

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI
FİZİKİ COĞRAFYA BİLİM DALI



KEBAN BARAJ GÖLÜNDE SEVİYE DEĞİŞİKLİĞİ
VE ANTROPOJEN ETKİLERİ
(YÜKSEK LİSANS TEZİ)
Mine GÜZEL
COĞRAFYA ANABİLİM DALI
Fiziki Coğrafya Bilim Dalı
KASIM – 2022

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI
FİZİKİ COĞRAFYA BİLİM DALI

KEBAN BARAJ GÖLÜNDE SEVİYE DEĞİŞİKLİĞİ
VE ANTROPOJEN ETKİLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Yazarı
Mine GÜZEL

Danışman
Doç. Dr. Halil GÜNEK

KASIM
ELAZIĞ – 2022

BEYAN

Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım **“KEBAN BARAJ GÖLÜNDE SEVİYE DEĞİŞİKLİĞİ VE ANTROPOJEN ETKİLERİ”** Başlıklı **Yüksek Lisans Tezi** içindeki bütün bilgilerin doğru olduğunu, bilgilerin üretilmesi ve sunulmasında bilimsel etik kurallarına uygun davrandığımı, kullandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi, maddi ve manevi desteği olan tüm kurum/kuruluş ve kişileri belirttiğimi, burada sunduğum veri ve bilgileri unvan almak amacıyla daha önce hiçbir şekilde kullanmadığımı beyan ederim.

28.10.2022

Mine GÜZEL



ÖNSÖZ

Su kaynakları Dünyada ve Ülkemizde son derece büyük öneme sahiptir. Özellikle son yıllarda nüfusun giderek artmasıyla birlikte gerek beşerî müdahaleler gerekse doğal değişimler nedeniyle su kaynakları büyük risk altına girmiştir. Çalışma alanımız olan ve Ülkemiz açısından da büyük öneme sahip olan Keban Baraj Gölünde bu etkilerden nasibini almış ve değişikliğe uğramıştır.

Keban Baraj Gölünün seviyesi 1985 yılından 2020 yılına kadar hem iklim hemde antropojenik etkiler nedeniyle dalgalanmalara maruz kalmıştır. Ancak son yıllarda yaşanan iklim değişikliği baraj üzerinde daha etkili olmuş ve seviyenin iyice düşmesine neden olmuştur. Buda gerek ülkemiz açısından gerekse yöre halkı için büyük risk taşımakta ve önlem alınmazsa bu risk gelecek yıllarda daha da artacaktır.

Bu çalışmanın **Birinci bölümünde** çalışma alanının yeri, sınırları, başlıca coğrafi özellikleri, çalışmanın amacı ve metodolojisi ile önceki çalışmalar üzerinde durulmuştur. **İkinci bölümde** çalışma alanının jeolojik, jeomorfolojik, iklim ve hidrografik özellikleri ele alınmıştır. **Üçüncü bölümde** ise Keban Baraj Gölünün 1985-2020 yılları arasındaki alansal değişimin tepiti için analizler yapılmış olup, seviye değişikliği üzerinde etkili olan doğal ve antropojenik etkiler açıklanmıştır.

Çalışmam boyunca beni yönlendiren, olaylara sistematik yaklaşmamda katkısı olan ve bilimsel tecrübelerini büyük bir özveri ile benimle paylaşan hocalarım Doç. Dr. Halil Günek'e, Doç. Dr. Ayşe Çağlayan'a, Prof. Dr. Murat Sunkar'a, meslektaşım Faruk Ağırtaş'a ve Fırat Üniversitesi Coğrafya Bölüm hocalarıma ayrı ayrı teşekkürlerimi arz ederim. Ayrıca çalışmamda her daim beni destekleyen aileme teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Mine Güzel
ELAZIĞ – 2022

İÇİNDEKİLER

BEYAN	I
ÖNSÖZ	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET	V
ABSTRACT	VII
ŞEKİLLER LİSTESİ	IX
TABLolar LİSTESİ	XI
FOTOĞRAFLAR LİSTESİ.....	XII
KISALTMALAR.....	XIII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Araştırma Alanının Yeri Sınırları ve Başlıca Coğrafi Özellikleri.....	1
1.2. Çalışmanın Amacı.....	8
1.3. Metot ve Malzeme	8
1.4. Konu ile İlgili Çalışmalar	13
2. DOĞAL ORTAM ÖZELLİKLERİ	16
2.1. Jeolojik ve Jeomorfolojik Özellikler.....	16
2.2. İklim Özellikleri.....	20
2.2.1. Sıcaklık	20
2.2.2. Yağış ve Nem	26
2.3. Hidroğrafik Özellikler.....	32
2.4. Bitki Örtüsü	35
3. KEBAN BARAJ GÖLÜNDE SEVİYE DEĞİŞİKLİĞİ VE ANTROPOJEN ETKİLERİ	36
3.1. Seviye Değişikliği.....	36
3.2. Keban Baraj Gölünde Seviye Değişikliği Analizi	37
3.2.1. Seviye Değişikliğinin Yıllara Göre Değerlendirilmesi.....	38
3.3. Keban Baraj Gölünde Seviye Değişikliği Üzerinde Etkili Olan Faktörler	49

3.3.1. Doğal Faktörler.....	49
3.3.1.1. İklim.....	50
3.3.2. Antropojenik Faktörler.....	52
3.3.2.1. Tarım	52
3.3.2.2. Akarsular Üzerinde İnşa Edilen Barajlar	54
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	56
KAYNAKÇA.....	59
ÖZ GEÇMİŞ	



ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ KEBAN BARAJ GÖLÜNDE SEVİYE DEĞİŞİKLİĞİ VE ANTROPOJEN ETKİLERİ

Mine GÜZEL

Fırat Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü

Coğrafya Anabilim Dalı

Fiziki Coğrafya Bilim Dalı

Elazığ–2022, Sayfa: XIII+60

Keban Baraj Gölü; Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat Bölümünde yer almaktadır. Göl Fırat Nehri üzerinde hidroelektrik enerjisi üretmek amacıyla 1965-1975 yılları arasında Keban Barajının kurulmasıyla ortaya çıkmıştır. Baraj gölünün güney ve doğusunda Elazığ ili, kuzeyinde Tunceli ve Erzincan illeri, batısında ise Malatya ili yer almaktadır.

Türkiye'nin Atatürk Baraj Gölünden sonra en büyük yapay gölüdür. Enerji açısından Türkiye'nin ilk dev yatırımlarından olan Keban Barajı kurulduğu dönemde Türkiye'de üretilen elektriğin %20'sini tek başına karşılamıştır. Keban Baraj Gölünde elektrik üretiminin yanı sıra; o yörede yaşayan insanlar su ürünleri avcılığı, tarım faaliyetlerini de sürdürmektedir. Ayrıca feribotla Tunceli'nin Çemişgezek ve Pertek ilçelerine göl üzerinden ulaşım sağlanmaktadır.

Dünya da ve Ülkemizde son yıllarda etkisi daha çok hissedilen küresel iklim değişikliği nedeniyle yaşamın devamlılığı açısından büyük öneme sahip su kaynakları giderek risk altına girmekte ve yok olmaktadır. Çalışma alanı olan Keban Baraj Gölünde bu durumdan etkilenmiştir.

Ülkemiz için değerli olup, birçok yönden ülke ekonomisine katkısı olan Keban Baraj gölünün gerek doğal gerekse beşeri faktörler nedeniyle seviyesinde değişiklikler yaşanmaktadır. Yaşanan seviye değişikliklerini ortaya çıkarmak, ileride oluşacak sıkıntıları en aza indirmek amacıyla Keban Baraj Gölünde 1985-2020 yılları arasında meydana gelen alansal değişimi LANDSAT uydu görüntüleriyle tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar bilimsel ve coğrafi metotlar içinde yorumlanıp grafik ve haritalarla açıklanmıştır. Baraj gölünün alansal seviye değişimi üzerinde doğal faktörlerin yanında antropojenik faktörler de etkili olmuştur.

Keban Baraj Gölünün 1985-2020 yılları arasında alansal değişiminin tespiti için yapılan analiz sonuçlarına bakmış olduğumuz zaman; 1985-2020 yılları içinde en yüksek alanın görüldüğü yıl 1987 iken en düşük alanın görüldüğü yıl ise 2001 yılıdır.

20.06.1987 yılında (maksimum seviye) gölün seviyesi 845 m olup, kapladığı alan 66.936,1 Ha iken; 06.03.2001 yılında ise (minimum seviye) gölün seviyesi 823 m olup kapladığı alan 42.096,8 Ha 'dır. Maksimum (1987) ile minimum (2001) seviye arasında yükselti farkı 22 m olup buda yaklaşık 24.839,3 Ha'a denk gelmektedir. Alansal değişim farkının en net görüldüğü alanlardan olan Elazığ Uluova civarında 6 km gibi bir fark ortaya çıkmıştır. Alansal değişim farkının bu kadar fazla olması beraberinde riskleride getirmektedir. Örneğin; enerji üretiminde problemlerin yaşanmasının yanı sıra geçimini balıkçılıkla, tarımla sağlayan yöre halkı için tehlike oluşturmaktadır.

Baraj Gölünün bazı yıllarda (1992-2001) aylık alansal değişim analiz sonuçlarına göre ise yağışların arttığı, karların eridiği aylarda seviye yükselirken, yağışların azaldığı kurak aylarda ise seviyede düşmeler yaşanmaktadır.

Keban Baraj Gölünün uzun yıllar (1985-2020) içinde seviyede düzenli bir gidişat bulunmamaktadır. Bazı yıllar seviyede yükselme görülürken, bazı yıllar da ise düşüşler görülmektedir. Göl seviyesinin bu kadar fazla değişmesinde iklim ve antropojenik faktörlerin (barajlar ve tarımsal sulama) büyük etkisi bulunmaktadır.

Suyun kaynağı olan yağışların arttığı yıllarda, aylarda baraj seviyesinde yükselmeler görülürken, yağışın azaldığı kurak yıllarda, aylarda ise baraj seviyesinde düşüşler görülmektedir. Yapılan seviye analizi ile toplam yağışlar birlikte ele alınıp karşılaştırıldığında alansal değişim ile yağışlar arasında doğru orantı olduğu ortaya çıkmıştır. Ancak bazı yıllar yağışların artmasına rağmen seviyede düşüşler görülmektedir. Burada ise antropojenik etkiler devreye girmektedir. Fırat Nehri üzerinde çeşitli amaçlara hizmet etmek amacıyla inşaa edilen barajlarda su toplanmaya başlanması o yıl içinde (Örn; 2014) yağışların yüksekliğine rağmen gölün seviyesinde düşmelere neden olmaktadır. Ayrıca insanların göl kıyısında yaptığı tarım sonucu suyun bilinçsizce kullanılması, göl kıyısında veya seviye çekildiğinde kullanılan atıklar hem seviyeyi etkilerken hemde suyun kirlenmesine neden olan antropojenik faktörlerdendir.

Ülkemiz açısından büyük değere sahip olan Keban Baraj Gölünde, gelecek yıllarda suya özellikle tatlı suya olan ihtiyacın giderek artması, yapılan yatırımların boşa gitmemesi kısacası maddi manevi büyük zararlara, kayıplara maruz kalmamak için kısa sürede önlem alınarak insanlar daha fazla bilinçlendirilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Keban Baraj Gölü, Seviye Değişikliği, Landsat, Antropojen Etkiler



ABSTRACT

Master Thesis

LEVEL CHANGE AND ANTHROPOGENIC EFFECTS

IN KEBAN DAM LAKE

Mine GÜZEL

The University of Fırat

The Institute of Social Science

The Department of Geography

Physical Geography Department

Elazığ-2022; Page:XIII+60

Keban Dam Lake; It is located in the Upper Euphrates Section of the Eastern Anatolia Region. The lake emerged with the establishment of the Keban Dam between 1965-1975 in order to generate hydroelectric energy on the Euphrates River. Elazığ province is located in the south and east of the dam lake, Tunceli and Erzincan provinces in the north and Malatya province in the west.

It is the largest artificial lake in Turkey after Atatürk Dam Lake. One of Turkey's first giant investments in terms of energy, Keban Dam alone met 20% of the electricity produced in Turkey when it was established. In addition to electricity generation in Keban Dam Lake; The people living in that region also carry on fishing and agricultural activities. In addition, there is a ferry to the Çemişgezek and Pertek districts of Tunceli over the lake.

Due to the global climate change, the effect of which has been felt more in the world and in our country in recent years, water resources, which are of great importance for the continuity of life, are increasingly at risk and disappear. Keban Dam Lake, which is the study area, was also affected by this situation.

Keban Dam Lake, which is valuable for our country and contributes to the country's economy in many ways, is experiencing changes in its level due to both natural and human factors. In order to reveal the level changes experienced and to minimize the problems that will occur in the future, the spatial change that occurred in the Keban Dam Lake between 1985 and 2020 was determined by LANDSAT satellite images. The results obtained are interpreted in scientific and geographical methods and explained with graphics and maps. In addition to natural factors, anthropogenic factors were also effective on the areal level change of the dam lake.

When we look at the results of the analysis made to determine the spatial change of Keban Dam Lake between 1985 and 2020; While the year with the highest area in 1985-2020 was 1987, the year with the lowest area was 2001.

In 20.06.1987 (maximum level), the level of the lake was 845 m and the area it covered was 66,936.1 Ha; In 06.03.2001 (minimum level), the level of the lake is 823 m and the area it covers is 42,096.8 Ha. The elevation difference between the maximum (1987) and the minimum (2001) level is 22 m, which corresponds to approximately 24.839.3 Ha. Around Elazığ Uluova, which is one of the areas where the spatial change difference is most clearly seen, a difference of 6 km has emerged. The fact that the spatial change difference is so large brings risks with it. For example; In addition to experiencing problems in energy production, it poses a danger to the local people who make their living from fishing and agriculture.

According to the monthly spatial change analysis results of the Dam Lake in some years

(1992-2001), while the level rises in the months when the precipitation increases and the snow melts, there is a decrease in the level in the dry months when the precipitation decreases.

For many years (1985-2020), Keban Dam Lake does not have a regular course in the level. In some years, there is an increase in the level, while in some years there is a decrease. Climate and anthropogenic factors (dams and agricultural irrigation) have a great impact on the change in the lake level so much.

In years when precipitation, which is the source of water, increases, increases are observed in the dam level in months, while decreases in dam level are observed in dry years and months when precipitation decreases. When the level analysis and total precipitations are considered together and compared, it has been revealed that there is a direct proportionality between the areal change and precipitation. However, in some years, despite the increase in precipitation, there is a decrease in the level. Here, however, anthropogenic effects come into play. The beginning of water collection in the dams built on the Euphrates River to serve various purposes causes a decrease in the level of the lake despite the high rainfall in that year (eg, 2014). In addition, the unconscious use of water as a result of agriculture by people on the lake shore and the wastes used on the lake shore or when the level is drawn are anthropogenic factors that both affect the level and cause pollution of the water.

In the Keban Dam Lake, which has a great value for our country, the need for water, especially fresh water, will increase gradually in the coming years, so that the investments made are not wasted, in short, in order not to be exposed to great material and moral damages and losses, people should be more conscious by taking precautions in a short time.

Key Words: Keban Dam Lake, Level Change, Remote Sensing, Anthropogenic Effects

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.	Keban Baraj Gölünün (Elazığ) ve Yakın Çevresinin Konumu	2
Şekil 2.	Keban Baraj Gölünün (Elazığ) ve Yakın Çevresinin Topoğrafya Haritası	5
Şekil 3.	Keban Baraj Gölünün (Elazığ) ve Yakın Çevresinin Fiziki Haritası	6
Şekil 4.	Araştırmada Kullanılan Materyaller.....	9
Şekil 5.	Keban Baraj Gölünün 1985-2020 Yılları Arasında Alansal Seviye Değişimini Tespit Etmek İçin ArcGIS Üzerinde Yapılan Aşamalar (a,b,c,d,e)	12
Şekil 6.	Keban Baraj Gölünün (Elazığ) ve Yakın Çevresinin Jeoloji Haritası (Bingöl, 1987)	17
Şekil 7.	Keban Baraj Gölünün (Elazığ) ve Yakın Çevresinin Eğim Haritası.....	19
Şekil 8.	İllere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Değerlerinin Değişimi (1985-2020).....	22
Şekil 9.	İllere göre aylık ortalama maksimum sıcaklık değerlerinin değişimi (1985-2020) ..	23
Şekil 10.	İllere Göre Aylık Ortalama Minimum Sıcaklık Değerlerinin Değişimi (1985-2020)24	
Şekil 11.	İllere göre yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin değişimi (1985-2020)	26
Şekil 12.	İllere Göre Aylık Yağış Ortalama Değerlerinin Değişimi (1985- 2020)..	27
Şekil 13.	İllere Göre Yıllık Ortalama Yağış Değerleri (1985-2020).....	29
Şekil 14.	İllere Göre Aylık Ortalama Bağıl Nem Değerlerinin Dağılışı (1985-2020)	30
Şekil 15.	Keban Baraj Gölünün (Elazığ) ve Yakın Çevresinin Hidroğrafya Haritası	34
Şekil 16.	Landsat Uydu Görüntüleri Analiz Sonuçlarına Göre 1985-2020 Yılları Arasında Keban Baraj Gölündeki Alansal Değişim	42
Şekil 17.	Keban Baraj Gölünün 1985-2020 Yılları Arasındaki En Yüksek ve En Düşük Seviyeler (1987-2001) Arasındaki Alansal Değişim	44
Şekil 18.	Keban Baraj Gölünde En Yüksek (20.06.1967) ve En Düşük (06.03.2001) Alansal Değişimin En Belirgin Görüldüğü Yerler	45
Şekil 19.	Keban Baraj Gölünün 1992 Yılı İçerisindeki Aylık Alansal Değişimi	47
Şekil 20.	Keban Baraj Gölünün 1992 Yılı İçerisindeki Aylık Alansal Değişim Haritası	48
Şekil 21.	Keban Baraj Gölünün 2001 Yılı İçerisindeki Aylık Alansal Değişimi	49
Şekil 22.	Keban Baraj Gölünün 2001 Yılı İçerisindeki Aylık Alansal Değişim Haritası .	49

Şekil 23.	Keban Baraj Gölüne Su Gönderen Alanların (Elazığ, Tunceli, Erzincan, Bingöl, Muş, Ağrı) Toplam Yağış Miktarı ile Uydu Görüntüleri Analizleri Sonucu Keban Baraj Gölünün Alansal Değişiminin Değerlendirilmesi (1985-2020)	52
Şekil 24.	Keban Baraj Gölünde Seviyenin Düşmesiyle Tarım Yapılan Alanlar (1987-2001). 54	
Şekil 25.	Keban Baraj Gölünde Uluova Çevresinde Tarım Yapılan Alanların Google Earth Görüntüsü (1987-2001).....	54



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1.	Keban Barajı ile İlgili Genel Bigiler	7
Tablo 2.	Keban Baraj Gölünde 1985-2020 Yılları Arasındaki Alansal Değişimini Tespit Etmek için Kullanılan Landsat Uydu Görüntüleri	10
Tablo 3.	Geçmişten Günümüze Doğru Su Özelliklerinin Çıkarılması Amacıyla Uydudan Türetilmiş İndeksler	11
Tablo 4.	İllere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Değerleri (1985-2020)	22
Tablo 5.	İllere göre aylık ortalama maksimum sıcaklık değerleri (1985-2020)	23
Tablo 6.	İllere Göre Aylık Ortalama Minumum Sıcaklık Değerleri (1985-2020)	24
Tablo 7.	İllere göre yıllık ortalama sıcaklık değerleri (1985-2020)	25
Tablo 8.	İllere Göre Aylık Yağış Ortalama Değerleri (1985-2020)	27
Tablo 9.	İllere Göre Yağışın Mevsimlere Göre Dağılımı (1985-2020)	27
Tablo 10.	İllere Göre Yıllık Ortalama Yağış Değerleri (1985-2020)	28
Tablo 11.	İllere Göre Aylık Ortalama Bağıl Nem Değerleri (1985-2020)	29
Tablo 12.	İllere Göre Yıllık Ortalama Bağıl Nem Değerleri (1985-2020)	31
Tablo 13.	Landsat Uydu Görüntüleri Analizine Göre 1985-2020 Yılları Arasında Keban Baraj Gölündeki Alansal Değişimin Değerlendirilmesi	41
Tablo 14.	Baraj Gölünde En Yüksek ve En Düşük Seviye Arasındaki Fark (1985-2020)	43
Tablo 15.	Keban Baraj Gölünün 1992 Yılında Aylık Olarak Alansal Değişimi	47
Tablo 16.	Keban Baraj Gölünün 2001 Yılı İçerisindeki Aylık Alansal Değişimi	48
Tablo 17.	Keban Baraj Gölüne Su Gönderen Alanların (Elazığ, Tunceli, Erzincan, Bingöl, Muş, Ağrı) Toplam Yağış Miktarı ile Uydu Görüntüleri Analizleri Sonucu Keban Baraj Gölünün Alansal Değişiminin Karşılaştırılması (1985-2020)	51
Tablo 18.	Fırat Nehri Üzerinde Kurulan Barajlar	55

FOTOĞRAFLAR LİSTESİ

Foto 1.	Pertek Kalesinden Keban Baraj Gölüne Doğru Bir Görünüm	2
Foto 2.	Keban Barajının Kurulduğu Alandan Bir Görünüm	3
Foto 3.	Keban Baraj Gölünden Feribot ile Tunceli'nin Pertek ve Çemişgezek ilçelerine ulaşım sağlanmaktadır. Elazığ Kıyısından Pertek İlçesine Yapılan Feribot ile Ulaşım	4
Foto 4.	Keban Baraj Gölü'nde seviyenin düşmüş olduğu dönemlerde oluşan yarımada	39
Foto 5.	Keban Baraj Gölünün Kıyısındaki Seviye Değişimi.....	40
Foto 6.	Keban Baraj Gölünde Seviyenin Düşmesiyle Birlikte Pertek Kalesinden Pertek İlçesine Doğru Bir Görünüm.....	42
Foto 7.	Keban Baraj Gölünde Seviyenin Düştüğü Bazı Yıllarda Pertek İlçesinden Pertek kalesine Yürüyerek Ulaşılmaktadır	43
Foto 8.	Seviyenin Düştüğü Yıllarda Keban Baraj Gölünde Çesitli Büyüklüklerde Adalar Oluşmaktadır	45
Foto 9.	Keban Baraj Gölünün Seviyesinin Düşmesine Bağlı Olarak Pertek Kalesinde Oluşan Seviye Farkının Görünümü.....	46
Foto 10.	Pertek Kalesinden Keban Baraj Gölüne Doğru Seviye Düşmesine Bağlı Olarak Oluşan Adalar	46
Foto 11.	Pertek Kalesinden Seviyesinin Düşmesine Bağlı Olarak Tarım Yapılan Alanlara Doğru Bir Görünüm.....	53
Foto 12.	Keban Baraj gölünün Seviyesinin Düşmesiyle Birlikte Göl Alanında Yapılan Tarım Faliyeti (URL 2)	53

KISALTMALAR

CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
DEM	: Digital Elavation Model
DSİ	: Devlet Su İşleri
HGK	: Harita Genel Komutanlığı
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MNDW	: Modification of Normalised Difference Water Index
MTA	: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
NDWI	: Normalized Difference Water Index
SYM	: Sayısal Yükseklik Modeli
USGS	: United States Geological Survey



1. GİRİŞ

Geçmişten günümüze kadar ve gelecekte de insanların, diğer canlıların yaşamının devamı için dünyada en önemli doğal kaynak sudur. Özellikle Dünyadaki popülasyonun yani nüfusun artması dolayısıyla her geçen gün suya olan gereksiniminde giderek artması demektir. Genel olarak dünya da sular üzerinde ekili olan faktörler yere, mekana, zamana göre farklılık göstermektedir. Ancak en önemli ve en etkili etmen öncelikle iklim yani yağış faktörüdür.

Suyun kaynağı yağıştır. Son yıllarda etkisi daha çok hissedilen küresel iklim değişikliği nedeniyle sıcaklık değerlerinde yükselmeler görülmektedir. Bunun sebebidir gelen ve giden enerji miktarındaki değişimlerdir. Yani sera gazları etkisi ile enerji daha fazla tutulmaktadır. Dolayısıyla bu durum neticesinde yağış miktarları da olumsuz etkilenmektedir.

Yıllara, mevsimlere göre; yağış miktarındaki değişimler sıcaklık değerlerinin değişmesi, nem oranındaki değişimler su alanlarının seviyesini etkilemektedir. Yağışların yüksek olduğu yıllarda veya yağışlı mevsimlerde su alanları için problem oluşturmazken, yağışların düşük olduğu yani kurak zamanlarda su alanlarını besleyen kaynakların azalmasına neden olmakta dolayısıyla suyun seviyesi de azalmaktadır. Bu duruma bağlı olarak da sürekli suyla ilgili sıkıntıların açığa çıkması kaçınılmazdır.

Sular üzerinde etkili olan bir diğer etmen ise Antropojenik faktörlerdir. Artan nüfus, şehirleşme, kirlilik, tarımsal sulama, insanların yanlış arazi kullanım şekilleri (tarım, balıkçılık vb.) ve içme-kullanma suyu temini gibi faktörler sulak alanların su seviyelerinde ciddi kayıplara neden olmaktadır.

Tüm bu olaylar neticesinde, toplumlar özellikle su kaynaklarının kıt olduğu bölgelerde su biriktirmek için yatırımlar yapmak zorunda kalmıştır. Barajlar da günümüzde en önemli ve en geniş anlamı su toplama alanları olarak inşa edilmişlerdir. Suyu bir araya toplamanın yanı sıra, taşkınlardan korunmak, içme/ kullanma suyu, hidroelektrik enerji üretimi, endüstri ve sulama suyu sağlamada, balıkçılık, ulaşım ve canlıların korunması için barajlardan yararlanılmışlardır.

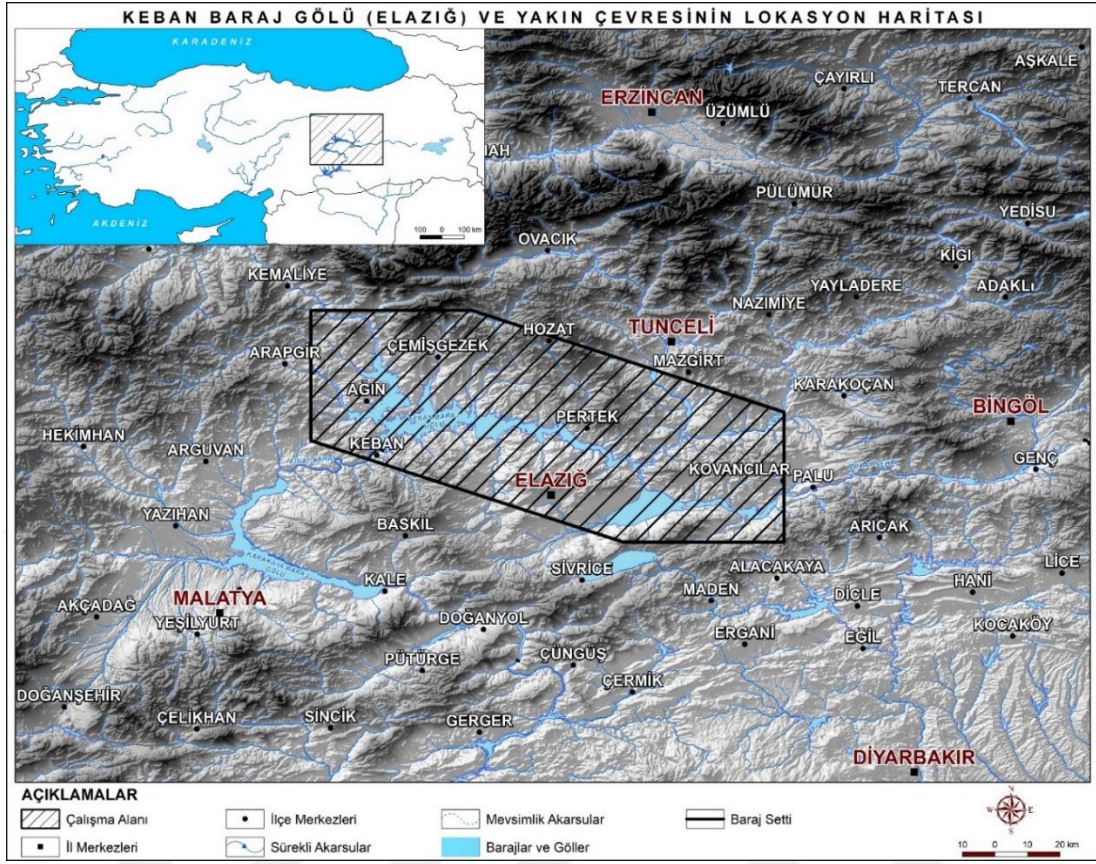
Çalışma alanı olan Keban Baraj Gölünde bu amaçlar doğrultusunda kurulmuş olan önemli baraj gölüdür. Nitekim hidroelektrik enerjisi üretmek için kurulan Keban baraj gölünde aynı zamanda balıkçılık, ulaşım ve tarım yönündende faydalanılmaktadır.

Ancak yukarıda bahsi geçen durumlar yani iklimsel değişimlerden ve antropojenik etkilerden çalışma alanı olan Keban Baraj Gölünde nasibini almıştır. Şöyleki; yıllar içinde görülen iklimsel değişimler Keban Baraj Gölünün alanında ve seviyesinde zaman içinde hidrolojik artışlara veya azalışlara neden olurken, insanların uyguladığı olumsuz etkiler de alanın ve seviyenin değişmesinde etkili olmuştur. Söz konusu değişiklikler yıllar bazında incelendiğinde Keban Baraj Gölünün seviyesinde büyük ölçüde dalgalanmalar görülmektedir. Tüm bu sebepler sonucunda gelecek yıllarda daha fazla kayıba sebebiyet vermemek, doğal, sosyal, ekonomik anlamda büyük zararlara uğramamak ve suyun yani hayatın devamlılığını sağlamak amacıyla alınan önlemlerin artırılması gerekmektedir.

1.1. Araştırma Alanının Yeri Sınırları ve Başlıca Coğrafi Özellikleri

Çalışma alanı olan Keban Baraj Gölü; Doğu Anadolu Bölgesinin Yukarı Fırat Bölümünde yer almaktadır. Fırat Nehri üzerinde 1965 ile 1975 yılları içinde Ülkemizin ilk hidroelektrik barajlarından olan Keban Barajının inşa edilmesiyle Keban Baraj Gölü ortaya çıkmıştır (Foto 1, 2). Fırat Nehri üzerinde kurulan Keban baraj gölünün güney ve doğusunda Elazığ ili, kuzeyinde

Tunceli ve Erzincan illeri, batısında ise Malatya ili yer almaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Keban Baraj Gölünün (Elazığ) ve Yakın Çevresinin Konumu



Foto 1. Pertek Kalesinden Keban Baraj Gölüne Doğru Bir Görünüm

Keban Barajının da üzerinde kurulduğu Fırat Nehri uluslararası nehirlerimizdendir. Yaklaşık 2.800 km uzunluğunda olan Fırat Nehrinin 971 km.'si Türkiye toprakları içerisindedir. Havza alanı 120.917 km²'dir. Nehrin debisi yağmurlu-karlı rejime sahip olup, karların erimesiyle ve yağmur suları ile birlikte Nisan ayından itibaren haziran sonuna kadar nehrin debisi artmaktadır. Yaz mevsimiyle birlikte sıcaklığın artmasına bağlı olarak oluşan kuraklık ile nehrin akım değerini düşürmektedir. Güz döneminde yağın yağmurlarla ve azalan sıcaklıkla birlikte Ekim ve Kasım aylarında hafifçe debi tekrar artmakta, Ocak ve Şubat aylarında ise kar yağışları ve donma nedeniyle ikinci defa nehrin debisi düşmektedir (Atalay, 2000, s. 122 ve 125).

Enerji üretimi bakımından ülkemizin büyük yatırımlarından olan Keban Barajı ise 1965 tarihinde yapılmaya başlanmış 1974 tarihinde öncelikle 4 büyük tribün, 1981 tarihine gelindiğinde ise diğer 4 türbin devreye girmiştir. Keban Barajının toplamda kurulu gücü 1330 Megawatta sahipken yıllık enerji üretimi ise 6 Milyar kWh'dır. Keban Barajı kurulduğu tarihlerde ülkemizdeki üretilen elektriğin %20'sini tek başına üretebilmekteydi (Foto 2). Aynı zamanda Keban Barajının inşa edilmesiyle baraj gölünün suları altında kalacak olan yerleşmelerin bir bölümü taşınmış olup o bölgede yaşayan halk ise başka yerlere göç etmek zorunda kalmıştır.

Keban Barajının kurulduğu alanın 45 km kuzeybatı kısmında Elâzığ İli yer alırken, 65 km kuzeydoğu kısmında Malatya ili yer almaktadır. Keban Barajı Karasu ve Murat nehirlerinin bir araya gelip birleştiği alandan 10 km daha aşağıda nehrin aktığı en dar boğazların birinde yer almaktadır.



Foto 2. Keban Barajının Kurulduğu Alandan Bir Görünüm (URL 1)

Keban Baraj gölü, Ülkemizde Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Şanlıurfa ile Adıyaman illeri arasında inşa edilen Atatürk Baraj Gölü'nden sonra en büyük yapay göldür. Ülkemizde yer alan Doğal göllerle beraber sıralama yaptığımızda Keban Baraj Gölü; Doğu Anadolu Bölgesinde yer alan Van Gölü, İç Anadolu Bölgesinde yer alan Tuz Gölü ve Güney Doğu Anadolu Bölgesinde yer alan Atatürk Baraj Gölünden sonra 4. Büyük gölümüzdür (Tablo 1).

Keban Baraj Gölü 210 m gövde yüksekliğine, maksimum 160 m'de göl derinliği sahiptir. 1985-2020 yılları arasına ait uydu görüntülerinin analizi sonucunda baraj gölünün en yüksek seviyesi 845 m, gölün en yüksek alanı ise 66.936,1 Ha olarak tespit edilmiştir.

Keban Baraj Gölünü besleyen kollardan biri olan Murat Nehri Vadisi boyunca Keban Baraj Gölü 125 km uzunluğa sahiptir. Keban Baraj Gölünün alanı ise o yılın şartlarına göre yer yer farklılık göstermektedir.

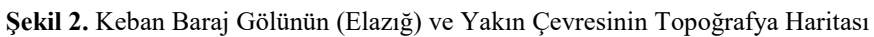
Keban Barajının inşa edilme amacı öncelikle elektrik enerjisi üretimi için olsada; bunun yanında gölün kurulduğu il olan Elazığ ve göle sınırı olan çevre illerinin halkı gölden su ürünleri üretimi ile su ürünleri avcılığı ve yoğun şekilde tarım faaliyetleri yaparak ülke ekonomisine katkı sağlamaktadır. Ayrıca Keban Baraj Gölünün yapımından sonra ulaşım da değişiklik olmuştur. Şöyleki Tunceli'nin Çemişgezek ve Pertek ilçelerine gölün üzerinden feribot ile ulaşım sağlanmaktadır (Foto 3).

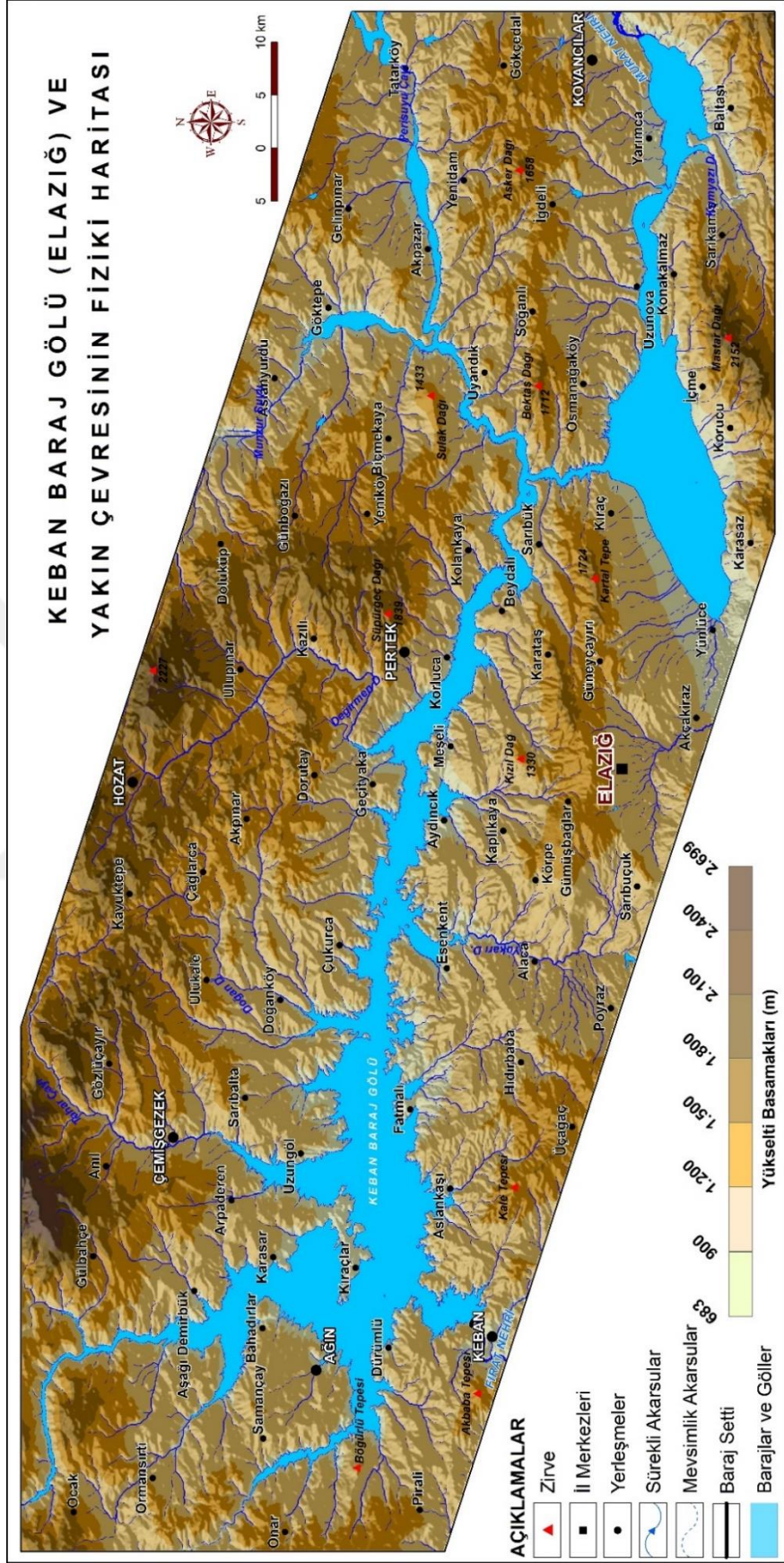
Keban Baraj yapımından sonra çevre üzerinde bazı problemler de ortaya çıkmıştır. Çevresel problemlerden bazıları şunlardır; bazı tarihi eserler kurtarılamayarak sular altında kalmıştır. Baraj inşa edildiğinde yeterli zemin etütleri yapılmadığından dolayı barajdan önemli miktarda su kaçakları yaşanmış, baraj gölünün olduğu alanda yaşayan canlı türleri yok olmuştur. Erozyon nedeniyle verimli topraklar kaybedilmiş ve Keban Gölü havzası toprakla dolarak, barajın ömrü kısalmış ve kirlilik nedeniyle suyun kalitesinde düşmeler yaşanmıştır. Ayrıca o bölgede yaşayan insanlar bulundukları alandan başka yerlere göç etmek zorunda kalmıştır.



Foto 3. Keban Baraj Gölünden Feribot ile Tunceli'nin Pertek ve Çemişgezek ilçelerine ulaşım sağlanmaktadır. Elazığ Kıyısından Pertek İlçesine Yapılan Feribot ile Ulaşım

Çalışma alanı içerisinde en yüksek alanlar; doğusunda Bektaş Dağı 1712 m, güneyinde Kızıl Dağ 1330 m, Kale Tepesi 1497 m, güney doğusunda Mastar Dağı 2152 m, Kuzeyinde Kırmızı Dağ 2227 m, Süpürgeç Dağı 1839 m, kuzey doğusunda Kurt Yalağı Tepesi 2699 m'dir (Şekil 2, 3).





Şekil 3. Keban Baraj Gölünün (Elazığ) ve Yakın Çevresinin Fiziki Haritası

Tablo 1. Keban Barajı ile İlgili Genel Bigiler

Baraj Gölü ile ilgili bilgiler aşağıda sıralanmıştır.	
İli	Elazığ
Akarsu	Fırat
İnşaatın Başlangıç Yılı	1965
İnşaatın Bitiş Yılı	1975
Amacı:	Enerji ve Sulama
Rezervuar Karakteristikleri	
Minimum İşletme Kotu:	813,00 m
Minimum Göl Hacmi:	14,2 x 109 m ³
Minimum Göl Alanı	379,30 km ²
Normal İşletme Kotu	835,00 m
Normal Göl Hacmi	24,7 x 109 m ³
Normal Göl Alanı	582,50 km ²
Maksimum İşletme Kotu	845,00 m
Maksimum Göl Hacmi	30,6 x 109 m ³
Maksimum Göl Alanı	687,31 km ²
Havza Karakteristikleri Havza Alanı	64.100 km ²
Havza Uzunluğu:	425 km
Havza Ortalama Genişliği	125 km
Hidrolojik Karakteristikleri Ortalama Debi	635 m ³ /s
Minimum Günlük Debi	145 m ³ /s ³
Maksimum Günlük Debi	8.416 m ³ /s
Sulama Alanı	80 km ²
Keban Barajı HES Karakteristikleri	
Cebri boru ortalama uzunluğu	Daire kesitli, 5,20 m iç çapında 540 m uzunluğunda
Maksimum brüt düş	207 m
Net proje düşü	177 m
Ünite	8
Santral Kapasitesi	1.100 m ³ /s
Türbin Tipi	Francis düşey eksenli
Ünite Kurulu Güç	155 ve 185 MW
Toplam Kurulu Güç	1.330 MW
Yıllık Enerji Üretimi	6.000 GWh

Kaynak: Enerji Atlasından (URL 2) ve DSI'den Yaralanılmıştır

1.2. Çalışmanın Amacı

Yeryüzündeki insanların yaşamlarını sağlıklı bir şekilde devam ettirmesi öncelikle suyla doğrudan bağlantılıdır. Ne yazık ki biz insanlar yaşamımızda bu kadar öneme sahip suyun devamlı yenilenebilen, sınırsız, hiçbir zaman tükenmeyecekmiş gibi düşünüp bilinçsiz bir şekilde israf etmekteyiz. Ancak bilinçli bir şekilde düşünüldüğünde durumun hiçte böyle olmadığını yani su kaynaklarımızın sınırsız olmadığını, yanlış kullanımla ve kirlenmeyle sonunun geleceği kaçınılmaz bir gerçektir.

Bu tez çalışmasında da; gerek ülkemiz açısından gerekse Elazığ ili ve Baraj gölüne sınırı olan yerleşmeler açısından büyük öneme sahip olan Keban Baraj Gölü'nün 1985-2020 yılları arasında meydana gelen alansal değişimini tespit edip bilimsel çerçevede ve coğrafi metotlara uygun olarak yorumlayıp açıklamaktır. İnceleme alanında hem doğal faktörler hem de beşeri faktörler seviyenin değişiminde büyük rol oynamaktadır.

Suyun insan yaşamındaki önemi dikkate alınarak özellikle son yıllarda etkisi daha çok hissedilen küresel iklim değişikliğinin olası risklerinin en aza indirilmesi için sorunların tanımlanması gibi hedefler çalışmanın amacını belirlemiştir.

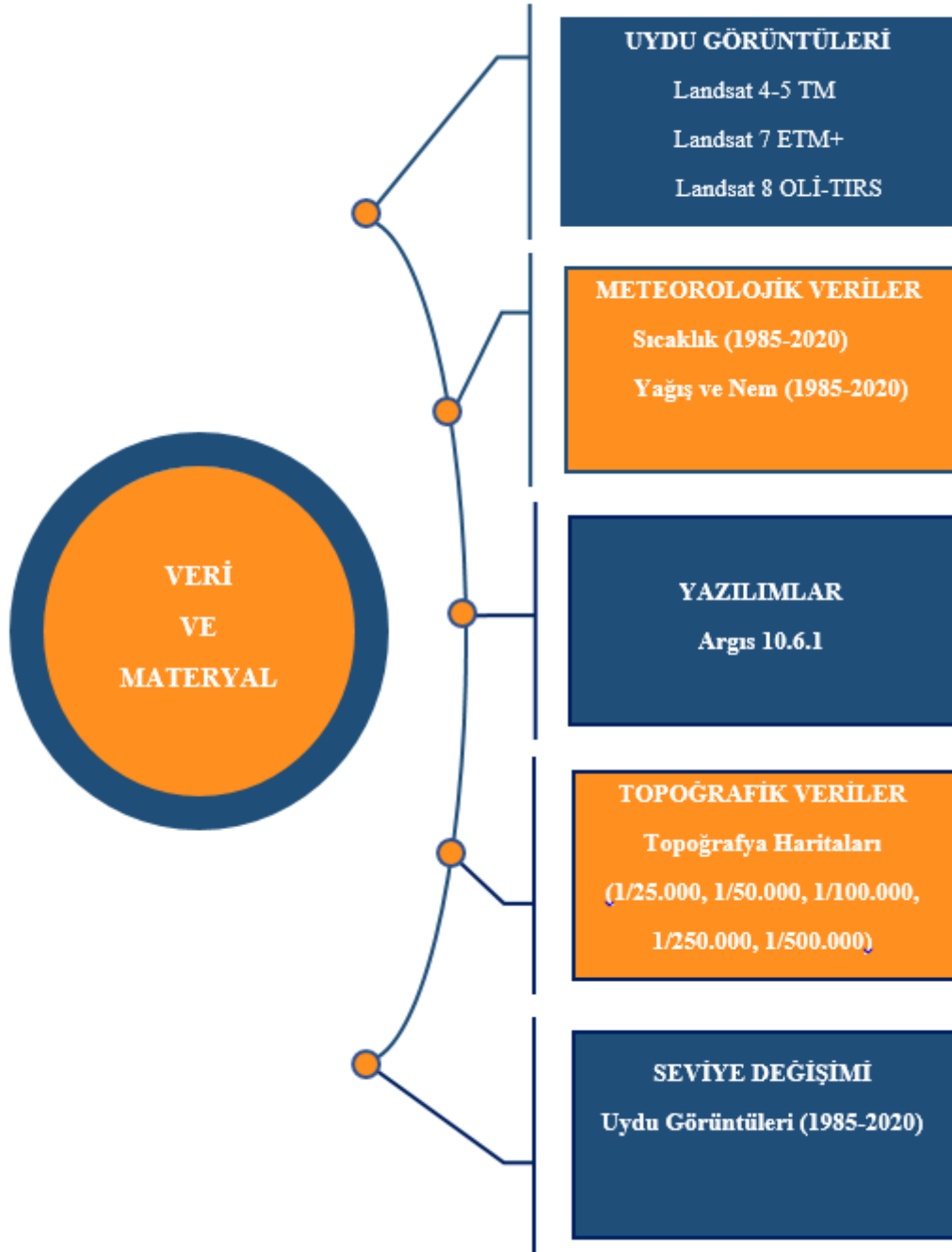
Sonuç olarak Ülkemiz açısından büyük bir öneme sahip olan Keban baraj gölündeki 35 yıllık (1985-2020) bir zaman diliminde meydana gelen değişimleri irdeleyip bu şekilde ayrıntılı bir çalışmanın yapılmamış olması bu alanın seçilmesinde etkili olurken bu değişimlerle ilgili bilgiler detaylı bir şekilde verilmeye çalışılmıştır.

1.3. Metot ve Malzeme

Keban Baraj Gölünün uzun yıllar (1985-2020) içinde alansal değişiminin incelendiği bu araştırmada, bazı kurum ve kuruluşlardan temin edilen veri kaynakları çalışmanın amacına uygun olarak düzenlenmiştir (Şekil 4).

Öncelikle çalışma alanının topoğrafik özelliklerini ortaya çıkarmak için Harita Genel Müdürlüğü'nden Raster tabanlı olarak mevcut olan 1/25.000, 1/50.000, 1/100.000, 1/250.000, 1/500.000'lik topografya haritaları elde edilmiştir. Bu haritaların sayısallaştırılmasıyla birlikte bütün haritalarda altlık olarak kullanılan yerleşim merkezi, yol, akarsu, tepe gibi katmanlar üretilmiştir.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden Elazığ, Tunceli, Erzincan, Bingöl, Muş ve Ağrı illerine ait istasyonlardan 1985-2020 yıllarını kapsayan iklim verileri temin edilmiştir. Bu istasyonlara ait veriler yardımıyla çalışma alanının ve çevresinin ortalama sıcaklık, yağış gibi iklim elemanları ortaya çıkarılarak tablolar ve grafikler oluşturulmuştur.



Şekil 4. Araştırmada Kullanılan Materyaller

1972 yılından itibaren Landsat uydu verileri; dünyadaki kara yüzeylerinin gerek insan kaynaklı, gerekse doğal değişiminin zamansal bazlı olarak gözlenmesine fırsat vermektedir. Klasik gözlem istasyonlarına karşılık, gelişen teknolojiyle birlikte Uzaktan Algılama ile Coğrafi Bilgi Sistemleri teknikleri yardımıyla su kaynakları hakkında tespitlerde bulunmak, su kaynaklarını kontrol etmek, korumak daha kolay ve ekonomik hale gelmiştir. Keban Baraj Gölünün uzun yıllar (1985-2020) içinde alansal değişimini ortaya çıkarmak için UA ve CBS'leri tekniklerinden yararlanılmıştır. Öncelikle 1985-2020 yılları arası Keban baraj Gölü ve yakın

çevresini kapsayan 175 uydu görüntüsü (Landsat 4-5 TM, 7 ETM, 8 OLİ-TIRS) USGS, Earth Explorer web sitesinden temin edilerek temel veri altlığı olarak kullanılmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. Keban Baraj Gölünde 1985-2020 Yılları Arasındaki Alansal Değişimini Tespit Etmek için Kullanılan Landsat Uydu Görüntüleri

Yıl/Ay Maksimum Alan(Ha)	Uydu	Yıl/Ay Minimum Alan(Ha)
14.06.1985	Landsat 4-5 TM	17.08.1985
19.07.1986	Landsat 4-5 TM	7.10.1986
20.06.1987	Landsat 4-5 TM	8.09.1987
24.05.1989	Landsat 4-5 TM	29.09.1989
28.06.1990	Landsat 4-5 TM	2.10.1990
1.07.1991	Landsat 4-5 TM	3.09.1991
19.07.1992	Landsat 4-5 TM	23.10.1992
6.07.1993	Landsat 4-5 TM	10.10.1993
23.06.1994	Landsat 4-5 TM	27.09.1994
26.06.1995	Landsat 4-5 TM	16.10.1995
12.06.1996	Landsat 4-5 TM	2.10.1996
15.06.1997	Landsat 4-5 TM	19.09.1997
18.06.1998	Landsat 4-5 TM	24.10.1998
21.06.1999	Landsat 7 ETM	27.10.1999
23.06.2000	Landsat 7 ETM	14.11.2000
10.06.2001	Landsat 7 ETM	1.11.2001
2.07.2003	Landsat 7 ETM	6.10.2003
18.06.2004	Landsat 7 ETM	22.09.2004
10.07.2006	Landsat 7 ETM	28.09.2006
27.06.2007	Landsat 7 ETM	1.10.2007
28.05.2008	Landsat 7 ETM	4.11.2008
5.07.2010	Landsat 7 ETM	10.11.2010
8.07.2011	Landsat 7 ETM	28.10.2011
27.06.2013	Landsat 8 OLİ-TIRS	15.09.2013
14.06.2014	Landsat 8 OLİ-TIRS	17.08.2014
1.06.2015	Landsat 8 OLİ-TIRS	20.08.2015
8.07.2017	Landsat 8 OLİ-TIRS	10.09.2017
25.06.2018	Landsat 8 OLİ-TIRS	29.09.2018
28.06.2019	Landsat 8 OLİ-TIRS	2.10.2019
29.05.2020	Landsat 8 OLİ-TIRS	4.10.2020

Keban Baraj Gölü'nün 1985-2020 yılları arasındaki alansal değişiminin tespiti için yapılan

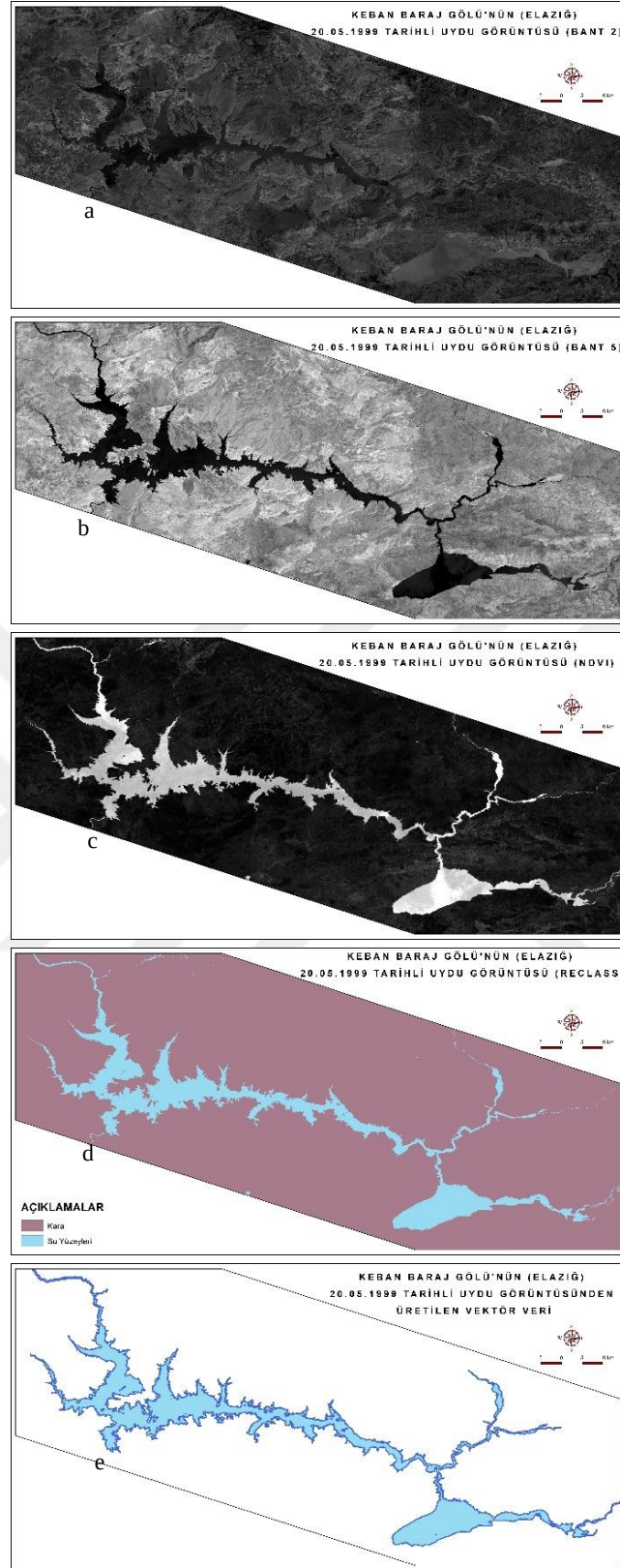
işlemler aşağıda sırasıyla belirtilmiştir.

1. Uzaktan algılama programları yardımıyla çalışma alanını kapsayan uydu görüntüleri ArcGIS programına aktarılmış olup, uydu görüntülerinin her birine tek tek açık su yüzeylerini öne çıkaran bitki örtüsünden, topraktan ve yerleşim alanlarından gelen gürültüyü maskeleyen NDWI (Normalized Difference Water Index) indeksi analizi yapılmıştır. (Tablo 3, Şekil 5 a-b).
2. NDWI analizi sonucunda elde edilen Raster formatındaki veriye yeniden sınıflandırma yapıldı (Reclass) (Tablo 3, Şekil 5 c-d).
3. Yeniden sınıflandırma sonucuna göre elde edilen Raster tipindeki veri formatı Vektör veri formatına dönüştürülerek Keban Baraj Gölünün sınırları oluşturmuş olduğumuz veri tabanında düzenli olarak toplandı (Tablo 3, Şekil 5 e).
4. Analizler sonucunda Keban Baraj Gölü'nün alansal olarak değişimi tespit edildi. Bu veriler doğrultusunda yıllar (1985-2020) arasında yıllık, aylık alansal değişim haritaları, grafikler ile tablolar oluşturuldu. Ayrıca baraj gölünün alansal değişimi ile yağış arasındaki ilişki açıklandı.

Tablo 3.Geçmişten Günümüze Doğru Su Özelliklerinin Çıkarılması Amacıyla Uydudan Türetilmiş İndeksler

İNDEKSLER	FORMÜL	AÇIKLAMA	YIL	REFERANSLAR
Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü Endeksi (NDVI)	$NDVI = (band\ 4 - band\ 3) / (band\ 4 + band\ 3)$	Suyun negatif değeri var	1973	J. Rouse , RH Haas, JA Schell , D. Deering
Normalleştirilmiş Fark Su Endeksi (NDWI)	$NDWI = (band\ 2 - band\ 4) / (band\ 2 + band\ 4)$	Suyun pozitif değeri var	1996	S.K. McFEETERS
Normalleştirilmiş Fark Nem Endeksi (NDMI)	$NDMI = (band\ 4 - band\ 5) / (band\ 4 + band\ 5)$	Suyun pozitif değeri var	2002	Emily Hoffhine Wilson ve Steven A Sader
Değiştirilmiş Normalleştirilmiş Fark Su Endeksi (MNDWI)	$MNDWI = (band\ 2 - band\ 5) / (band\ 2 + band\ 5)$	Suyun pozitif değeri var	2006	Hanqiu Xu
Su Oranı Endeksi (WRI)	$WRI = (band\ 2 - band\ 3) / (band\ 2 + band\ 3)$	Su kütlelerinin değeri 1'den büyük	2010	Li Shen ve Changchun Li
Otomatik Su Ekstraksiyon Endeksi (AWEI)	$AWEI = 4 \times (band\ 2 - band\ 5) - (0.25 \times band\ 4 + 2.75 \times band\ 7)$	Suyun pozitif değeri var	2014	Gudina L. Feyisa , Henrik Meilby, Rasmus Fensholt, Simon R. Proud

***Landsat görüntülerinde: Yeşil = Bant 2
Kırmızı = Bant 3
NIR (yakın kızılötesi) = Bant 4
MIR (orta kızılötesi) = Bant 5
SWIR (kısa dalga -infrared) = Bant 7



Şekil 5. Keban Baraj Gölünün 1985-2020 Yılları Arasında Alansal Seviye Değişimini Tespit Etmek İçin ArcGIS Üzerinde Yapılan Aşamalar (a,b,c,d,e)

Sonuç olarak elde edilmiş tüm veriler yorumlanarak “Keban Baraj Gölünde Seviye Değişikliği ve Antropojen Etkileri” başlıklı tez çalışması tamamlanmıştır.

1.4. Konu ile İlgili Çalışmalar

“Keban Baraj Gölünde Seviye Değişikliği ve Antropojenik Etkileri ” adlı bu çalışmada konuyla, yöntemle ve araştırma alanıyla ilgili birçok önemli çalışma bulunmaktadır. Çalışma konusunun öneminden dolayı uluslararası literatürde karşılığı çok fazla bulunan çalışma yer almaktadır. Ayrıca, çalışma alanı olan Keban Baraj Gölüyle ilgili farklı bilim dallarında yayınlar da bulunmaktadır. Ancak bu kaynaklardan faydalanılmakla birlikte bütün kaynakların bu bölümde değerlendirilmesi mümkün olmamaktadır. Bu kaynaklar konu ile ilgili ve araştırma sahası olan Keban Baraj Gölüyle ilgili bazı çalışmalar aşağıda anlatılmıştır.

Hanqiu Xu 2006, “**Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery**” adlı çalışmasında McFeeters’in normalize edilmiş fark su indeksi (NDWI)'nin bazı eksikliklerine karşılık NDWI formülünü değiştirerek MNDWI formülünü geliştirmiştir. MNDWI suyun daha fazla iyileştirilmesi, yerleşik arazi, toprak ve bitki örtüsünün tüm negatif değerlerini önemli ölçüde bastırıp hatta ortadan kaldırıldığı için açık su özelliklerinin daha doğru bir şekilde çıkarılmasına neden olmaktadır fikrini ortaya atmıştır.

Mcfeeters, S. 1996, “**The Use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the Delineation of Open Water Feature**” adlı çalışmasında açık su özelliklerini tanımlamak ve uzaktan algılanan dijital görüntülerin varlıklarını geliştirmek için Normalleştirilmiş Su Farkı Endeksi (NDWI) yöntemini bularak kullanmıştır. NDWI, toprak ve karasal bitki örtüsü özelliklerinin varlığını ortadan kaldırırken bu tür özelliklerin varlığını geliştirmek için yansıyan yakın kızılötesi radyasyon ve görünür yeşil ışığı kullanır. NDWI'nin ayrıca araştırmacılara uzaktan algılanan dijital verileri kullanarak su kütlelerinin bulanıklık tahminlerini sağlayabileceği önerilmektedir.

Kshitijmishra ve Ark. 2015, “**Automatic Extraction of Water Bodies from Landsat Imagery Using Perceptron Model**” adlı çalışmalarında Dünyada su kütlelerini uzaysal, spektral ve zamansal özelliklere göre değişen farklı uydu görüntülerinden ayırmak için oluşturulan çeşitli yaklaşımlara ek olarak su kütlelerini uzaktan algılama verilerinden çıkarmak için otomatik bir yöntem (perceptron modeli) ortaya çıkarmışlardır. Önerilen yöntem, ETM verilerini kullanarak suyu su olmayan özelliklerden doğru ve hızlı bir şekilde ayırt ettiklerini ifade etmişlerdir.

Tri Dev Acharya Ve Ark. 2016, “**Identification of Water Bodies in a Landsat 8 OLI Image Using a J48 Decision Tree**” adlı çalışmalarında Landsat 8 OLI görüntülerinden yansıma bantlarını kullanıp su kütlelerinin belirlenmesinde bir J48 karar ağacının (JDT) potansiyelini araştırmışlardır.

Gudina L. Feyisa Ve Ark. 2013, “**Automated Water Extraction Index: A new technique for surface water mapping using Landsat imagery**” adlı çalışmalarında Landsat görüntüleri, su kaynaklarının uzaktan algılanmasında en yaygın kullanılan veri kaynakları arasındadır ve birkaç yüzey suyu çıkarma tekniği bulunmaktadır. Ancak bu teknikler bazı durumlarda başarısız sınıflandırma oluşturmaktadırlar. Bu nedenle diğer sınıflandırma yöntemlerinin genellikle doğru şekilde sınıflandırmada başarısız olduğu gölge ve karanlık yüzeyler içeren alanlarda sınıflandırma doğruluğunu iyileştiren yeni bir Otomatik Su Çıkarma

Endeksi (AWEI) sunmuşlardır. Bu yeni yöntem ile (AWEI), özellikle arazinin neden olduğu derin gölgenin önemli bir sınıflandırma hatası kaynağı olduğu dağlık alanlarda, yüksek doğrulukla su çıkarmak için kullanılabilir olduğunu açıklamışlardır.

Zhiqiang Du Ve Ark. 2012, **“Estimating Surface Water Area Changes Using Time-Series Landsat Data in the Qingjiang River Basin, China”** adlı çalışmalarında Qingjiang Nehri havzasının 1973 ile 2010 yılları arasındaki MSS, TM ve ETM+zaman serisi Landsat verilerine dayalı on dokuz oranlı su bilgisi ayıklama verilerini (NDWI ve MNDWI görüntüleri) hesaplayıp su alanını mekansal ve zamansal dağılımını ele alıp açıklamışlardır.

Ataol 2010, **“Burdur Gölü’nde Seviye Değişimleri”** adlı çalışmada Burdur ili il Isparta il arasında yer alan Burdur Gölü, mevcut olan suyunu 1987’den beri ne kadar kaybettiğini, bunun nedenlerini açıklayıp su kaybının engellenmesi için öneriler getirmiştir.

Erdoğan Ve Ark. 2014 **“Baraj Göllerinde Su Seviyelerinin Uzaktan Algılama ve CBS İle Tahmini ve İzlenmesi: Adana Seyhan Baraj Gölü Örneği”** adlı çalışmalarında Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknolojilerini kullanarak iklim değişikliğinin neden olduğu kuraklık yüzünden su seviyelerinin değişimini inceleyip ele almışlardır.

Akgül ve Çetin 2017, **“Baraj gölü su kotunun Landsat 8 uydu görüntüleri kullanılarak tahmin edilmesi”** adlı çalışmalarında küresel iklim değişikliği sonucunda su kaynakları üzerinde olumsuz etki oluşturmaktadır. Bu nedenle su kaynaklarının korunması ve kontrol edilmesi için tüm su kaynaklarının izlenmesini gerekli olup yüzey alanlarının ve rezervuar su kotlarının belirlenebilmesi için uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemlerinden (CBS) yararlanılarak sonuçlar elde edilmiş ve önerilerde bulunmuşlardır.

Şener 2016, **“Burdur Gölü Yüzey Suyu Sıcaklığı Mevsimsel Değişiminin Landsat 8 Uydu Görüntüleri Kullanılarak Belirlenmesi”** adlı çalışmada Burdur Gölünde yaşanan su seviyesindeki azalma dolayısıyla gölün seviyesinin azalması nedeniyle göl yüzey alanının ve su hacminin değerlerinde önemli miktarlarda düşüşler gözlenmiştir. Landsat 8 Uydu Görüntüleri yardımıyla Burdur Gölü’nün yüzey alanı oranı ve yüzey suyu sıcaklık değerleri ortaya çıkarılmıştır. Elde edilen sonuçlar neticesinde açıklamalarda bulunulmuştur.

Kaplan ve Ark. 2016, **“Landsat Uydu Görüntüleri Kullanılarak Kuraklık İzlenmesi (Akşehir Gölü Örneği)”** adlı çalışmalarında İklim değişikliği, aşırı ve bilinçsiz su kullanımı nedeniyle göller kuraklıkla başbaşa kalmaktadır. Bu nedenle uzaktan algılama kullanılarak Akşehir Gölü’nde zamana bağlı kuraklık izlenmesi yapılmış ve öneriler getirilmiştir.

Karen Kie Yan Chan Ve Bing Xu 2013 **“Perspective on remote sensing change detection of Poyang Lake wetland”** adlı çalışmalarında geleneksel izleme yöntemine göre daha ucuz ve hızlı olan Uydu görüntüleri yardımıyla Poyang Gölü’ndeki potansiyel olarak hızlı su seviyesi değişikliklerini gözlemleyerek öneriler sunmuşlardır.

Mohammad Ashraf Verabeya Nawaz 2015 **“A Comparison of Change Detection Analyses Using Different Band Algebras for Baraila Wetland with Nasa’s Multi-Temporal Landsat Dataset”** adlı çalışmalarında Baraila sulak alanının çok zamanlı landsat görüntülerinden Normalize Edilmiş Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI), Normalleştirilmiş Fark Su İndeksi (NDWI), Modifiye NDWI (MNDWI) ve Normalleştirilmiş Fark Nem İndeksi (NDMI) gibi farklı bant cebirleri kullanılarak sulak alan özellik çıkarılıp karşılaştırma yapılarak elde edilen sonuçlar neticesinde öneriler getirilmiştir.

Güneş, 2006 **“Karasu (Fırat) Havzasının Su Potansiyeli ve Değerlendirilmesi”** adlı çalışmada Fırat Nehrinin kollarından olan Karasu Nehrinin su potansiyel durumu ortaya

ıkarıp bu potansiyel üzerinde etkili olan fiziki etmenlerin akarsu yapısına etkisi akım değerleriyle açıklamıştır. Sonuç olarak ise Karasu nehrinin akım değerlerini yalnızca iklimsel faktörlerle açıklamanın eksik olacağını buun yanında o alanın litolojik özelliklerinin de akım değerleri üzerinde büyük öneme sahip olduğunu açıklamıştır.

Kısıtlamalar ve Sınırlamalar

“Keban Baraj Gölünde Seviye Değişikliği ve Antropojen Etkileri” başlıklı yüksek lisans tezinin hazırlanmasında bazı güçlüklerle karşılaşılmıştır. Bu güçlüklerin en başında bazı verilerin eksikliği veya olmaması gelmektedir. Bunlar aşağıda maddeler halinde verilmiştir:

1.Keban Baraj Gölünün stratejik öneminden ve güvenlik nedeniyle Devlet Su İşlerinden (DSİ) bazı verilerin temin edilememesi.

2. Alansal değişim analizi yapılırken, gölün alanına ait uydu görüntülerinin bazılarının bozuk veya bulutlu olması nedeniyle bazı aylara ve yıllara ait gölün alansal durumunun tespit edilememesi.



2. DOĞAL ORTAM ÖZELLİKLERİ

Bu bölümde inceleme alanının jeolojik, jeomorfolojik, iklim ve hidrografik özellikleri incelenmiştir.

2.1. Jeolojik ve Jeomorfolojik Özellikler

Jeomorfolojik özelliklerin kazanılmasında etkili olan en önemli faktörü Jeolojik özellikler oluşturmaktadır. Çalışma alanı olan Keban Baraj Gölü Doğu Anadolu Bölgesinde yer almakta ve geniş alan kapladığından dolayı litolojik birimler bakımından farklılık göstermektedir.

Doğu Anadolu Bölgesi, Neotektonik dönemle birlikte sıkışarak yükselmeye başlamıştır. Tektonik hatlar boyunca volkanik olaylar meydana gelirken, bu hareketler bölgenin yüksek ve engebeli bir görünüm kazanmasını sağlamıştır. Yükselen sahalarda dağlık alanlara, çöken sahalarda ise ova tabanına karşılık gelmektedir. Ayrıca volkanik olaylar neticesinde geniş plato sahaları ve bu plato sahaları üzerinde yükselen volkanik koniler oluşmuştur (Güneş, 2006 141-163).

Fırat Nehri üzerinde yer alan barajların bulunduğu arazinin temel kayası metamorfik serilerden oluşmakta ve jeolojik olarak ise Pötürge masifi bünyesinde ele alınmaktadır. İki farklı metamorfizmanın ürünü olan bu kayalar, alt birlik kayalar ve üst birlik kayalar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Alt birlik kayalar, gnays, amfibolit, serpantin ve hornblend oluşurken; üst birlik kayaları ise, daha çok rezervuar'da yaygın olup fillit, mikasit, mikagnays ve mermerlerden oluşur. Söz konusu metamorfikler, kuzeyden güneye doğru sürüklenmiş olup, Fırat nehrinin batısında Eosen yaşlı serilere Doğusunda ise Miosen yaşlı marnlı serilere bindirmiştir. Sert dayanımlı, seyrek açık çatlaklı temel kayalar yüksek bir taşıma gücüne sahiptir ve aşınmaya karşı dirençlidir (Yıldırım, 2006).

Fırat Nehri, Pleistosen dönemi boyunca taban düzeyi değişimlerinin etkisiyle menderesleriyle beraber olduğu gibi gömülerek dayanıklı kayalar içerisinde epijenik (Yarma) boğazlar oluşturmıştır. Dolayısıyla bu durum neticesinde oluşan epijenik (Yarma) boğazlar büyük barajların inşa edildiği alanlar olmuştur (Erol ve diğ., 1987; Tonbul 1985 ve 1987).

Çalışma alanı olan Keban Baraj Gölü'nün çevresindeki jeolojik birimlere baktığımızda; Paleozoyik, Mesozoyik ve Senozoyik dönemlere ait alt birimler yer almaktadır. Çalışma alanının genellikle ova kısmında (Uluova, Elazığ Ovası, Baltaşı Ovası, Kovancılar Ovası vb.) Kuvaterner (Alüvyal) dönemine ait araziler dikkat çekmektedir (Şekil 6).

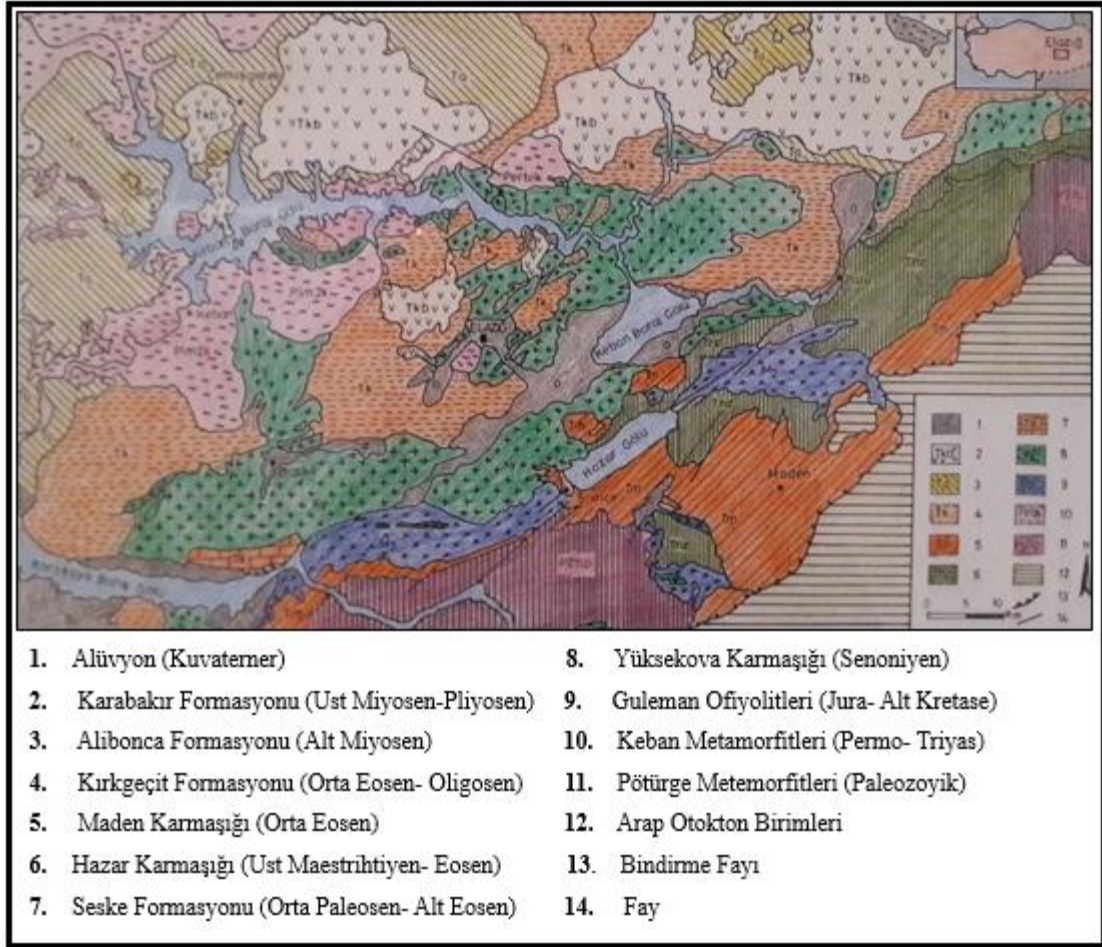
Baraj aksı olarak seçilecek yerler; jeolojik açıdan da uygunsa vadinin en dar olduğu yer olmalıdır. Keban Barajının aksının inşa edildiği boğaz da bir anda daralmaktadır. Bu alanın sağ tarafı ve sol tarafı çıplak olup kayalarla çevrilidir. Keban Barajı bulunduğu alan birçok tektonik olaya maruz kalmış olup Paleozoik döneme ait metamorfik kayalardan oluşmuştur. Barajın üst yapısı böyle bir temel üzerine oturmaktadır. En üst kısımda beyaz ve pembe renkli karstik erime boşluklu mağaralı kalker yer alırken buna ek olarak mermerlerin geniş mozaik verdiği zeminin altında kalkışit ve dolomitik siyah kalker tabakaları yer almaktadır. Bu formasyonlar çok sayıda büyük ve küçük ölçüde fay ve kırık sistemleriyle parçalanmıştır. Büyük faylardan bir tanesi zeminin 110 m. kadar düşmesine neden olmuştur. Bütün bu durumlar barajın yapıldığı yıllarda suyun yerleştiği havzanın temel yapısının uygun olmadığını göstermiştir (Çetin, 1994).

Hatta baraj inşa edildikten sonra jeotermal ısı ve basınçla erimiş olan kalkerlerden dolayı oldukça fazla su kaçağı tespit edilmiştir. Ortaya çıkan bu tünelleri kapatmak için oldukça fazla emek ve para harcanmıştır (Özgen, 1984).

Baraj gölü dip yapısını ise barajın bulunduğu en derin yer olan alanı şist oluştururken, bu alanın dışını kalker oluşturmaktadır. Temel formasyon olan Kalker baraj Gölü'nün yer aldığı kesimlerde değişkenlik göstermektedir. Şöyleki; Baraj Gölü sağ sahilden sol sahile doğru meyilli olarak devam eden ve gittikçe derinleşen bir şist tabakası üzerine oturmaktadır (Çetin, 1994).

Arapgir formasyonu olarak ifade edilen birinci jeolojik zamana ait (paleozoik) formasyon siyah, gri renkli, orta ve kalın derecede tabakalı ve kıvrımlı kireçlerden oluşmuş olup, bu formasyon baraj yerinin kuzey batısında ve rezervuarda Arapgir Deresi'nin kaynak kısmında her iki yamaçta görülür (Çetin, 1994).

Nimri formasyonu olarak ifade edilen ve genellikle mikaşist, kalkışist kalın tabakalı kireçtaşı dolomit birimlerinin ardalanmasıyla oluşan bu formasyon Keban Baraj yerinin yaklaşık 3-3,5 km kuzeyinde ve Fırat Nehri'nin sağ kısmında görülmektedir (DSİ-1982).



Şekil .6 Keban Baraj Gölünün (Elazığ) ve Yakın Çevresinin Jeoloji Haritası (Bingöl, 1987)

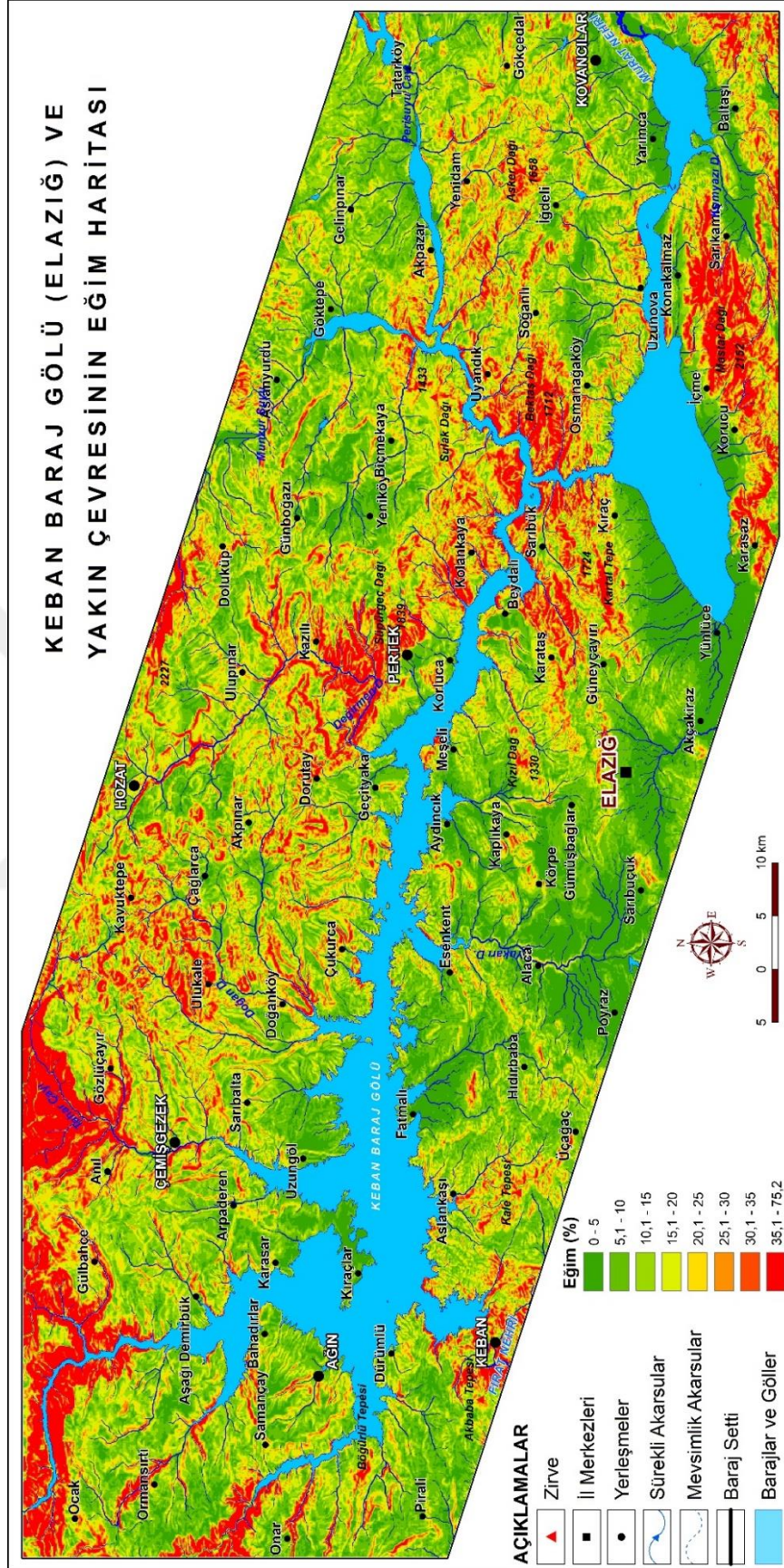
İç ve dış etmen ve süreçlerin karşılıklı faaliyetleri sonucunda yeryüzü şekilleri oluşmakta ve gelişimini tamamlamaktadır. Yeryüzü şekillerinin oluşumunda iç etmenlerden yapı ve litolojinin etkili olmasına karşılık dış etmenler topoğrafya şekillerinin oluşmasında ve gelişmesinde daha etkili olmaktadır (Erinç, 1982). Çalışma Alanı olan Keban Baraj Gölü ve çevresinin şekillenmesinde de iç ve dış etmenler etkili olmuştur.

Doğu Anadolu Bölgesinin, genel olarak ana morfolojik karakteri ve diğer bölgelerden ayıran en önemli özelliği yükseltisinin fazla olmasıdır (Erinç, 1953). Keban Baraj gölünün çevresi

genellikle yüksek dağlık tepelik alanlardan oluşmaktadır. Alçak ovalık kesimlerin büyük bir bölümü ise göl alanının altında kalmıştır.

Bir yerin eğim özellikleri o sahanın topoğrafyasının genel karakterini, jeomorfolojik yapısının çözümlenmesini ve yerşekillerinin tespiti açısından oldukça önemlidir. (Özşahin, 2018). Çalışma alanının eğim haritasına göre; eğim değerlerinin düşük olduğu alanlar ova alanlarına denk gelmektedir. Örneğin; Uluova, Elazığ Ovası, Baltaşı, Yarımca ve Kovancılar ovalarında eğim değeri % 0-5 derece arasında değişmektedir. Eğimin arttığı alanlar ise; yüksek dağlık alanlara denk gelmektedir. Örneğin; Mastar Dağı, Kartal Tepe, Bektaş Dağı, Asker Dağı, Süpürgeç Dağında eğim değeri % 31,1-75,2 derece arasında değişmektedir (Şekil 7).





Şekil 7. Keban Baraj Gölünün (Elazığ) ve Yakın Çevresinin Eğim Haritası

2.2. İklim Özellikleri

İklim, yeryüzündeki bütün canlılar toplumunu etkileyebilme gücüne sahipken, iklimden dolayı başlayan herhangi bir değişme bütün canlı toplumunda da değişikliğe yol açmaktadır.

Türkiye'de coğrafi faktörler çeşitlilik göstermektedir. Ülkemiz Genel olarak yüksek dağlıktır. Ortalama 1132 m olup, yükselti batıdan doğuya doğru artmaktadır. Doğu Anadolu Bölgesi de bu durumdan dolayı ülkemizin en yüksek bölgesi olma özelliğine sahiptir. Yeryüzü şekillerinin değişkenlik göstermesi yöresel klima alanlarının belirmesine neden olmuştur.

Çalışma alanı olan Keban Baraj Gölü, Ülkemizin Doğu Anadolu Bölgesi sınırları içinde yer almaktadır. Karasal iklim özelliklerinin hakim olduğu çalışma alanı kendine ait özelliklere sahiptir. Karasal iklimin belirgin özelliği uzun, şiddetli ve karlı kışların, sıcak fakat daha kısa bir yaz mevsiminin görülmesidir. Ancak bu genel koşullar inceleme alanında oldukça farklılıklar göstermektedir.

Çalışma alanı ve çevresinde kışın kutupsal yazın ise tropikal kökenli hava kütleleri faaliyetlerini sürdürmektedir. Bunun bir sonucu olarak da sahada yazın frontoliz, İlkbahar ve Kışın ise frontojenez olayları etkilidir. Fakat coğrafi konuma bağlı olarak polar hava kütlelerinin sahaya Sonbaharın ancak Kasım ayı ortalarında sokulabilmeleri, ilkbaharda ise hemen Mart ayı ortalarından itibaren kuzeye doğru çekilmeleri, bu çevredeki kış mevsiminin daha kısa sürmesine yol açarken yine bu dönemde yörenin batı yönlü ve Akdeniz kökenli siklonlar tarafından sıkça yoklanması sonucu, durgun hava gidişi bozulmakta ve böylece sahadaki kış mevsimi Doğu Anadolu Bölgesi'nin diğer kesimlerine göre daha ılıman geçmektedir (Erinç,1953 ve Tonbul, 1990).

Tüm bu faktörlere bağlı olarak Elazığ ve çevresinde oldukça karakteristik bir yöresel klima dikkati çekmektedir. Bu iklim genel özellikler açısından Akdeniz iklim tipine yer yer benzerlikler göstermekle birlikte içinde yer aldığı Doğu Anadolu Bölgesi'nin karasal iklim özelliklerinden de bir türlü soyutlanamamaktadır. Dolayısıyla Elazığ ve çevresinde görülen bu iklimin karakter açısından ancak Akdeniz iklimi ile karasal iklim arasında bir geçiş özelliği gösterir. Bu geçiş tipi iklimi “Karasallıkla Genel Karakteri Bozulmuş Akdeniz İklimi” şeklinde ifade edebiliriz (Tonbul,1985 ve 1990).

Keban baraj gölünün seviyesini etkileyen doğal etmenlerden biri olan iklim baraj gölü seviyesi için büyük öneme sahiptir. Bu anlamda da çalışma alanı olan Keban Baraj Gölü alanının ve baraj gölüne yakın olan çevredeki iklim özellikleri ortaya çıkarılmaya çalışılırken 1985 ile 2020 yılları arasında Elazığ, Tunceli, Erzincan, Bingöl, Muş, Ağrı illerinin Meteoroloji istasyonlarının sıcaklık yağış ve nem rasat verilerinden yararlanılmıştır.

2.2.1. Sıcaklık

Su kaynakları üzerinde önemli bir etkiye sahip olan sıcaklık buharlaşmayı, seviyenin artıp/azalmasını, yüzeysel akıma geçen su miktarını etkileyen önemli etmenlerden biridir. Dolayısıyla Keban Baraj gölü yakın çevresinin ve baraj gölünün seviyesini iklimle birlikte açıklayabilmek için Elazığ, Tunceli, Erzincan, Bingöl, Muş, Ağrı illerinin 35 yıllık (1985-2020) meteoroloji verileri incelenip tablo ve grafik haline getirilip açıklanmıştır.

Elazığ ili Meteoroloji İstasyonunun son 33 yıllık (1985-2020) meteoroloji verilerini incelendiğimizde Elazığ ve çevresinin yıllık ortalama sıcaklık değeri 13,4 °C iken en sıcak ay olan temmuz ayı ortalama değeri 27,4°C, en düşük sıcaklığa sahip olan ocak ayı ortalaması ise -

0,1 °C'dir (Tablo 4, Şekil 8).

Elazığ ili ve çevresinde aylık ortalama maksimum sıcaklık değerleri en düşük olan ocak ayı 3,8 °C, en yüksek temmuz ayı 35 °C iken aylık ortalama Minimum sıcaklık değerleri en düşük olan şubat ayı -2,6 °C, en yüksek temmuz ayı 19,1 °C'dir (Tablo 5, 6, Şekil 9,10).

Elazığ ilinin yıllara göre ortalama sıcaklık değerleri incelendiğinde ise ortalama sıcaklık değerlerinde dalgalanmalar görülmektedir yüksek ortalama sıcaklık 2010 yılında sıcaklık 15,6 °C iken, en düşük ortalama sıcaklık 1992 yılında 10,3 °C'dir (Tablo 7 Şekil 11).

Tunceli ili Meteoroloji İstasyonunun son 35 yıllık (1985-2020) verilerini incelediğimizde; Tunceli ve çevresinin yıllık ortalama sıcaklık değeri 13,1 °C iken en sıcak ay olan temmuz ayı ortalama değeri 27,4°C en düşük sıcaklığa sahip olan ocak ayı ortalaması -1,2 °C'dir (Tablo 4, Şekil 8).

Tunceli ili ve çevresinde aylık ortalama maksimum sıcaklık değerleri en düşük olan ocak ayı 3,4 °C, en yüksek ağustos ayı 35,7 °C iken aylık ortalama Minimum sıcaklık değerleri en düşük olan şubat ayı -4,8 °C, en yüksek temmuz ayı 19,1 °C'dir (Tablo 5, 6, Şekil 9,10).

Tunceli ilinin yıllara göre ortalama sıcaklık değerleri incelendiğinde ise ortalama sıcaklık değerlerinde dalgalanmalar görülmektedir yüksek ortalama sıcaklık 2018 yılında sıcaklık 15,0 °C iken, en düşük ortalama sıcaklık 1988 yılında 11,6 °C'dir (Tablo 7, Şekil 11).

Erzincan ili Meteoroloji İstasyonunun son 35 yıllık (1985-2020) verilerini incelediğimizde; Erzincan ve çevresinin yıllık ortalama sıcaklık değeri 11,3 °C iken en sıcak ay olan ağustos ayı ortalama değeri 24,3 °C en düşük sıcaklığa sahip olan ocak ayı ortalaması -2,2 °C'dir (Tablo 4, Şekil 8).

Erzincan ili ve çevresinde aylık ortalama maksimum sıcaklık değerleri en düşük olan ocak ayı 2,5 °C, en yüksek ağustos ayı 32,7 °C iken aylık ortalama Minimum sıcaklık değerleri en düşük olan şubat ayı -5,9°C, en yüksek temmuz ayı 16,5 °C'dir (Tablo 5, 6, Şekil 9,10).

Erzincan ilinin yıllara göre ortalama sıcaklık değerleri incelendiğinde ise ortalama sıcaklık değerlerinde dalgalanmalar görülmektedir yüksek ortalama sıcaklık 2010-2018 yıllarında sıcaklık 13,6 °C iken, en düşük ortalama sıcaklık 1992 yılında 8,2 °C'dir (Tablo 7, Şekil 11).

Bingöl ili Meteoroloji İstasyonunun son 35 yıllık (1985-2020) verilerini incelediğimizde; Bingöl ve çevresinin yıllık ortalama sıcaklık değeri 12,3 °C iken en sıcak ay olan temmuz ayı ortalama değeri 26,8 °C en düşük sıcaklığa sahip olan ocak ayı ortalaması -2,1 °C'dir (Tablo 4, Şekil 8).

Bingöl ili ve çevresinde aylık ortalama maksimum sıcaklık değerleri en düşük olan ocak ayı 2,3 °C, en yüksek temmuz ayı 35,1 °C iken aylık ortalama Minimum sıcaklık değerleri en düşük olan şubat ayı -5,5 °C, en yüksek temmuz ayı 19,2 °C'dir (Tablo 5, 6, Şekil 9,10).

Bingöl ilinin yıllara göre ortalama sıcaklık değerleri incelendiğinde ise ortalama sıcaklık değerlerinde dalgalanmalar görülmektedir yüksek ortalama sıcaklık 2020 yılında sıcaklık 13,8 °C iken, en düşük ortalama sıcaklık 1992 yılında 9,4 °C'dir (Tablo 7, Şekil 11).

Muş ili Meteoroloji İstasyonunun son 35 yıllık (1985-2020) verilerini incelediğimizde; Muş ve çevresinin yıllık ortalama sıcaklık değeri 10,2 °C iken en sıcak ay olan temmuz ayı ortalama değeri 25,6 °C en düşük sıcaklığa sahip olan ocak ayı ortalaması -6,8 °C'dir (Tablo 4, Şekil 8).

Muş ili ve çevresinde aylık ortalama maksimum sıcaklık değerleri en düşük olan ocak ayı -2,9 °C, en yüksek ağustos ayı 33,7 °C iken aylık ortalama Minimum sıcaklık değerleri en düşük olan ocak ayı -10,2 °C, en yüksek temmuz ayı 17,7 °C'dir (Tablo 5, 6, Şekil 9,10).

Muş ilinin yıllara göre ortalama sıcaklık değerleri incelendiğinde ise ortalama sıcaklık

değerlerinde dalgalanmalar görülmektedir yüksek ortalama sıcaklık 2010 yılında sıcaklık 13,2 °C iken, en düşük ortalama sıcaklık 1992 yılında 6,4 °C'dir (Tablo 7, Şekil 11).

Ağrı ili Meteoroloji İstasyonunun son 35 yıllık (1985-2020) verilerini incelediğimizde; Ağrı ve çevresinin yıllık ortalama sıcaklık değeri 6,6 °C iken en sıcak ay olan ağustos ayı ortalama değeri 21,6 °C en düşük sıcaklığa sahip olan ocak ayı ortalaması -10,2 °C'dir (Tablo 4, Şekil 8).

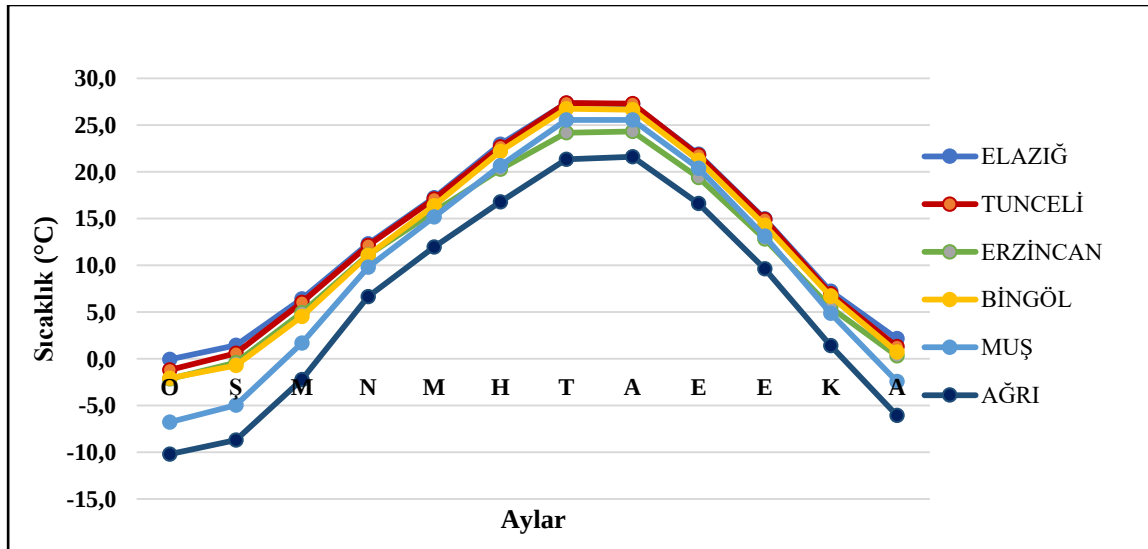
Ağrı ili ve çevresinde aylık ortalama maksimum sıcaklık değerleri en düşük olan ocak ayı -4,6 °C, en yüksek ağustos ayı 35,1 °C iken aylık ortalama Minimum sıcaklık değerleri en düşük olan ocak ayı -15,1 °C, en yüksek temmuz ayı 12,8 °C'dir (Tablo 5, 6, Şekil 9,10).

Ağrı ilinin yıllara göre ortalama sıcaklık değerleri incelendiğinde ortalama sıcaklık değerlerinde dalgalanmalar görülmektedir. En yüksek ortalama sıcaklık 2018 yılında sıcaklık 9,6 °C iken, en düşük ortalama sıcaklık 1992 yılında 3,4 °C'dir (Tablo 7, Şekil 11).

Tablo 4. İllere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Değerleri (1985-2020)

Yıl/Ay	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık ortalama sıcaklık değerleri
ELAZIĞ	-0,1	1,4	6,4	12,3	17,2	22,9	27,4	27,2	21,9	15,0	7,2	2,2	13,4
TUNCELİ	-1,2	0,6	6,0	12,2	17,1	22,7	27,4	27,3	21,8	14,9	6,9	1,3	13,1
ERZİNCAN	-2,2	-0,4	4,9	11,1	15,7	20,3	24,2	24,3	19,4	12,8	5,5	0,3	11,3
BİNGÖL	-2,1	-0,7	4,5	11,1	16,4	22,2	26,8	26,7	21,3	14,3	6,7	0,7	12,3
MUŞ	-6,8	-5,0	1,7	9,8	15,2	20,7	25,6	25,6	20,4	13,1	4,9	-2,4	10,2
AĞRI	-10,2	-8,7	-2,2	6,7	11,9	16,8	21,3	21,6	16,6	9,6	1,4	-6,0	6,6

Kaynak: Elazığ D.M.İ

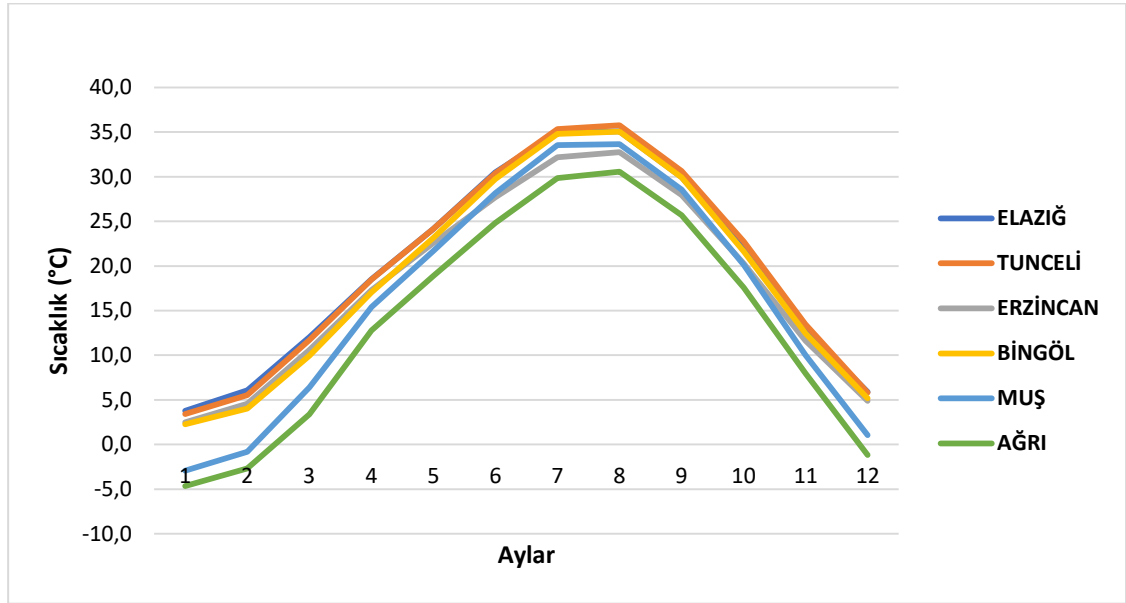


Şekil 8. İllere Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Değerlerinin Değişimi (1985-2020)

Tablo 5. İllere göre aylık ortalama maksimum sıcaklık değerleri (1985-2020)

Yıl/Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Aylık ortalama Maksimum sıcaklık değerleri
ELAZIĞ	3,8	6,1	12,0	18,5	24,2	30,5	35,0	35,1	30,0	22,1	12,8	5,9	19,8
TUNCELİ	3,4	5,5	11,7	18,5	24,2	30,4	35,3	35,7	30,6	22,7	13,5	5,8	19,7
ERZİNCAN	2,5	4,6	10,6	17,3	22,6	27,7	32,2	32,7	27,9	20,3	11,6	4,9	17,9
BİNGÖL	2,3	4,0	9,9	17,0	23,1	29,7	34,8	35,1	29,9	21,6	12,4	5,2	18,8
MUŞ	-2,9	-0,8	6,4	15,4	21,7	28,2	33,5	33,7	28,6	20,1	10,0	1,0	16,2
AĞRI	-4,6	-2,7	3,4	12,8	18,9	24,8	29,8	30,6	25,7	17,6	8,0	-1,2	13,6

Kaynak: Elazığ D.M.İ

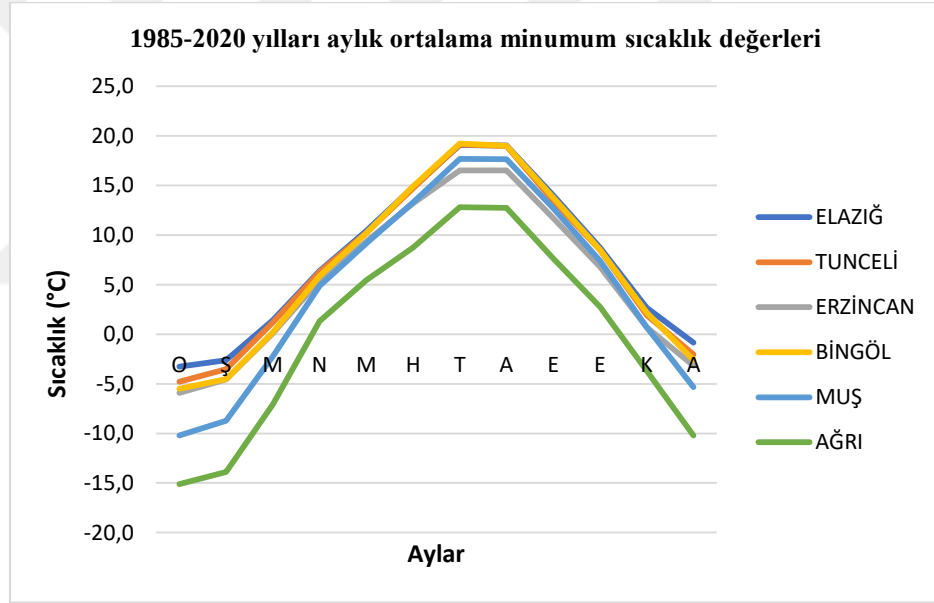


Şekil 9. İllere göre aylık ortalama maksimum sıcaklık değerlerinin değişimi (1985-2020)

Tablo 6. İllere Göre Aylık Ortalama Minumum Sıcaklık Değerleri (1985-2020)

Yıl/Ay	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Aylık Ortalama minimum sıcaklık değerleri
ELAZIĞ	-3,3	-2,6	1,4	6,4	10,4	14,8	19,1	19,0	14,0	8,8	2,7	-0,9	7,5
TUNCELİ	-4,8	-3,5	1,2	6,3	10,2	14,7	19,1	19,0	13,4	8,5	1,9	-2,0	7,0
ERZİNCAN	-5,9	-4,6	0,1	5,4	9,4	13,2	16,5	16,5	11,7	6,8	0,7	-3,2	5,6
BİNGÖL	-5,5	-4,5	0,2	5,9	10,2	14,9	19,2	19,0	13,8	8,5	2,2	-2,6	6,8
MUŞ	-10,2	-8,7	-2,2	4,9	9,2	13,3	17,7	17,6	12,7	7,4	0,7	-5,3	4,7
AĞRI	-15,1	-13,9	-7,1	1,3	5,4	8,8	12,8	12,8	7,6	2,8	-3,7	-10,2	0,1

Kaynak: Elazığ D.M.İ

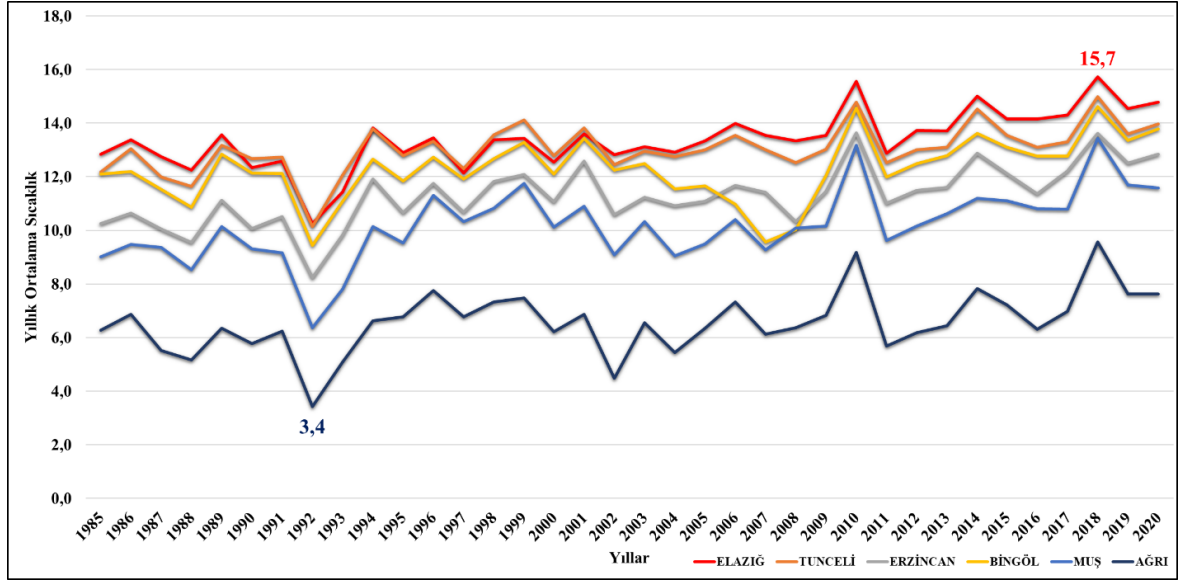


Şekil 10. İllere Göre Aylık Ortalama Minimum Sıcaklık Değerlerinin Değişimi (1985-2020)

Tablo 7. İllere göre yıllık ortalama sıcaklık değerleri (1985-2020)

YILLAR	ELAZIĞ	TUNCELİ	ERZİNCAN	BİNGÖL	MUŞ	AĞRI
1985	12,9	12,2	10,3	12,1	9,0	6,3
1986	13,4	13,1	10,6	12,2	9,5	6,9
1987	12,8	12,0	10,1	11,5	9,4	5,5
1988	12,2	11,6	9,6	10,9	8,5	5,2
1989	13,6	13,2	11,1	12,8	10,1	6,3
1990	12,4	12,7	10,1	12,1	9,3	5,8
1991	12,6	12,7	10,5	12,1	9,2	6,2
1992	10,3	10,1	8,2	9,4	6,4	3,4
1993	11,4	12,1	9,8	11,1	7,8	5,1
1994	13,8	13,8	11,9	12,7	10,1	6,6
1995	12,9	12,8	10,7	11,8	9,5	6,8
1996	13,5	13,3	11,8	12,7	11,3	7,8
1997	12,1	12,3	10,7	11,9	10,3	6,8
1998	13,4	13,6	11,8	12,7	10,8	7,3
1999	13,4	14,1	12,1	13,3	11,8	7,5
2000	12,6	12,8	11,1	12,1	10,1	6,2
2001	13,6	13,8	12,6	13,4	10,9	6,9
2002	12,8	12,5	10,6	12,2	9,1	4,5
2003	13,1	13,0	11,2	12,5	10,3	6,6
2004	12,9	12,8	10,9	11,6	9,0	5,5
2005	13,3	13,0	11,1	11,7	9,5	6,4
2006	14,0	13,6	11,7	11,0	10,4	7,3
2007	13,6	13,0	11,4	9,6	9,3	6,1
2008	13,3	12,5	10,3	10,0	10,1	6,4
2009	13,5	13,0	11,5	12,1	10,2	6,8
2010	15,6	14,8	13,6	14,6	13,2	9,2
2011	12,9	12,5	11,0	12,0	9,6	5,7
2012	13,7	13,0	11,5	12,5	10,2	6,2
2013	13,7	13,1	11,6	12,8	10,6	6,4
2014	15,0	14,5	12,9	13,6	11,2	7,8
2015	14,2	13,6	12,1	13,1	11,1	7,2
2016	14,2	13,1	11,4	12,8	10,8	6,3
2017	14,3	13,3	12,2	12,8	10,8	7,0
2018	15,7	15,0	13,6	14,6	13,4	9,6
2019	14,5	13,6	12,5	13,4	11,7	7,6
2020	14,8	14,0	12,8	13,8	11,6	7,6

Kaynak: Elazığ D.M.İ



Şekil 11. İllere göre yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin değişimi (1985-2020)

2.2.2. Yağış ve Nem

Keban Baraj Gölünün su varlığını oluşturan temel faktör alanda etkili olan yağış miktarı ve sıcaklıklardır. Gölün su varlığının tespit edilmesi için yıl boyunca o alana düşen toplam yağış değerinin ve toplam akışın değerinin belirlenmesi gerekmektedir. Keban Baraj Gölünde gerek buharlaşma miktarı gerekse yeraltına sızma sonucu oluşan kaybın tespiti ile gelir gider durumu daha netleşmiş olacaktır.

Yağış miktarının arttığı yıllarda özellikle de kar yağışlarının fazla olduğu yıllarda göl seviyesi artmaktadır. Yağışların miktarı artmasına bağlı olarak güneşli gün sayısı ve güneşlenme süresi de azalmaktadır. Dolayısıyla güneşten gelen ışınların göl yüzeyine daha az gelmesi ısınmayı da etkilemektedir. Göl yüzeyindeki ısınma azaldıkça da buharlaşma şiddeti de azalmaktadır. Yağış miktarının yükselmesi gölü besleyen kaynaklarının su miktarının artmasına neden olur, buharlaşmanın azalması ise gölden buharlaştıracak su miktarını azaltır.

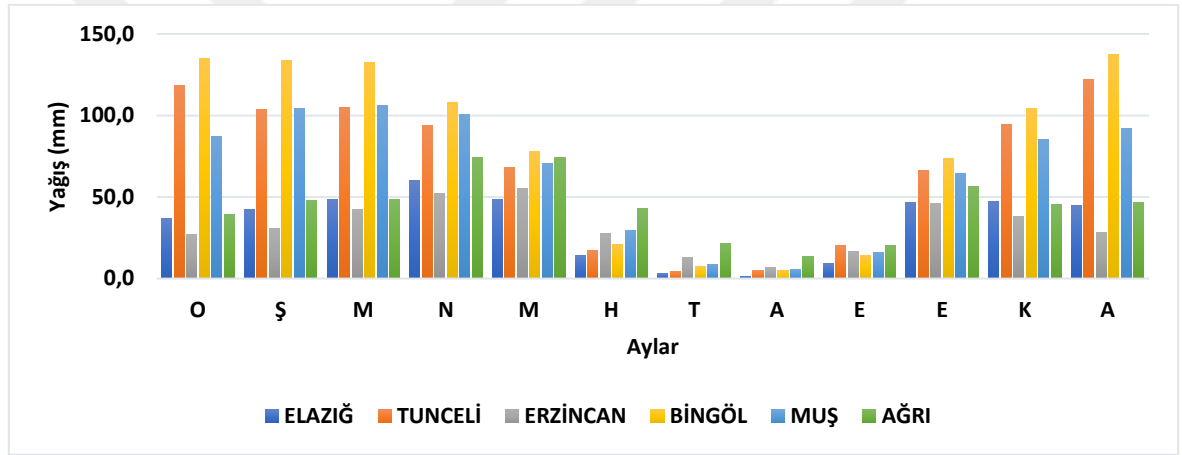
Keban baraj gölünün seviyesini etkileyen 6 ilin (Elâzığ, Tunceli, Erzincan, Bingöl, Muş, Ağrı) Meteoroloji istasyonlarının Uzun yıllar (1985-2020) yıllık periyot içinde yapmış oldukları ölçümlerden elde edilen yıllık yağış miktarlarını incelediğimizde aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkmıştır.

Yıllık yağış miktarı Elazığ'da 402,9 mm, Tunceli'de 819,0 mm, Erzincan'da 383,3 mm, Bingöl'de 948,7 mm, Muş'ta 769,9 mm, Ağrı'da 531,3 mm'dir. Bu değerlere göre en fazla yıllık yağış değeri Bingöl'de (948,7 mm) görülürken en az yıllık yağış değeri Erzincan İlinde (383,3 mm) görülmektedir (Tablo 8, Şekil 12).

Tüm istasyonların (Elâzığ, Tunceli, Erzincan, Bingöl, Muş, Ağrı) verilerine göre kış, ilkbahar ve sonbahar dönemleri yağışlı, yaz döneminde ise yağış değerlerinin düşük olduğu ve kurak bir evreye karşılık gelmektedir (Tablo 8, 9, Şekil 12).

Tablo 8. İllere Göre Aylık Yağış Ortalama Değerleri (1985-2020)

Yıl/Ay	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık ortalama yağış değerleri
ELAZIĞ	36,7	42,6	48,6	59,9	48,4	13,9	3,3	1,3	9,1	46,7	47,6	44,9	402,9
TUNCELİ	118,4	103,9	104,7	94,1	68,4	17,1	4,6	4,9	20,0	66,1	94,7	122,1	819,0
ERZİNCAN	27,1	30,5	42,4	52,5	54,9	27,4	13,2	6,7	16,4	46,0	38,2	28,0	383,3
BİNGÖL	134,7	133,7	132,6	107,7	77,8	21,1	7,2	4,6	14,2	73,5	104,1	137,3	948,7
MUŞ	87,1	104,3	106,4	100,4	70,5	29,5	8,7	5,6	15,9	64,1	85,1	92,4	769,9
AĞRI	39,5	48,1	48,6	74,0	74,4	43,1	21,7	13,6	20,1	56,3	45,3	46,5	531,3

Kaynak: Elazığ D.M.İ**Şekil 12.** İllere Göre Aylık Yağış Ortalama Değerlerinin Değişimi (1985-2020)**Tablo 9.** İllere Göre Yağışın Mevsimlere Göre Dağılımı (1985-2020)

İller/ Mevsimler	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
ELAZIĞ	124,2	156,9	18,4	103,4
TUNCELİ	344,4	267,2	26,6	180,8
ERZİNCAN	85,6	149,8	47,3	100,6
BİNGÖL	405,8	318,2	32,9	191,8
MUŞ	283,8	277,3	43,7	165,1
AĞRI	134,2	197,0	78,4	121,7

Kaynak: Elazığ D.M.İ

Uzun yıllar (1985-2020) bazında yağış değerleri incelendiğinde minimum yağış değeri Elazığ ‘da 1990 yılında 205,6 mm, Tunceli’de 1989 yılında 521,2 mm, Erzincan’da 2019 yılında 238,4 mm, Bingölde 1999 yılında 596,6 mm, Muş’da 2008 yılında 495,2 mm, Ağrı’da 2008

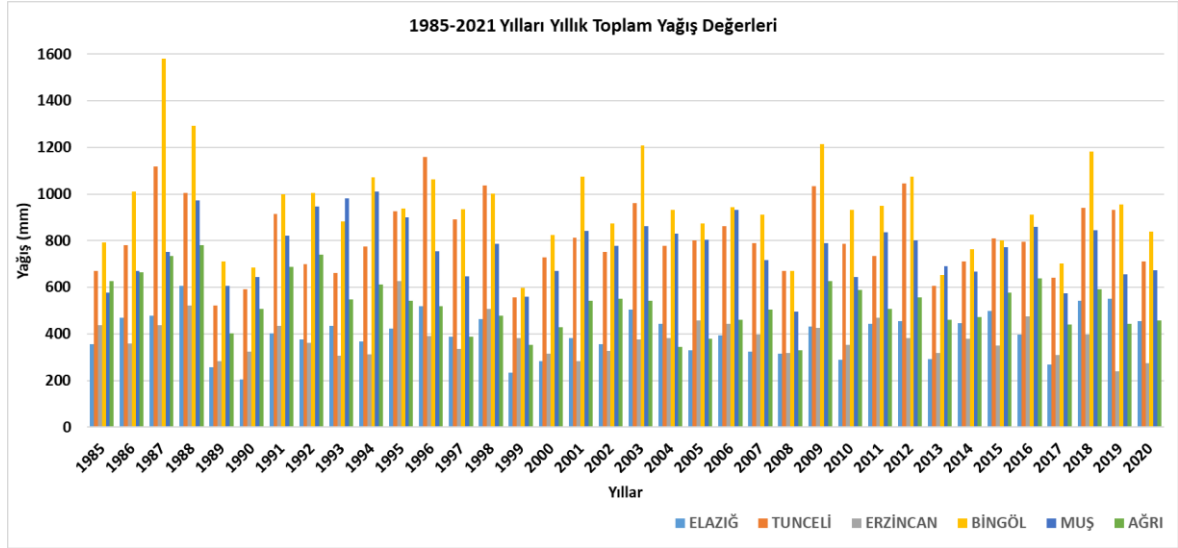
yılında 329,6 mm yağış düşmüştür (Tablo 10, Şekil 13).

Uzun yıllar (1985-2020) bazında Maksimum yağış değerleri ise Elazığ ‘da 1988 yılında 605,2 mm, Tunceli’de 1996 yılında 1159,5 mm, Erzincan’da 1995 yılında 626 mm, Bingölde 1987 yılında 1579,1 mm, Muş’da 1994 yılında 1009,8 mm, Ağrı’da 1988 yılında 779,6 mm yağış düşmüştür (Tablo 10, Şekil 13).

Tablo 10. İllere Göre Yıllık Ortalama Yağış Değerleri (1985-2020)

Yıl/Ay	ELAZIĞ	TUNCELİ	ERZİNCAN	BİNGÖL	MUŞ	AĞRI
1985	356	671,1	436,9	793,4	576,5	627,2
1986	470,4	780,8	359,9	1009,1	670,8	665,5
1987	478,7	1118	436,7	1579,1	752,6	734,6
1988	605,2	1005,3	522,7	1293,4	972,6	779,6
1989	255,7	521,2	281,6	712	606,5	403,6
1990	205,6	590,2	323,2	683,6	642,4	506,1
1991	402,1	912,8	433,8	997,6	821,9	688
1992	376,5	698,2	361,9	1005,4	947,6	740,1
1993	433,3	659,9	307,7	881,3	981,4	548,7
1994	367,3	773,3	312,3	1070,1	1009,8	612,9
1995	422,9	925,9	626	938,9	899,5	542,6
1996	519,4	1159,5	390,3	1064	754,5	519
1997	387,3	892	336,2	933,7	645,8	388,5
1998	464,7	1035,6	508,3	1001	787,7	478,1
1999	234,3	556,9	382,8	596,6	560,2	353,9
2000	283,6	726,7	314,5	824,1	671,1	427,5
2001	380,8	811,3	284	1074,1	842,5	541,1
2002	354,6	751	326,3	873,6	777	552
2003	503,6	960,6	376,4	1208,5	862,6	542,7
2004	442,1	777,2	382,5	930,3	829,3	342,7
2005	330,8	801,2	457,8	872,7	804,1	380,4
2006	392,6	860,7	441,9	941,9	933	460,6
2007	324,2	789,4	397,4	911,1	716,2	505,2
2008	314,6	669,8	317,7	668,8	495,2	329,6
2009	431,1	1032,6	424,3	1212,4	788	625,5
2010	288,7	785,8	352,1	931,3	644,3	588,5
2011	443,2	733,2	468,8	948,7	834,8	507
2012	455,4	1045,2	382,5	1075,3	799,9	555,1
2013	292,8	604,9	317	651,8	690,6	459,6
2014	445,9	711,6	379,3	761,6	668,1	472,7
2015	499,3	808,7	348,8	800,7	772,2	577,1
2016	396,3	795,8	475,2	910,8	860,2	636,7
2017	267,1	640,4	309,3	701,3	573,5	441,4
2018	542,9	939,9	397,7	1180,9	845,2	590,8
2019	552	932,1	238,4	953,5	655,3	443,1
2020	455,8	711,3	274,2	838,6	674,1	458,5
Toplam	399,4	810,8	380,2	939,8	760,2	528,5

Kaynak: Elazığ D.M.İ



Şekil 13. İllere Göre Yıllık Ortalama Yağış Değerleri (1985-2020)

Çalışma Alanının nem özellikleri göl seviyesinin üzerinde etkili olan bir diğer iklim elemanıdır. Bağıl nem ve Buharlaşma arasında sıkı bir ilişki vardır. Gerçek nem aynı kalsa bile sıcaklık artmasına bağlı olarak bağıl nem oranı da azalmaktadır.

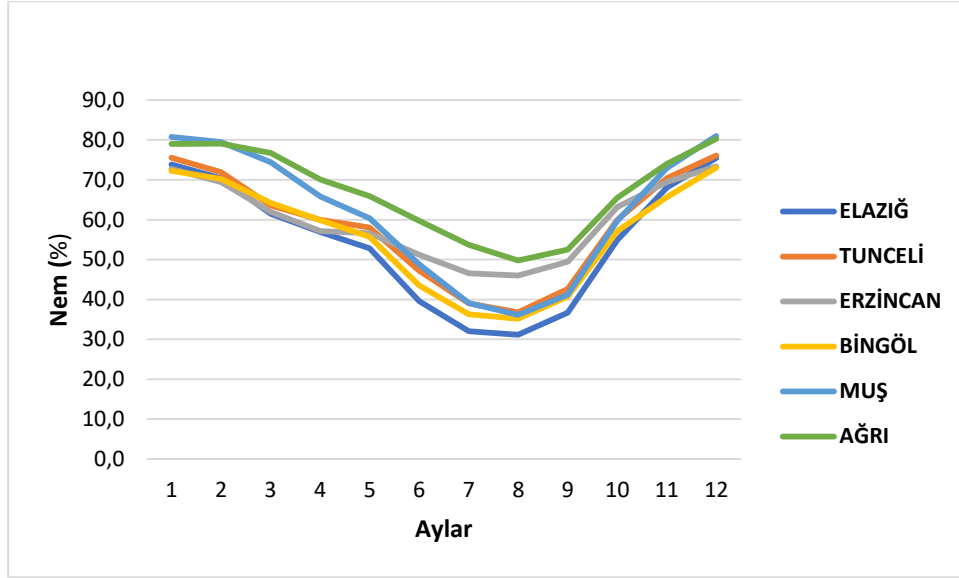
Elâzığ, Tunceli, Erzincan, Bingöl, Muş, Ağrı İllerinin Meteoroloji istasyonlarının verilerine göre iller bazında bağıl(nispi) nem ortalamaları şu şekildedir; Elazığ'da 54,4, Tunceli' de 58,4, Erzincan'da 59,8, Bingöl'de 56,2, Muş'da 61,6, Ağrı'da 67,2'dir (Tablo 11, Şekil 14).

En düşük aylık nispi nem oranları ağustos ayında görülmektedir; Elazığda 31,2, Tunceli' de 36,7, Erzincan'da 46,0, Bingöl'de 35,2, Muş'da 36,1, Ağrı'da 49,8'dir (Tablo 11, Şekil 14).

En yüksek aylık nispi nem oranları ise Aralık ayında görülmektedir; Elazığda 75,4, Tunceli' de 76,1, Erzincan'da 73,3, Bingöl'de 73,0, Muş'da 81,0, Ağrı'da 80,3'dür. Sıcaklık Değerlerin aylara göre değişiklik göstermesi Nispi neminde aylara göre değişiklik göstermesine neden olmuştur (Tablo 11, Şekil 14).

Tablo 11.İllere Göre Aylık Ortalama Bağıl Nem Değerleri (1985-2020)

Yıl/Ay	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık ortalama nispi nem değerleri
ELAZIĞ	73,8	70,4	61,5	56,9	52,8	39,6	32,0	31,2	36,7	54,9	68,1	75,4	54,4
TUNCELİ	75,5	71,9	63,6	59,9	58,0	47,2	39,0	36,7	42,7	60,0	70,4	76,1	58,4
ERZİNCAN	72,7	69,5	62,0	57,2	56,6	51,2	46,5	46,0	49,5	63,2	69,5	73,3	59,8
BİNGÖL	72,3	70,3	64,2	59,9	55,7	43,5	36,3	35,2	40,7	57,1	65,7	73,0	56,2
MUŞ	80,8	79,5	74,4	65,8	60,4	48,8	39,1	36,1	41,1	59,7	72,9	81,0	61,6
AĞRI	79,0	79,1	76,8	70,1	65,9	59,7	53,7	49,8	52,5	65,5	74,0	80,3	67,2



Şekil 14. İllere Göre Aylık Ortalama Bağıl Nem Değerlerinin Dağılışı (1985-2020)

Uzun yıllar bazında incelediğimizde En düşük bağıl nem oranları; Elazığ'da 2008 yılında 46,2, Tunceli' de 1999 yılında 50,7, Erzincan'da 2020 yılında 46,4, Bingöl'de 1989 yılında 49,5, Muş'da 2017 yılında 51,7, Ağrı'da 2008 yılında 58,5 'dur (Tablo 12).

Uzun yıllar bazında En yüksek bağıl nem oranları; Elazığ'da 1993 yılında 62,7, Tunceli' de 1992 yılında 66,7, Erzincan'da 1999 yılında 66,4, Bingöl'de 2003 yılında 63,3, Muş'da 2003 yılında 69,7, Ağrı'da 1995 yılında 80,5 'dur (Tablo 12).

Tablo 12. İllere Göre Yıllık Ortalama Bağıl Nem Değerleri (1985-2020)

Yıl/Ay	ELAZIĞ	TUNCELİ	ERZİNCAN	BİNGÖL	MUŞ	AĞRI
1985	59,7	61,2	61,4	54,4	57,5	67,6
1986	58,8	65,9	61,6	52,3	63,8	67,2
1987	56,1	61,2	63,9	51,0	61,0	68,3
1988	60,6	65,1	66,0	56,1	68,2	73,1
1989	49,1	54,4	58,4	49,5	61,6	65,4
1990	52,4	56,1	63,0	56,5	65,5	71,7
1991	56,1	62,9	64,0	59,9	67,9	71,9
1992	57,8	66,7	63,9	60,4	63,0	78,2
1993	62,7	63,2	61,8	58,8	63,3	80,3
1994	58,0	60,1	59,2	56,0	64,1	79,8
1995	55,2	60,3	64,2	57,5	67,1	80,5
1996	59,3	60,7	61,8	58,0	64,5	76,7
1997	60,0	57,2	61,7	53,7	64,3	75,4
1998	60,4	56,6	62,5	54,3	62,2	75,9
1999	58,2	50,7	66,4	51,0	58,9	63,8
2000	55,9	54,1	64,9	59,0	58,3	61,2
2001	56,6	54,7	63,8	58,0	66,8	64,1
2002	57,4	57,2	65,5	62,3	68,1	66,0
2003	56,0	62,6	65,2	63,3	69,7	65,1
2004	52,1	65,6	65,0	60,1	67,0	63,5
2005	51,5	62,2	64,2	61,3	64,7	60,7
2006	49,2	60,9	63,6	60,0	61,6	60,3
2007	49,4	60,8	61,2	61,1	63,0	61,6
2008	46,2	60,3	63,0	58,9	66,3	58,5
2009	51,7	59,9	61,0	61,2	66,0	62,1
2010	51,5	55,2	53,5	56,9	57,4	63,0
2011	53,6	54,7	55,8	53,6	59,4	66,9
2012	55,3	55,3	56,6	54,3	57,3	65,2
2013	52,2	52,1	52,5	51,3	53,9	62,8
2014	52,1	52,6	53,0	52,1	55,8	62,0
2015	54,0	55,5	53,7	53,3	54,9	60,9
2016	49,0	55,1	52,7	52,0	52,5	65,1
2017	47,7	53,5	47,8	51,6	51,7	61,6
2018	51,9	56,8	52,3	56,1	55,8	65,8
2019	52,4	57,1	49,9	54,3	58,4	63,9
2020	49,6	54,6	46,4	51,4	57,6	62,6
Toplam	54,4	58,4	59,8	56,2	61,6	67,2

Kaynak: Elazığ D.M.İ

Çalışma sahasında bulutlu günler sayısının maksimum değere ulaştığı ay Mayıs ayıdır. İlkbahar mevsimi ise bulutlu günler açısından en yüksek değere sahip mevsimdir. Bulutluluk açısından minimum değerlerinin görüldüğü ay ise Ağustos ayıdır. İlkbahar mevsiminde bulutlu gün sayısının fazla görülmesinde bu mevsimde atmosfer sirkülasyonunun oldukça karmaşık ve cephe sistemlerinin etkili olması önemlidir (Tonbul,1985).

Doğal faktörlerden iklim ile baraj gölü seviyesi arasın da doğru orantı vardır. Keban Baraj Gölü ve yakın çevresinde, yağışların arttığı, sıcaklıkların ve buharlaşmanın azaldığı aylar ve yıllarda seviyede yükselme görülürken, yağışların azaldığı sıcaklıkların ve buharlaşmanın arttığı aylarda ve dönemlerde de seviyede büyük ölçüde azalmalar görülmektedir. Bu durumda baraj gölü seviyesinin değişmesin de iklim büyük bir etkiye sahiptir.

2.3. Hidroğrafik Özellikler

Türkiye’de 185 milyar m³ olan su potansiyelinin 31, milyar m³’nü Fırat Nehri oluşturmaktadır. Nehrin kaynağı Doğu Anadolu Bölgesinin yüksek kısımlarından başlayıp Basra Körfezine dökülmektedir. Türkiye sınırları içinde 127000 km² alan kaplarken Dicle ile birleştiği yerdeki alanı 440000km²’dir (Güneş, 2006 b).

İnceleme alanında ana akarsuyu Fırat Nehri oluşturmaktadır. Çalışma alanı olan Keban baraj Gölü, Elazığ İlinin 45 km kuzeybatı yönünde ve Malatya İlinin 65 km kuzeydoğu yönünde yer alır. Keban Barajı, Fırat nehrinin kollarından olan Murat Nehri ile Karasu nehirlerinin bir araya gelip buluştuğu alandan 10 km daha güneybatı yönünde bulunan Elâzığ’ın Keban İlçesi civarında inşa edilmiştir. Keban Baraj Gölü’nü Fırat Nehri ve kolları olan (Murat, Karasu, Peri Munzur, Arapkir nehirleri) beslemektedir (Şekil 15).

Fırat nehrinin yukarı havzasının güney kolunu oluşturan Murat Nehri Orta Fırat Bölümüne denk gelirken; havzanın toplam alanı 25856,8 km² olup, 8,1 milyar m³ akıma sahiptir. Nehrin derenaj sahası Türkiye’deki alanın %20’ne, akımın ise %26’na denk gelmektedir (Güneş, 2006 b). Ayrıca Ağrı Dağı eteklerinden doğup Fırat nehrine karışan Murat nehri, Fırat nehrinin en büyük kolunu oluşturmaktadır.

Fırat nehrinin yukarı havzasının kuzey kolunu oluşturan Karasu Nehri ise, 21935 km²’lik alana sahipken yıllık 5,6 milyar m³ ‘lük bir akıma sahiptir (Güneş, 2006 b). Dumlulu Dağı eteklerinden doğarak Karasu nehri Erzincan İline bağlı Kemaliye ilçesinin 2-3 km kadar kuzeybatı yönünde Keban Baraj Gölü’ne karışır (Şekil 15).

Tunceli İline bağlı olan Ovacık ilçesinin 18 km kadar batı yönünde doğan Munzur çayı ise, Tunceli İlinin şehir merkezinin hemen önünde Pülümür çayı ile birleşerek 12 km kadar güney yönünde Keban baraj gölüne dökülür (Şekil 15).

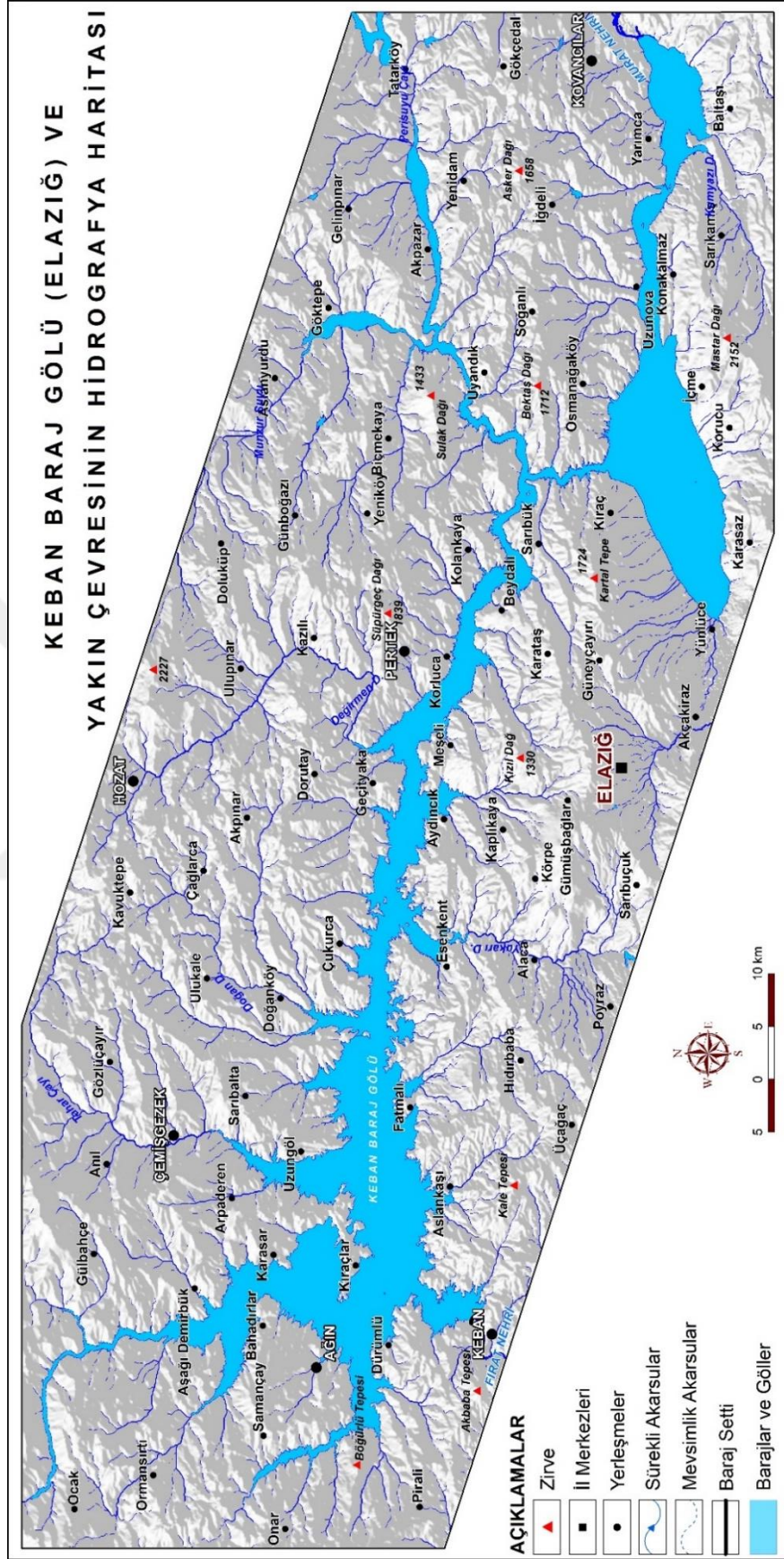
Bingöl iline bağlı Kiğı ilçesinin doğu yönünde çıkan Peri suyu ise Elazığ-Tunceli karayolu üzerinde bulunan Peri köprüsü’nde Keban baraj gölüne karışır (Şekil 15).

Fırat nehrinin su derinliği mevsim dönemlerine bağlı olarak 4-10 m arasında değişir. Fırat Nehrinin Ortalama debisi 635 m³ /s’dir. Minimum günlük debisi 145 m³/s iken Maksimum günlük debisi ise 8.416 m³ /s’dir. Fırat nehrinin en büyük kolu olan Murat nehri Fırat nehrinin üçte iki suyunu taşır (42.000 km²). Karasu nehri ise, Fırat nehrinin üçte bir suyunu taşır. Keban baraj gölünün en derin yeri baraj gövdesinin bulunduğu alan olup, bu alanda en yüksek derinlik 163 m’dir. Baraj Gölü, yüzölçümü 121.000 km² olan Fırat nehri ve kollarının havzası olup,

drenaj alanı ise 64.100 km²'dir. (Çevre şehircilik il müdürlüğü 2019). İnceleme alanında genelde dandritik drenaj ağı hâkim olup ovalarda menderesli ve örgülü drenaj ağı gelişimi görülmektedir (Şekil 15).

Keban Baraj Gölünü besleyen en önemli akarsulardan biri olan Murat Nehri; yaklaşık 500-750 m kadar gömülmüş Antecedant oluşumlu bir boğazdır. Murat Nehri yer yer menderesli bir şekilde yapıya gömülmüştür. Ancak eğimin azaldığı ova tabanlarında örgülü drenaj oluşturmaktadır. Bu alanlar dışında Murat Nehri ova ve havzaların arasındaki eşik sahaları yararak çok sayıda boğaz oluşturmuştur (Ağırtas, 2021). Yarımca, Baltaşı ovaları ile Uluova arasındaki Gülüşkür Boğazı ve Uluova ile Perisuyu arasındaki boğazda bunların en önemlilerini oluşturmaktadır.





Şekil 15. Keban Baraj Gölünün (Elazığ) ve Yakın Çevresinin Hidrografiya Haritası

2.4. Bitki Örtüsü

Çalışma alanının da içinde bulunduğu Doğu Anadolu Bölgesi ülkemizde Karasal iklimin en çok hissedilen bölgesi olurken, fitocoğrafik bakımından da İran-Turan flora bölümüne dahil edilmektedir. Bölge de yaz ayları sıcak ve kurak geçerken, kış ayları ise soğuk ve kar şeklinde geçmektedir. İklimle büyük orandabağılantısı olan bitki örtüsünde buna göre şekillenmiştir. Esas itibariyle Step türleri bölgede geniş yayılım göstermektedir. Bölgenin ormanlarını ise, kuzeydoğu kesiminde sarıçam ormanları, diğer kesimlerde özellikle yüksek platoluk ve dağlık alanlarda ise meşe ormanları oluşturmaktadır. (Atalay,1994;125-126).

Keban Baraj gölünün yakın çevresi ise bitki örtüsü bakımından zayıf olup, çevrenin büyük bir kısmı Anadolu'da hemen hemen her yerde görebildiğimiz bozkır, kireç tepeler, çıplak kayalarla çevrilidir. Karasu Nehri'nin uzandığı kol üzerinde dar bir vadi teşkil eden bölgenin her iki yakası ormanlık yeşil bir saha ile kaplıdır. Munzur ve Peri çaylarının yamaçlarında da ormanlık yeşil tepe ve yamaçlar hâkimdir. Murat Nehri'nin baraj gölüne döküldüğü bölgeler de ziraatın yapıldığı tarım arazisi durumundadır (Açıkkol,1985).

Keban ve yakın çevresinde yetişen bitkilerden bazıları şunlardır; Palamut Meşesi, Mazi Meşesi, Yabani Armut, Elma, Erik, Badem, Deve Dikeni, Geven, Sütleğen, Kekik, vb. (Keban Serisi, 1973).

3. KEBAN BARAJ GÖLÜNDE SEVİYE DEĞİŞİKLİĞİ VE ANTROPOJEN ETKİLERİ

Bu bölümde Keban Baraj Gölü'nün bulunduğu alana karşılık gelen 1985-2020 yıllarına ait 175 tane Landsat 4-5 TM, 7 ETM, 8 OLİ-TIRS uydu görüntüleri indirilerek bu yıllara ait Keban Baraj Gölü'nün alansal değişimi analiz edilmiştir. Ancak bazı yıllara ait uydu görüntülerinin bozuk olması nedeniyle o uydu görüntüleri kullanılmamıştır. Yapmış olduğumuz alansal değişim analiz sonuçlarına göre; göl alanının en yüksek olduğu aylar Mayıs, Haziran, Temmuz; en düşük olduğu aylar ise Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım ayları olarak tespit edilip değerlendirilmiştir. Yapılan analiz sonuçlarına göre Keban Baraj Gölü'nün 1985-2020 yılları arasındaki alansal değişimi ortaya konularak, analiz sonuçlarına göre çeşitli grafik ve haritalar üretilmiştir.

3.1. Seviye Değişikliği

Dünyadaki göllerin seviyeleri çeşitli sebepler nedeniyle zaman zaman değişimler göstermektedir. Çeşitli amaçlar doğrultusunda inşa edilen baraj gölleri, akarsuyun rejimlerinin kontrollü kullanımını sağlamak için oluşturulan birer rezervuar alanlardır. Dolayısıyla baraj göllerinin seviyeleri insanlar tarafından nispeten kontrol edilebilmekte ve müdahale edilebilmektedir.

Elektrik enerjisi üretmek ve sulama amaçlı kurulan Keban baraj gölünün seviyeside alansal olarak yıllar bazında değişmektedir. Seviyelerinin yükselip azalmasında yani seviyenin hep aynı kalmaması ve değişmesine sebep olan faktörleri doğal faktörler ve antropojenik faktörler olmak üzere iki grupta incelemek mümkündür.

Doğal etkenlerin başında şüphesiz ki "iklim olayları" gelmektedir. Sıcaklık yağış miktarı ve göl alanında buharlaşan su miktarı başta olmak üzere çeşitli iklim elamanları göllerin seviyelerinde dalgalanmalara neden olmaktadır. Yağışın yüksek olduğu yıllarda, karların erime dönemlerinde göllerin seviyelerinde yükselme görülürken, sıcaklık ortalamasının daha yüksek olduğu yıllarda veya sıcaklıkların arttığı aylarda göllerin seviyelerinde düşüş meydana gelmektedir.

İklim olayları dışında göllere sızma yoluyla karışan yer altı suları, yüzeysel akış ile katılan akarsular, karstik su giriş-çıkışları, tektonik hareketler de göllerdeki seviye üzerinde etkilidir.

Doğal etmenlerin yanı sıra beşeri kökenli etmenler de göllerin seviyelerinde değişikliğe neden olmaktadır. Bu antropojenik faktörlerin başlıcaları ise; tarımsal sulama, şehirleşme, kirlilik, insanların arazi kullanım şekilleri (tarım, balıkçılık vb.) ve içme/kullanma suyu temini gibi faktörler sulak alanların su seviyelerinde ciddi kayıplara neden olmaktadır.

Ülkemizde yukarıda bahsettiğimiz geçen nedenlere bağlı olarak birçok gölün seviyesinde değişimler görülmektedir. Keban baraj gölüde yapıldığı dönemden itibaren her yıl aynı miktarda beslenme olmadığı için alansal seviye değişimleri görülmektedir. Şüphesiz bu farklılıkları tek bir nedenle açıklamak ne yazık ki mümkün değildir.

Keban Baraj Gölünün seviyesinde görülen dalgalanmalar özellikle son yıllarda tüm dünya ile paralel olarak yaşanan iklim değişikliğinden kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla Baraj Gölündeki seviyesindeki dalgalanmaların en temel doğal kökenli nedeni iklimdir. Buna ek olarak beşeri kökenli etkenlere bağlı olarak da (tarımda sulama amaçlı yer altı sularının bilinçsiz kullanımı vb.) seviyede azalma görülürken; daha çok yağışların miktarının düşmesi neticesinde seviye giderek azalmaktadır.

3.2. Keban Baraj Gölünde Seviye Değişikliği Analizi

Uzaktan algılama, tutarlı bir kalitede tekrarlanan kapsama sahip görüntülerin varlığının bir varlık olduğu değişim tespiti için geleneksel izleme yöntemlerine göre ucuz bir alternatiftir (Gong ve Xu 2003). Özellikle kısa bir zaman aralığında tutarlı bir görüntü kalitesiyle çalışma alanı olan Keban Baraj Gölünün zaman içinde alansal değişiminin nasıl olduğunu, nedenlerini analiz etmek daha sağlıklı ve kolaydır. Ayrıca o alanın tekrar tekrar izlenmesine, hızlı kısa vadeli güncellemelere izin vermektedir.

Ancak Uzaktan algılamanın kullanımında da dezavantajlar vardır. Çünkü verilerin kalitesi uzamsal çözünürlük, sinyal geri beslemesi ve veri mevcudiyeti sınırlı olabilmektedir. Değişiklik tespitinin ortaya çıkarılması, başarısı, uydu görüntüsünün çözünürlüğüne ve zenginleştirmesine bağlı olarak değişmektedir. Fakat kara ve su kütlelerini ayırmada kullanılan indeksler oldukça iyi sonuçlar vermesinden dolayı kara ve su kütlelerinin ayrımı kolaylıkla yapılabilmektedir. Bazı bilim adamlarına göre;

Değişim tespiti, bir nesne veya olgunun sergilediği farklılıkların, onu farklı zamanlarda gözlemleyerek tespit edilmesidir (Singh, 1989). Değişim tespitinin arkasındaki öncül, dünya yüzeyindeki değişimin parlaklık değerlerinde değişikliklere neden olmasıdır (Gong ve Xu 2003). İyi yürütülen bir değişiklik tespit projesi, etkilenen alan, değişim oranı, mekansal dağılımı, değişim yörüngesi ve sonuçların doğruluk değerlendirmesi hakkında bilgi sağlayabilir (Lu ve diğerleri, 2004). Bir değişiklik tespit projesindeki üç ana bileşen arasında görüntü ön işleme, değişiklik algılama analizi için metodoloji seçimi ve doğruluk değerlendirmesi yer alır (Jensen ve diğerleri 1995; Lu ve diğerleri 2004). Değişiklik tespitinin planlanması ve uygulanması ve gerekli olan ön işleme ile ilgili daha fazla bilgi, çeşitli ayrıntılı incelemelerde bulunabilir (Coppin ve diğerleri 2004; Lu ve diğerleri 2004; Kennedy ve diğerleri 2009; Singh 1989).

Su hayatın devamı için önemli bir yere sahiptir. Dolayısıyla meydana gelen değişikliklerin tespiti özellikle ülkemiz açısından büyük bir değere sahip olan Keban Baraj Gölü için önemlidir. Uzaktan algılama yöntemlerini kullanarak meydana gelen değişimin çoğunu gözlemlemek ve izlemek mümkündür.

Keban Baraj Gölü çevredeki ortamlar üzerinde çok sayıda hizmet ve düzenleyici etki sağlar. Örneğin Baraj gölü enerji üretimi başta olmak üzere balıkçılık dinlenme alanları, tarım, vb. açısından önemli bir yere sahiptir. Ayrıca göl mikroklimatik etkiye sahiptir. Tüm bu işlevler, doğal çeşitliliği iyileştirmeye ve çevredeki ortamı iyileştirmeye hizmet eder.

Doğal ortamdaki değişiklikler ya doğal ya da antropojenik nedenler Keban Baraj Gölünün hidrolojisini de etkilemektedir. Göl havzası akarsu akışının yıllık dağılımının yerel hidrolojik döngüsü ve biyolojik kontrolü, toprak, bitki örtüsü, yüzey suyu, arazi örtüsü ve arazi kullanımından büyük ölçüde etkilenir. Geçtiğimiz 35 yılda (1985-2020) Keban Baraj Gölünde yıllar bazında incelendiğinde seviyede önemli farklar ortaya çıkmıştır.

Keban Baraj Gölünün su kaynaklarındaki mevsimsel değişim nedeniyle gölün seviyesinde mevsimle birlikte büyük ölçüde değişimler görülmektedir.

Çalışma alanımız olan Keban Baraj Gölünün su seviyesini analiz etmek amacıyla NDWI indeksi formülüyle 1985-2020 yılları arası CBS üzerinden 175 tane uydu görüntüsünün analizi yapılmıştır. İlk olarak 1985-2020 yılları arasında yıllara göre yılın en yüksek ve en düşük seviyeleri tespit edilmiştir. En yüksek ve en düşük seviyelerin bulunduğu dönemler yıllar başında

değerlendirilerek tablo ve grafik haline getirilerek açıklanmıştır. İkinci olarak 175 uydu görüntüsünün içinde en yüksek yıl ve en düşük yıllar tespit edilerek tablo haline getirilip açıklanarak ve harita üzerinde gösterilmiştir. Ancak bazı yıllar ve aylar Uydu Görüntülerinin bozuk olması nedeniyle; bazı yıllara (1988,2002, 2012) ait seviye belirlenemezken Uydu Görüntülerinin elverişli olduğu yıllar ve aylar değerlendirmeye alınmıştır. Seviyenin yüksek olduğu aylar olarak Mayıs, Haziran, Temmuz ayları belirlenirken seviyenin en düşük olduğu Aylar ise Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım ayları tespit edilmiş ve değerlendirilmiştir.

Son olarak ise; meteorolojik veriler ile uydu görüntü analizleri karşılaştırılarak tablo ve grafiklerle açıklanmıştır.

3.2.1. Seviye Değişikliğinin Yıllara Göre Değerlendirilmesi

Keban Baraj Gölünün, 1985-2020 yılları arasına ait uydu görüntüleri üzerinde yapılan alansal değişim analiz sonuçlarına göre; gölün alansal değişiminde yıldan yıla büyük farklılıklar görülmektedir. Yıllar bazında alansal değişim analiz sonuçlarına bakmış olduğumuz zaman şu sonuçlar elde edilmiştir.

1985 yılında; en yüksek alan Haziran ayının 14'ünde 58317,9 (Ha) iken, en düşük alan ise Ağustos ayının 17 'sinde 54820,2 (Ha) olarak tespit edilmiştir. Göl alanı 1986 yılında düşerken 1987 yılına gelindiğinde ise önceki yıllara göre göl alanının yükseldiği görülmektedir (Tablo 13).

1987 yılının Haziran ayının 20'sinde en yüksek alan 66672,3 (Ha) iken, en düşük Eylül ayının 8'de 64962,6 (Ha)'dır (Tablo 13). Bunun en önemli nedeni ise 1987 yılında bir önceki yıllara göre hem yağış değerlerinin yükselmesi hemde sıcaklık değerlerinin düşmüş olmasıdır. Şöyleki; Baraj Gölünü etkileyen illerin (Elazığ, Tunceli, Erzincan, Bingöl, Muş, Ağrı) toplam yağış değeri 1985'de 3461,1 mm, 1986'da 3956,5mm iken 1987 yılında ise 5099,7 mm olmuştur. Özellikle 1987 yılında Tunceli (1118mm), Bingöl (1579,1mm), Muş (752,6) mm, Ağrı (734,6) mm illerinin yağış değerleri bir önceki yıllara göre artmış, baraj gölünün seviyesinin artmasında ve alanının yükselmesinde de bu illerin yağış değerleri etkili olmuştur.

1989 yılına geldiğimizde ise yine önceki yıla göre bir düşüş yaşanmaktadır. Yıl içinde en yüksek alan Mayıs ayının 24'ünde 55688,6 (Ha) iken, en düşük alan Eylül ayının 29' unda 53364,8 (Ha)'dır (Tablo 13).

1985 yılından itibaren yıllar başında incelediğimizde alansal değişim değerlerinde farklılıklar görülsede 2001 yılına gelindiğinde Keban baraj Gölü'nün alanında inanılmaz düşüş yaşanmıştır. Şöyleki 2001 yılının en yüksek alanı Mayıs ayının 10'da 49169,4 (Ha) iken en düşük alanı Kasım ayının 1'de 43517,6 (Ha)'dır. Aynı zamanda 2001 yılının alanı 1985-2020 yılları arasında yani 35 yıl içinde en düşük alana tekabül etmektedir (Tablo 13, Sekil 16,17,18 Foto 4,5,6,7).

1999 yılından 2001 yılına kadar önceki yıllara göre yağış değerlerindeki azalmalar, sıcaklık değerlerindeki yükselmeler ve barajların kontrollü bir şekilde tutulması baraj seviyesinin düşmesinde etkili olmuştur. İllerin toplam yağış değerlerine baktığımızda; 1999'da 2684,7 mm, 2000' de 3247,5, 2001'de ise 3933,8 mm yağış düşmüştür.

2003 yılına gelindiğinde baraj gölünün alanında yine yükselme yaşanmıştır. Temmuz ayının 2'sinde baraj gölünün en yüksek alanı 64060,9 (Ha) iken, en düşük alanı Ekim ayının 6'sında 55629,5 (Ha) olarak tespit edilmiştir (Tablo 13).

2014 yılına kadar yine göl alanında farklılaşmalar görülmekle birlikte 2014 yılında en yüksek alan Haziran ayının 14'de 51708,8 (Ha) iken en düşük alanı Ağustos ayının 17'de 50714,8

(Ha)'dır (Tablo 13, Şekil 16).

2020 yılına geldiğimizde ise en yüksek alan Mayıs ayının 29'da 60431,2 (Ha) iken en düşük alan 53912,5 (Ha)'dır (Tablo 13, Şekil 16).

35 yıllık süreç içinde en yüksek alan 1987 yılının Haziran ayında 66713,8 (Ha) iken en düşük alan yukarıda belirtildiği gibi 2001 yılının Kasım ayının 1'de 43517,6 (Ha)'dır (Tablo 13, Şekil 16).

1985-2020 yılları arasında Keban Baraj Gölü'nün alansal değişiminde hem iklim hemde antropojenik faktörlerin etkisi görülmektedir. Kuraklık nedeniyle DSİ 1999, 2000, 2001 yıllarında baraj gölünün seviyesinin minimum işletme kotuna kadar düşmesinden dolayı, sekiz olan tribünden sadece ikisini çalıştırmak zorunda kalmıştır. Ayrıca baraj gölünü besleyen nehirler üzerinde yapılan barajlar da kontrollü şekilde su tutulmaya başlanması baraj gölünün alansal olarak düşmesine neden olmuştur. Bu olaylar sonucunda uydu görüntüleri üzerinde yapılan analiz sonuçlarının doğruluk payının yüksek olduğunu göstermektedir.



Foto 4. Keban Baraj Gölü'nde seviyenin düşmüş olduğu dönemlerde oluşan yarımada

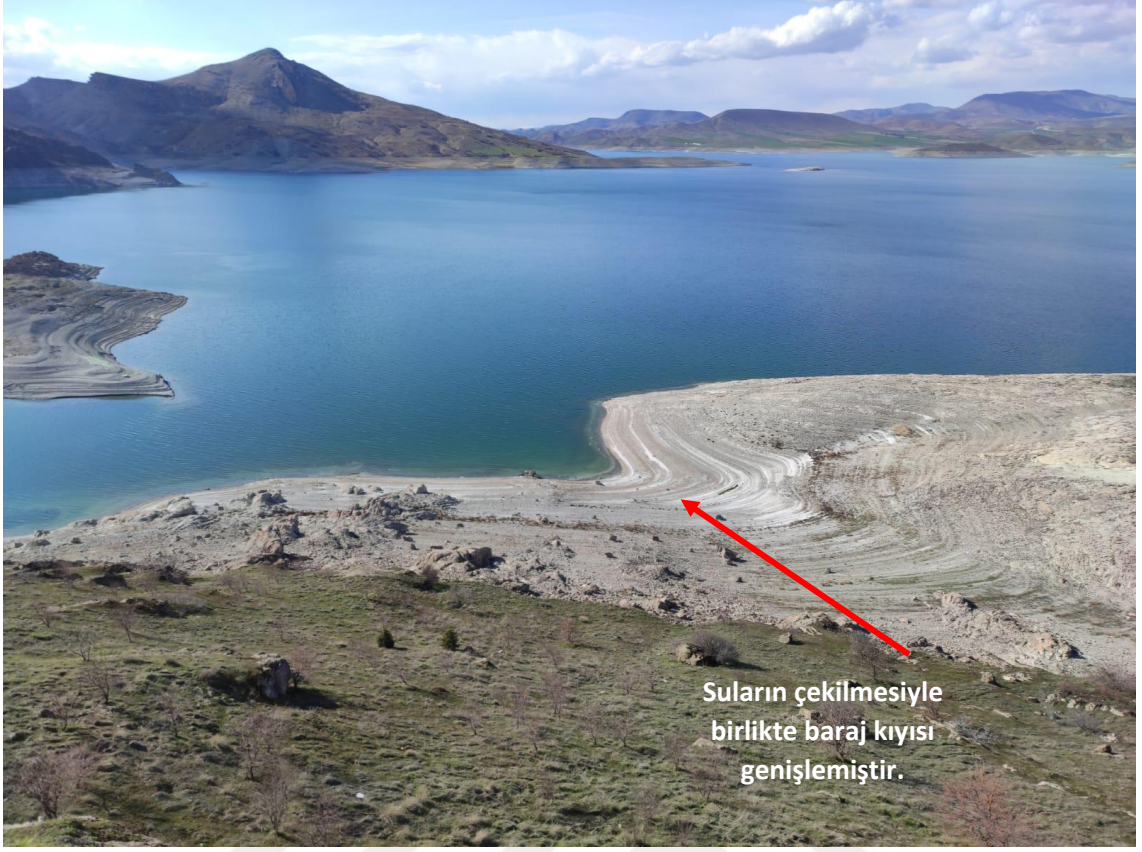
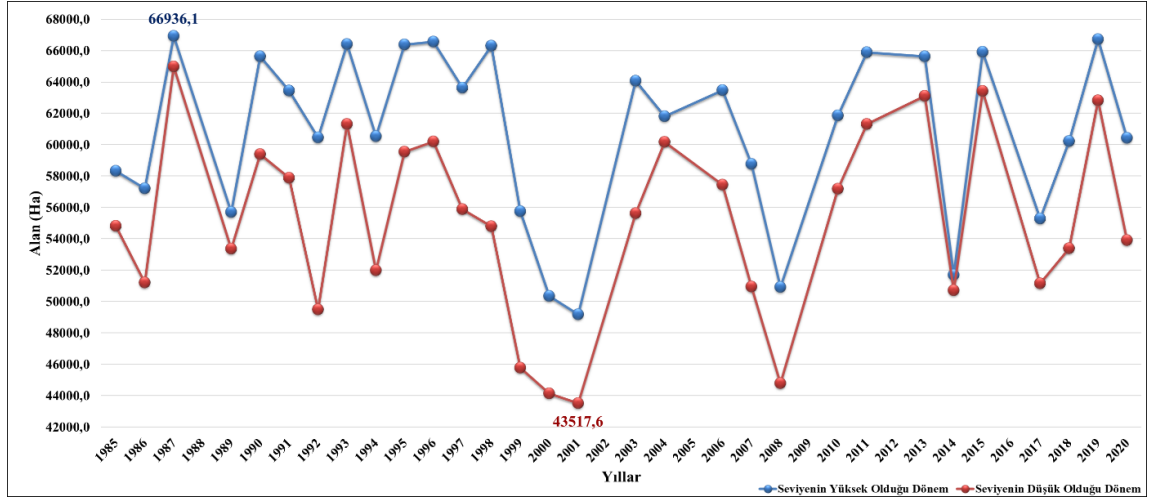


Foto 5.Keban Baraj Gölünün Kıyısındaki Seviye Değişimi

Tablo 13. Landsat Uydu Görüntüleri Analizine Göre 1985-2020 Yılları Arasında Keban Baraj Gölündeki

1985-2020 YILLARI ARASI KEBAN BARAJ GÖLÜNÜN SEVİYE DEĞİŞİKLİĞİ				
Yıllar	SEVİYENİN YÜKSEK OLDUĞU DÖNEM (Mayıs, Haziran, Temmuz)		SEVİYENİN DÜŞÜK OLDUĞU DÖNEM (Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım)	
	Tarih	Yüksek Alan (Ha)	Tarih	Düşük Alan (Ha)
2020	29.05.2020	60431,2	4.10.2020	53912,5
2019	28.06.2019	66713,8	2.10.2019	62814,9
2018	25.06.2018	60223,1	29.09.2018	53380,1
2017	8.07.2017	55277,9	10.09.2017	51158,5
2015	1.06.2015	65909,6	20.08.2015	63425,1
2014	14.06.2014	51708,8	17.08.2014	50714,8
2013	27.06.2013	65628,0	15.09.2013	63107,9
2011	8.07.2011	65893,1	28.10.2011	61313,4
2010	5.07.2010	61857,0	10.11.2010	57169,4
2008	28.05.2008	50915,1	4.11.2008	44783,5
2007	27.06.2007	58766,2	1.10.2007	50944,0
2006	10.07.2006	63458,0	28.09.2006	57443,1
2004	18.06.2004	61800,6	22.09.2004	60157,5
2003	2.07.2003	64060,9	6.10.2003	55629,5
2001	10.06.2001	49169,4	1.11.2001	43517,6
2000	23.06.2000	50354,6	14.11.2000	44138,3
1999	21.06.1999	55749,3	27.10.1999	45763,2
1998	18.06.1998	66291,5	24.10.1998	54790,6
1997	15.06.1997	63612,2	19.09.1997	55879,9
1996	12.06.1996	66571,0	2.10.1996	60181,8
1995	26.06.1995	66374,3	16.10.1995	59556,9
1994	23.06.1994	60522,1	27.09.1994	51970,9
1993	6.07.1993	66405,1	10.10.1993	61301,4
1992	19.07.1992	60441,4	23.10.1992	49482,3
1991	1.07.1991	63452,7	3.09.1991	57891,6
1990	28.06.1990	65620,0	2.10.1990	59379,1
1989	24.05.1989	55688,6	29.09.1989	53364,8
1987	20.06.1987	66936,1	8.09.1987	64962,6
1986	19.07.1986	57210,7	7.10.1986	51202,5
1985	14.06.1985	58317,9	17.08.1985	54820,2

Alansal Değişimin Değerlendirilmesi



Şekil 16. Landsat Uydu Görüntüleri Analiz Sonuçlarına Göre 1985-2020 Yılları Arasında Keban Baraj Gölündeki Alansal Değişim



Foto 6. Keban Baraj Gölünde Seviyenin Düşmesiyle Birlikte Pertek Kalesinden Pertek İlçesine Doğru Bir Görünüm



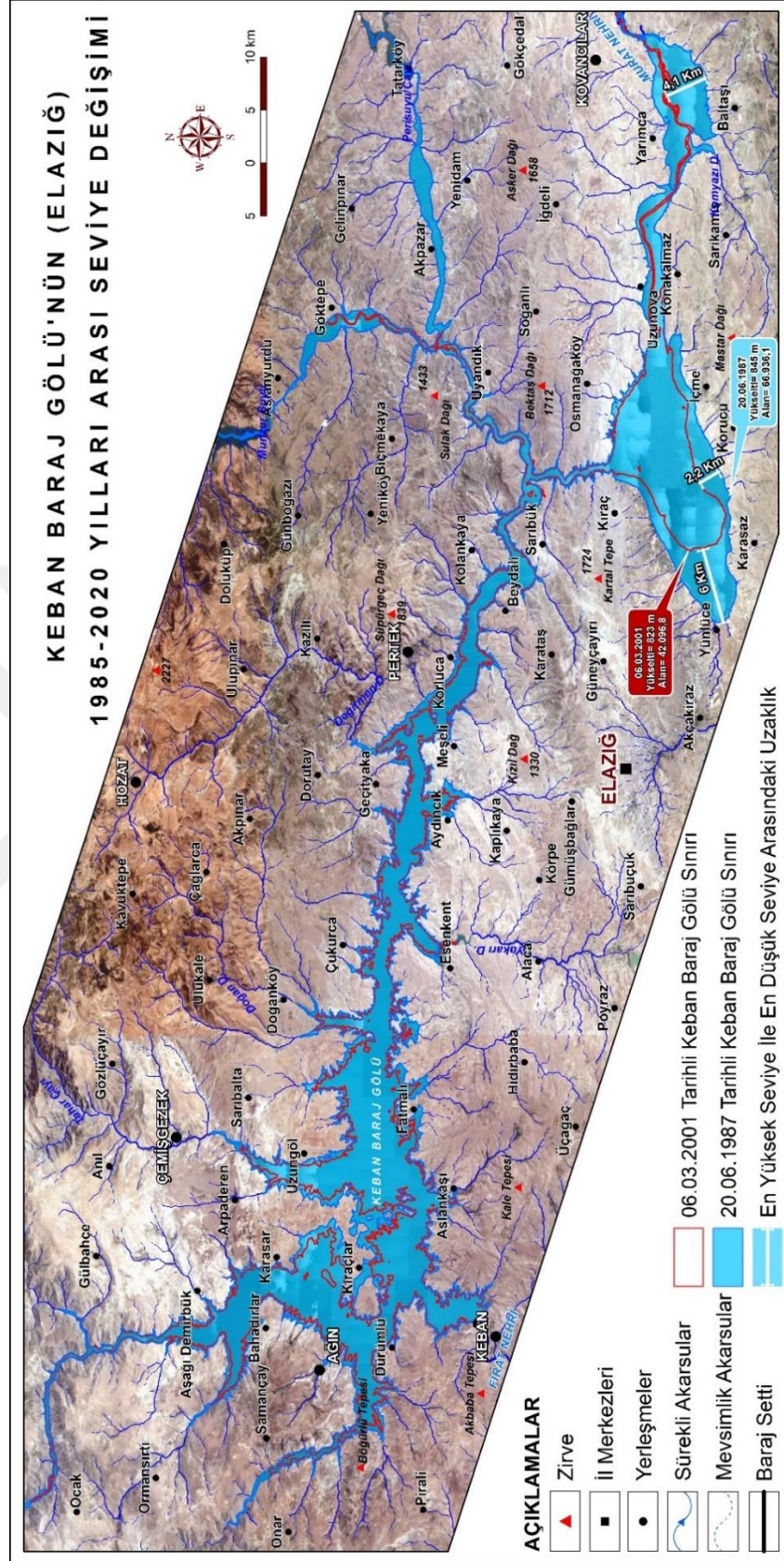
Foto 7. Keban Baraj Gölünde Seviyenin Düştüğü Bazı Yıllarda Pertek İlçesinden Pertek kalesine Yürüyerek Ulaşılmaktadır.

1985-2020 yılları arasındaki uydu görüntüleri üzerinde yapılan analize göre göl alanı en yüksek 20.06.1987 tarihli uydu görüntüsü tespit edilmiş olup göl seviyesinin 845 m olduğu ve kapladığı alan 66,936,1 Ha olarak tespit edilmiştir. Göl alanı en düşük 06.03.2001 tarihli uydu görüntüsü tespit edilmiştir. Gölün seviyesi 823 m olup kapladığı alan 42,096,8 Ha ‘dır. Bu iki yıl arasında yüksek seviye ile düşük seviye arasındaki fark 22 m olup buda yaklaşık 24,839,3 Alan (Ha)’a denk gelmektedir (Tablo 14, Şekil 17,18).

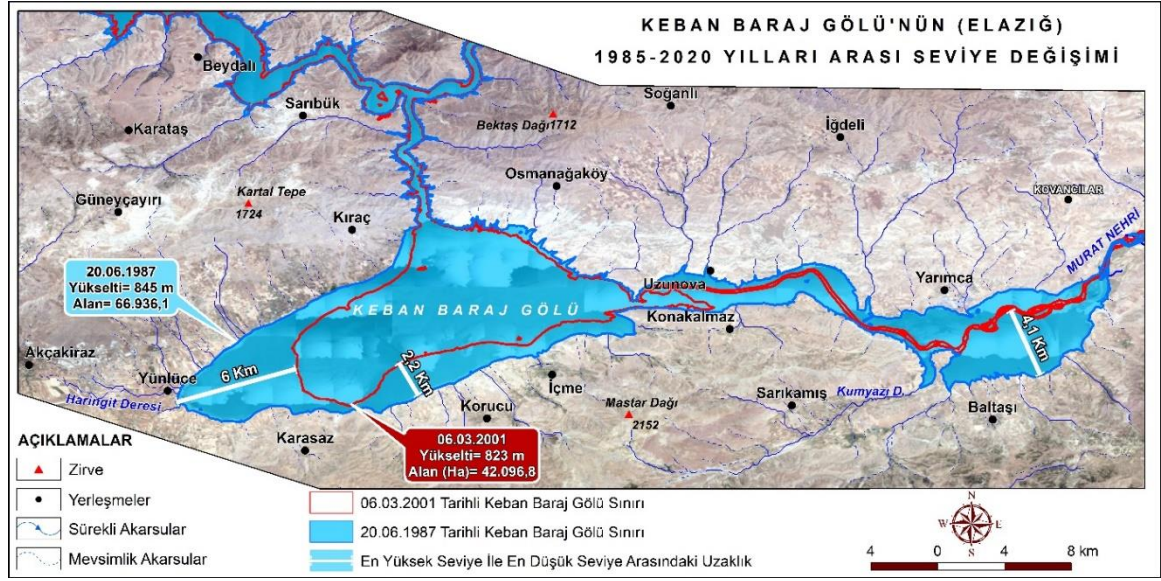
Göl alanının en yüksek ve en düşük olduğu alanlar dikkate alındığında çekilme mesafesinin en fazla olduğu alan Uluovada Yünlüce civarındadır. Burada göl alanının yaklaşık 6 km çekildiği, Baltaş civarında 4,1 km, Elmapınar civarında ise 2,2 km göl alanının çekildiği tespit edilmiştir. Keban Baraj Gölü kıyısındaki birçok alanda seviye değişimini tespit etmek mümkündür (Şekil 17,18).

Tablo 14. Baraj Gölünde En Yüksek ve En Düşük Seviye Arasındaki Fark (1985-2020)

	Tarihler	Yükselti (m)	Alan (Ha)
En Yüksek Seviyenin Görüldüğü Tarih	20.06.1987	845	66.936,1
En Düşük Seviyenin Görüldüğü Tarih	6.03.2001	823	42.096,8
Yüksek Seviye ile Düşük Seviye Arasındaki Fark		22	24.839,3



Şekil 17. Keban Baraj Gölünün 1985-2020 Yılları Arasındaki En Yüksek ve En Düşük Seviyeler (1987-2001) Arasındaki Alansal Değişim



Şekil 18. Keban Baraj Gölünde En Yüksek (20.06.1967) ve En Düşük (06.03.2001) Alansal Değişimin En Belirgin Görüldüğü Yerler

Tunceli'nin Pertek ilçesinde gölün orta kısmında kalmış Pertek kalesine seviyenin düştüğü yıllarda göl alanındaki adacıkların açığa çıkmasıyla birlikte Pertek kalesine karadan yürüyerek ulaşım sağlanmaktadır (Foto 4,5 6, 7, 8, 9, 10)



Foto 8. Seviyenin Düştüğü Yıllarda Keban Baraj Gölünde Çeşitli Büyüklüklerde Adalar Oluşmaktadır.

Göl alanının büyük ölçüde düştüğü yıllarda baraj gölü çevresindeki tarıma uygun araziler çiftçilikle uğraşan halk tarafından ekilip biçilmektedir. Ancak bazı yıllar ilkbahar döneminde yağışların artması ile seviyenin yükselmesi sonucunda tarım arazileri su altında kalarak çiftçiye büyük zarara uğratmaktadır.



Foto 9. Keban Baraj Gölünün Seviyesinin Düşmesine Bağlı Olarak Pertek Kalesinde Oluşan Seviye Farkının Görünümü

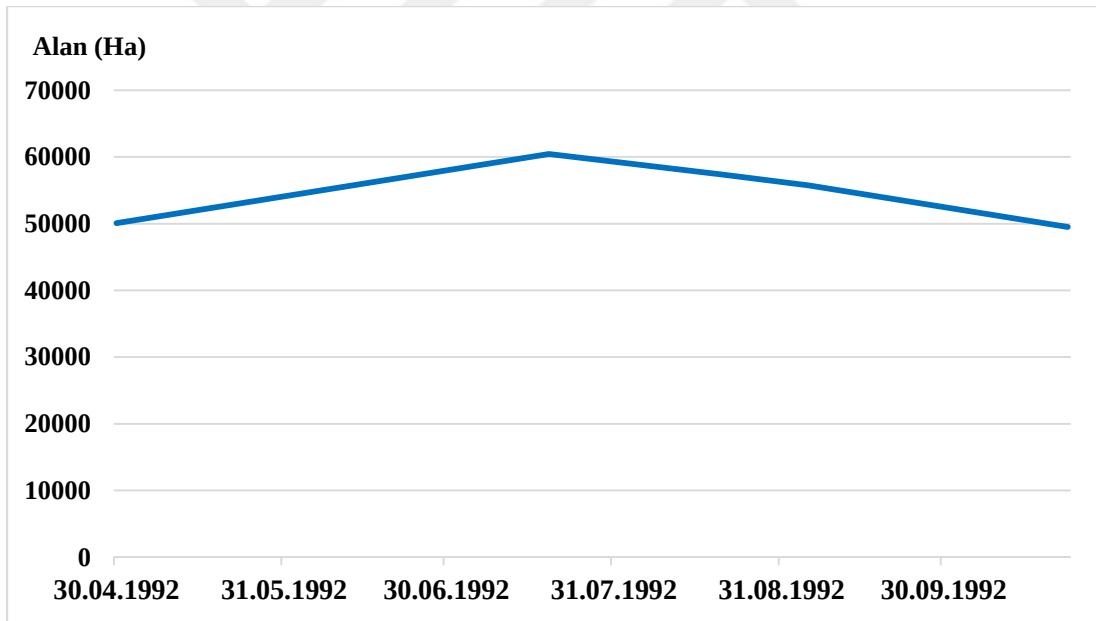


Foto 10. Pertek Kalesinden Keban Baraj Gölüne Doğru Seviye Düşmesine Bağlı Olarak Oluşan Adalar

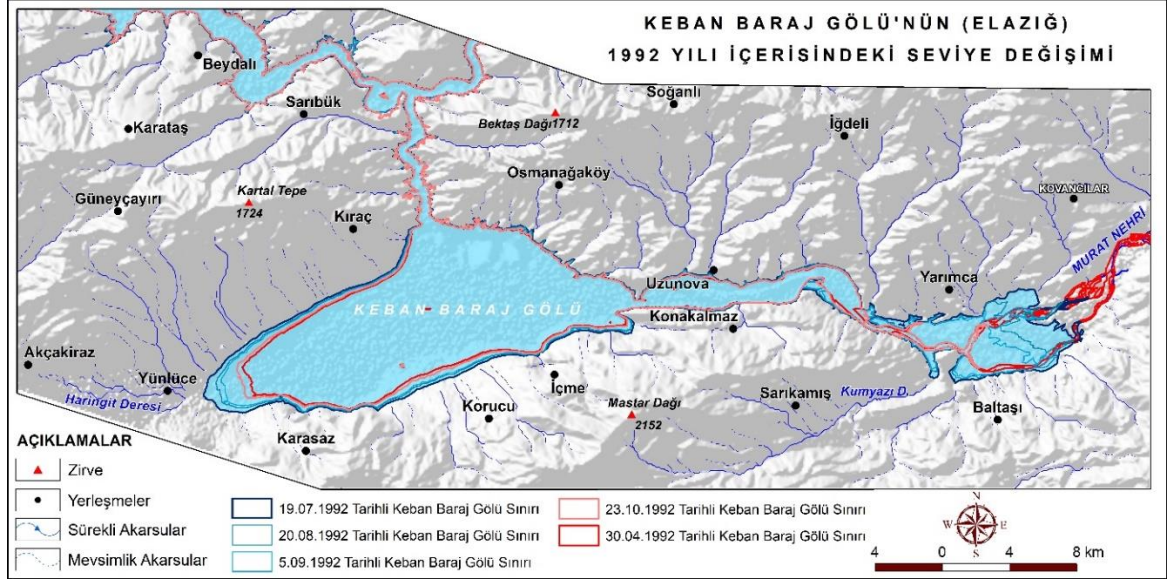
1985-2020 yılları arasında alansal değişimin tespiti için 1992 ile 2001 yıllarının aylar bazında analizi yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda; 1992 yılı içerisindeki göl alanının aylık değişimi ele alındığında göl alanı 30.04.1992 tarihinde 50,078,7 Ha iken, karların erimesi ve yağışların artmasıyla birlikte 19.07.1992 tarihinde göl alanının 60,441,4 Ha olduğu tespit edilmiştir. Bu tarihten sonra yağışların azalmasıyla birlikte baraj gölünün alanı düşmeye başlarken, en düşük göl alanı 23.10.1992 tarihinde 49,482,3 Ha olarak tespit edilmiştir (Tablo 15, Şekil 19,20).

Tablo 15. Keban Baraj Gölünün 1992 Yılında Aylık Olarak Alansal Değişimi

YIL	TARİH	ALAN
1992	30.04.1992	50,078,7
	19.07.1992	60,441,4
	20.08.1992	57,371,2
	5.09.1992	55,738,7
	23.10.1992	49,482,3



Şekil 19. Keban Baraj Gölünün 1992 Yılı İçerisindeki Aylık Alansal Değişimi

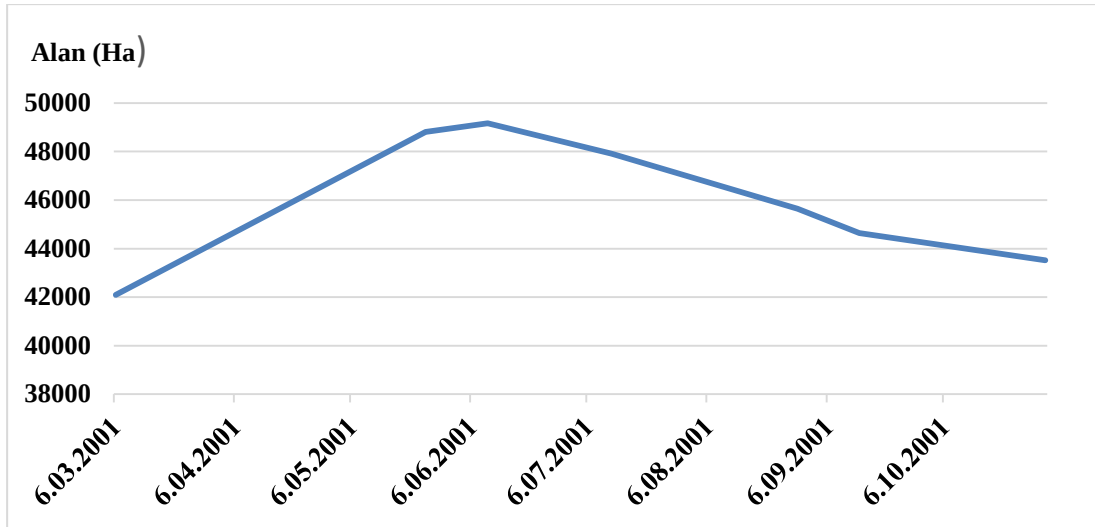


Şekil 20. Keban Baraj Gölünün 1992 Yılı İçerisindeki Aylık Alansal Değişim Haritası

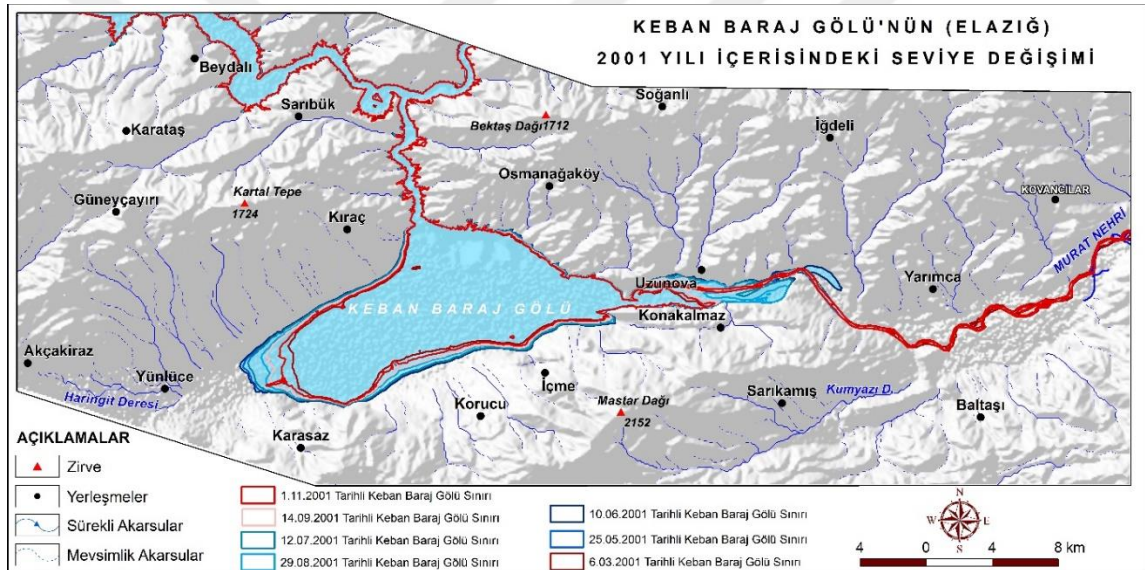
Keban Baraj Gölü'nün 2001 yılı içerisindeki aylık alansal değişimi analiz sonuçlarına göre ise; en düşük göl alanı 06.03.2001 tarihinde 42,096,8 Ha olarak tespit edilmiştir. Karların erimesi ve yağışların artmasıyla birlikte 10.06.2001 tarihinde baraj gölünün alanı yükselerek 49,169,3 Ha olmuştur. Bu tarihten sonra yağışların azalması ve sıcaklıkların artmasıyla birlikte baraj gölünün alanı düşmeye başlarken en düşük alan değeri ise 01.11.2001 tarihinde 43,517,6 Ha olarak tespit edilmiştir (Tablo 16, Şekil 21,22).

Tablo 16. Keban Baraj Gölünün 2001 Yılı İçerisindeki Aylık Alansal Değişimi

YIL	TARİH	ALAN(Ha)
2001	6.03.2001	42,096,8
	25.05.2001	48,810,1
	10.06.2001	49,169,3
	12.07.2001	47,913,3
	29.08.2001	45,641,9
	14.09.2001	44,646,9
	01.11.2001	43,517,6



Şekil 21 . Keban Baraj Gölünün 2001 Yılı İçerisindeki Aylık Alansal Değişimi



Şekil 22 . Keban Baraj Gölünün 2001 Yılı İçerisindeki Aylık Alansal Değişim Haritası

3.3. Keban Baraj Gölünde Seviye Değişikliği Üzerinde Etkili Olan Faktörler

Sular üzerinde etkili olan faktörler yere, mekana, zamana göre farklılık göstermektedir. Çalışma alanı olan Keban Baraj Gölü'nün seviyesinin değişiminde doğal ve antropojenik faktörler etkili olmuştur.

3.3.1. Doğal Faktörler

Dünyada ki sular üzerinde en etkili doğal faktör iklimdir. Nitekim suyun kaynağı yağıştır. Dolayısıyla iklimsel değişimler sonucu özellikle son yıllarda etkisi daha çok hissedilen küresel iklim değişikliği nedeniyle suların seviyesinde de büyük ölçüde değişimler görülmektedir.

3.3.1.1. İklim

İklimsel değişimler yıllara göre yağış miktarlarında ve sıcaklık değerlerinde farklılaşmaya neden olmaktadır. Bu durumda barajların seviyesini etkilemektedir. Çünkü yeraltı su kaynakları, yüzey suları yağış periyotlarının etkisi ile ilişkilidir. Yağışların fazla olduğu yıllarda baraj seviyesinde yükselme yaşanırken yağışların azaldığı sıcaklıkların arttığı dönemlerde ise barajların seviyesinde düşüş yaşanmaktadır. Sonuç olarak Meteorolojik kuraklığın yaşanması durumunda hidrolojik kuraklıktan söz edilir.

Keban Baraj Gölü'nün seviyesini etkileyen istasyonların (Elazığ, Tunceli, Erzincan, Bingöl, Muş, Ağrı) uzun yıllar (1985-2020) toplam yağış değerleriyle alansal değişimin tespiti için yapılan analiz sonuçlarını karşılaştırdığımızda; yağış değerleriyle gölün alansal değişim değerleri genel olarak paralellik göstermektedir (Tablo 17, Şekil 23).

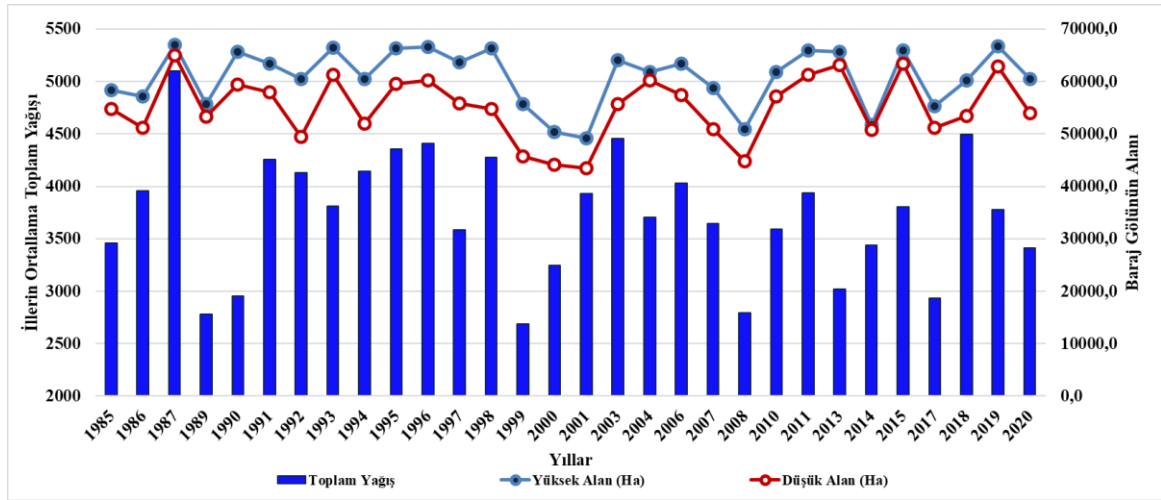
Uzun yıllar (1987-2020) içinde toplam en yüksek yağış değerleri (5099,7 mm) 1987 yılında görülürken baraj gölünün en yüksek alanı (66936,1 Ha) yine 1987 yılına denk gelmektedir. Yine 1996, 2003 yıllarında toplam yağışların yüksekliğine bağlı olarak baraj gölünün alanında da yükselme görülmektedir.

Uzun yıllar (1987-2020) içinde toplam en düşük yağış değerlerine baktığımızda ise 1998 de 4275,4 mm olan toplam yağış değeri bir yıl sonra yani 1999 yılında toplam 2684,7 mm'ye düşmüştür. Buna bağlı olarak göl alanı 1998 yılında 54790,5 Ha iken, 1999 yılında 45763,1 Ha'a düşmüştür. Ancak uzun yıllar (1987-2020) içinde baraj gölünün en düşük alanı 2001 yılında (43517,6 Ha) görülmektedir. Bu durumun en büyük sebebi ise 1999 yılından itibaren toplam yağış değerlerinin düşmesinin yanında Fırat Nehri üzerinde inşa edilen barajların etkisinden dolayı baraj gölünün alanında düşüşler görülmektedir. 2008 yılında da toplam yağışın 2795,7 mm'ye düşmesi sonucu gölün alanı o yıl 44783,4 Ha'na düşmüştür. 1999, 2000, 2001, 2008 yılları baraj gölü alanının en düşük olduğu ilk dört yıla karşılık gelmektedir. Bunda en büyük etken ise toplam yağış değerleri yani iklim faktörüdür (Tablo 17, Şekil 23).

Bazı yıllarda toplam yağış değerlerinin yükselmesine rağmen gölün alanında düşmeler görülmektedir. Örneğin; 2013 yılında toplam yağış 3016,7 mm iken baraj gölünün en yüksek alanı 65627,9 Ha'na çıkarken, en düşük alanı ise 63107,8 Ha olarak tespit edilmiştir. Fakat 2014 yılına gelindiğinde toplam yağış değeri 3439,2 mm iken gölün en yüksek alanı 51708,8 Ha ve gölün en düşük alanı 50714,8 Ha olarak tespit edilmiştir. Toplam yağış değerinin artmasına rağmen göl alanı bir önceki yıla göre düşmüştür. Bunun en önemli nedeni ise o yıllarda yapımı tamamlanan barajların su toplamaya başlaması yani antropojenik etkilerdir (Tablo 17, Şekil 23).

Tablo 17. Keban Baraj Gölüne Su Gönderen Alanların (Elazığ, Tunceli, Erzincan, Bingöl, Muş, Ağrı) Toplam Yağış Miktarı ile Uydu Görüntüleri Analizleri Sonucu Keban Baraj Gölünün Alansal Değişiminin Karşılaştırılması (1985-2020)

Yıl/Ay	Toplam Yağış (mm)	Yüksek Alan (Ha)	Düşük Alan (Ha)
1985	3461,1	58317,9	54820,2
1986	3956,5	57210,7	51202,5
1987	5099,7	66936,1	64962,6
1989	2780,6	55688,6	53364,8
1990	2951,1	65620,0	59379,1
1991	4256,2	63452,7	57891,6
1992	4129,7	60441,4	49482,3
1993	3812,3	66405,1	61301,4
1994	4145,7	60522,1	51970,9
1995	4355,8	66374,3	59556,9
1996	4406,7	66571,0	60181,8
1997	3583,5	63612,2	55879,9
1998	4275,4	66291,5	54790,6
1999	2684,7	55749,3	45763,2
2000	3247,5	50354,6	44138,3
2001	3933,8	49169,4	43517,6
2003	4454,4	64060,9	55629,5
2004	3704,1	61800,6	60157,5
2006	4030,7	63458,0	57443,1
2007	3643,5	58766,2	50944,0
2008	2795,7	50915,1	44783,5
2010	3590,7	61857,0	57169,4
2011	3935,7	65893,1	61313,4
2013	3016,7	65628,0	63107,9
2014	3439,2	51708,8	50714,8
2015	3806,8	65909,6	63425,1
2017	2933	55277,9	51158,5
2018	4497,4	60223,1	53380,1
2019	3774,4	66713,8	62814,9
2020	3412,5	60431,2	53912,5



Şekil 23. Keban Baraj Gölüne Su Gönderen Alanların (Elazığ, Tunceli, Erzincan, Bingöl, Muş, Ağrı) Toplam Yağış Miktarı ile Uydu Görüntüleri Analizleri Sonucu Keban Baraj Gölünün Alansal Değişiminin Değerlendirilmesi (1985-2020)

3.3.2. Antropojenik Faktörler

Sular üzerinde etkili olan bir diğer faktör ise antropojenik faktörlerdir. Keban Baraj Gölünün seviyesinin değişiminde antropojenik faktörlerin etkisi yadsınmayacak bir gerçektir. Dünya üzerinde yer alan gerek doğal gerekse yapay göllerin birçoğu insanlar ve insanların ekonomik etkinliklerinden dolayı seviye değişimine maruz kalmaktadır. Örneğin insanların tarım alanlarını sulamak ve günlük ihtiyaçları çerçevesinde kullanmak için gölleri besleyen akarsuları engellemeleri sonucu, göllerin seviyelerini etkilemektedirler. İnsanların göllerin seviye değişimlerine etkileri genellikle olumsuz boyutta olurken bu durum malesef göllerin seviyelerinin azalmasına hatta göllerin kurumalarına ve kirlenmelerine neden olmaktadır.

3.3.2.1. Tarım

Keban Baraj Gölü çevresinde yaşayan insanlar baraj gölünün suyunu tarımsal faaliyetler için kullanırken ayrıca yerleşim yerleri için de gölden faydalanılmaktadır. Bu nedenle Keban Baraj Gölü, çevresinde yaşayan insanlar için oldukça önemli bir su kaynağıdır.

Artan nüfusla birlikte yaşam koşullarının değişmesi, suyun kullanım alanlarının genişlemesi suya olan ihtiyacında giderek artmasına neden olmaktadır. Ancak insanların su kaynaklarını bilinçsizce yanlış bir şekilde kullanması ve kirlenmesi Keban baraj Gölü'nün sularının azalması ve tehlike altına girmesi demektir.

Keban Baraj Gölünün çevresinde yer alan yerleşim yerlerindeki halk göl suyundan çeşitli amaçlar için yararlanırken, kuraklığın yaşandığı yıllarda ise göl alanındaki suların çekilmesiyle birlikte göl sahasında ortaya çıkan tarlalarda tarım yapmaktadırlar. Özellikle baraj gölünün güney kesmi olan Uluova tarafında bu durum daha dikkat çekmektedir (Şekil 24, 25).

Suların çekilmesiyle birlikte mısır başta olmak üzere buğday, arpa, nohut, karpuz ve fasulye gibi tarım ürünleri ekilmektedir. Yetiştirilen ürünlerin türüne göre su ihtiyaçlarında değişmektedir. Ekilen ürünlerin yetişmesi için ise baraj gölünden çeşitli yöntemlerle su çekilerek tarım alanları sulanmaktadır (Foto 11, 12).

Ancak kayıtların tam tutulmaması kontrollerin ve denetlemenin eksik olması, gölün çevresinde toplam ne kadar alanda tarım yapıldığı bunun sonucunda gölden ne kadar su çekildiği bilinmediğinden insanların seviyeye etkisinin boyutunu tam anlamıyla tahmin etmek mümkün değildir.

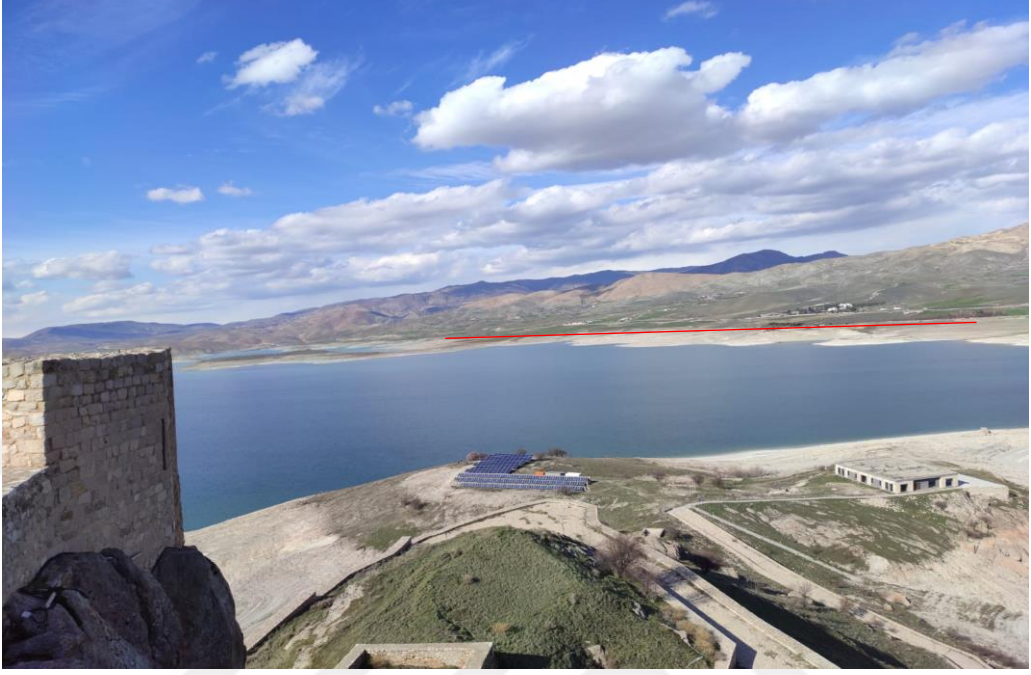


Foto 11. Pertek Kalesinden Seviyesinin Düşmesine Bağlı Olarak Tarım Yapılan Alanlara Doğru Bir Görünüm



Foto 12. Keban Baraj gölünün Seviyesinin Düşmesiyle Birlikte Göl Alanında Yapılan Tarım Faliyeti (URL 2)



Şekil 24. Keban Baraj Gölünde Seviyenin Düşmesiyle Tarım Yapılan Alanlar (1987-2001)



Şekil 25. Keban Baraj Gölünde Uluova Çevresinde Tarım Yapılan Alanların Google Earth Görüntüsü (1987-2001)

3.3.2.2. Akarsular Üzerinde İnşa Edilen Barajlar

Geçmişten günümüze doğru çeşitli amaçlarla Fırat Nehri ve kolları üzerinde barajlar inşa edilmiştir. 1975'te yapımı tamamlanan ve ülkemiz açısından da büyük öneme sahip Keban Barajı daha sonra yapılan barajlara örnek olmuştur. Nüfusun giderek artması dolayısıyla insanların ihtiyacının da artması bu barajları yapmaya mecbur kılarken, barajların inşa edilmesiyle suyun tutulması veya akış yönünün değiştirilmesi baraj gölünün seviyesinin de değişmesine neden olmuştur.

1985 yılından itibaren Fırat Nehri üzerinde yapımı tamamlanan 20'den fazla baraj bulunurken, proje aşamasında veya yapımı tamamlanmaya yakın birçok baraj bulunmaktadır (Tablo 18). Barajların sayısının artması demek çalışma alanına gelen su miktarında azalması

demektir. Dolayısıyla yeni yapılan barajların su toplama başladığı yıllardan itibaren baraj gölünde seviye düşmektedir. Ancak yağışın arttığı, sıcaklığın ve nemin düştüğü aylarda veya yıllarda barajların doluluk oranı yükseldiği zaman barajlardaki tehlikeyi ortadan kaldırmak için sular kontrollü bir şekilde salınmaktadır. Bu durum neticesinde baraj gölünün seviyeside artmaktadır.

Tablo 18. Fırat Nehri Üzerinde Kurulan Barajlar

NEHİRLER	KURULAN BARAJLAR	YER ALDIĞI İL	SU TOPLAMA YILI
Fırat Nehri	Keban Barajı ve HES	Keban Elazığ	1982
	Alpaslan 2 Barajı ve HES	Merkez Muş	2020
Murat Nehri	Alpaslan 1 Barajı	Muş	2008
	Yukarı Kaleköy Barajı ve HES	Solhan Bingöl	2018
	Aşağı Kaleköy Barajı ve Hibrit GES	Genç Bingöl	2020
	Karasu 1 HES	Erzurum	2011
	Karasu 4-2 HES	Erzincan	2011
Karasu Nehri	Karasu4-3 HES	Erzincan	2011
	Bağıtaş Barajı ve HES	Iliç Erzincan	2015
	Yayla Deresi Üzerinde Dumlu HES	Erzurum	2012
Munzur Çayı	Uzunçayır Barajı ve HES	Tunceli	2009
	Kığı Barajı ve HES	Kığı Bingöl	2016
	Yedisu HES	Bingöl Yedisu	2011
Perisuyu Çayı	Özlüce Barajı ve HES	Yayladere Bingöl	2000
	Pembelik Barajı ve HES	Karakoçan Elazığ	2015
	Seyrantepe Barajı ve HES	Kovancılar Elazığ	2008
	Tatar Barajı ve HES	Kovancılar Elazığ	2013
Tuzla Çayı	Tercan HES	Tercan Erzincan	1990
	Yukarı Mercan HES	Erzincan	2005
Mercan Deresi	Girlevik 2 HES	Merkez Erzincan	2015
Üzümlü Deresi	Üzümlü HES	Üzümlü Erzincan	2011
Çakırman Deresi	Çakırman HES	Merkez Erzincan	2011
Keban Deresi	Keban Deresi HES	Keban Elazığ	2007

Kaynak: Enerji Atlası

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünyada nüfusun artmasıyla birlikte insanoğlunun su ihtiyacı da giderek artmaktadır. Büyük öneme sahip olan su kaynaklarının ana kaynağını, yağışlar oluştururken, bu yağışların düzenli olmaması ve antropojenik etkiler sonucu su alanlarının seviyelerinde değişimler görülmektedir. Ülkemiz açısından büyük öneme sahip Keban Baraj Gölü'ndeki 1985-2020 yılları arasında alansal değişimi ortaya çıkarmak ve çıkan sonuçlar neticesinde öneriler getirmek amacıyla bu çalışma hazırlanmıştır.

Keban Baraj Gölü'nün alansal değişimini tespit etmek için; 1985-2020 yılları arasında Keban Baraj Gölü ve yakın çevresini kapsayan 175 uydu görüntüsü Coğrafi Bigi Sitemeleri üzerinde NDWI formülüyle analiz edilip açıklanmıştır. Ancak bazı yıllara ait uydu görüntülerinin bozuk olması nedeniyle o yıllara ait alansal değişimi tespit edilememiştir. Göl alanının yıllar bazında değerlendirilmesi ile yıl içinde en yüksek ve en düşük alanlar tespit edilmiştir. Göl alanı en yüksek Mayıs, Haziran, Temmuz aylarında, en düşük ise Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım ayları olarak tespit edilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda, Keban Baraj Gölü'nün alanında yıllar bazında dalgalanmalar görülmektedir. 1985 yılında; en yüksek alan 58317,9 (Ha) iken, en düşük alan ise 54820,2 (Ha) olarak tespit edilmiştir. Alansal değişim 1986 yılında da düşerken 1987 yılına gelindiğinde ise önceki yıllara göre alan değerinde yükselme görülmektedir. 1987 yılının en yüksek göl alanı 66672,3 (Ha) iken, en düşük alanı ise 64962,6 (Ha) tespit edilmiştir. Bunun en önemli nedeni ise 1987 yılında bir önceki yıllara göre hem yağış değerlerinin yükselmesi hemde sıcaklık değerlerinin düşmüş olmasıdır.

1987 yılından sonra Keban baraj gölünün alanında yağış, sıcaklık değerlerindeki değişimlere ve Fırat Nehri üzerinde yapımı tamamlanan ve kontrollü bir şekilde suları tutulmaya başlanan barajlar nedeniyle baraj alanında bir yükselme bir düşme meydana gelirken, 1999 yılından itibaren önceki yıllara göre daha fazla yaşanan kuraklık nedeniyle yağışların azalmasına bağlı olarak baraj alanında önceki yıllara göre büyük bir düşme yaşanmıştır 2001 yılına kadar. 2001 yılına gelindiğinde göl alanı en yüksek 49169,4 (Ha) iken en düşük alanı 43517,6 (Ha) olarak tespit edilmiştir.

2002 yılının uydu görüntülerinin bozuk olması nedeniyle göl alanı tespit edilmezken; 2003 yılında baraj gölünün alanında yine yükselme yaşanmıştır. Baraj gölünün en yüksek alanı 64060,9 (Ha) iken en düşük alanı 55629,5 (Ha)'dır. 2003'den sonraki yıllarda 2014 yılına kadar yine alanın da farklılaşmalar görülmekle birlikte 2014 yılında en yüksek alan 14'de 51708,8 (Ha) iken en düşük alan 50714,8 (Ha)'dır (Tablo 13, Sekil 13). 2020 yılına geldiğimizde ise en yüksek alan 60431,2 (Ha) iken en düşük alan 53912,5 (Ha) olarak tespit edilmiştir.

35 yıllık dönemde (1985-2020); göl alanının en yüksek görüldüğü yıl 1987 olup gölün seviyesi 845 m kapladığı alan ise 66,936,1 (Ha) iken; göl alanının en düşük görüldüğü yıl ise 2001 olup, gölün seviyesi 823 m kapladığı alan 42,096,8 Ha olarak tespit edilmiştir. Bu iki yıl arasında göl alanının en yüksek olduğu dönem ile en düşük olduğu dönem arasındaki yükselti farkı 22 m olup buda yaklaşık 24,839,3 Alan (Ha)'a denk gelmektedir. Bu farkın en belirgin görüldüğü kısmı ise; Elazığ'ın güneyinde yer alan Uluova civarında görmekteyiz. Keban Baraj Gölü alanının en yüksek olduğu dönem ile en düşük olduğu dönem (1987-2001) baz alındığında Uluovada Yünlüce tarafında 6 km, Korucu tarafında 2,2 km, Baltaş civarında ise 4,1 km bir alansal değişimin olduğu tespit edilmiştir.

Keban Baraj Gölü'ndeki alansal değişimin yıl içerisindeki değişimini tespit etmek için iki yıl (1992-2001) seçilmiş olup, yapılan analiz sonuçlarına göre ise; 1992-2001 yıllarında karların eridiği ve yağışların arttığı aylarda baraj gölünün alanında yükselmeler görülürken, sıcaklıkların arttığı, yağışların azaldığı kurak aylarda ise göl alanında düşmeler görülmektedir.

Alansal değişim üzerinde hem doğal faktörler hemde antropojenik faktörlerin etkisi büyük bir öneme sahiptir. Ancak en büyük etmen doğal faktör elemanı olan iklimdir. İklimsel faktörlerin etkisini daha iyi açıklamak için Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan 6 istasyon (Elâzığ, Tunceli, Erzincan, Bingöl, Muş, Ağrı) sıcaklık yağış ve nem bakımından ele alınıp açıklanmıştır. Bunun sonucunda Yıllık ortalama sıcaklık değerlerin bakımından değerlendirildiğinde, Elazığ'da 13,4 °C, Tunceli'de 13,1 °C, Erzincan'da 11,3 °C, Bingöl'de 12,3 °C, Muş'ta 10,2 °C ve Ağrı'da 6,6 °C'dir. Yıllık ortalama yağış değerleri bakımından, Elazığ'da 400,2 mm, Tunceli'de 819,0 mm, Erzincan'da 383,3 mm, Bingöl'de 948,7 mm, Muş'ta 769,9 mm ve Ağrı'da 531,3 mm' dir.

Sıcaklık ve yağış verilerine göre tüm istasyonlarda en kurak dönem yaz aylarına (Haziran, Temmuz, Ağustos) denk gelirken, yağışların artmaya başladığı dönem ise sonbahar ve ilkbahar aylarına denk gelmektedir. Dolayısıyla sıcaklığın ve buharlaşmanın arttığı dönemlerde baraj gölünün alanında azalma olurken sonbahar ve ilk bahar dönemide yağışların artmasına karların erimesine bağlı olarak baraj gölünün alanında yükselmeler meydana gelmektedir. Aynı şekilde yıllar bazında değerlendirildiğinde yağışların azaldığı ve sıcaklıkların arttığı yıllarda baraj gölünün alanında düşüşler görülürken, yağışların arttığı ve sıcaklıkların azaldığı yıllarda baraj gölünün alanında yükselmeler görülmektedir.

Uzun yıllar (1987-2020) içinde toplam yağış değerleri ile alansal değişim analiz sonuçlarını karşılaştırdığımızda; yağış değerleriyle baraj gölünün alansal değişimi arasında doğru orantı vardır. Yağışların artmasına bağlı olarak baraj gölünün alanında yükselmeler yaşanırken, yağışların azalmasına bağlı olarak baraj gölünde alansal olarak düşmeler yaşanmaktadır. Uzun yıllar (1987-2020) içinde toplam en yüksek yağış değerleri (5099,7 mm) 1987 yılında görülürken baraj gölünün en yüksek alanı (66936,1 Ha) yine 1987 yılına denk gelmektedir. Yine 1996, 2003 yıllarında toplam yağışların yüksekliğine bağlı olarak baraj gölünün alanında da yükselme görülmektedir.

1999 yılında toplam 2684,7 mm'ye düşmüştür. Buna bağlı olarak Keban Baraj Gölü'nün alanı 1998'de 54790,5 Ha iken, 1999 yılında 45763,1 Ha'a düşmüştür. Ancak uzun yıllar (1987-2020) içinde baraj gölünün en düşük alanı 2001 yılında (43517,6 Ha) tespit edilmiştir. Bu durumun en büyük sebebi ise 1999 yılından itibaren toplam yağış değerlerinin düşmesinin yanında Fırat Nehri üzerinde inşa edilen barajların etkisinden dolayı baraj gölünün alanında düşüşler görülmektedir. 2008 yılında da toplam yağışın 2795,7 mm'ye düşmesi sonucu gölün alanı o yıl 44783,4 Ha'na düşmüştür. 1999, 2000, 2001, 2008 yılları baraj gölü alanının en düşük olduğu ilk dört yılla karşılık gelmektedir.

Toplam yağış değerlerinin yükselmesine rağmen gölün alanında düşmeler görülmektedir. Örneğin; 2013 yılında toplam yağış 3016,7 mm iken baraj gölünün en yüksek alanı 65627,9 Ha'na çıkarken, en düşük alanı ise 63107,8 Ha düşmüştür. Fakat 2014 yılına gelindiğinde toplam yağış değeri 3439,2 mm iken gölün en yüksek alanı 51708,8 Ha iken, gölün en düşük alanı 50714,8 Ha'dır. Toplam yağış değerinin artmasına rağmen gölün alanı bir önceki yıla göre düşmüştür. Bunun en önemli nedeni ise o yıllarda yapımı tamamlanan barajların su toplamaya başlaması, yani antropojenik etkilerdir.

Baraj Gölünü etkileyen antropojenik faktörlerden tarım yapılması, barajların inşası baraj

seviyesi üzerinde etkilidir. Baraj gölünün çevresinde yaşayan halk tarım yapmakta, hatta seviyenin büyük ölçüde düştüğü yıllar göl alanında da bile tarım faaliyetlerini sürdürmekte ve sulama amaçlı olarak Keban Baraj Gölü'nden yararlanmaktadırlar. Ancak tarımda yanlış sulama yöntemlerinin devam etmesi baraj seviyesini etkilemektedir.

Baraj Gölü seviyesi üzerinde etkili olan Doğal (İklim) ve Antropojenik (Barajlar) faktörler uzun yıllar (1985-2020) analiz edilen uydu görüntüleriyle elde edilen değerlerle karşılaştırıldığında elde edilen analiz sonuçlarının doğruluk payının yüksekliğini açıkça ortaya çıkarmaktadır. Şöyleki; yağış miktarının ve baraj gölünün alanının en yüksek olduğu yıl 1987 yılıdır. Baraj gölü alanının en düşük olduğu 1999,2000,2001,2008 yılların da toplam yağış miktarının düşmesi nedeniyle bu yıllar alanın en düşük olduğu yıllara denk gelmektedir. Hatta 2001 yılında baraj gölünde 8 tiribünden yalnızca 2 tanesi çalıştırmak zorunda kalmıştır. Ancak bazı yıllarda örneğin; 2014 yılında toplam yağış değeri bir önceki yıla göre yüksek olmasına rağmen baraj gölünün alanında düşüş görülmektedir. Bununda nedeni Antropojenik etkilerden kaynaklı yapımı tamamlanan barajlarda su toplanmaya başlanmış olmasıdır.

Sonuç olarak; Keban Baraj Gölü'nün seviyesinin değişiminde hem doğal hemde antropojenik etmenler etkilidir. Tüm bu bilgiler ve elde edilen sonuçlar doğrultusunda, hem ülkemiz hemde baraj gölüne yakın çevre yerleşmeler için büyük öneme sahip Keban Baraj Gölü için gerekli tedbirler bir an önce alınarak, hatalı olan planlamalar gözden geçirilip su konusunda insanlar daha çok bilinçlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Ağırtaş, F., 2021, Bingöl Ovası İle Muş Ovası Arasında Murat Nehri Vadisinde Demiryolu ve Barajların Doğal Risk Analizi, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Elazığ.
- Atalay, İ., 1994, Türkiye Vegetasyon Coğrafyası, Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fak. İzmir.
- Atalay, İ., 2000, Türkiye Coğrafyası ve Jeopolitigi, Ege Üniversitesi, İzmir
- Çetin, E. 1994. Barajların Çevre Üzerindeki Etkileri (Keban Barajı Örneği) İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi
- Coppin, P., I. Jonckheere, K. Nackaerts, B. Muys, And E. Lambin. 2004. "Review A Ticle Digital Change Detection Methods İn Ecosystem Monitoring: A Review." International Journal Of Remote Sensing 25 (9): 1565–1596.
- Erinç, S., 1953, Doğu Anadolu Coğrafyası, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 572. İstanbul.
- Erinç, S., 1982, Jeomorfoloji, Cilt: I. Genişletilmiş Üçüncü Baskı. İstanbul Üniversitesi Edeb. Fak. Yay. No: 2931. Edebiyat Fakültesi Matbaası, İstanbul, 736 Sayfa.
- Erol, O., Akkan, E., Elibüyük, M. ve Doğu, A.F.,1987, Aşağı Fırat Bölgesi'nde Bugünkü ve Kuvaterner'deki Doğal Çevre Koşulları: Odtü. Aşağı Fırat Projesi, 1978-1979 Çalışmaları. Aşağı Fırat Projesi Yayınları.Seri I, No.3 Ankara.
- Gong, P., And B. Xu. 2003. "Remote Sensing Of Forests Over Time: Change Types, Methods, And Opportunities." In Remote Sensing Of Forest Environments: Concepts And Case Studies, Edited By M. A. Wulder And S. E. Franklin, 301–333. Norwell, Ma: Kluwer Academic Publishers
- Güneş, H., 2006 A, Murat Nehri Havzasının (Fırat) Su Potansiyeli ve Değerlendirilmesi Fırat Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Doğu Coğrafya Dergisi Cilt:11 Sayı:16 :141-163
- Güneş, H., 2006 B, Karasu (Fırat) Havzasının Su Potansiyeli ve Değerlendirilmesi, Fırat Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Doğu Coğrafya Dergisi Sayı:113-136
- Jensen, J. R., K. Rutchey, M. S. Koch, And S. Narumalani. 1995. "Inland Wetland Change Detection İn The Everglades Water Conservation Area 2a Using A Time Series Of Normalized Remotely Sensed Data." Photogrammetric Engineering & Remote Sensing 61 (2): 199–209.
- Kennedy, R. E., P. A. Townsend, J. E. Gross, W. B. Cohen, P. Bolstad, Y. Q. Wang, And P. Adams. 2009. "Remote Sensing Change Detection Tools For Natural Resource Managers: Understanding Concepts And Tradeoffs İn The Design Of Landscape Monitoring Projects." Remote Sensing Of Environment 113: 1382–1396.
- Lu, D., P. Mausel, E. Brondizio, And E. Moran. 2004. "Change Detection Techniques." International Journal Of Remote Sensing 25 (12): 2365–2401.
- Mcfeeters, S.K., 1996. The Use Of Normalized Difference Water Index (Ndwi) İn The Delineation Of Open Water Features. International Journal Of Remote Sensing, 17,1425–1432.
- Özgen N., 1984, Keban Barajı Üzerine Bazı Gözlemler, Elazığ
- Özgen, N., 2000, Keban Barajı ve Tarihçesi; Dsi Vakfı Yayın No:1 Ankara
- Özşahin E., Eroğlu İ., 2018 Trakya Yarımadasının Jeomorfetrik Özellikleri, Jeomorfolojik Araştırma Dergisi S87-98.
- Singh, A. 1989. "Review Article Digital Change Detection Techniques Using Remotely-Sensed Data." International Journal Of Remote Sensing 10 (6): 989–1003.
- Tonbul, S., 1985, Kuzova-Hasandağı ve Çevresinin (Elazığ Batısı) Fiziki Coğrafyası. F.Ü. Sos.Bil.Enst. Doktora Tezi. (Yayınlanmamış), Elazığ.
- Tonbul, S., 1987, Elazığ Batısının Genel Jeomorfolojik Özellikleri ve Gelişimi: Jeomorfoloji Derg. S.15, S. 37-52.
- Tonbul, S., 1990 (A), Elazığ ve Çevresinin İklim Özellikleri ve Keban Barajının Yöre İklimi Üzerine Olan Etkileri Fırat Üniv. Coğrafya Sempozyumu 14-15 Nisan 1986 Sf.275-293, Elazığ
- Xu, H., 2006. Modification Of Normalised Difference Water Index (Ndwi) To Enhance Open Water Features İn Remotely Sensed Imagery. International Journal Of Remote Sensing, 27, 3025–3033.

Yıldırım, A., 2006, Karakaya Barajı ve Doğal Çevre Etkileri, D.Ü. Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi 6, 32-39

İNTERNET KAYNAKLARI

URL 1. Enerji Atlası <https://www.enerjiatlası.com/akarsular/firat-nehri.html>

URL 2. <https://www.evrensel.net/haber/83655/keban-barajinda-sular-cekilince-tarim-basladi>

