

T.C.
ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

MANİSA İLİ GÖLMARMARA SULAK ALAN SİSTEMİNDEKİ
ZAMANSAL ALAN DEĞİŞİMLERİNİN UZAKTAN ALGILAMA
TEKNİKLERİ İLE BELİRLENMESİ

Nurten UZMAN

Danışman
Doç. Dr. Nilüfer YAZICI

ISPARTA - 2024



© 2024 [Nurten UZMAN]

ETİK BEYANI

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak ve bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın hazırladığım bu tez çalışmasında;

Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

25/12/2023

Nurten UZMAN

.....

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
1.1. Sulak Alanların Tanımı	2
1.2. Sulak Alanların İşlevi ve Önemi	4
1.2.1. Çevre kalitesini artırıcı değerler.....	4
1.2.2. Biyolojik değerler.....	4
1.2.3. Sosyo-ekonomik değerler	4
1.3. Sulak Alanların Problemleri.....	5
1.4. Sulak Alan Mevzuatı.....	6
1.5. Türkiye'nin Sulak Alanları	7
1.6. Sulak Alanların Yönetimi	10
1.7. Uzaktan Algılama.....	10
1.7.1. Uzaktan algılamanın çalışma prensipleri	11
1.7.2. Sulak alanlar ve uzaktan algılama çalışmaları	12
2. KAYNAK ÖZETLERİ	14
3. MATERYAL VE YÖNTEM	18
3.1. Materyal	18
3.1.1. İdari ve mülkiyet yapısı.....	21
3.1.2. Meteoroloji ve iklim verileri	21
3.1.3. Habitat özellikleri.....	26
3.1.4. Sucul ve karasal flora	26
3.1.5. Sosyo-ekonomik durum	28
3.2. Yöntem.....	28
3.2.1. Çalışma alanı sınırının tespiti.....	29
3.2.1.1. Uydu verileri ön işleme	30
3.2.2. Arazi çalışmaları	32
4. BULGULAR.....	33
4.1. 1995 Yılında Gölarmara Gölü ve Yakın Çevresinde Arazi Kullanım Durumu	33
4.2. 2000 Yılında Gölarmara Gölü ve Yakın Çevresinde Arazi Kullanım Durumu	34
4.3. 2005 Yılında Gölarmara Gölü ve Yakın Çevresinde Arazi Kullanım Durumu	35
4.4. 2010 Yılında Gölarmara Gölü ve Yakın Çevresinde Arazi Kullanım Durumu	36
4.5. 2015 Yılında Gölarmara Gölü ve Yakın Çevresinde Arazi Kullanım Durumu	37
4.6. 2020 Yılında Gölarmara Gölü ve Yakın Çevresinde Arazi Kullanım Durumu	38
4.7. Arazi Kullanım Durumlarına İlişkin Genel Bulgular.....	39
4.8. Gölarmara Gölü Sulak Alanının Zamansal Değişimi	40

4.9. Gölarmara Gölünün Yıllara Göre Yüzeysel Alan Değişimi	42
4.10. Çalışma Alanı ve Periyodu İçerisindeki Meteorolojik Verilerin Analizi.....	47
4.11. Gölarmara Gölü Su Kalitesinin Belirlenmesi	49
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	50
KAYNAKLAR	55
ÖZGEÇMİŞ	63



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MANİSA İLİ GÖLMARMARA SULAK ALAN SİSTEMİNDEKİ ZAMANSAL ALAN DEĞİŞİMLERİNİN UZAKTAN ALGILAMA TEKNİKLERİ İLE BELİRLENMESİ

Nurten UZMAN

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Nilüfer YAZICI

Sulak alanlar dünyanın en zengin ve üretken ekosistemleri olup, pek çok işleve ve değerlere sahiptir. Sulak alan ekosistemlerinin son yıllara kadar önemi yeterince anlaşılamamıştır. Nüfusun hızlı artışı, suya olan talebin artması, tarım alanlarına ihtiyacın çoğalması, sulak alanları kurutma olayları gibi nedenlerden dolayı sulak alanlar zarar görmüştür. Bu olaylar sulak alanların ekolojik ve ekonomik değerlerini etkilemiştir. Sulak alanları besleyen kaynakların içme suyu temininde veya sulamada kullanılması ya da üzerlerine barajların yapılması ile su akışı azalmakta, sulak alanlarda su sıkıntısı yaşanmakta ve sonuç olarak çoğu sulak alan kurumaktadır.

Gölmarmara Gölü sahip olduğu işlev ve değerlerinden dolayı “Ulusal Öneme Haiz Sulak Alan” statüsünde yer almaktadır. Gölmarmara gölü yakın çevresindeki yerleşim alanlarından dolayı insan faaliyetlerinden kaynaklı pek çok sorun ile karşı karşıyadır.

Bu çalışmada Gölmarmara Gölü sulak alanındaki 1995-2020 yılları arasındaki alansal değişim uzaktan algılama teknikleri kullanılarak incelenmiştir. Yapılan araştırmalar doğrultusunda sulak alanın 4731 ha’dan 2665 ha’a kadar azaldığı belirlenmiştir. Suyun çekildiği bölgeler ise tarım arazilerinde dönüştürülmüş ve %70’lik kısmı kapsadığı hesaplanmıştır. Ayrıca sahanın bazı kuruyan kısımlarında ağaçlandırma çalışmaları yapılarak orman yapısı oluşturulmaya çalışılmaktadır. Sulak alan miktarındaki değişimde iklim değişikliği ve insan faaliyetleri ile ilişki değerlendirilmiş ve sonuç olarak Gölmarmara Gölü sulak alanının yok olmasında iklim faktörlerinden daha çok insan faaliyetlerinin neden olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gölmarmara Gölü, Sulak alan, Uzaktan algılama, Zamansal değişim

2024, 63 sayfa

ABSTRACT

Master's Thesis

DETERMINATION OF TEMPORAL AREA CHANGES IN MANISA PROVINCE GÖLMARMARA WETLAND SYSTEM BY USING REMOTE SENSING TECHNIQUES

Nurten UZMAN

**Isparta University of Applied Sciences
The Institute of Graduate Education
Department of Forest Engineering**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Nilüfer YAZICI

Wetlands are the richest and most productive ecosystems in the world and have many functions and values. The importance of wetland ecosystems has not been sufficiently understood until recent years. Wetlands have been damaged due to reasons such as the rapid increase in population, the increase in demand for water, the need for agricultural land, and the drying of wetlands. These events have affected the ecological and economic values of the areas. With the use of the resources that feed the wetlands for drinking water supply or irrigation, or the construction of dams on them, the water flow decreases, there is a water shortage in the wetlands and as a result, most wetlands dry up.

Lake Gölarmara has the status of "Wetland of National Importance" due to its functions and values. Lake Gölarmara is faced with many problems caused by human activities due to the settlements in its immediate vicinity.

In this study, the spatial change in Gölarmara Lake wetland between 1995 and 2020 was investigated using remote sensing techniques. In line with the research, it was determined that the wetland area decreased from 4731 ha to 2665 ha. The areas where the water dried up were converted into agricultural lands and were calculated to cover 70% of the area. In addition, afforestation works are being carried out in some dry parts of the area to create a forest structure. The relationship between climate change and human activities in the change in the amount of wetland area was evaluated and as a result, it was determined that human activities were the cause of the disappearance of Gölarmara Lake wetland rather than climate factors.

Key Words: Lake Gölarmara, Wetland, Remote sensing, Temporal variation

2024, 63 pages

TEŞEKKÜR

Tezimin yürütülmesinde desteğini ve emeğini hiçbir zaman esirgemeyen tez danışmanım sayın Doç. Dr. Nilüfer YAZICI'ya çalışma süresince bana desteklerinden dolayı teşekkürlerimi sunarım. Sayın jüri üyelerime teze verdikleri katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Bu tez çalışmamda yardım aldığım tüm kişiler ve kurumlara teşekkürü bir borç bilirim.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan eşime ve aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Nurten UZMAN
ISPARTA, 2024



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Türkiye'nin Ramsar alanları	7
Şekil 1.2. Uzaktan algılamanın iş akışı	12
Şekil 3.1. Gölarmara Gölü coğrafi haritası	19
Şekil 3.2. Gölarmara Gölü Gediz havzasındaki yer bulduru haritası.....	20
Şekil 3.3. Meteoroloji istasyonlarının konumu	22
Şekil 3.4. Gölarmara Gölü'ne ait su bilançosu diyagramı	24
Şekil 3.5. 1986-2011 yılları arasında Gölarmara Gölü'nde sucul bitkilerin yayılış alanlarının değışimi.....	27
Şekil 3.6. Çalışmanın genel iş akışı	29
Şekil 3.7. Çalışma alanının farklı renklerle sınıflandırılmış alansal gösterimi	30
Şekil 3.8. Parametrelerin ayarlama şeması	31
Şekil 3.9. NetCad Programı ile sayısallaştırılmış, farklı renklerle yıllara göre alansal değışim sınıflandırılmış hali	31
Şekil 3.10. Çalışma alanının farklı açılardan görüntüsü	32
Şekil 4.1. 1995 Yılı Gölarmara Gölü ve yakın çevresinde arazi kullanım durumu.....	33
Şekil 4.2. 1995 yılı arazi kullanım durumu dağılımı	34
Şekil 4.3. 2000 Yılı Gölarmara Gölü ve yakın çevresinde arazi kullanım durumu.....	34
Şekil 4.4. 2000 yılı arazi kullanım durumu dağılımı	35
Şekil 4.5. 2005 Yılı Gölarmara Gölü ve yakın çevresinde arazi kullanım durumu.....	35
Şekil 4.6. 2005 yılı arazi kullanım durumu dağılımı	36
Şekil 4.7. 2010 Yılı Gölarmara Gölü ve yakın çevresinde arazi kullanım durumu.....	36
Şekil 4.8. 2010 yılı arazi kullanım durumu dağılımı	37
Şekil 4.9. 2015 Yılı Gölarmara Gölü ve yakın çevresinde arazi kullanım durumu.....	37
Şekil 4.10. 2015 yılı arazi kullanım durumu dağılımı	38
Şekil 4.11. 2020 Yılı Gölarmara Gölü ve yakın çevresinde arazi kullanım durumu.....	38
Şekil 4.12. 2020 yılı arazi kullanım durumu dağılımı	39
Şekil 4.13. Gölarmara Gölü alanında 1995-2020 yılları arasındaki arazi kullanımı	39
Şekil 4.14. Gölarmara Gölü alanının zamansal değışimi.....	41
Şekil 4.15. 1982-2018 yılları arası Gölarmara Gölü su seviyesi değışimleri	42
Şekil 4.16. Gölarmara Gölünün farklı renklerle sınıflandırılmış alansal gösterimi	42
Şekil 4.17. Marmara Gölü alanının 5 yıllık periyotlara göre alansal değışimi	43
Şekil 4.18. Gölarmara Gölü 2021 yılı Google Earth görüntüsü	44
Şekil 4.19. Gölarmara Gölü alanı 1995-2020 yılları arası değışim grafiğı.....	44
Şekil 4.20. Gölarmara Gölü alanı 1995-2020 yılları arası su miktarı ve kot değışimi.....	45
Şekil 4.21. 2022 Yılı Gölarmara Gölü ve yakın çevresi çalışma alanı	46
Şekil 4.22. Uzun dönem sıcaklık verilerinin değışimi	47
Şekil 4.23. Uzun dönem yağış verilerinin değışimi	48
Şekil 4.24. Uzun dönem nisbi nem oranlarının değışimi	48

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 1.1. Ramsar alanları	8
Çizelge 1.2. Mahalli öneme haiz sulak alanlar	8
Çizelge 1.3. Ulusal öneme haiz sulak alanlar	9
Çizelge 3.1. Meteoroloji istasyonlarının isimleri ve alınan veriler	22
Çizelge 3.2. Gölarmara Gölü'ne ait su bilançosu	25
Çizelge 3.3. Meteoroloji istasyonları için aylara göre düzeltme katsayıları ($F(\lambda)$) ..	25
Çizelge 3.4. Thornthwaite yöntemi ile MGI için hesaplanan aylık potansiyel buharlaşıma-terleme (ETp) değerleri	26
Çizelge 4.1. Gölarmara Gölü alanında 1995-2020 yılları arasında görülen değişimi	43



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

CBS	Coğrafi bilgi sistemi
DKMP	Doğa koruma ve milli parklar
DSİ	Devlet su işleri
Ha	Hektar
HGM	Harita genel müdürlüğü
Hm ³	Hektometre küp
Km ²	Kilometrekare
M	Metre
MGM	Meteoroloji genel müdürlüğü
Mm	Milimetre
OGM	Orman genel müdürlüğü
TİGEM	Tarım işletmeleri genel müdürlüğü
UA	Uzaktan algılama
°C	Santigrat

1. GİRİŞ

Yeryüzünün en zengin ve en verimli ekosistemleri olarak kabul edilen sulak alanlar dünyadaki canlı türlerinin yaklaşık %40'ına ev sahipliği yaparak, birçok bitki ve hayvan topluluğuna yaşam alanı olmalarının yanı sıra çevre için sundukları değerlerle de tarih boyunca medeniyetlerin çekim noktası olmuştur. Sulak alanlar sel ve taşkın kontrolü, küresel ısınmanın etkilerini azaltma, su rejimini düzenleme, yeraltı sularını besleme gibi pek çok fonksiyonun yanında yöre insanı içinde rekreasyonel ve ekonomik faaliyetlere olanak oluşturmaktadır (Sülük vd., 2013).

Bu önemli ekosistemler, insan nüfusunun artmasıyla beraber çeşitli ihtiyaçlarını bu alanlardan karşılaması için yürütülen faaliyetler sonucunda onarılamayacak şekilde zarar görmektedir. Başlarda sıtma ile mücadele amacıyla başlatılan çabalar, kuru arazilerin tarım için yaygın olarak kullanılması izlemiş ve dünya genelinde pek çok sulak alan yok edilmiştir.

Ülkemiz iklim çeşitliliği ve farklı rakımlardaki topoğrafik yapısından dolayı çok fazla sulak alana sahiptir. Fakat 1980'li yıllardan bu yana tarım arazisi elde etmek için kurutma ve doldurma uygulamaları sonucunda ülkemizin sulak alanlarının yaklaşık yarısı kaybolmuştur. Yerleşim veya tarımsal amaçlı kurutma, tarım, yerleşim ve sanayiden oluşan kirlilik, göllere farklı balık türlerinin eklenmesi, kaçak avcılık, aşırı avlanma ve yönetim sorunları günümüzde hala sulak alanları tehdit etmektedir.

Sahip oldukları doğal fonksiyonları ve ekonomik değerlerinden dolayı yeryüzünün önemli ekosistemlerinden biri olan sulak alanlar bölgesel ölçekte araştırılmalı ve devamlılığının sağlanması için teknolojik fırsatlardan yararlanılmalıdır. Küresel ısınmanın arttığı son yıllarda dünyada sulak alanlar, işlevleri ve dinamik özellikleriyle oldukça önemlidirler. Biyoçeşitlilik açısından farklı fauna ve floralara ev sahipliği yapan sulak alanlar nadir bitki ve hayvan türlerini de barındırmaktadır. Bundan dolayı bu ekosistemlerin gelecek yıllara taşınabilmesi ve devamlılığının sağlanabilmesi için doğru davranışlar sergilemek gerekmektedir (Özüpekçe, 2021).

Ülkemizin ulusal öneme haiz sulak alanlarından biri olan Gölarmara Gölü sahip olduğu biyoçeşitlilik ile çevresine sayısız değer sunmaktadır. Gölarmara Gölü sulak

alanı konumu nedeniyle insan faaliyetlerinden kaynaklanan birçok tehditle karşı karşıyadır. Bu tehditlerden dolayı sulak alanın devamlılığının sağlanabilmesi için derhal koruma ve doğru kullanım kararlarının alınmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Gediz havzasında bulunan Gölarmara Gölü Sulak alanındaki zaman içinde oluşan alansal değişimi ortaya koymak bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Çalışmada uzaktan algılama teknikleri ile 1995-2022 yılları arasındaki yüzey alan değişimi belirlenmiş, iklim verileri ve beşeri faktörlerle ile değişimin ilişkisi incelenmiştir. Göl suyunun analizi yapıp kalite parametreleri değerlendirilmiştir. Bununla birlikte Gölarmara gölünün etrafındaki arazi kullanım faaliyetlerinin gölün su kalitesi üzerine olan etkisi de analiz edilmiştir. Alanın mevcut ve potansiyel durumu değerlendirilerek, elde edilen bilgiler ışığında çözüm önerileri getirilmiştir.

1.1. Sulak Alanların Tanımı

Tabii ve suni yollarla oluşturulabilen karmaşık hidrolojik yapıya sahip olan sulak alanlar nadir ekosistemlerdendir. Genellikle stabil veya yavaş hareket eden sular olarak ifade edilen sulak alanlar kompleks yapıları nedeniyle tam olarak açıklanamamaktadır.

Sulak alanlar, su kuşlarının yaşam alanı olmasının yanı sıra çeşitli biyolojik değerlere sahip ve bulundukları yerdeki su rejimini düzenleyen ekosistemlerdir. En yüksek organik madde üreten ve ekonomik değeri oldukça yüksek olan ekosistemlerden biri de sulak alanlardır (İnaç, 2001).

Pek çok tanımı olmasına rağmen, su doygunluğunun hakim olduğu ve bu durumun toprak gelişimini etkilediği, bitki türleri ve hayvan topluluklarının bulunduğu alanlara "sulak alan veya ıslak alan" adı verilmektedir. Genel olarak bir alanın sulak alan olup olmadığını tayin eden en mühim faktör, toprağın veya alt katmanın suyla kaplı olması veya en azından belirli zamanlarda suya doygun olmasıdır (Cowardin vd., 1979).

Ramsar Sözleşmesinde sulak alan: “Doğal veya yapay, geçici veya devamlı, suları stabil veya akıntılı, tatlı, acı veya tuzlu, denizlerin gelgit hareketlerinin çekilme devresinde altı metreyi geçmeyen derinlikleri kapsayan, başta su kuşları olmak üzere

canlıların yaşama ortamı olarak önem taşıyan bütün sular, bataklık, sazlık ve turbiyeler ile bu alanların kıyı kenar çizgisinden itibaren kara tarafına doğru ekolojik açıdan sulak alan kalan yerler” şeklinde tanımlanmaktadır (Ramsar Convention Bureau, 1992).

Türkiye’de 17.05.1994 tarihinde 21937 sayılı Resmi Gazete ile yayınlanarak 1971 yılında İran’ın Ramsar şehrinde imzalanan Ramsar sözleşmesi kabul edilmiştir. Bu sözleşme ile akılcı kullanım durumu tüm sulak alanlar için geçerli olmuştur. Bu sözleşme kapsamında bu alanların korunma çalışmaları ülkemizde Doğa Koruma ve Milli Parklar (DKMP) Genel Müdürlüğü tarafından yapılmaktadır.

Fonksiyonlarına ve oluşumlarına göre sulak alanlar farklı şekillerde sınıflandırılmıştır. ABD’de sınıflandırılmayla ilgili ilk çalışmalar yapılmıştır. Marsh (1991) sulak alanları özelliklerine göre dörde ayırmıştır. Bunlar;

- Yüzeysel sulak alanlar,
- Yeraltı suyu sulak alanları,
- Nehir ve göl kıyısı sulak alanları,
- Yukarıdakilerin en az ikisini kapsayan kombine ıslak alanlardır.

European Community (1993) tarafından yapılan sınıflandırma ülkemizdeki kullanılan sulak alan sınıflandırmasıdır. Buna göre 7 grup yapılmıştır. Bunlar;

- Haliç ve deltalar,
- Tatlı su bataklıkları,
- Göller,
- Nehir ve taşkın ovaları,
- Turbalıklar,
- Kıyısal sulak alanlar,
- İnsan yapısı sulak alanlardır.

1.2. Sulak Alanların İşlevi ve Önemi

Geçmiş uygarlıklarda sulak alanların önemi anlaşılamamış, gereken önem verilememiştir. Son yıllarda bu önem anlaşılmaya başlanmış olup, “sulak alan değeri” kavramı gelişmiştir (Karadeniz ve Güneş, 2002). Sulak alanların genel olarak işlevleri üç grupta toplanmıştır (Marble, 1992).

Bunlar:

- Çevre kalitesini arttırıcı değerleri,
- Biyolojik değerler,
- Sosyo-ekonomik değerler.

1.2.1. Çevre kalitesini arttırıcı değerler

Çevre kalitesini arttırıcı olarak taşkın ve sellerin önüne geçmesi, erozyonu önleme, iklim üzerine olumlu etkileri ve sediment biriktirme gibi etkileri söylenebilir. Bulundukları bölgenin su rejimini dengelemekte yüksek fonksiyon ve katkıları söz konusudur. Bunlar; taban suyunun dengelenmesi, yeraltı suyu deşarjı, tuzlu su girişinin önlenmesi ve taşkın kontrolüdür. Ayrıca toksik ve zehirli maddeleri tutarak suyu arıtma yeteneğine sahiptirler (Korkanç, 2004).

1.2.2. Biyolojik değerler

Sulak alanlar fauna ve flora açısından oldukça zengin biyolojik ekosistemlere sahiptir (Anonim, 2005). Bundan dolayı pek çok habitata ev sahipliği yapmaktadır (Odum, 1989). Sulak alanların verimliliği, iklim koşulları ve hidrolojik yapı gibi başlıca faktörlerden etkilenmektedir (Karadeniz, 1995).

1.2.3. Sosyo-ekonomik değerler

Yapılan pek çok çalışma sel ve taşkın zararlarını önlemek için sulak alanların korunması uygulamalarının etkili ve ucuz çözüm yöntemi olduğunu ortaya koymuştur (Williams, 1993).

Sulak alanlardan sağlanan pek çok doğal ürün (kereste ve turba gibi) ve balıkçılık, avcılık gibi etkinliklerle elde edilen ürünler ülke ekonomilerinde oldukça geniş bir yer tutmaktadır (Mitsch ve Gosselink, 2000). Sulak alanlarda yapılan rekreasyonel faaliyetlere; avcılık, kampçılık balıkçılık, su kayağı, kuş gözlemciliği, kayıkla gezinti, fotoğrafçılık, konaklama vb. aktiviteler sayılabilir (Anonim, 2002).

1.3. Sulak Alanların Problemleri

Sulak alanlar sahip oldukları büyük öneme rağmen, özellikle son birkaç yüzyıl içerisinde büyük tahribata uğramış durumdadırlar. Günden güne artan insan faaliyetleri ve bunların doğurduğu olumsuz sonuçlar, sulak alanların kirletilmesine, bozulmasına ve hatta yok olmasına sebep olmaktadır. Sulak alanların mücadele ettiği tehditlerin başında sürdürülebilir olmayan ve doğayı tüketen insan faaliyetleri yer almaktadır. şehirleşme, tarım ve sanayi faaliyetleri, sulak alanları yok etmekle kalmıyor aynı zamanda sulak alanların ekosistemdeki önemli görevlerini yerine getirememesine de neden oluyor. Bu faaliyetler, ortaya çıkardıkları atıklar ile sulak alanların su kalitesini düşürmekte, besin açısından fakirleşmesine yol açmakta ve sonucunda bu ekosistemde yaşayan tüm canlının yaşamını tehdit etmektedir. Özellikle tarım ve sanayi faaliyetlerinin sulak alanlarla olan etkileşimi, sulak alanları besleyen nehirlerin ve derelerin akış rejimlerinin düzensizleşmesine, sulak alanların su akış döngüsünün bozulmasına, suyun tuzluluk seviyesinin yükselmesine, pestisit, endüstriyel atık gibi kimyasalların birikmesine ve sonucunda sucul canlının zehirlenip, sulak alanla etkileşim içerisindeki diğer tüm canlının zarar görmesine sebep olmaktadır (Tutal ve Benzeyen, 2021).

Kirlilik ise sulak alanların maruz kaldığı diğer bir önemli sorundur. Küresel ölçekte atık suların %80'i hiçbir arıtma işlemine uğramadan sulak alanlara boşaltılmaktadır. Aslında sulak alanlar doğal birer filtre görevi üstlenerek sudaki kirliliği yok edebilen bir özelliğe sahiptir. Metallerin %60'ını sudan temizleyerek, zararlı gazları ve katı çökeltileri %90'a kadar hapsedebilme yeteneğine sahiptirler. Elbette tüm bunlar, sulak alan ekosisteminin sağlıklı işlediği bir durumda mümkün olmaktadır. Özellikle sanayi tesislerinden kaynaklı kimyasal kirlilik ve tarım faaliyetlerinden ortaya çıkan pestisitler sulak alan ekosistemine büyük zararlar vermektedir (Tutal ve Benzeyen, 2021).

Ayrıca küresel iklim değışikliği de sulak alanlar üzerinde tehditler oluşturmaktadır. Özellikle yağış rejimlerindeki düzensizlik ve ani sıcaklık değışimleri, sulak alan ekosisteminin temel özelliklerinin zarar görmesine ve içerisinde yaşayan canlı türlerinin olumsuz etkilenmesine sebep olmaktadır. Sulak alanların, iklim değışikliğine yol açan karbon emisyonlarını ve sera gazlarını hapseden birer yutak olması gerçeğini göz önünde bulundurduğumuzda, bu alanlara yönelik tehditlerin ortadan kaldırılması ve korunması büyük bir önem arz etmektedir (Biolearn, 2021).

Türkiye’deki sulak alanlara ilişkin temel sorunları ise;

- Su rejimine yapılan müdahaleler,
- Su kalitesinin bozulması,
- Habitat tahribi,
- Doğal sulak alanlara yabancı türlerinin atılması,
- Yönetime ilişkin sorunlar

şeklinde sıralayabiliriz (Biolearn, 2021).

1.4. Sulak Alan Mevzuatı

İran Ramsar şehrinde 2 Şubat 1971 tarihinde 18 katılımcı ülke ile sulak alanlar hakkında sözleşme imzalanması ve bu sözleşmenin 1975 yılında yürürlüğe girmesi sulak alanlar konusundaki en önemli gelişme olarak kabul edilmektedir.

Ramsar Sözleşmesine taraf olan dünyada var olan ülkeler aynı zamanda kendi içlerinde koruma yönetmeliklerini hazırlayarak sulak alanlarını korumaya başlamışlardır. Türkiye’de bu alanların korunması için yapılması planlanan çalışmaları ilgiyle izlemiştir.

Ülkemiz 1971-1994 yılları arasında bu sözleşmeye gözlemci olarak katılırken, 1994 yılından sonra taraf olmuş ve sulak alanlar için koruma faaliyetlerine başlamıştır. Bu süre zarfında ülkemiz bu anlamda önemli adımlar atmış ve sulak alanların korunmasıyla ilişkili mevzuatlar geliştirmiştir (TSA, 2021).

Türkiye’de sulak alanlarla ilgili her türlü iş ve işleyiş Tarım ve Orman Bakanlığı, DKMP Genel Müdürlüğü Hassas Alanlar Dairesi Başkanlığı bulunan Sulak Alanlar Şube Müdürlüğü tarafından yapılmaktadır.

1.5. Türkiye’nin Sulak Alanları

Türkiye, sulak alanlar bakımından Bağımsız Devletler Topluluğu (katılımcı ülkeler Azerbaycan, Ermenistan, Belarus, Kazakistan, Moldova, Kırgızistan, Rusya, Tacikistan, Türkmenistan, Özbekistan ve Ukrayna) hariç, Avrupa ve Ortadoğu’nun en zengin sulak alanlarına sahiptir. Ülkemizin 1 milyon hektarlık sulak alanı mevcuttur. Türkiye’de tescillenmiş 14 Ramsar Alanı, 59 Ulusal Öneme Haiz Sulak Alan ve 32 Mahalli Öneme Haiz Sulak Alan olmak üzere toplamda ve 105 sulak alan vardır (Şekil 1.1, Çizelge 1.1, Çizelge 1.2 ve Çizelge 1.3) (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021). Ülkemizde sulak alanlarla ilgili yapılan çalışmalar yetersiz olup, pek çok sulak alanda gerek biyolojik gerekse ekonomik özelliklerinin belirlenmesine yönelik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır (TSA, 2021).



Şekil 1.1. Türkiye’nin Ramsar alanları

Çizelge 1.1. Ramsar alanları

	Sulak alan adı	Alanı (Ha)	İl	Tescil	Tescil tarihi
1	Akyatan Gölü	14 700	Adana	Ramsar	15.04.1998
2	Burdur Gölü	24 800	Burdur	Ramsar	28.05.1994
3	Gediz Deltası	14 900	İzmir	Ramsar	15.04.1998
4	Göksu Deltası	15 000	Mersin	Ramsar	28.05.1994
5	Kızılırmak Deltası	21 700	Samsun	Ramsar	15.04.1998
6	Kızören Obruğu	127	Konya	Ramsar	02.05.2006
7	Kuyucuk Gölü	416	Kars	Ramsar	28.08.2009
8	Manyas (Kuş) Gölü	20 400	Balıkesir	Ramsar	28.05.1994
9	Meke Maarı	202	Konya	Ramsar	21.07.2005
10	Nemrut Gölü	4589	Bitlis	Ramsar	17.04.2013
11	Seyfe Gölü	10 700	Kırşehir	Ramsar	28.05.1994
12	Sultansazlığı	17 200	Kayseri	Ramsar	28.05.1994
13	Uluabat Gölü	19 900	Bursa	Ramsar	15.04.1998
14	Yumurtalık Lagünü	19 853	Adana	Ramsar	21.07.2005

Çizelge 1.2. Mahalli öneme haiz sulak alanlar

	Sulak alan adı	Alanı (Ha)	İl	Tescil	Tescil tarihi
1	Aksöz Gölü	133	Sinop	Mahalli	23.02.2016
2	Bakkal Gölü	25	Çankırı	Mahalli	23.02.2016
3	Çiğ Gölü	129	Ordu	Mahalli	11.08.2019
4	Hersek Lagünü	167	Yalova	Mahalli	23.02.2016
5	Samsam Gölü	931	Konya	Mahalli	23.02.2016
6	Büyük Akgöl	2957	Sakarya	Mahalli	11.08.2019
7	Şeytansofrası Sulak Alanı	17	Balıkesir	Mahalli	24.01.2017
8	Karakoç Deresi Sulak Alanı	38	Balıkesir	Mahalli	24.01.2017
9	Erzurum Bataklıkları	8632	Erzurum	Mahalli	18.05.2018
10	Küçük Akgöl	187	Sakarya	Mahalli	11.08.2019
11	Keremali Gölü	188	Sakarya	Mahalli	11.08.2019
12	Kaz Gölü	315	Sivas	Mahalli	19.11.2019
13	Haydarlar Gölü	794	Hatay	Mahalli	25.05.2020
14	Haçlı Gölü	4285	Muş	Mahalli	31.03.2021
15	Çiçekli Gölü	523	Van	Mahalli	31.03.2021
16	Akdoğan Gölü	3698	Muş	Mahalli	31.03.2021
17	İzmit Körfezi Sulak Alanı	446	Kocaeli	Mahalli	31.03.2021
18	Batmış Gölü	4273	Muş	Mahalli	31.03.2021
19	Dipsiz Göl	17	Konya	Mahalli	06.12.2021
20	Eğrigöl	589	Antalya	Mahalli	06.12.2021
21	Kastabala	796	Osmaniye	Mahalli	06.09.2021
22	Mileyha	126	Hatay	Mahalli	06.09.2021
23	Buyer Baba Gölü	20	Tunceli	Mahalli	03.11.2022
24	Cizre Dicle Nehri	232	Şırnak	Mahalli	03.11.2022
25	Akçay Sazlıkları	48	Balıkesir	Mahalli	03.11.2022
26	Çavuşçu Gölü	12 017	Konya	Mahalli	03.11.2022
27	Balıklı Göl	137	Aksaray	Mahalli	04.11.2022
28	Ereğli Sazlıkları	43 165	Konya	Mahalli	30.12.2022
29	Girdev Gölü	4041	Muğla	Mahalli	30.12.2022
30	Gölcük Gölü	1521	İzmir	Mahalli	30.12.2022
31	Karagöl-Çiniligöl	188	Niğde	Mahalli	30.12.2022
32	Taşkısığı Gölü	444	Sakarya	Mahalli	30.12.2022

Çizelge 1.3. Ulusal öneme haiz sulak alanlar

	Sulak alan adı	Alanı (Ha)	İl	Tescil	Tescil tarihi
1	Karakuyu Sazlıkları	12 625	Afyonkarahisar	UÖHSA	07.02.2019
2	Akşehir ve Eber Gölleri	117 779	Afyonkarahisar	UÖHSA	19.04.2017
3	Acıgöl	55 095	Afyonkarahisar	UÖHSA	08.04.2015
4	Doğubeyazıt Sazlıkları	22 179	Ağrı	UÖHSA	10.06.2016
5	Sarısu Ovası Sulak Alanları	10 092	Ağrı	UÖHSA	08.04.2015
6	Tol Gölü	1414	Ankara	UÖHSA	19.04.2017
7	Avlan Gölü	10 062	Antalya	UÖHSA	10.06.2016
8	Aktaş Gölü	5847	Ardahan	UÖHSA	08.04.2015
9	Çıldır Gölü	27 058	Ardahan	UÖHSA	08.04.2015
10	Putka Gölü	4181	Ardahan	UÖHSA	08.04.2015
11	Azap Gölü	2183	Aydın	UÖHSA	07.02.2019
12	Gönen Deltası	9770	Balıkesir	UÖHSA	10.06.2016
13	Ahlat Sazlığı	243	Bitlis	UÖHSA	08.04.2015
14	Arin (Sodali) Gölü	4233	Bitlis	UÖHSA	10.06.2016
15	Heybeli (Norşin) Gölü	53	Bitlis	UÖHSA	08.04.2015
16	Nazik Gölü	11 164	Bitlis	UÖHSA	08.04.2015
17	İron Sazlığı	13 746	Bitlis	UÖHSA	08.04.2015
18	Yeniçağa Gölü	8224	Bolu	UÖHSA	09.04.2015
19	Çorak Gölü	7892	Burdur	UÖHSA	10.06.2016
20	Göhlisar Gölü	5877	Burdur	UÖHSA	10.06.2016
21	Yarışlı Gölü	13 219	Burdur	UÖHSA	10.06.2016
22	Yazır Gölü	2705	Burdur	UÖHSA	10.06.2016
23	Kocaçay Deltası	17 025	Bursa	UÖHSA	13.08.2016
24	İznik Gölü	61 606	Bursa	UÖHSA	13.08.2016
25	Gökçeada Lagünü	3491	Çanakkale	UÖHSA	07.02.2019
26	Işıklı Gököl	33 693	Denizli	UÖHSA	10.06.2016
27	Efteni Gölü	8314	Düzce	UÖHSA	30.05.2018
28	Güney Keban Barajı	41 424	Elazığ	UÖHSA	08.04.2015
29	Hazar Gölü	28 846	Elazığ	UÖHSA	08.04.2015
30	Ekşisu Sazlıkları	8736	Erzincan	UÖHSA	12.06.2017
31	Tortum Göl	2709	Erzurum	UÖHSA	19.04.2017
32	Balıkdamı Göl	14 147	Eskişehir	UÖHSA	07.02.2019
33	Karkamış Taşkın Ovası	27 396	Gaziantep	UÖHSA	08.04.2015
34	Yüksekova Sazlıkları	21 533	Hakkari	UÖHSA	09.04.2015
35	Gölbaşı Gölü	792	Hatay	UÖHSA	19.04.2017
36	Aras Karasu Taşkınları	9090	Iğdır	UÖHSA	10.06.2016
37	Aygır Gölü	1034	Kars	UÖHSA	08.04.2015
38	Çalı Gölü	391	Kars	UÖHSA	10.06.2016
39	Hürmetçi Sazlığı	15 713	Kayseri	UÖHSA	08.04.2015
40	Gölmarmara Gölü	24 893	Manisa	UÖHSA	12.06.2017
41	Dipsiz Lagünü	1035	Mersin	UÖHSA	12.06.2017
42	Bulanık Ovası	3496	Muş	UÖHSA	10.06.2016
43	Acarlar Longoz Ormanı	17 528	Sakarya	UÖHSA	07.02.2019
44	Ladik Gölü	1836	Samsun	UÖHSA	08.04.2016
45	Tödürge Gölü	4340	Sivas	UÖHSA	10.06.2016
46	Ulaş Gölü	7994	Sivas	UÖHSA	10.06.2016
47	Akgöl	1203	Van	UÖHSA	08.04.2015
48	Bendimahı Deltası	27 177	Van	UÖHSA	10.06.2016
49	Bibağ Sazlıkları	1337	Van	UÖHSA	10.06.2016
50	Dönemeç Deltası	5945	Van	UÖHSA	10.06.2016
51	Erçek Gölü	22 269	Van	UÖHSA	10.06.2016
52	Karasu Deltası	339	Van	UÖHSA	08.04.2015
53	Turna (Keşiş) Gölü	3045	Van	UÖHSA	08.04.2015
54	Karamuk Sazlıkları	15 785	Afyonkarahisar	UÖHSA	31.07.2019
55	Metruk Tuzlası	3376	Muğla	UÖHSA	31.07.2019
56	Tuzla Palas Gölü	17 320	Kayseri	UÖHSA	31.07.2019
57	Meriç Deltası	29 046	Edirne	UÖHSA	19.03.2020
58	Yeşilırmak Deltası	34 340	Samsun	UÖHSA	31.07.2019
59	Kozanlı Gököl	5723	Konya	UÖHSA	31.07.2019

1.6. Sulak Alanların Yönetimi

Bir havza alanı içinde yer alan sulak alanlar her türlü doğal ve insani etkiye açık alanlardır. Sahip oldukları yapıdan dolayı sulak alanların değerlerinin ortaya çıkartılabilmesi için sürdürülebilir yönetimi gerekmektedir (Ceran, 2005).

1999 yılından günümüze kadar Ramsar Sözleşmesi kapsamında sulak alanlarının doğru kullanılabilmesi için “Sulak Alan Yönetim Planları” hazırlanmaktadır. Bu planlar her beş yılda bir gözden geçirilir ve güncellenir. Bu kapsamda alanda oluşabilecek yeni problem veya sıkıntılara karşı alınacak yeni tedbirler eklenir, plan dahilinde yürütülen ve ihtiyaç duyulmayan faaliyetler ayıklanır (Kuş Araştırmaları Derneği, 2007; Güney, 2014).

Sulak alan yönetim planlarının en mühim nitelikleri şu şekildedir;

- Sektörler arası işbirliğini sağlar, sorunları çözümlemeyi öngörür.
- Yönetimin etkili ve yeterli olup olmadığını ortaya koyar. Ortam ve zaman içinde devamlı olmasını sağlar.
- Yönetim planının uygulanabilmesi kolay, pratik ve çözümcü olmalıdır.
- Alanın yönetim planı hazırlanırken havzada yaşana halkın katılımı sağlanmalıdır. Ne kadar çok katılımcı yaklaşım olursa planının başarılı olma şansı artar.
- Yönetim planı hazırlanırken kullanılan dil sade ve herkes tarafından kolaylıkla anlaşılabilir olmalıdır (Kuş Araştırmaları Derneği, 2007; Güney, 2014).

1.7. Uzaktan Algılama

Tabii kaynakların izlenmesi, analizi, korunması ve yönetiminde uzaktan algılama önemli bir yere sahiptir (Günel ve Özdemir, 2010; Özelkan, 2019a). Su kaynaklarının izlenmesi, korunması ve yönetimi çalışmalarında, hidrometeorolojik ve hidrojeolojik yöntemlerin yanı sıra uzaktan algılama yöntemlerinden faydalanmak büyük avantajlar sağlar (Şener vd., 2005; Günel ve Özdemir, 2010). Uzaktan algılama verilerinin sağladığı avantajların bazıları kısa süre zarfında geleneksel yöntemlere göre daha hızlı sonuç üretilebilmesi, geniş sahaların tek seferde izlenebilmesi, çok amaçlı ve farklı

veri setlerini üretebilmesi, daha az iş gücü gerektirmesi şeklinde sıralanabilir (Günel ve Özdemir, 2010; Karabulut, 2015; Karaman vd., 2015; Özelkan, 2019a; Özelkan 2019b ve 2020). Uzaktan algılama yöntemleri ile sulak alanlardaki su ile kaplı alanlar, kıyı çizgisi, su seviyesi, suyun kimyasal özelliklerinin mevcut durumunun ve çok zamanlı değişimlerinin belirlenmesi gibi pek çok konu araştırılabilmektedir (Sunar, 1998; Beechie vd., 2006; Koç vd., 2006; Hooke, 2007; Kiss ve Sipos, 2007; Zanoni vd., 2008; Kleinhans ve Vandersberg, 2011; Slowick, 2012; Karaman vd., 2013; Karabulut, 2015; Karaman vd., 2015; Özelkan ve Karaman, 2018).

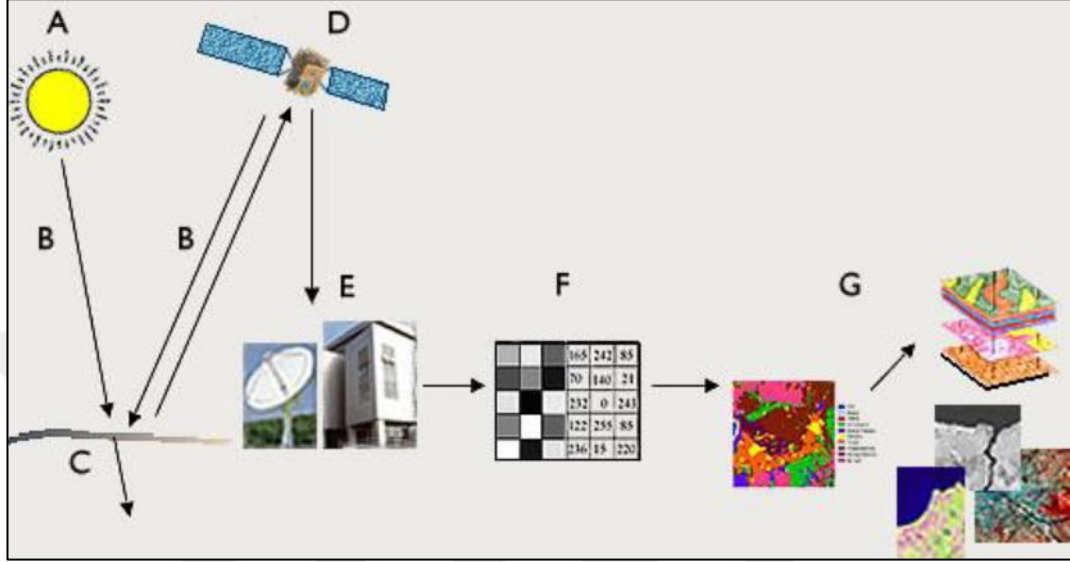
Uzaktan Algılama yöntemi ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) sulak alanlarda meydana gelecek değişimlerin izlenmesinde kullanılacak tekniklerdir. Bu teknikler başta akarsu havzaları yönetimi, iklim değişikliklerinin izlenmesi, su yüzeylerindeki alansal ve zamansal değişimler, tarımsal çalışmalar ve taşkın, sel, yangın ve heyelan gibi afetlerin etki alanlarının belirlenmesi gibi pek çok çalışma alanında kullanılmaktadır (Bahadır, 2013).

1.7.1. Uzaktan algılamanın çalışma prensipleri

Belli bir mesafeden bilgi sağlama bilimi ve sanatı Uzaktan Algılama yöntemidir. Nesne veya varlıklarla hiçbir koşulda fiziksel temas olmadan veriyi sağlar. Uzaktan algılama teknolojik gelişmelere bağlı olarak sürekli gelişmektedir (Yomralıoğlu, 2000).

Fotografik ve fotografik olmayan sistemler olmak üzere uzaktan algılama sistemleri ayrılmaktadır. Cismin optik olarak resim düzlemine iz düşürülen görüntüsü fotoğraf filmi üzerine kaydedilmesi fotografik sistemlerde olmaktadır. Cisimlerin görüntüsü kimyasal ve fiziksel işlemlerin filme uygulanmasından sonra elde edilmektedir. Bu sistemle elde edilen hava fotoğrafları ormancılık çalışmalarında oldukça etkin kullanılmaktadır. Cismin yüzeyinden herhangi bir şekilde ortaya çıkan elektromanyetik ışınım, elektron akımına veya saptanabilir elektriksel işaretlere dönüştürülmesi fotografik olmayan algılama sistemleriyle olmaktadır. Elektro-optik sistemler ve mikrodalga algılayıcılar şeklinde fotografik olmayan algılama sistemleri olarak ikiye ayrılmaktadır (Örmeci, 1987).

Atmosferden geçerken rutubet, bulut, sıcaklık vb. etkenler ile kimi değişikliklere uğrayarak elektromanyetik dalgalar zayıflar. Yeryüzüne ulaştığında bu dalgaların enerjilerinin bir kısmı burada soğrulurken, kalan kısmı da yansıyor atmosferde ulaşır ve algılayıcı düzeneklere iletilir (Şekil 1.2).



- (A) Enerji kaynağından elektromanyetik dalga boyutunun çıkışı,
(B) Atmosferden ışınların geçmesi,
(C) İncelenecek öge ile etkileşim,
(D) Algılayıcı düzenek tarafından dönen enerjinin kaydedilmesi,
(E) Kaydedilen bilgilerin yer istasyonuna gönderilmesi ve işlenmesi,
(F) Yorumlama ve analizlerin yapılması,
(G) Uygulama sonuçlarının oluşması

Şekil 1.2. Uzaktan algılamanın iş akışı

1.7.2. Sulak alanlar ve uzaktan algılama çalışmaları

Dünyanın yüzey örtüsü ve yapısı hakkındaki alansal bilgilerin birincil kaynağı “Uzaktan Algılama” (UA) dır. Uzaktan algılama; sulak alanların haritalanması, izlenmesi ve karakterizasyonu için güncel, uygun maliyetli bilgi sağlayan önemli ve güçlü bir araç olarak 1970'lerden beri kullanılmaktadır. Farklı uzaktan algılama sistemlerinden elde edilen veriler; sulak alan bitki örtüsünün biyokimyasal ve fiziksel niteliklerinin ortaya konması, zamansal değişim analizi, su kalitesi analizi gibi pek çok çalışma kapsamında kullanılmaktadır. Gelişen teknolojiyle birlikte uzaktan algılama bütün ekosistem çalışmalarında olduğu gibi sulak alanlarla ilgili çalışmalarda da kullanılmaktadır (Klemaş, 2013).

Sulak alan ile ilgili çalışmaların kalitesi ve doğruluğu uydu gözlem algılayıcılarının sayısının artması ve gelişen mekansal, spektral ve zamansal çözünürlükle ile artmaktadır. Sulak alanların konumsal deseninin incelenmesine farklı algılayıcılardan kaydedilen optik ve radar görüntüleri yardımcı olmakta (Bhuvaneswari vd., 2011) bununla birlikte sulak alanların durumunun zaman içinde değışimlerinin ortaya konmasında ve değeriendirilmesinde de fayda sağlamaktadır (Mcfeeters, 1996; Ozesmi ve Bauer, 2002; Xu, 2006; Owor vd., 2007; De Roeck vd., 2008; Ji ve Zhang, 2009; Adam vd., 2010; Dehouck vd., 2012; Sheng vd., 2016).



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bu tez çalışmasının amacı uzaktan algılama teknikleri kullanılarak Gölarmara Sulak Alan sınırının zaman içindeki değişiminin ortaya konması ve değerlendirilmesi olarak belirlenmiştir. Bundan dolayı bu çalışma konusyla ilgili olan literatür çalışmaları incelenmiştir. Sulak alanlar üzerinde yapılan bazı çalışmaları şöyle sıralayabiliriz;

Uydu görüntüleri farklı zaman dilimlerinden veriler sağlayarak parçalanma, bozulma veya antropojenik etkilerin bir sonucu olarak arazi kullanım modellerindeki değişikliklerin gözlemlenmesine olanak tanır (Doygun ve Berberoğlu, 2001; Doygun vd., 2011; Drummond vd., 2012).

Su yüzeylerinde meydana gelen değişimlerin belirlenmesine yönelik pek çok çalışma yürütülmüştür. Bunlar, Akşehir Gölü (Kaplan vd., 2013), Taha Gölü (Sayler vd., 1996), Göksu Deltası (Dinç vd., 1995), Michigan gölü (Orr, 1997), Büyükçekmece Gölü (Erbek vd., 2000), Uluabat Gölü (Tağıl, 2007), Great Gölü (Wolter vd., 2006), Nakuru Gölü (Were vd., 2013), Tuz gölü (Efe ve Demir, 2007), Victoria gölü (Wasige vd., 2013) çalışmalarıdır.

Sönmez ve Aytuk (2011), çalışmalarında, Akyatan Lagünü çevresinde uydu bantları kullanılarak oluşturulan farklı yıllara ait arazi görüntülerinde, Akyatan Lagünündeki tarımsal faaliyetlerde kullanıldığından dolayı sulak alanların azaldığını tespit etmişlerdir.

Owor vd. (2007), yaptıkları çalışmada, 1987-2001 yıllarındaki Batı Uganda'daki bir sulak alandaki mevsimsel değişiklikleri değerlendirmişlerdir. Çalışma, antropojenik faktörlerin sulak alan arazi örtüsünü değiştirdiğini ortaya koymuştur

Xie vd. (2009), çalışmalarında uzaktan algılama ve CBS teknikleri kullanılarak Tianjin sulak alanının 1987, 1998 ve 2006 yılları arasındaki değişimi incelemişlerdir. Çalışma sonucunda; sulak alan yüzey alanının 466.50 km²'den 550.5 km²'ye genişlediği tespit edilmiştir.

Bektaş Balçık (2010), yaptığı çalışmada, Terkos Havzası Sulak Alanı'nda arazi örtüsü sınıflandırması ve arazi örtüsü değişimi tespitinde farklı uzaktan algılama verileri ve performansları değerlendirmiş, hangi görüntülerin ve hangi yöntemlerin verimli bir şekilde kullanılabileceğini belirlemiştir.

Yıldız vd. (2010) tarafından uydu görüntüleri kullanılarak 2005 yılında yapılan bir çalışmada, mevsimsel olarak oluşan sulak alanın en geniş yayılım alanı araştırılmıştır.

Bortels vd. (2011), çalışmasında Amvrakikos Körfezindeki sazlık ve bataklık alanların 1989-2004 dönemindeki değişimi ve bu değişimin göç yolu üzerindeki kuş habitatına etkisini araştırmıştır. Çalışma sonucunda 15 yıllık dönemde sazlık ve çamurla kaplı alanların %32 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Aynı zamanda bu bölgede kuş habitatında da azalış gözlenmiştir.

Çelik vd. (2013), çalışmasında Aşağı Seyhan Ovası'ndaki arazi kullanım değişikliklerinin sulak alanların su yüzeyi ve bitki alanı değişimleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışma sonucunda ovadaki sulak alanların son 20 yılda önemli ölçüde küçüldüğünü tespit etmiştir.

Olgun (2012), çalışmasında uzaktan algılama ve CBS tekniklerini kullanarak Göksu Deltası'nın 1980-2008 yılları arasındaki kıyı çizgisi değişimini izlemiştir.

Karaman vd. (2013), Acı Göl'de kıyı şeridi ve suyla kaplı alandaki mevsimsel değişimleri incelemiştir. Acı Göl'ün suyla kaplı alanının kuru dönemde 27.4 km², yağışlı dönemde ise 61.2 km² olduğunu hesaplamışlardır.

Ghale (2014), Urmiye Gölü ve çevresindeki zamansal değişimleri uzaktan algılama teknikleri ile incelemiş ve 1984-2014 yılları arasında gölün su seviyesi ve yüzey alanının azaldığını tespit etmiştir.

Kırılolu (2014) tarafından yapılan çalışmada, Hotamış Gölü'nün son 35 yıldaki zamansal değişimi izlenmiş ve bu değişimin göl çevresindeki alanlarda arazi kullanımı ve arazi örtüsü üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Hotamış Gölü'nün su hacminin zaman içinde sürekli değişken bir yapıya sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Uzun (2014), çalışmasında 2004, 2009 ve 2014 yıllarına ait Landsat uydu görüntülerini CBS ve coğrafi analiz yöntemleri ile kullanarak Hersek deltasındaki kıyı kullanım değişikliklerini belirlemiştir.

Tokatlı vd. (2014), yaptıkları çalışmada; Coğrafi Bilgi Sistemi dağılım haritalarını kullanarak Gala Gölü ve onu besleyen sulama kanalının su kalitesini belirlemişlerdir.

Dipson vd. (2015), Hindistan'daki Vembanad-Kol halicinin bir kısmını içeren çalışma alanında 1944 ve 2009 yılları arasındaki değişimleri incelemiştir. Çalışma, son 70 yılda haliç alanının %16'sının kaybedildiğini ortaya koymuştur.

Gül vd. (2015), Burdur Gölü ve çevresi üzerine yaptıkları araştırmada; göl ve çevresinde görülen sorunlardan biri göl su seviyesinin düşmesi, görüntü kirliliği, bilinçsiz tarımsal faaliyetler, maden ocakları, tarımda sıvı atıklar, hayvancılık ve otlatma, evsel ve kentsel atık sular, göl su seviyesinin düşmesi ve su yönetimi gibi çevresel sorunları belirlemişlerdir.

Mousazadeh vd. (2015), 1975-2013 yılları arasında Anzali Sulak Alanı çevresindeki arazi kullanımının değişimini ve bunun çalışma alanı üzerindeki etkilerini araştırmıştır.

Saygı (2015), Engir Gölü sulak alan sisteminde yaptığı çalışmada, gölün kapladığı alanın 1987-2011 döneminde yaklaşık %50 oranında azaldığını tespit etmiştir.

Cai vd. (2016), son 50 yıldaki Hulun Gölü'ndeki su seviyesinin değişimini izlemiş ve su seviyesindeki düşüş ile nehir yatağı değiştirme projeleri arasındaki ilişkiyi araştırmıştır.

Feng vd. (2016), son 40 yılda Poyand Gölü'nde su seviyesindeki ve bitki örtüsündeki meydana gelen değişimi incelemiştir.

Sönmez ve Somuncu (2016), çalışmalarında Sultansazlığı ve yakın çevresinin arazi örtüsü ve arazi kullanımındaki değişimleri ve bu değişimlerin nedenlerini araştırmışlar

ve 1977-2014 yılları arasındaki Landsat uydu görüntülerini kullanarak 7 farklı arazi kullanım tipini sınıflandırmışlardır.

Kuzulugil (2017), çalışmasında Erzurum ovası sulak alanında 1998, 2003, 2007, 2013 ve 2017 yıllarına ait uydu görüntüleri kullanılarak sınır değişiminin kentsel ısı adası üzerindeki etkisinin ortaya konması hedeflenmiştir.

Bilgen Eymirli (2017) tarafından yapılan çalışmada; 1989-2017 yılları arasındaki yüzey alanı değişimi uzaktan algılama teknikleri kullanılarak Erzurum Ovası Sulak Alanı'nda araştırılmıştır. Değişim analizi sonucunda sulak alanın sığ su ve derin su alanlarında genişleme olduğu belirlenmiştir.

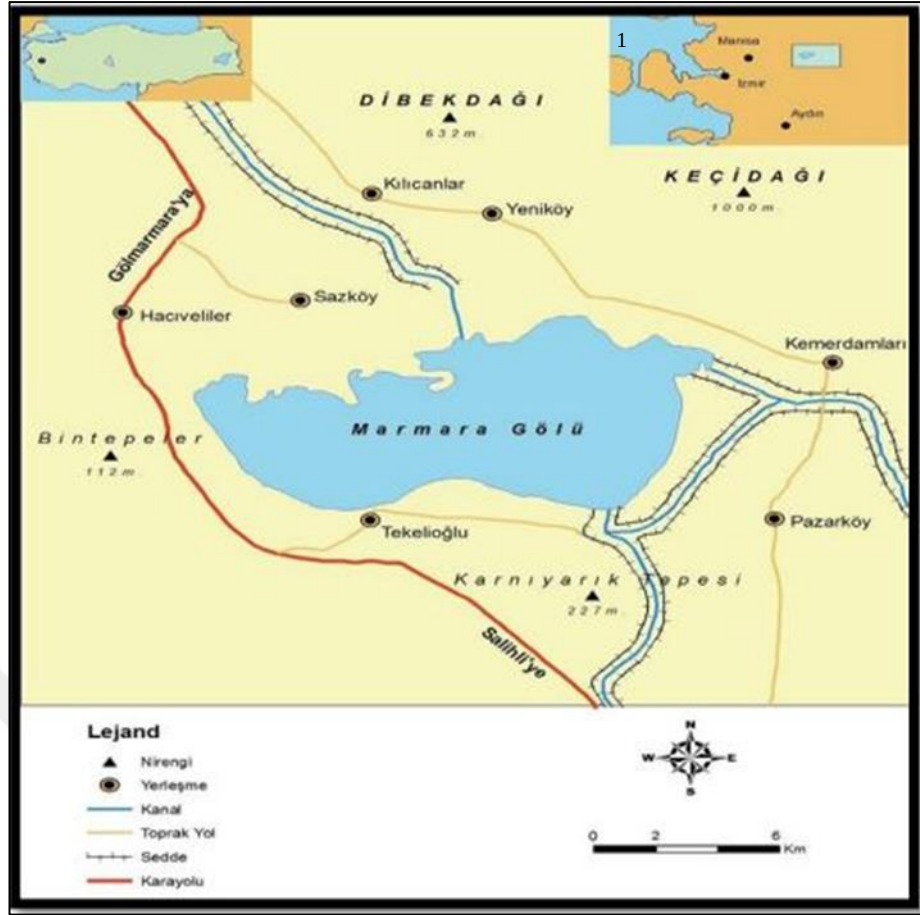


3. MATERYAL VE YÖNTEM

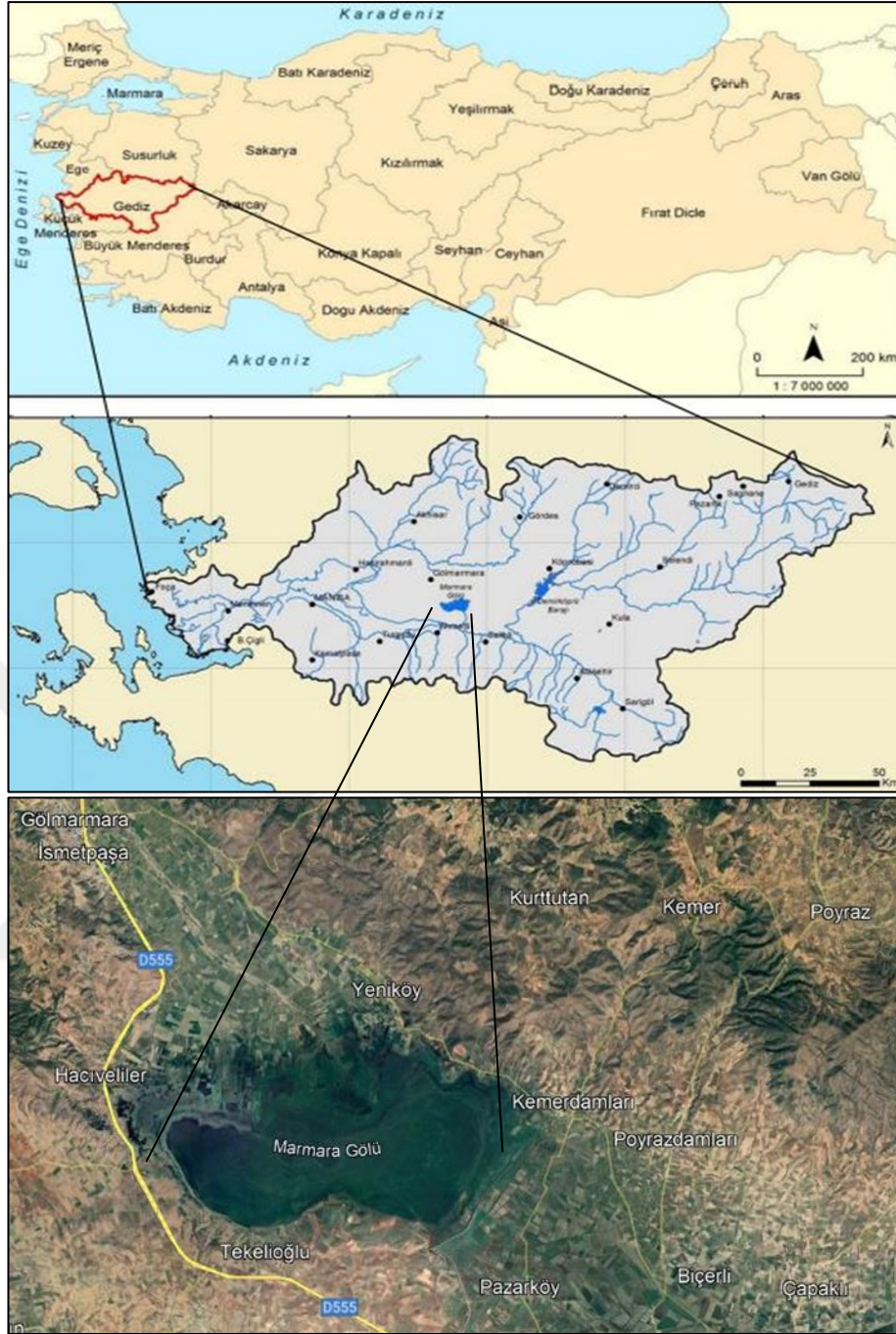
Gölmarmara Gölü Sulak alanında 1995-2020 yılları arasındaki yüzey alan değişiminin uzaktan algılama teknikleri kullanılarak değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Çalışmanın ana materyalini Manisa'nın ilçesi Gölmarmara'nın güneyindeki bir alüvyal set gölü olan Gölmarmara Gölü sulak alanı oluşturmaktadır. Bu göle aynı zamanda Marmara Gölü de denmektedir. Sahada oluşan uzun yıllardaki değişimi belirlemek için uydu görüntülerinden yararlanılmıştır. Arazi çalışmalarından elde edilen veriler, değişimin izlendiği döneme ait su analizi ve Gediz Havzasının bir alt havzası olan Gölmarmara Gölü Havzası ile ilgili bugüne kadar yapılan akademik çalışmalar, yazılı ve sözlü kaynaklar, sulak alan yönetimi ile ilgili çeşitli çalışmalar, makaleler ve tezler kullanılan diğer materyallerdir.

3.1. Materyal

Ulusal Öne Hız Sulak Alan olarak tescil edilmiş olan Gölmarmara Gölü 38° 37' kuzey enlemleri ile 28° 00' doğu boylamları arasında Manisa İl sınırları içinde bulunan Gölmarmara ilçesinin 10 km güney doğusunda ve Salihli ilçesinin 16 km kuzey batısında yer almaktadır. Sulak alanın tampon bölgesinin büyüklüğü 24 893 ha'dır. Gölün yüzey alanı ise; içindeki seviye değişimlerine bağlı olarak 3200-6800 ha arasında değişmektedir. Hacıveliler Köyü, Tekelioğlu Köyü, Yeniköy, Kemerdamları Köyü, Pazarköy, Kılcanlar ve Sazköy olmak üzere göl çevresinde 7 adet köy yer almaktadır. Sazköy dışındaki yerleşimler mahalle statüsündedir (DKMP, 2020). Araştırma sahasını gösteren haritalar Şekil 3.1 ve Şekil 3.2'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Gölarmara Gölü coğrafi haritası



Şekil 3.2. Gölarmara Gölü Gediz havzasındaki yer bulduru haritası

Gölarmara alüvyon çökeller tarafından oluşturulan alüvyon setlerinin tıkanması sonucu meydana gelmiştir. Gölün ilk hali kapalı bir alüvyon set gölü olmasına rağmen 1938-1945 yılları arasında doğu ve güneydoğusunun 5750 m uzunluğunda ve 5.54 m yüksekliğindeki yapı ile seddelenmesi suretiyle rezervuar haline getirilmiştir. Buna ek olarak 1951 yılında DSİ tarafından Gördes Çayı yatağı değiştirilerek Gediz havzası sulamalarına su vermek için Gölarmara havzasına akıtılmıştır (DKMP, 2018).

3.1.1. İdari ve mülkiyet yapısı

Gölmarmara Gölü sulak alanı; kamu kuruluşları, mahalli idareler ve özel sektör gibi farklı kurumların mevzuatları çerçevesinde yönetilmektedir. Yerel yönetimler bakımından Gölmarmara Gölü sulak alanı ise Valilik, Gölmarmara, Salihli ve Ahmetli Kaymakamlıkları, Gölmarmara, Salihli ve Ahmetli Belediye Başkanlıkları ve Mahalle Muhtarlığı tarafından yönetilmektedir (göl çevresindeki en yakın ve ilgili olan 7 adet köy bulunmaktadır). Alan ulusal öneme haiz sulak alanlarımızdan biri olup, alanla ilgili Sulak Alan Koruma Bölgeleri, Ulusal Sulak Alan Komisyonu'nun 27 Mart 2008 tarihli toplantısında onaylanmıştır (DKMP, 2018).

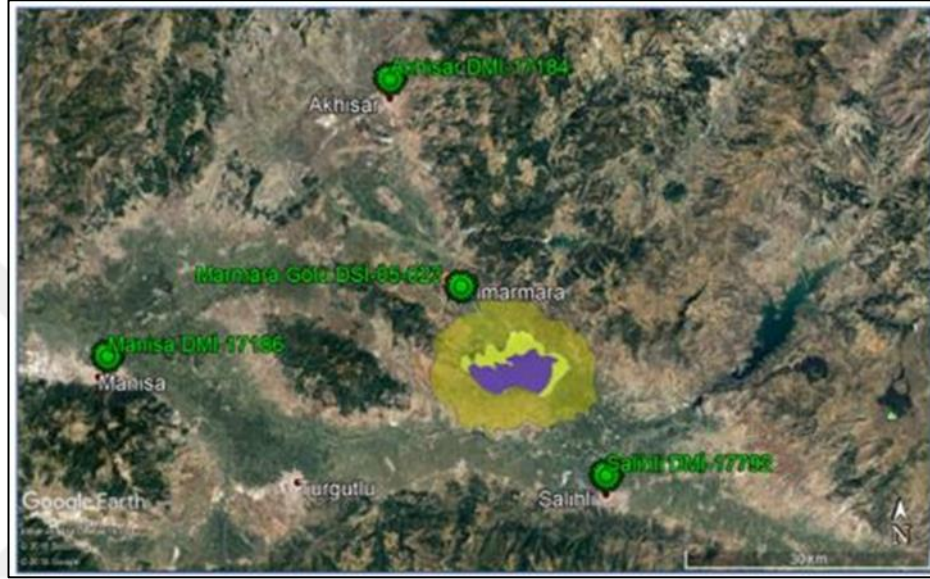
3.1.2. Meteoroloji ve iklim verileri

Çalışma alanına ait meteorolojik ve iklimsel özellikler ile ilgili bilgiler Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından 2018 yılında gerçekleştirilen Gölmarmara Gölü Sulak Alan Yönetim Planı 2019-2023 çalışmasından alınmıştır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2018). Manisa İl'inin iklimi Ege kıyılarına göre daha serittir. Dağlık olan kuzey ve kuzeydoğu bölgesinde yazlar serin ve kışlar soğuk geçer. En sıcak aylar ortalama sıcaklığın 30°C'nin üzerine çıktığı Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarıdır. En soğuk aylar Ocak ve Şubattır. En fazla yağış Aralık'ta ve en az yağış Temmuz ve Ağustos aylarındadır. Bazı yıllar hiç kar yağmaz. Sıfır derecenin altında gün sayısı 25'i geçmez. Sıcaklık -17.5°C ile +44.2°C arasında seyreder (MGM, 2022).

Gölmarmara Gölü sulak alan yönetim planı 2019-2023 çalışmaları kapsamında bölgeyi temsil eden meteoroloji istasyonlarına ait aylık uzun dönem yağış, sıcaklık ve buharlaşma verileri Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden talep edilmiştir. Meteoroloji istasyonlarının dağılımı, isimleri ve gözlem periyotları Çizelge 3.1 ve Şekil 3.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.1. Meteoroloji istasyonlarının isimleri ve alınan veriler

Yağış verisi		Sıcaklık verisi		Buharlaştırma	
Salihli/17792 Manuel	1980-2011	Gölmarmara/18043	2012-2017	Salihli/17792	1984-2011
Turgutlu/5615 Manuel	1984-2006	Salihli/17792	1980-2017		
Gölmarmara/18043 Omgı	2012-2017	Turgutlu/5615	1984-2006		
Salihli/17792 Omgı	2005-2017				
Turgutlu/18052 Omgı	2012-2017				



Şekil 3.3. Meteoroloji istasyonlarının konumu

Çalışma alanı içerisinde yer alan 3 istasyondaki yıllık maksimum toplam yağış değerlerine bakıldığında genel olarak 1978 ve 1981 yıllarının en fazla yağış alan yıllar olduğu belirlenmiştir. Yıllık maksimum toplam yağış ortalaması 836.93 mm olarak hesaplanmıştır. Yıllık minimum yağışlarda ise 2007 ve 2008 yılları en az yağış alan yıllar olarak belirlenmiştir. Yıllık minimum toplam yağış ortalaması 281.03 mm olarak hesaplanmıştır (MGM, 2022).

Yağış analizi için değerlendirmeye alınan çalışma alanında ve çevresinde bulunan 3 istasyon içerisinde 1980 ile 2004 yılları arasında ve 2005 ile 2008 yılları arasında gözlem süresindeki ortalama değerlerin yaklaşık olarak %10 ile %20'si arasında azalan bir yağış gözlemlendiği tespit edilmiştir.

Çalışma alanında 1994 ve 2000 yılları içerisindeki 7 yıllık dönem içerisinde belirgin olarak tespit edilen yağışlı bir dönem yaşandığı tespit edilmiştir. Alan genelinde en

fazla yağış alan ay olan Aralık ayı yağış değerleri yağış ortalamaları 3 istasyon için 99.87 mm; alan genelinde en az yağış alan ay olan Ağustos ayı yağış ortalamaları 3 istasyon için 5.48 mm olarak hesaplanmıştır (MGM, 2022).

Gölmarmara Gölü sulak alanı ekosistemi çevresinde değerlendirmeye alınan 3 yağış istasyonu için etkin olan yağışlar kış aylarında gözlenmektedir. Etkin olan kış yağışlarını sırası ilkbahar yağışları, sonbahar yağışları ve yaz aylarında oluşan yağışlar izlemektedir.

Gölmarmara Gölü sulak alanı ekosistemi çerçevesinde yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin 16.3°C-16.8°C arasında değişmektedir. Aylık ortalama maksimum sıcaklıklara göre Temmuz ayı en sıcak ay olup ortalaması ise 27.7°C olarak hesaplanmıştır. Aylık ortalama minimum sıcaklıklarda ise en soğuk ay Ocak olup ortalaması ise 6.23°C olarak hesaplanmıştır.

Gölmarmara Gölü Sulak Alanı ekosistemi çevresinde serbest su yüzeyinden yıllık ortalama toplam buharlaşma değerlerinin yaklaşık olarak 1200-1800 mm arasında değiştiği hesaplanmıştır. Yıllık maksimum toplam buharlaşmanın gözlenen yıllardaki ortalaması ise 1815.73 mm olarak hesaplanmıştır. Yıllık minimum toplam buharlaşmanın ortalaması ise 881.27 mm olarak hesaplanmıştır.

Serbest su yüzeyinden buharlaşma ölçümleri gerçekleştirilen 3 istasyondaki buharlaşma verileri aylara göre değerlendirildiğinde tüm alan genelinde en fazla buharlaşma gözlenen ayın Temmuz ayı olduğu ve Temmuz ayı buharlaşma değerleri göz önüne alındığında aylık buharlaşma ortalamaları 4 istasyon için 294.96 mm olarak hesaplanmıştır. Ayrıca gözlem yapılan istasyonlar genelinde Şubat ayında ise buharlaşma ölçümü kayıt edilemediği tespit edilmiştir (MGM, 2022).

Gölmarmara Gölü sulak alanı havzası ve çevresinde yer alan uzun yıllar gözlem yapan 3 adet Meteoroloji gözlem istasyonunda gözlenen yıllık toplam serbest su yüzeyi buharlaşması Thornthwaite Yöntemine göre hesaplanmıştır.

Thornthwaite eşitliği:

$$ET_p = 16 \times [10 \times T/I] \times a \times F(\lambda) \quad (3.1)$$

şeklinde ifade edilir (De Marsily, 1986).

Burada:

ET_p : aylık potansiyel buharlaşma-terleme değeri (mm/ay),

$$a = (6.75 \times 10^{-7} \times I^3) - (7.71 \times 10^{-5} \times I^2) + (1.79 \times 10^{-2} \times I) + 0.49239$$

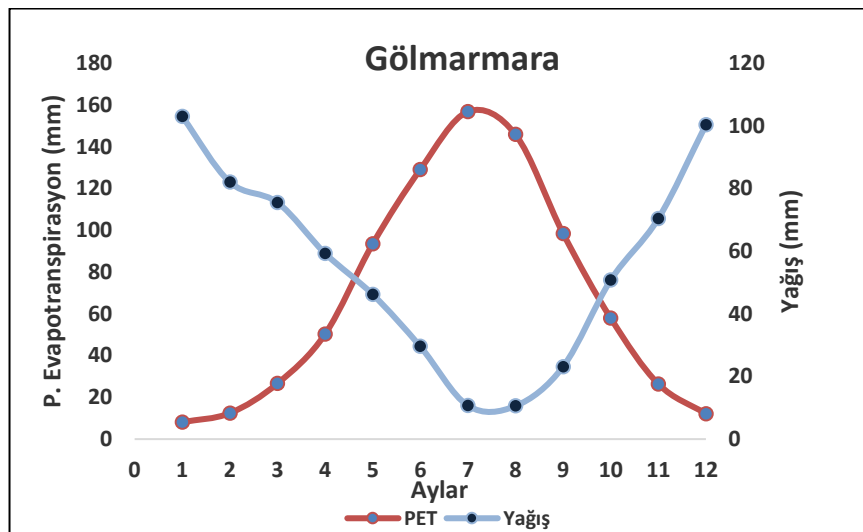
I : yıllık sıcaklık indeksi (12 aya ait sıcaklık indeksleri (i)'nin toplamı),

i : $(T/5)^{1.514}$ aylık sıcaklık indeksi,

T : aylık ortalama hava sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$) (aylık veriler kullanılmıştır)

$F(\lambda)$: Düzeltme katsayısıdır ve bu katsayı alanın enlem derecesine göre De Marsily (1986) referansındaki ilgili tablolardan belirlenir.

Gölmarmara Gölü için iklim parametreleri analiz edilerek su bilançosu hazırlanmış (Çizelge 3.2) ve su bilançosu parametrelerine göre de su bilançosu diyagramı çizilmiştir (Şekil 3.4). Gölmarmara Gölü çevresinin Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre C1, B'2 2. Derece w2, b'3, s2 iklim türünde olduğu belirlenmiştir (C1 Yarı Kurak – Az Nemli, B'2 2. Derece Mezotermal, w2 Su noksanı kış mevsiminde ve çok kuvvetli olan, b'3, s2 Su fazlası kış mevsiminde ve çok kuvvetli olan).



Şekil 3.4. Gölmarmara Gölü'ne ait su bilançosu diyagramı

Çizelge 3.2. Gölarmara Gölü'ne ait su bilançosu

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Sıcaklık (°C)	4.98	6.57	9.34	13.38	18.45	22.51	25.32	25.22	21.2	15.95	10.57	6.52	180.01
Sıcaklık İndisi	0.99	1.51	2.58	4.44	7.22	9.76	11.66	11.59	8.91	5.79	3.11	1.49	69.04
PET	9.5	14.8	25.8	45.6	75.9	104.1	125.4	124.6	94.6	60.3	31.4	14.6	726.68
G	0.85	0.84	1.03	1.1	1.23	1.24	1.25	1.17	1.04	0.96	0.84	0.83	12.38
DET	8.1	12.42	26.59	50.2	93.39	129.02	156.71	145.76	98.41	57.87	26.38	12.12	817.04
Yağış (mm)	102.94	82	75.5	59.28	46.16	29.57	10.7	10.57	23.11	50.74	70.37	100.3	661.24
Su Depo (mm)	100	100	100	100	52.8	0	0	0	0	0	44.0	132.2	628.90
Depo Değişimi (mm)	0	0	0	0	-47.2	-52.8	0.0	0.0	0.0	0.0	44.0	88.2	32.12
GET (mm)	8.1	12.42	26.6	59.28	93.39	82.33	10.7	10.57	23.11	50.74	26.38	12.12	415.75
Su Fazlası (mm)	94.8	69.6	48.9	0.0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	213.34
Su Eksikliği (mm)	0.0	0.0	0.0	-9.1	0.0	46.7	146.0	135.2	75.3	7.1	0.0	0.0	401.29
Nemlilik (%)	11.69	5.59	1.83	0.18	-0.5	-0.77	-0.93	-0.92	-0.76	-0.12	1.66	7.26	24.23
Yüzeysel Akış (mm)	47.42	58.51	53.7	26.85	13.42625	6.71	3.35	1.67	0	0	0	0	211.66

Gölarmara sulak alan alt havzası içerisinde ve çevresinde bulunan 3 adet meteoroloji istasyonu için düzeltme katsayıları ($F(\lambda)$) değerleri Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Meteoroloji istasyonları için aylara göre düzeltme katsayıları ($F(\lambda)$)

Enlem Düzeltmesi	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Manisa-38° 36'	0.850	0.840	1.030	1.106	1.230	1.240	1.256	1.176	1.040	0.960	0.840	0.824
Akhisar-38° 54'	0.850	0.840	1.030	1.109	1.230	1.240	1.259	1.179	1.040	0.960	0.840	0.821
Salihli-38° 28'	0.850	0.840	1.030	1.105	1.230	1.240	1.255	1.175	1.040	0.960	0.840	0.825

Yukarıdaki eşitlikler kullanılarak Gölarmara sulak alan alt havzası ve çevresinde bulunan 3 adet meteoroloji istasyonu aylık ortalama potansiyel buharlaşma-terleme (ET_p) miktarları hesaplanmıştır (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4. Thornthwaite yöntemi ile MGİ için hesaplanan aylık potansiyel buharlaşma-terleme (ETp) değerleri

Etp Ortalama	Manisa (mm)	Akhisar (mm)	Salihli (mm)	Tüm alan (mm)
Ocak	8.85	8.66	8.90	8.80
Şubat	12.31	11.81	12.38	12.17
Mart	26.53	25.44	27.28	26.42
Nisan	53.26	52.88	56.49	54.21
Mayıs	102.03	100.07	105.72	102.61
Haziran	153.23	148.21	152.79	151.41
Temmuz	187.01	178.72	181.25	182.33
Ağustos	170.91	163.15	162.81	165.62
Eylül	111.14	11.67	105.89	109.57
Ekim	62.44	59.73	58.36	60.18
Kasım	25.61	24.88	25.11	25.20
Aralık	11.95	11.89	12.25	12.03
Toplam	925.27	897.12	909.24	910.55

3.1.3. Habitat özellikleri

Gölmarmara Gölü sulak alanı; sucul ve karasal olmak üzere iki ana ekosistem yapısı ile temsil edilmekte olup bünyesinde tatlı göl, nehir ve dereler, kanallar, açık su yüzeyi ve açık su yüzeyini çevreleyen sazlıklar, ıslak çayırlar, çamur düzlükleri, meralar, makilikler, bozuk orman alanları, tarım alanları ve ruderal alanlar gibi farklı habitat yapılarını kapsamaktadır ve bu alanlar yaban hayatı yönünden de çok değerli habitatları içermektedir (DKMP, 2018).

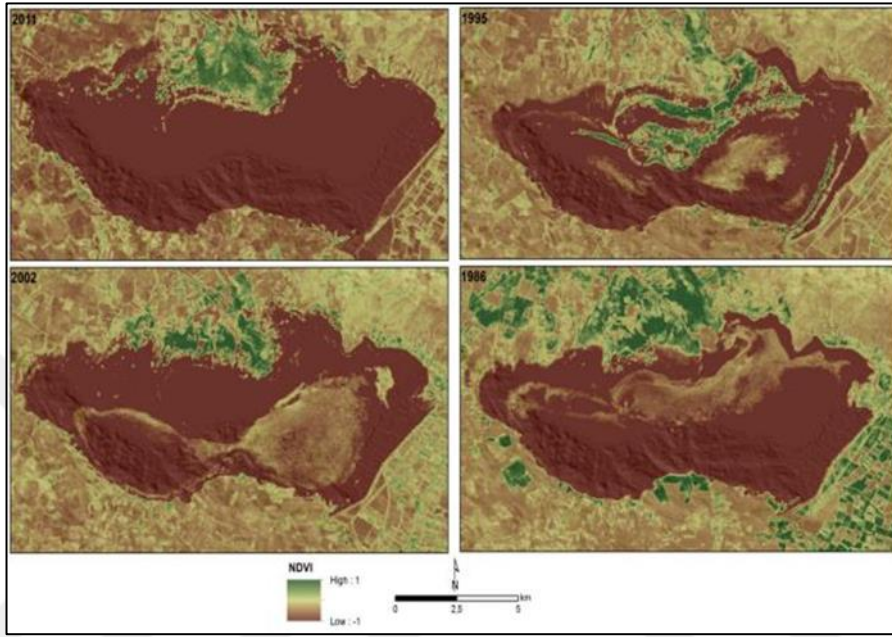
3.1.4. Sucul ve karasal flora

Gölmarmara Gölü sulak alanında 95 familyaya ait, 280 cins ve 355 bitki taksonu DKMP tarafından tespit edilmiştir. Teşhis edilen bitkilerin 85 tanesi Akdeniz bitki coğrafyası elementlerine, 29 tanesi Doğu-Akdeniz bitki coğrafyası elementlerine, 29 tanesi Avrupa-Sibiryaya bitki coğrafyası elementlerine, 4 tanesi İran-Turan bitki coğrafyası elementlerine, 2 tanesi Öksin (Karadeniz) elementine ait olduğu görülmektedir. Geriye kalan 106 bitki taksonunun ise coğrafik yayılış durumu bilinmemekte veya yaygın bir dağılışa sahip olduğu anlaşılmaktadır (DKMP, 2018).

Gölmarmara Gölünde 6 ayrı alg difüzyonuna ait toplam 26 tür teşhis edilmiş ve bu taksonlardan Bacillariophyta (diatom) grubu algler çeşitlilik bakımından en zengin sınıf oluşturmuşlardır. Ceratium hirundinella türü gölde en baskın tür olduğu tespit

edilmiştir. Zooplankton organizmalardan, Gölarmara Gölü ve çevresinde 2 takıma ait 6 zooplankton türü tespit edilmiştir (DKMP, 2018).

Göl içerisinde açık kahverengiyle gösterilen sığ alanlar, ötrofikasyonun ilerleyen yıllarda öncelikle yaşanabileceği sahalar Şekil 3.5'te gösterilmiştir (Gülersoy, 2013).



Şekil 3.5. 1986-2011 yılları arasında Gölarmara Gölü'nde sucul bitkilerin yayılış alanlarının değişimi

Gölarmara Gölü havzasında 6 Familyaya ait 11 balık türünün yaşadığı kayıtlara geçmiştir Ancak Gördes çayı kurduğundan, buradan göle geçen bazı balık türlerine rastlanmamıştır. 2017 yılı saha çalışmalarında ise; gölde 3 familyaya ait 8 balık türü tespit edilmiştir. Gölde *Petroleuciscus smyrnaeus* ve *Carassius gibelio* türleri diğer balık türlerine göre daha bol bulunmaktadır (DKMP, 2018).

Gölarmara Gölü ve çevresinde 19 ordo ve 47 familyadan toplam 162 kuş türü belirlenmiştir. Bölgede temsili yüksek iki ordo Passeriformes ve Charadriiformes olup bu durum sahanın ötücü türleri ve su kuşları açısından yoğun olarak kullanıldığını ortaya koymaktadır. Familyalarda ise en yüksek temsiller ötleğengiller olan Sylviidae, martıgiller olan Lariidae ve çullukgiller olan Scolopacidae familyalarına aittir (Körbalta, 2019). Ancak son zamanlarda suyu giderek azalan Gölarmara Gölünün değerli konukları olan çeşitli kuş türleri rotalarını sülüklü göle çevirmiştir.

3.1.5. Sosyo-ekonomik durum

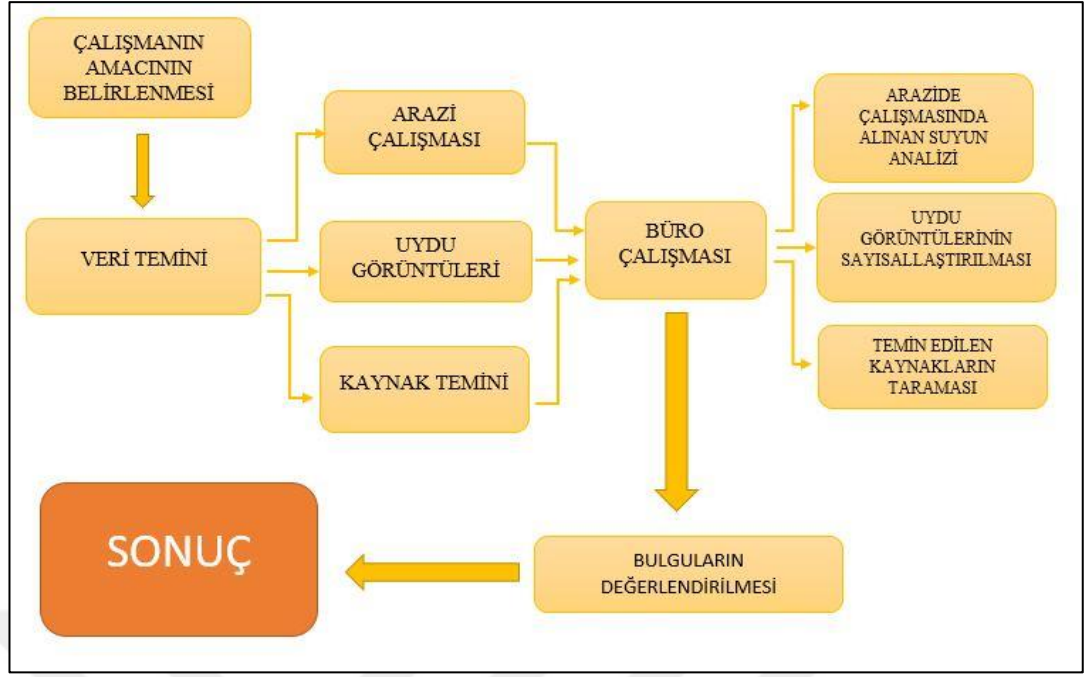
Hanelerin temel geçim kaynaklarını tarımsal üretim oluşturmaktadır. Bölgede sulu tarım yapılmaktadır. Görüşülen kişilere göre yörede yaşanan en önemli sorunlardan biri işsizlik olarak ortaya çıkmaktadır (DKMP, 2018).

Bölgede hayvancılığın halkın geçiminde önemli bir yeri olup tarımdan sonra ikinci sırada yer almaktadır. Sulak alan çevresindeki köylerde özellikle hayvancılık daha yaygındır. Göl çevresinde yaklaşık 1000 dekar mera alanı yer almaktadır. Çiftçilik, yörede ekonomik anlamda en önemli uğraştır. Yöre ekonomisi büyük ölçüde tarıma dayalıdır. Toprakları verimli olan bu alanda sulu tarım yapılmakla birlikte, sulama imkânlarının kısıtlı olduğu yerlerde de kuru tarım yapılmakta ve bu tür yerlerde daha çok buğday yetiştirilmektedir. Gölarmara Gölü sulak alanında bulunan sazlıklar ve bataklıkların planktonlar ve omurgasız canlılar bakımından zengin oluşu, alanın zengin bir hayvan türüne sahip olmasını sağlamıştır. Özellikle Sazan, Sudak, Has Kefal ve Alabalık türlerine ait zengin balık popölasyonları mevcuttur (DKMP, 2020).

3.2. Yöntem

Çalışmada; alana ait dokümanlar ve veriler ilgili kurumlardan (OGM, DSİ, MGM, DKMP) elde edilmiştir. Elde edilen veriler arazide ve büroda değerlendirilerek çalışma iki aşamada tamamlanmıştır. İlgili kurumların alana ait dokümanları ve verileri kullanılmıştır. Ayrıca çalışmayı detaylandırabilmek için benzer konulardaki literatür taraması yapılmıştır.

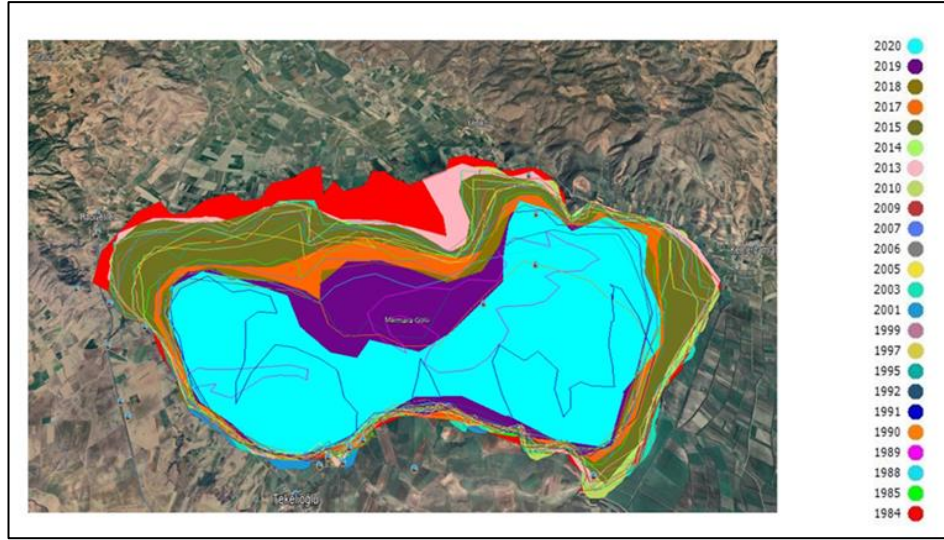
Gölarmara Gölü sulak alanının 1995-2020 yılları arasındaki yüzey alan değişiminin uzaktan algılama teknikleri kullanılarak tespit edilmesini içeren çalışmada izlenen yöntem çalışma amacına uygun verilerin temininin ardından sulak alanın potansiyel sınırının tespit edilmesi, uydu görüntülerinin ön işlemlerle analize hazır hale getirilmesi ve değişiklik analizi ile analiz sonuçlarının yorumlandığı değerlendirme aşamasından oluşmaktadır. Uydu görüntülerinin analizinde ve kml verilerinden çalışma alanının iki boyutlu alansal modelinin oluşturulmasında Netcad GIS 8.5 map programı kullanılmıştır. Çalışmanın genel iş akışı Şekil 3.6'da verilmiştir.



Şekil 3.6. Çalışmanın genel iş akışı

3.2.1. Çalışma alanı sınırının tespiti

Yıllara göre sulak alan sınırı farklılık göstermektedir. Sulak alanın potansiyel sınırları alanın topografik yapısı incelenerek alansal veriler kullanılarak çizilmiştir. Çalışma alanına ait Google Earth verileri kullanılmıştır. Elde edilen görüntü çok büyük olduğu için görüntüler çalışma alanı ve çevresini içerecek şekilde kesilmiştir. Elde edilen yeni görüntü “kml to ncz” komutu ile alansal 2 boyutlu haritaya çevrilmiştir. Kml haritası üzerinde yıllara göre alanlar sınıflandırılmış ve her bir sınıf farklı renklerde gösterilmiştir. Şekil 3.7’de Google Earth üzerinde farklı renklerle sınıflandırılmış alansal hali gösterilmiştir.

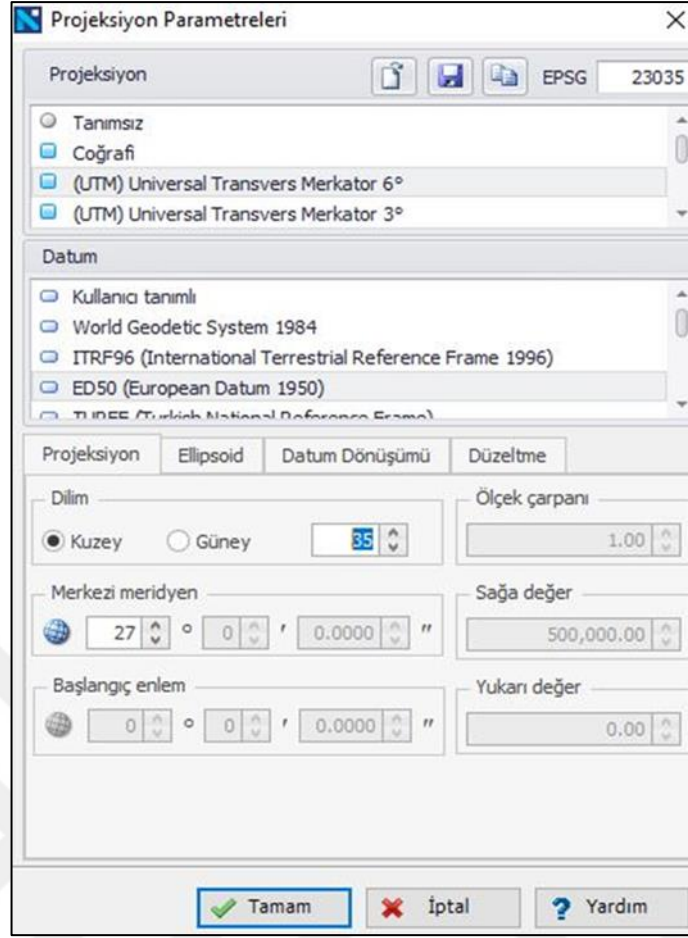


Şekil 3.7. Çalışma alanının farklı renklerle sınıflandırılmış alansal gösterimi

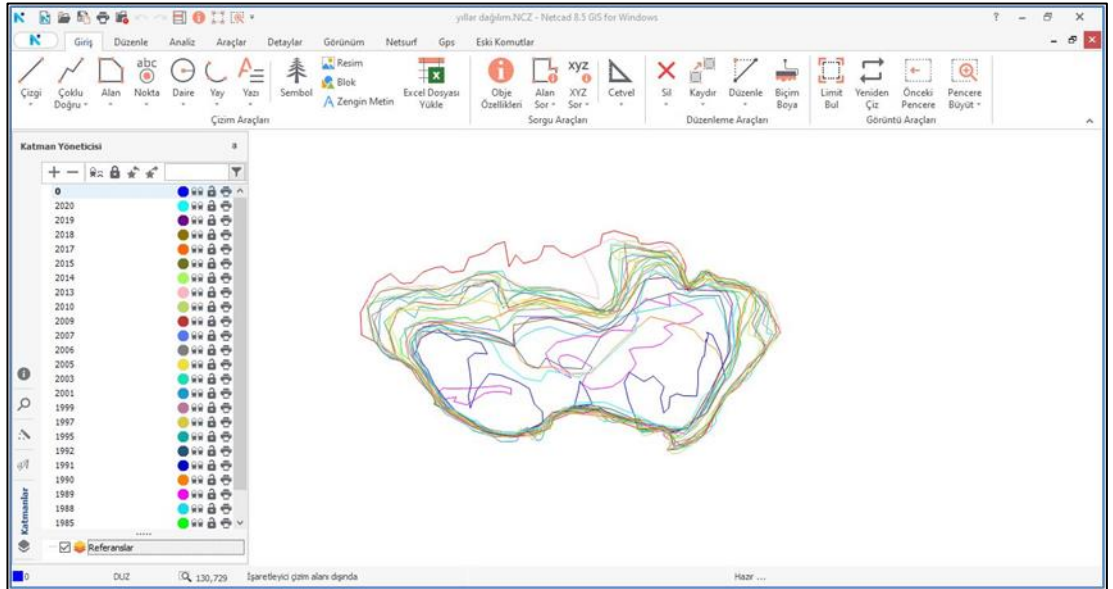
3.2.1.1. Uydu verileri ön işleme

Bu çalışmada Google Earth verileri kullanılmıştır. Her bir uydu görüntüsü ayrı ayrı sınıflandırmaya tabi tutularak sınıflandırma sonrası değişim analizi yapılacağından farklı Google Earth verilerinin kullanımı sorun teşkil etmemiştir.

Görüntü hazırlık aşamasında 1984'ten 2020'ye kadar olan yıllara ait Lansat ve Copernicus uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları, Google Earth programı ile potansiyel sulak alan sınırları göz önünde bulundurularak kesilmiştir. Kesilmiş olan uydu görüntüleri sayısallaştırılıp harita üzerinde doğru yerde olması için projeksiyon özellikleri belirlenmiştir. Projeksiyon; UTM 50 (6°), ED 50, 35 (dilim) ve 27° (meridyen) olarak ayarlanmıştır (Türkiye için kullanılan parametre). Şekil 3.8'de parametrenin ayarlama şeması verilmiştir. Gölarmara Gölü'nün yıllara göre farklı renklerde sınıflandırılmış hali Şekil 3.9'da gösterilmiştir.



Şekil 3.8. Parametrelerin ayarlama şeması



Şekil 3.9. NetCad Programı ile sayısallaştırılmış, farklı renklerle yıllara göre alansal değişim sınıflandırılmış hali

3.2.2. Arazi çalışmaları

Çalışma alanı hakkında bilgi edinme amacıyla arazi taraması, su örneği toplama çalışması (10 adet) gerçekleştirilerek fotoğraflama yapılmıştır. Bunun sebebi analiz öncesinde arazide gözlem yapıp doğruluğun belirlenmesi ve arazinin son durumunun fotoğraflanmasıdır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Çalışma alanının farklı açılardan görüntüsü

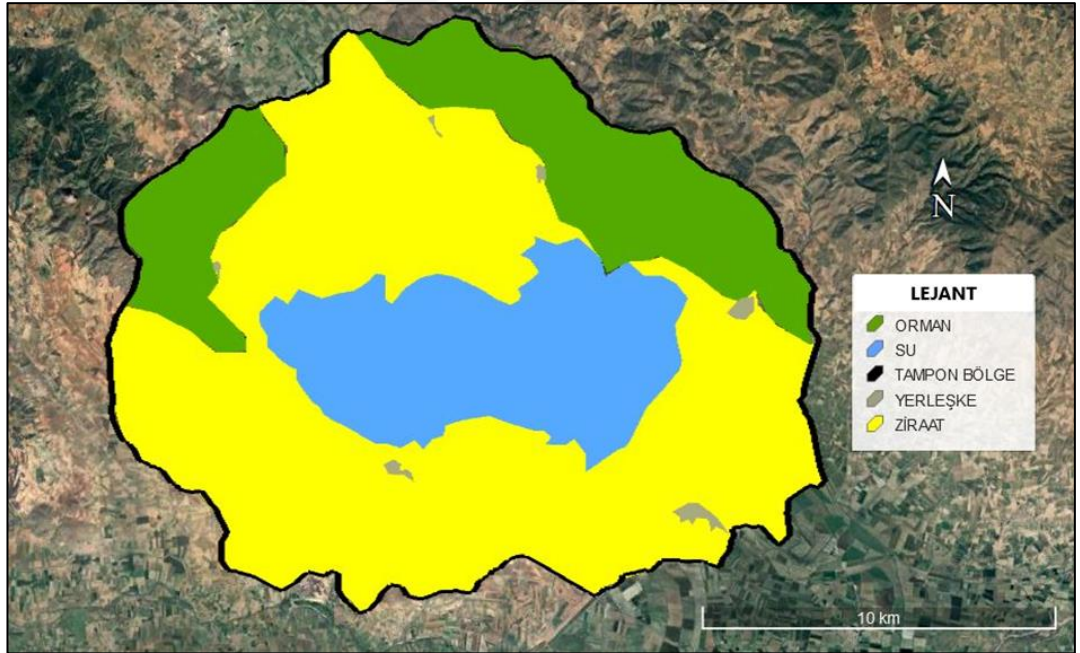
Sonraki aşamada arazi çalışması sonrasında elde edilen su örneği Manisa Bağcılık ve Araştırma Enstitüsü'ne analiz yapılması için gönderilmiştir. Gönderilen su, göl suyunun sulama suyu olarak kullanılmasından kaynaklı, sulama suyu parametrelerine (pH, B ppm değeri, Bor değeri, SAR değeri vb.) göre değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR

Ulusal Öneme Haiz Sulak Alan olarak tescil edilen Gölarmara Gölü sulak alanının 1995-2020 yılları arasındaki periyotta oluşan alansal değışim belirlenmeye çalışılmış ve bu değışime neden olacak etkenler araştırılmıştır. Farklı yıllara ait uydu görüntülerinin sınıflandırılması ve bu sınıfların karşılaştırılması ile bu dönemdeki değışimi tespit etmek amaçlanmıştır.

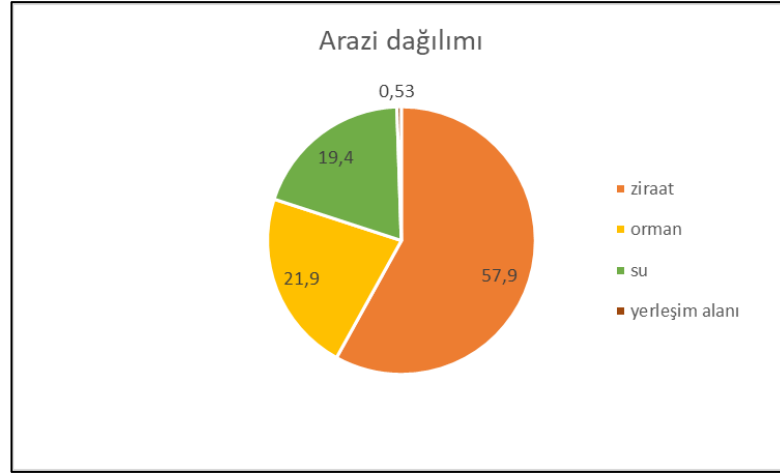
4.1. 1995 Yılında Gölarmara Gölü ve Yakın Çevresinde Arazi Kullanım Durumu

Çalışma alanının 1995 yılına ait veriler sayısalılaştırıldıktan sonra elde edilen arazi kullanım haritası ve elde edilen veriler aşağıda verilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. 1995 Yılı Gölarmara Gölü ve yakın çevresinde arazi kullanım durumu

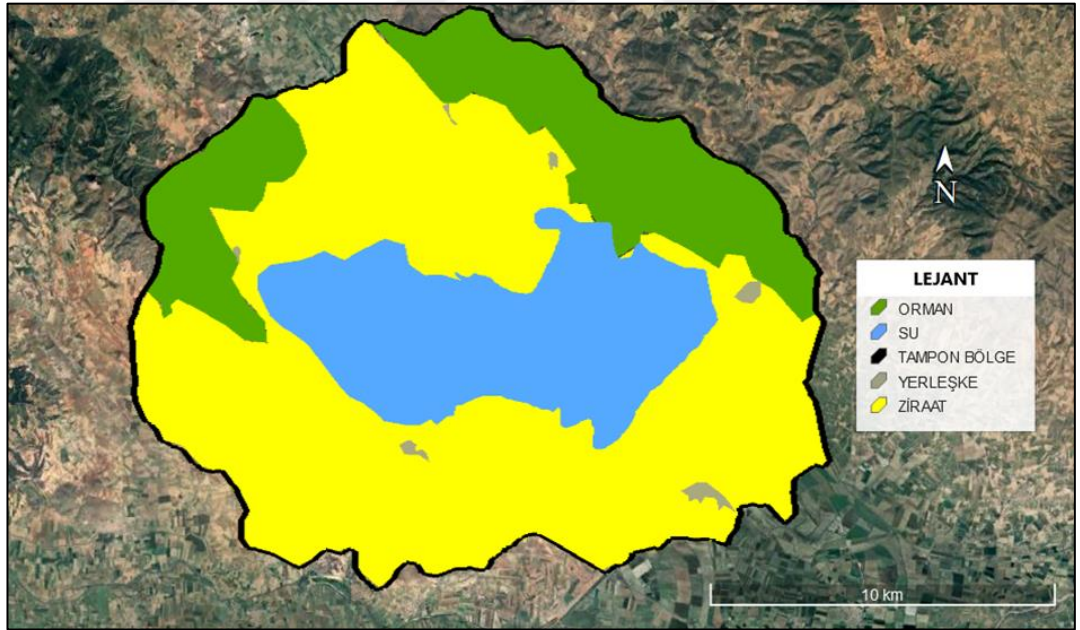
1995 tarihli uydu görüntüsünden elde edilen sonuçlar incelendiğinde (25 000 ha) %57.9'unu ziraat, %21.9'ini orman, %19.4'ünü su, %0.53'ünü yerleşim alanları oluşturmaktadır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. 1995 yılı arazi kullanım durumu dağılımı

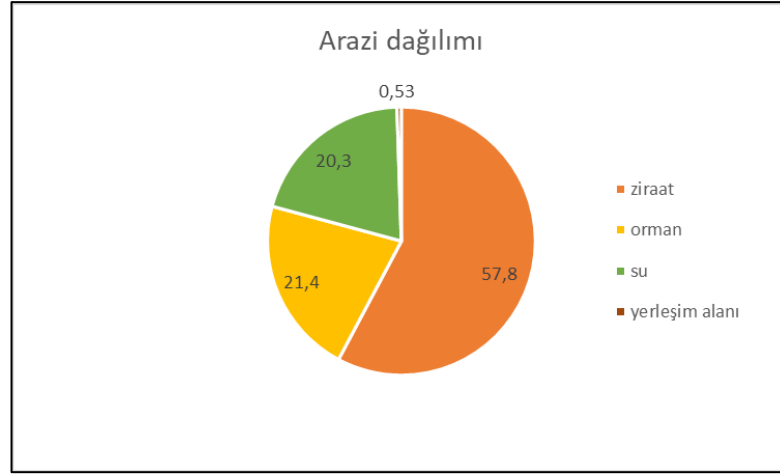
4.2. 2000 Yılında Gölarmara Gölü ve Yakın Çevresinde Arazi Kullanım Durumu

Çalışma alanının 2000 yılına ait veriler sayısalıştırıldıktan sonra elde edilen arazi kullanım haritası ve elde edilen veriler aşağıda verilmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. 2000 Yılı Gölarmara Gölü ve yakın çevresinde arazi kullanım durumu

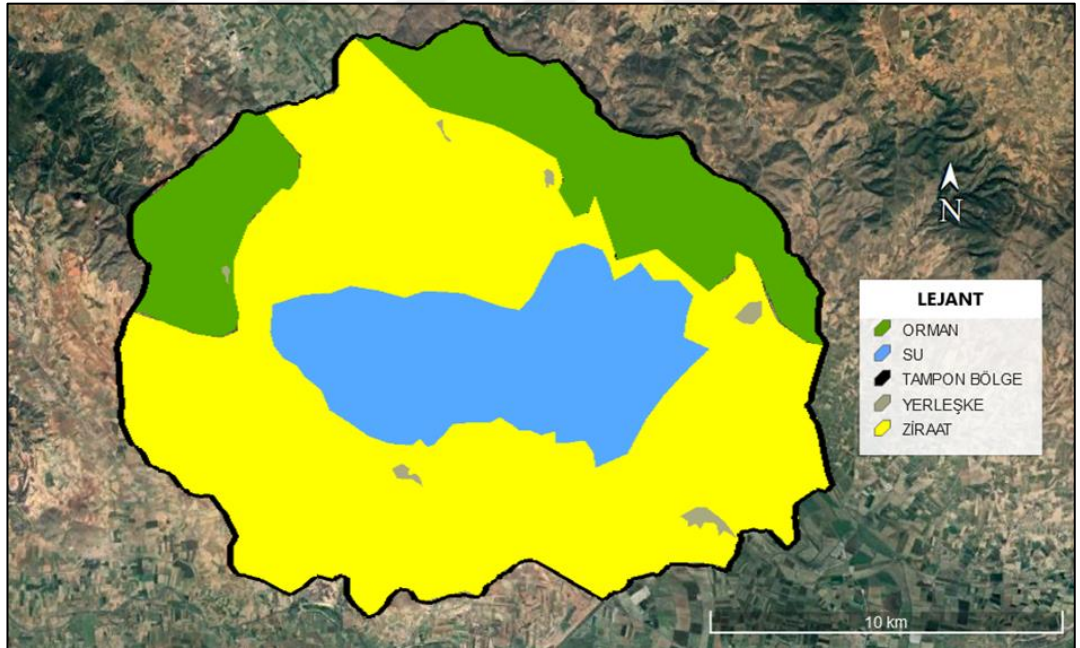
2000 tarihli uydu görüntüsünden elde edilen sonuçlar incelendiğinde (25 000 ha) %57.8'ini ziraat, %21.4'ünü orman, %20.3'ünü su, %0.53'ünü yerleşim alanları oluşturmaktadır (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. 2000 yılı arazi kullanım durumu dağılımı

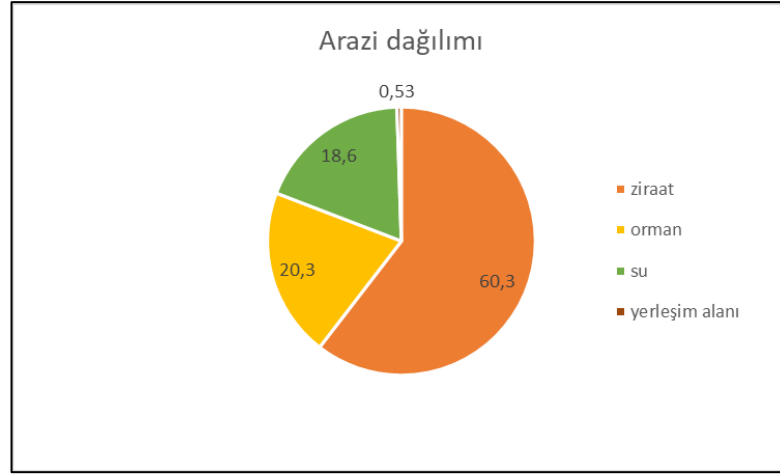
4.3. 2005 Yılında Gölarmara Gölü ve Yakın Çevresinde Arazi Kullanım Durumu

Çalışma alanının 2005 yılına ait veriler sayısallaştırıldıktan sonra elde edilen arazi kullanım haritası ve elde edilen veriler aşağıda verilmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. 2005 Yılı Gölarmara Gölü ve yakın çevresinde arazi kullanım durumu

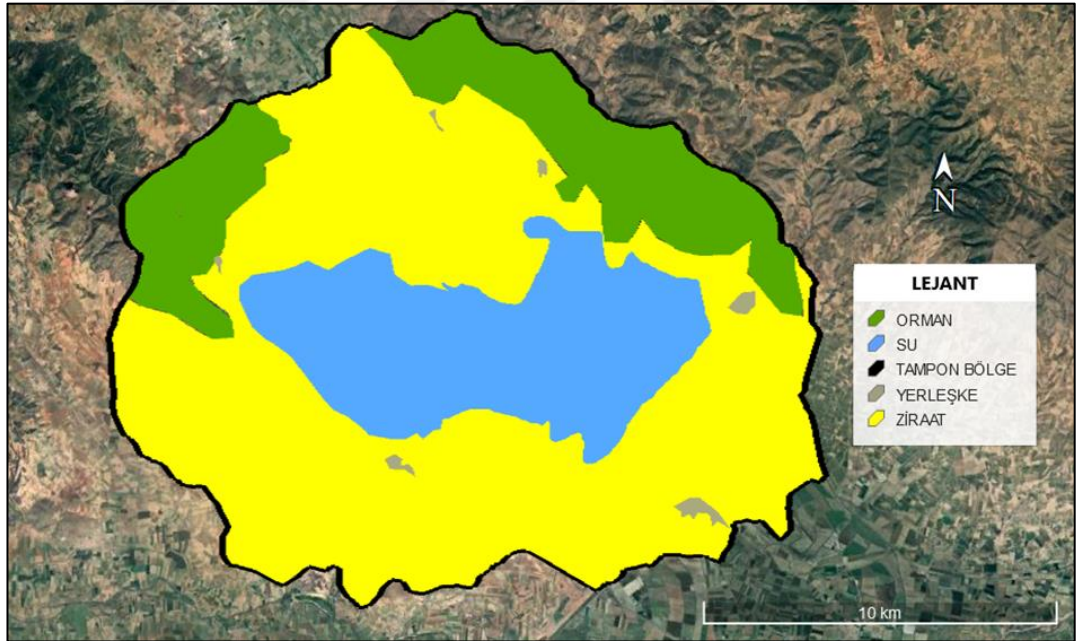
2005 tarihli uydu görüntüsünden elde edilen sonuçlar incelendiğinde (25 000 ha) %60.3'ünü ziraat, %20.3'ünü orman, %18.6'sını su, %0.53'ünü yerleşim alanları oluşturmaktadır (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. 2005 yılı arazi kullanım durumu dağılımı

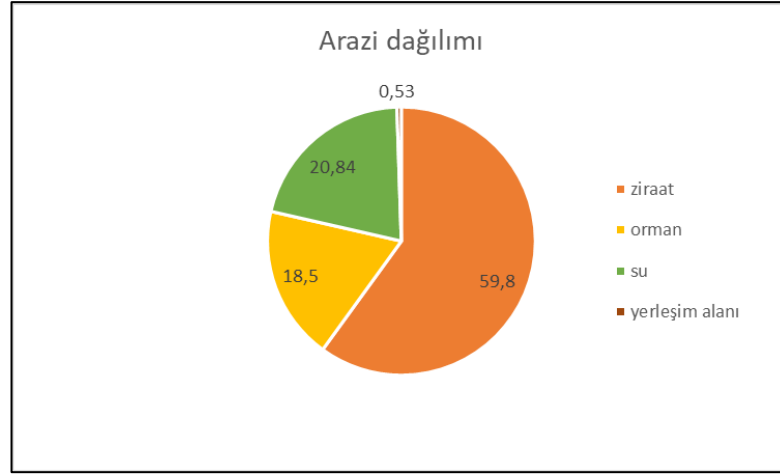
4.4. 2010 Yılında Gölarmara Gölü ve Yakın Çevresinde Arazi Kullanım Durumu

Çalışma alanının 2010 yılına ait veriler sayısallaştırıldıktan sonra elde edilen arazi kullanım haritası ve elde edilen veriler aşağıda verilmiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. 2010 Yılı Gölarmara Gölü ve yakın çevresinde arazi kullanım durumu

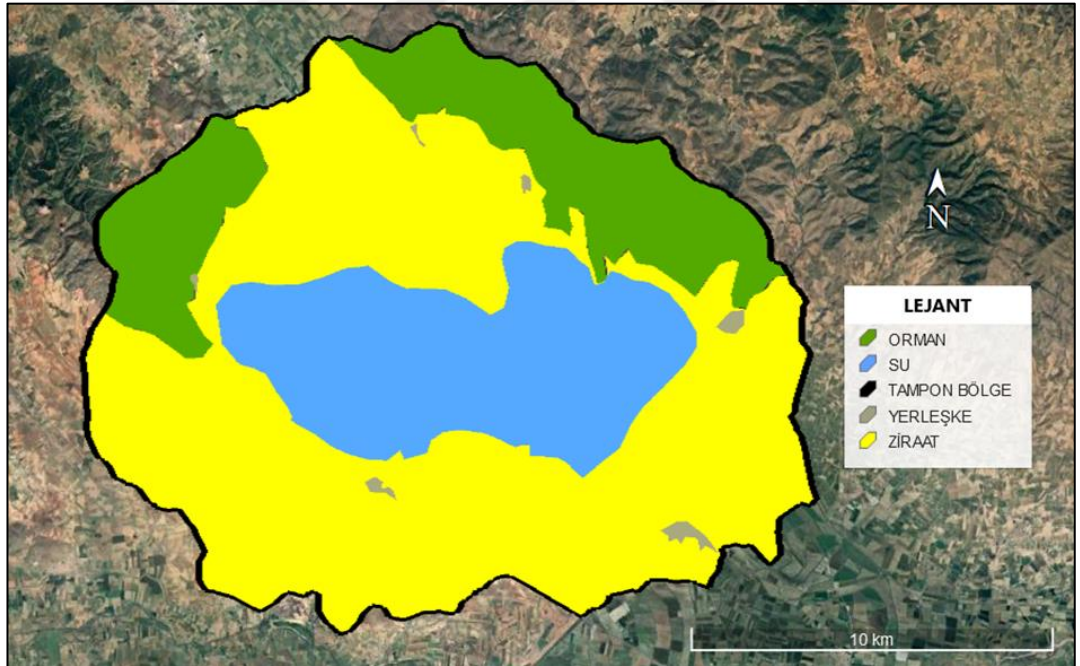
2010 tarihli uydu görüntüsünden elde edilen sonuçlar incelendiğinde (25 000 ha) %59.8'ini ziraat, %18.5'ini orman, %20.84'ünü su, %0.53'ünü yerleşim alanları oluşturmaktadır.



Şekil 4.8. 2010 yılı arazi kullanım durumu dağılımı

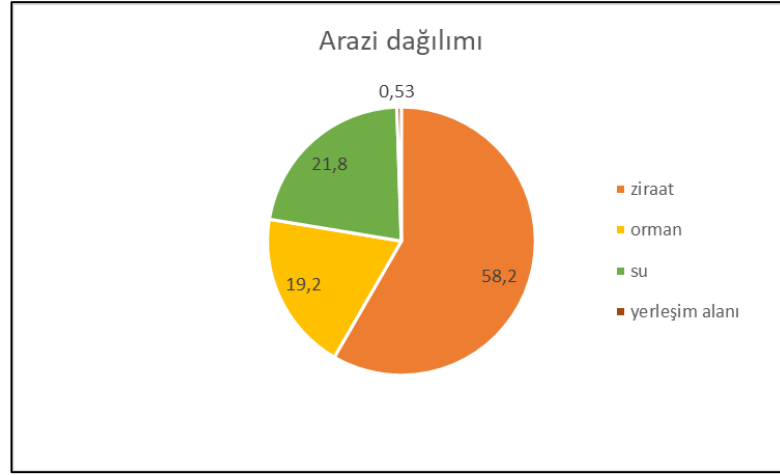
4.5. 2015 Yılında Gölarmara Gölü ve Yakın Çevresinde Arazi Kullanım Durumu

Çalışma alanının 2015 yılına ait veriler sayısallaştırıldıktan sonra elde edilen arazi kullanım haritası ve elde edilen veriler aşağıda verilmiştir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. 2015 Yılı Gölarmara Gölü ve yakın çevresinde arazi kullanım durumu

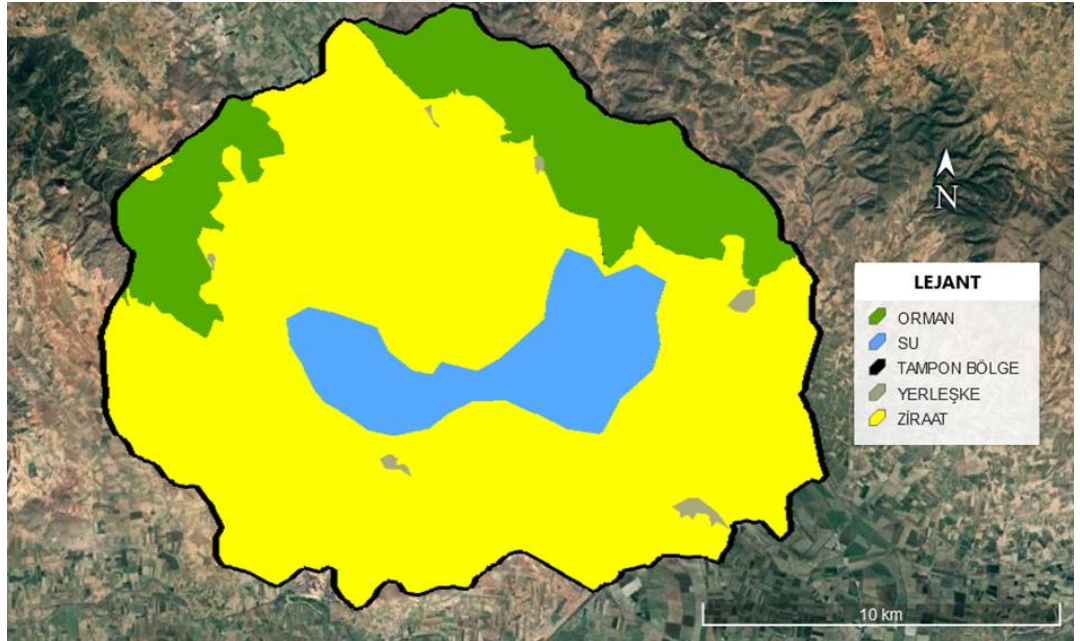
2015 tarihli uydu görüntüsünden elde edilen sonuçlar incelendiğinde (25 000 ha) %58.2'sini ziraat, %19.2'sini orman, %21.8'ini su, %0.53'ünü yerleşim alanları oluşturmaktadır (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. 2015 yılı arazi kullanım durumu dağılımı

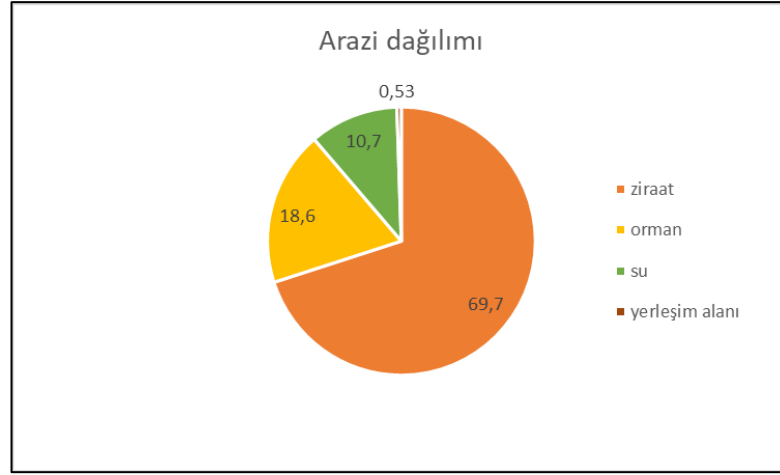
4.6. 2020 Yılında Gölarmara Gölü ve Yakın Çevresinde Arazi Kullanım Durumu

Çalışma alanının 2020 yılına ait veriler sayısalılaştırıldıktan sonra elde edilen arazi kullanım haritası ve elde edilen veriler aşağıda verilmiştir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. 2020 Yılı Gölarmara Gölü ve yakın çevresinde arazi kullanım durumu

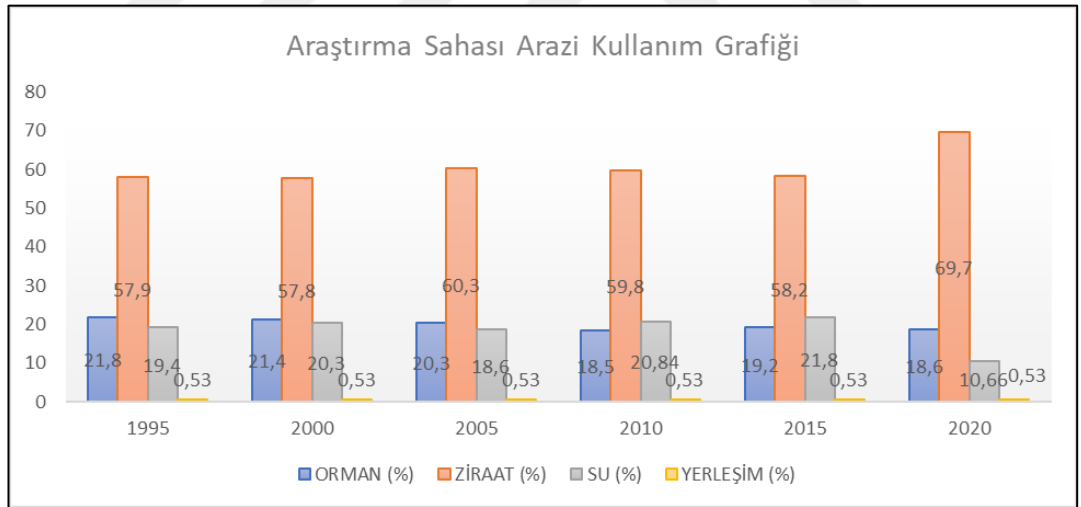
2020 tarihli uydu görüntüsünden elde edilen sonuçlar incelendiğinde (25 000 ha) %69.7'sini ziraat, %18.6'sını orman, %10.7'sini su, %0.53'ünü yerleşim alanları oluşturmaktadır (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. 2020 yılı arazi kullanım durumu dağılımı

4.7. Arazi Kullanım Durumlarına İlişkin Genel Bulgular

Çalışma alanındaki arazi kullanım değişimlerinin genel olarak değerlendirilmesi ile elde edilen bulgular Şekil 4.13'te verilmiştir. Yıllar içindeki değişimlere bakıldığında ziraat alanlarında artış söz konusu iken, ormanlık alanlarda azalış görülmektedir.



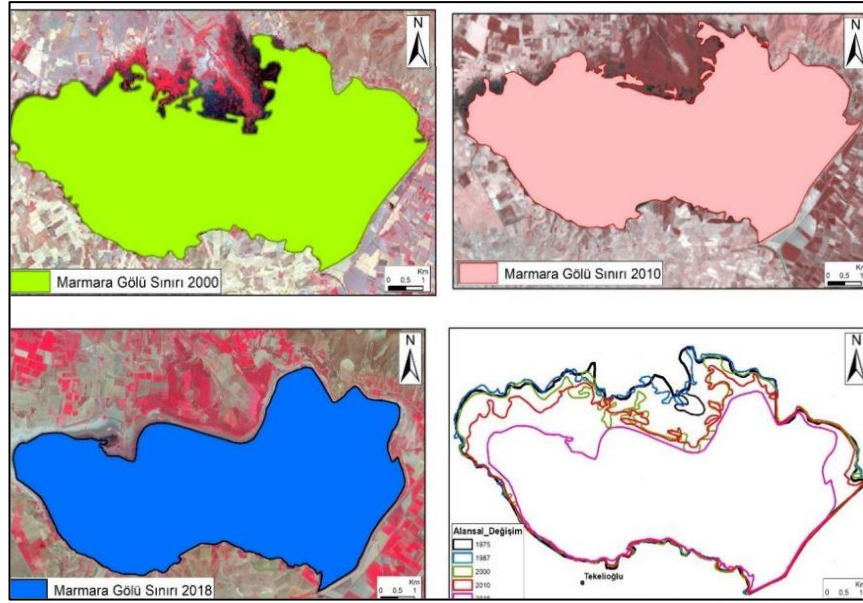
Şekil 4.13. Gölarmara Gölü alanında 1995-2020 yılları arasındaki arazi kullanımı

Araştırma sahasında göl seviyesinin düştüğü dönemlerden su seviyesinin yükselinceye kadar suyun çekildiği alanlarda yetiştirme dönemi kısa olan kavun, karpuz, sebze ve meyve tarımı yapılmaktadır. Bu alanların istismâr edilmesiyle söz konusu sahalarda yürütülen tarım faaliyetleri (özellikle kavun-karpuz) iç kesimlere kaydırılmıştır. Gölün ve göle su taşıyan kanalların varlığıyla sahada ürün çeşitliliği artmıştır. Göle bakan yamaçlarda genellikle üzüm ve zeytin tarım ön plandayken, göl etrafındaki

düzlüklerde pamuk, mısır ve son yıllarda sebze (biber, domates, patlıcan vb.) yetiştiriciliği ön plana çıkmıştır (Girgin, 2000; Arı ve Derinöz, 2011).

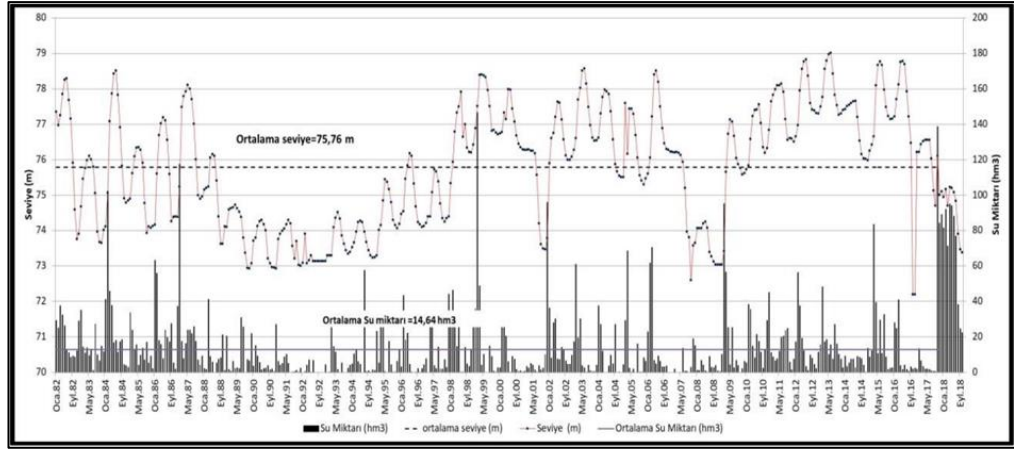
4.8. Gölarmarmara Gölü Sulak Alanının Zamansal Değişimi

Gölarmarmara Gölü sulak alan yönetim planı projesi çalışması için kurumlardan talep edilen veriler kapsamında, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü 2. Bölge Müdürlüğü'nden elde edilen veriler ile aşağıdaki değerlendirmeler yapılmıştır. 1982 ile 2018 yılları arasında Gölarmarmara Gölü seviye değişimleri Şekil 4.14'te gösterilmiştir. Yaklaşık 37 yıllık süre içinde gölün su seviyesini ortalama kotu 75.76 m olup, en düşük seviye kotu 2016 yılı Ekim ayında 72.20 m, en yüksek su seviyesi kotu ise 79.01 m ile 2013 yılı Haziran ayında kaydedilmiştir. Minimum su seviyesinde gölde depolanmış su hacmi 143 832 hm³ iken, maksimum su seviyesinin kaydedildiği 2013 Haziran ayı için bu değer 308 544 hm³ olarak hesaplanmıştır. Taşkın, buharlaşma, sulama ve diğer kayıplar dikkate alınarak 1982-2018 yılları arası göle giren su miktarı incelenmiştir. Buna göre göle ortalama yıllık su girişi 14.64 hm³ seviyesindedir. En fazla su girişi 146.92 hm³ ile 1999 yılı şubat ayında gerçekleşmiştir. Gölde su kullanımları ve kayıplarının olduğu dönemlerde göl seviyesinde de azalmalar olduğu anlaşılmaktadır. Özellikle 2016 yılı Nisan ayından itibaren son dönemde göl seviyesindeki düşümler dikkat çekicidir. 2018 yılı içerisinde göle yüksek su girdisi dikkati çekerken, göl seviyesi sürekli düşmeye devam etmiştir. Bu durum göl rezervuarına önemli su beslemesi yapılmasına rağmen, buharlaşma ve gölden çıkan akımlar da dahil su kullanımlarının bu beslenimden daha fazla olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.14. Gölarmara Gölü alanının zamansal değışimi

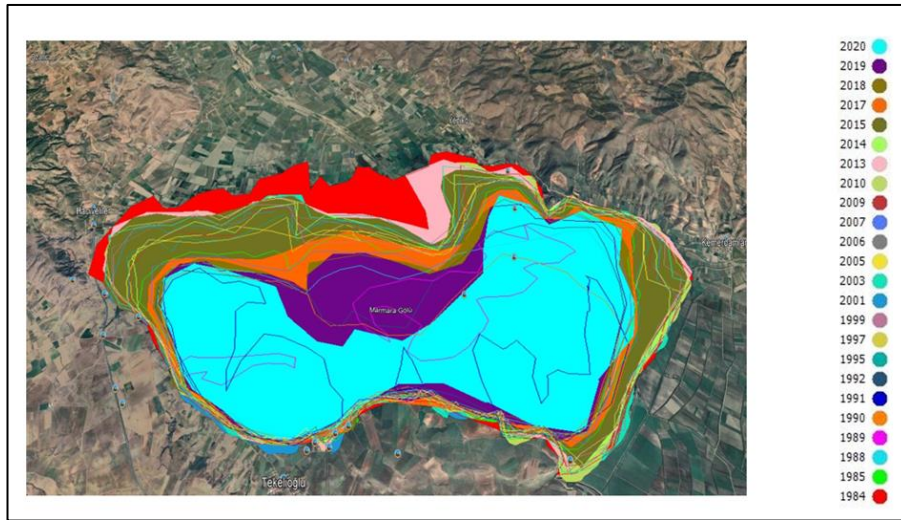
2018 yılında gölün en derin yeri güneybatısındaki çukurluk bölge olup, batimetri haritasında derinlik 73 m'ye kadar konuşlanmıştır. Göl su seviyesinin nispeten yüksek olduğu 2012 Haziran ayı içindeki en fazla derinliği yaklaşık 6.5 m kadar olduğu tahmin edilmiştir. Buna göre gölün en derin seviyesinin 72.33 m civarında olduğu söylenebilir (Şekil 4.15). Ancak derinlik hesabının daha sağlıklı ve güvenilir hale getirilmesi için daha detaylı bir batimetrik çalışmanın gerçekleştirilmesi gerekmektedir. 2018 Ekim ayında 73.38 m olarak ölçülen su seviyesine göre gölün muhtemelen maksimum derinliği 1.05 m (yaklaşık 1 m) kadardır (Gülersoy, 2013; DSİ, 2018). 2022 yılında ise göl alanı tamamen kurumaya yüz tutmuş olup, köy halkı tarafından tarım arazisi olarak kullanılmaya başlanmıştır. Aynı zamanda orman alanı olan kısım TİGEM tarafından farklı türden ağaçlar kullanılarak karışık bir orman yapısı oluşturmak amacıyla ağaçlandırılmaktadır. Ağaçlandırma çalışmalarında yörenin yetiştirme ortamına uygun, suya ve tuza dayanıklı olan türler tercih edilmiştir. Ağaçlandırma çalışmaları halen devam etmektedir.



Şekil 4.15. 1982-2018 yılları arası Gölarmara Gölü su seviyesi değışimleri

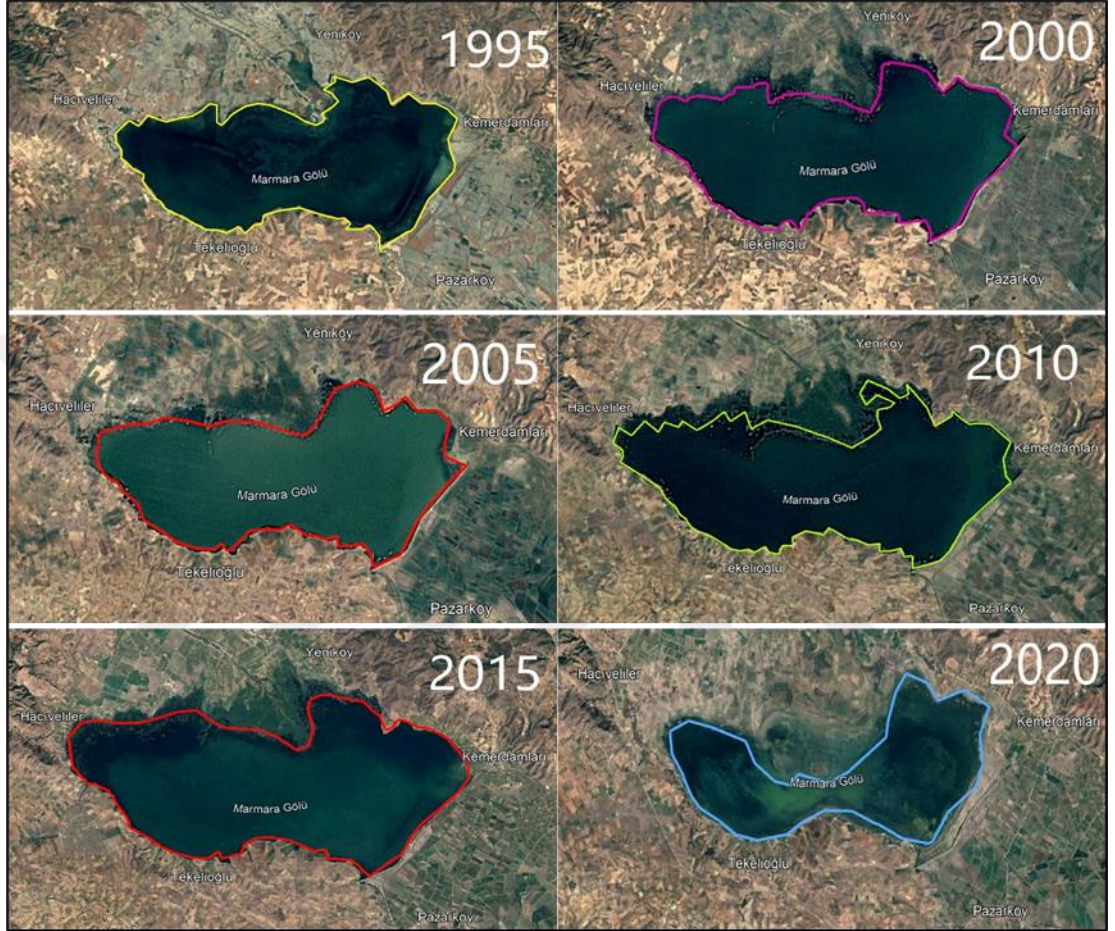
4.9. Gölarmara Gölünün Yıllara Göre Yüzeysel Alan Değışimi

Gölarmara gölündeki 1984-2020 yılları arasındaki değışim Şekil 4.16'da gösterilmiştir. Şekilde de görüldüğü üzere göl alanı geçen bu süreçte büyük bir ivmeyle azalmaya devam etmiştir. Yapılan projeler ve gölü dışardan besleyen kaynaklara rağmen antropojen sebepler başta olmak üzere çeşitli etmenler gölün su kaybetmesine ve buna bağlı olarak alansal azalmaya sebep olmuştur. Sonuç olarak çalışmalar yetersiz kalmış ve ulusal öneme haiz sulak alanlar listesinde olan Gölarmara Gölü 2022 yılında tamamen kurumaya yüz tutmuş, bir kısmı TİGEM tarafından ağaçlandırılan kurumuş göl alanının büyük bir kısmı da çevre köylerde yaşayan insanlar tarafından ziraat arazisi olarak kullanıma açılmıştır.



Şekil 4.16. Gölarmara Gölünün farklı renklerle sınıflandırılmış alansal gösterimi

1995, 2000, 2005, 2010, 2015 ve 2020 yıllarına ait veriler incelendiğinde sulak alanı oluşturan yapının zaman içinde değişime uğradığı görülmektedir. Ayrıca yıllar geçtikçe su alanın azaldığını gösteren bulgular aşağıda verilmiştir (Şekil 4.17 ve Çizelge 4.1).



Şekil 4.17. Marmara Gölü alanının 5 yıllık periyotlara göre alansal değişimi

5 yıllık periyotlarda gösterilen göl alanı 2015 yılına kadar ortalama 5061.4 ha alan kaplarken 2015 yılından sonra hızlı bir ivmeyle azalmış ve 2020’de göl alanı 2665 ha’a kadar düşmüştür (Çizelge 4.1).

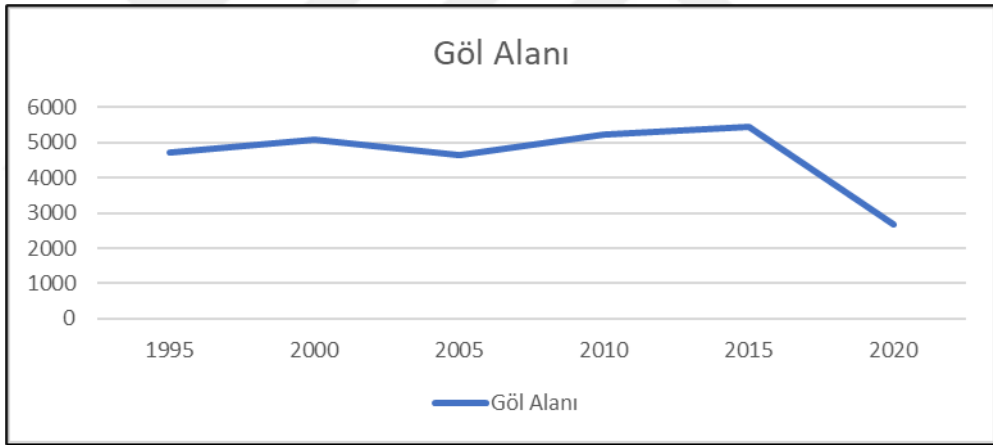
Çizelge 4.1. Gölarmara Gölü alanında 1995-2020 yılları arasında görülen değişimi

Yıl	Göl Alanı (ha)
1995	4731
2000	5405
2005	4659
2010	5064
2015	5448
2020	2665

Şekil 4.17 ve Çizelge 4.1’den anlaşıldığı üzere 5 yıllık periyotlarda gösterilen göl alanı 2015’e kadar ortalama 5061.4 ha alan kaplarken, 2015’ten sonra hızlı bir ivmeyle azalmış ve 2020’de göl alanı 2665 ha’a kadar düşmüştür. Günümüzde göl alanında su kalmadığı Şekil 4.18 ve Şekil 4.19’da görülmektedir.



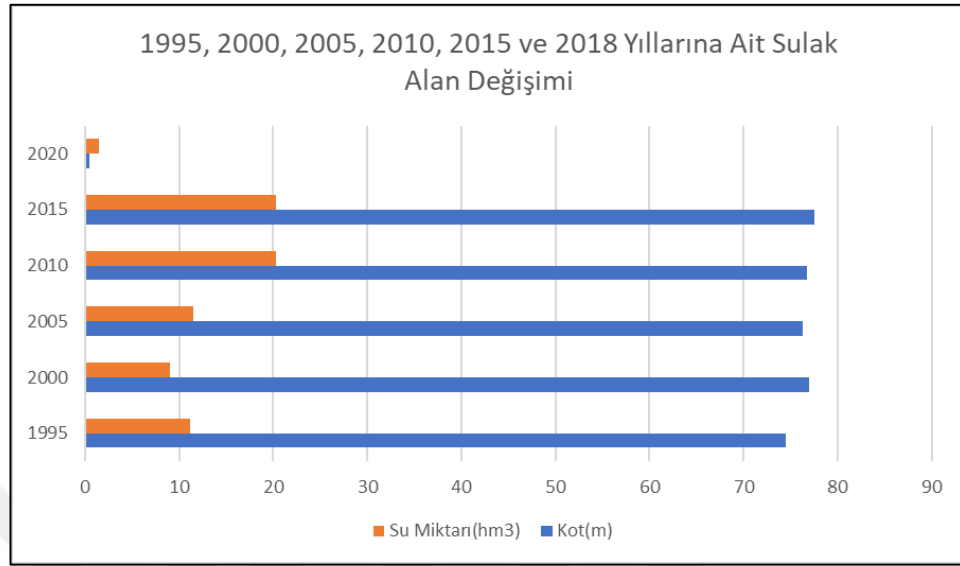
Şekil 4.18. Gölarmara Gölü 2021 yılı Google Earth görüntüsü



Şekil 4.19. Gölarmara Gölü alanı 1995-2020 yılları arası değişim grafiği

1995–2020 yılları arasında gölün küçülmesinin temel nedeni insani faktörlerdir. Geçmiş yıllardan günümüze yaz aylarındaki buharlaşmanın ve kuraklığın daha şiddetli olmasının gölün gözle görülür etkisi olsa da temel neden sulı tarım faaliyetlerinin artmasıyla beraber alandan ve besleyen kaynaklardan aşırı su çekilmesidir. Ayrıca kurak geçen yıllarda İzmir’e içme suyu sağlayan Gördes Barajı’ndan ve Demirköprü Barajı’ndan göle su verilememektedir. Gölü eski haline getirmek için DSİ tarafından yapılan çalışmalarda kısmen başarılı olunmuş fakat Şekil 4.20’de görüldüğü üzere günümüze kadar azalarak gölün olduğu yerde hiç su kalmamıştır. Saha halihazırda

ağaçlandırılmaya başlanmış ve göl yeri tarımsal arazi ve ağaçlandırma sahasına dönüşmüştür.



Şekil 4.20. Gölarmara Gölü alanı 1995-2020 yılları arası su miktarı ve kot değışimi

Göl alanında suyun yüksekliğı 1995'ten 2015 yılına kadar 70m'nin (kot) altına düşmediğı, 2015 yılında 74.48m (kot) olan sonra su miktarının 0.5m (kot) kadar düştüğü Şekil 4.20'de görölmektedir. Şekilden göröldüğü üzere su hacminin 2005-2015 yılları arasında yapılan çalışmalar sonucu artışa geçtiğı fakat 2015'ten sonra 1.5'a kadar gerilediğı görölmektedir.

Gölarmara Gölü Sulak Alan Koruma Bölgeleri Şekil 4.21'de sunulmuştur. 4 Nisan 2014 Tarih ve 28962 Sayılı Resmî Gazete 'de yayımlanan Sulak Alanların Korunması Yönetmeliğı çerçevesinde 'Tanımlar-Madde 4' başliğı altındaki koruma bölgeleri tanımları göz önüne alındığında;

- **Hassas Koruma Bölgesi:** Sulak Alan Tampon Bölge sınırları içerisindeki Gölarmara Gölü'nün kuzey bölümünde Gördes Çayının göle döküldüğü, sazlık, söğütlük, ıslak çayırlar, bataklık bölgeler ile su kuşlarının yoğun olarak kullandıkları bölge ile güneyde baraj kapaklarının yakınındaki su kuşlarının yoğun olarak kullandıkları sazlık ve bataklık habitatlar.

- **Sürdürülebilir Kullanım Bölgesi:** Sulak alan çevresinde kalan sazlık, bataklık ve ıslak çayır bölgeleri,

- **Kontrollü Kullanım Bölgesi:** Koruma bölgeleri belirlenmeden önce kurulmuş veya sulak alanın bölgelemesi sırasında belirlenmiş, insan faaliyetlerinin yoğun olduğu ve bu faaliyetlerin sulak alan ekosistemine olumsuz etkilerinin asgariye indirilmesi için gerekli tedbirlerin alındığı yerleşim yerleri,
- **Tampon Bölge:** Yukarıda tanımlanan bölgelerin haricinde sulak alan tescil sınırları içerisinde kalan tüm bölümler.

Gölmarmara Gölü Sulak Alan Hassas Koruma Bölgesinde (Şekil 4.21) iklim koşullarının kurak gitmesi, göl sularının kuruması ile tahrip edilen kısımların rehabilite edilmesi ve yetiştirme ortamı özelliğine uygun şekilde floranın geliştirilmesi amacıyla 734 ha alanda toprak yapısına uygun yaban hayatının devamını sağlayacak türlerle ağaçlandırma çalışmaları yapılmıştır. 2021 yıl itibariyle başlanan çalışmalarda 65 hektarlık alanda toprak hazırlığı işlemleri bitirilerek ağaçlandırma çalışması yapılmıştır. 20 bin servi 65 bin dişbudak olmak üzere 85 bin fidan dikimi yapılmıştır. Yapılan proje kapsamında önümüzdeki yıllarda Dişbudak, Servi, Akkavak, Dut, Alıç, İğde, Mahlep, Kıbrıs Akasyası, Sığla, Saçlı Meşe, Yalancı Akasya, Söğüt, Tesbih gibi ağaç ve çalı türleri ile 900 binden fazla fidan dikilecektir. Kontrollü kullanım bölgesinde ise sadece çeltik üretimi yapılmasına izin verilmiştir.

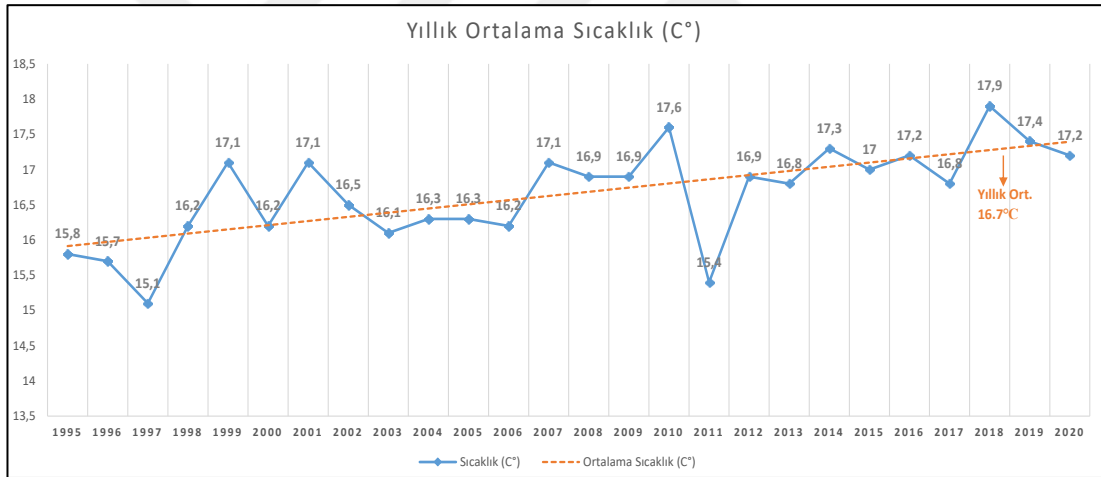


Şekil 4.21. 2022 Yılı Gölmarmara Gölü ve yakın çevresi çalışma alanı

4.10. Çalışma Alanı ve Periyodu İçerisindeki Meteorolojik Verilerin Analizi

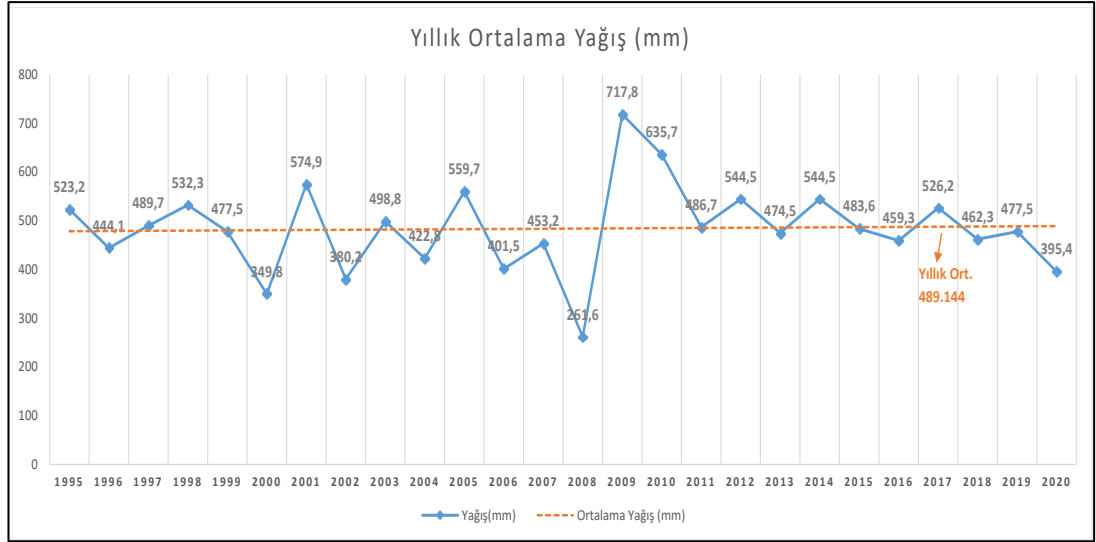
Değişken hidrolojik yapıları olan sulak alan sistemlerine; iklim verilerinin değişikliği (mevsimsel ve yıl bazında) yüzey alan büyüklüğünde ve sulak alanın su seviyesinde mühim derecede artma ve azalışlara neden olabilmektedir. Bunun için sıcaklık, yağış ve nisbi nem verilerindeki 1995-2020 yılları arasında değişimin yüzey alanına etkisinin olup olmadığını anlamak için iklim verileri değerlendirilmiştir.

Değerlendirme döneminde yıllık ortalama sıcaklık 16.7°C olarak gerçekleşmiştir. 25 yıllık sıcaklık değerlerine bakıldığında ortalama değerimize göre aşırı bir artış ya da azalış yaşanmadığı belirlenmiştir. 1997 ve 2011 yıllarında yıllık ortalama sıcaklık ortalamasının altında seyrederken 2010 ve 2018 yıllarında ise ortalamasının biraz üzerinde seyretilmiştir (Şekil 4.22).



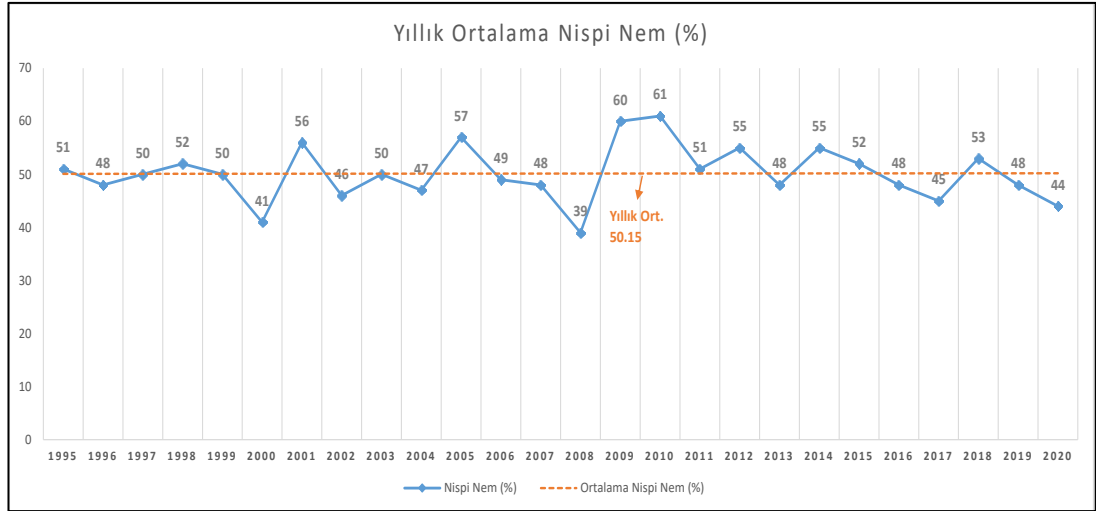
Şekil 4.22. Uzun dönem sıcaklık verilerinin değişimi

Su rezervini ve sulak alanın yüzey alanının büyüklüğünü etkileyen en önemli iklim unsurlarından biri olan yağış verilerinin uzun dönem değişimi Şekil 4.23'te verilmiştir. 1995-2020 yılları arasında yıllık ortalama yağış 489.14 mm olarak belirlenmiş ve 2000, 2002, 2008 ve 2020'de uzun dönem ortalamasının altında yağışlar görülmüştür. 2009 yılında ise ortalamasının üzerinde 717.8 mm yağış görülmüş ve sulak alan yüzey alanı geniş sınırlara ulaşmıştır. Değerlendirilen yıllar içinde en düşük yağış ise 2000 yılında 261.6 mm olmuştur. Yıldan yıla önemli ölçüde değişmekle birlikte, yıllık ortalama yağış değerlerinde önemli bir artış veya azalış eğilimi yoktur.



Şekil 4.23. Uzun dönem yağış verilerinin değişimi

Yüzey alanındaki değişimi doğrudan etkileyen buharlaşma, sıcaklığın yanı sıra nisbi neme de bağlıdır. Alanın nisbi nem oranlarına bakıldığında uzun dönemde yıllık ortalama nisbi nemi %50.15 olarak hesaplanmıştır. 2008 yılına kadar yıllık ortalamaya yakın seyreden yıllık ortalama nisbi nem, 2009 yılından sonra artış göstermiş ve uzun dönem ortalamasının üzerinde gerçekleşmiştir. 2008 yılında %39 olarak kaydedilen değer 2010 yılında %61'e ulaşmıştır (Şekil 4.24).



Şekil 4.24. Uzun dönem nisbi nem oranlarının değişimi

Sıcaklığın uzun dönem ortalamasına bakıldığında değerlerde bir artış görülürken, yağış verilerinde son iki yılda azalış yaşanmıştır. Sıcaklık değerleri ile buharlaşma artacağı için sulak alanın su seviyesinde mühim derecede azalışlara neden olabilecektir. Bunun etkisi aslında iklim değişikliğinin ortaya koymuş olduğu

sonuçlardır. Ancak çalışma alanında 1995-2015 yılları arasında sulak alandaki alansal değişim doğrusal boyutta iken, 2015 yılından sonra ciddi azalış göstermiştir. Bunun sebebi ise o dönem içinde tarım arazilerinin miktarının artması ve tarım yapabilmek için sulak alandan ciddi oranda suyun çekilmesidir. Bu da çalışma alanındaki zamansal değişim de iklim verilerinden daha çok beşeri faktörlerin etkili olduğunu göstermektedir.

4.11. Gölarmara Gölü Su Kalitesinin Belirlenmesi

Gölarmara Gölü havzasının özelliklerinin belirlenebilmesi için Gölarmara Gölü'nün su analizi yaptırılmıştır. Göl sulama suyu olarak kullanıldığından, sulama suyu parametrelerine göre değerlendirilmiştir. Yapılan analiz sonuçlarına göre; suyun fiziksel analizinde pH değeri 8.60 (Kuvvetli Alkali), Elektriksel Kondüktivite/İletkenlik değeri 310 (İyi), B ppm değeri 0.55, sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) değeri 1.27, Bor değeri iyi ve sulama suyu sınıfı C2 S1 (İyi) olarak bulunmuştur. Gölarmara Gölü suyu sulama suyu olarak elverişlidir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Gölmarmara Gölü zengin biyoçeşitliliğe sahip olmasından dolayı “Ulusal Öneme Haiz Sulak Alan” statüsünde bir sulak alandır. Bundan dolayı sulak alanda meydana gelen zamansal değişimlerin belirlenmesi, sulak alan ekosistemi için alınacak yönetim kararlarını etkilemesi açısından önemlidir. Bu amaçla yapılan çalışmada uzaktan algılama teknikleri kullanarak Gölmarmara Gölü sulak alanının 1995-2020 yılları arasındaki yüzeysel alan değişimleri belirlenmiştir.

Çalışmamızda yapılan analizler sonucunda 1995 yılından 2020 yılına kadar olan 25 yıllık sürede göl alanının kurumaya yön tuttuğu tespit edilmiştir. Kullanılan 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 ve 2020 yılları uydu görüntülerinin alanlarının karşılaştırılması sonucu 1995 yılı ile 2015 yılları arasında ortalama 5033 ha olan göl alanının 2015 yılından sonra azalmaya başladığı gözlemlenmiştir. Gölün doğal yapısının antropojenik süreçler tarafından değiştirilmesi bu azalmadaki en büyük etkidir, bu değişimin sonucunda kuzey kesimlerinde başlayan sığlaşma artmıştır. 1995 yılında 4731 ha’lık bir alana sahip olan göl, 2020 yılında 2665 ha kadar düşmüştür. Özellikle 2016 yılı Nisan ayından itibaren son dönemde göl seviyesindeki düşümler dikkat çekicidir. 2018 yılı içerisinde göle yüksek su girdisi dikkati çekerken, göl seviyesi sürekli düşmeye devam etmiştir. Bu durum göl rezervuarına önemli su beslemesi yapılmasına rağmen, buharlaşma ve gölden çıkan akımlar da dahil su kullanımlarının bu beslenimden daha fazla olduğunu göstermektedir. Bizim çalışmamızın aksine Erzurum ovası sulak alanında yapılan çalışmada 28 yıllık dönemde derin su ve sığ su sazlık alanlarda artış görülmüştür (Bilgen Eymirli, 2017). Oysaki yüzey alan değişimleri ile ilgili yapılan birçok çalışmada derin su alanlarında daralmalar tespit edilmiştir (Açıkgöz, 2010; Çelik vd., 2013; Ghale, 2014).

Göl ve çevresinde 2020 yılı uydu görüntüsünden çıkarılan arazi kullanımında 17 443 ha ile en fazla tarım alanı yer almaktadır. Tarım alanlarının arazi örtüsü içindeki payı %69.7’dir. Bu da tarımsal alanda kullanılmak üzere suyun büyük bir kısmının gölden çekildiği anlamına gelmektedir. Ayrıca tarım arazilerinde kullanılan kimyasallar çevre kirliliğine neden olmaktadır. Çalışmamıza benzer olan Akgöl çalışmasında tarım ve hayvancılığın yıllar içinde arttığı bunun sonucunda da gölden su teminin arttığı ve

özellikle su ihtiyacı yüksek ürünlerin ekilmesi sulak alandaki olumsuz değişime etki ettiği belirtilmiştir (Dervişoğlu, 2018).

Yağışlar alandaki su seviyesinin mevsimsel değişimine etki eden doğal faktörlerdendir. Bölge meteorolojik verileri incelendiğinde 1995-2020 yılları uzun yıllar yıllık ortalama değer 489.15 mm olarak hesaplanmıştır. Türkiye geneli yağış ortalaması 1991-2020 yılları arası 548.5 mm'dir. Çalışma alanımız ülke ortalamasının altında yağış alan bir bölgedir. Yağış analizi için değerlendirmeye alınan çalışma alanında ve çevresinde bulunan 3 istasyon içerisinde 1980 ile 2004 yılları arasında ve 2005 ile 2008 yılları arasında gözlem süresindeki ortalama değerlerin yaklaşık olarak %10 ile %20'si arasında azalan bir yağış gözlemlendiği tespit edilmiştir. Gözlem istasyonları değerlendirildiğinde genel olarak yağışlı ve kurak dönemlerin tüm istasyonlarda bir paralellik içinde olduğu görülmektedir. Sulak alanda en fazla miktarda su kış ve ilkbahar aylarında bulunmaktadır. İlkbahardan yaz mevsimine geçerken yağışlar azaldığı ve havalar ısındığı için ve ısınmanın sonucu olarak buharlaşma başladığından su miktarı da azalış göstermektedir.

1938-1945 yılları arasında yapılan beslenme ve boşalım kanalları ile göl rezervuara dönüştürülmüş, bununla birlikte suyun aşırı kullanılmasıyla doğal yapısı bozulmuş ve gölden çekilen su geri sağlanamadığı için gölde ciddi su seviye değişikliği meydana gelmiştir. Mevsimsel iklim değişikliğine de bağlı olarak göl alanında giden ve gelen suyun dengede tutulması gerekmektedir. Küresel ısınmayla beraber hızlı artan nüfustan dolayı su kaynaklarının ülkemizde korunması, doğru kullanılması ve planlanması gerekmektedir.

Sulak alan hidrolojisinin beşeri faktörlere bağlı olarak değiştiği sulak alanlarla ilgili yapılan değişiklik izleme çalışmalarının birçoğunda ortaya konmuştur. Alandan aşırı su çekilmesi, alana su taşıyan kaynaklar üzerine baraj yapılması, yeraltı suyuna yapılan müdahaleler sulak alanların yüzey alanlarını etkilemektedir. Kurak mevsimlerde Gölarmara Gölü sulak alanına da İzmir'e içme suyu sağlayan Gördes Barajı'ndan ve Demirköprü Barajı'ndan su verilememektedir. Bu durum su miktarının azalmasına neden olmaktadır. Yapılan benzer çalışmalarda; İran'da Urmie Gölü üzerinde yapılan çalışmada da 1995 yılında 5982km² olan göl yüzey alanının 2013 yılında 1852km²'ye düştüğü belirlenmiştir. Göl alanında meydana gelen azalmanın iklim verilerinden daha

çok yeraltı sularının çekilmesi ve gölü besleyen akarsular üzerine barajlar yapılması gibi beşeri faktörlerin neden olduğu görülmektedir (Ghale, 2014). Erzurum Ovası sulak alanı da benzer şekilde beşeri faktörlerin etkisinden dolayı hasar almış bir ekosistemdir. Sahada drenaj kanalları inşa edilerek tarım arazisi elde etmek amacıyla kurutulmuş, bunun yanı sıra içme ve sulama suyu olarak aşırı su çekilmiştir (Bilgen Eymirli, 2017). Akgöl Sulak alanındaki su miktarının günümüzdeki seviyelerine düşmesini sağlayan etkiler salana su taşıyan akarsular üzerine baraj yapılması ve alanda yapılan drenaj işlemleri ile kurutulmaya çalışılmasıdır (Dervişoğlu, 2018).

Göl su seviyesinde meydana gelebilecek değişimler kontrol altında tutulamadığı için göl seviyesinde büyük kayıplara sebep olmuştur. Göl seviyesinin eski haline getirebilmek için çeşitli proje ve yönetim teknikleri ve metotlar geliştirilmelidir. DKMP Genel Müdürlüğü tarafından göl alanının korunması ve amacına uygun bir şekilde dengeli olarak kullanılmasını sağlamak için 2019-2023 yıllarını kapsayacak şekilde hazırlanan Sulak Alan Yönetim Planı'nın uygulanmasına rağmen sahanın sorunların giderilemediği görülmüştür. Kuruyan göl alanının bir kısmı tarımsal amaçlı kullanılmaktadır, geri kalan kısmının korunabilmesi için Manisa Valilik Koordinasyonu ile DSİ, DKMP ve OGM arasında yapılan işbirliği protokolü kapsamında Hassas Koruma Bölgesinde iklim koşullarının kurak gitmesi, göl sularının kuruması ile tahrip edilen kısımların rehabilite edilmesi ve yetiştirme ortamı özelliğine uygun şekilde floranın geliştirilmesi amacıyla 734 ha alanda toprak yapısına uygun yaban hayatının devamını sağlayacak türlerle ağaçlandırma çalışmaları yapılmaktadır.

Gölmarmara gölü sulak alanının korunabilmesi için sunulan öneriler şu şekildedir;

- Her işin başı eğitim olduğu için, insanların ilköğretim yaşından itibaren çevre koruma bilinci ile yetiştirilmesi önemlidir.
- Gölmarmara gölü sulak alanının sahip olduğu özelliklerden dolayı önemi, işlevi, koruma ve kullanma yöntemleri çevre insanına çeşitli yollarla anlatılmalı ve farkındalık yaratılmalıdır.

- Tasarruflu sulama sistemleri, yağmur suyu hasadı ve tarım arazilerinde erozyonu önlemeye yönelik olarak çiftçilere özendirme, bilgilendirme ve eğitim çalışmalarının yapılmalıdır.
- Sulak alan ve çevresine giriş kontrolleri yapılarak, koruma önlemlerin alınması gerekmektedir.
- Göl çevresinde yaşayan insanlar su tüketimi ve tasarrufu hakkında bilgilendirilmeli, saha için hazırlanan atık su yönetim planları tekrar ele alınmalıdır.
- Gediz Havzası'nın bütününe ele alan interdisipliner çalışmalar planlanarak saha rehabilite edilmelidir. Bu kapsamda gölden su alımı en az seviyeye indirilmeli, göle kirletici unsurlar taşıyan kanallar kontrol altına alınmalıdır.
- Gölarmara Gölü'nün doğal flora ve faunası yeniden sahaya kazandırılmalı ve mevcut türler korunmalıdır.
- Nitelikli göl alanının sürekliliği için tedbirler alınmalı ve bu tedbirlerin uygulanması için mevzuatlar geliştirilmelidir. Kapsamlı bir risk analizi hazırlanarak, risk yönetimi eylem planını hazırlanmalıdır.
- Yapılan dikim çalışmalarında halkı ormanı korumaya teşvik etmek ve civar köylerdeki insanlara gelir sağlamak amacıyla sahanın ağaçlandırma vb. işlerinde orman köylüsü çalıştırılmalıdır.
- Gölarmara Gölü Sulak Alan Koruma Bölgelerinde doğal yaşam açısından önem arz eden sucul ve karasal habitatlardaki (yaşam ortamlarının) bozulmalar giderilmeli ve bu doğrultuda sulak alana dayalı sosyo-ekonomik yapı desteklenerek iyileştirilmelidir.
- Kuşların yumurtlama alanları ve tahrip edilen alanlar rehabilite edilmeli popülasyonun artması için yapılan projeler ve dikim faaliyetleri ilgili kurumlar

tarafından takip edilerek, başarısız alanlarda tamamlayıcı yeni gelişmiş yöntemler kullanılmalıdır.



KAYNAKLAR

- Açıkgöz, G. (2010). *Yumurtalık Sulak Alan Sistemindeki Kıyı Değişimlerinin Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Tespiti*. (Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Adam, E., Mutanga, O., & Rugege, D. (2010). Multispectral and hyperspectral remote sensing for identification and mapping of wetland vegetation: a review. *Wetlands Ecology and Management*, 18(3), 281-296.
- Anonim (2002). Discover Wetlands-a Curriculum Guide, Part B, Publication Number:88-16b. <http://www.ecy.wa.gov/biblio/8816b.html>. (Son erişim tarihi: 05 Haziran 2022)
- Anonim (2005). Tip of the Mitt Watershed Council, Wetland Functions. <http://www.watershedcouncil.org> (Son erişim tarihi: 28 Mart 2022)
- Arı, S., & Derinöz, B. (2011). Bir sulak alan nasıl yönetilmez? Kültürel ekolojik perspektif ile Marmara Gölü (Manisa) örneği. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 9(1), 41-60.
- Bahadır, M. (2013). Akşehir Gölü'nde alansal değişimlerin uzaktan algılama teknikleri ile belirlenmesi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (28), 246-275.
- Beechie, T.J., Liermann, M., Pollock, M.M., Baker, S., & Davies, J (2006). Channel pattern and river floodplain dynamics in forested mountain river systems. *Geomorphology*, 78, 124-141. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2006.01.030>
- Bektaş Balçık, F. (2010). *Mapping and Monitoring Wetland Environment by Analysis of Different Satellite Images and Field Spectroscopy*. (Ph.D. Thesis, Istanbul Technical University Institute of Science and Technology)
- Bhuvaneswari, K., Dhamotharan, R., & Radhakrishnan, N. (2011). Remote sensing in extraction of information on coastal environment and land use features, pullicat lake, India. *International Journal of Earth Sciences and Engineering*, 4(2), 875-881.
- Bilgen Eymirli, E. (2017). *Erzurum Ovası Sulak Alan Sistemindeki Zamansal Alan Değişimlerinin Uzaktan Algılama Teknikleri ile Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Biolearn (2021). Sulak Alanlar ve Önemi Eğitimci Kitapçığı. https://blackseabc.net/wp-content/uploads/2021/05/BSB142_BioLEARN_3a_Wetlands-and-Their-Importance_Trainers-Booklet_TR.pdf (Son erişim tarihi: 15 Ağustos 2022)
- Bortels, L., Chan, J.C.W., Merken R., & Koedam, N. (2011). Long-term monitoring of wetlands along the Western-Greek Bird Migration Route using Landsat and

ASTER satellite images: Amvrakikos Gulf (Greece). *Journal for Nature Conservation*, 19(4), 215-223.

- Cai, Z., Jin, T., Li, C., Ofterdinger, U., Zhang, S., Ding, A., & Li, J. (2016). Is China's fifth-largest inland lake to dry-up? Incorporated hydrological and satellite-based methods for forecasting hulun lake water levels. *Advances in Water Resources*, 94, 185-199. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2016.05.010>
- Ceran, Y. (2005). Türkiye’de Sulak Alanların Korunması ve Yönetimi Çalışmaları. *Korunan Doğal Alanlar Sempozyumu*. 8-10 Eylül, Isparta, 500-506.
- Cowardin, L.M., Carter, V., Golet, F.C., & Laroe, E.T. (1979). Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the United States, U.S. Department of Interior Fish and Wildlife Service, Washington, U.S.A., 45p.
- Çelik, M.A., Kızılelma, Y., Gülersoy, A.E., & Denizdurduran, M. (2013). Farklı uzaktan algılama teknikleri kullanılarak aşağı Seyhan ovası güneyindeki sulak alanlarda meydana gelen değişimin incelenmesi (1990-2010). *International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish*, 8(12), 263-284.
- Dehouck, A., Lafon, V., Baghdadi, N., & Marieu, V. (2012). Use of Optical and Radar Data in Synergy for Mapping Intertidal Flats and Coastal Saltmarshes (Arcachon Lagoon, France). *Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), IEEE International*. July 22-27, France, 2853-2856.
- De Roeck, E.R., Verhoest, N.E.C., Miya, M.H., Lievens, O., Batelaan, A.T., & Brendonck, L. (2008). Remote sensing and wetland ecology: A South African case study. *Sensors*, 8(5), 3542-3556.
- De Marsily, G. (1986). *Quantitative Hydrogeology*. Paris School of Mines Academic Press, Paris.
- Dervişoğlu, A. (2018). *Sulak Alanların Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile İrdelenmesi: Akgöl Örneği*. (Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Dinç, U., Şenol, S., Yeğingil, İ., & Çullu, M.A. (1995). Göksu Deltası Arazi Kullanım Haritasının SPOT Uydu Verileri Kullanılarak Hazırlanması. *İlhan Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu*. Ankara, 211-215.
- Dipson, P.T., Chithra, S.V., Amarnath, A., Smitha, S.V., Harindranathan Nair, M.V., & Shahin, A. (2015). Spatial changes of estuary in Ernakulam district, Southern India for last seven decades, using multi-temporal satellite data. *Journal of Environmental Management*, 148, 134-142.
- DKMP (2018). Marmara Gölü Sulak Alanı. <https://bolge4.tarimorman.gov.tr/Menu/44/Manisa-Marmara-Golu-Ulusal-Sulak-Alani> (Son erişim tarihi: 12 Kasım 2022)

- DKMP (2020). Ulusal Sulak Alan Envanteri Yönetim Bilgi Sistemi. <https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Belgeler/Korunan%20Alanlar%20Listesi/3-%20sulak%20alanlar.pdf> (Son erişim tarihi: 25 Aralık 2020)
- Doygun, H., & Berberoğlu, S. (2001). Kıyı Alanlarında Sürdürülebilir Yönetim Modeli Önerisi. *Kıyı ve Deniz Alanları III. Ulusal Konferansı*. Mayıs 27-30, İstanbul, 11-20.
- Doygun, H., Oğuz, H., Atak, B.K., & Nurlu, E. (2011). Alan Kullanım Değişimlerinin Doğal Karakterli Kıyı Alanları Üzerindeki Etkilerinin Uzaktan Algılama ve CBS Yardımıyla İncelenmesi: Çiğli/İzmir Örneği. *I. Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu*. Ekim 26-28, Kahramanmaraş, 102-110.
- Drummond, M.A., Auch, R.F., Karstensen, K.A., Sayler, K.L., Taylor, J.L., & Loveland, T.R. (2012). Land change variability and human–environment dynamics in the United States Great Plains. *Land Use Policy*, 29(3), 710-723. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2011.11.007>
- Efe, R., & Demir, S. (2007). Tuz gölü (Karataş) çevresinde arazi kullanımı değişiminin kumullara etkisi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 48, 59-72.
- Erberk, F.S., Maktav, D., Taberner, M., & Akgün, H. (2000). Monitoring The Changes at The Büyükçekmece Lake, İstanbul, Using Multitemporal Satellite. *2nd ICGESA International Conference on GIS for Earth Science Applications*. September 11-14, Menemen-İzmir.
- European Community (1993). Wetland Conservation, Actions Committed by the European Community, Directorate-General XI Environment, Nuclear Safety and Civil Protection.
- Feng, L., Han, X., Hu, C., & Chen, X. (2016). Four decades of wetland changes of the largest freshwater lake in China: possible linkage to the three Gorges Dam? *Remote Sensing of Environment*, 176, 43-55.
- Ghale, Y.A.G. (2014). *Multitemporal Change Detection on Urmia Lake and Its Catchment Area Using Remote Sensing and Geographical Information Systems*. (Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Girgin, Y. (2000). Marmara Gölü. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 6(3), 78-100.
- Gül, A., Yılmaztürk, A., Caran, Ş., Ünal, Y., Örucü, Ö.K., & Berberoğlu, E. (2015). Burdur Gölü ve Çevresinde Ekosistem Üzerindeki Çevresel Etkiler ve Stratejik Mekânsal Çözümler. *Uluslararası Burdur Deprem ve Çevre Sempozyumu*. Mayıs 7-9, Burdur, 383-397.
- Gülersoy, A.E. (2013). Marmara gölü yakın çevresindeki arazi kullanım faaliyetlerinin zamansal değişimi (1975-2011) ve göl ekosistemine etkileri. *Türk Coğrafya Dergisi*, 61, 31-44.

- Günel, N., & Özdemir, Y. (2010). Çok Zamanlı Landsat Uydu Görüntüleri Kullanılarak Neyriz Göllerinin (İran) Yüzey Değişiminin Belirlenmesi. *III. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu*. Ekim 11-13, Gebze – Kocaeli, 467-476.
- Güney, B. (2014). *Havza Yönetim Planları İçerisinde Sulak Alanların Yeri, Kuş ve Habitat Direktifleriyle Olan İlişkisi*. (Uzmanlık Tezi, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı)
- Hooke, J.M. (2007). Spatial variability, mechanisms, and propagation of change in an active meandering river. *Geomorphology*, 84, 277-296. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2006.06.005>
- İnaç, S. (2001). Kahramanmaraş Türkoğlu Gavur Gölü Sulak Alanında Yaban Hayatı, Türkiye Ormancılar Derneği. *I. Ulusal Ormancılık Kongresi*. 19-20 Mart, Ankara, 536-543.
- Ji, L., & Zhang, Li. (2009). Analysis of dynamic thresholds for the normalized difference water index. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 75(11), 1307-1317.
- Kaplan, G., Avdan, U., Avdan, Y.Z., & Yıldız, D.N. (2013). Landsat Uydu Görüntüleri Kullanılarak Kuraklık İzlenmesi (Akşehir Gölü Örneği). *6. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2016)*. 5-7 Ekim, Adana, 535-540.
- Karabulut, M. (2015). Farklı uzaktan algılama teknikleri kullanılarak göksu deltası göllerinde zamansal değişimlerin incelenmesi. *Journal of International Social Research*, 8(37), 500-510.
- Karadeniz, N. (1995). *Sultansazlığı Örneğinde Islak Alanların Çevre Koruma Açısından Önemi Üzerinde Bir Araştırma*. (Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Karadeniz, N., & Güneş, G. (2002). Dağ Ekosistemleri ve Sürdürülebilir Yaklaşımlar. *Türkiye Dağları, I. Ulusal Sempozyumu*. 25-27 Haziran, Kastamonu, 1000-1008.
- Karaman, M., Budakoğlu, M., Avcı, Z.D.U., Özelkan, E., Taşdelen, S., Bülbül, A., & Civaş, M. (2013). Chris/Proba Hiperspektral Uydu Görüntüleri ile Sulak Alanların Mevsimsel Değişiminin İncelenmesi: Acıgöl (Denizli). *3. Coğrafya Sempozyumu*. Haziran 10-13, Kemer, Antalya, 393-398.
- Karaman, M., Budakoglu, M., Avcı, Z.D.U., Ozelkan, E., Bulbul, A., Civas, M., & Tasdelen, S. (2015). Determination of seasonal changes in wetlands using Chris/Proba hyperspectral satellite images: a case study from Acigöl (Denizli), Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 36(1), 73-83.
- Kırtıloğlu, E. (2014). *Hotamış Gölü Çevresinin Arazi Kullanımının Uydu Görüntüleri Yardımıyla Zamansal Analizi*. (Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)

- Kiss, T., & Sipos, G. (2007). Braid-Scale channel geometry changes in a sand-bedded river: significance of low stages. *Geomorphology*, 84(3), 209-221. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2006.01.041>
- Kleinhans, M.G., & Van den Berg, J.H. (2011). River channel and bar patterns explained and predicted by an empirical and a physics-based method. *Faculty of Geosciences, Earth Surface Processes and Landforms*, 36(6), 721-738. <https://doi.org/10.1002/esp.2090>
- Klemas, V. (2013). Using remote sensing to select and monitor wetland restoration sites: an overview. *Journal of Coastal Research*, 29(4), 958-970.
- Koç, A., Çoban, H., & Yener, H. (2006). Değişim belirlemede görüntü farkı yönteminin uygulanması. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 56(2), 77-92.
- Korkanç, Y.S. (2004). Sulak alanların havza sistemi içindeki yeri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 6(6), 117-126.
- Körbalta, H. (2019). Marmara Gölü Neden Kuruyor? *Kent Akademisi*, 12(3), 441-459.
- Kuş Araştırmaları Derneği (2007). Sulak Alan Yönetim Planlaması Rehberi. Çevre ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü. <https://docplayer.biz.tr/69223810-Sulakalan-yonetim-planlamasi-rehberi.html>. (Son erişim tarihi: 17 Nisan 2022)
- Kuzulugil, A.C. (2017). *Sulak Alanların Sınırsal Değişimin Kent İklimine Etkisi Erzurum Sulak Alanı Örneği*. (Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Marble, A.D. (1992). *A Guide to Wetland Functional Design*. Lewis Publishers, USA.
- Marsh, W. (1991). *Wetlands, Habitat and land Use Planning, Environmental Applications*. John Wiley and Sons Inc. New York, USA.
- McFeeters, S.K. (1996). The use of the normalized difference water index (NDWI) in the delineation of open water features. *International Journal of Remote Sensing*, 17, 1425-1432. <https://doi.org/10.1080/01431169608948714>
- MGM (2022). Meteoroloji Genel Müdürlüğü İklim Verileri. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx>. (Son erişim tarihi: 03 Mayıs 2022)
- Mitsch, W.J., & Gosselink, J.G. (2000). *Wetlands, Third ed.* Wiley, New York.
- Mousazadeh, R., Ghaffarzadeh, H., Nouri, J., Gharagozlou, A., & Farahpour, M. (2015). Land use change detection and impact assessment in Anzali international coastal wetland using multi-temporal satellite images. *Environmental Monitoring Assessment*, 187(12), 776-784.

- Odum, P.E. (1989). *Ecology and Our Endangered Life-Support Systems*. Sinaver Associators, USA.
- Olgun, A. (2012). *Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Yöntemiyle Göksu Deltası Kıyı Çizgisi Değişiminin İzlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Orr, B. (1997). Land use change on Michigan's Lake Superior shoreline: integrating land tenure and land cover type data. *Journal of Great Lakes Research*, 23(3), 328-338. [https://doi.org/10.1016/S0380-1330\(97\)70916-X](https://doi.org/10.1016/S0380-1330(97)70916-X)
- Owor, M., Muwanga, A., & Pohl, W. (2007). Wetland change detection and inundation North of Lake George, Western Uganda using LANDSAT data. *African Journal of Science and Technology- Science and Engineering Series*, 8, 94-106.
- Ozesmi, S.L., & Bauer, M.E. (2002). Satellite remote sensing of wetlands. *Wetlands Ecology and Management*, 10(5), 381-402.
- Örmeci, C. (1987). *Uzaktan Algılama Temel Esaslar ve Algılama Sistemleri*. İTÜ Matbaası, İstanbul.
- Özelkan, E. (2019a). Comparison of remote sensing classification techniques for water body detection: a case study in Atıkhisar dam lake (Çanakale). *Cumhuriyet Science Journal*, 40(3), 650-661.
- Özelkan, E. (2019b). Uzaktan algılama ile belirlenen baraj gölü alanının zamansal değişiminin meteorolojik kuraklık ile değerlendirilmesi: Atıkhisar Barajı (Çanakale) Örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(4), 904-916.
- Özelkan, E. (2020). Water body detection analysis using NDWI indices derived from Landsat-8 OLI. *Polish Journal of Environmental Studies*, 29(2), 1759-1769.
- Özelkan, E., & Karaman, M. (2018). Baraj göllerindeki meteorolojik ve hidrolojik kuraklığın etkisinin çok zamanlı uydu görüntüleri ile analizi: Atıkhisar Barajı (Çanakale) örneği". *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7(2), 1023-1037.
- Özüpekçe, S. (2021). Drought analysis and relationship with water resources of Western Mediterranean Basins closed area. *International Journal of Geography and Geography Education (IGGE)*, 43, 317-337.
- Ramsar Convention Bureau (1992). *Ramsar Convention*. Slimbridge, England.
- Saygı, S. (2015). *Engir Gölü (Kayseri) Ekosistemindeki Zamansal ve Mekânsal Değişimlerin Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Sayler, K., Dwyer, J., & Zylstra, G. (1996). Landsat Pathfinder Data Sets for Landscape Change Analysis. *Proceedings of International Geoscience and Remote Sensing Symposium*. May 27-31, Lincoln-Nebraska, 547-550.

- Sheng, Y., Song, C., Wang, J., Lyons, E.A., Knox, B.R., Cox, J.S., & Gao, F. (2016). Representative lake water extent mapping at continental scales Using multi-temporal LANDSAT-8 imagery. *Remote Sensing of Environment*, 185, 129-141. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.12.041>
- Slowick, M. (2012). Changes of riverbed pattern of a lowland river: effect of natural processes or anthropogenic intervention? *Physical Geography*, 94(3), 301-320. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0459.2011.00432.x>.
- Sönmez, M.E., & Aytuk, C. (2011). Akyatan Lagünü çevresinde arazi kullanımındaki değişimlerin zamansal incelenmesi ve ekosistem üzerindeki olumsuz etkilerinin belirlenmesi. *Kilis 7 Aralık Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(1), 25-39.
- Sönmez, M.E., & Somuncu, M. (2016). Sultansazlığı'nın alansal değişiminin sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 66, 1-10.
- Sunar, F. (1998). An analysis of changes in a multi-date data set: a case study in the İkitelli area, İstanbul, Turkey. *International Journal Remote Sensing*, 19(2), 225-235. <https://doi.org/10.1080/014311698216215>
- Sunar, F., Özkan, C., & Osmanoglu, B. (2018). *Uzaktan Algılama*. T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını.
- Sülük, K., Nural, S., & Tosun, S. (2013). Sulak alanlarda halkın çevre bilincinin değerlendirilmesi ışıklı gölü örneği. *European Journal of Science and Technology*, 1(1), 7-11.
- Şener, E., Davraz, A., & İsmailov, T. (2005). Burdur Gölü Seviye Değişimlerinin Çok Zamanlı Uydu Görüntüleri ile İzlenmesi. *Türkiye Kuvaterner Sempozyumu Turqua-V*. Haziran 2-3, İstanbul, 148-156.
- Tağıl, Ş. (2007). Quantifying the change detection of the Uluabat wetland, Turkey, by use of Landsat images (Landsat görüntüleri kullanarak uluabat sulak alanında değişimin yönünü ölçme). *Ekoloji Dergisi*, 16(64), 9-20.
- Tarım ve Orman Bakanlığı (2018). Marmara Gölü. <https://bolge4.tarimorman.gov.tr/Haber/5/Marmara-Golu-Sulak-Alani> (Son erişim tarihi: 03 Temmuz 2022)
- Tarım ve Orman Bakanlığı (2021). Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü. <https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Menu/31/Sulak-Alanlar> (Son erişim tarihi: 05 Mart 2021)
- Tokatlı, C., Köse, E., Uğurluoğlu, A., Çiçek, A., & Emiroğlu, Ö. (2014). Use of geographic information system (GIS) to evaluate the water quality of Gala Lake (Edirne). *Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 32, 490-501.

- Tutal, B.G., & Benzeyen, T. (2021). Sulak Alanlara Yönelik Tehditler ve Koruma Çalışmaları. https://blacksea-cbc.net/wp-content/uploads/2021/05/BSB142_BioLEARN_11a_Threats-to-Wetlands-and-Wetland-Conservation_Trainers-Booklet_TR.pdf (Son erişim tarihi: 14 Mayıs 2023)
- Türk, T. (2004). *Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Tarım ve Doğal Alanlar Üzerine Kent Baskısının Belirlenmesi: Söke, Kuşadası ve Davutlar Örneği*. (Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- TSA (2021). Sulak Alanlar ve Önemi. <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/Su%20Kalitesi%20H%C4%B0E%20Haber%202019/Sulak%20Alanlar%20ve%20Onemi.pdf> (Son erişim tarihi: 22 Haziran 2022)
- Uzun, M. (2014). Hersek deltasında (Yalova) Kıyı çizgisi-kıyı alanı değişimleri ve etkileri. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 19(32), 27-48.
- Wasige, J.E., Groen, T.A., Smaling, E., & Jetten, V. (2013). Monitoring basin-scale land cover changes in Kagera. *International Journal of Applied Earth Observations and Geoinformation*, 21, 32-42.
- Were, K.O., Dick, Ø.B., & Singh, B.R. (2013). Remotely sensing the spatial and temporal land cover changes in Eastern Mau Forest reserve and Lake Nakuru drainage basin. *Kenya Applied Geography*, 41, 75-86.
- Williams, M. (1993). *Understanding Wetlands*. Blackwell Publishers, Oxford, UK.
- Wolter, P.T., Johnston, C.A., & Niemi, G.J. (2006). Land use land cover change in the U.S. great lakes basin 1992 to 2001. *Journal of Great Lakes Research*, 32(3), 607-628. [https://doi.org/10.3394/0380-1330\(2006\)32\[607:LULCCI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.3394/0380-1330(2006)32[607:LULCCI]2.0.CO;2)
- Xie, Z., Xu, X., & Yan, L. (2009). Analyzing qualitative and quantitative changes in coastal wetland associated to the effects of natural and anthropogenic factors in a part of Tianjin, China. *Coastal and Shelf Science*, 86(3), 379-386.
- Xu, H. (2006). Modification of normalized difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 27(14), 3025-3033.
- Yıldız, N.D., Yılmaz, S., & Demir, M. (2010). Sulak Alan Sınırındaki Değişimin GIS-UA ile Belirlenmesi; Erzurum Örneği. *Kırsal Çevre Yıllığı*, 23-33.
- Yomralıoğlu, T. (2000). *Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar: Seçil Ofset yayınları*, İstanbul.
- Zanoni, L., Gurnel, A., Drake, N., & Surian, N. (2008). Island dynamics in a braided river from analysis of historical maps and air photographs. *River Research and Application*, 24(8), 1141-1159. <https://doi.org/10.1002/rra.1086>.

ÖZGEÇMİŞ

