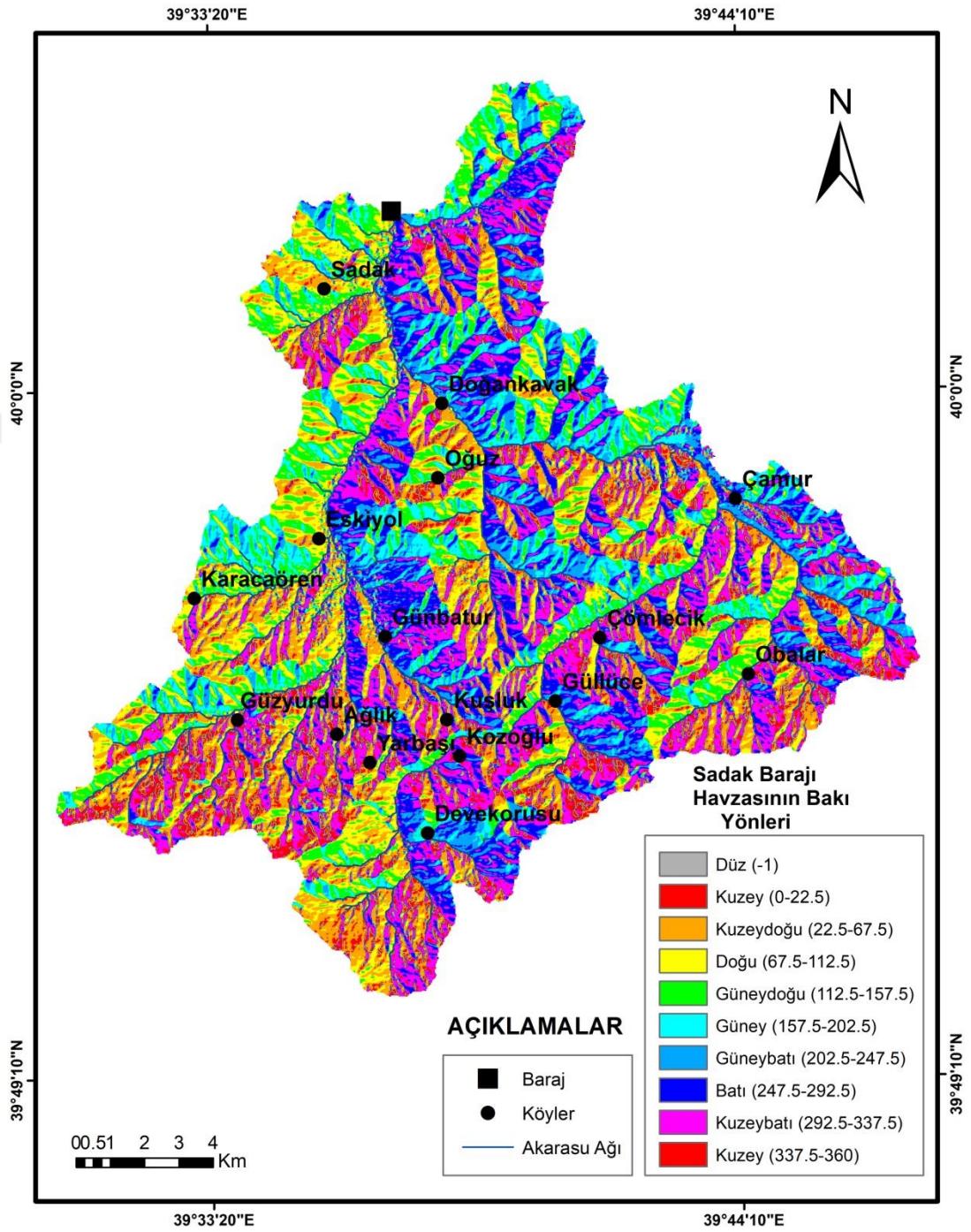


**Şekil 3:**Sadak Barajı Havzası eğim değerlerinin alansal dağılımı.

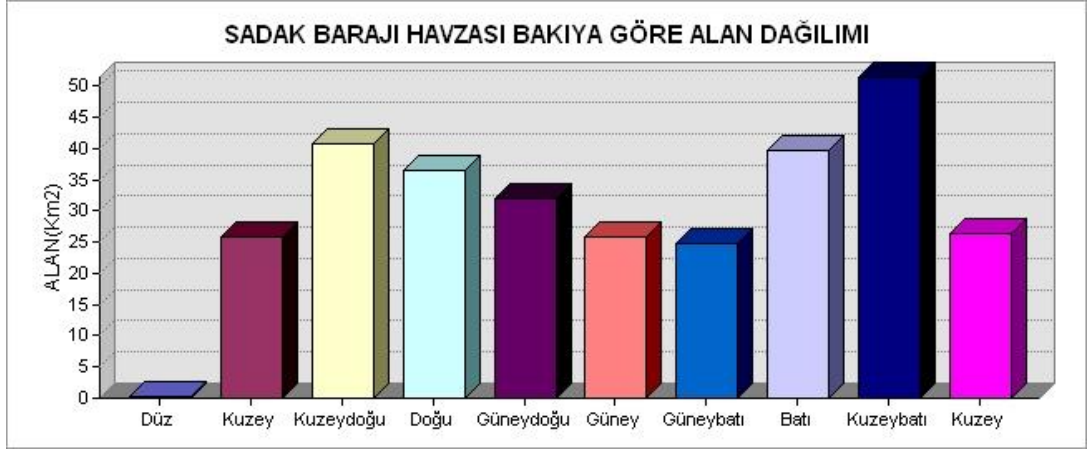
### 1.1.2. Bakı

Bakı, dağların güneşe bakma durumu ve bakış açısı olarak adlandırılmaktadır. Sadak Barajı Havzası bakı değerleri incelendiğinde, düzensiz olarak yönlerin farklılık gösterdiği ve araziye hâkim olan tek bir yönün olmadığı görülmektedir.

Genel itibari ile Yukarı Kelkit Çayı Havzası'nın yan kollarının bulunduğu topografyada; batı, kuzeybatı ve güneydoğu yönleri hâkimdir. Havzanın doğu bölümünde, özellikle güney, güneybatı ve batı yönleri yaygınken havzanın batı kesiminde ise doğu, güneydoğu ve kuzeydoğu yönleri yaygındır. Sadak Barajı Havzası'nın güney kısmında ise bakı yönü kuzey batıdır (Şekil 4).



Şekil 4: Sadak Barajı Havzası bakı haritası.



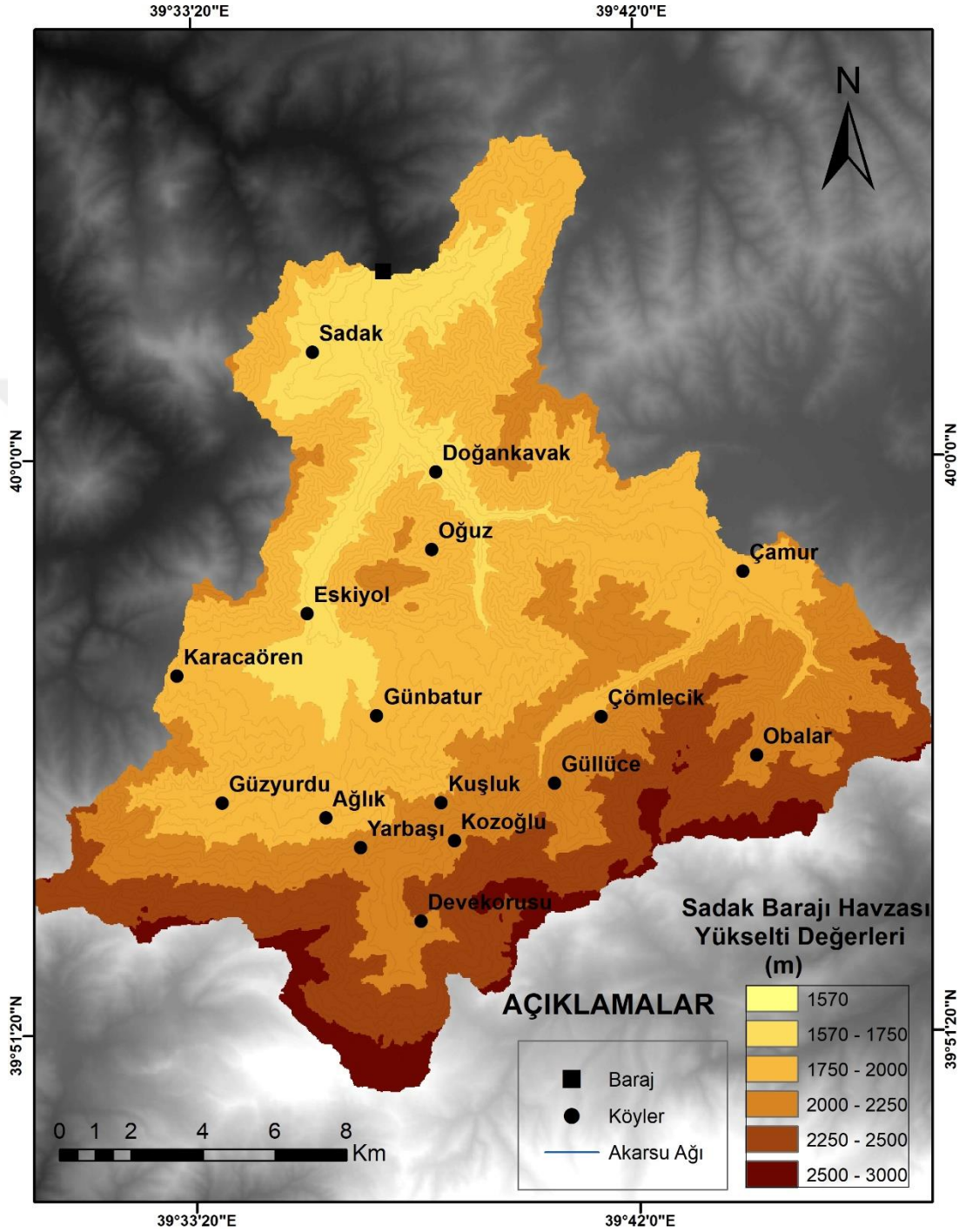
**Şekil 5:** Sadak Barajı Havzası bakı değerlerinin alansal dağılımı.

Sadak Barajı Havzası'nın bakı değerlerinin alansal dağılımı incelendiğinde, arazide en büyük alanı yaklaşık olarak 50 km<sup>2</sup> ile kuzeybatı yönü oluşturmaktadır. Havzada 41 km<sup>2</sup> kuzeydoğu, 40 km<sup>2</sup> batı yönü kuzeybatı yönünden sonra en fazla hâkim olan yön konumunda bulunmaktadır (Şekil 5).

### 1.1.3. Yükselti

Topografik faktörlerden yükselti; arazide doğal ortamın yanı sıra beşeri özelliklerinde etkilenmesine neden olmaktadır. Özellikle iklim koşullarının kısa mesafede çeşitlilik göstermesine neden olan yükselti faktörü, her arazide olduğu gibi Sadak Barajı'nın bulunduğu alanda da hem iklim elemanları hem de beşeri yapı üzerinde etkili olmuştur.

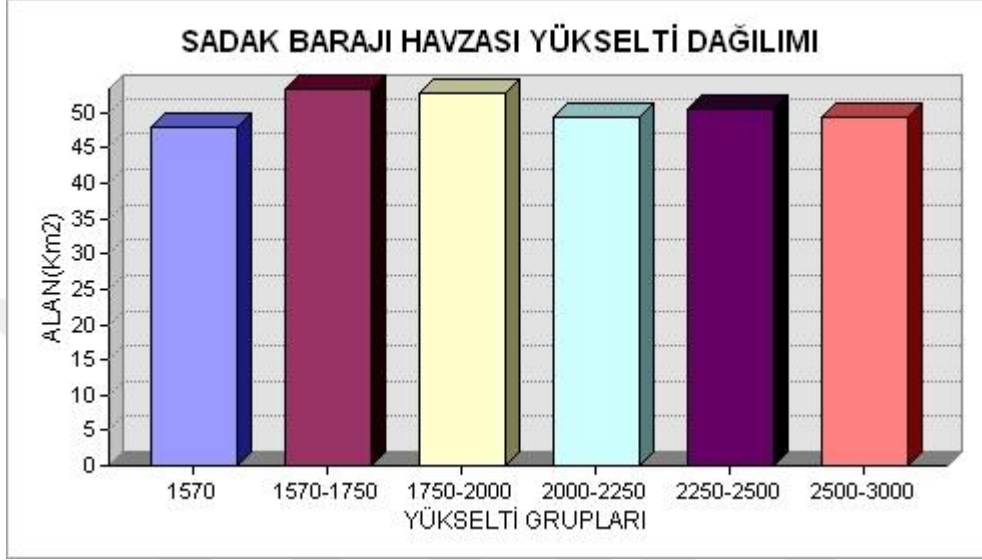
Sadak Barajı'nın inşa edildiği Yukarı Kelkit Çayı Havzası, farklı yükselti değerlerinden oluşmaktadır. Havzadaki en düşük yükselti 1570 m, en yüksek yükselti değeri ise 2924 m oluşmaktadır. Sadak Barajı'nın bulunduğu alanda yükselti 1570-1750 m arasındadır. Havzada kuzeyden güneye doğru gidildikçe yükselti değerleri artış göstermektedir. Özellikle havzanın en güneyi, havzadaki yükseltinin en fazla olduğu sahayı oluşturmaktadır (Şekil 6). Kelkit çayının da kaynağını aldığı dağlık araziler, havzanın güneyinde bulunmaktadır.



Şekil 6: Sadak Barajı Havzası yükselti haritası.

Sadak Barajı yükselti değerlerinin alansal dağılımına göre, 1570-1750 m yükselti aralığı ile havzada en geniş alanı kaplamaktadır. Yaklaşık olarak 65 km<sup>2</sup> lik saha 2001-2250 m, 45 km<sup>2</sup> lik saha ise 2251-2500 m yükselti aralığına sahiptir. Havzada alansal

dağılımını en az olan yükselti basamağı ise 1570 m dir. Kuzeyden güneye doğru ilerledikçe havzadaki yükselti değerleri artış gösterirken bu değerlerin kapladığı alan ise güneye gidildikçe azalmaktadır (Şekil 7).



Şekil 7: Sadak Barajı Havzası yükselti değerlerinin alansal dağılımı.

## 1.2. Litolojik Özellikler

Sadak Barajı Havzası farklı jeolojik zamanlara ait litolojik birimlerden oluşmaktadır (Şekil 8). Wedding (1963) yaptığı çalışmasında Kelkit-Bayburt yöresini üç bölüme ayırmış, serinin alt kısmının iri ve saf kuvarslı kumlardan başladığını ve 10 metre kalınlığa sahip olduğunu, kuvarslı kumun oluşumunun granitin parçalanması ile gerçekleştiğini belirtmiştir. Ayrıca yeşilimsi kumlu marnın, Orta Lias'a ait olduğunu, kalınlığının 100 metreye ulaştığını ve serinin sonunun kırmızılı kalkerli marn bankından meydana geldiğini, içerisinde fosil barındırdığını belirtmiştir. Kalınlığı 150 metreye ulaşan bu seriden sonra, klastik volkanik ürünlerin ve kalın banklar halinde aglomeraların yer aldığını ve orta kısmın kalınlığının ise 700 metreye kadar ulaşabildiğini belirtmiştir (Tablo 5). Son olarak, Üst Lias ise fliş karakterinde olup ince kum, konglomera, kil ve marn kayaçlarından oluşarak 300 m kalınlığına sahip olduğunu belirtmektedir (Wedding, 1963) (Tablo 5).

**Tablo 4:** Wedding (1963) e göre Kelkit hattında bulunan Jura'nın normal profili.

Kalınlık/Derinlik	Açıklama	Yaş
Takriben 150 m	Açık renk ilâ beyaz ve masif kalker.....	Malm/ Alt Kretase
Takriben 120 m	Kalkerli gre ve içinde yeşil kil katkıları; kömür damarının baz bölümü.....	Dogger
Takriben 300 m	Fliş.....	Lias
Takriben 700 m	Proklâstik seri.....	Lias
Takriben 150 m	Kum ve marn.....	Lias
Taban	Granit.....	Paleozoik

Kelkit formasyonunda, Lias-Dogger sırasında temel üzerinde transgresif olarak denizel, karasal ve sığ ortama özgü kırıntılı kömür ve volkanik ara katkılı istif çökelmektedir. Otokton ve allakton olarak iki bölüme ayrılmış olan yüzeyi ve otokton birimlerin temelini Alt Karbonifer Gümüşhane graniti oluşturmaktadır (Gürsoy, vd. 1993).

Kelkit otoktonunun temelini Gümüşhane granitleri, yeşil şistlerle birlikte meydana getirmektedir. Bu temelin üzerine Lias kırıntılıları gelir ve Lias kayaları dereceli olarak Üst Jura-Alt Kretase karbonatlarına geçer. Bu alan duraylı bir kıta kenarını göstermektedir. Üst Kretase-Paleosen volkano tortulları, Jura-Alt Kretase kayalarının üzerine açılmal uyumsuzluklar ile bulunmaktadır (Yılmaz, 1985).

Sadak Barajı Havzası'nda, barajın yer aldığı saha Kuvaterner'e ait olup havzada, kuzey-güneybatı istikametinde bulunmaktadır. Barajın batısı ve kuzeydoğusunda ise Alt-Orta Jura devrine ait Lias-Dogger volkanitleri ve sedimanter kayalar bulunmaktadır. Havzanın merkezinde Prekambriyen ve Paleozoik'e ait ayrılmamış gnays, metagranit, şist ve mermer kayaları bulunurken, hemen güneyinde doğu-batı doğrultulu Eosene ait evaporitli sedimanter kayalar yer almaktadır. Sadak Barajı Havzası'nın güneydoğu istikametinde ise Jura karbonatları ve kırıntılıları gözlemlenmektedir. Havzanın güney bölümünde yer yer Kretase ofiyolitik melanj, Alt Miyosen devresine ait evaporitli sedimanter kayalar, Jura karbonatları ve kırıntılılar, Orta Jura-Kretase'ye ait Pelajik kireçtaşı yer alırken havzanın en güneyinde ise Miyosen Neritik kireçtaşı ve Pliyosen-Kuvaterner Ofiyolitik melanjı içermektedir (Şekil 8).



### 1.3. Drenaj Özellikleri

Sadak Barajı Havzası'nı oluşturan en önemli su kaynağı Kelkit Çayı'dır (Foto 1). Kelkit Çayı, Yeşilirmak Nehri'nin en önemli kollarından olup aynı zamanda en uzun kolunu oluşturmaktadır. Kelkit Çayı'nın toplam uzunluğu 320 kilometredir (Karaca, vd. 2016).

Kelkit Çayı, Erzincan'ın kuzeyinde Spikör Dağı, Pülür Dağı, Otlukbeli Dağı, Sarhan Dağı ve Balaban Dağı'ndan doğan küçük derelerin Kelkit ilçesi civarında birleşmesi ile meydana gelir. Kelkit Çayı, Suşehri ve Niksar ovalarından geçtikten sonra Erbaa Ovası'nın kuzeyinde Yeşilirmak Nehri ile birleşir (Yürekli, 1999). Yukarı Kelkit Çayı Havzası'nın kaynağı olan ve Kelkit Çayı'nın memba kısmını oluşturan en önemli kollar; Dayısı (Sadak, Çömlecik) Deresi (Şekil 9), Köse Deresi, Balahor Deresi ve Koşmasat Deresi'dir. Dayısı Deresi, Karaçayır köyünün güneyinde Koşmasat Deresi ile birleşir. Balahor Deresi ise Kelkit'in kuzeydoğusunda suya katılır. Ovaya inen akarsu ve derelerle büyüyen Kelkit Çayı, güneydoğu istikametinde Suşehri ovasına ulaşır (Karakurt, 2014).

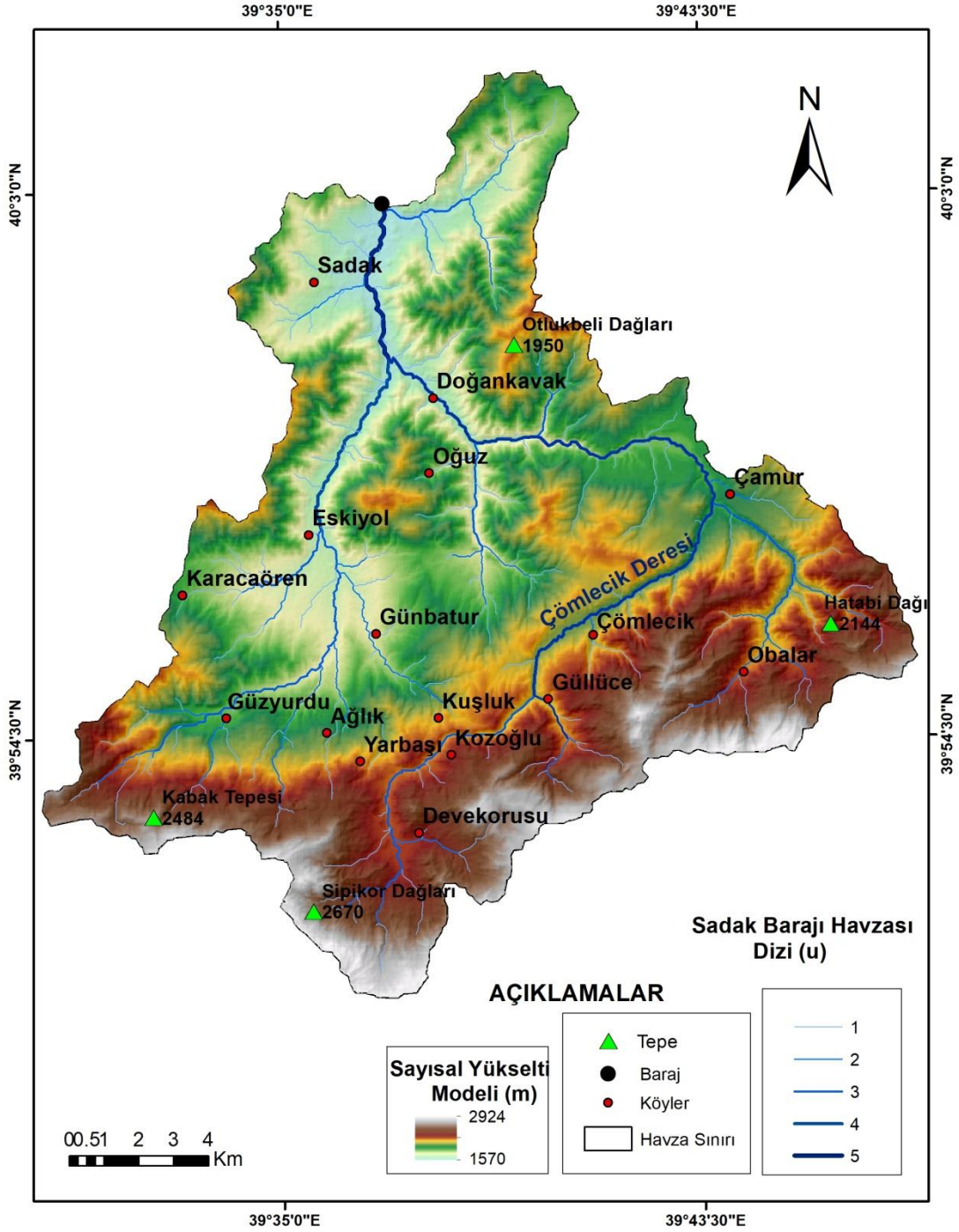
Kelkit Havzası'nda yağışların en çok mayıs ayında görülmesi ile birlikte taşkın suları bu dönemde yeraltı sularını beslemektedir. Yılın en kurak geçen ve sıcaklığın en fazla olduğu ağustos ayında ise yağış miktarı minimum düzeye inmekte ve bazı yan dereler kurumaktadır. Sadak Barajı Havzası'nda yağışlı dönemde, yüzey akışları eğim doğrultusu boyunca akarak yan derelere ulaşırken yan dereler de suları Kelkit çayına boşaltmaktadır. Devlet Su İşleri Müdürlüğü tarafından yapılan ölçüm sonuçlarına göre, arazide taban suyu seviyesinin bütün yıl boyunca 150 santimetreden daha derinlerde olduğu belirtilmiştir (DSİ, 1990-1994).



**Foto 1:** Sadak Barajı Havzası'nda bulunan Çömlecik Deresi'nden bir görünüm.

Barajlar, yeraltı su seviyesini arttıran başlıca nedenler arasında yer almaktadır ancak yeraltı su seviyesinin artmasının tek nedeni değildir. Yeraltı su seviyesinde meydana gelen değişiklikler; iklim değişikliği, topografik yapıda meydana gelen değişiklikler ve beşeri faktörlerden etkilenmektedir (Çelik, 2018).

Sadak Barajı Havzası'nda Strahler yöntemi kullanılarak akım dizileri belirlenmiştir. Havzada yöntemle göre 5 farklı dizi bulunmaktadır. Sahada 1 ve 2 numaralı diziler küçük kolları oluştururken, 5 numaralı dizi baraja gelen ana akarsuyun gövdesini oluşturmaktadır (Şekil 9).



**Şekil 9:** Strahler yöntemine göre Sadak Barajı Havzası akarsu dizileri.

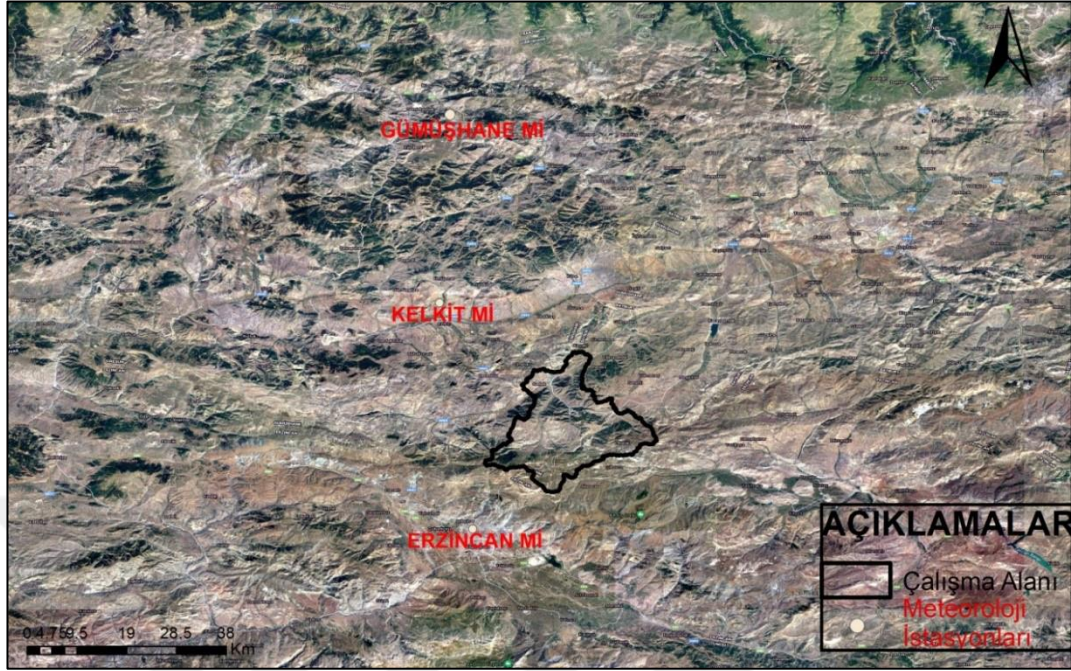
Ayrıca Kelkit merkezinden geçen Balahor deresi ve Kelkit'in 3,5 km doğusunda bulunan Dayısı (Sadak) deresi yataklarının sığ olması nedeniyle yağışlı zamanlarda taşkına sebep olmakta ve sahada bulunan menderesler pik dönemlerde tahliyei engelleyerek yine taşkınlara sebep olmaktadır (DSİ, 1990-1994).

## 1.4. İklim Özellikleri

Dünya üzerinde coğrafi unsurlar birbirleriyle etkileşim halindedir. Her bir unsurda meydana gelen değişim diğer coğrafi unsurları da etkileyerek hidrosfer, litosfer, biyosfer ve atmosfer gibi ortamlarda değişimler oluşturabilmektedir. Hidrosfer ortamında barajların yapımı ile arazilere yeni su kütleleri kazandırılır. Bu su kütlelerinin havzaya ait iklim özelliklerini etkilediği düşünülmektedir. İklim, coğrafi çevrenin şekillenmesi ve insan yaşamını yakından kontrol etmekte olup (Erol, 2014), akarsu tipler ve rejimleri, doğal bitki örtüsü çeşitliliği, ekonomik faaliyetler gibi farklı alanlar üzerinde etkisini göstermektedir.

Sadak Barajı Gümüşhane ilinin Kelkit ilçesinde yer alır. Gümüşhane ili her ne kadar Karadeniz Bölgesi'nde yer alsada iklim özellikleri olarak Karasal ikliminin etkisi altındadır. Karasallığın yoğun olarak yaşandığı sahalarda, sulak alanlar, baraj göletleri ve su kütleleri kuraklığın etkisinin izlenmesinde belirleyici parametreler olarak kullanılabilir (Özelkan & Karaman, 2018). Kelkit ilçesinde bulunan çalışma sahasında; yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise soğuk ve kar yağışlıdır. Karasallığın ve yükseltinin etkin olduğu alanlarda gece ile gündüz arasındaki sıcaklık farkı fazladır. Havzada yükselti değerleri 1500 metreden başlayarak 2900 metreye kadar çıkmaktadır. Buna bağlı olarak yükselti arttıkça sıcaklık değerlerinde azalma görülür.

Çalışmada Sadak Barajı'nın yapımı öncesi ve sonrası havzanın iklim özellikleri belirlenerek barajın Sadak Havzası iklimine olan etkisi incelenmektedir. Sadak Barajı'nın baraj havzası iklim özelliklerine olan etkileri sıcaklık ve yağış iklim elemanları çerçevesinde ele alınmıştır. İklim parametrelerinden olan sıcaklık ve yağış değerlerinde zaman içinde gerçekleşen değişim, akarsu havzalarının hidrolojik yapısını da etkilemektedir (Turoğlu, 2014). Bunun için havza iklim özelliklerini yansıtabilecek 3 meteoroloji istasyonu seçilmiştir. Seçilen meteoroloji istasyonlarından çalışma sahasını en iyi yansıtacak rasatlar Kelkit Meteoroloji İstasyonu verileridir. Ancak bu istasyonun rasat süresi kısa olup 2013-2018 yıllarına aittir. Sadak Barajı'nın yapımına ise 2011 yılında başlanarak 2014 yılında tamamlanmıştır. Bu nedenle daha uzun rasatların yapıldığı ve tez sahasına en yakın meteoroloji istasyonları olan Gümüşhane ve Erzincan Meteoroloji İstasyonları'nın sıcaklık ve yağış verileri de ayrıca dikkate alınarak değerlendirilmiştir.



**Şekil 10:** Seçilen meteoroloji istasyonlarının çalışma sahasına göre konumları.

Sadak Barajı Havzası iklim özelliklerini en iyi yansıtabilecek sıcaklık ve yağış verileri, barajın kuzeyinde 40.4598 enleminde, 39.4653 boylamında bulunan 1216 m rakımlı Gümüşhane Merkez Meteoroloji İstasyonu ve barajın güneyinde 39.7523 enlemi, 39.4868 boylamında bulunan 1216 m rakımlı Erzincan Merkez Meteoroloji İstasyonu'ndan temin edilmiştir (Şekil 10).

#### **1.4.1. Sıcaklık**

Çeşitli nedenlerle yapılan barajlar ve su göletlerinin, buldukları bölgenin iklim özelliklerini etkilediği ve bölgeye farklı bir iklim yapısı kazandırdığı düşünülmektedir. Göl yüzeyi üzerinde yer alan veya hareket halinde bulunan hava kütlesi ile su yüzeyi arasında sıcaklık farkı sonucunda ısı transferi gerçekleşmektedir (Yeşilata, vd. 2004).

Sadak Barajı inşaatı 2014 yılında tamamlanarak hizmete girmiştir. Referans noktası olarak 2014 yılı baz alınmıştır. Çalışma sahasına ait son 30 yılın (1989-2019) ortalama sıcaklık, maksimum sıcaklık ve minimum sıcaklık değerleri hesaplanarak, baraj öncesi (1989-2013) ve baraj sonrası (2014-2019) döneme ait sıcaklık verileri belirlenmiştir. Kelkit Meteoroloji İstasyonu'na ait sıcaklık değerleri ise 2013 yılı ve 2014-2018 yılları temel alınarak yine ortalama, minimum ve maksimum sıcaklık değerleri belirlenmiştir.

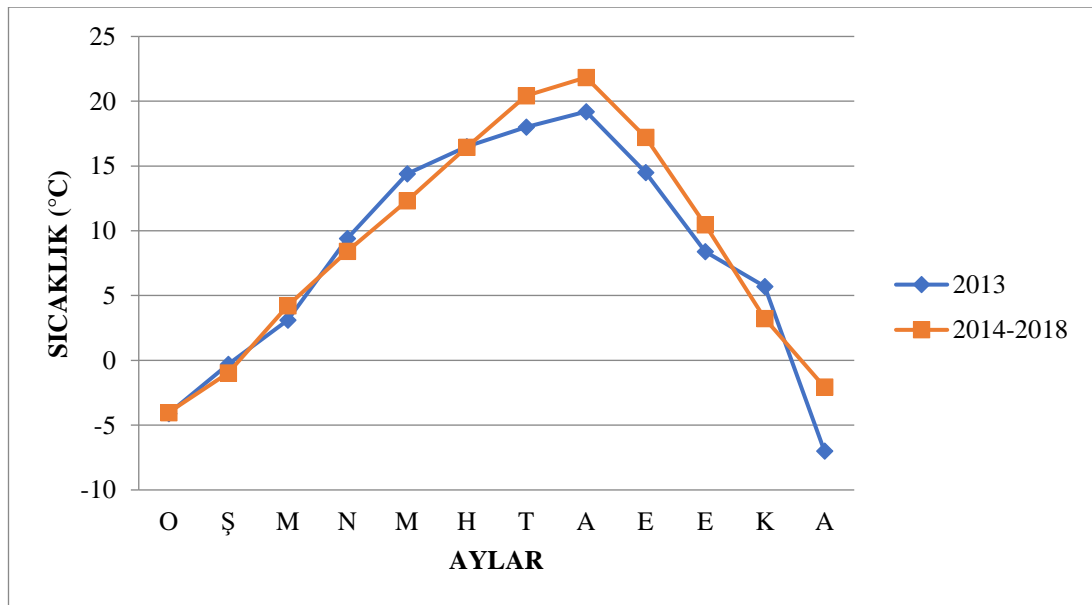
### 1.4.1.1. Sadak Barajı Havzasına Ait Aylık Ortalama Sıcaklık Dağılışı

Karadeniz ikliminden Karasal iklime geçiş zonunda yer alan Gümüşhane ilinde, karasallığın etkisi iklimin ve özellikle sıcaklık parametresinin şekillenmesinde belirgin rol oynamaktadır.

**Tablo 5:** Kelkit Meteoroloji İstasyonu verilerine göre (2013-2018) aylık ortalama sıcaklık değerleri.

Yıl/Ay	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Ort.
2013	-4,1	-0,3	3,1	9,4	14,4	16,5	18	19,2	14,5	8,4	5,7	-7	8,6
2014-2018	-4,0	-1,0	4,2	8,4	12,3	16,5	20,4	21,8	17,2	10,5	3,2	-2,1	9,0

Tabloda verilen değerlere bakıldığında baraj inşası öncesi değeri 2013 yılı yansıtırken baraj sonrası dönemi 2014-2018 yılları ifade etmektedir (Tablo 6). Kelkit'te 2013 yılında, ortalama en düşük sıcaklık  $-7^{\circ}\text{C}$  ile aralık ayında ölçülürken 2014 sonrası ortalama en düşük sıcaklık  $-4^{\circ}\text{C}$  ile ocak ayında ölçülmüştür. Ölçülen ortalama en yüksek sıcaklık 2013 yılında  $19,2^{\circ}\text{C}$  ile ağustos ayında ölçülürken 2014 sonrası yine ağustos ayında  $21,8^{\circ}\text{C}$  olarak ölçülmüştür. Baraj inşasından sonra ocak, mart, temmuz, ağustos, eylül, ekim ve aralık aylarının ortalama sıcaklık değerlerinde artış olduğu verilerden anlaşılmaktadır (Şekil 11).



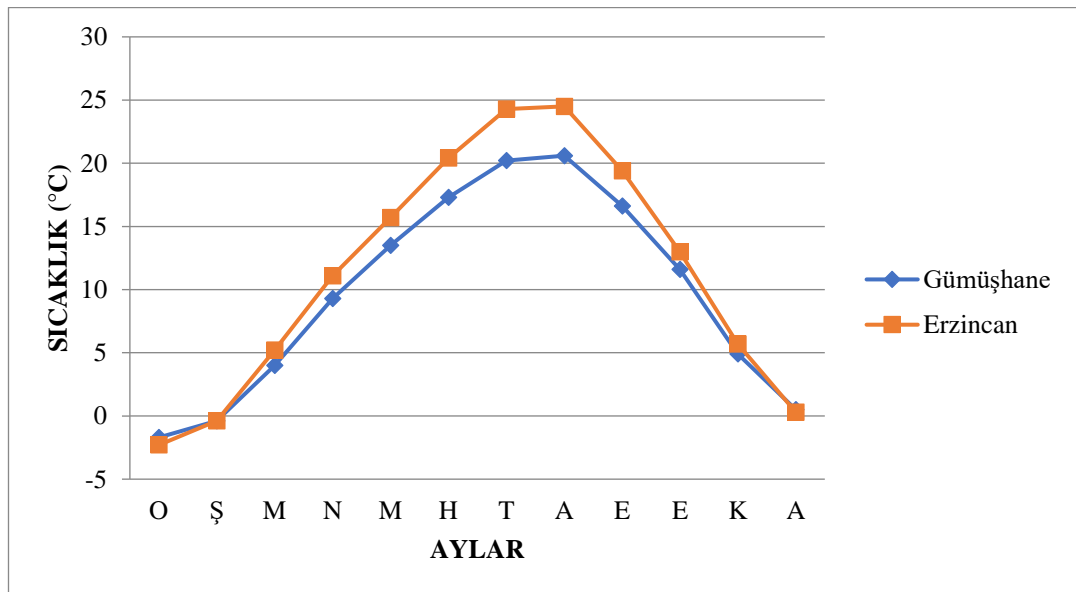
**Şekil 11:** Kelkit Meteoroloji İstasyonu verilerine göre aylık ortalama sıcaklıklar.

Gümüşhane ve Erzincan Meteoroloji İstasyonları'nın (1989-2019) aylık ortalama sıcaklık değerleri son 30 yılı kapsayarak hesaplanmıştır. Bu değerlere göre Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu'nda ölçülen ortalama en yüksek sıcaklık 20,6 °C ile ağustos ayıdır. En düşük ortalama sıcaklık değeri ise -1,7 °C ile ocak ayında görülmektedir. Erzincan Meteoroloji İstasyonu'nda ise en yüksek ortalama sıcaklık 24,5 °C ile ağustos ayında ölçülürken en düşük sıcaklık -2,3 °C görülmektedir (Tablo 7).

**Tablo 6:** Gümüşhane ve Erzincan Meteoroloji İstasyonları (1989-2019) aylık ortalama sıcaklık değerleri.

Aylar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Ort.
Gümüşhane	-1,7	-0,4	4	9,3	13,5	17,3	20,2	20,6	16,6	11,6	4,9	0,5	9,7
Erzincan	-2,3	-0,4	5,2	11,1	15,7	20,4	24,3	24,5	19,4	13	5,7	0,3	11,4

Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu'nun ortalama sıcaklık değerlerinin aylık ortalaması 9,7 °C iken Erzincan Meteoroloji İstasyonu'nun ise 11,4 °C dir. Ayrıca çalışma sahası kuzey yarım kürede bulunduğundan dolayı yaz aylarında (haziran-temmuz-ağustos) sıcaklık değerleri artış gösterirken kış aylarında (aralık-ocak-şubat) sıcaklık ortalaması minimum düzeye inmektedir (Şekil 12).



**Şekil 12:** Gümüşhane ve Erzincan İstasyonları'na ait 1989-2019 yılları, aylık ortalama sıcaklıklar.

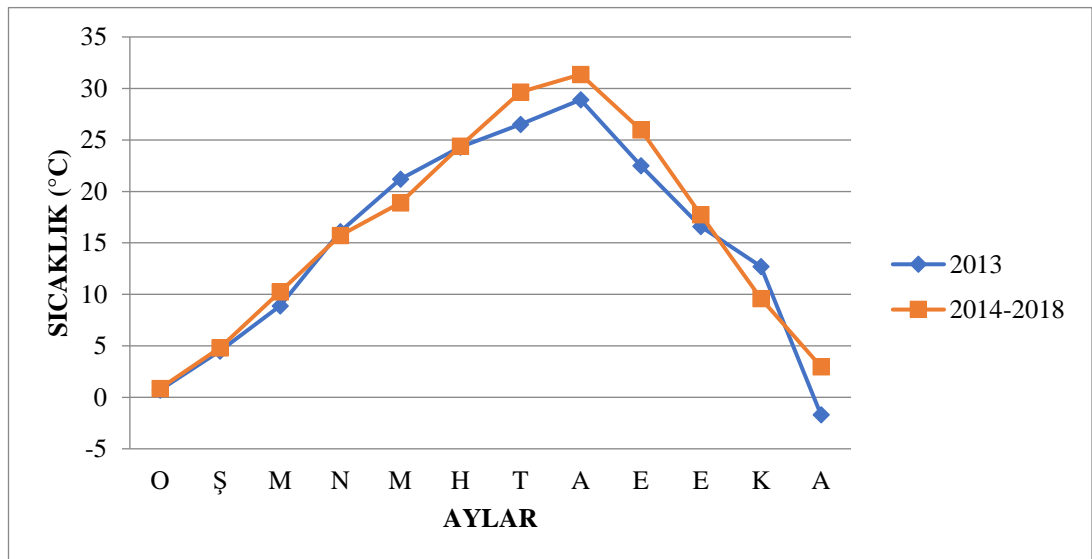
### 1.4.1.2. Sadak Barajı Havzasına Ait Aylık Ortalama Maksimum Sıcaklıklar

Barajların yapılış amaçları farklı olsa da hepsinin ortak özellikleri bulunmaktadır. Büyük su kütlelerini bir araya getirmeleri bu ortak özelliklerden biridir. Aynı ortamda bulunan büyük su kütlelerinin çevrelerinin iklimi üzerinde meydana getirebileceği değişimleri anlamak için barajın inşası öncesinde ve sonrasında ortamın sahip olduğu sıcaklık değerlerinin bilinmesi gerekmektedir.

Kelkit Meteoroloji İstasyonu 2013 yılı ortalama aylık maksimum sıcaklık değerlerine göre 28,9 °C ile en sıcak ay ağustos olurken, 2014-2018 yılları ortalamalarına göre en sıcak ay yine ağustos ayı olup, 31,4 °C ye kadar çıkmıştır. 2013 yılında en düşük maksimum sıcaklık -1,7 °C ile aralık ayı olurken 2014-2018 yılları arasında ortalama maksimum en düşük ay 0,9 °C ile ocak ayıdır (Tablo 7).

**Tablo 7:** Kelkit Meteoroloji İstasyonu verilerine göre (2013-2018) aylık ortalama maksimum sıcaklık değerleri.

Yıl/Ay	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Ort.
2013	0,7	4,5	8,9	16,1	21,2	24,3	26,5	28,9	22,5	16,6	12,7	-1,7	15,1
2014-2018	0,9	4,8	10,2	15,7	18,9	24,4	29,6	31,4	26,0	17,8	9,6	3,0	16,0



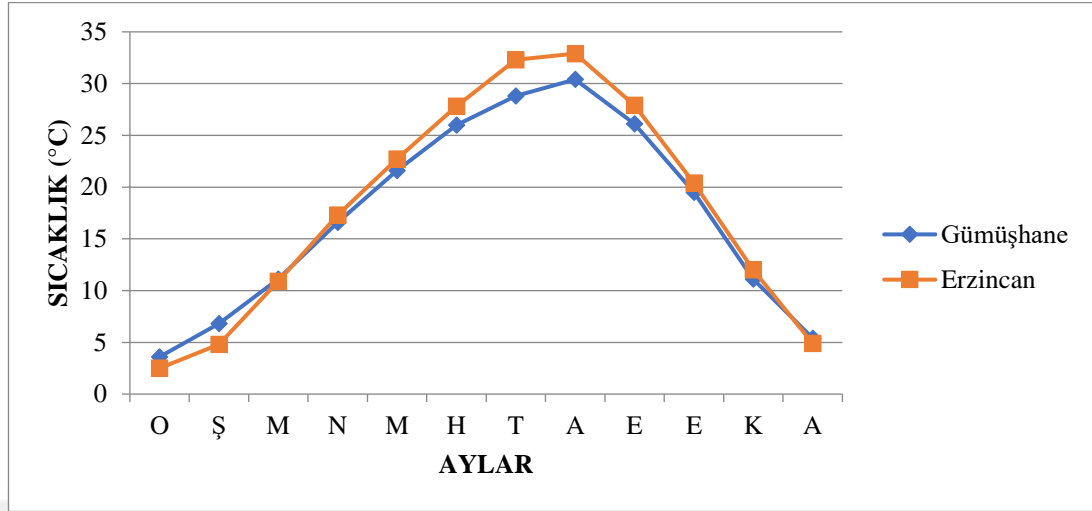
**Şekil 13:** Kelkit Meteoroloji İstasyonu verilerine göre aylık ortalama maksimum sıcaklık değerleri.

Nisan, mayıs ve kasım ayları hariç diğer tüm ayların -2014 yılından itibaren- aylık ortalama maksimum sıcaklık değerlerinde artış yaşanmıştır (Şekil 13). 2013 yılı aylık ortalama maksimum sıcaklık değeri 15,1 °C iken 2014-2018 yılları aylık ortalama maksimum değerlerinin ortalaması 16 °C olarak belirlenmiştir. Bu değerler baraj inşasından sonra ki yıllarda ortalama maksimum sıcaklık değerlerde artışın olduğunu göstermektedir.

Gümüşhane ve Erzincan Meteoroloji İstasyonları'na ait (1989-2019) ortalama aylık maksimum sıcaklık değerleri tablosuna göre Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu'nda en yüksek maksimum değer ağustos ayında ölçülen 30,4 °C iken en düşük maksimum sıcaklık 3,6 °C ile ocak ayına aittir. Erzincan Meteoroloji İstasyonu'nda en yüksek ortalama maksimum sıcaklık yine 32,9 °C ile ağustos ayında görülürken en düşük ortalama maksimum sıcaklık 2,5 °C ile ocak ayında görülmektedir (Şekil 14). Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu'nun ortalama maksimum sıcaklık değerlerinin aylara göre ortalaması 18,3 °C iken Erzincan ilinin 19,2 °C dir (Tablo 8).

**Tablo 8:** Gümüşhane ve Erzincan Meteoroloji İstasyonları (1989-2019) aylık ortalama maksimum sıcaklık değerleri.

Aylar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Ort.
Gümüşhane	3,6	6,8	11,1	16,6	21,6	26	28,8	30,4	26,1	19,5	11,1	5,4	18,3
Erzincan	2,5	4,8	10,9	17,3	22,7	27,8	32,3	32,9	27,9	20,4	12	4,9	19,2



**Şekil 14:** Gümüşhane ve Erzincan İstasyonlarına ait (1989-2019) aylık ortalama maksimum sıcaklık değerleri.

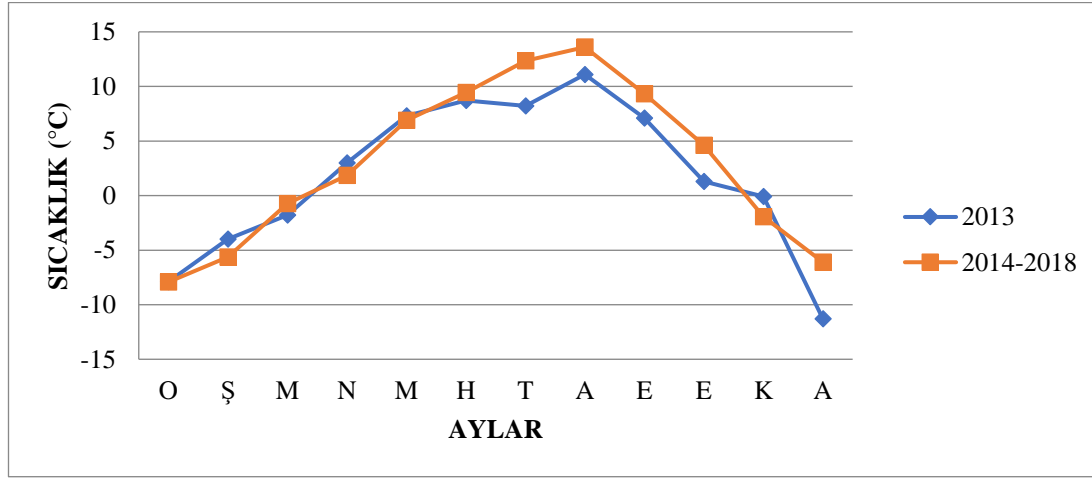
#### 1.4.1.3. Sadak Barajı Havzasına Ait Ortalama Minimum Sıcaklıklar

Kelkit ilçesinde bulunan istasyonun 2013-2018 yıllarına ait bulunan ölçümleri değerlendirildiğinde görülmektedir ki 2013 yılına ait aylık ortalama minimum sıcaklık aralık ayında  $-11,3$  °C dir. 2013 yılı içerisinde ölçülen en yüksek minimum sıcaklık değeri ise  $11,1$  °C ile ağustos ayında ölçülmektedir (Tablo 9).

Sadak barajı inşa edildikten sonra ölçülen uzun yıllar aylık ortalama minimum sıcaklık değeri ise  $-7,9$  °C ile 2013 yılının aksine ocak ayında ölçülmektedir. Ortalama minimum sıcaklık değerlerinin en yüksek olduğu ay 2013 yılında  $11,1$  °C ile ağustos ayı iken, 2014-2018 döneminde  $13,6$  °C ile yine ağustos ayında ölçülmüştür. Yaz döneminde baraj inşasından sonra sıcaklık değerleri artış gösterirken kış döneminde ise bazı aylarda (aralık, mart, eylül, ekim) sıcaklık artışı yaşanırken bazı aylarda (şubat, nisan mayıs, kasım) ise sıcaklık değerlerinde azalma görülmektedir (Şekil 15). 2013 yılına ait aylık ortalama minimum sıcaklık değerlerinin ortalaması  $1,8$  °C iken 2014-2018 yıllarında ortalama minimum sıcaklık değeri  $3,0$  °C olarak görülmektedir. Bu değerler, 2014 yılından sonra ortalama minimum sıcaklığın arttığını göstermektedir.

**Tablo 9:** Kelkit Meteoroloji İstasyonu verilerine göre (2013-2018) aylık ortalama minimum sıcaklık değerleri.

Yıl/Ay	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Ort.
2013	-7,9	-4	-1,8	3	7,3	8,7	8,2	11,1	7,1	1,3	-0,1	-11,3	1,8
2014-2018	-7,9	-5,6	-0,7	1,9	6,9	9,5	12,4	13,6	9,3	4,6	-1,9	-6,1	3,0

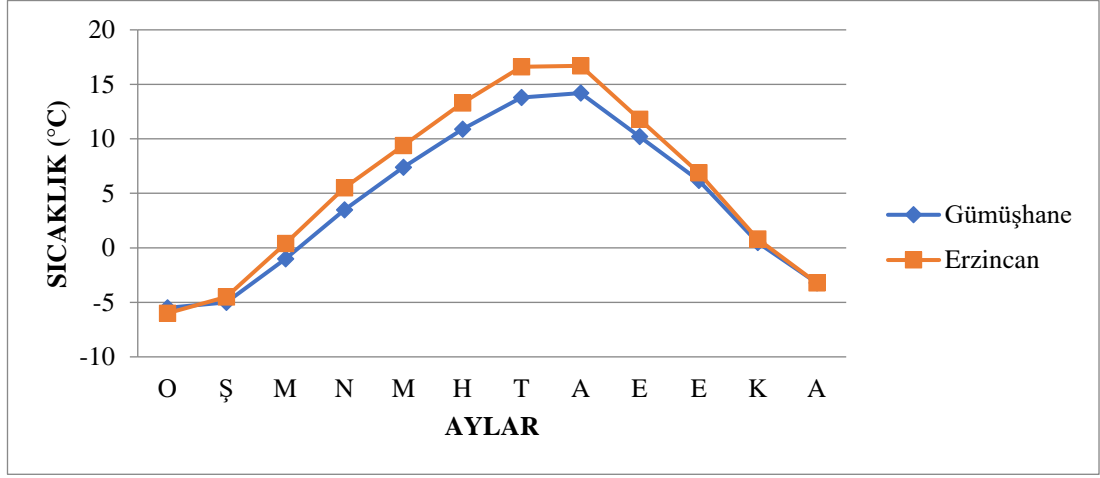


**Şekil 15:** Kelkit Meteoroloji İstasyonu verilerine göre (2013-2018) aylık ortalama minimum sıcaklık değerleri.

Ancak sadece 2013 yılına ait veriler baraj öncesi dönemi sağlıklı yansıtmayacağı için Gümüşhane ve Erzincan Meteoroloji İstasyonları'na ait aylık ortalama minimum sıcaklık değerleri kullanılmaktadır. Gümüşhane iline ait (1989-2019) aylık ortalama minimum sıcaklık değerinin en düşüğü  $-5,5$  °C ile ocak ayında ölçülürken en yüksek minimum sıcaklık  $14,2$  °C ile ağustos ayında ölçülmektedir. Erzincan ilinde ise  $-6$  °C en düşük minimum sıcaklığı ocak ayı oluştururken en yüksek minimum sıcaklık değerini  $16,7$  °C ile ağustos ayı temsil etmektedir (Şekil 16). Gümüşhane istasyonunda aylık ortalama minimum sıcaklık değerlerinin ortalaması  $4,3$  °C ölçülürken Erzincan ilinde ise  $5,6$  °C olduğu görülmektedir (Tablo 10).

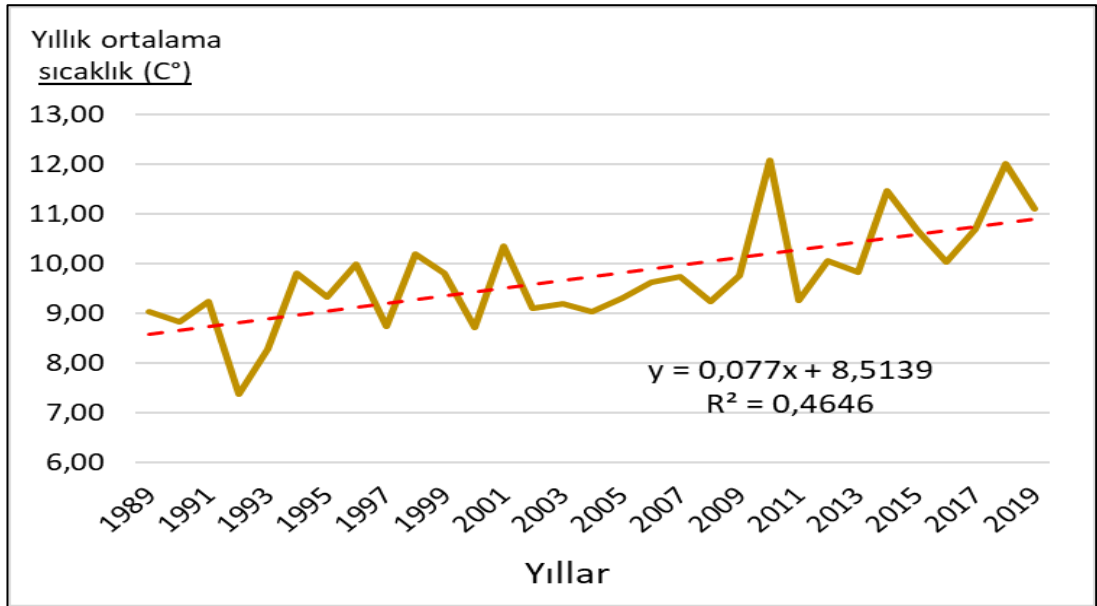
**Tablo 10:** Gümüşhane Ve Erzincan Meteoroloji İstasyonları (1989-2019) aylık ortalama minimum sıcaklık değerleri.

Aylar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Ort.
Gümüşhane	-5,5	-5	-1	3,5	7,4	10,9	13,8	14,2	10,2	6,2	0,5	-3,2	4,3
Erzincan	-6	-4,5	0,4	5,5	9,4	13,3	16,6	16,7	11,8	6,9	0,8	-3,2	5,6

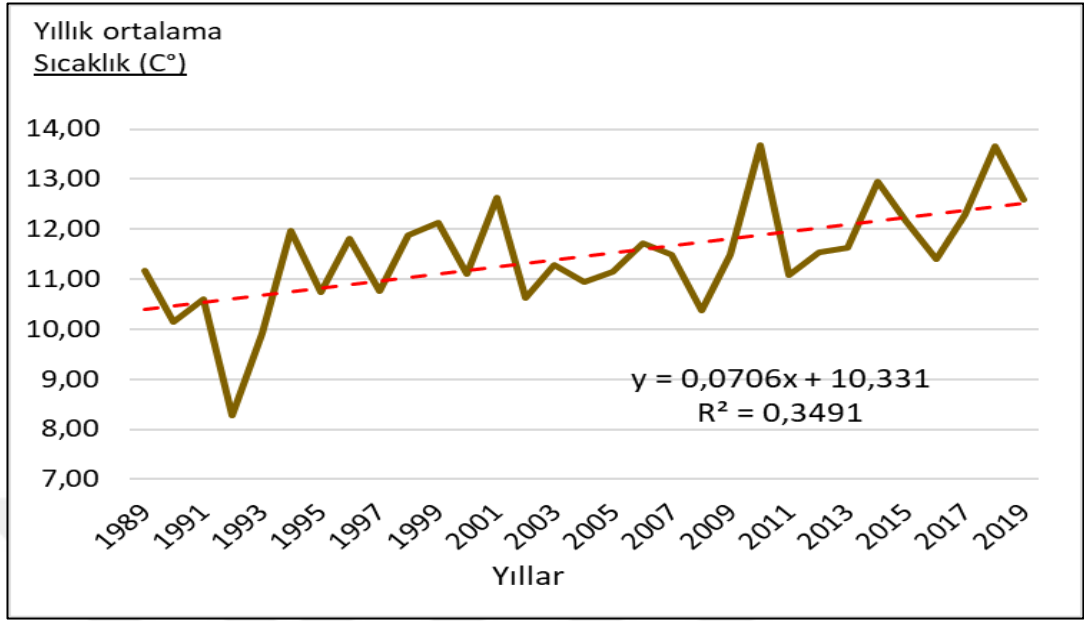


**Şekil 16:** Gümüşhane ve Erzincan Meteoroloji İstasyonları'na ait (1989-2019) aylık ortalama minimum sıcaklık değerleri.

Gümüşhane ve Erzincan meteoroloji istasyonlarının 1989-2019 yılları periyoduna ait günlük sıcaklık rasatlarından yıllık ortalama sıcaklıklar hesaplanarak yıllık ortalama sıcaklık değişim eğilimi grafiği çıkartılmıştır. Aynı analizle grafik dekleme ve R2 eşitliği de hesaplanmıştır (Şekil 17 ve Şekil 18). Her iki istasyona ait sıcaklık rasatlarının yıllara ait değişim grafik eşitliğinde de görüleceği üzere, ortalama sıcaklıklar belirgin bir artış eğilimi içersindedir. R2 değeri ise yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin, doğrusal regresyon değerlerine çok yakın olmadığına işaret etmektedir.



**Şekil 17:** Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu'na ait 1989-2019 yıllarına ait yıllık ortalama sıcaklık grafiği.

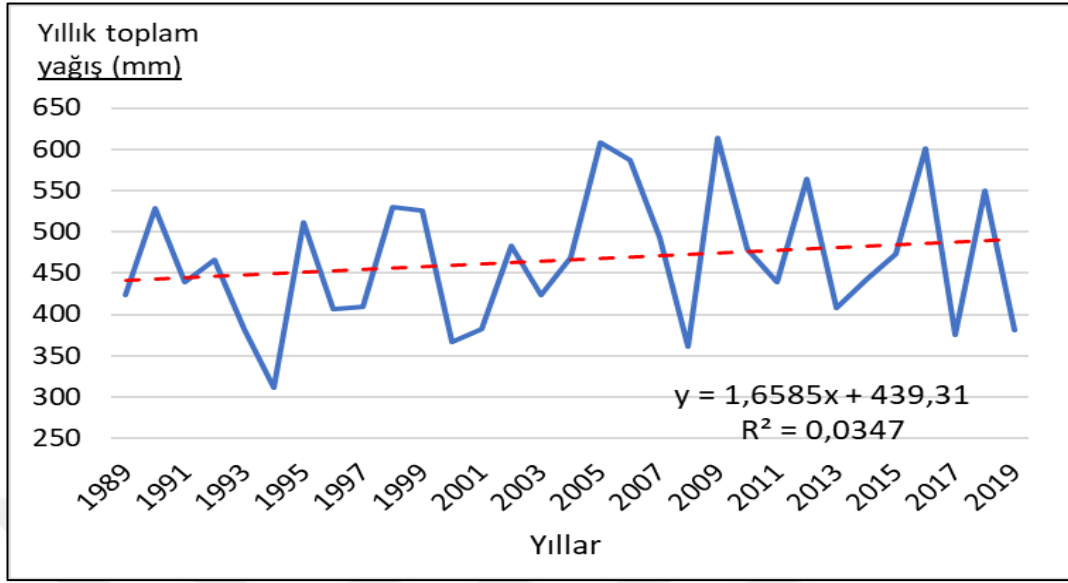


**Şekil 18:** Erzincan Meteoroloji İstasyonu'na ait 1989-2019 yıllarına ait yıllık ortalama sıcaklık grafiği.

#### 1.4.2. Yağış

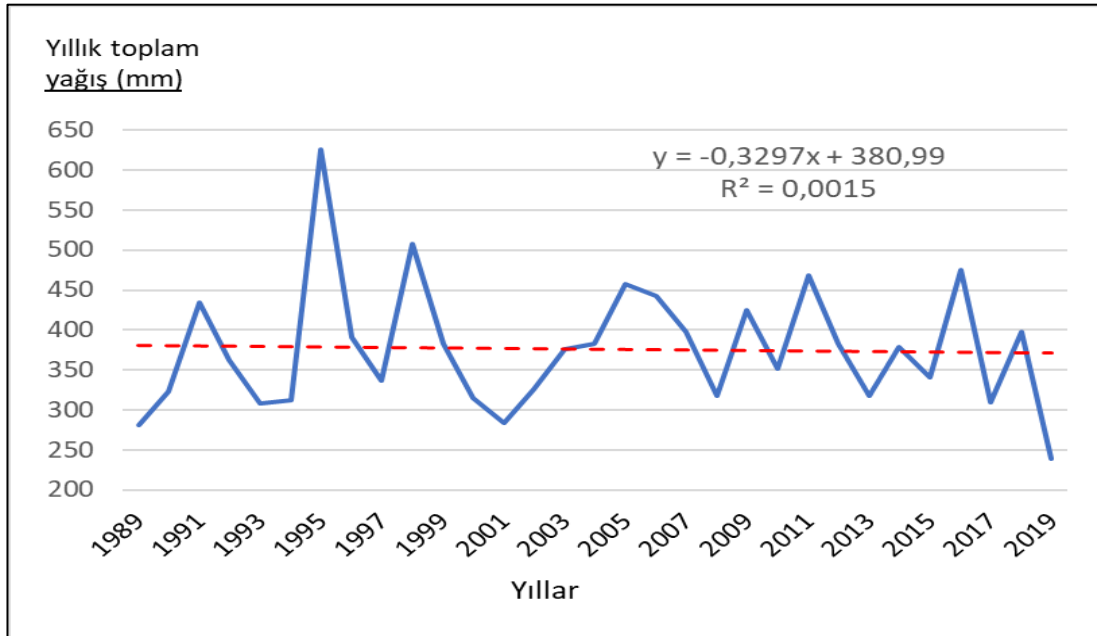
Dünyada yer alan büyük barajların yarısı, genellikle tarımda sulama ve su temini amacıyla inşa edilmiştir (The Report of the World Commissions on Dams, 2000). Barajlar, inşa edildikleri arazilere büyük su kütleleri kazandırır. Bu su yüzeylerinin, havzanın sahip olduğu nem oranını etkileyerek yağış miktarında değişimlere neden olacağı düşünülmektedir.

Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu'na ait (1989-2019) yağış değerlerine göre 1989 yılında toplam yağış miktarı 423,9 mm dir. Barajın inşası öncesi en yüksek yağış miktarı 608 mm ile 2005 yılında, baraj inşası sonrası 601 mm ile 2016 yılında ölçülmüştür. En düşük yağış değerleri baraj öncesi döneme ait 311 mm ile 1994 yılına ait bulunurken baraj sonrası en düşük toplam yağış değeri 2019 yılına ait olan 381 mm dir. Gümüşhane Meteoroloji istasyonuna ait verilere göre 1989-2019 dönemine ait ortalama yağış değeri 466 mm dir. Yıllık toplam yağışın zamana bağlı değişiminde az da olsa bir artış eğilimi görülmektedir. R2 değeri; yıllık toplam yağış değerlerinin lineer regresyon değerlerinden uzak olduğuna işaret etmektedir (Şekil 19).



**Şekil 19:** Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu 1989-2019 periyodu yıllık toplam yağış grafiği.

Erzincan Meteoroloji İstasyonu'na ait yıllık toplam yağış verilerinde baraj öncesi en yüksek toplam yağış değeri 626 mm ile 1995 yılına ait bulunurken, en düşük değer 281,6 mm ile 1989 yılına ait görülmektedir. Baraj sonrası dönemde ise en yüksek yağış miktarı 475,2 mm ile 2016 yılına, en düşük toplam yağış miktarı ise 238,4 mm ile 2019 yılına aittir. Regresyon dekleminde; yıllık toplam yağış değerlerindeki değişimin ise azalma trendi içinde olduğu anlaşılmaktadır. (Şekil 20).

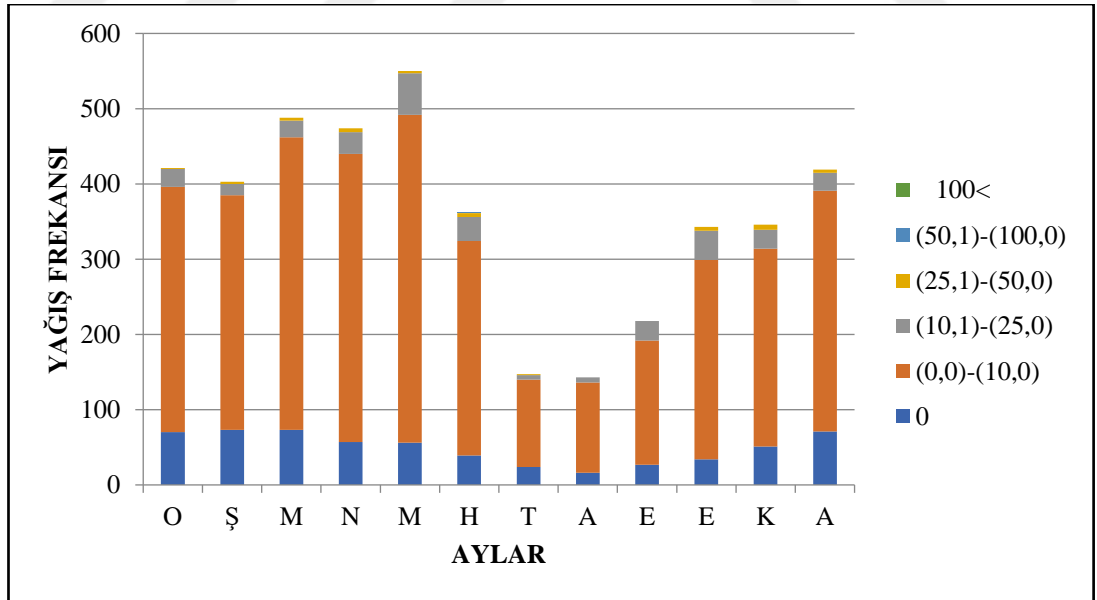


**Şekil 20:** Erzincan Meteoroloji İstasyonu 1989-2019 periyodu yıllık toplam yağış grafiği.

Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu 1989-2019 yıllarına ait yağış frekansı değerlerine göre en çok görülen yağış değerleri 0-10 mm arası olup, en fazla 436 frekans ile mayıs ayında bulunur. Daha sonra 0 mm ve 10,1-25,0 mm aralığı yağış frekansının yüksek olduğu değerler olarak belirlenmiştir. En az tekrarlanan ve görülen yağış değerleri 50,1-100,0 mm ve 25,1-50,0 mm aralığıdır. 100,0 mm üzeri yağış görülmemektedir. % 78 ile yüzdelik oranı ve yıllık frekans değeri en yüksek olan yağış aralığı 0,0-10,0 mm dir (Tablo 11) (Şekil 21).

**Tablo 11:** Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu 1989-2019 yıllarına ait yağış frekansı

Yağış Aralığı(mm)	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık	Yüzd.
0,0	70	73	73	57	56	39	24	16	27	34	51	71	591	13,64%
(0,1)-(10,0)	326	312	389	383	436	285	116	120	165	265	263	320	3380	78,0%
(10,1)-(25,0)	24	15	22	29	55	32	6	7	26	39	25	24	304	7,43%
(25,1)-(50,0)	1	3	4	5	3	5	1	0	0	5	7	4	38	0,88%
(50,1)-(100,0)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0,02%
100<	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%



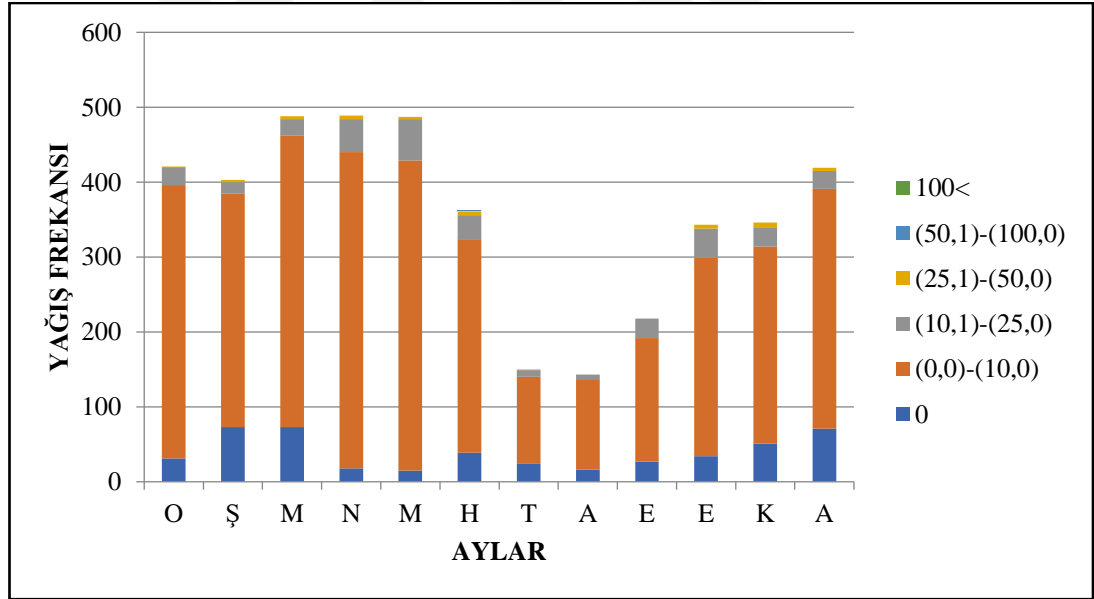
**Şekil 21:** Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu 1989-2019 yılları arası yağış frekansı.

Erzincan Meteoroloji İstasyonu'na ait yağış frekansı değerleri incelendiğinde görülmektedir ki en yüksek frekans değeri 0-10 mm aralığı olmakla beraber, nisan ayı yağışların en çok tekrarlandığı aydır. %80,5 oranına sahip olan yağış aralığının 1989-

2019 yılları arası yıllık frekansı 3436 dır. Erzincan Meteoroloji İstasyonu'na ait verilere göre, 100 mm ve üstü yağış değerini kapsayan frekans bulunmamaktadır. En düşük yağış aralığı 50,1-100,0 mm arasındır (Tablo 12) (Şekil 22).

**Tablo 12:** Erzincan Meteoroloji İstasyonu 1989-2019 yıllarına ait yağış frekansı tablosu.

Yağış Aralığı(mm)	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık	Yüzd.
0,0	31	73	73	18	15	39	24	16	27	34	51	71	472	11,1%
(0,1)-(10,0)	365	312	389	422	414	285	116	120	165	265	263	320	3436	80,5%
(10,1)-(25,0)	24	15	22	44	55	32	9	7	26	39	25	24	322	7,5%
(25,1)-(50,0)	1	3	4	5	3	5	1	0	0	5	7	4	38	0,9%
(50,1)-(100,0)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0,0%
100<	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%



**Şekil 22:** Erzincan Meteoroloji İstasyonu 1989-2019 yılları arası yağış frekansı grafiği.

## 1.5. Toprak Ve Bitki Örtüsü Özellikleri

Yeterli neme sahip olmayan bölgelerde, yağış eksikliği sebebiyle tuz ve kireç gibi malzemeler toprağın üst katmanında birikmektedir. Yağış rejimi ve yağış miktarına göre yarı kurak, kurak iklim sahalarında yıkanmaya bağlı olarak oluşan farklar sonucunda kuralık derecesi farkları oluşur (Erinç, 2000). Karasal iklimin etkisi altında

bulunan çalışma sahasında, karasallık toprak özelliklerinin oluşmasında ve şekillenmesinde de belirleyici faktörlerden olmuştur. Kuraklık değerlerinin artmasıyla beraber yıkanma zonu olarak bulunan A horizonu dış kuvvetlerinde etkisi ile erozyona uğrayarak kirecin ve tuzun biriktiği B horizonu yüzeye yaklaşmaktadır.

Sadak deresine ait bulunan taşkın yatağı, 12 m kalınlığında kum, çakıl, kil ve siltten oluşan alüvyona sahiptir. Sadak Barajı bent yeri ile göl sahasında alüvyon malzemenin üzerinde 4 m kalınlıkta siltli-killi toprak örtüsü bulunmakla beraber yamaçta ve yamaç eteklerinde ana kayanın parçalanması sonucunda oluşan, tane boyutu (0,50-10,00) aralığında değişiklik gösteren kumlu, siltli, çakıllı ve killi yamaç molozları yer almaktadır. Baraj bent yerinin büyük bir kısmında kıltaşı, kumtaşı araldanmalı, Jura-Lias flişleri mostra vermektedir (DSİ, 1990-1994).

Sadak barajının inşası ile birlikte kurulumu devam eden su kanalları sayesinde, bölgede etkin olan kuraklığın etkisini azaltarak sulama imkânlarının iyileştirilmesi ve topraktaki verimliliğin artırılması hedeflenmektedir. Su potansiyelinin artması ile Kelkit çayı havzasında tarımsal verimlilik artırılarak üretimde sürdürülebilirliğin sağlanması amaçlanmıştır.

Bitkilerin yetiştirme şartlarını oluşturan en önemli faktör iklim koşullarıdır. Herhangi bir arazinin bitki örtüsü, iklim koşulları ile etkileşimi neticesinde şekillenir (Aydınöz & Çoban, 2015). Yeterli yağış miktarının olmadığı alanlarda geniş yapraklı orman formasyonu pek yaygın değildir. Böyle sahalarda ağaç formasyonunun aksine su isteği fazla olmayan, sıcaklık ve kuraklığa dayanıklı ot formasyonları daha yaygın bulunmaktadır. Bitki formasyonunun çeşitliliğini belirleyen tek ölçüt yağış ya da buharlaşma değildir. Özellikle kurak, yarı kurak bölgelerde bitkilerin kök, gövde ve yaprakları kuraklığa bağlı olarak şekillenmiştir. Bu tür bitkilerin boyları kısa olmakla beraber derin kök sistemleri bulunmaktadır (Pekcan, 2015).

Anadolu Diagonali İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgeleri arasında geçiş alanlarına denk geldiğini 1971 yılında Davis ortaya atmış, sahalarda türlerin dağılışında kesinti olmakla beraber Gümüşhane-Bayburt yörelerinden başlayarak Orta Toroslara uzanan hatta Anadolu Diagonali demmiştir (Avcı, 1993). Anadolu Diagonali' nin başladığı Gümüşhane şehrinde bulunan Sadak Barajı Havzası, İran-Turan flora bölgesinde yer

almaktadır. Genellikle antropojen bozkır formasyonunun yaygın olduğu arazide, ot formasyonu ile beraber ağaç formasyonuna ait bitki çeşitleri de yükseltiye bağlı olarak bulunmaktadır. Yükseltinin artması ile birlikte, bitki örtüsü olarak karşımıza ot formasyonuna ait bitki çeşitleri çıkmaktadır (Foto 2).

Anadolu'nun kuzeyinde ve güneyinde yer alan dağlık alanlar ve batıdan doğuya doğru gidildikçe artan yükselti farkı, çeşitli bitki türlerinin barınmasına ve yükseltiye bağlı farklı bitki kuşaklarının oluşmasına sebep olmuştur (Avcı, 2005). Karadeniz Bölgesi'nde dağların güney yamaçlarında kuru ormanlar yoğunluk kazanır. Karasal iklimin yağış ve sıcaklık parametrelerine bağlı olarak dağların alçak kesimlerinde meşe ve ardıç topluluklarına rastlanır (Günel, 2013).



**Foto 2:** Sadak Barajı Havzası'nda yükseltiye göre değişen bitki örtüsü

Sadak Barajı'nın bulunduğu Yukarı Kelkit Çayı Havzası'nda farklı türde bitkiler bulunmaktadır. Bu çeşitliliğinin oluşumunda, karasal iklimin karakteristik özellikleri ve havzaya hâkim olan topografya şartları etkin rol oynamaktadır.

Havzada yükselti değerlerinin az olduğu akarsu çevresinde; söğüt ağacı (*Salix*), kavak ağacı (*Populus*) gibi ağaç formasyonu daha yaygın bulunurken, su kaynaklarının azaldığı ve yükseltinin arttığı arazilerde; geven (*Astragalus*), sığırkuyruğu (*Verbascum*) gibi bozkır, ot formasyonu yer almaktadır. İklim elemanlarından olan sıcaklık bitki türlerinin dağılımını etkilemektedir. Özellikle dağların yüksek kesimlerine çıkıldıkça sıcaklığın azalmasına bağlı olarak önce orman örtüsünün sonra ise dağınık halde bulunan ağaçların ortadan kalkmasına neden olur (Avcı, 2014) (Foto 3).

Yine havza içerisinde ardıç (*Juniperus*), alıç (*Crataegus*), ahlat (*Pyrus elaeagnifolia*), kuşburnu (*Rosa canina*), kindıra otu (*İmperata cylindrica*), palamut meşesi (*Quercus ithaburensis*) ve yabani elma (*Malus slyvestris*) türlerine rastlanılmaktadır (Tablo 13) (Foto 3).



**Foto 3:** Sadak Barajı Havzası'nda bitki çeşitliliği.

**Tablo 13:** Sadak Barajı Havzası'nda bulunan bitki çeşitleri.

<b>Ahlat</b>	<i>Pyrus elaeagnifolia</i>	<b>Kindıra Otu</b>	<i>Imperata cylindrica</i>
<b>Alıç</b>	<i>Crataegus</i>	<b>Kuşburnu</b>	<i>Rosa canina</i>
<b>Ardıç</b>	<i>Juniperus</i>	<b>Palamut Meşesi</b>	<i>Quercus ithaburensis</i>
<b>Böğürtlen</b>	<i>Rubus caesius</i>	<b>Siğır Kuyruğu</b>	<i>Verbascum</i>
<b>Geven</b>	<i>Astragalus</i>	<b>Söğüt Ağacı</b>	<i>Salix</i>
<b>Kavak Ağacı</b>	<i>Populus</i>	<b>Yabani Elma</b>	<i>Malus slyvestris</i>

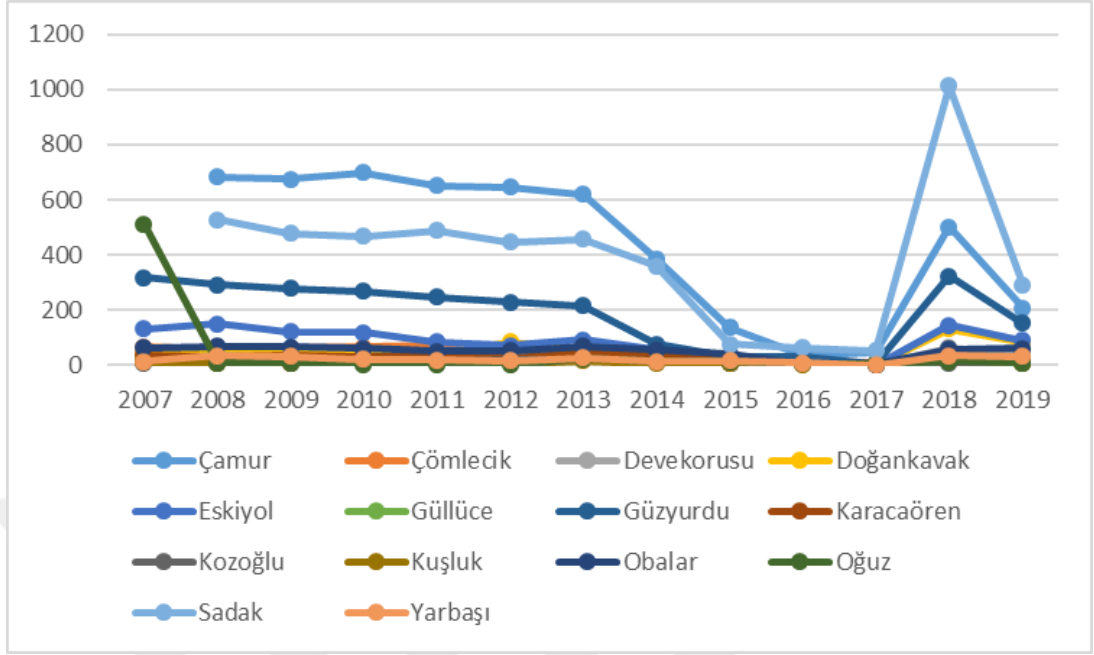
## 2. SADAK BARAJI HAVZASININ BEŞERİ COĞRAFYA ÖZELLİKLERİ

### 2.1. Nüfus ve Yerleşim

Nüfus, toplumun sahip olduğu mevcut niceliği göstermesinin yanı sıra o topluma ait sosyal, kültürel ve ekonomik olaylarında açıklanması konusunda büyük rol oynar (Gül & Kılıç, 2010). Küresel ısınma nedeniyle kuraklığın etkisinin arttığı son yıllarda insanlar tarımda su kaynaklarının yetersiz olduğu arazilerden gelişmiş şehirlere göç ederek sahip oldukları ekonomik faaliyetleri de değiştirmişlerdir. Sadak Barajı Havzası'nda bulunan köylerin çoğunda da bu problem yaşanmış ve sorunun çözümü için kurak sahalara su ulaştırmak amacıyla barajlar inşa edilerek sulama kanallarının yapılması kararı alınmıştır. Sadak Barajı'nın yapılması ve sulama kanallarının tamamlanması ile hedeflenen geçmişte büyük şehirlere yapılan göçün tersine gerçekleştirilmesidir. Havzada bulunan köylerin 2007-2019 yılları arasında sahip oldukları nüfus değerlerine bakıldığında 2017 yılına kadar yer yer az miktarda nüfus artışları olmakla beraber genel çerçevede nüfus miktarları tüm köyler için azalma eğilimindedir (Tablo 14).

**Tablo 14:** Sadak Barajı Havzası sınırları içinde bulunan köylere ait nüfus verileri (TUİK, 2020).

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Çamur		682	675	698	652	646	621	386	137	36	47	503	207
Çömlecik	67	58	61	66	72	58	57	25	11	13	8	43	40
Devekorusu	29	63	37	49	35	50	49	32	5	13	1	65	44
Doğankavak	40	41	39	42	39	86	58	50	9	5	2	133	86
Eskiyol	133	150	121	119	85	73	92	56	10	14	1	145	89
Güllüce	20	38	26	17	21	24	25	15	14	5	3	17	19
Güzyurdu	318	292	280	269	248	229	215	76	30	30	5	323	152
Karacaören	37	32	35	33	31	24	45	35	14	6	3	31	22
Kozoğlu	7	10	7	7	14	21	21	14	10	7	1	10	9
Kuşluk	12	9	7	12	10	7	17	7	6	4	4	20	10
Obalar	63	69	67	62	52	53	68	56	41	6	4	58	60
Oğuz		10	10	4	2	2	25	14	14	6	5	14	8
Sadak	512	529	479	469	490	446	457	361	78	63	54	1013	292
Yarbaşı	15	36	33	23	19	17	28	13	17	10	2	34	33



**Şekil 23:** Sadak Barajı Havzası içinde bulunan köylerin nüfusu

2014 yılından itibaren 2015 yılına kadar nüfus miktarında azalma gerçekleşmiş ve 2015-2017 yıllarında minimum düzeye inen nüfus miktarı, 2017 yılı itibari ile yeniden artış göstermiştir (Şekil 21). TÜİK (2020) verilerine göre araştırma sahası içinde kalan köylerin 2013-2018 yılları arasındaki nüfus miktarında görülen belirgin düzensizlik çok dikkat çekici olup (Şekil 23), bu düzensizliğin baraj yapımı ile ilişkisi olup olmadığı araştırılmıştır. Yapılan araştırmada, bu düzensizliğe ait coğrafi parametreler itibarıyla makul ve mantıklı bir yanıt bulunamamıştır.

İç göçler genel itibari ile ekonomik ve sosyal imkânlarının dağılımının mekânsal farklılık gösterdiği, bölgeler arasında gelişim farklılığının yaşandığı alanlarda gerçekleşmektedir. Özellikle kırsal sahalarda gerçekleştirilen tarım faaliyetlerinde hızlı bir makineleşmenin yaşanması önceden sahada bulunan nüfusun yer değişikliği yapmasına sebebiyet vermiştir (Başel, 2007). Nüfusun yer değiştirmesinin başlıca nedenleri; ekonomik, sosyal, doğal faktörlerde meydana gelen farklılıklar veyahut yetersizliklerdir. Gümüşhane ilinde ve yakın çevresinde tarım ve hayvancılığın ana ekonomik faaliyetleri oluşturması sebebiyle bu faaliyetlerde çalışan yerli halkın yaptığı yer değişikliği bölgedeki nüfusun niceliğini olumsuz etkilemiştir. Özellikle küresel ısınma nedeniyle kuraklığın etkisinin arttığı son yıllarda insanlar tarımda su

kaynaklarının yetersiz olduğu arazilerden gelişmiş şehirlere göç ederek sahip oldukları ekonomik faaliyetleri de değiştirmişlerdir.

Yukarı Kelkit Çayı Havzası'nda yerleşim birimleri toplu olarak inşa edilmiş ve köyler oluşturulmuştur. Su kaynaklarının çok fazla olmaması nedeni ile toplu yerleşim dokusu hâkim olan havzada yerleşim yeri olarak düz alanlar ve dağ etekleri tercih edilmiştir. Geçmişte yerleşim alanlarında yapı malzemesi olarak arazide bulunan kayaçlar ile taş evler inşa edilirken günümüzde taş evlerin tahrip olması ve daha pratik olması nedeniyle betonarme yapıların kullanımı tercih edilmiştir (Foto 4).



**Foto 4:** Sadak Barajı Havzası'nda yer alan Doğankavak köyü.

## **2.2. Ekonomik Faaliyetler**

Gümüşhane ilinin ekonomik yapısı tarım, hayvancılık ve turizm üzerine gelişmiş olup ilde bulunan su kaynağı çeşitleri tarımsal üretim ve su ürünleri üretimine katkı sağlamaktadır. Gümüşhane ili, doğal özellikleri ve coğrafi konumu ile tarımsal ürün yetiştirmek için büyük potansiyel barındırmaktadır (Merdan, 2020).

Kelkit ilçesinin ekonomik hayatı tarımsal üretime bağlıdır. Kelkit ovası ve havzası tarihi dönemler süresince önemli bir tahıl ambarı olarak bilinmektedir (Kelkit

Belediyesi, 2021). Kelkit ilçesinde hayvancılık faaliyetleri olarak büyükbaş hayvancılık, küçükbaş hayvancılık, kümes hayvancılığı, arıcılık ve su ürünleri yetiştiriciliği yapılmaktadır. Tarım faaliyetleri ekstansif yöntemlerle, geleneksel metotlar uygulanarak yapılırken, hayvancılık faaliyetlerinde ise çayır-mera yöntemi kullanılmaktadır. Ayrıca havzada bulunan Sadak (Satala) Antik kentinin kalıntıları ile tarihi turizm faaliyetlerinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

### **2.2.1. Tarım**

Günümüzde dünya nüfusunun büyük bir hızla artması ile ihtiyaçlar da artmıştır. Tarımsal ürünlerin temel besin maddeleri olmaları dolayısıyla artan nüfusun temel besinlerini karşılamak için üretim miktarını ve çeşitliliği arttırmanın gerekli olduğu düşünülmüştür. Üretimi arttırmak, sulama imkânlarının geliştirilmesi ve tarımsal arazilerin sel ve taşkınlardan korunması ile mümkün olur. Son yıllarda bu amaçlar ile yapılan baraj projelerinde artış yaşanmaktadır. Geliştirilen projelerin ekonomik açıdan gelişimi hızlandırmasının yanı sıra yörede farklı istihdam alanları oluşturarak yaşam standartlarının da yükseltilmesini sağlar. Diğer taraftan ise barajlar yörede bazı fiziki ve beşeri sorunların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Sönmez, 2012).

Kelkit ilçesi ve Sadak Barajı Havzası'nda, gerçekleştirilen tarım faaliyetlerinde üretim miktarının ve ürün çeşitliliğinin arttırılması amacıyla barajlar ve sulama kanalları inşa edilmiştir. Yöre halkının temel uğraşı tarım olup çeşitli ürünlerin ziraatı yapılmaktadır. Yem bitkileri, pancar, hububat, patates, ayçiçeği ve fasulye başlıca yetiştirilen ürünleri oluşturmaktadır (DSİ, 1990-1994). Kelkit vadisinde genellikle hububat ürünleri olan; buğday, arpa, kuru fasulye, patates, şeker pancarı gibi ürünlerle birlikte mısır, yonca, korunga, fiğ, kuru soğan, yaş sebze, meyve üretimi yaygın olarak tercih edilmektedir (Anonim, 2020). Su isteği az olan buğdayın üretiminin arazide çokça tercih edilmesi tesadüf değildir. Havzada sulama imkânlarının arttırılması neticesinde suyu seven bitkilerin de arazide yetiştirilerek üretim miktarının arttırılması baraj yapımının temel sebepleri arasında bulunmaktadır.

Kelkit Ovası'nda tarımsal üretimde sürekliliği ve yüksek verimi sağlamak için organik tarım metodu kullanılarak özel kuruluşlar ve üniversiteler aracılığı ile bazı projeler hazırlanmaktadır. Organik tarım, kimyasal gübre ve tarım ilaçları kullanımı

yapılmaksızın doğayı ve insanı koruyabilen üretim biçimidir (Yürür, vd. 2010). Organik tarım; insanın, çevrenin ve toprağın sağlığının sürdürülebildiği üretim sistemi olup çevreye fayda sağlamak, iyi bir yaşam kalitesini yaygınlaştırmak amacıyla geleneği, buluşları ve bilimi bir araya getirmektedir (IFOAM General Assembly, 2008). Organik tarım, doğada var olan dengeyi koruyarak verimliliği artırarak canlılarda sürdürülebilirliği mümkün kılan sistemdir (Bayram, vd. 2007). Gümüşhane'nin Kelkit ilçesinde, organik süt sığırcılığı, organik bal ve kümes hayvanları ile organik tarım üretimi yapmak için Türkiye'nin ilk, Avrupa'nın ise en büyük özel işletmesi bulunmaktadır (Demiryürek & Güzel, 2006).

### **2.2.2. Hayvancılık**

Sadak Barajı Havzası'nda ve çevresinde en çok tercih edilen ve yaygın olan hayvancılık faaliyetleri başta büyükbaş hayvancılığı olmak üzere küçükbaş hayvancılık, kümes hayvancılığı ve son yıllarda artan arıcılıktır. Özellikle komşu arazilerde büyük su kütlelerinin oluşturulmasıyla balıkçılık faaliyetinin yapılmaya başlanması Sadak Baraj Gölü'nde de balık üretiminin yapılabileceğini düşündürmüştür. Gümüşhane ilinde konumlanan akarsular, yüksek akım miktarlarına sahip olmamalarına rağmen alabalık üretimi için uygun kimyasal ve fiziksel özellikleri barındırabilmektedir (Aydın, 2014). Sadak Barajı'nın inşası ve su tutulmaya başlanması ile Gümüşhane ilinde bulunan diğer barajlar gibi (Köse, Kürtün) kültür balıkçılığının yapılması ve ağ kafeslerinin inşası ile alabalık tesislerinin kurulması baraj çevresinde yer alan ekonomik faaliyetlerin gelişmesine olanak sağlayacağı düşünülmektedir. Su ürünleri sektöründe ekonomik olarak gelir elde etmek ve üretimde verimliliği arttırmak için gereken altyapı hizmetleri, göllerin sahip oldukları özelliklerin belirlenmesi gerekir (Aydın , 2014).

### **2.2.3 Turizm**

Gümüşhane şehir merkezinden 88 km, Kelkit merkezinden ise 28 km uzaklıkta bulunan Satala antik kenti, Sadak köy ayrımından ise 8 km uzaklıkta bulunmaktadır. Hitit, Roma, Bizans ve Asur gibi önemli uygarlıklara ev sahipliği yapmış olan Satala antik kenti, Sadak köyü sınırları içerisinde yer alır. Anadolu'nun ve Kapadokya'nın

Karadeniz Bölgesi'ne açılan kapısı olarak bilinen Satala antik geçmiş dönemlerde kenti stratejik öneme sahiptir. Antik kentte Erken Bronz Çağı'na kadar yerleşim yapıldığı, döneme ait bulunan ayak izleri ile belirlenmiştir. 3.dereceden sit alanı olarak belirlenen Satala antik kenti döneme ait kültürel, mimari, ekonomik ve sosyal özelliklerini günümüze taşımaktadır (Gümüşhane Üniversitesi Turizm Fakültesi, 2020).

Satala, Pers ordularının akınlarına karşı Roma'nın savunmasında askeri üs olarak kullanılmış ve imparatorların karargâhları olmuştur. Kentte şimdiye kadar kilise olarak düşünülen yapı, sarnıç, hamam ve kale tespit edilmiştir (Arkeolojik Haber, 2019). Satala antik kentinde bulunan kale surları, su kemerleri, bronz kadın büstü, tarihi mezarlığı ve hamamı ile Satala yerleşimi Roma döneminden kalan 3.derece arkeolojik sit alanıdır. Sadak köyünün 1 km güneydoğusunda, Sadak deresine yakın mevkide doğu-batı yönünde konumlanan ve yapım tarihi kesin olarak bilinmeyen su kemerlerinin kentin kurulduğu Roma devrinin son yıllarında inşa edilmiş olabileceği düşünülmektedir (Çiğdem, 2008; Dikmen & Toruk, 2015) (Foto 5). Satala antik kentinin kalıntıları, tarihi ve coğrafi anlamda zenginlik taşımaktadır. Sadak barajı göleti ve Satala antik kenti kalıntılarının havzada yer alan turizm faaliyetlerine olumlu katkı sağlayacağı düşünülmektedir.



**Foto 5:** Sadak Havzası'nda bulunan Satala Antik Kenti'ne ait su kemerleri.

## ÜÇÜNCÜBÖLÜM

### 3. BARAJIN SADAK BARAJ HAVZASINA ETKİLERİNE AİT MEKÂNSAL ANALİZLER

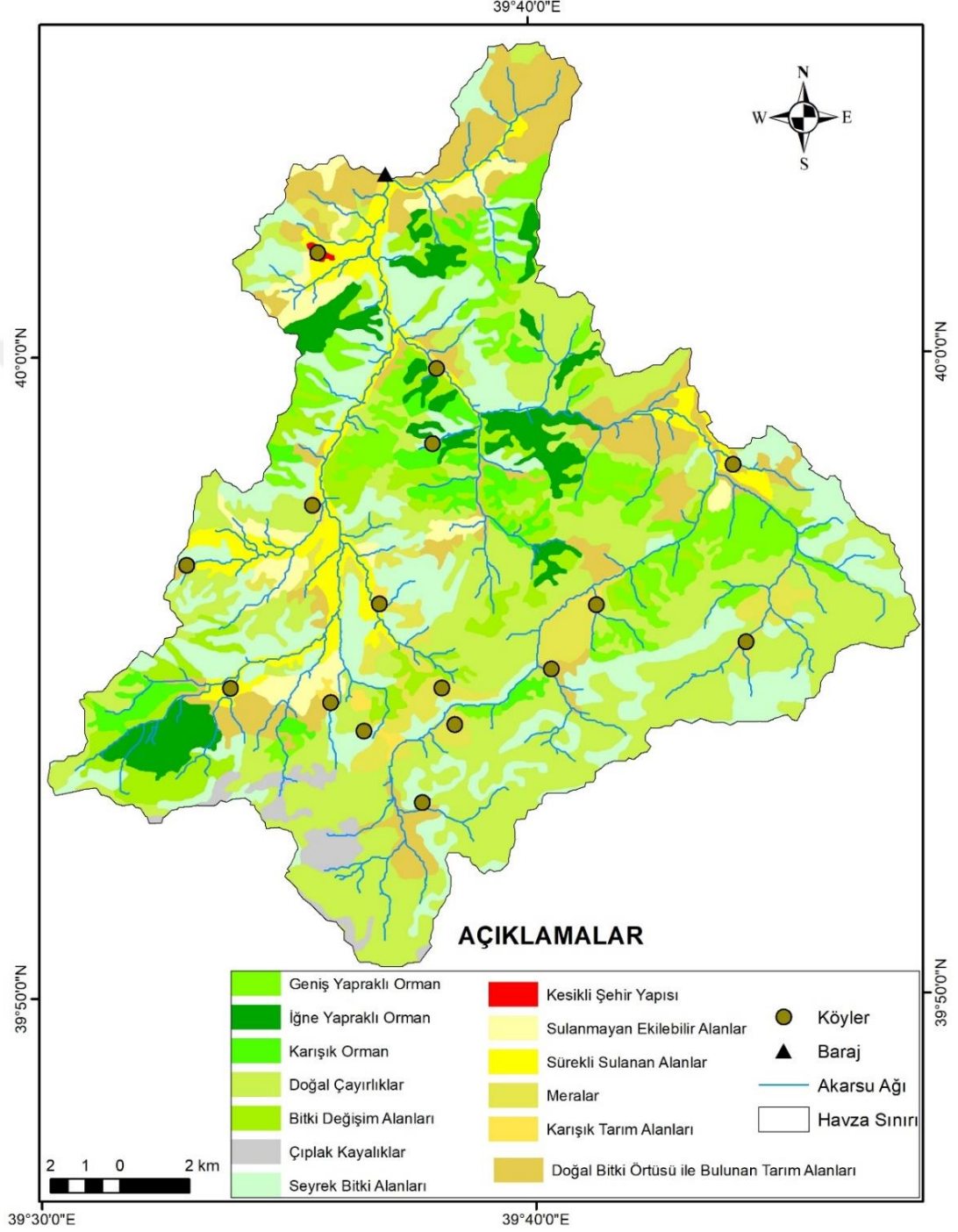
#### 3.1. Sadak Barajı Havzası 2012-2018 Yılları Arası Arazi Kullanımı

Bitki örtüsü değişimini gözleminin en uygun yolunu uzaktan algılama, coğrafya analizleri yapmak için ise coğrafi bilgi sistemi araçları bunu sağlamaktadır (Alam & Jamil, 2009). Coğrafi bilgi sistemleri mekânsal verilerin depolanması, analiz edilmesi ve görselleştirilmesi açısından matematiksel modellerden daha kullanışlı olabilmektedir (Ratnapriya & De Silva, 2009; Turoğlu, 2020). Sadak Barajı'nın yapımı sonrasında mekânda gerçekleştirdiği etkileşimin belirlenmesi amacıyla 2012 ve 2018 yılları arazi örtüsü sınıfları tablo 4 te açıklanan akış ve işlem prosedürü uygulanarak üretilmiştir.

Arazi kullanım haritaları için değerlendirmeler yapılırken ekonomik, sosyal ve çevresel etmenlerin ele alınması gerekmektedir (FAO, 1989; Cinemre & Dengiz, 2010; Yüksel & Dengiz, 2001; Aydın & Dengiz, 2020). Sadak barajı havzasının arazi kullanım haritaları üretilirken, bu çerçevede havzanın kırsallık düzeyi dikkate alınarak arazi örtü sınıfları belirlenmiştir. Haritaların üretiminde uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri teknolojileri ile Corine sistemi kullanılmıştır.

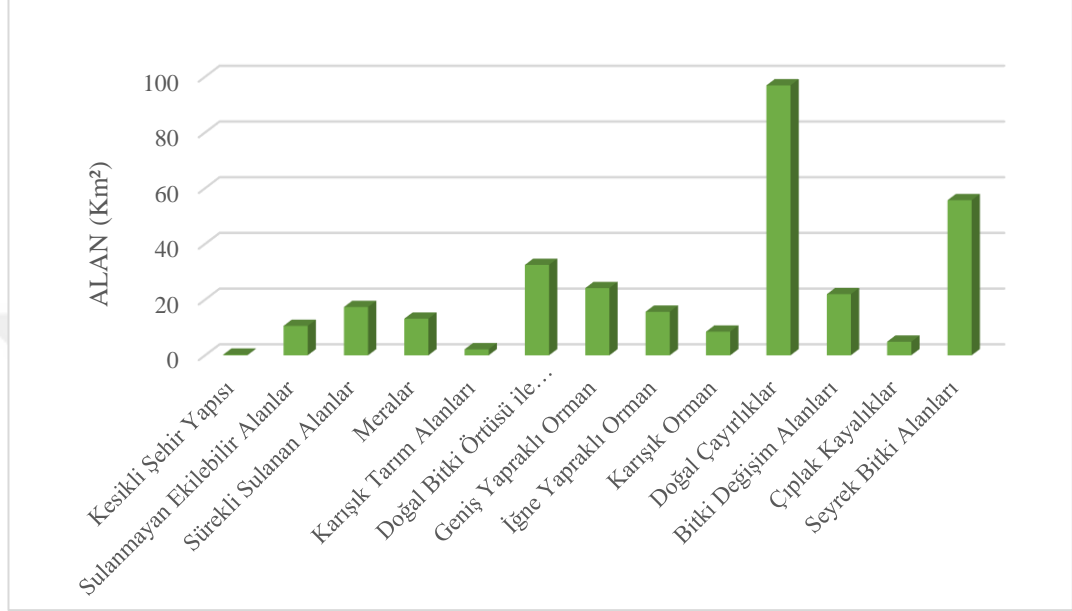
2012 yılı Corine arazi örtüsü sınıflandırması haritasına göre havzada en yaygın olan arazi örtüsü; doğal bitki örtüsü bulunan alanlar, doğal çayırliklar, seyrek bitki alanları ve sürekli sulanan alanlardır (CORINE, 2021). Özellikle akarsuyun ana yatağı çevresinde sürekli sulanan alanlar bulunmaktadır. Havzanın en kuzeyinde doğal bitki örtüsü ile bulunan tarım arazileri ve karışık tarım arazileri geniş yer kaplamaktadır. Sadak barajının şuan bulunduğu sahada yine sürekli sulanan tarım alanları yer almaktadır (Şekil 24).

Havzada ağaç formasyonu olarak geniş yapraklı ormanlar 24,14 km<sup>2</sup> alan kaplarken iğne yapraklı ağaçlar 15,63 km<sup>2</sup> , karışık ormanlar ise 8,47 km<sup>2</sup> alan kaplamaktadır .



Şekil 24: 2012 yılı Sadak Barajı Havzası arazi örtüsü haritası (CORINE, 2021).

Ayrıca tarım alanları; sulanmayan, sürekli sulanan, karışık tarım alanları ve doğal bitki örtüsü ile bulunan tarım alanları olarak sınıflara ayrılırken en fazla alanı 32,47 km<sup>2</sup> ile doğal bitki örtüsü ile bulunan tarım alanları kaplamaktadır (Şekil 25).



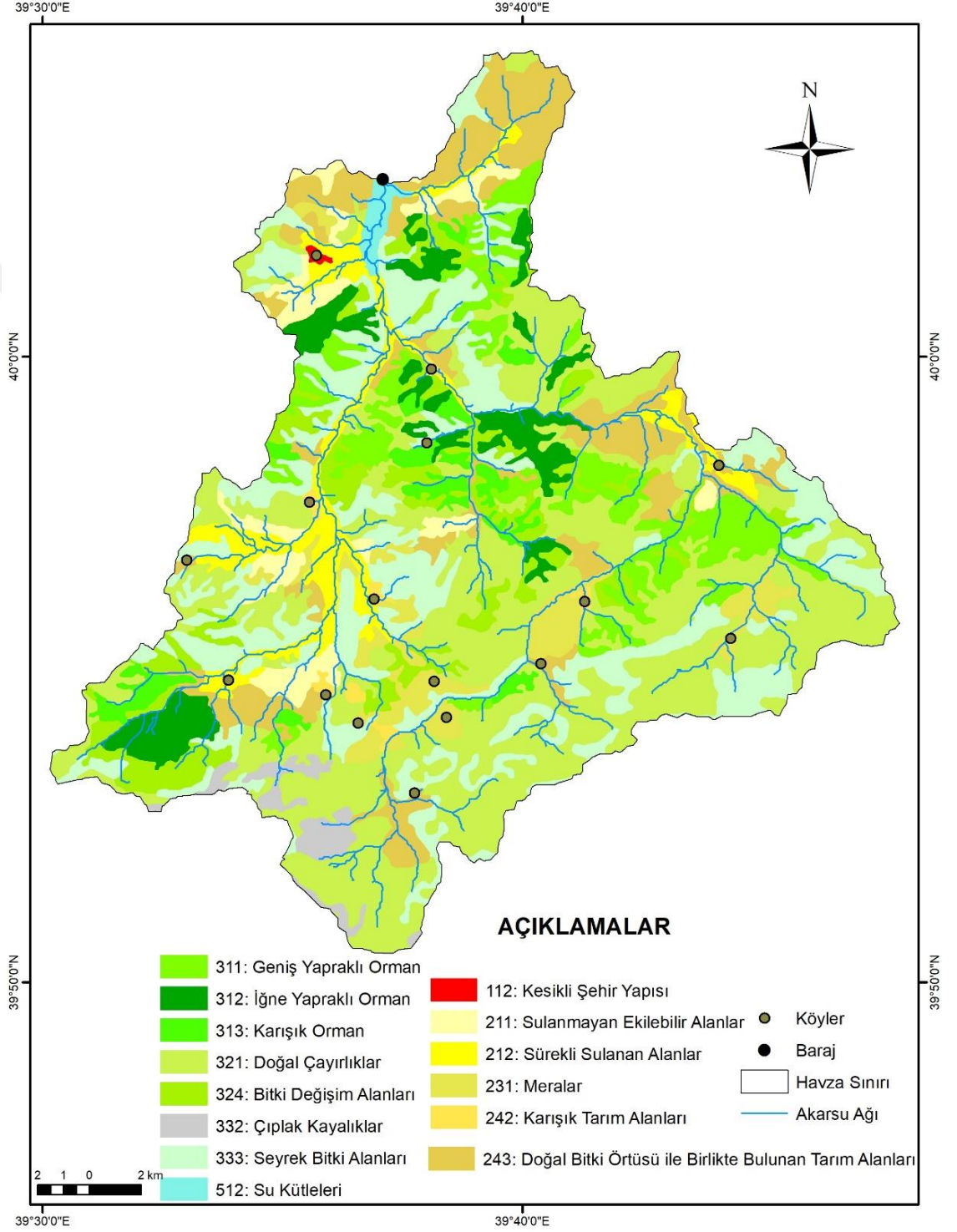
**Şekil 25:** 2012 yılı Sadak Barajı Havzası arazi örtüsü haritası alan dağılımı

Havzada en az alan %0,08 ile kesikli şehir yapısı, %0,71 ile karışık tarım alanları ve %1,61 ile çıplak kayalara aittir. 2012 yılında doğal çayırliklar %31,93 ile Sadak Barajı Havzası'nda en çok alana sahip olan arazi örtüsüdür (Tablo 15).

Arazi Örtüsü Sınıfları	Alan (Km <sup>2</sup> )	Yüzde (%)
Kesikli Şehir Yapısı	0,25	0,08
Sulanmayan Ekilebilir Alanlar	10,56	3,48
Sürekli Sulanan Alanlar	17,33	5,71
Meralar	13,13	4,33
Karışık Tarım Alanları	2,16	0,71
Doğal Bitki Örtüsü ile Bulunan Tarım Alanları	32,47	10,70
Geniş Yapraklı Orman	24,14	7,95
İğne Yapraklı Orman	15,63	5,15
Karışık Orman	8,47	2,79
Doğal Çayırliklar	96,92	31,93
Bitki Değişim Alanları	21,95	7,23
Çıplak Kayalıklar	4,88	1,61
Seyrek Bitki Alanları	55,68	18,34

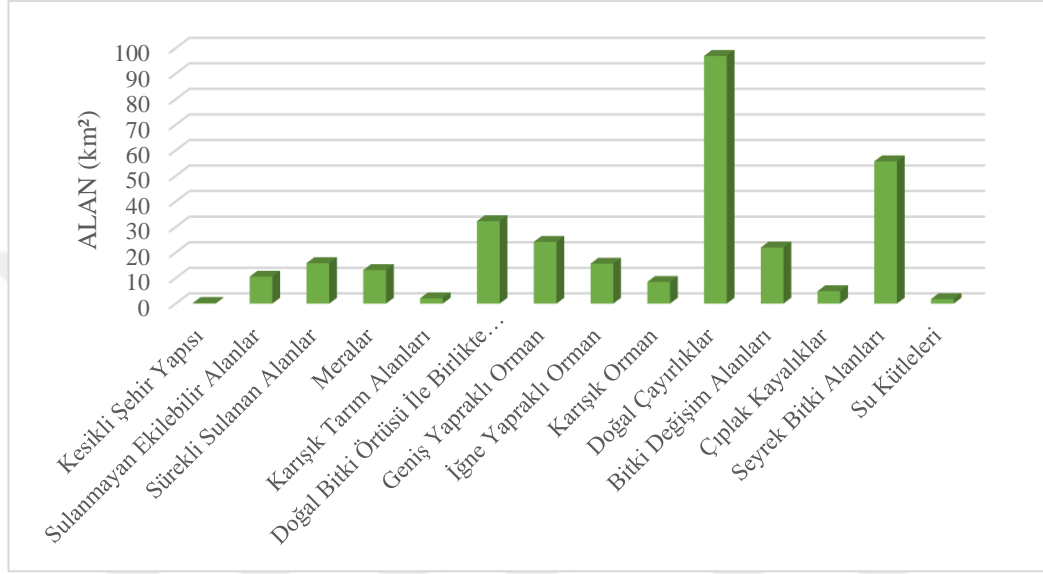
**Tablo 15:** 2012 yılı Sadak Barajı Havzası arazi örtüsü haritası alan dağılımı

2018 yılı arazi örtüsü haritasına göre ise yine havzada hakim olan arazi örtüsü türleri; doğal çayırlıklar, seyrek bitki alanları ve bitki örtüsü ile birlikte bulunan alanlardır.



**Şekil 26:** 2018 yılı Sadak Barajı Havzası arazi örtüsü haritası (CORINE, 2021).

Havzanın en güneyinde meralar ve seyrek bitki alanları geniş yer kaplamaktadır. Havzanın merkez kısmında geniş yapraklı, iğne yapraklı ve karışık ormanlar bulunmaktadır. Havzanın kuzeyinde ise sürekli sulanan tarım alanlarının yerini baraj gölünde tutulan su almış ve tarım alanları sular altında kalmıştır (Şekil 26).



**Şekil 27:** 2018 yılı Sadak Barajı Havzası arazi örtüsü haritası alan dağılımı

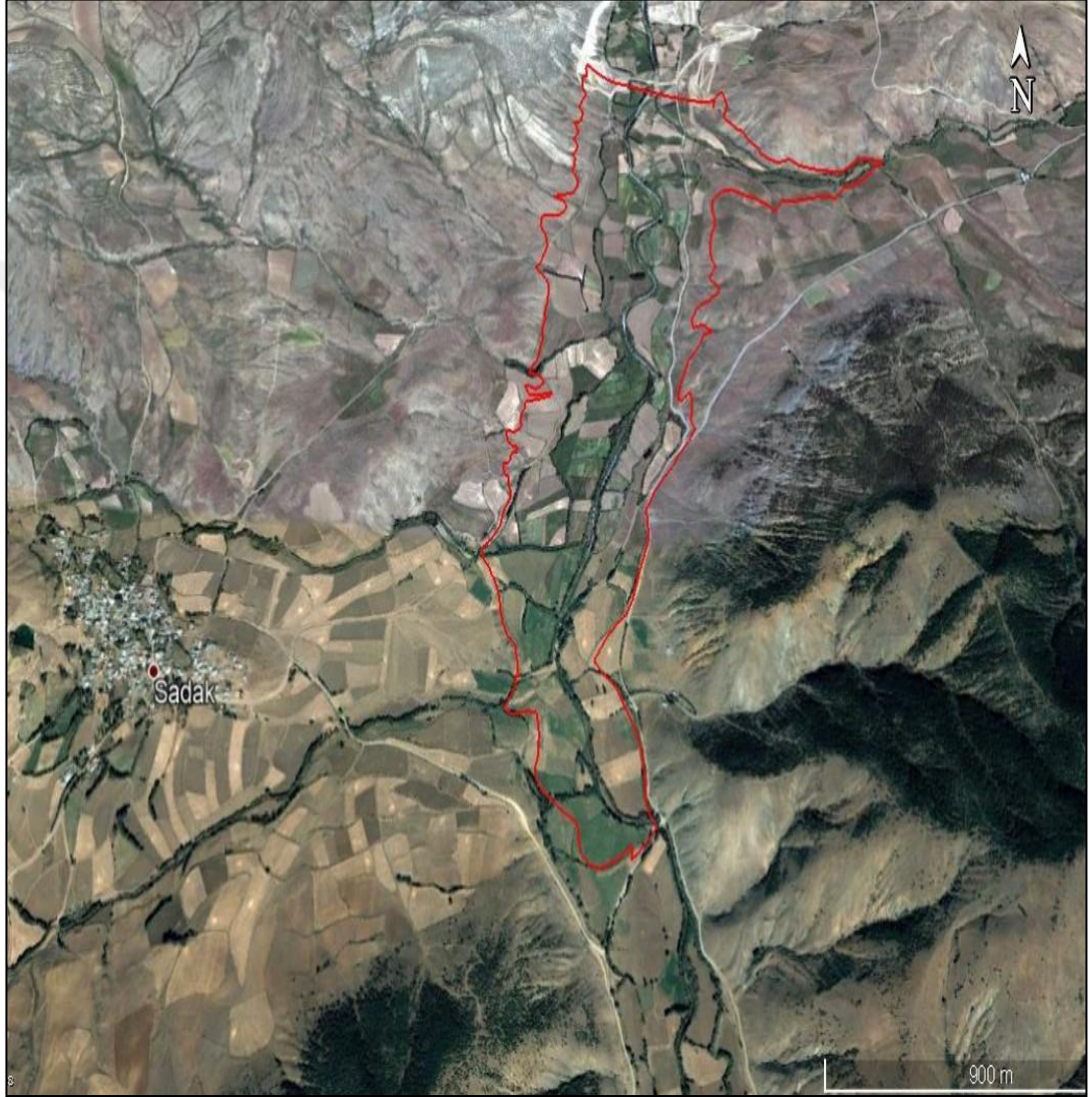
Sadak Barajı Havzası'nda 96,92 km<sup>2</sup> ile toplam alanın % 31,93 lük kısmını doğal çayırliklar oluşturmaktadır. 2018 yılı verilerine göre sürekli sulanan alanlar 15,82 km<sup>2</sup> ile havzanın % 5,21 ine tekabül etmektedir (Tablo 16) (Şekil 27).

**Tablo 16:** 2018 yılı Sadak Barajı Havzası arazi örtüsü haritası

Arazi Örtüsü Sınıfları	Alan (Km <sup>2</sup> )	Yüzde (%)
Kesikli Şehir Yapısı	0,25	0,08
Sulanmayan Ekilebilir Alanlar	10,56	3,48
Sürekli Sulanan Alanlar	15,82	5,21
Meralar	13,13	4,33
Karışık Tarım Alanları	2,07	0,68
Doğal Bitki Örtüsü İle Birlikte Bulunan Alanlar	32,28	10,63
Geniş Yapraklı Orman	24,14	7,95
İğne Yapraklı Orman	15,63	5,15
Karışık Orman	8,47	2,79
Doğal Çayırliklar	96,92	31,93
Bitki Değişim Alanları	21,95	7,23
Çıplak Kayalıklar	4,88	1,61
Seyrek Bitki Alanları	55,68	18,34
Su Kütleleri	1,79	0,59

### 3.2. Baraj Göl Alanı ve Zamansal Değişimi

07/07/2011 tarihli uydu görüntüsünde kırmızı ile işaretlenen saha, Sadak Barajı'nın inşası öncesini göstermektedir. Bu tarihte, baraj göl alanında bulunan araziler bölge halkı tarafından tarımsal faaliyet için kullanılmaktadır (Şekil 28).



**Şekil 28:** Sadak Barajı inşası öncesi havzanın 2011 yılı görünümü (Google Earth Image, 2011).

2011 yılının temmuz ayına ait 1/900 ölçekli uydu görüntüsü ile 10/07/2018 yılına ait 1/1000 ölçekli uydu görüntüsü karşılaştırıldığında Sadak Barajı'nın yapımı sonrası, baraj göl alanının su ile dolduğu görülmektedir. 9,72 km çevre uzunluğuna sahip gölün oluşumu ile 176,35 hektarlık (1,76 km<sup>2</sup>) tarım alanı sular altında kalmıştır (Şekil 29).



**Şekil 29:** Sadak Barajı inşası sonrası havzanın 2018 yılı görünümü (Google Earth Image, 2018).

### 3.3. Sadak Barajı Havzasında Baraj Öncesi Ve Sonrası Sıcaklık ve Yağış İklim Elemanlarının İncelenmesi

Sadak Barajı Havzası'nda Gümüşhane ve Erzincan Meteoroloji İstasyonları'na ait, baraj inşası öncesi ve sonrası dönemi belirten aylık ortalama sıcaklık, ortalama maksimum ve minimum sıcaklık ile toplam yağış verileri değerlendirilmiştir. 1989-2013 arası dönem baraj öncesi, 2014-2019 yılları ise Sadak Barajı'nda su tutulmaya başlanılmasından sonraki dönemi yansıtmaktadır.

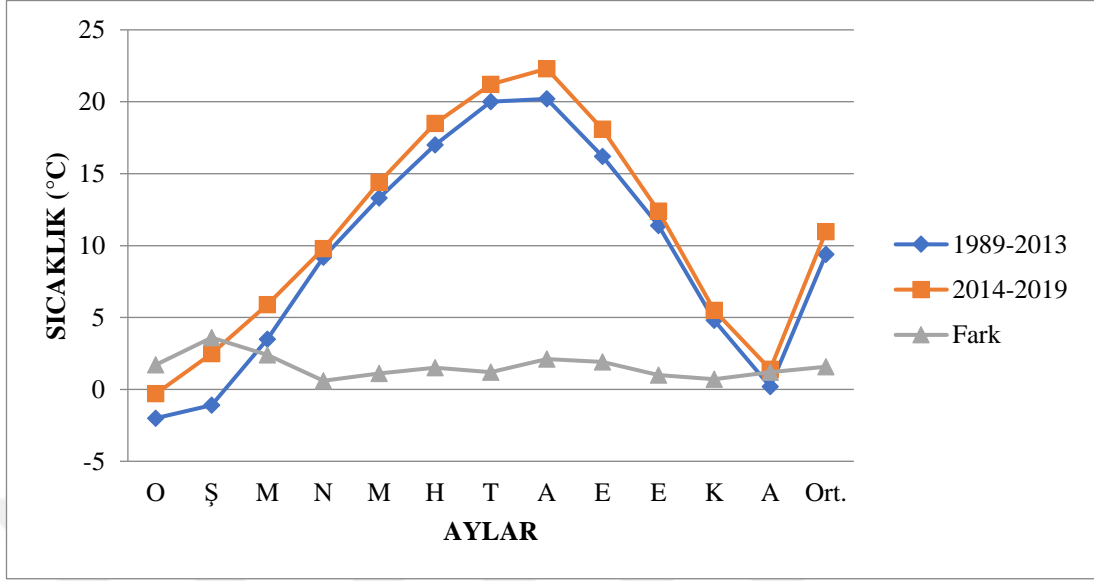
#### 3.3.1 Sadak Barajı 1989-2013 ve 2014-2019 Dönemlerine Ait Aylık Ortalama Sıcaklıklar

Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu 1989-2013 ve 2014-2019 aylık ortalama sıcaklık değerlerine göre 1989-2013 yılları arasında en düşük ortalama sıcaklık  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  ile ocak ayında, en yüksek ortalama sıcaklık ise  $20,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  ile ağustos ayında ölçülmüştür. 2014 yılı sonrası en düşük ortalama sıcaklık yine ocak ayında  $-0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$  ye yükselmiş, ortalama en yüksek aylık ortalama sıcaklık değeri ise  $22,3\text{ }^{\circ}\text{C}$  ye yükselmiştir (Tablo 17).

2013 öncesi ve 2014 sonrası farkın en fazla olduğu ay  $3,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  ile şubat ayında gerçekleşmiştir. 2013 öncesi aylık ortalama sıcaklık değerlerinin ortalaması  $9,4\text{ }^{\circ}\text{C}$  iken 2014 sonrası  $11,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  ye kadar yükselmiştir (Şekil 30).

**Tablo 17:** Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu 1989-2013 ve 2014-2019 yılları arası ortalama sıcaklık değerleri.

Aylar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Ort.
1989-2013	-2	-1,1	3,5	9,2	13,3	17	20	20,2	16,2	11,4	4,8	0,2	9,4
2014-2019	-0,3	2,5	5,9	9,8	14,4	18,5	21,2	22,3	18,1	12,4	5,5	1,4	11,0
Fark	1,7	3,6	2,4	0,6	1,1	1,5	1,2	2,1	1,9	1	0,7	1,2	1,6

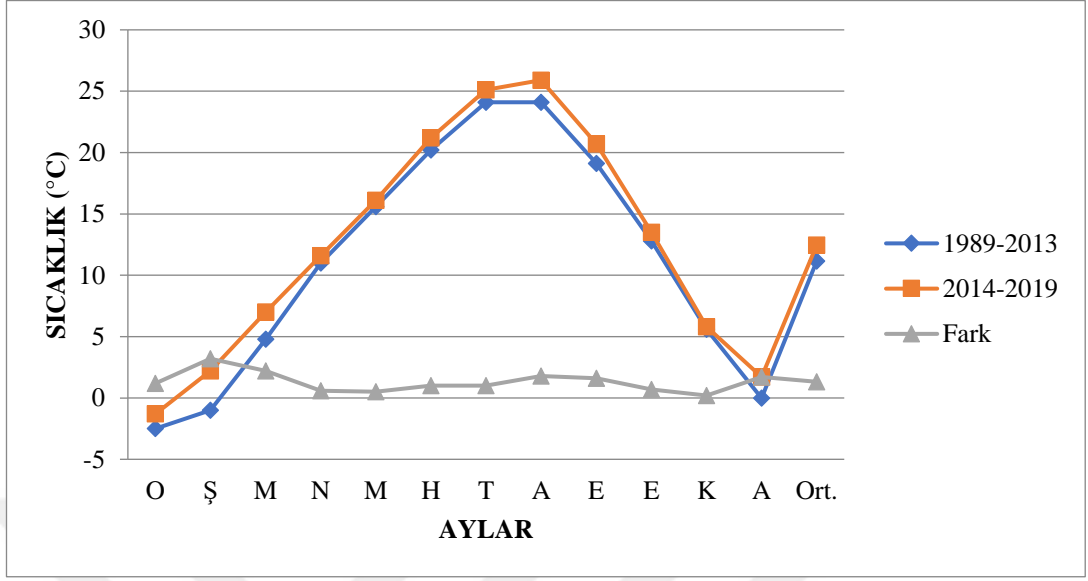


**Şekil 30:** Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu 1989-2013 ve 2014-2019 yılları arası ortalama sıcaklık grafiği.

Erzincan Meteoroloji İstasyonu aylık ortalama sıcaklık verilerine göre 1989-2013 yılları arasında en düşük ortalama sıcaklık  $-2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  ile ocak ayında, en yüksek ortalama sıcaklık ise  $24,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  ile temmuz ve ağustos aylarında ölçülmüştür. 2014 yılı sonrasında en düşük ortalama sıcaklık  $-1,3\text{ }^{\circ}\text{C}$  ile ocak ayında, en yüksek ortalama sıcaklık ise  $25,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  ile ağustos ayında yaşanmıştır (Tablo 18). 2013 öncesi aylık ortalama sıcaklık değerlerinin ortalaması  $11,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  iken 2014 yılı sonrası  $12,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  ye yükselmiştir (Şekil 31).

**Tablo 18:** Erzincan Meteoroloji İstasyonu 1989-2013 ve 2014-2019 yılları arası ortalama sıcaklık değerleri.

Aylar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Ort.
1989-2013	-2,5	-1	4,8	11	15,6	20,2	24,1	24,1	19,1	12,8	5,6	0	11,2
2014-2019	-1,3	2,2	7	11,6	16,1	21,2	25,1	25,9	20,7	13,5	5,8	1,7	12,5
Fark	1,2	3,2	2,2	0,6	0,5	1	1	1,8	1,6	0,7	0,2	1,7	1,3



**Şekil 31:** Erzincan Meteoroloji İstasyonu 1989-2013 ve 2014-2019 yılları arası ortalama sıcaklık grafiği.

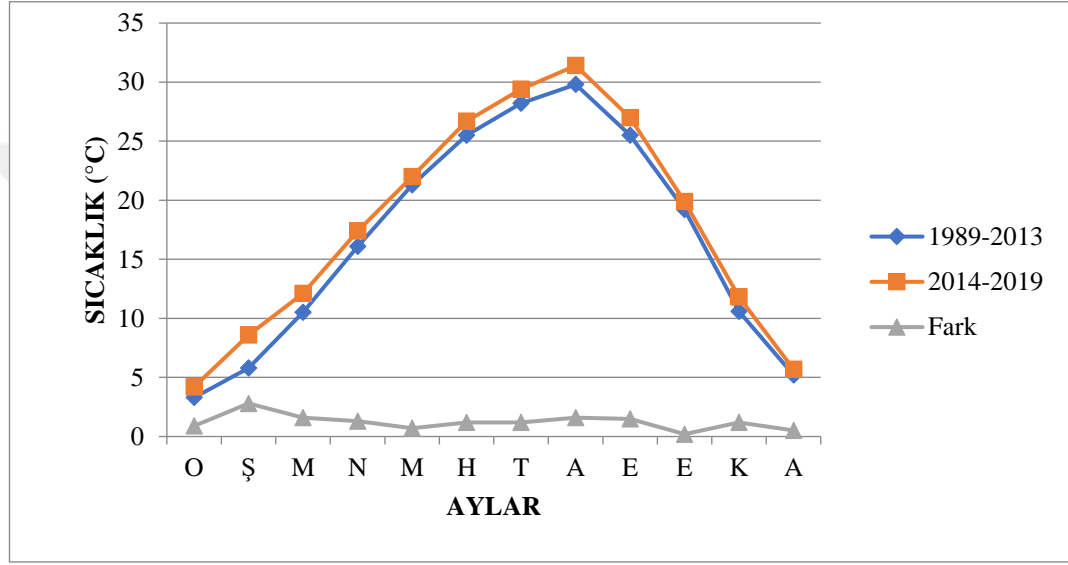
### 3.3.2 Sadak Barajı 1989-2013 ve 2014-2019 Dönemlerine Ait Aylık Ortalama Maksimum Sıcaklıklar

Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu aylık ortalama maksimum sıcaklık değerlerine göre 2013 yılı öncesi maksimum sıcaklık değerinin en düşük olduğu ay 3,3 °C ile ocak ayı, en yüksek olduğu ay ise 29,8 °C ile ağustos ayıdır. 2014 yılı sonrası aylık ortalama maksimum sıcaklık değerinin en düşük olduğu 4,2 °C ile yine ocak ayı, en yüksek olduğu ay ise 31,4 °C ile ağustos ayıdır (Tablo 19).

Baraj öncesi ve sonrası aylık ortalama maksimum sıcaklık değerlerinde en fazla oluşan fark 2,8 °C ile şubat ayında ölçülmüştür. Şubat ayında yaşanan maksimum sıcaklık değeri barajın inşasından sonraki yıllarda artış göstermiştir. 2013 yılı öncesi maksimum sıcaklık değerinin ortalaması 16,8 °C iken 2014 yılı sonrası 18 °C ye yükselmiştir (Şekil 32).

**Tablo 19:** Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu 1989-2013 ve 2014-2019 yılları arası ortalama maksimum sıcaklık değerleri.

Aylar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Ort.
1989-2013	3,3	5,8	10,5	16,1	21,3	25,5	28,2	29,8	25,5	19,2	10,6	5,2	16,8
2014-2019	4,2	8,6	12,1	17,4	22	26,7	29,4	31,4	27	19,9	11,8	5,7	18,0
Fark	0,9	2,8	1,6	1,3	0,7	1,2	1,2	1,6	1,5	0,2	1,2	0,5	1,3

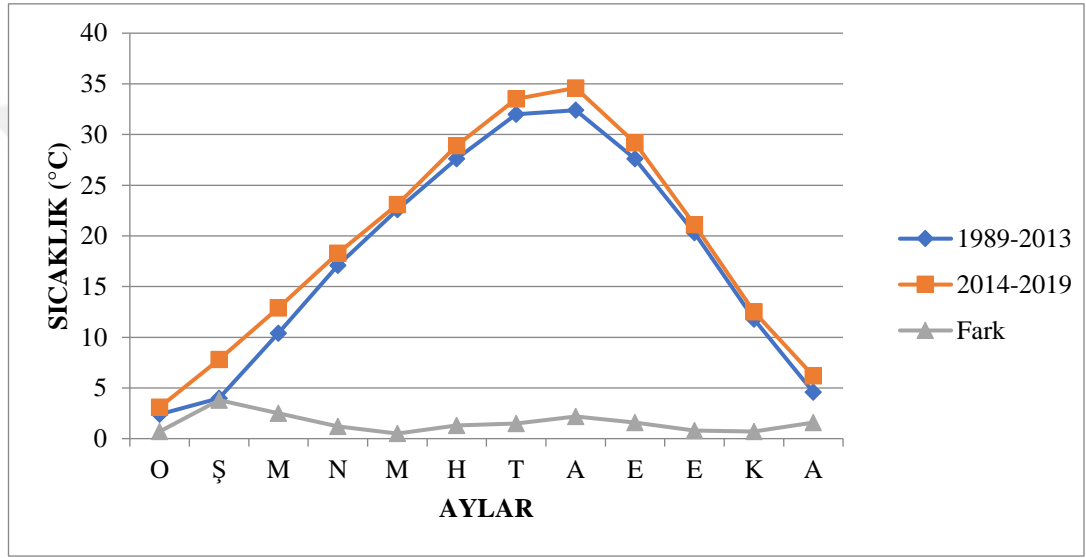


**Şekil 32:** Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu 1989-2013 ve 2014-2019 yılları arası ortalama maksimum sıcaklık grafiği.

Erzincan Meteoroloji İstasyonu'na ait 2013 yılı öncesi aylık ortalama maksimum sıcaklık değerlerinin en düşük olduğu ay 2,4 °C ile ocak ayıdır. Bu değerlerin en yüksek görüldüğü ay ise 32,4 °C ile ağustos ayıdır. 2014 sonrası yaşanan en düşük ortalama maksimum sıcaklık 3,1 °C ile ocak ayında, en yüksek değer ise 34,6 °C ile ağustos ayında ölçülmüştür. 2013 öncesi ve 2014 sonrası maksimum sıcaklık değerlerine göre en yüksek fark 3,8 °C ile yine şubat ayında oluşmuştur. Erzincan Meteoroloji İstasyonu'na ait ortalama maksimum sıcaklık değerlerinin ortalamasına göre 2013 yılı öncesi 7,7 °C, 2014 sonrası ise artarak 19,3 °C olmuştur (Tablo 20) (Şekil 33).

**Tablo 20:** Erzincan Meteoroloji İstasyonu 1989-2013 ve 2014-2019 yılları arası ortalama maksimum sıcaklık değerleri.

Aylar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Ort.
1989-2013	2,4	4	10,4	17,1	22,6	27,6	32	32,4	27,6	20,3	11,8	4,6	17,7
2014-2019	3,1	7,8	12,9	18,3	23,1	28,9	33,5	34,6	29,2	21,1	12,5	6,2	19,3
Fark	0,7	3,8	2,5	1,2	0,5	1,3	1,5	2,2	1,6	0,8	0,7	1,6	1,5



**Şekil 33:** Erzincan Meteoroloji İstasyonu 1989-2013 ve 2014-2019 yılları arası ortalama maksimum sıcaklık grafiği.

### 3.3.3 Sadak Barajı 1989-2013 ve 2014-2019 Dönemlerine Ait Aylık Ortalama Minimum Sıcaklıklar

Gümüşhane istasyonu aylık ortalama minimum sıcaklık değerleri 2013 yılı öncesi ve 2014 yılı sonrası alınarak birlikte değerlendirilmiştir. 1989-2013 yılları barajı inşasından önceki dönemi 2014 sonrası ise baraj gölünde su tutulmaya başladığını göstermektedir. Gümüşhane istasyonuna ait verilere göre 1989-2013 yılları arasında aylık ortalama minimum değerlerin en düşük olduğu ay  $-5,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  ile Ocak ayı iken 2014-2019 yılları arasında  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$  ile yine Ocak ayında en düşük minimum sıcaklık değeri ölçülmüştür.

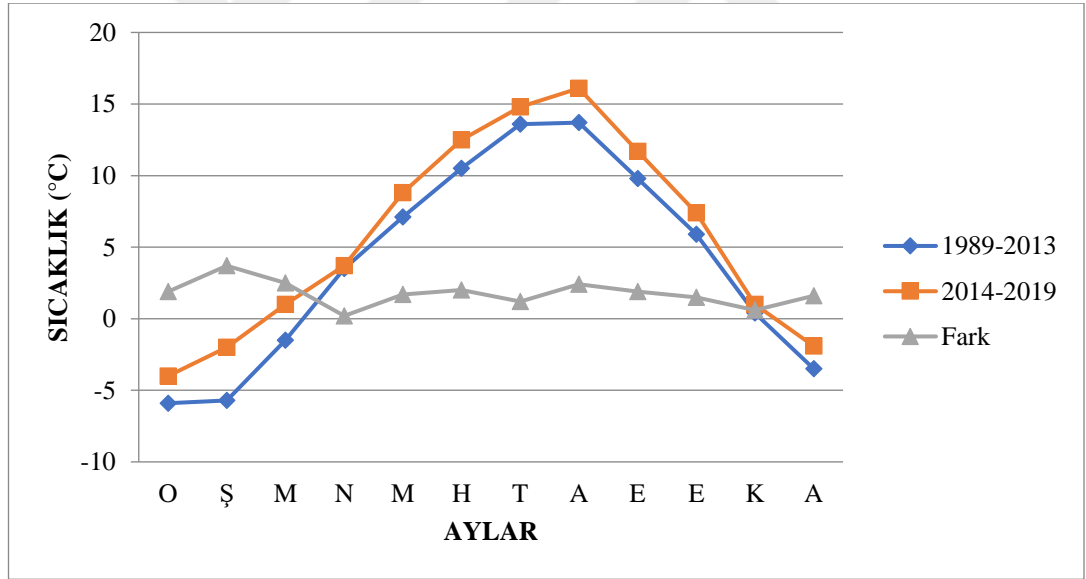
1989-2013 yılları arasında aylık ortalama en yüksek minimum değer  $13,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  ile Ağustos ayında, 2014-2019 yıllarında yine  $16,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  ile Ağustos ayında ölçülmüştür. İki

dönem karşılaştırıldığında farkın en fazla olduğu ay 3,7 °C ile şubat ayında minimum sıcaklık değerinde artış yaşanmıştır (Tablo 21).

Baraj öncesi Gümüşhane ilinin minimum sıcaklık değerlerinde ortalama 4,0 °C iken baraj sonrası bu değer 5,8 °C ye yükselmiştir. Bu veriler baraj sonrası sıcaklık değerlerinde artışın meydana geldiğini ifade etmektedir (Şekil 34).

**Tablo 21:** Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu 1989-2013 ve 2014-2019 yılları arası ortalama minimum sıcaklık değerleri.

Aylar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Ort.
1989-2013	-5,9	-5,7	-1,5	3,5	7,1	10,5	13,6	13,7	9,8	5,9	0,4	-3,5	4,0
2014-2019	-4	-2	1	3,7	8,8	12,5	14,8	16,1	11,7	7,4	1	-1,9	5,8
Fark	1,9	3,7	2,5	0,2	1,7	2	1,2	2,4	1,9	1,5	0,6	1,6	1,8



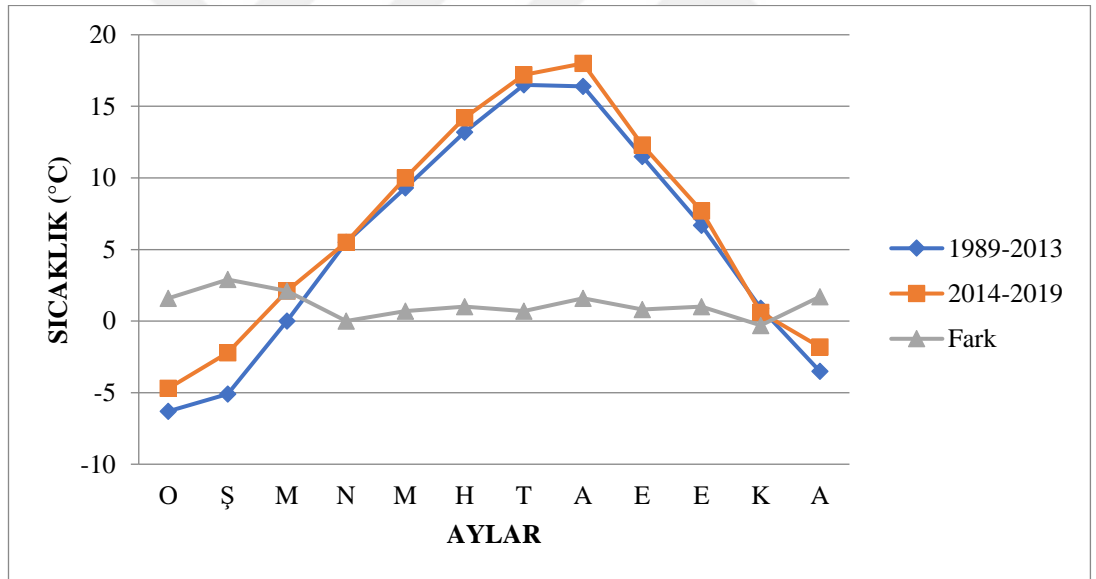
**Şekil 34:** Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu 1989-2013 ve 2014-2019 yılları arası ortalama minimum sıcaklık grafiği.

Erzincan Meteoroloji İstasyonu aylık ortalama minimum sıcaklık değerlerine göre 2013 yılı ve öncesi minimum sıcaklık değerinin en düşük olduğu ay -6,3 °C ile ocak ayı, en yüksek olduğu ay ise 16,5 °C ile temmuz ayıdır. 2014 sonrası en düşük ortalama minimum sıcaklığa sahip ay -4,7 ile yine ocak ayı, en yüksek minimum sıcaklığa sahip ay ise 18 °C ile ağustos ayıdır (Tablo 22).

Baraj inşası öncesi ve sonrası farkın en fazla olduğu ay 2,9 °C ile şubat ayıdır. Baraj inşası sonrası Gümüşhane ilinde olduğu gibi Erzincan ilinde de sıcaklık artışı en fazla şubat ayında yaşanmıştır. 1989-2013 yılları arası aylık ortalama minimum sıcaklık değerlerinin ortalaması 6°C iken 2014 yılı sonrası ortalama değeri 6,6 °C ye çıkmıştır (Şekil 35).

**Tablo 22:** Erzincan Meteoroloji İstasyonu 1989-2013 ve 2014-2019 yılları arası ortalama minimum sıcaklık değerleri.

	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Ort.
1989-2013	-6,3	-5,1	0	5,5	9,3	13,2	16,5	16,4	11,5	6,7	0,9	-3,5	6
2014-2019	-4,7	-2,2	2,1	5,5	10	14,2	17,2	18	12,3	7,7	0,6	-1,8	6,6
Fark	1,6	2,9	2,1	0	0,7	1	0,7	1,6	0,8	1	-0,3	1,7	0,6



**Şekil 35:** Erzincan Meteoroloji İstasyonu 1989-2013 ve 2014-2019 yılları arası ortalama minimum sıcaklık grafiği.

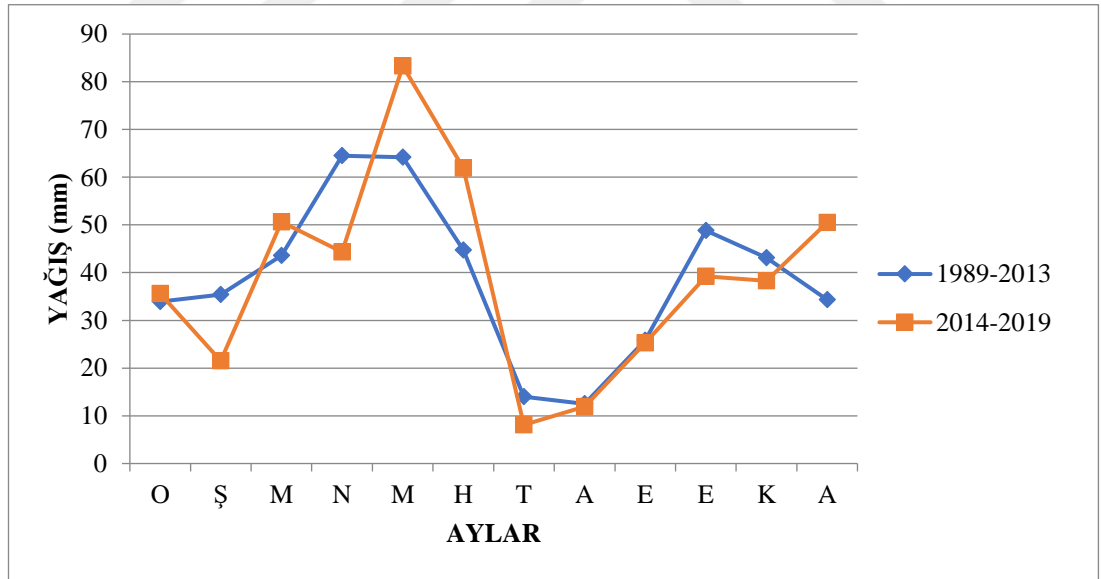
### 3.3.4. Sadak Barajı Havzası Baraj Öncesi Ve Sonrası Yağış Durumu

Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu, 1989-2013 ve 2014-2019 yılları periyodu aylara göre toplam yağış değerlerinin ortalamasına göre değerlendirme yapılmaktadır. 2013 yılı ve öncesi en yüksek toplam yağış değeri ortalaması 64,5 mm ile nisan ayında gerçekleşirken en düşük yağış ortalaması 12,4 mm ile ağustos ayında oluşmuştur. 2014 sonrası en yüksek toplam yağış değeri, mayıs ayında 2013 yılından öncesine kıyasla

artarak 83,3 mm ölçülmüştür. 2014 yılı sonrası en düşük ortalama yağış değeri 8,1 mm ile temmuz ayında gerçekleşmiştir. Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu'na ait verilere göre baraj öncesi ve baraj sonrası değerler karşılaştırıldığında; aralık, ocak, mart, mayıs ve haziran aylarında artış yaşanırken diğer aylarda yağış değerlerinde azalma görülmüştür. Bir diğer dikkat çekici farklılık ise baraj inşasından sonraki dönem içinde yağışın mevsimsel dağılışındaki düzensizliktir (Tablo 23) (Şekil 36). Benzer durum Erzincan Meteoroloji İstasyonu yağış rasatlarında da görülmektedir.

**Tablo 23:** Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu 1989-2013 ve 2014-2019 yılları arası toplam yağış ortalaması.

	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
<b>1989-2019</b>	34,2	32,7	45	60,6	67,9	48	12,8	12,4	25,7	46,9	42,2	37,4
<b>1989-2013</b>	33,9	35,4	43,6	64,5	64,2	44,7	14	12,5	25,8	48,8	43,1	34,3
<b>2014-2019</b>	35,6	21,5	50,6	44,3	83,3	61,9	8,1	11,9	25,3	39,2	38,3	50,5



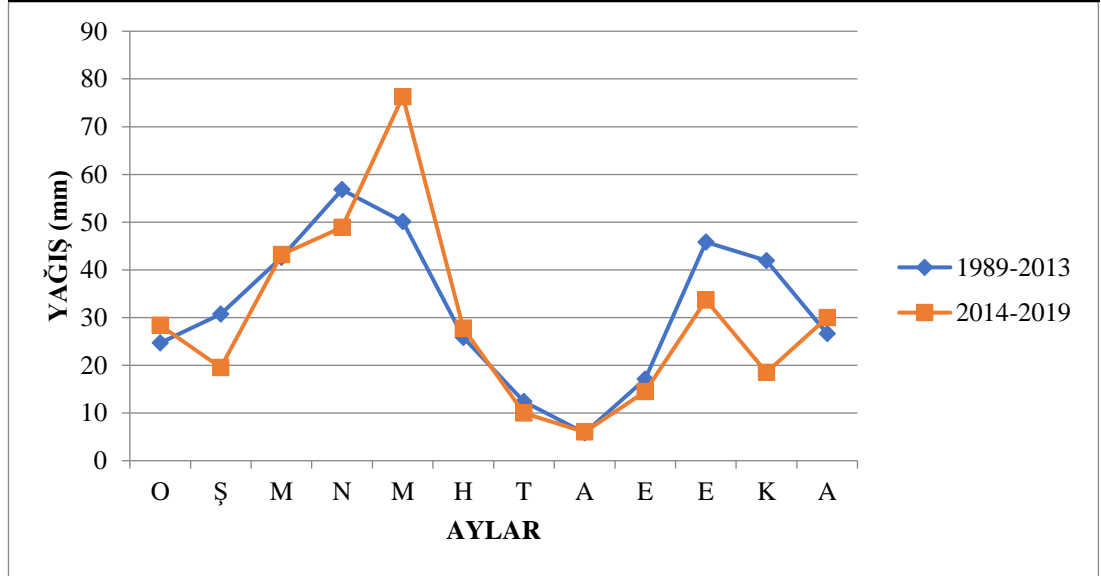
**Şekil 36:** Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu 1989-2013 ve 2014-2019 yılları periyodu toplam yağış ortalaması grafiği.

Erzincan Meteoroloji İstasyonu'nda 1989-2013 yılları arasında toplam yağış değerlerinin ortalamasına göre en yüksek yağış miktarı 56,8 mm ile nisan ayında, en düşük yağış miktarı 5,8 mm ile ağustos ayında ölçülmüştür. 2014 yılı sonrası en yüksek yağış değeri 76,3 mm ile mayıs ayında, en düşük yağış ise 6 mm ile yine

ağustos ayında ölçülmüştür. Erzincan Meteoroloji İstasyonu'na ait verilere göre baraj öncesi ve baraj sonrası yağış değerleri karşılaştırıldığında Aralık, Ocak, Mart, Mayıs ve Haziran aylarında artış yaşanırken diğer aylarda yağış değerlerinde azalma görülmüştür (Tablo 24) (Şekil 37).

**Tablo 24:** Erzincan Meteoroloji İstasyonu 1989-2013 ve 2014-2019 yılları arası toplam yağış ortalaması.

	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
<b>1989-2019</b>	25,4	28,5	42,7	55,3	55,1	26,2	11,9	5,9	16,6	43,5	37,4	27,2
<b>1989-2013</b>	24,7	30,7	42,6	56,8	50,1	25,8	12,4	5,8	17,1	45,8	41,9	26,6
<b>2014-2019</b>	28,4	19,5	43,2	48,9	76,3	27,8	10	6	14,5	33,7	18,5	30



**Şekil 37:** Erzincan Meteoroloji İstasyonu 1989-2013 ve 2014-2019 yılları arası toplam yağış ortalaması grafiği.

### 3.4. Barajın Coğrafi Çevre İle Etkileşimi

Barajların inşası sonucunda, rezerv alanları sular altında kalmaktadır. Bu durum yukarı havzanın sular altında kalmasına, alanda yaşayan tür ve popülasyonların, ormanların ve yaban hayatı habitatlarının kaybına yol açabilmektedir (The Report of the World Commissions on Dams, 2000). Sadak Barajı'nın inşası ile birlikte Sadak köyüne ait 176,35 hektarlık alan sular altında kalmıştır (Şekil 29). Bu durum baraj gölü kısmında gerçekleştirilen tarım faaliyetlerinin ve alanda bulunan bitki formasyonunun olumsuz etkilenmesine neden olmuştur.

Sadak Barajı Havzası'na ait arazi örtüsü haritaları ve tez sahasına ait uydu görüntüleri dikkate alınarak baraj bent alanında su tutulmadan önce ve sonraki yıllar dikkate alınmıştır. Sürekli sulanan alanların değerinde, karışık tarım alanları ve doğal bitki örtüsü bulunan tarım alanlarında baraj gölü oluşumu sonucunda azalma yaşanmıştır. 2018 yılında ise özellikle baraj aks alanında su miktarı lokal olarak artmış ve alanda bulunan tarım alanları sular altında kalmıştır (Tablo 25).

**Tablo 25:** Sadak Barajı Havzası arazi örtüsü zamansal değişim tablosu

Arazi Örtüsü Sınıfları	2012 Yılı (Km <sup>2</sup> )	2018 Yılı (Km <sup>2</sup> )	Fark
Sürekli Sulanan Alanlar	17,33	15,82	1,50
Karışık Tarım Alanları	2,16	2,07	0,10
Doğal Bitki Örtüsü ile Bulunan Tarım Alanlar	32,47	32,28	0,19
Su Kütleleri	0,00	1,79	-1,79

İklim parametrelerinden sıcaklık ve yağış özellikleri değerlendirildiğinde ise baraj inşası sonrası havzanın ortalama, minimum ve maksimum sıcaklık değerlerinde genel olarak artış yaşandığı yağış değerlerine göre ise aylara göre dalgalanma olduğu fakat genel olarak azalma meydana geldiği görülmektedir. Her iki istasyonunda benzer sonuçlar verdiği görülmektedir. Bu durum üzerinde, baraj inşasının yanı sıra son yıllarda artış gösteren küresel ısınmanın da etkisinin olabileceği düşünülmelidir.

Ayrıca, barajın havzaya ait Beşeri Coğrafya özelliklerine etkisi değerlendirilmiştir. Barajın, havzada henüz şehirlerden havza köylerine tersine göçü başlatmadığı

görülmüştür. Havzada yer alan köylerin nüfus verilerinde gerçekleşen dalgalanmalar ile tezin amacı doğrultusunda makul ve anlamlı bir sonuca ulaşılamamıştır (Tablo 14).

Ekonomik faaliyet türlerinden özellikle tarımsal faaliyetlerin geliştirilmesi amacıyla inşa edilen Sadak Barajı'nın havzada bu döneme kadar belirgin olarak tarımsal üretim ve çeşitliliği etkilemediği belirlenmiştir. Havzada baraj gölünün inşa edilmesi ile Sadak köy halkının tarım arazileri sular altında kalmıştır. Sadak Barajı'nın inşası ile amaçlanan yüksek verim ve çeşitliliğe ulaşılamamasının temel nedeni sulama kanallarının inşasının henüz tamamlanamamasıdır. Barajda henüz hayvancılık türlerinden olan tatlı su balıkçılık faaliyeti gerçekleştirilmemiştir.

Sadak Barajı'nın bulunduğu Sadak köyünün antik kent olması havzanın gelişiminde ve baraj gölü çevresinde turizm faaliyetleri ile antik kentin tanınırlığının artması yönünde potansiyel barındırdığı gözlemlenmiştir.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak; baraj inşası sonrası, havzada yer alan tarım alanlarında azalma yaşanırken sulak alanlarda artış gerçekleşmiştir.

Sadak Barajı inşası ile özellikle kış aylarına ait sıcaklık değerlerinde artış yaşanmıştır. Meteoroloji İstasyonları'na ait verilere göre barajın inşasından sonraki yıllarda tüm sıcaklık değerlerinde (ortalama, maksimum ve minimum) artış yaşanırken en fazla artış tüm değerlerde şubat ayında gerçekleşmiştir. Baraj yapımı sonrası, toplam yağış miktarında azalma gerçekleşen ayların sayısının daha fazla olduğu görülmüştür. İklim elemanlarındaki bu farklılaşmanın baraj yapımı tarihlerine denk gelmesi, Barajın sıcaklık ve yağış özellikleri üzerindeki etkisiyle mi yoksa küresel iklim değişikliğinin bir sonucu olarak mı gerçekleştiği bu tez kapsamında cevaplanamamıştır.

Barajın inşası ile Sadak köyüne ait tarım alanları sular altında kalmıştır. Barajın yapımı ile hedeflenen tersine göç TÜİK verilerine göre henüz yaşanmamış, aksine yerleşim alanlarında azalma meydana gelmiştir. Bazı tarım alanlarında ise baraj kanallarının henüz tamamlanmaması nedeniyle hedeflenen tarımsal üretim henüz gerçekleştirilememiştir.

Analizlerde kullanılan iklim verilerine ait rasatların baraj havzası içindeki bir istasyon verisi olması, sonuçların daha sağlıklı olması için önemli bir faktör olarak görülmektedir. Analizlere ait bulgular, barajın inşasından bu yana geçen süreye ait verilere dayanmaktadır. Bu verilerin daha uzun süreli rasatlara ait olması, barajın coğrafi çevre üzerindeki etkisinin daha açık şekilde gösterilmesine katkı sağlayacaktır.

## KAYNAKÇA

- Akpınar, E.: (2003) "Kelkit İlçesinde Coğrafi Faktörlerin Örgün Eğitim Üzerindeki Etkileri", **Doğu Coğrafya Dergisi**, 8(10), 171-188.
- Alam, M., & Jamil, M.: (2009) "Impact of Rainfall and Vegetation on Reservoir Capacity and Identification of Erosion Prone Area Using GIS&RS", **Applied Geoinformatics for Society and Environment**, 40.
- Anonim.: (2020). "Gümüşhane İl Tarım ve Orman Müdürlüğü 2020 yılı Tarım Brifingi", Tarım ve Orman Bakanlığı. (Çevrimiçi) <https://gumushane.tarimorman.gov.tr/>, 11 Ocak 2021.
- Arkeolojik Haber.: (2019, 08 31). Satala Antik Kenti. (Çevrimiçi) <https://www.arkeolojikhaber.com/haber-satala-antik-kenti-22969/>, 01 Ocak 2021.
- Ashraf, M., Kahlowan, M. A., & Ashfaq, A.: (2007) "Impact of Small Dams on Agriculture and Groundwater Development: A case study from Pakistan", **Agricultural Water Managment**, 92(1-2), 90-98.
- Avcı, M.: (1993) "Türkiye'nin Flora Bölgeleri ve Anadolu Diagonale Coğrafi Bir Yaklaşım", **Türk Coğrafya Dergisi**, 0(28), 240-241.
- Avcı, M.: (2005) "Çeşitlilik ve Endemizm Açısından Türkiye'nin Bitki Örtüsü", **İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi**, 0(13), 27-55.
- Avcı, M.: (2014) "Türkiye'nin Bitki Çeşitliliği ve Coğrafi Açından Değerlendirilmesi", Ü. Akkemik içinde, **Türkiye'nin Doğal ve Egzotik Çalıları 1** (s. 28-53). Ankara: Orman Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Aydın, A., & Dengiz, O.: (2020) "Sürdürülebilir Arazi Yönetimi için Arazi Değerlendirmesi Çalışması; Samsun-Kavak İlçesinde Örnek Bir Çalışma", **Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 34(1), 1-17.

- Aydın, H.: (2014) "Gümüşhane İli Su Kaynakları ve Su Ürünleri Sektörünün Mevcut Durumu", **Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, 4(2), 176-182.
- Aydınözü, D., & Çoban, A.: (2015) "Bitki Coğrafyası Araştırma Yöntemleri", **Marmara Coğrafyası Derneği**, 0(31), 132-160.
- Başel, H.: (2007) "Türkiye'de Nüfus Hareketlerinin ve İç Göçün Nedenleri", **Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi**, 0(53), 515-542.
- Bates, B. C., Kundzewicz, Z. W., Wu, S., & Palutikof, J. P.: (2008) "**Climate Change and Water**", Genava: IPCC Secreteriat.
- Bayram, B., Yolcu, H., & Aksakal, V.: (2007) "Türkiye'de Organik Tarım ve Sorunları", **Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 38(2), 203-206.
- CIGB-ICOLD.: (2011) "International Commission on Large Dams". (Çevrimiçi)  
[https://www.icold-cigb.org/GB/dams/definition\\_of\\_a\\_large\\_dam.asp](https://www.icold-cigb.org/GB/dams/definition_of_a_large_dam.asp)
- Cinemre, H. A., & Dengiz, O.: (2010) "Arazi kullanım planlaması", **19 Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı**.
- Çelik, R.: (2018) "Impact of Dams on Groundwater Static Water Level Changes: a case study Kralkızı and Dicle Dam Watershed", **Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi**, 10(2), 120-126.
- Çiğdem, S.: (2008) "Gümüşhane Bölgesi Tarih ve Arkeolojik Araştırmaları", **Gümüşhane Valiliği Yayınları**, s. 84.
- CORINE Land Cover.: (2021). Copernicus. (Çevrimiçi)  
<https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>, 25 Nisan 2021
- Demiryürek, K., & Güzel, A. (2006). Extension in Organic Agriculture : The Case of Kelkit, Turkey. *Journal of Extension Systems*, 22(1), 63-73.
- DSİ.: (1990-1994). Gümüşhane: Devlet Su İşleri, 223. Şube Müdürlüğü.
- Dikmen, Ç. B., & Toruk, F.: (2015) "Korunması Gereken Bir Yerleşim Sadak Köyü: Satala Antik Kenti", **DergiPark**, 12-35.

- Erinç, S.: (2000) **Jeomorfoloji 1** (5 b.). Der Yayınları, 280.
- Erol, O.: (2014) **Genel Klimatoloji** (10 b.). Çantay. 2.
- FAO.: (1989). "Guidelines for land use planning. Interdepermental Working Group on Land Planing", Rome: FAO.
- Gül, A., & Kılıç, Ü.: (2010) "XIX. Yüzyılda Kelkit Kazasının Demografik Yapısına Genel Bir Bakış", **Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 10(44), 21-46.
- Gümüşhane Üniversitesi Turizm Fakültesi.: (2020). Satala Antik Kenti. (Çevrimiçi) <http://turizm.gumushane.edu.tr/tr/sayfa/g%C3%BCm%C3%BC%C5%9Fhane-turizm/satala-antik-kenti/>, 18 Ekim 2020.
- Günel, N.: (2013) "Türkiye’de İklimin Doğal Bitki Örtüsü Üzerindeki Etkileri", **Acta Turcica Çevrimiçi Tematik Türkoloji Dergisi**, Online Thematic Journal of Turkic Studies, 5(1), 1-22.
- Gürsoy, H., Öztürk, A., & İnan, S.: (1993) "Kelkit (Gümüşhane) ve Yakın Dolayının Tektono-Stratigrafik Gelişimi", **A. Suat Erk Jeoloji Sempozyumu Bildirileri**, (53-64).
- Güven, M.: (1996) "Yukarı Kelkit Havzasında İklim-Doğal Bitki Örtüsü İlişkilerinin Belirlenmesi", Erzurum: Editorial Board, 16.
- IFOAM General Assembly.: (2008). Definition of Organic Agriculture. (Çevrimiçi) <https://www.ifoam.bio/why-organic/organic-landmarks/definition-organic>, 01 Ocak 2021
- Karaca, C., Birdal, A., & Türk, T.: (2016) "Kelkit Çayı Taşkın Risk Haritalarının CBS Kullanılarak Oluşturulması ve CBS ile Taşkın Risk Analizi", **6. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu**.
- Karakurt, E.: (2014) "Kelkit (Gümüşhane) İlçesinin Etnobotanik Özellikleri", Erzinan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Erzinan.

Kelkit Belediyesi.: (2021). "Kelkit Belediyesi". (Çevrimiçi)  
<https://www.kelkit.bel.tr/8-menu.html?start=16>, 05 Şubat 2021.

Mantel, S. K., & Hughes, D. A.: (2010) "Ecological Impacts of Small Dams on South African Rivers Part1: Drivers of Change -Water Quantity and Quality", **SA Journal of Radiology**, 36(3), 351-360.

Merdan, K.: (2020) "Gümüşhane İlinin Tarımsal Potansiyeli Ve Yatırım Olanakları", **Sinop Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 4(2), 465-484.

Milly, P. C., Dunn, K. A., & Vecchia, A. V.: (2005) "Global Patterns of Trends in Streamflow and Water Availability in a Changing Climate", **Nature**, (438), 347-350.

Özelkan, E., & Karaman, M.: (2018) "Baraj Göllerindeki Meteorolojik ve Hidrolojik Kuraklığın Etkisinin Çok Zamanlı Uydu Görüntüleri ile Analizi: Atikhisar Barajı(Çanakkale)", **ÖHÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi**, 7(2), 1023-1037.

Palmer, M. A., Reidy Lierman, C. A., Nilsson, C., Flörke, M., & Alcamo, J.: (2008) "Climate Change and the World's Rive Basins: Anticipating", **Frontiers in Ecology and the Environment**, 6(2), 81-89.

Pekcan, N.: (2015) **Kurak ve Yarı Kurak Bölgeler Jeomorfolojisi** (2 b.). Filiz Kitabevi, 45.

Ratnapriya, E. S., & De Silva, R. P.: (2009) "Location Optimization of Wastewater Treatment Plants Using GIS: a case study in upper Mahaweli Catchment", **SRI LANKA. Applied Geoinformatics for Society and Environment**, 37.

Sönmez, M. E.: (2012) "Barajları Mekan Üzerindeki Olumsuz Etkisi", **Sosyal Bilimler Dergisi**, 11(1), 213-231.

Şengün, M. T.: (2007) "Son Değerlendirmelerin Işığında Keban Barajının Elazığ İklimine Etkisi", **Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları**, 5(3), 116-121.

T.C Tarım ve Orman Bakanlığı.: (t.y.) "İlçe Ekonomisinde Tarım", **Kelkit İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü.**

The Report of the World Commissions on Dams.: (2000) "**Dams and Development: A New Framework for Decision-Making**", London: Earthscan Publication.

TUİK-MEDAS.: (2020). Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi. (Çevrimiçi) <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr>, 01 Ağustos 2020.

Turoğlu, H.: (2000) "Doğal Ortam Analizi ve Düzenleme-Planlama Çalışmaları (Naturel environment assessment and organizing-planning studies)", **Coğrafya Dergisi**, (8), 201-212.

Turoğlu, H.: (2010) "Yapılaşmanın Doğal Akım Yönü ve Akım Birikimi Üzerindeki Etkileri", **Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi (TUCAM), VI. Ulusal Coğrafya Sempozyumu** , 29-36. Ankara.

Turoğlu, H.: (2014) "İklim Değişikliği ve Bartın Çayı Havza Yönetimi Muhtemel Sorunları", **Coğrafi Bilimler Dergisi**, 12(1), 1-22.

Turoğlu, H.: (2020) **Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel Esasları, Güncellenmiş 5. Baskı.** Çantay Kitap evi, İstanbul.

Watts, R. J., Richter, B. D., Opperman, J. J., & Bowmer, K. H.: (2011) "Dam Reoperation in an Era of Climate Change", **Marine and Freshwater Research** (62), 321-327.

Wedding, H.: (1963) "Kelkit Hattı Jeolojisine Ait Düşünceler ve Kelkit-Bayburt (Gümüşhane) Çevresindeki Jura Stratigrafisi", **Maden Tetkik Arama Enstitüsü**, 30-36.

Yeşilata, B., Bulut, H., & Yeşilnacar, M. İ.: (2004) "GAP Bölgesinde Sıcaklık ve Nem Parametrelerindeki Baraj Gölü Kaynaklı Değişim Trendinin Araştırılması", **Tesisat Mühendisliği Dergisi**, (83), 21-31.

Yılmaz, A.: (1985) "Yukarı Kelkit Çayı İle Munzur Dağları Arasının Temel Jeoloji Özellikleri ve Yapısal Evrimi", **Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni**, 28, 79-92.

Yüksel, M., & Dengiz, O.: (2001) "Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü İkizce Araştırma Çiftliği Topraklarının Arazi Değerlendirmesi", **Tarım Bilimleri Dergisi**, 7(4), 129-135.

Yürekli, K.: (1999) "Kelkit Çayı Aylık Akımlarının Değişimi", **Gazi Osman Paşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 16(1), 183-191.

Yürüdü, E., Kara, H., & Arıbaş, K.: (2010) "Türkiye'nin Organik (Ekolojik) Tarım Coğrafyası", **Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi**, 9(32), 402-424.

