

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI
2019-YL-081

**BAFA VE AZAP GÖLLERİ İLE YAKIN
ÇEVRELERİNDEKİ ARAZİ KULLANIM
DEĞİŞİMLERİNİN BELİRLENMESİ**

Hilal TOPÇU KÖSEER

Tez Danışmanı:
Dr. Öğr. Üyesi Levent ATATANIR

AYDIN

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Hilal TOPÇU KÖSEER tarafından hazırlanan “Bafa ve Azap Gölleri ile Yakın Çevrelerindeki Arazi Kullanım Değişimlerinin Belirlenmesi” başlıklı tez, 07.08.2019 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

Ünvanı, Adı Soyadı	Kurumu	İmzası
Başkan: Dr.Öğr.Üyesi Levent ATATANIR	ADÜ Ziraat Fakültesi	
Üye : Doç.Dr. Mustafa Tolga ESETLİLİ	Ege Ziraat Fakültesi	
Üye : Dr.Öğr.Üyesi Alper YORULMAZ	ADÜ Ziraat Fakültesi	

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu Yüksek Lisans Tezi, Enstitü Yönetim KurulununSayılı kararıyla/...../2019 tarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Gönül AYDIN

Enstitü Müdürü

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Bu tezde sunulan tüm bilgi ve sonuçların, bilimsel yöntemlerle yürütülen gerçek deney ve gözlemler çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce, sonuç ve bilgilere bilimsel etik kuralların gereği olarak eksiksiz şekilde uygun atıf yaptığımı ve kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

..../08/2019

Hilal TOPÇU KÖSEER

ÖZET

BAFA VE AZAP GÖLLERİ İLE YAKIN ÇEVRELERİNDEKİ ARAZİ DEĞİŞİMLERİNİN BELİRLENMESİ

Hilal TOPÇU KÖSEER

Yüksek Lisans Tezi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Levent ATATANIR

2019, 100 sayfa

Arazi kullanımındaki değişimlerin tespit edilmesi ve izlenmesi çevresel sürdürülebilirliğin en önemli göstergelerinden biridir. Milli parklar gibi sulak alanları da içerisinde barındıran özel alanların korunması ve sürdürülebilirliği ayrı bir önem taşımaktadır.

Bu çalışma ile Bafa ve Azap Gölleri su yüzeylerinde ve göllerin çevresinde yer alan arazilerin kullanım durumlarındaki değişimler uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemlerinden faydalanılarak tespit edilmiştir. Çalışmada 1987, 1999, 2007 ve 2015 yıllarına ait Landsat, 2014 tarihli Rapideye uydu görüntüleri, 2010 tarihli ortofoto görüntüler ile 1996 ve 2012 tarihinde üretilmiş topografik haritalar kullanılmıştır. Uydu görüntülerinde kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma yöntemleri kullanılırken, haritalar ise manuel olarak sayısallaştırılmışlardır. Çalışma alanındaki genel durumun ortaya konulması amacıyla belirli lokasyonlardan alınan su ve toprak örnekleri de materyal olarak kullanılmıştır. Fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları ile göller ve çevresindeki toprakların durumu belirlenmiştir. Azap Gölünün Bafa Gölüne göre hem toprak hem de su kalitesi açısından daha uygun özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir. Yüksek yersel çözünürlüğün hem sayısallaştırmada hem de sınıflandırmada başarı oranını arttırdığı tespit edilmiştir. Farklı derinlikteki su yüzeylerine sahip alanlarda kontrolsüz sınıflamanın başarılı sonuçlar verdiği, kontrollü sınıflamada ise hataların artabileceği değerlendirilmiştir. İlgi alanı kullanarak oluşturulan vektör veriler ve NDWI yönteminin su yüzeylerinin tespit edilmesinde kullanılabileceği test edilerek ortaya konulmuştur. Alanda orman varlığının 1987 ile 2015 yılları arasında 983 ha (% 27.5) azaldığı, boş alanların 1066 ha (% 63.1) artış gösterdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Uzaktan Algılama, Bafa Gölü, Azap Gölü, Arazi Kullanımı, Zamansal Değişim

ABSTRACT

DETERMINATION OF LAND USE CHANGES IN BAF A AND AZAP LAKES AND VICINITY

Hilal TOPÇU KÖSEER

M.Sc. Thesis, Department of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Dr. Öğr. Üyesi Levent ATATANIR

2019, 100 pages

Detecting and monitoring land use changes is one of the most important indicators of environmental sustainability. The protection and sustainability of private areas, including wetlands, such as national parks, has special importance.

In this study, the changes in the usage of the lands located on the water surfaces of Bafa and Azap Lakes and around the lakes were determined by using remote sensing and geographical information systems. In this study, Landsat from 1987, 1999, 2007 and 2015, Rapideye satellite images dated 2014 , orthophoto images dated 2010 and topographic maps produced in 1996 and 2012 were used. While supervised and unsupervised classification methods are used in satellite images, maps are digitized manually. In the working area in order to reveal the general condition, the water and soil samples collected from specific locations is used as material. Physical and chemical analysis results indicated the condition of the lakes and the surrounding soils. It was determined that Azap Lake has more suitable properties both in terms of soil and water quality than Bafa Lake. It was found that high spatial resolution increased the success rate of digitization and classification. It has been evaluated that unsupervised classification yields successful results in areas with different depths of water surface, while errors may increase in supervised classification. It has been demonstrated that the vector data generated using the field of interest and the NDWI method can be used to detect water surfaces. It has been determined that between the years of 1987 and 2015, the amount of the forest area decreased 983 ha (27.5 %) whereas the amount of the uncultivated area increased 1066 ha (63,1 %).

Key words: Remote Sensing, Bafa Lake, Azap Lake, Land Use, Temporal Change

ÖNSÖZ

Bu tezin planlanmasında ve sonuçlandırılmasında desteğini, bilimsel bilgilerini ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen değerli danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Levent ATATANIR başta olmak üzere, olumlu ve yapıcı eleştiriyi beni yönlendiren değerli juri üyeleri Doç. Dr. Tolga ESETLİLİ ve büro ve arazi çalışmalarında da büyük ilgisi ve yol göstericiliğiyle desteğini esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Alper YORULMAZ'a, laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Sayın Zir. Müh. Ersin KARADEMİR'e çok teşekkür ederim.

Tez çalışmamı maddi olarak destekleyen ADÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Fon Saymanlığı'na (BAP, No: ZRF-15008) teşekkürlerimi sunuyorum.

Beni bugünlere getiren ve tüm hayatım boyunca koşulsuz şartsız yanımda olan, desteklerini esirgemeyen çok kıymetli babam Mehmet TOPÇU ile annem Nadire TOPÇU ve canım kardeşim Burak TOPÇU'ya, varlığıyla bana güç veren ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen biricik eşim Fatih KÖSEER'e sonsuz saygı, sevgi ve şükranlarımı sunuyorum.

Hilal TOPÇU KÖSEER

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI	v
ÖZET.	vii
ABSTRACT	ix
ÖNSÖZ.	xi
KISALTMALAR DİZİNİ	xv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xix
ÇİZELGELER DİZİNİ.	xxi
1. GİRİŞ	1
1.1. Sulak Alanların Önemi ve Korunması	4
1.1.1. Bafa Gölü Milli Parkı.....	5
1.1.2. Azap Gölü	6
2. KAYNAK ÖZETLERİ	8
3. MATERYAL VE YÖNTEM	21
3.1. Materyal	21
3.1.1. Çalışma Alanına Ait Bilgiler.....	23
3.1.1.1. Coğrafi konum	23
3.1.1.2. İklim	24
3.1.1.3. Ekoloji.....	24
3.1.1.4. Jeomorfoloji ve jeoloji	27

3.2. Yöntem	29
3.2.1. Büro Çalışmaları Aşaması	29
3.2.2. Arazi Çalışmaları Aşaması	33
3.2.3. Laboratuvar Çalışmaları Aşaması	35
4. BULGULAR	37
4.1. Coğrafi Bilgi Sistemleri Analizleri	37
4.2. Arazi Çalışması ve Örneklemelerin Analizleri	51
4.3. Uzaktan Algılama Analizleri	75
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	84
KAYNAKLAR	89
ÖZGEÇMİŞ	101

KISALTMALAR DİZİNİ

%	Yüzde
°C	Santigrat Derece
AKK	Arazi Kullanım Kabiliyeti
am	Anti Meridiem
AOI	Area of Interest
AVHR	Advanced Very High-Resolution Radiometer
B	Bor
BTG	Büyük Toprak Grupları
Ca	Kalsiyum
CaCO ₃	Kalsiyum Karbonat
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
cm	Santimetre
Cu	Bakır
da	Dekar
DEM	Digital Elevation Model
ETM	Enhanced Thematic Mapper
FAO	Food and Agriculture Organization
Fe	Demir
g	Gram
GP	Genetic Programming
GPS	Global Positioning System
ha	Hektar
HCl	Hidro Klorik Asit
img	Image
K	Potasyum

kg	Kilogram
km	Kilometre
km ²	Kilometre kare
LCI	Land Cover Institute
m	Metre
MDA	MacDonald Dewittwiller & Associates
Mg	Magnezyum
mg	Miligram
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
mm	Milimetre
Mn	Mangan
MS	Milattan Sonra
MSS	Multispectral Scanner
N	Azot
Na	Sodyum
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
NDWI	Normalized Water Index
NMAS	National Mediator Accreditation System
NNDWI	New Normalized Water Index
NLCD	National Land Cover Data
OLI	Operational Land Imager
P	Fosfor
pH	Power of Hydrogen
ppm	Parts Per Million
RICAL	Riparian Classification Algorithm
ŞAK	Şimdiki Arazi Kullanımı

TIN	Triangulated Irregular Networks
TIRS	Thermal Infared Sensor
TM	Thematic Mapper
TOVEP	Toprak Verimlilik Envanteri ve Gübre İhtiyaç Projesi
UA	Uzaktan Algılama
UTM	Universal Transversal Mercator
WGS84	World Geodetic System
Zn	Çinko

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Çalışmada Kullanılan Temel Kartografik Materyaller	21
Şekil 3.2 Çalışma Alanının Coğrafi Konumu	23
Şekil 3.3 Azap (A) ve Bafa (B) Göllerinden Genel Görünüm	26
Şekil 3.4 Büyük Menderes Deltasının İlerlemesine Ait Senaryo	27
Şekil 3.5 Çalışma Alanı ve Çevresinin Jeoloji Haritası.	28
Şekil 3.6 Azap (A) ve Bafa (B) Gölleri Gnays ve Bafa (C) Mermerine Ait Görünüm	29
Şekil 3.7 Coğrafi Düzeltmesi Yapılmış Topografik Haritalar.	30
Şekil 3.8 Vektörel Formata Dönüştürülmüş Verilere Örnekler	31
Şekil 3.9 Kesilmiş Uydu Görüntülerine Örnekler.....	32
Şekil 3.10 Bafa Gölü’nde Taşkın (sol) ve Sonrasına (sağ) Ait Görünüm.	33
Şekil 3.11 Azap Gölü’nde Taşkın (sol) ve Sonrasına (sağ) Ait Görünümler.....	34
Şekil 4.1 Çalışma Alanına Ait Yükseklik Haritası.....	38
Şekil 4.2 Çalışma Alanının Eğim Haritası	39
Şekil 4.3 Çalışma Alanının Bakı Haritası	41
Şekil 4.4 Çalışma Alanının Kabartma Haritası.	42
Şekil 4.5 Çalışma Alanının Sayısal Yükseklik Modeli.	43
Şekil 4.6 Çalışma Alanının Büyük Toprak Grupları Haritası.	44
Şekil 4.7 Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıflarının Alandaki Dağılımı.....	46
Şekil 4.8 Çalışma Alanının Şimdiki Arazi Kullanım Haritası.	47

Şekil 4.9 Çalışma Alanının Erozyon Ve Eğitim Haritaları.....	48
Şekil 4.10 Göl Alanlarının Zaman İçindeki Değişimi	50
Şekil 4.11 Örnekleme Noktalarına Ait Nitelik Tablosu Örneği.	51
Şekil 4.12 Bafa ve Azap Göllerindeki Toprak Örnekleme Noktaları.....	53
Şekil 4.13 Bafa Gölü Çevresi Toprak Örnekleme Noktalarına Ait Görünümler.	54
Şekil 4.14 Azap Gölü Çevresi Toprak Örnekleme Noktalarına Ait Görünümler	62
Şekil 4.15 Bafa ve Azap Göllerindeki Su Örnekleme Noktaları.	68
Şekil 4.16 Bafa Gölü Su Örnekleme Noktalarına Ait Görünümler	70
Şekil 4.17 Azap Gölü Su Örnekleme Noktalarına Ait Görünümler	73
Şekil 4.18 Kullanılan Materyallerin Yersel Çözünürlükleri.....	75
Şekil 4.19 Manuel Olarak Sayısallaştırılmış Göl Alanları	76
Şekil 4.20 Uydu ve Sınıflandırılmış Görüntülerde Taşkın Etkisi.....	77
Şekil 4.21 Kontrolsüz Sınıflanmış Uydu Görüntüleri	78
Şekil 4.22 Otomatik Olarak Çizdirilmiş Göl Alanları	80
Şekil 4.23 Uyduların Kontrollü Sınıflandırma Sonuçları	81
Şekil 4.24 NDWI Uygulanmış Rapideye Görüntüsü ve Sonuçları.....	83

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Rapideye Uydu Görüntüsünün Özellikleri.....	22
Çizelge 3.2 Aydın ve Muğla İllerine Ait Ortalama İklim Değerleri	25
Çizelge 4.1 Çalışma Alanındaki Eğimlerin Alansal ve Yüzde Dağılımı.	40
Çizelge 4.2 Çalışma Alanının Büyük Toprak Gruplarının Alandaki Dağılımı ...	44
Çizelge 4.3 Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıflarının Alandaki Dağılımı.....	46
Çizelge 4.4 Şimdiki Arazi Kullanım Türlerinin Alandaki Dağılımı.	47
Çizelge 4.5 Çalışma Alanında Eğim ve Erozyon Sınıflarının Dağılımı.....	49
Çizelge 4.6 Alan Olarak Göllerdeki Değişim	50
Çizelge 4.7 Toprak Analizlerinin Değerlendirilmesinde Kullanılan Standart Değerler	52
Çizelge 4.8 Bafa Gölü Çevresindeki Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları	56
Çizelge 4.9 Azap Gölü Çevresindeki Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları	64
Çizelge 4.10 Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri	69
Çizelge 4.11 Bafa Gölüne Ait Su Analiz Sonuçları	73
Çizelge 4.12 Azap Gölüne Ait Su Analiz Sonuçları	73
Çizelge 4.13 Kontrolsüz Sınıflama Sonucu Göl Alanı Değişimleri.....	79
Çizelge 4.14 Arazi Kullanımlarındaki Değişimler.....	82
Çizelge 4.15 Kontrollü Sınıflama Sonucu Göl Alanı Değişimleri.....	83

1. GİRİŞ

İnsanların yerleşik düzene geçmesi ile çevrelerinde yer alan doğal kaynaklar üzerine baskıları gündeme gelmiştir. Farklı kullanım yöntemlerine bağlı olarak yeryüzünün doğal arazi örtüsünde zaman içerisinde önemli değişimlerin ortaya çıktığı görülmektedir.

Yeryüzünü kaplayan biyofiziksel örtü olarak adlandırılan arazi örtüsü, doğal ve insan kaynaklı süreçlerin bir ürünü olarak ortaya çıkmaktadır (Di Gregorio ve Jansen, 2000, Karnieli ve Rozenstein, 2011). Arazi kullanımı ise, yeryüzünde ekonomik, sosyal, kültürel, siyasi unsurlardan etkilenen insan faaliyetlerini ifade etmektedir (Kara ve Karatepe, 2012).

Arazi örtü tiplerinden biri olan ve dünyada en önemli doğal ekosistem alanları olarak gösterilen, yönetilmesi ve planlaması yapılması gereken alanlar olarak kabul edilen göl havzaları, küresel iklim değişikliğine verdiği tepkiler bakımından büyük öneme sahiptirler. Tarımsal sulamada kullanım başta olmak üzere, taban sularının sondajlarla çekilmesi, içme, enerji üretimi ve sulama amacıyla gölleri besleyen akarsuların barajlarla depolanması ve göllerle olan bağlantılarının kesilmesi, küresel iklimde meydana gelen değişimler (ısınma) göllerin seviyelerinde düşmelere ve alansal olarak daralmalarına neden olmaktadır (Bahadır, 2013).

Alan kullanımı ve yüzey örtüsündeki değişimlerin, çevresel değişimler üzerinde önemli bir etkiye sahip olması nedeniyle, alan kullanımlarındaki değişimlerin belirlenmesine yönelik çalışmalar son zamanlarda önem kazanmaya başlamıştır (Imbernon, 1999; Aguilar vd., 2003; Turan vd., 2008).

Yersel yöntemler ile veri toplamak doğruluk açısından daha güvenilir olmakla birlikte yüksek maliyetli ve uzun zaman gerektiren çalışmalardır. Uydu verileri ve görüntü işleme teknikleri ise özellikle doğal kaynaklara yönelik çok çeşitli alanlarda kullanılabilme ve hızlı bilgi üretme özellikleriyle etkin ve yeni bir teknoloji olup hızla değişen, dinamik bir yapı sergileyen, doğal olmayan çevresel etkilerin alansal ve yapısal özelliklerinin kısa sürede belirlenmesine olanak sağlayabilecek özelliklere sahiptir (Oruç, 2002).

Lu vd. (2004)'na göre değişim analizleri için yöntem belirleme çalışmaları geçmişten günümüze önemini koruyan bir konudur ve gittikçe artan veri çeşitliliği ve değişimlerin hızlanarak artış gösteren doğası yeni yöntemlerin kullanılmasını zorunlu hale getirmektedir (Akın, 2007).

Uzaktan algılama teknikleri; başta arazi kullanımındaki değişimler olmak üzere, su yüzeylerindeki alansal değişimler, iklim değişimleri, sıcaklık ve yağış gibi iklim elemanlarındaki sapmaların dönemsel hesaplanması, şehir planlarının üretilmesi, akarsu havzalarının izlenmesi, doğal afetlerin etki boyutlarının belirlenmesi gibi konularda hızla genişleyen bir kullanım alanına sahip olmaya başlamıştır (Bahadır, 2013).

Uydu verileri yardımıyla bilgiye çok kısa sürede, güvenilir ve ekonomik bir şekilde ulaşılabilmektedir. Bunun sonucunda yapılacak çalışmalar ve alınacak önlemler kısa sürede planlanabilmektedir. Büyük doğa olaylarının uzaktan algılama yöntemleriyle izlenmesi, verdiği veya verebileceği zararların tekerrür etmemesi ve minimum zararlar son bulması açısından önemlidir (Altuntaş ve orumoğlu, 2002; Tunay ve Ateşoğlu 2004).

Çalışmaya konu olan Bafa-Azap gölleri ve çevresi, arazi kullanımlarındaki değişime bağlı olarak olumsuz şekilde etkilere maruz kalan bir alan niteliğindedir. Bafa gölü çevresindeki yapılaşma ve sonucunda ortaya çıkan kirlilik, Azap gölünde ise dönemsel olarak kuruma veya taşkınlara sonucu gl haznesinde büyüme ve tarımsal faaliyetlere bağlı olarak değişimler gözlenmektedir.

Küresel ısınmanın da etkileri düşünüldüğünde su yüzeylerinin önemi bir kat daha artmaktadır. Geçmişten ders alınması gerçeği, bu iki gölün yanlış uygulamalar sonucu yok olma noktasına gelmiş olan Aral gölü benzeri bir durum yaşanmasını engelleyecektir. Bu kapsamda her iki gl yüzeyi ve çevresindeki zamansal değişimlerin tespit edilmesi ve ileride karşılaşılabilecek problemleri gün ışığına çıkarmak adına 1987 yılından günümüze kadar olan değişimleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bafa gölü gibi Azap gölünün de milli park statüsüne kazandırılması ve alınacak önlemlerin yasalar düzeyinde çok daha uygulanabilir olmasını sağlayacaktır.

Bu çalışma ile Bafa ve Azap G  lleri su y  zeylerinde zaman i  erisinde meydana gelen deği  imler ile   vrelerinde yer alan arazilerin kullanım durumlarındaki deği  imler uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemlerinden faydalanılarak tespit edilmi  tir.   alı  ma alanına ait olu  turulan veri tabanı ile ileriki yıllarda meydana gelebilecek deği  imlerin daha kolay izlenebilmesini sağlayan bir altlık materyal olu  turulmu  tur.



1.1. Sulak Alanların Önemi ve Korunması

Tanım olarak "Sulak alan" terimi; 1994 yılında Türkiye'nin de yürürlüğe koyduğu Ramsar Sözleşmesi'ne göre "doğal ya da yapay, sürekli veya mevsimsel, tatlı, acı veya tuzlu, durgun ya da akan su kütleleri tarafından oluşturulmuş bataklıklar, turbalıklar, gel-gitin çekilmiş ve anında derinliği 6 m'yi aşmayan suların kapladığı alanlardır" şeklinde ifade edilmiştir (Ramsar Sözleşmesi, 1971; Korkmaz ve Mumcu, 2013).

1971 yılında İran'ın Ramsar kentinde imzaya açılan Ramsar Sözleşmesi özellikle su kuşlarının yaşama ortamı olarak uluslararası sulak alanların korunması sözleşmesi olup, sulak alanların korunmasında önemli uluslararası bir ilk adımdır (Steiner vd., 2003). Ramsar Sözleşmesi temelde sulak alanların korunmasını öngören bir sözleşme olmasının yanı sıra doğa koruma alanında da imzaya açılmış ilk sözleşmedir. Bu nedenle sözleşmenin dünya doğa koruma hareketi içerisinde de önemli bir yeri vardır. Türkiye bu sözleşmeye 1993 yılında imza atmıştır. Ocak 2004 itibariyle sözleşmeye 134 ülke taraf olmuştur. Bu ülkeler toplam alanı 111.884.289 hektar olan 1.328 sulak alanı sözleşme çizelgesine dahil ettirmişlerdir (Erdem, 2007; Karakılçık ve Özcan, 2009)

Türkiye'de Ramsar Sözleşmesi kapsamında, 1994 yılında Kayseri'de Sultansazlığı, Balıkesir'de Manyas Gölü, Kırşehir'de Seyfe Gölü, Mersin'de Göksu Deltası, Burdur ve Isparta'da Burdur Gölü, 1998 yılında Samsun'da Kızılırmak Deltası, Bursa'da Uluabat Gölü, İzmir'de Gediz Deltası, Adana'da Akyatan Lagünü, 2005 yılında Adana'da Yumurtalık Lagünleri, Konya'da Meke Maarı, 2006 yılında Konya'da Kızören Obruğu ve 2009 yılında da Kars'ta Kuyucuk Gölü olmak üzere toplamda 13 sulak alan (toplam 179.898 hektar alan) Ramsar alanı ilan edilmiştir. Bu alanlara ek olarak 2013 yılı itibariyle Bitlis'deki Nemrut Kalderası 14. Ramsar alanı olarak listeye eklenmiştir (Çağırnkaya ve Meriç, 2013).

Çalışma alanına konu olan Bafa ve Azap sulak alanları bu sözleşmeye dâhil edilmemiştir. Bafa Gölü'nün sözleşmeye dâhil edilmesi için çalışmalar yapılmakta fakat Azap Gölü için herhangi bir bilgiye ulaşılamamaktadır.

Sulak alanlar, tropik ormanlardan sonra biyolojik çeşitliliğin en yüksek olduğu ekosistemlerdir. Pek çok tür ve çeşitteki canlılar için uygun beslenme, üreme ve barınma ortamı olan sulak alanlar, yakın çevresinde yaşayan halkın yaşamında önemli yer tutar, bölge ve ülke ekonomisine katkılar sağlar. Ekonomik açıdan yararlanılmayan tek bir sulak alan yoktur. Balıkçılık, saz kesimi, avcılık ve eko turizm bu alanların başlıca ekonomik getirileri arasındadır. Sulak alanlar; doğal dengenin ve biyolojik çeşitliliğin korunması yönünden de diğer ekosistemler içinde önemli ve farklı bir yere sahiptirler (Özesmi ve Maurer, 2006; Soydan, 2013) Sulak alanların bu kadar önemli olması bu alanların korunması gerekliliğinin bir kanıtıdır.

Sulak alanların korunması yönetmeliğinin koruma ilkeleri başlıklı 5. Maddesinde “Sulak alanların kirletilmemesi, doğal yapılarının ve ekolojik karakterlerinin korunması zorunludur. Her türlü arazi ve su kullanım planlamalarında, sulak alanların işlev ve değerlerinin korunması esastır. Sulak alanlarda biyolojik çeşitliliğin korunması ve geliştirilmesi için gerekli tedbirler alınır. Sulak alanların akılcı kullanımı ile uyumlu, korunmalarına ve geliştirilmelerine katkı sağlayacak faaliyetler desteklenir ve teşvik edilir. Ekolojik karakteri bozulmuş sulak alanların rehabilitasyonu sağlanır. Kurutulmuş sulak alanların teknik ve ekonomik olarak uygun olanlarının geri kazanımı için gerekli tedbirler alınır ve Ramsar listesinde yer alsın veya almasın uygun sulak alanlarda su kuşları popülasyonlarının arttırılması sağlanır” denilmektedir (Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği, 2014).

1.1.1. Bafa Gölü Milli Parkı

Büyük Menderes Nehri’nin geçmişten günümüze kadar taşıdığı alüviyal materyalleri körfez bölgesinde yığılması sonucunda denizle bağlantısı kesilerek bir lagün gölü görünümü alan Bafa Gölü, Aydın ve Muğla il sınırları içerisinde Büyük Menderes Deltası’nın güney doğusunda yer almaktadır. Yüz ölçümü yaklaşık 60-70 km² olan gölün maksimum derinliği 20 m dir. Bafa Gölü bitki örtüsü ve yaban hayatı özelliğine sahip, manzara bütünlüğü içinde halkın dinlenme ve eğlenmesine uygun tabiat parçasıdır. Ülkemizde ilan edilmiş 17 adet (69.370 ha) tabiat parkı vardır. Bafa Gölü Tabiat parkı 08.07.1994 tarihinde tescil edilmiş olup 12.281 ha büyüklüğündedir. Park, Büyük Menderes Deltasının sahip olduğu ekosistem özelliklerini barındırdığı gibi nesli tehlike altında bulunan birçok kuş türüne üreme ve kışlama ortamı yaratmaktadır. Alan bataklık kırlangıcı ve mahmuzlu kızkuşunun süreyen popülasyonları ile “Özel Koruma Alanı” statüsü kazanmıştır (Tunçay vd.,

2009). Ayrıca Bafa Gölü, Tabiat Parkı ilan edilmeden önce 1989 yılında sit alanı ilan edilmiştir.

Gölün ana su kaynağı, Büyük Menderes Nehri ve etrafındaki dağlardan gelen yer altı ve yer üstü sularıdır. Bafa Gölü'nün güneyinde Ilbıra Dağları; kuzeyinde ise Türkiye'de benzerine pek rastlanmayan doğa ve kültür cenneti Beşparmak Dağları vardır. Bafa Gölü'nde 5 ada bulunmaktadır. Bu adalarda savunma yapısı niteliği taşıyan pek çok yapı bulunmaktadır. Manastır ve savunma kalelerinin bulunduğu adalar; İkiz Ada, Menet Adası, Kapıkırı Adası ve Kahve Asar Adası'dır. Yapının bulunmadığı tek ada; Serçin kısmındaki Uyuz Ada'dır (Olgun ve Atalay, 2012).

Bafa Gölü koruma altına alınmasına rağmen gölün korunmasına önem verilmemiştir. Göle dökülen nehir sularının azaltılması ve kirlenmesiyle değişen kimyasal içeriği ve azalan oksijen miktarı yüz binlerce balığın ölmesine ve ekosistemin geri dönülmez bir kavşağa sürüklenmesine neden olmuştur. Bunun dışında, gölle bağlantısı bulunan Büyük Menderes nehrinin bağlantısının gölden tamamen koparılması, gölün çevresindeki yerleşim birimlerinin kanalizasyon atıklarının göle bırakılması, tarım arazilerinde kullanılan tarım ilaçları ve gübrelerin dolaylı olarak suya karışmaları, gölün çevresine kurulmuş zeytinyağı fabrikalarının atıklarının arıtmadan göle dökülmesine göz yumulması felakete davetiye çıkarmıştır. Böylece göl hem kirlenmiş hem de göldeki su miktarında önemli derecede azalmalar olmuştur.

1.1.2. Azap Gölü

Azap Gölü, ılıman iklim koşullarının olduğu bir sulak alan ekosistemi olup, Aydın'ın Söke İlçesi'ne bağlı Yeşilköy ve Avşar Köyleri arasındadır. Yüzölçümü 0,29 km² dir. Bafa Gölü'nün kuzeyinde olup, rakımı 7 m dir. Azap Gölü, Büyük Menderes Deltası ve Bafa Gölü'nden sonra Aydın'ın üçüncü büyük sulak alanıdır (Tunçay vd., 2009). Buna rağmen Azap Gölü koruma altına alınmamıştır. Ancak Aydın Doğa Koruma ve Milli Parklar Şubesince 2006 yılı Sulak Alan envanter çalışması kapsamına alınmıştır. Çalışma sonucunda sulak alanın su kuşları açısından beslenme-barınma bakımından önemi ortaya konulmuş ve korumaya değer verilerine ulaşma çalışmalarına devam edilmektedir. Dilek Yarımadası-Büyük Menderes Deltası Milli Parkı ve Bafa Gölü Tabiat Parkı'ndan sonra Azap Gölü' nün de 3. bir korunan alan olarak ilan edilmesi bölgemizdeki bu doğa harikasının da kontrol altına alınmasını ve korunmasını sağlayacaktır (Anonim,

2016a). Ayrıca İon kıyı kentlerinden Myus'a göl alanına çok yakındır. Batısında Büyük Menderes Nehri, doğusunda Beşparmak Dağları, güneyinde Bafa Gölü bulunmaktadır.(Anonim, 2014a)

Son yıllarda yağış rejimindeki düşüş gölü kuruma tehlikesiyle karşı karşıya bırakmıştır. Bazı yıllarda arazi tamamen kurumakta bazı yıllarda ise mavi-yeşil algler ve bakterilerin artmasıyla kuş, balık ve daha birçok suda yaşayan canlıların ölümleriyle karşılaşmaktadır.

2016 yılının Şubat ayında gölde aşırı zirai ilaç kullanımına bağlı olarak köpürmeler meydana geldiği haber yapılmıştır. Aşırı zirai ilaç kullanımı dışında, kum ocaklarından gelen kumlar, maden ocaklarından derelerle taşınan silisli topraklarda bu köpürmenin nedenleri arasında yer almaktadır. Yapılan araştırmalar sonucunda gölde aşırı oranda mavi yeşil alg oluşumu ve baskınlığının olması; gölün evsel, sanayi ve tarımsal kirliliğin etkisinde olduğunu göstermektedir.

Göle gelen dış kaynaklı fosfor ve azot miktarları ne kadar azalırsa ve gölün mevcut topografik ve hidrodinamik yapısı korunursa, su kalitesi açısından kendi kendini yenilemesinin de o kadar kolay olacağını belirtilmiştir. Göle kirlilik taşımını azaltmak için öncelikle, göle ulaşan su kaynaklarının girişlerine atık su arıtma tesislerinin yapılması ve havzadaki tarımsal aktivitelerde kullanılan gübre ve pestisit miktarlarının azaltılması gerektiği ifade edilmiştir (Anonim, 2016b).

Bafa ve Azap göllerinin ikisinde de görülen kirlilik, durumun ne kadar ciddi olduğunu bir göstergesidir. Azap Gölü bu durum karşısında koruma altına alınmalı, koruma altındaki Bafa Gölüne ise gereken önem verilmeli ve kirliliğin azaltılması için gerekli önlemler acilen alınmalıdır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Ye vd. (2007), güney Tibet'teki Yamzhog Yumco havzasındaki buzul ve göl değişimlerini topografik haritalardan ve 1980, 1988, 1990 ve 2000 tarihli Landsat görüntülerinden mekânsal veri serisini entegre ederek incelemişlerdir. Sonuçlar 1980 yılında 218 km² olan toplam buzul alanının 2000 yılında 215 km² ye düştüğünü göstermiştir. Buzul gerileme oranı 1990'lı yıllarda ısınan iklim koşullarına bağlı olarak 1980'li yıllardakinden açık bir şekilde daha fazla meydana gelmiştir. Çalışma alanındaki toplam göl alanı 1980-90 döneminde yaklaşık 67 km² azalmış, 1990-2000 döneminde ise 32 km² artış göstermiştir. Havzadaki göl alanlarındaki değişimin öncelikli nedeninin havzadaki yağış ve buharlaşma değişikliği ve ikincil olarak eriyen buzullardan ortaya çıkan su kaynakları olduğu öne sürülmüştür.

Duran ve Günek (2007), 1956 yılından 2004 yılına kadar Hazar Gölü Havzasında arazi kullanımında meydana gelen değişiklikleri tespit etmek üzere bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmalarında temel materyal olarak topografik haritaları, orman amenajman planlarını, il arazi varlığı raporlarını ve 2004 yılı Aster uydu görüntüsünü kullanmışlardır. Yaklaşık 50 yıl içerisinde göle giren su ile çıkan su arasındaki farktan kaynaklanan su seviyesindeki düşüşlerin, göl alanında belirgin bir küçülmeye neden olduğunu belirtmişlerdir. 1960 yılı sonrası başlatılan ağaçlandırma çalışması başarı oranının çok düşük oranda gerçekleştiğini, uygun olmayan arazi koşullarından ötürü ziraat alanlarında büyük bir artış olmadığını saptamışlardır. Yerleşim alanlarında hızlı bir şekilde artış olduğunu, benzer şekilde göl seviyesindeki düşüşe bağlı olarak ortaya çıkan delta alanlarında ve ağaçlandırmada yeterli başarının sağlanamadığı alanlarda oluşturulan meralarda da artışın gözlemlendiğini saptamışlardır.

Papastergiadou vd. (2008), Kuzey Yunanistan'daki Cheimaditida gölü sulak alanındaki zamansal değişimi uzaktan algılama yöntemlerinden faydalanarak belirlemişlerdir. 1945, 1969, 1982 ve 1996 yıllarında çekilmiş hava fotoğraflarını kullanarak göl alanında saz yataklarının inanılmaz şekilde % 1.655,19 seviyesinde arttığını, bunun yanında açık su yüzeylerinde % 74,05 ve peat alanlarda % 99,5 oranında azalma olduğunu tespit etmişlerdir.

Ekercin ve Örmeci (2008), Tuz Gölü'ndeki suyla kaplı alanlarda meydana gelen zamansal değişimi eş-zamanlı yer ve uydu verilerinin birlikte analizi ve çok zamanlı Landsat uydu verileri ile zamansal değişim analizleri aşamalarıyla gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada ilk olarak, Tuz Gölü ve yakın çevresinde ayrıntılı bir arazi çalışması yapmışlar ve 2005 tarihli Landsat-5 uydusu ile senkronize şekilde, el tipi GPS ile koordinatların tespit edildiği noktalarda yersel spektrometre ölçmeleri gerçekleştirmişlerdir. Radyometrik olarak düzeltilmiş Landsat-5 TM uydu verileri ile eş-zamanlı yersel spektrometre ölçmelerinden elde edilen yansıma değerlerinin yüksek korelasyona ($0.84 < R^2 < 0.97$) sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Daha sonra, çok zamanlı Landsat-5 uydu verileri ile zamana bağlı değişim analizi gerçekleştirmişler ve Tuz Gölü'ndeki suyla kaplı alanların 1990-2005 yılları arasında 1/3 oranında azaldığını belirlemişlerdir. Göl çevresinde su kaynakları kullanımının kontrol altına alınmasını ve gölün güncel uzaktan algılama verileri ile düzenli olarak izlenmesini önermişlerdir.

Makkeasorn vd. (2009), Güney Teksas'taki geniş yarı arid bir havzada nehir kıyısındaki bölgelerin mevsimsel değişimini belirlemek için denetimli sınıflandırma yöntemi olarak Riparian Sınıflandırma Algoritması (RICAL)'nı geliştirmişlerdir. İlk aşamada genetik programlama (GP) aracılığıyla, Radarsat-1 görüntülerine dayalı toprak nemi tahminini gerçekleştirmişlerdir. İkinci olarak, istatistiksel analizler ve görüntü sınıflandırması için Landsat uydu görüntülerindeki yansıma karakteristiklerine göre sekiz bitki indeksi oluşturulmuştur. Spektral bitki indeksleri daha sonra GP uygulama aracıyla toprak nemi ve nehir kıyısındaki bölgeleri birlikte ayırt etmek amacıyla kullanılmıştır. Pratik uygulama, yarı kurak kıyı ortamında çoğunlukla tarım ve mera kullanımının yer aldığı Choke Kanyonu Rezervuar Havzasında uygulanmıştır. Araştırma bulguları RICAL algoritmasının % 90 oranında doğruluğa sahip olduğunu göstermiştir.

Özdemir ve Akar (2009), Landsat 1975 MSS, 1987 TM, 2001 ETM, 2006 Ikonos (pan-sharpened) ve 1/5000 ölçekli ortofotoları (2007) kullanarak İstanbul için önemli su kaynaklarından biri olan Alibeyköy Barajı ve yakın çevresinin arazi kullanım özellikleri ve değişiminin belirlenmesi üzerine bir çalışma yürütmüşlerdir. Landsat ve Ikonos uydu görüntülerini kontrollü sınıflandırma yöntemi ile sınıflandırılmışlar ve ayrıca Alibeyköy barajındaki su hacmi ve barajın kıyı çizgisindeki değişimleri de tespit etmişlerdir. Ortofoto görüntüleri ise görsel yorumlama ve analiz amacıyla kullanmışlardır. Sınıflandırma sonuçlarına göre özellikle 1975-1987 yılları arasında çok önemli değişimler gösteren yerleşim

alanlarının barajın bulunduğu yöne doğru gelişim sergilediğini belirlemişlerdir. Barajdaki su doluluk oranının 1987 yılında 2000 yılına oranla daha fazla olduğunu bu durumun ise artan nüfus ve iklim koşullarının bir sonucu olarak ortaya çıktığını belirtmişlerdir.

Wilson ve Weng (2010), Chicago'daki Calument Gölü alanında kentsel arazi örtüsü değişimi ile ilişkili olarak yüzey su kalitesindeki değişimleri değerlendirmişlerdir. Çalışmada 1992 ve 2001 yılları arasında göl çevresinde yaygın kaynak kirletici konsantrasyonunu, yüzey akışı tahmin etmede Uzun Süreli Hidrolojik ve Yaygın Kaynak Kirliliği modelinin değiştirilmiş bir versiyonu ve ArcHydro GIS modülünü kullanarak tespit etmişlerdir. Veri olarak Ulusal Arazi Örtüsü Veri setini, yağış verilerini, sayısal yükseklik modelini (DEM), Toprak Etüt verilerini ve Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Dairesi'nin STORET (depolama ve erişim) su kalitesi verilerini kullanmışlardır. Model ile çalışma dönemi boyunca yüzey sularının kalitesini tahmin etmede oldukça başarılı olunmuştur. Modelin geçerliliği, çalışma alanında gözlemlenmiş su kalitesi verileri ve simüle edilmiş sonuçların kalibrasyonlar ile karşılaştırılması sonucunda elde edilmiştir. Sonuçlar kentsel havza içerisindeki yüzey suyu yaygın kaynak kirletici konsantrasyonu seviyesinin arazi kullanımı/örtüsü değişimine büyük derecede bağlı olduğunu göstermiştir.

Ünalın (2010), bir zamanlar 68.000 km²'lik alanıyla dünya'nın dördüncü büyük gölü olan Aral Gölünün şimdilerde % 90'ının kurumuş, en derin noktasının 40 metreyi geçmediği küçük bir göle dönüştüğünü belirtmiştir. 1960'larda Sovyetler Birliği hükümetinin gölü besleyen Ceyhun ve Seyhun nehir sularını çöle yönlendirmesinin hemen ardından Aral Gölünün küçülmeye başladığını buna bağlı olarak balıklar ve çevre halkının geçim kaynağı olan balıkçılığın yok olduğunu ve göl suyunun suni gübre ve tarım ilaçlarıyla kirlenmiş olduğunu ifade etmiştir. Göl yatağındaki bu kimyasallar rüzgâr ve tozlarla her yere taşınarak halk sağlığını tehdit etmeye başlamış ve etraftaki tarım alanlarına da sıçrayan kirlenmeyi ortadan kaldırmak için daha çok nehir suyu kullanılınca da gölün kuruma sürecinin hızlandığını belirtmiştir.

Nie vd. (2010), Himalayalardaki Mt. Qomolangma (Everest) Milli Parkında buzul ölçümlerinin tespit edilmesinde 1976, 1988 ve 2006 yıllarına ait Landsat MSS ve TM görüntülerinden faydalanmışlardır. Çalışmada nesne tabanlı görüntü

yorumlama teknikleri, uzman görüşleri ve saha araştırmalarını bir arada kullanmışlardır. Sonuçlar 2006 yılında buzul alanının deniz seviyesinden 4700-6800 m arasında ve çalışma alanının güneyinde $2.710 \pm 0.011 \text{ km}^2$ alan kapladığını (tüm çalışma alanının % 7.41'i), 1976 yılından 2006 yılına kadar buzul alanının $501.91 \pm 0.035 \text{ km}^2$ azaldığını, buzul göllerinin ise bu dönemde $36.88 \pm 0.035 \text{ km}^2$ genişlediğini göstermiştir. Sıcaklıklardaki artış ve azalışların buzulların geri çekilme bölgelerinde etkin bir rol oynadığı ortaya konulmuştur.

Mendoza vd. (2011), Orta Meksika'da 28 yıllık bir süre içerisinde arazi örtüsündeki değişimi, 1975 ve 2000 yıllarına ait arazi kullanımı ve örtüsünü gösterir mevcut veri tabanı entegrasyonu ve 1986, 1996 ve 2003 yıllarına ait Landsat MSS ve ETM+ görüntüleri ile ortofoto görüntüleri ise görsel olarak yorumlayarak tespit etmişlerdir. Çok zamanlı analizler; haritalama, geçiş matris değerlendirmesi, her dönemdeki ana değişiklik işlemleri için arazi kullanım değişikliği ve kümeleme analizlerini içermektedir. Analiz üniteleri olarak hem alt havza hem de fonksiyonel bölgeleri alt bölümlere ayrılmış su havzalarını kullanmışlardır. Arazi kullanımındaki değişimlerin; 1986 yılındaki Göçmenlik Reformu ve Kontrol Kanunu ile 1985 yılında merkez Meksika'da meydana gelen büyük bir deprem ile örtüştüğünü belirlemişlerdir. Bu çalışma ile yüksek şehirleşme oranına sahip kırsal alanlarda 28 yıllık bir periyottaki değişimler hakkında bilgi elde edilmiş ve bunun yanında çevre politikalarının belirlenmesi ve uygulanabilmesi için kurumlara sağlam bir veri kaynağı hazırlanmıştır.

Özşahin (2011), Hatay ilinde yer alan Gölbaşı (Balık) Gölü sulak alanında meydana gelen alansal değişimi coğrafi açıdan değerlendirmiştir. Çalışmasında temel materyal olarak 1957 ve 1995 tarihli topografik haritaları ve 1987-2007 yıllarına ait Landsat uydu görüntülerini kullanmıştır. Göl alanında 1957 yılından 2007 yılına kadar geçen 50 yıllık sürede alansal olarak 0.60 km^2 'lik (% 61.52) bir azalma olduğunu tespit etmiştir. 1957 yılında yaklaşık 1.07 km^2 göl alanının 1987 yılında 0.97 km^2 'ye ve 2007 yılında ise 0.92 km^2 'ye düştüğünü belirtmiştir. Bu değişimin ana nedenleri olarak göl çevresinde yapılan tarımsal faaliyetleri, gölü besleyen kaynakların aşırı derecede kullanımını, kuraklık ve buharlaşmayı, göl tabanındaki sızmaları, egzotik flora ve faunanın yaygınlaşmasını, bilinçsiz kara ve su avcılığını ve gölün kuzeyinde yoğun olarak sondaj kuyularının açılmasını göstermiştir.

Mallinis vd. (2011), Yunanistan'ın Netros Deltasında meydana gelen arazi kullanımı/örtüsü değişimini tespit etmek üzere bir çalışma yürütmüşlerdir.

Çalışmalarında yaklaşık 65 yıllık bir süre boyunca oluşturulan çok zamanlı haritaları, pankromatik hava fotoğraflarını ve yüksek çözünürlüğe sahip uydu görüntülerini kullanmışlardır. Değişimler, çalışma dönemindeki insan müdahalesi ve bölgede meydana gelen büyük sosyo-ekonomik süreçlerle ilişkili bulunmuştur. Arazide 1945-60 yılları arası % 76.8, 1960-92 arası % 47.9 ve 1992-2002 arasında ise % 14.7'lik değişim tespit edilmiştir.

Kara ve Karatepe (2012), İstanbul Boğazı'nın doğu yakasında bulunan toplam 310.36 km²'lik yüzölçümüne sahip Beykoz İlçesinde uzun yıllar boyunca doğal ve beşeri etkiler sonucunda meydana gelen kalıcı arazi kullanım değişikliklerini ortaya çıkarmak amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. 1986 ve 2011 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri üzerinden oluşturulan arazi sınıflarında Amerikan Jeolojik Araştırmalar Enstitüsü'nün bir kurumu olan Arazi Örtüsü Enstitüsü'nün (LCI-Land Cover Institute) belirlediği sınıflandırma sistemi olan NLCD 92 sınıflandırma sistemini kullanmışlar ve 21 çeşit arazi sınıfı belirlemişlerdir. Sonuç olarak geçen 25 yıllık zaman süresinde, ilçede artan sanayi faaliyetlerine bağlı olarak kıyı bölgelerde ve özellikle boğaz kenarında hızlı bir nüfus artışının olduğunu ve yerleşim alanlarının % 10.72 den % 15.72 düzeyine çıktığını tespit etmişlerdir. Artan yerleşim ve otlak alanlarının yeşil alanların tahribine neden olduğunu belirtmişlerdir.

Zhao vd. (2012), Güneybatı Çin'in Yunnan-Guizhou platosunda yer alan Dianchi Gölü platosunda çoklu görüntü ölçümlerini kullanarak arazi kullanımı/arazi örtüsü değişimini zamansal olarak tespit etmişlerdir. 1974, 1988, 1998 ve 2008 yıllarına ait Landsat uydu görüntülerini coğrafi bilgi sistemlerini kullanarak analiz etmişlerdir. Sonuçlar arazi kullanımı/arazi örtüsünde 1974 yılından 2008 yılına kadar havzada büyük ölçüde değişimler olduğunu ortaya koymuştur. Arazi kullanım yapısındaki % 324.4'e varan değişim oranlarının gelişmiş alanlardaki özellikle tarım arazilerinin ve kentsel yayılmanın hızlı artışına bağlı olduğunu tespit etmişlerdir.

Akar vd. (2012), yaklaşık aynı coğrafi enlemlerde bulunan yaklaşık 41.5 km²'lik yüzey alanına sahip Acıgöl (Türkiye) ve 5220 km²'lik Urmiye Gölünde (İran) 1975-2010 yılları arasındaki zamansal yüzey değişimlerini farklı dijital görüntü işleme teknikleri ve yazılımlarını kullanılarak belirlemişlerdir. Çalışmada iklimsel veriler, göl yüzeyi verileri, Landsat MSS (1975/76), TM (1984-2010) ve ETM (2000) verileri kullanılmıştır. Çalışma alanı ve yakın çevresindeki arazi kullanımı/örtüsü

özellikleri ile değişimi kontrollü sınıflandırma teknikleri kullanarak tespit etmişlerdir. Yapılan uygulamalarda ArcInfo 10 ile manuel vektörleştirme, ERDAS Imagine 2010 yazılımı ile kontrolsüz ve kontrollü sınıflandırma, MATLAB yazılımı ile kod geliştirme ve eCognition Definiens yazılımı ile de nesne tabanlı sınıflandırma işlemleri gerçekleştirilmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Uygulamalarda birbirinden farklı sonuçlar ortaya çıkmıştır. Bunun temel nedeni kullanılan yazılımların farklı algoritmalarla çalışmasıdır. Bu bağlamda temel doğru olarak kabul edilen manuel dijitalleştirmeye en yakın olan uygulama en güvenilir dijital görüntü işleme yöntemi olarak kabul edilmiştir. Uygulamalardan ortaya çıkan ortak sonuç ise, hem Acıgöl hem de Urmiye Gölü yüzeylerinin sürekli olarak daralma eğiliminde olduğudur.

Çelik ve Gülersoy (2013), Denizli ili Çivril ilçesindeki Işıklı Gölü çevresindeki arazi kullanım faaliyetlerinin göl üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada arazi örtüsündeki değişimin tespit edilmesinde 1985 ve 2010 yıllarına ait Landsat uydu görüntülerinden faydalanmışlardır. Bu amaçla görüntüleri sınıflandırmışlar ve Normalize Fark Bitki İndekslerini (NDVI) oluşturmuşlardır. Sonuçta 25 yıllık süreç içerisinde göl etrafındaki sulu tarım sahalarının % 100'lük bir artış gösterdiğini bulmuşlardır. Bu artışın Işıklı Gölü'nün alansal olarak daralmasına sebep olduğunu ve içerisindeki sucul bitkilerin artışını tetiklediğini belirtmişlerdir.

Das ve Joshi (2013), Hindistan'ın Kuzeydoğusundaki Barak Vadisi Bölgesi'nde son 30 yılda arazi örtüsünde meydana gelen değişimleri NDVI tekniği ile araştırmışlardır. Çalışma alanında NDVI sınıflarını ormansız ($NDVI < 0.2$), orta orman ($0.2 < NDVI < 0.5$) ve yoğun orman ($NDVI > 0.5$) şeklinde belirlemişlerdir. Yoğun orman örtüsünün 1979 ve 1999 yılları arasında $32.7 \text{ km}^2/\text{yıl}$ ve 1999 ile 2010 yılları arasında ise $23 \text{ km}^2/\text{yıl}$ azaldığını, orta orman örtüsünün ise artış gösterdiğini tespit etmişlerdir. Bölgenin sürekli olarak takip edilmesinin insan faktörünün bölgedeki etkilerini anlamak için önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Gülersoy (2013), Ege Bölgesi'nde, Manisa iline bağlı Gölarmara ve Salihli ilçeleri arasında yer alan Marmara Gölü yakın çevresindeki arazi kullanım faaliyetlerinin zamansal değişimini, bu faaliyetlerin göl ekosistemine etkilerini uzaktan algılama teknolojisini kullanarak incelemiştir. Bu amaçla 1975, 1986, 1995, 2002 ve 2011 yıllarına ait Landsat TM uydu görüntülerinden faydalanmıştır. Çalışma alanının % 64.3'ünü tarım, % 23.3'ünü orman, % 8.8'ini mera, % 2.8'ini su, % 0.4'ünü yerleşim, % 0.4'ünü sucul bitki alanlarının oluşturduğunu belirtmiştir. Alanda 1986-

2011 yılları arasında arazi kullanımındaki en büyük değişimin, % 173'lük (598 ha) oran ile yerleşim alanlarında yaşandığını, buna karşın sucul bitki (% 21, 230 ha) ve mera alanlarında (% 18, 4508 ha) azalış olduğunu tespit etmiştir. Arazi kullanımındaki değişimlerin göl ekosistemi üzerindeki etkilerini; göl alanındaki değişimler, ötrofikasyon ve gölün doğal yapısına müdahale edilmesiyle ortaya çıkan değişimler şeklinde açıklamıştır. 1975-2011 yılları arasında % 6 oranında (369 ha) küçülen gölün, tarımsal gübre ve pestisitlerin göl haznesinde birikmesiyle son 20 yıl içerisinde ötrofik göl konumundan hipertrofik konuma geçtiğini belirlemiştir.

Adjei vd. (2014), Gana'daki Bosomtwe Gölü havzasında 1986 ve 2008 yılları arasında coğrafi açıdan orman bozunumu ve biyo çeşitlilik kayıplarını Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama teknikleri ile entegre bir yaklaşım kullanarak ve sosyo-ekonomik verilerle destekleyerek değerlendirmişlerdir. Arazi örtüsü haritalarını oluşturmak için maksimum olabilirlik algoritmasını kullanarak kontrollü sınıflandırma gerçekleştirmişlerdir. İstatistiksel analizler sonucunda havza etrafındaki orman örtüsünün son 22 yıl içerisinde insan kaynaklı faaliyetler sonucu % 18 oranında azaldığını tespit etmişlerdir. Arazi örtüsündeki değişimlere tarıma açma (16.224 ha) ve yerleşim (7139 ha) faaliyetlerindeki artışların neden olduğunu bildirmişlerdir. Sonuç olarak orman örtüsünde ve biyolojik çeşitlilikte azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Bu azalmanın temel sebebinin de insan aktiviteleri ve binalaşma olduğunu ortaya koymuşlardır.

Dengiz ve Turan (2014), Samsun ili Merkez ilçesine ait yaklaşık 341 km²'lik alanda arazi örtüsü/arazi kullanımının zamansal değişimini belirlemişlerdir. Temel kartografik materyal olarak Samsun İl Envanter raporundaki 1984 yılı arşiv verilerini, topografik haritaları ve 2005-2011 yılı ASTER uydu görüntülerini kullanmışlardır. ENVI 5.0V programında kontrolsüz sınıflama yaparak dört ana arazi örtüsü ve arazi kullanım sınıfı oluşturmuşlar ve arazi çalışmaları ile sınıf kontrollerini gerçekleştirmişlerdir. Kontrollü sınıflama sonucunda tarım, mera, orman ve tarım dışı alanları tanımlamışlardır. 1984 yılı ile 2005 ve 2011 yılı uydu görüntülerini kullanarak belirledikleri arazi kullanım türlerini arazi kullanım kabiliyet sınıfları ile kıyaslamışlardır. Bu kıyaslama sonucunda I., II. ve III. sınıf tarım arazilerinde şehirleşme ve amaç dışı kullanımın arttığını tespit etmişlerdir. 1984 yılında alanın % 71.31 ini kaplayan tarım alanlarının 2005 yılında % 29.69 ve 2011 yılında ise % 20.42'ye gerilediği, bunun aksine tarım dışı alanların ise % 5.55 düzeyinden % 23.22 seviyesine ulaştığını belirlemişlerdir.

Ma vd. (2014), zamansal dizgiye sahip uzaktan algılama verileriyle Doğu Dongting göl suyu değişiminin analizini gerçekleştirmişlerdir. Bitki büyümesinin izlenmesi, fenolojik bilgi elde etme ve arazi kullanımının izlenmesi ile diğer alanlarda araştırma verilerinin önemli bir kaynağı olan MODIS, NOAA/AVHRR, Spot/vejetasyon verileri gibi uzun zaman serisine sahip uzaktan algılama verilerinden faydalanmışlardır. Çalışmada uzaktan algılama verileri ile elde edilmesi zor olan özelliklerin ortaya çıkarılması ve daha sonra hiyerarşik kümeleme yöntemi ile analiz edilmesi amaçlanmıştır. Sınıf sayısının otomatik hesaplanmasını sağlayan yeni bir hiyerarşik kümeleme metodu geliştirilmiştir. Geleneksel öklid mesafesi kümeleme yöntemi yerine dinamik zaman mesafesi (DTW) kullanılmıştır. Deneysel sonuçlar önerilen algoritmanın zaman eksenli bükme, germe, doğrusal sürükleme vb problemleri çözebileceğini göstermiştir.

Kırtıloğlu vd. (2014), Konya ilindeki Hotamış Gölü'nün 1986-2006 yılları arasındaki 20 yıllık periyottaki değişiminin izlenmesi ve bu değişimin gölü çevreleyen alanlarda arazi kullanımı ve örtüsünde meydana getirdiği etkileri tespit etmek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmalarında 7 adet Landsat uydu görüntüsü kullanmışlar ve sınıflandırma işlemleri sonucunda yapılan doğruluk analizi işlemlerinde genel doğruluk değerlerini % 90.24-72.76 aralığında, genel Kappa istatistik değerlerini ise 0.6146-0.8738 aralığında tespit etmişlerdir. Göl alanının 20 yıl içerisinde sürekli değişime uğradığını ve 2006 yılında tamamen kurduğunu gözlemlemişlerdir. Göl alanında meydana gelen değişimlerin iklim parametrelerine bağlı olup olmadığı ise, temin edilen sıcaklık, yağış ve buharlaşma parametrelerinin sınıflandırma sonuçları ile karşılaştırılmasıyla ortaya konulmuştur.

Erener ve Yakar (2015), Konya ili sınırlarındaki Meke Gölünün zamansal ve mekânsal değişimini çok zamanlı uydu görüntüleri ve entegreli olarak CBS kullanımı ile belirlemişlerdir. Çalışmada 1987, 2000 ve 2009 yıllarına ait Landsat uydu görüntülerinde yapmış oldukları değişim algoritmaları ile göl sınırındaki değişimleri tespit etmişlerdir. Bu algoritmada öncelikle uydu görüntüleri sınıflandırılmış, değişimlerin tespiti için görüntüler arasındaki çapraz farklar gözlemlenmiştir. Yirmi iki yıllık süreçteki değişimlerin tipi, hızı ve dokusu nitel olarak değişim matrisleri ile elde edilirken, nicel olarak ise mekânsal değişim haritaları oluşturulmuştur. Meke gölü su seviyesinde 22 yıl içerisinde % 14.5 oranında azalma olduğu gözlemlenmiştir.

Rokni vd. (2015), normalde, yüzey sularının değişiklikleri algılamak için, su özelliklerinin çok zamanlı uydu verileri kullanılarak ayrı ayrı çıkartıldığı ve sonra analiz edilerek değişimleri belirlemek için karşılaştırıldıklarını belirtmişlerdir. Yürütmüş oldukları çalışma ile yüzeysel su değişimini belirlemek için piksel bazlı görüntü birleştirme ve görüntü sınıflandırma teknikleri entegrasyonuna dayalı bir yaklaşım geliştirmişlerdir. Önerilen yaklaşım yüksek doğruluk sonuçlarına sahip olduğu gibi, aynı zamanda değişen alanları ortaya çıkarma ve pansharpened çok bantlı görüntü üretme avantajlarına sahiptir. Bunu yaparken, modifiye edilmiş IHS, yüksek geçirgen filtre, gram schmidt ve dalgacık-PC içeren değişik birleştirme teknikleri çok zamanlı Landsat ETM+ (2000) ve TM (2010) görüntülerini birleştirerek incelenmiştir. Değişim tespiti için birleştirilmiş uydu görüntülerinin uygunlukları kenar algılama, görsel yorumlama ve kantitatif analiz yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Daha sonra yapay sinir ağları, destek vektör makinesi ve maksimum olabilirlik teknikleri, belirginleşen değişiklikleri haritalamak ve ortaya çıkarmak için uygulanmıştır. Ayrıca önerilen yaklaşımın uygunluğu, görüntü farkı, temel bileşenler analizi, sınıflandırılmış görüntülerin kıyaslanması gibi yüzey su değişimleri için yaygın şekilde kullanılan yöntemlerle karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Karabulut (2015), Adana ilindeki Göksu Deltası sulak alanlarının birer parçası niteliğinde olan göl alanlarında tarihsel süreç içerisinde meydana gelen doğal ve doğal olmayan değişimleri araştırmıştır. Değişimlerin hızı, yönü, lokasyonları ve trendlerini analiz ederek, gelecekteki eğilimlerine dair çıkarımlarda bulunmuştur. Çalışmada kontrolsüz sınıflandırma, NNDWI ve NDWI gibi görüntü işleme tekniklerini, 1984 ve 1990 yıllarına ait 6 yıllık dönem ile 1990-2000 ve 2010 yıllarına ait 10'ar yıllık periyotlarda meydana gelen değişimleri Landsat TM ve ETM uydu görüntüleri üzerinden gerçekleştirmiştir. Sonuçta 1984-2011 yılları arasında arazi göl yüzey alanlarında önemli değişim ve varyasyonların gerçekleştiğini ortaya koymuştur. Ayrıca NNDWI tekniğinin diğer indislerle birlikte kullanışlı olduğunu da tespit etmiştir.

Butt vd. (2015), havzada yer alan hidrolojik ve ekolojik süreçlerin belirlenmesi ve bir yönetim stratejisinin geliştirilmesi için geçmiş ve mevcut arazi örtüsü / arazi kullanım parametrelerinin doğru bir şekilde ölçülmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Yürüttükleri çalışma ile sırasıyla 1992 ve 2012 yıllarına ait Landsat 5 ve Spot 5 çok bantlı uydu görüntülerini kullanarak Pakistan'ın Simly havzasındaki arazi örtüsü/arazi kullanımı değişimlerini Erdas programında denetimli sınıflandırma-

maksimum likelihood algoritmasını kullanarak tespit etmişlerdir. Havza tarım, çıplak toprak / kayalar, yerleşimler, bitki örtüsü ve su olmak üzere beş büyük arazi örtüsü / kullanımı sınıfına ayrılmıştır. Üretilen haritalar ArcGIS 10 yazılımında üst üste bindirilerek analiz edildiğinde su alanlarının % 38.2 ve bitki örtülü alanların % 74.3 oranında daraldığı tespit edilmiştir.

Uzun (2016), Marmara Bölgesi'nin doğusundaki Sapanca Gölü kıyıları ve yakın çevresindeki jeomorfolojik birimlerle mekan-kıyı kullanımı unsurları arasındaki ilişkiyi, coğrafi bakış açısı, yöntemleri ve CBS teknikleri ile incelemiştir. Çalışma sonucunda alanda jeomorfolojik birimleri meydana getiren dağlık alanlar, plato sahaları, ova ve alüvyal alanlar, vadiler, birikinti koni ve yelpazeleri, sazlık bataklık alanlarda; yerleşim alanları, tarım alanları, orman alanları, çalılık-fundalık ve otlak alanlar gibi mekan kullanım birimlerinin etkileşim halinde olduğunu gözlemlemiştir. Jeomorfolojik birimlerin bazı alanlarda yoğun beşeri kullanıma maruz kalmış olduğunu, bazı alanların bir kısmının korunmuş, bazı alanlarda ise mekandan yanlış yararlanılmış olduğunu tespit etmiştir.

Wubie vd. (2016), Kuzey batı Etiyopya'nın Tana gölü havzasındaki Gumara bölgesinde 48 yıllık arazi kullanımı/örtüsü değişimlerini incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışma alanının CBS tabanlı arazi örtüsü haritalarının üretilmesinde hava fotoğrafı (1957 ve 1985) ve çok bantlı Spot5 (2005) uydu görüntüsü verilerinden faydalanılmıştır. Sosyo-ekonomik etütler, odak grup görüşmesi ve arazi gözlemi, arazi kullanımı/örtüsü dinamiklerinin nedenleri ve etkilerini belirlemek için kullanılmıştır. Sonuçlar ekili alanlar ile yerleşim alanlarının % 21.99 oranında büyüdüğünü göstermiştir. Orman alanları, fundalık alanlar, çayır alanları ve sulak alanlarda analiz dönemi boyunca sırasıyla % 85.30, % 91.39, % 76.15 ve % 72.54 azalma olduğu tespit edilmiştir. Nüfus baskısı, yakacak odun ve inşaat malzemesi, tarımsal büyüme ve politik ve kullanım hakkındaki güvensizlikler arazi kullanımı/örtüsü değişiminin arkasında yatan temel itici güçler olarak tespit edilmiştir. Arazi kullanımındaki değişimlerin yoksulluk ve çevresel bozunuma neden olduğunu ve yönetimde yerel halkın katılımı ile açık erişim kaynaklı yönetim stratejileri geliştirilmesi gerektiğini bildirmişlerdir. Ayrıca özel amaçlar için uygun arazilerin tespit edilerek uygun arazi kullanım planlamalarının yapılması gerekliliği vurgulanmıştır.

Soyaslan ve Hepdeniz (2016), coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama teknolojilerini kullanarak Burdur ili arazi kullanımının zamansal değişimini analiz

etmişlerdir. Bu amaçla 1972 yılına ait Landsat MMS ve 2014 yılına ait Landsat 8 uydu görüntülerinden yararlanılmışlar ve sonuçların doğruluğunun arttırılması amacıyla görüntü zenginleştirme ve görüntü sınıflandırma algoritmalarını uygulamışlardır. Yapılan sınıflandırma ile çalışma alanını 5 farklı sınıfa ayırt etmişlerdir. Çalışma sonucunda 1972 yılından 2014 yılına kadar su alanlarının % 0.88, orman alanlarının % 2.41 ve boş arazilerin % 12.91 oranında azaldığını, buna karşılık sulu tarım alanlarının %3.90 ve kuru tarım alanlarının ise % 12.30 oranında arttığını tespit etmişlerdir. Özellikle su alanlarında tespit edilen azalmanın Burdur Gölü su seviyesindeki ve dolayısıyla göl alanlarındaki azalmayı desteklediğini vurgulamışlardır.

Shodimu (2016), Doğu Kanada'nın New Brunswick' deki en büyük tatlı su yaşam alanlarından Saint John nehrinin önemli parçalarından biri olan Grand Gölünde arazi örtüsündeki değişimin konumsal analizi üzerine çalışmıştır. Çalışmada uzaktan algılanmış görüntüler sınıflandırılarak 20 yıllık bir dönem içerisinde arazi kullanımı ve örtüsündeki değişim tespit edilmiş ve ayrıntılı mekânsal bir envanter oluşturulmuştur. Sonuçlar sürdürülebilir çevreyle ilgili hizmetler için gerekli olan temel altlıkların oluşturulmasında uzaktan algılama teknolojisinin etkinliğini ve esnekliğini ortaya koymuştur. Çalışmada 1990'dan 2001 yılına kadar sulak alanlarda % 38 azalma, 2001 ile 2013 yılları arasında ise % 68' lik bir artış olduğu tespit edilmiştir.

Hossen ve Negm (2016), uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemlerini kullanarak Mısırın en büyük doğal gölü olan Manzala Gölündeki değişimin tespiti üzerine bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmalarında Landsat TM (1984), Landsat ETM+ (1998) ve OLI/TIRS (2015) görüntülerinden faydalanmışlardır. Kontrollü sınıflandırma yöntemi ile yapılan tespitler sonucu göldeki su hacminin % 57.06 azaldığını, yüzen bitki örtüsü ve adacıkların alanının ise aynı oranda arttığını tespit etmişlerdir. Yüzen bitki artışına göle tarım ve belediye atıklarının deşarj edilmesinin sebep olduğunu belirtmişlerdir. Gelecek 15 yıl içerisinde ise göldeki su hacminin % 84.67 oranında azalacağını tahmin etmişlerdir.

Özcan vd. (2017), Güneydoğu Anadolu Bölgesinin agro-meteorolojik yönlerinin Atatürk Barajı'na zamansal ve mekânsal olarak etkilerini araştıran bir çalışma yürütmüşlerdir. Atatürk Baraj Gölü'ndeki su rezerv değişiklikleri nedeniyle meydana gelen değişim ve çevresel etkileri, 1984-2011 yıllarına ait meteorolojik veri setlerini ve Landsat uydu görüntülerini kullanarak belirlemiş ve

değerlendirmişlerdir. Zaman serileri üç farklı dönem boyunca ele alınmıştır. Baraj inşaatı dönemi çalışmanın ilk bölümünü oluşturmuştur. 1984-1992 yılları arasında özellikle Atatürk Baraj Gölü ve çevresindeki tarla alanlarında arazi örtüsü/kullanım değişiklikleri tespit edilmiştir. İkinci periyot, 1992 yılında rezervuar dolumunun tamamlanmasından sonraki 10 yıllık süreyi kapsamaktadır. Bu dönemde, Landsat ve meteorolojik zaman analizleri, Atatürk Baraj Gölünün seçilen sulanan tarım arazilerine etkisini değerlendirmek üzere incelenmiştir. 2002'den 2011'e kadar olan son 9 yıllık dönemde, değişen iklim faktörleri altında mevsimsel su rezervi değişiklikleri ve sulanan ovalar arasındaki değişiklikleri incelemişlerdir. Sonuç olarak, baraj gölü nedeniyle sular altında kalan 368 km²'lik tarım alanının etkilendiği, bunun yanında 1984-2011 döneminde Harran Ovası'nda sulanan tarım alanlarının % 56.3 oranında arttığı tespit edilmiştir.

Hossen ve Negm (2017), Mısır'da, Nil Deltası'nın kuzeybatı kesiminde yer alan Edku Gölü su kütlesinin sürdürülebilirliğini uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri tekniklerini kullanarak tespit etmek üzere bir çalışma yürütmüşlerdir. Edku Gölü'nün kaynağını Kom Belag ve Bersik drenaj suları ile deniz suyundan sağladığını belirtmişlerdir. Gölün su kütlesindeki değişimlerin tespit edilmesi amacıyla farklı sınıflandırma teknikleri kullanmışlar ve sonuçta maksimum likelihood sınıflandırma tekniğinin en doğru sonuçları verdiğini belirlemişlerdir. Bu tekniği sırasıyla 1984, 1990, 1998, 2003 ve 2015 yıllarına ait Landsat TM, ETM+ ve OLI/TIRS uydu verileri üzerinde uygulamışlardır. Sonuçlar 1984'den 2015 yılına kadar olan dönemde göldeki su kütlesinin azaldığını ortaya koymuştur. Görüntülerden elde edilen veriler istatistiksel modeller kullanılarak değerlendirilmiş ve gelecekteki durum hakkında tahminler üretilmiştir. Buna göre, gölün sürdürülebilirliğinin mümkün olmayacağı ve 2030 yılında gölün su kütlesinin iyice azalacağı ortaya konulmuştur.

Mao vd. (2018), hızlı kentleşmeye bağlı olarak Çin'deki sulak alanların kaybı üzerine bir çalışma yürütmüşlerdir. Sorunu değerlendirebilmek için, kentleşmeye bağlı sulak alan kaybının mekansal kapsamının ölçülmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Çin Ulusal Arazi Örtüsü Veri Tabanına dayanarak 1990'dan 2010'a kadar kentleşme nedeniyle Çin'deki sulak alan kaybının miktarını tespit etmeye çalışmışlardır. Sonuçlar, 20 yıl boyunca Çin'in 2.883 km² sulak alanını kent genişlemesine bağlı olarak kaybettiğini ve bunun yaklaşık 2.394 km²'nin doğu bölgelerinde (Kuzeydoğu Çin, Kuzey Çin, Güneydoğu Çin ve Güney Çin) gerçekleştiğini göstermiştir. Kentleşme kaynaklı sulak alan kaybı oranının, 1990 ve

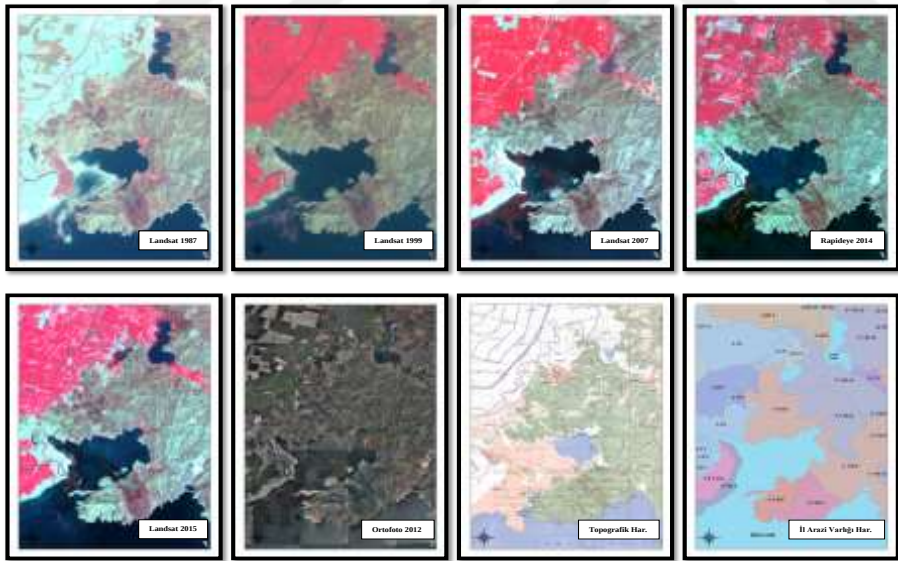
2000 ($75 \text{ km}^2 \text{ yıl}^{-1}$) yıllarına göre 2000 ve 2010 ($213 \text{ km}^2 \text{ yıl}^{-1}$) arasında 2.8 kat daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Son yıllarda sulak alanların korunmasına yönelik büyük çabalar sarf edilmesine rağmen, ülkenin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşması için daha fazla sulak alanın kentleşmeyle ortadan kaldırılmasının önüne geçilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Aksoy vd. (2019), Burdur göller bölgesinde sulak alanların yönetimi kapsamında su indekslerinin uzaktan algılama ile tespit edilmesi üzerine bir çalışma yürütmüşlerdir. Bölgedeki göllerin su oranlarında azalma olduğunu ve tuzluluk oranında artış meydana geldiğini belirtmişlerdir. Çalışmalarında uzaktan algılama verilerinden yararlanarak Burdur, Yarıklı, Eğirdir ve Beyşehir göllerinde meydana gelen zamansal değişimi 2013 ve 2018 yıllarına ait uydu görüntülerini kullanarak haritalamayı amaçlamışlardır. Çalışmalarında materyal olarak Landsat 8 uydu görüntüleri, QGIS 3 ve ArcGIS 10.5 yazılımlarından faydalanmışlardır. Kullanmış oldukları normalize edilmiş su indeksinin (NDWI) su kütlesinin haritalanmasında en uygun yöntem olduğunu belirtmişler ve bu analize ek olarak sulak alanlardaki su çekilmelerinin tespitinde zamansal değişim analizlerinden yararlanmışlardır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışma, Aydın il sınırları içerisinde yer alan Azap ve bir kısmı ise Muğla ili sınırlarında bulunan Bafa Göllerinin yakın çevresini içerisine alacak şekilde tespit edilmiş alan üzerinde yürütülmüştür. Çalışmada temel kartografik materyal olarak; 1987 (5TM), 1999, 2007 (ETM) ve 2015 (8OLI) tarihli Landsat, 2014 tarihli Rapideye uydu görüntüleri, 2010 tarihli ortofoto görüntüler, 1/25.000 ölçekli standart topografik haritalar ve 1/100.000 ölçekte hazırlanmış Aydın ve Muğla illerine ait sayısal İl Arazi Varlığı haritalarından faydalanılmıştır (Şekil 3.1). Çalışma alanındaki genel durumun ortaya konulması amacıyla belirli lokasyonlardan alınan su ve toprak örnekleri de materyal olarak kullanılmıştır.



Şekil 3.1 Çalışmada Kullanılan Temel Kartografik Materyaller

Yardımcı materyal olarak ise; alana ait jeolojik haritalar, iklim verileri ve alanda diğer bilim dallarının daha önce yapmış olduğu çalışmalardan faydalanılmıştır.

Raster formattaki uydu görüntülerinin işlenmesi (proses edilmesi) ve değerlendirmelerinin yapılması aşamasında ERDAS Imagine Professional 8.7, vektörel formattaki verilerle ilgili çalışmalar aşamasında ise ArcGIS 9.3 yazılımlarından yararlanılmıştır.

Çalışmada Landsat uydu görüntülerine göre yersel çözünürlüğü daha yüksek olan Rapideye uydu görüntüsü değişim tespit çalışmalarındaki alansal doğruluğu daha iyi tespit edebilmek adına temin edilmiştir. Rapideye, MacDonald Dewittwiller & Associates (MDA) tarafından Alman firması Rapideye AG. için tasarlanan ticari amaçlı bir uydudur. Rapideye uydusunun dünya yörüngesinde beş gözlem uydusu bulunmakta olup bu uydular takım halinde çalışmaktadırlar. Bu takım sistemi, günde 4 milyon km² gibi olağanüstü bir miktarda görüntü tarayarak toplamakta ve aynı noktayı günaşırı yeniden görüntüleyebilmektedir. Uydu üzerinde bulunan Red-Edge Bandı, ticari olarak ilk kez bir uydu üzerinde bulunan bir bant aralığıdır. Bu bant aralığı, klorofil içeriği içindeki değişimlere karşı hassastır. Yapılan çalışmalar bu bandın vejetasyon sağlığının izlenmesi, biokütle içindeki protein ve nitrojen içeriğinin ölçülmesi ve ürün ayrımının daha rahat yapılabilmesine olanak sağladığını göstermektedir (Yılmaz, 2011).

Rapideye uydusu temel ürün, geometrik düzeltmeli ürün ve ortorektifiye edilmiş ürün olmak üzere 3 seviyede satışı sunulmaktadır. Çalışma kapsamında Rapideye ortorektifiye edilmiş ürünün (Level 3A) temini gerçekleştirilmiştir. Bu üründe radyometrik, sensör ve geometrik düzeltmeler veriye uygulanmıştır. Veriler yer kontrol noktaları ve DTED Level 1 SRTM veya daha iyi bir sayısal yükseklik modeli ile ortorektifiye edilmiş durumdadır. Verilerin 12.7 m. CE90'da doğruluk özelliği olup elde edilen iyi doğruluk 1:25.000 NMAS standartlarını karşılamaktadır. Veri, Geotif formatında, meta dosyaları ile birlikte ve piksel boyutu 5 m olarak sunulmaktadır. Radyometrik çözünürlüğü ise 16 bit'tir. Uydu görüntüsüne ait genel özellikler Çizelge 3.1' de verilmiştir.

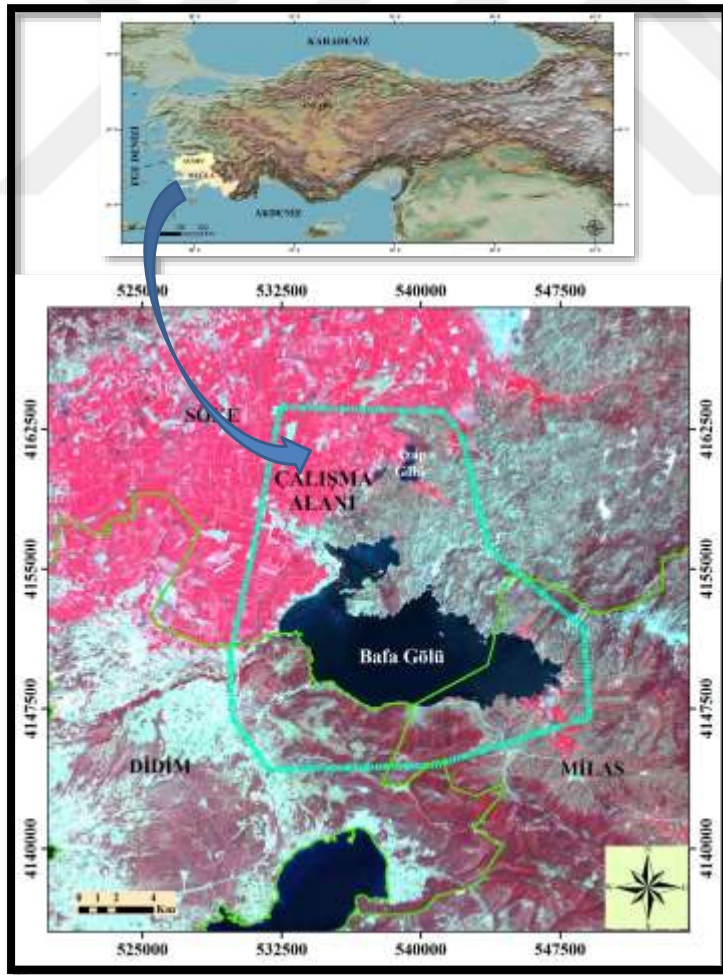
Çizelge 3.1 Rapideye Uydu Görüntüsünün Özellikleri (Anonim, 2016c)

Fırlatma Tarihi	2007
Uydu Ömrü	7 Yıl
Uydu Sayısı	5
Yörünge Yüksekliği	620 km
Ekvator Geçiş Zamanı	11:00 am
Yersel Çözünürlük	6.5 m
Piksel Boyutu	5 m
Çerçeve Genişliği	77 km
Uydu Üzerindeki Veri Saklama Kapasitesi	1500 km
Yeniden Geçiş Zamanı	5.5 gün
Görüntü Çekme Kapasitesi	4 milyon km ² / gün
Dinamik Aralığı	12 bit

3.1.1. Çalışma Alanına Ait Bilgiler

3.1.1.1. Coğrafi konum

Çalışma alanı, Muğla İli Milas ve Aydın İli Söke ve Didim ilçe sınırları içerisinde $37^{\circ}26'32''$ - $37^{\circ}37'15''$ kuzey enlemleri ile $27^{\circ}20'10''$ - $27^{\circ}33'25''$ doğu boylamları arasında yer almaktadır. Çalışma alanı toplam 27.850 ha alan kaplamaktadır. Denizden yüksekliği 5 ile 700 metreler arasında değişmektedir. Kuzeyinde Söke Ovası, güneyinde Didim ve Milas, batısında Didim ve Söke, doğusunda ise Milas ve Söke ilçeleri yer almaktadır. Muğla İl merkezine 116 km, Aydın İl merkezine 157 km mesafededir. (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Çalışma Alanının Coğrafi Konumu

3.1.1.2. İklim

Aydın ve Muğla İlleri iklim özellikleri bakımından Akdeniz iklim tipine girmektedir. Akdeniz iklim tipinin tipik özelliği olan yazların sıcak ve kurak, kışların ılık ve yağışlı geçmesi bu iki il için de geçerlidir. Muğla İli'nin iç kesimlerinde Aydın İli'nden farklı olarak karasal iklim özellikleri görülmektedir.

Meteorolojik veriler değerlendirildiğinde iki ilde de sıcaklık artışı Ocak ayından itibaren artış göstermekte ve Temmuz ayında en yüksek değere ulaşmaktadır. Ağustos ayından itibaren sıcaklık değerlerinde azalış gözlenmektedir. Yağış miktarı en fazla Aralık- Ocak aylarında görülürken, en düşük yağışlar ise Temmuz- Ağustos aylarında düşmektedir. Kış mevsiminde sağanak şeklinde düşen yağışlar taşkınlara sebep olmaktadır (Çizelge 3.2).

3.1.1.3. Ekoloji

Bafa ve Azap Gölleri ve çevresinde iklim özelliklerine de bağlı olarak Akdeniz bitki örtüsü hakim olarak gözlenmektedir. Göl çevreleri özellikle sazlar, söğütler, ılgınlar, zeytinlik ve çam ormanları ile kaplıdır. Göllerin yakınındaki tarım alanlarında yetiştirilen başlıca tarım ürünleri zeytin, pamuk ve mısır bitkisidir. Yapılan çalışmalarla yaklaşık 2000 yaşında olan ve ülkemizin bilinen en yaşlı zeytin ağacının Bafa gölü kenarında yaşadığı tespit edilmiştir. Ayrıca Bafa Gölü çevresinde yaklaşık 20 tür orkide bulunmakta ve 500 farklı bitki çeşidinin yine göl çevresinde yer aldığı söylenmektedir. Bunlardan bazıları; adaçayı, İzmir kekiği, kara kekik, lavanta ve tıbbi papatyadır. Yenilebilir otlardan bazıları ise iğnelik, tavukgöğsü, sirken, şevketi bostan, kuşkonmaz, turp otu, radika ve sarmaşıktır (Anonim, 2016d)

Bafa Gölü bünyesinde çok sayıda kuş türünü ve balık türünü barındırmaktadır. 2003 yılı kış ortası kuş sayımında 200.000'den fazla su kuşunun Bafa gölünde konakladığı belirlenmiştir (Kocalar, 2014). 2012 Kış Ortası Su Kuşu Sayımlarında ise 78.101 adet kuş sayımı yapılmıştır (Anonim, 2015a). Tepeli Pelikan, Flamingo, Akkuyruklu Kartal, Kaşıkçı Kuşu, Beyaz Leylek, Saz Delicesi, Yalı Çapkını, Alaca Yalı Çapkını, Üveyik, Kuyruksallayan, Ağaçkakan, Angıt, Keklik, Kumru bölgenin bazı kuş türleridir (Anonim, 2016e). Bunların dışında dünya çapında nesli tükenmek üzere olan Cüce Karabatak ve Deniz Kartalı kuşları da bölgede yaşayan kuşlardır.

Çizelge 3.2 Aydın ve Muğla İllerine Ait Ortalama İklim Değerleri (DMİ, 2017)

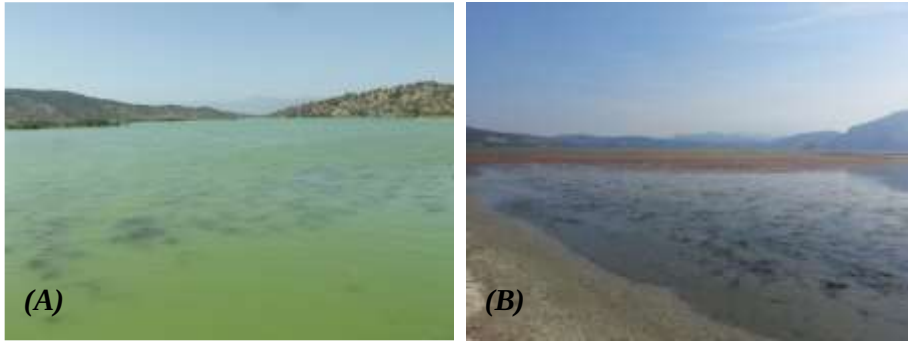
AYDIN (1940-2016)	Rasat (Yıl)	AYLAR												
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yıllık
Ort. Sıcaklık (°C)	76	8.2	9.3	11.7	15.9	20.9	25.8	28.4	27.6	23.5	18.4	13.4	9.5	17.7
Ort. Yüksek Sıcaklık	76	13.0	14.7	17.8	22.6	28.1	33.3	36.1	35.7	32.0	26.2	19.8	14.4	24.5
Ort. Düşük Sıcaklık	76	4.3	5.0	6.6	10.0	14.2	18.1	20.4	20.2	16.6	12.7	8.8	5.6	11.9
Ort. Güneşlenme Süresi (saat)	76	4.1	4.4	5.5	6.5	8.4	10.2	10.5	10.2	8.5	6.5	4.4	4.0	83.2
Ort. Yağışlı Gün	76	12.6	10.3	9.5	8.4	6.2	2.4	0.7	0.5	2.0	5.6	8.2	13.0	79.4
Ort. Toplam Yağış	76	115.1	94.5	70.3	48.8	35.1	13.6	3.8	2.2	12.8	44.0	82.6	122.3	645.1

MUĞLA (1926-2016)	Rasat (Yıl)	AYLAR												
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yıllık
Ort. Sıcaklık (°C)	90	5.5	6.1	8.4	12.6	17.6	22.8	26.2	26.0	21.6	16.0	10.7	7.0	15
Ort. Yüksek Sıc. (°C)	90	9.8	10.8	14.1	18.7	24.2	29.5	33.3	33.4	29.1	23.1	16.7	11.5	21.2
Ort. Düşük Sıc. (°C)	90	1.6	1.9	3.5	7.0	11.4	16.1	19.6	19.6	15.2	10.3	5.9	3.2	9.6
Ort. Güneşlenme Süresi (saat)	90	3.4	4.4	6.6	7.3	8.5	10.5	11.3	11.1	9.4	7.1	5.6	3.3	88.5
Ort. Yağışlı Gün	90	15.2	12.7	10.7	8.9	7.5	3.4	1.6	1.3	2.6	6.4	9.8	14.9	95.0
Ort. Toplam Yağış	90	240.8	180.3	124.5	64.7	49.6	21.4	8.5	8.2	19.2	72.5	138.3	266.6	1194.6

Bafa Gölünde kaydedilen balık türleri ise, *Anguilla anguilla* (yılan balığı), *Atherina boyeri* (gümüş balığı), *Dicentrarchus labrax* (levrek), *Diplodus sargus*, *Liza ramada* (ceran balığı), *Mugil cephalus* (has kefal) ve *Gambusia affinis* (sivrisinek balıkları)' dir (Anonim, 1997; Tuncay vd, 2009). Buna karşın, göle dökülen nehir sularının azaltılması ve kirletilmesiyle değişen kimyasal içeriği ve azalan oksijen miktarı yüz binlerce balığın ölmesine ve ekosistemin geri dönülmez bir kavşağa sürüklenmesine neden olmuştur. Bunun dışında, gölle bağlantısı bulunan Büyük Menderes nehrinin bağlantısının gölden tamamen koparılması ve gölün çevresine kurulmuş zeytinyağı fabrikalarının atıklarının arıtılmadan göle dökülmesine göz yumulması felakete davetiye çıkarmıştır.

Azap gölü sığ ve köklü su bitkilerinin yoğun olarak bulunduğu ve besince zengin bir göl olup, yüksek biyolojik çeşitlilik barındırmaktadır. Sazlıklar bu biyolojik çeşitliliğin en önemli parçasıdır. Hem kuşlar, hem de değişik canlılar için sazlıklar hayati önem taşımaktadır (Anonim, 2014a). 2012 Kış Ortası Su Kuşu Sayımlarında Azap Gölünde; 261 Adet kuş sayımı yapılmıştır (Anonim, 2014a). Azap gölü sazlıklarında yaşayan bazı kuşlar; Sakar Meke, Bahri, Küçük Batağan, Yeşilbaş, Küçük Akbalıkcıl, Angıt, Küçük Karabatak ve Tepeli Pelikandır (Anonim, 2016f). Sazan, Kefal, Güneş balığı, Meriç sazı Azap gölünde yaşayan bazı balık türleridir. Son yıllarda Azap gölünde de kirlenmeler görülmektedir. Bazı yıllarda arazi tamamen kurumakta bazı yıllarda ise mavi-yeşil algler ve bakterilerin artmasıyla, kuş, balık ve daha birçok suda yaşayan canlıların ölümleriyle karşılaşmaktadır.

Arazi çalışmaları sırasında yaz aylarında su seviyelerindeki düşüşe bağlı olarak her iki göl alanında oksijen azalışıyla gözlemlenebilen su kirliliği tespit edilmiştir (Şekil 3.3).

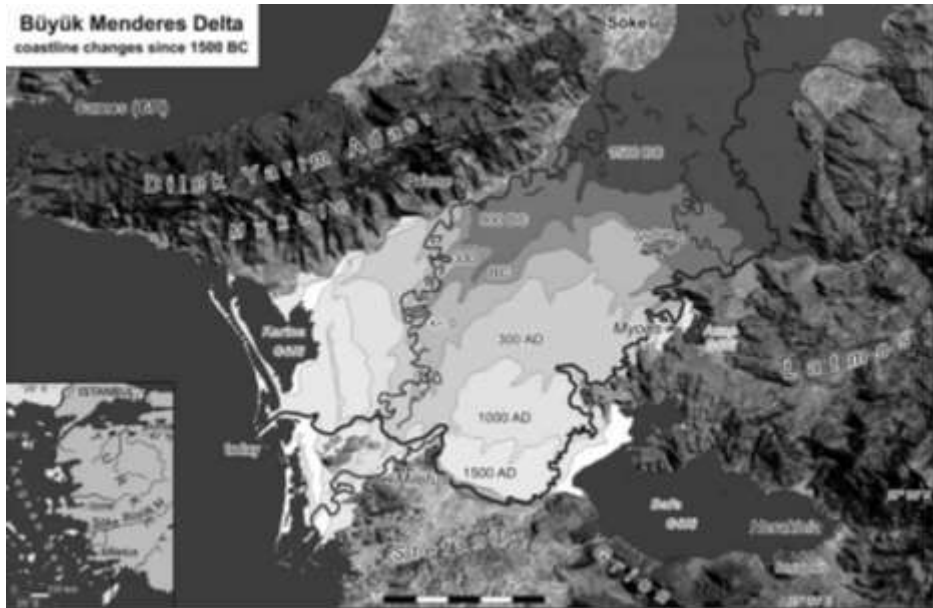


Şekil 3.3 Azap (A) ve Bafa (B) Göllerinden Genel Görünüm

3.1.1.4. Jeomorfoloji ve jeoloji

615 km uzunluğu ve yaklaşık 24.000 km² akaçlama ile Ege Denizine dökülen Büyük Menderes Nehri, Batı Anadolu'nun jeomorfolojisinin oluşumunda önemli bir yere sahiptir (Kazancı, 2011).

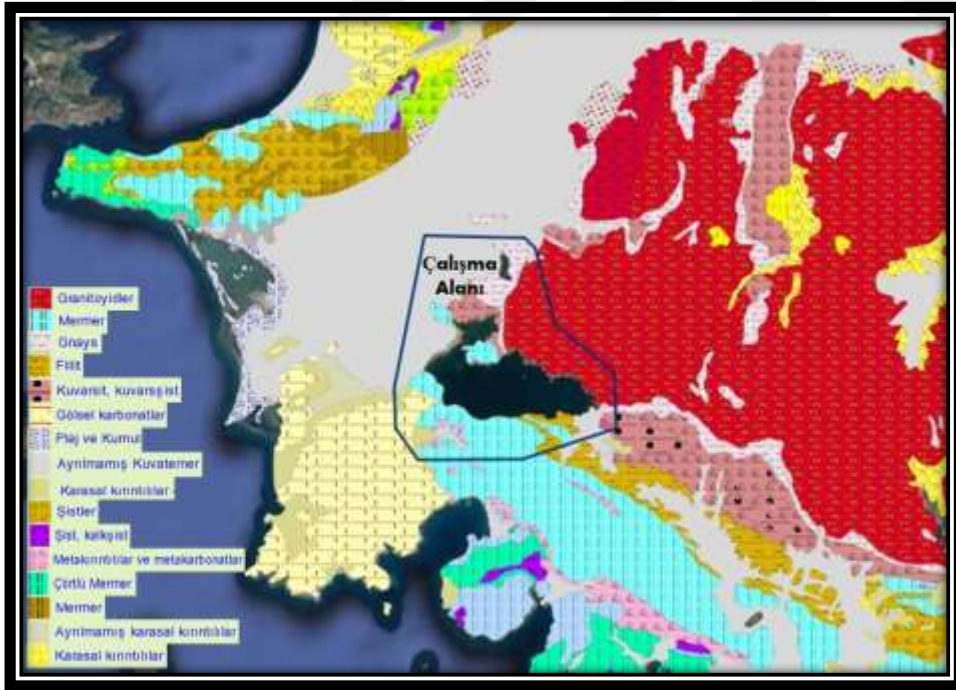
Türkiye'nin en büyük kıyusal göllerden biri olan Bafa, Büyük Menderes Nehri tarafından getirilen alüvyonlarla Latimian (Latmos) Körfezi olarak isimlendirilen koyun neredeyse tamamını doldurması sonucu oluşmuş bir set gölüdür (Müllenhoff ve ark.,2004; Hepsöğütü, 2012). Menderes nehrinin aktivitesi sonucu MS 300 yıllarında açık denizle bağlantısı tamamen kopan Azap Gölü'nün ardından MS 1500'lü yıllarda ise Bafa Gölü benzer bir durum yaşamıştır (Şekil 3.4). Her iki gölde günümüzde Menderes nehrinin taşkınları sonucunda gelen sular yanında yerüstü ve yeraltı su kaynakları tarafından beslenmektedirler. Gölleri çevreleyen yüksek arazilerdeki materyallerin ayrışması, taşınması ve biriktirilmesi sonucu oluşan kolüviyal araziler alanda görülmekle birlikte genelde ana materyalin özelliğini taşıyan yerinde oluşumun hakim olduğu görülmektedir. Benzer şekilde gölü besleyen derelerin göl haznesine ulaştığı alanlarda getirip yığılmış olduğu sedimentleri biriktirmesi sonucu oluşan alüviyal alanlarda mevcuttur.



Şekil 3.4 Büyük Menderes Deltasının İlerlemesine Ait Senaryo (Müllenhoff vd., 2004)

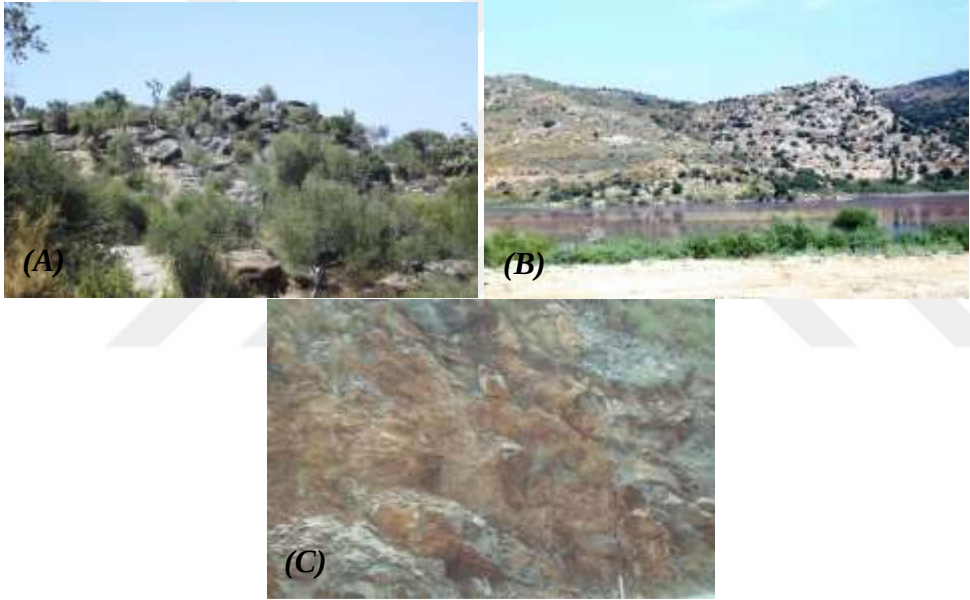
Bafa ve Azap G llerini de içerisinde bulunduran Menderes Masifi, Alpin Orojenik Kuşak içerisinde geniş alanda yüzeyleyen metamorfik bir komplekstir (Koralay vd., 2011).

Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü tarafından sunulan yerbilimleri harita görüntüleyici ve çizim editörü üzerinden çalışma alanı değerlendirildiğinde Azap Gölü  evresinin gnayslar ile kaplı olduğu ve kuzey batısında ovaya açılan kısmının ise kuvaterner kökenli alüviyal malzeme ile örtülü olduğu görülmektedir. Bafa Gölünün ise güneyinin yaygın şekilde çörtlü mermerler, kuzey ve kuzey do usunun ise granitoidler ve gnayslarla kaplı olduğu, batısında ise ayrılmamış kuvaterner olarak simgelenen Menderes Nehri tarafından biriktirilm   olan al viyaller bulunduğu görülmektedir ( ekil 3.5).



Şekil 3.5  alı ma Alanı ve  evresinin Jeoloji Haritası (MTA, 2016)

Arazi çalışmaları sırasında, oluşum açısından tektonik olarak meydana gelmiş olan çalışma alanı içerisinde metamorfik kayaç topluluklarının yaygın olduğu gözlemlenmiştir. Granit ana kayasının değişime (metamorfizmaya) uğraması sonucu oluşmuş gözlü gnayslar ve kireç taşlarının dönüşümü sonucu oluşmuş mermer formasyonları geniş alanlarda yüzlek vermektedir. Mermerlerin kalitesinin düşük olmasından dolayı stabilize malzeme için ocak şeklinde işlendiği tespit edilmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 Azap (A) ve Bafa (B) Gölleri Gnays ve Bafa (C) Mermerine Ait Görünüm

3.2. Yöntem

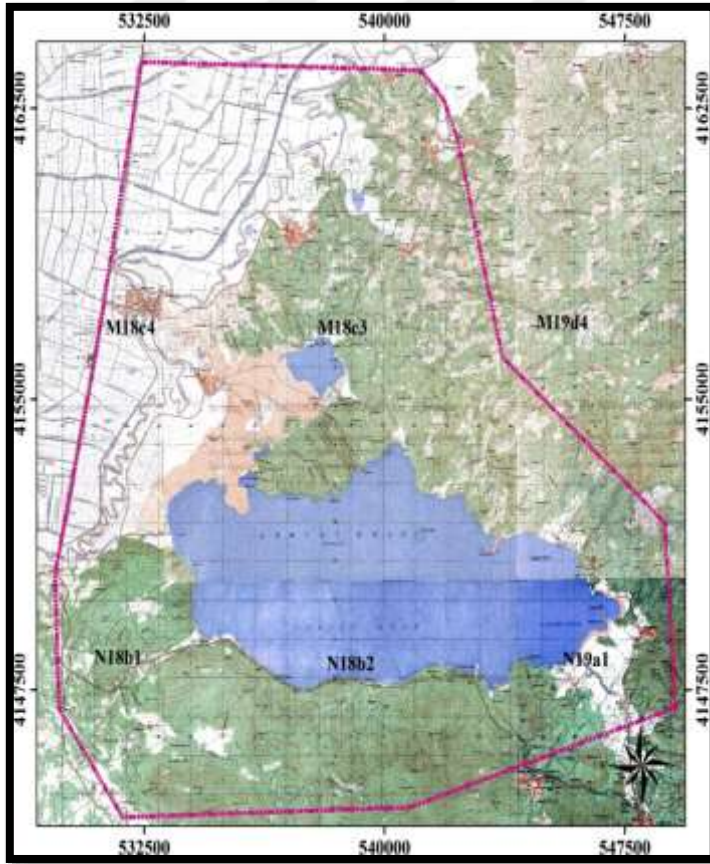
Yürütülen çalışma büro, arazi ve laboratuvar çalışmalarını bir arada içerecek şekilde düzenlenmiştir.

3.2.1. Büro Çalışmaları Aşaması

Çalışmanın temelini de oluşturacak olan ön hazırlık aşamasında, Bafa ve Azap gölleri ile çevresini kapsayan standart topografik haritalar, uydu görüntüleri, jeoloji haritaları ve alana ait kurum ve kuruluşların yapmış oldukları önceki çalışmalar temin edilmiştir.

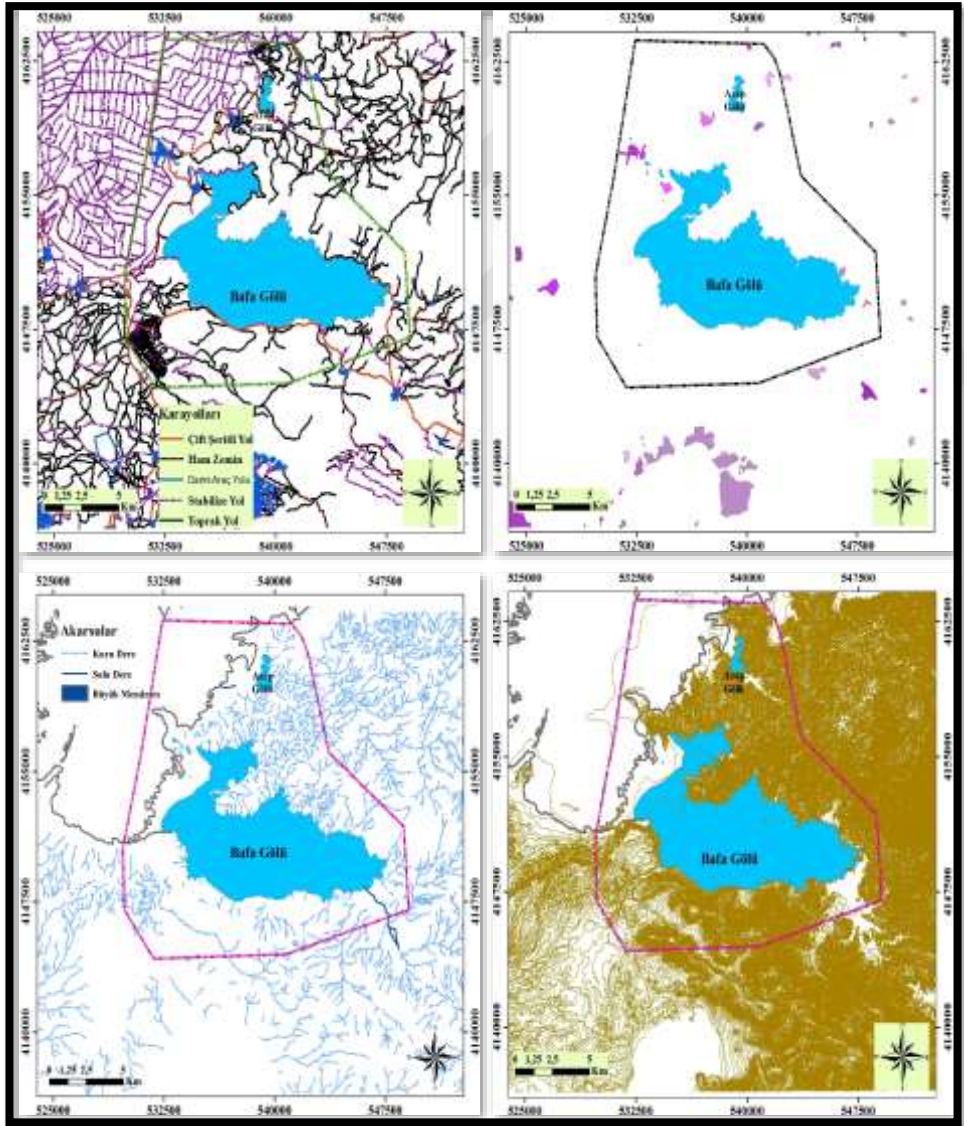
Çalışmaya altlık oluşturacak olan verilerin bilgisayar ortamına aktarılması amacıyla çalışma alanı için bir geodatabase (veri tabanı) oluşturulmuştur. Raster formattan vektörel formata dönüştürülecek tüm veriler, veri seti içerisinde tanımlanmıştır. Çalışmada kullanılacak olan uydu görüntüleri ve topografik haritalar gibi raster formattaki verilerde oluşturulan çalışma klasörü içerisine aktarılmıştır. Elde mevcut bulunan uydu görüntülerinden yararlanılarak çalışma alanının sınırları tespit edilmiştir.

Çalışma alanı 1:25.000 ölçekli topografik haritalardan M18c3-c4, M19d4, N18b1-b2, N19a1 paftaları içerisinde yer almaktadır. Arazi çalışmaları sırasında sayısallaştırılan verilerin uydu görüntüleri üzerine aktarılması ile oluşturulacak altlık haritanın üretimi için kullanılacak olan topografik haritaların UTM (Universal Transversal Mercator) projeksiyon sistemi ve WGS84 geodetic datum'a göre coğrafi düzeltmeleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7 Coğrafi Düzeltmesi Yapılmış Topografik Haritalar

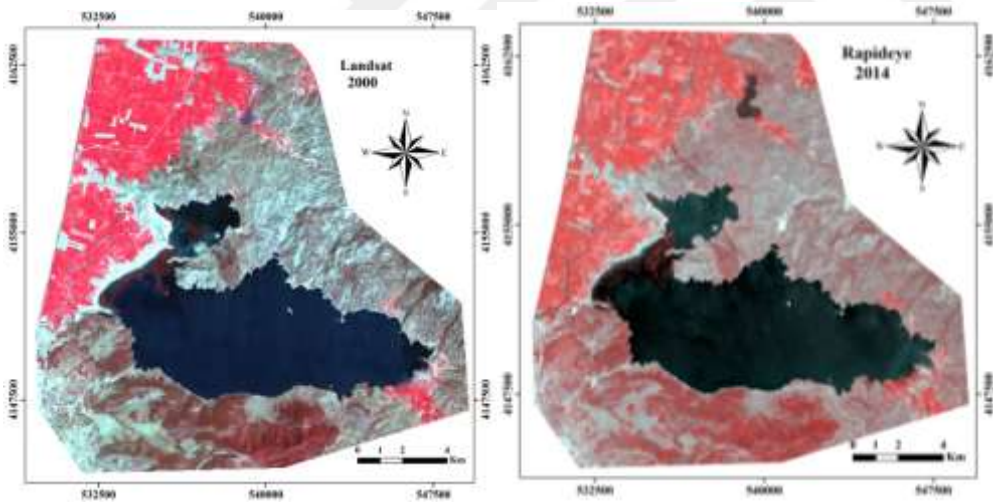
Daha sonra raster formatta bilgisayara aktarılan topografik haritalar üzerinden ArcGIS programı yardımıyla yol, yerleşim alanları, akarsu, eşyüksekti eğrileri gibi veriler bilgisayar ekranı üzerinden manuel olarak sayısallaştırılarak vektörel formata dönüştürülmüşlerdir (Şekil 3.8). Vektörel formata dönüştürülmüş bu verilerden özellikle sayısallaştırılmış eş yüksekti eğrileri kullanılarak çalışma alanına ait yükseklik, eğim bakı ve kabartma haritaları elde edilmiştir.



Şekil 3.8 Vektörel Formata Dönüştürülmüş Verilere Örnekler

Sayısal olarak temin edilen toprak haritaları üzerinden alan içerisindeki büyük toprak grupları, arazi kullanım kabiliyet sınıfları ve şu anki arazi kullanım türleri gibi veri tabanı içerisinde yer alan bilgilerden yararlanılarak tematik haritaların üretilmesi sağlanmış ve sonuçlar alansal bazda değerlendirilmiştir.

Raster formattaki uydu görüntüleri ise, çalışma alanına ait sınırlar kullanılarak oluşturulmuş olan ilgi alanı (AOI) dikkate alınarak Erdas 8.7 programıyla kesilmiştir (Şekil 3.9). Elde edilen görüntülerde histogram değerlerinin azalması sonucu görüntülerin yorumlanması ve uygulanacak olan işlemlerin (proseslerin) hızı ve doğruluğu arttırılmıştır. Mevcut uydu görüntüleri üzerinden arazi kullanımlarında ve göl haznesinde olan zamansal değişimin tespiti için gerekli olan sınıflandırma ve analizler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.9 Kesilmiş Uydu Görüntülerine Örnekler

Arazideki örneklemelere ait koordinat bilgileri ve analizlerden elde edilen verilerin tamamı bilgi sistemine aktarılmıştır. Tüm verilerin elde edilmesinden sonra, 1987 yılından günümüze kadar bölgede ne tür doğal ve yapay değişikliklerin gerçekleştiği görsel ve rakamsal veriler ile hazırlanarak ortaya konulmaya çalışılmıştır.

3.2.2. Arazi Çalışmaları Aşaması

Önceki çalışmalardan elde edilmiş olan bilgiler ışığında ön arazi ve örnekleme amaçlı arazi çalışması şeklinde iki dönem arazi çıkışı gerçekleştirilmiştir. Ön arazi çalışması Büyük Menderes nehrinin taşkınları sonucunda özellikle Azap göl haznesindeki değişimin tespit edilmesi amacıyla Mart ayında planlanmıştır. İkinci arazi çalışması ise Eylül-Ekim ayları arasında gerçekleştirilmiştir.

Mart ayındaki arazi çalışması sırasında batı kısmından tarımsal faaliyetlerin gerçekleştirildiği alanlara açılan Bafa Gölünün yaklaşık 1.5 km mesafedeki nehir yatağı ile taşkın sonucu birleştiği, göl kodunun yükseldiği alanlarda yaz dönemi tarım yapılabilen arazilerin suyun 250 m’lik ilerleyişi ile sular altında kaldıkları gözlemlenmiştir (Şekil 3.10).



Şekil 3.10 Bafa Gölü’nde Taşkın (sol) ve Sonrasına (sağ) Ait Görünüm

Bafa gölünün aksine kod seviyesinde artışa sahip olmayan Azap Gölünün, ova içerisinden yaklaşık 2.5 km mesafede yer alan Menderes nehri ile taşkın sonucu tamamen birleştiği ve tarım yapılan arazilerin, göl güzergahındaki Avşar köyünde hayvan barınakları ve mezarlık arazinin sular altında kaldığı tespit edilmiştir. Su yükselişinin yaklaşık 1.5-2 m civarında olduğu fotoğraflardan da rahatlıkla anlaşılabilmektedir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11 Azap Gölü'nde Taşkın (sol) ve Sonrasına (sağ) Ait Görünümler

İkinci arazi çalışması, uydu görüntüleri üzerinden arazi kullanım türlerinin belirlenmesi amacıyla üretilmiş olan tematik haritalar ile altlık haritaların karşılaştırılması sonucu elde edilmiş olan görüntülerin çıktıları alınarak gerçekleştirilmiştir. Arazi gerçeği ile uyumluluğunun tespiti için arazi de uydu görüntüsü üzerinde seçilmiş olan test alanlarına gidilerek kontroller gerçekleştirilmiştir. Belirlenen noktalardan toprak ve su örneklemeleri yapılmış ve bu noktalara ait koordinat bilgileri el tipi GPS kullanılarak kayıt altına alınmıştır.

3.2.3. Laboratuvar Çalışmaları Aşaması

0-30 ve 30-60 cm derinliklerden alınan toprak örnekleri laboratuvar koşullarında hava kuru duruma gelene kadar kurutulduktan sonra 2 mm'lik elekten elenmiş, su örnekleri ise süzme işlemi tamamlandıktan sonra Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Fiziği Laboratuvarında aşağıdaki yöntemler kullanılarak analiz edilmişlerdir.

Tekstür: Toprak örneklerinin % kum, silt ve kil içerikleri ve tekstür sınıfları Bouyoucos (1951) hidrometre yöntemine göre belirlenmiştir.

Kireç: Hidroklorik asitle reaksiyona tabi tutulmuş örneklerden ortaya çıkan gaz hacimleri Scheibler kalsimetresi kullanılarak belirlenmiş ve hesaplama ile kireç içerikleri tespit edilmiştir (Soil Survey Laboratory, 2004).

Toprak reaksiyonu (pH): Toprak/Su (1/2.5) süspansiyonunda cam elektrotlu pH metre ile belirlenmiştir (Soil Survey Laboratory, 2004).

Elektriksel iletkenlik: Sature hale getirilmiş olan toprak örneklerinde kondaktivimetre aleti kullanılarak belirlenmiştir (Soil Survey Laboratory, 2004).

Organik madde: Jackson tarafından modifiye edilmiş Walkley-Black yöntemi ile yapılmıştır (Jackson, 1958).

Değişebilir katyonlar: Amonyum asetat (pH=7) ile ekstrakte edilebilir katyonlardan, kalsiyum ve magnezyum atomik absorpsiyon spektrofotometresinde, sodyum ve potasyum ise flamefotometrede okutularak belirlenmiştir (Rhoades, 1986).

Toplam azot: Mikro Kjeldahl metoduna göre tespit edilmiştir (Bremner 1965).

Yarayışlı fosfor (P_2O_5): Olsen (1982) metodu kullanılarak belirlenmiştir.

Fe, Mn, Cu, Zn: Lindsay ve Norvell (1978), taraflarından bildirildiği üzere DTPA ile ekstrakte edilebilir mikro element analizi yöntemiyle belirlenmiştir.

Bor: Azomethin- H' ın bor ile oluşturduğu kompleksteki renk intensitesinin 430 nm dalga boyunda kolorimetrik ölçülmesi esasına dayanarak belirlenmiştir (Wolf, 1974).

Alınan su örnekleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliğinde belirtilen APHA-AWWA-WPCF (1999) standart yöntemlerine göre aşağıdaki şekilde analiz edilmişlerdir.

Elektriksel İletkenlik (dS/m): Standart Metot 2510 B ye göre elektriksel iletkenlik aleti ile,

pH : Standart Metot 4500- H^+ B de belirtildiği üzere pH metre ile,

Çözünebilir Makro ve Mikro elementler: Standart Metot 3111 B de verildiği gibi Atomik Absorbsiyon spektrofotometresinde

Bor (B): Standart Metot 3125 B de belirtildiği üzere spektrofotometrik olarak belirlenmiştir.

4. BULGULAR

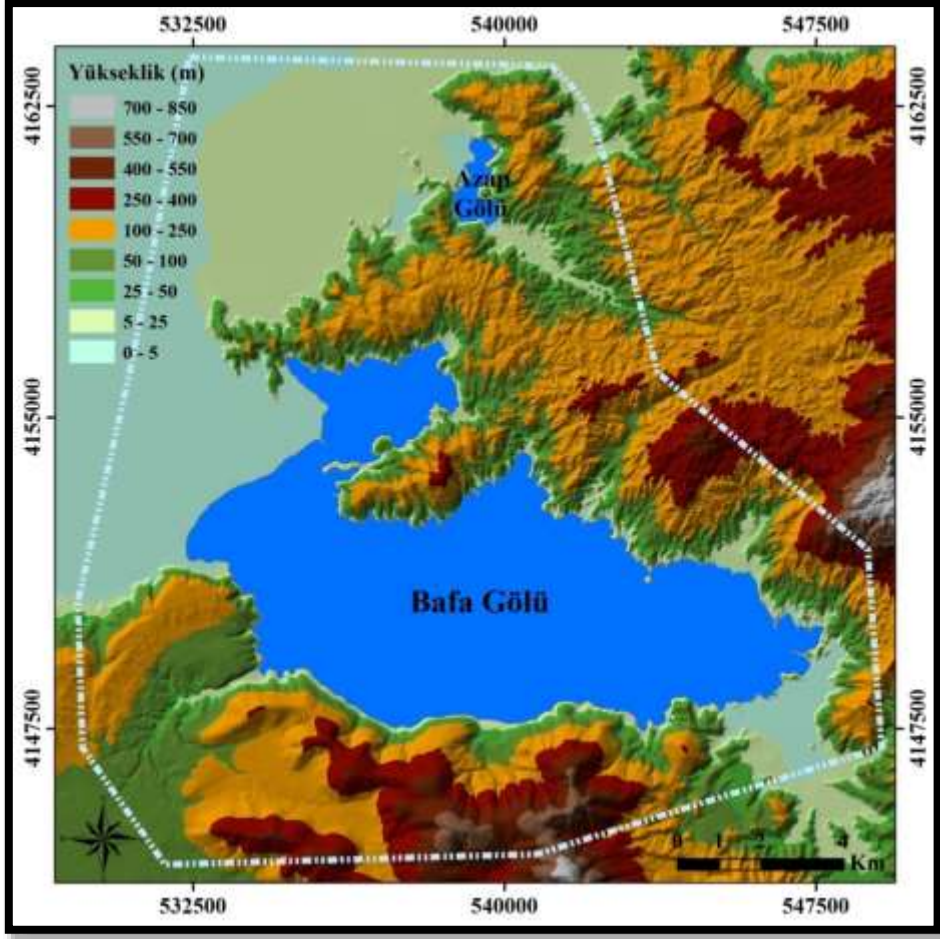
Çalışma, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama sistemlerinin bütünleşik olarak kullanılması ve arazi çalışması ile elde edilmiş olan sonuçların değerlendirilmesi şeklinde yürütülmüştür.

4.1. Coğrafi Bilgi Sistemleri Analizleri

Çalışma alanına ait 1:25.000 ölçekli standart topografik haritalar üzerinde yer alan detayların manuel olarak sayısallaştırılmaları ve veri tabanına aktarılmaları sonucu sayısal harita üretimi sağlanmıştır. Sayısallaştırılmış verilerden eş yükselti eğrilerinden yararlanılarak çalışma alanına ait TIN, eğim, bakı, kabartma ve DEM haritalarının üretimi gerçekleştirilmiştir.

TIN (Triangulated Irregular Networks; Düzensiz Üçgenler Ağı) veri modeli, süreklilik gösteren yüzeylerin raster olarak gösterimine alternatif bir veri modeli şekli olup, arazi veya üçüncü boyut özelliği taşıyan yüzeylerin analizi ve gösterimini sağlamada etkin şekilde kullanılır. Her bir üçgende yüzey bir düzlem ile temsil edilmekte olup, bu üçgenler yüzey modelini temsil etmek için seçilen noktalardan oluşturulmaktadır (Yomralıoğlu, 2005; Kazar vd., 2008)

Çalışma alanı ve çevresini içerecek şekilde üretilen TIN modelindeki rakımlar yeniden sınıflandırılarak alana ait yükseklik haritasının oluşturulması sağlanmıştır. Elde edilen haritadan çalışma alanının deniz seviyesinden 700 m ye kadar olan yüksekliklere sahip olduğu belirlenmiştir. Azap Gölü'nün güney doğusundan göle dönemsel olarak su getiren derelerin göl haznesi önüne yığıldığı materyallerle oluşan 5-25 m rakıma sahip araziler ile batısında Büyük Menderes nehrinin alüviyal düzlüklerini oluşturan araziler haritadan rahatlıkla tespit edilebilmektedir. Bafa Gölü'nün doğu ve batı kısmında da benzer yükseklikler gözlenmektedir. Kuzey ve güney kısımlarda ise yükseklikler artış göstermekte ve 700 m seviyelerine ulaşmaktadır (Şekil 4.1).

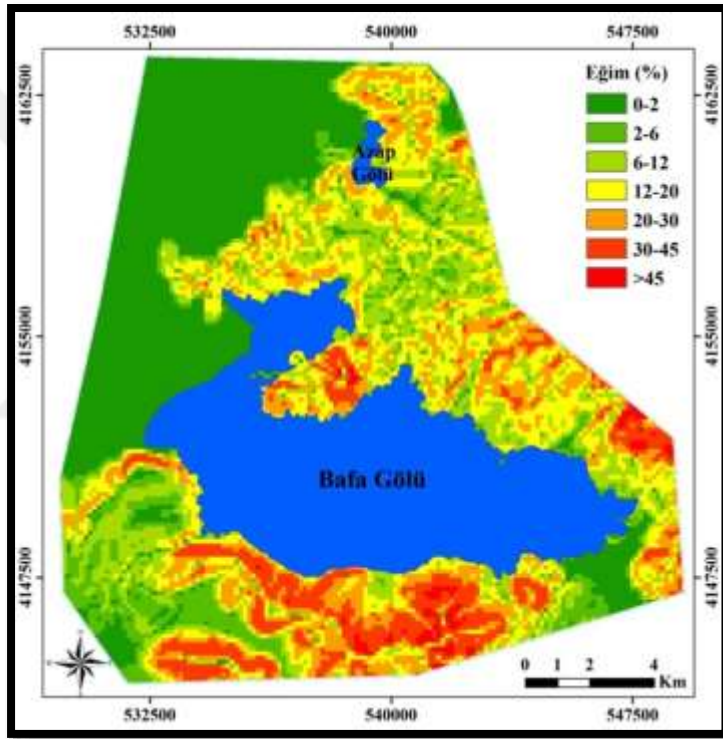


Şekil 4.1 Çalışma Alanına Ait Yükseklik Haritası

ArcGIS 9.3 yazılımının Spatial Analyst araç eklentileri ile TIN veri modeli üzerinden alana ait eğim haritasının oluşturulması sağlanmıştır.

Eğim (slope), derece ya da yüzde ile ifade edilen, yatay mesafeye bağlı yükseklik değişiminin bir ölçüsüdür. Bir yüzeyin yataydan sapması olarak da tanımlanabilir. Durulan noktadan olan düşey mesafenin yatay mesafeye oranının tanjant açısıyla ifadesi, derece cinsinden eğimi verir. Elde edilen haritalarda çoğunlukla yüzde olarak ifade edilirler (ESRI, 1997).

Oluşturulan eğim haritası çalışma alanını içerecek şekilde daha önceden oluşturulmuş ilgi alanına (AOI) göre kesilerek, yüzde eğim sınıfları oluşturulmuştur (Şekil 4.2). Üretilen haritaya yeniden kodlama uygulanarak .img uzantılı olarak kayıt altına alınmış ve böylece alansal bazlı değerlendirmelerin yapılması sağlanmıştır.



Şekil 4.2 Çalışma Alanının Eğim Haritası

Toplam 27.850 ha alana sahip olan çalışma alanı içerisinde yer alan ve düz olarak nitelendirilen Azap ve Bafa Göl'lerinin alanı (6750 ha) toplam alandan çıkarılarak değerlendirme yapılmıştır. Buna göre düz ve düze yakın eğime sahip alanlar (671 ha) en geniş yüzdeye (% 31.8) sahip durumdadır. İşlemeli tarımda eğimin üst sınırı olan % 12 ye kadar olan alanlar toplam alanın % 68.3'ünü oluşturmaktadır. Çok eğimli alanlar % 13.5, dik ile çok sarp arasındaki araziler ise toplam alanın % 18.2'sini oluşturmaktadır. Üretilmiş olan eğim haritası kullanılarak çalışma alanı içerisinde yürütülmesi düşünülen tarımsal ve tarım dışı faaliyetler için öneriler oluşturulabilir. Bitki örtüsünden yoksun durumda bulunan alanlarda ağaçlandırma faaliyetleri ile oluşabilecek erozyon düzeyinin azaltılması sağlanabilir.

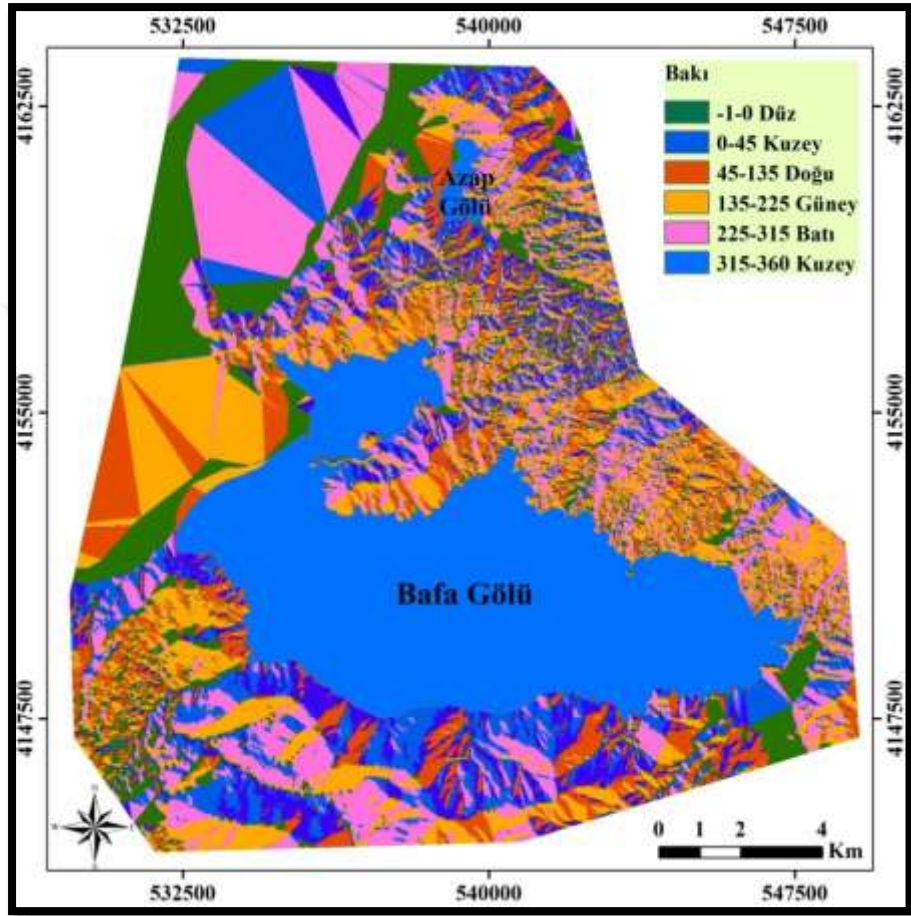
Çizelge 4.1 Çalışma Alanındaki Eğimlerin Alansal ve Yüzde Dağılımı

Eğim (%)	Arazi Eğim Tanımı	Kapladığı Alan (ha)	Oran (%)
0-2	Düz	6710	31.8
2-6	Az Eğimli	4160	19.7
6-12	Orta Eğimli	3540	16.8
12-20	Çok Eğimli	2850	13.5
20-30	Dik	2000	9.5
30-45	Sarp	1290	6.1
->45	Çok Sarp	550	2.6
TOPLAM		21100	100
Göller	Düz	6750	24.2
TOPLAM		27850	

TIN verilerinden yararlanılarak oluşturulan bir diğer harita da bakı haritasıdır (Şekil 4.3)

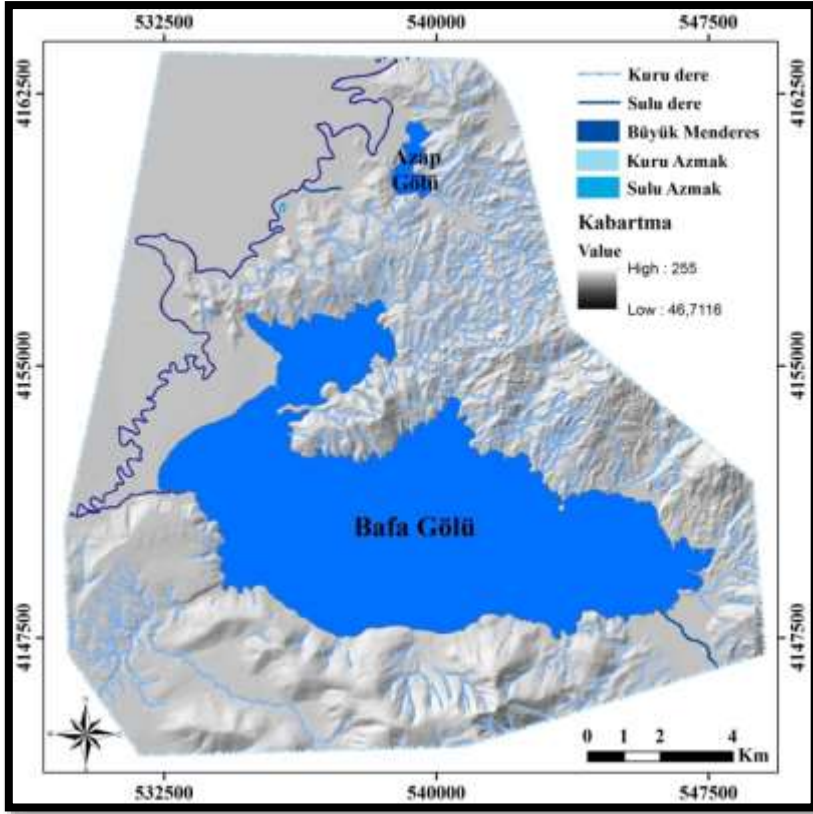
Arazi üzerindeki herhangi bir noktadaki bakı, o noktadan geçen teğet düzleminin baktığı ve derece cinsinden yön açısıdır. Kuzeyden itibaren saat yönünde tanımlanır. Kuzey 0 derece, doğu 90 derece güney 180 derece ve batı 270 derece ile ifade edilir (Ozulu, 2005). Bakı hesabı ile istenen yöne bakan arazi bölgelerini gösteren alan detaylar oluşturulup bu detaylar diğer konuma bağlı analiz türleri ile birlikte kullanılabilir (Taştan ve Bank, 1994; Gümüş, 1997).

Bakı haritasında ana yönleri içerecek şekilde bir sınıflandırma yapılmıştır. Çalışma alanında başta güney ve daha sonra kuzey yönlerin hakim durumda oldukları Şekil 4.3'de görülmektedir. Güneşlenme süresi ve şiddeti, arazideki nem içeriği, rüzgâr ve yağış miktarındaki değişimler üzerine etkisi ile bakının tespiti tarımsal üretim planlamaları için önem taşımaktadır.



Şekil 4.3 Çalışma Alanının Bakı Haritası

Çalışma alanı için kabartma görüntü üretimi de gerçekleştirilmiştir. Bu görüntü arazi üzerinde yer alan derelerin oluşturmuş olduğu drenaj ağı ile tespit edilmesinde ve arazideki fizyografik yapının ortaya çıkarılmasında fayda sağlamaktadır. Drenaj ağlarının net olarak tespit edilebilmesi erozyon kayıpları ile ilgili önlemlerin neler olması gerektiği hakkında fikir vermektedir. Ayrıca üzerine kısmen şeffaflaştırılmış olan görüntü veya vektörel tematik haritaların aktarılması sonucunda arazinin daha görsel olarak ortaya çıkarılması mümkün olmaktadır (Şekil 4.4).

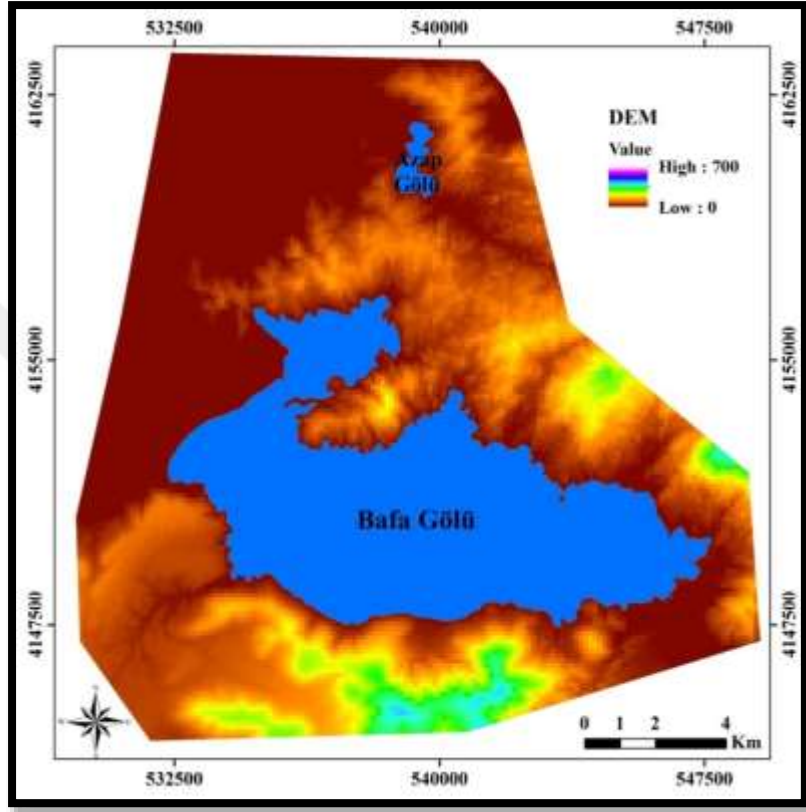


Şekil 4.4 Çalışma Alanının Kabartma Haritası

Arazinin Sayısal Yükseklik Modelinin (DEM) oluşturulmasında ise 3D Analyst modülünden faydalanılmıştır.

Sayısal Yükseklik Modeli, ABD Jeolojik Etüdler Dairesi (USGS) tarafından tanımlanan, x ve y yönünde düzenli aralıklarla bölünmüş alanlarda ortak bir düşey datuma dayandırılmış z (yükseklik) değerlerini ihtiva eden sayısal kartografik bir arazi temsil yöntemidir (Yastıklı ve Jacopsen, 2003).

Siyahtan beyaza kadar renk tonları içerecek şekilde bilgisayar tarafından sunulan DEM görüntüsü, kullanıcılar tarafından daha iyi yorumlanması amacıyla farklı renk tonlarında düzenlenmiştir (Şekil 4.5). Yükseklik verilerini içeren bu görüntü daha sonra üretilecek olan 3D görüntüler için temel altlık niteliği taşımakta ve ArcScene ara yüzü kullanılarak araziye gidilmeden arazi üzerinde gezinme ve topografyası hakkında bilgi edinme olanağı sağlamaktadır.

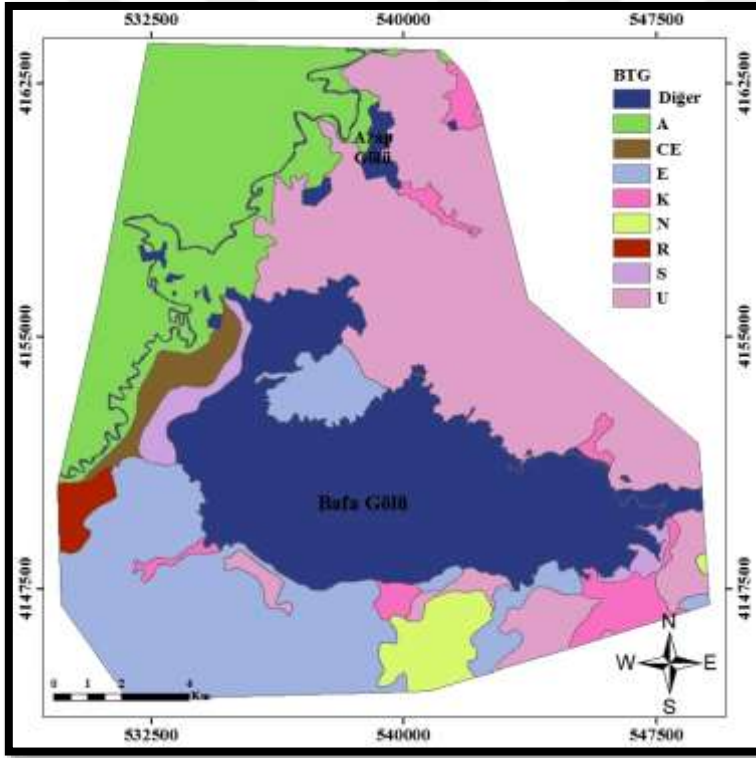


Şekil 4.5 Çalışma Alanının Sayısal Yükseklik Modeli

Muğla ve Aydın il arazi varlığı raporlarında yer alan ve sayısal olarak temin edilen haritaların veri tabanı içerisindeki bilgilerden yararlanılarak çalışma alanı içerisindeki büyük toprak grupları, arazi kullanım kabiliyet sınıfları ve şu anki arazi kullanım türlerine ait haritalar üretilmiştir.

Çalışma alanı içerisinde yer alan büyük toprak gruplarını belirlemek amacıyla nitelik tablosunda yer alan benzer veriler birleştirilmiştir. Eski Amerikan Sınıflandırma Sistemi (1938) kullanılarak üretilmiş olan haritalara göre çalışma alanı içerisinde Alüviyal (A), Kolüvyal (K), Kestanerengi Topraklar (CE), Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları (E), Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları (N), Redzinalar (R), Alüviyal Sahil Toprakları (S) ve Kireçsiz Kahverengi Toprakların (U) yer aldığı belirlenmiştir. Yerleşim, göl, nehir ve çıplak kayalık gibi alanlar ise diğer grubu altında toplanmıştır (Şekil 4.6).

Çalışma alanı içerisinde en geniş alanı % 27 (7530 ha) oranı ile Kireçsiz Kahverengi Topraklar oluşturmaktadır. Bunu % 18.5'lik (5142 ha) oranları ile Alüviyal ve Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları izlemektedir. Geri kalan toprak grupları ise ancak alanın % 9.8'lik (2740 ha) kısmını oluşturmaktadırlar. Su yüzeyleri, yerleşim alanları ve çıplak kayalıklar gibi toprak oluşumunun meydana gelmediği ve diğer grubu altında birleştirilen alan ise çalışma alanının % 26.2'sini (7301 ha) meydana getirmektedirler (Çizelge 4.2).



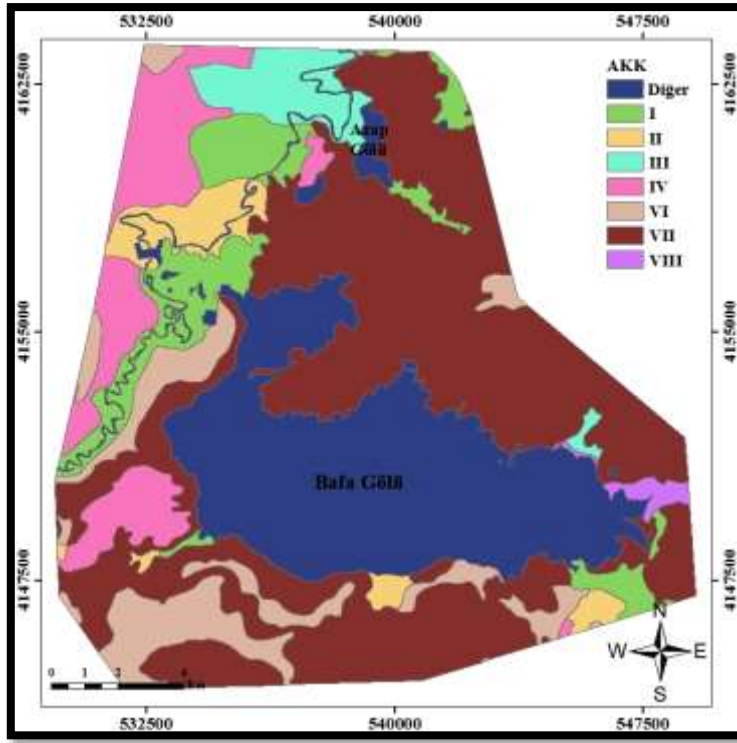
Şekil 4.6 Çalışma Alanının Büyük Toprak Grupları Haritası

Çizelge 4.2 Büyük Toprak Gruplarının Alandaki Dağılımı

BTG	A	CE	E	K	N	R	S	U	Diğer	Toplam
Alan(ha)	5142	473	5137	875	687	255	450	7530	7301	27850
%	18.5	1.7	18.5	3.1	2.5	0.9	1.6	27.0	26.2	100

Çalışma alanı için AKK (Arazi Kullanım Kabiliyet) haritasının oluşturulması aşamasında da toprak haritası için uygulanan benzer yöntem izlenmiştir. Oluşturulmuş olan harita incelendiğinde işlemeli tarım için uygun olmayan ve orman veya makilik olarak değerlendirilmesi gerekli olan VII. sınıf arazilerin en geniş alanı kaplamış oldukları görülmektedir. Arazi çalışmaları sırasında bu alanlarda yoğun şekilde zeytin tarımı yapıldığı tespit edilmiştir. Kullanım sınıfları içerisinde sadece V. sınıf olarak nitelendirilen alanların çalışma alanı içerisinde mevcut olmadığı anlaşılmaktadır (Şekil 4.7).

Kullanım türlerinin arazideki dağılımları incelendiğinde toplam alanın % 23.2 sini (6469 ha) oluşturan ilk dört sınıftaki toprakların tarımsal uygulamalar için uygun alanları oluşturdukları belirlenmiştir. Büyük Toprak Grupları haritasında çıplak kayalık olarak diğer grup altında verilen arazilerin ise VIII. sınıf olarak 176 ha (% 0.7) alan kapladığı tespit edilmiştir. En geniş alanı % 42.3 (11795 ha) oranı ile VII. sınıf arazilerin kapladığı, diğer arazilerin ise % 25.6'lık (7125 ha) bir paya sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 4.3).

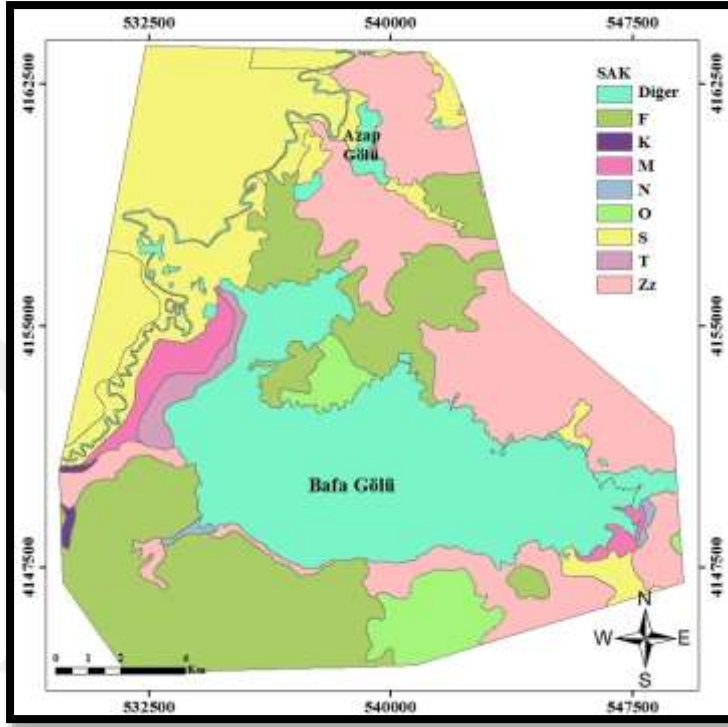


Şekil 4.7 Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıflarının Alandaki Dağılımı

Çizelge 4.3 Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıflarının Alandaki Dağılımı

AKK	I	II	III	IV	VI	VII	VIII	Diğer	Toplam
Alan(ha)	2128	970	991	2380	2285	11795	176	7125	27850
%	7.7	3.4	3.6	8.5	8.2	42.3	0.7	25.6	100

Arazilerin kullanımlarındaki değişimlerin ortaya konulması açısından da önem taşıyan Şimdiki Kullanım Durumu (ŞAK) haritasının üretiminde gerçekleştirilmiştir. (Şekil 4.8). Oluşturulan haritaya göre araziler üzerinde zeytin (Zz), orman (O), mera (M), nadassız kuru tarım (N), nadaslı kuru tarım (K), sulu tarım (S), fundalık (F) ve terk edilmiş arazi (T) kullanımlarının bulunduğu tespit edilmiştir (Şekil 5.8).



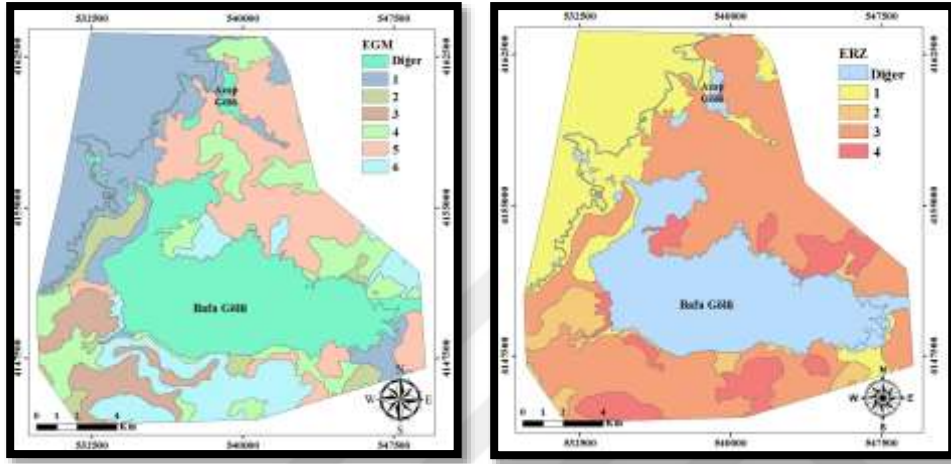
Şekil 4.8. Çalışma Alanının Şimdiki Arazi Kullanım Haritası

Çalışma alanı içerisinde özellikle VI. ve VII. sınıf arazi niteliğindeki alanların fundalıklarla kaplı bulunduğu ve toplam alanın % 23.3'lük (6485 ha) kısmı ile en geniş alana sahip oldukları görülmektedir. Bunu 6197 ha'lık (% 22.2) alanı ile genelde VIII. sınıf olarak nitelendirilen alanlardaki zeytin yetiştiriciliği takip etmektedir. Ova kısmındaki tarımsal potansiyeli yüksek olan araziler ise sulu tarım olarak % 20.3'lük (5650 ha) paya sahip bulunmaktadır. Orman olarak kullanılan arazilerin ise % 4.2 (1163 ha) gibi çok düşük bir oran içerdiği görülmektedir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4 Şimdiki Arazi Kullanım Türlerinin Alandaki Dağılımı

ŞAK	S	O	N	M	K	F	T	Zz	Diğer	Toplam
Alan(ha)	5650	1163	71	596	61	6485	327	6197	7300	27850
%	20.3	4.2	0.2	2.2	0.2	23.3	1.2	22.2	26.2	100

Son olarak ise alan içerisindeki eğim ve buna bağlı olarak meydana gelen erozyon tehlikesini daha anlaşılır kılmak için harita üretimleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9 Çalışma Alanının Erozyon ve Eğim Haritaları

Alan içerisindeki eğim sınıfları değerlendirildiğinde düz düze yakın (% 0-2) eğime sahip olup 1 rakamıyla ifade edilen alanların % 21.9 (6106 ha) ile ilk sırada yer aldığı, bunu sırasıyla % 18.4 (5092 ha) ile dik (5), % 12.8 (3574 ha) ile çok eğimli (4) ve % 11.3 (3147 ha) ile sarp (6) arazilerin izlediği görülmektedir. Az ve orta eğimli araziler ise % 9.5 (2630 ha) gibi düşük bir paya sahiptirler (Çizelge 4.5).

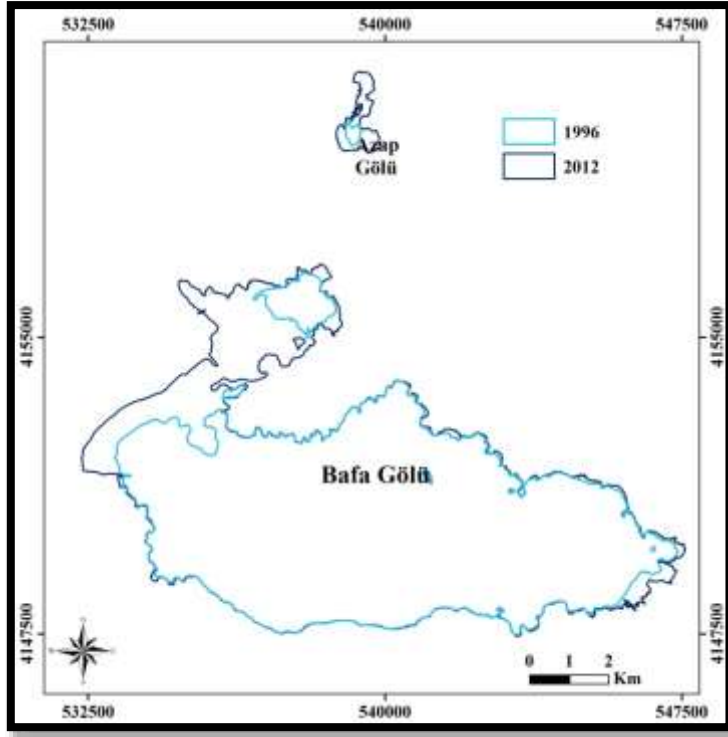
Eşyükselti eğrileri temel alınarak üretilmiş olan eğim haritası (Çizelge 4.1) ile karşılaştırıldığında önemli farklılıkların ortaya çıktığı görülmektedir. Özellikle tarımsal faaliyetler için uygun görülen az ve orta eğimli alanlar Çizelge 5.1 de 770 ha'lık (%36.5) alana sahip iken, il envanterindeki sayısal verilerden üretilmiş olan Çizelge 4.5' de 263 ha (% 9.6) alan kapladığı tespit edilmiştir. Dik arazilerde ise tersi bir durum göstererek 200 ha (% 9.5) olan arazi 509 ha (% 18.3) olarak belirlenmiştir. Bu durumda eşyükselti eğrilerinden üretilmiş olan haritaların kullanımının daha gerçekçi olacağı görülmektedir.

Çizelge 4.5 Çalışma Alanında Eğim ve Erozyon Sınıflarının Dağılımı

Eğim	1 (0-2)	2 (2-6)	3 (6-12)	4 (12-20)	5 (20-30)	6 (30+)	Diğer	Top.
Alan(ha)	6106	960	1670	3574	5092	3147	7301	27850
%	21.9	3.5	6.0	12.8	18.3	11.3	26.2	100
Erozyon	1	2	3	4	Diğer	Toplam		
Alan(ha)	5982	1219	10998	2227	7424	27850		
%	21.5	4.4	39.4	8.0	26.7	100		

Erozyon için en önemli faktörün eğim olduğu dikkate alınarak üretilmiş olan erozyon haritasında hiç veya çok az olarak ifade edilen ve 1 rakamıyla gösterilen alanların neredeyse düz alanlara yakın bir yüzde ve alana sahip oldukları görülmektedir. Orta ile dik eğimler dikkate alındığında şiddetli erozyonun (3) % 39.4 (10.998 ha) ile çok geniş bir alanda hüküm sürdüğü belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Erozyonla kayba uğrayacak toprak miktarını azaltmak adına muhafaza önlemlerinin bir an önce hayata geçirilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır.

1996 ve 2012 yıllarında Harita Genel Komutanlığı tarafından basılmış topografik haritalar üzerinden manuel olarak yapılan sayısallaştırmalar sayesinde Azap ve Bafa göllerinde meydana gelmiş olan değişimler vektörel ve alansal olarak ortaya çıkarılmıştır. Sayısallaştırmada sadece su yüzeylerinin varlığı dikkate alınmış, sazlık ve kumul alanlar değerlendirmeye alınmamıştır (Şekil 4.10). Göl alanlarında meydana gelen değişim alansal olarak değerlendirildiğinde Bafa Gölünde 1.033 ha'lık (% 18.25) bir büyüme, Azap Gölü'nde ise 89 ha'lık (% 593.3) büyüme olduğu tespit edilmiştir. Azap Gölü alanının yaklaşık altı kat genişlediği görülmektedir Çizelge (4.6).



Şekil 4.10 Göl Alanlarının Zaman İçindeki Değişimi

Çizelge 4.6 Alan Olarak Göllerdeki Değişim

	1996 (ha)	2012 (ha)	Fark (ha)	Büyüme (%)
Bafa Gölü	5658	6691	1033	18.25
Azap Gölü	15	104	89	593.3

Çalışma kapsamında üretilmiş olan haritalar dışında, çalışma alanı içerisinde örnekleme yapılan her noktanın koordinat bilgileri ve elde edilen analiz sonuçlarının tamamı coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak oluşturulmuş olan nitelik tablolarına aktarılmıştır (Şekil 4.11). Bu sayede oluşturulmuş olan veri tabanı ileride benzer alanda yapılması düşünülecek çalışmalar için bir altlık niteliği taşıyacak ve zaman içerisindeki değişimlerin daha kolay izlenmesine olanak sağlayacaktır.

GPS NO	x koordinatı	y koordinatı	No	İklim	pH	CaCO ₃	EC	Tuz	Kuym	Silt	kil	Tekniker	Org. M.	Azot	P mg da	Bor mg	Cu mg
267	530555	4105459	1	2.85	7.96	15.1	925	0.37	28	67	4	Sabitler	1.25	0.31	5.4	3.71	1.69
268	530926	4150734	2	3.17	8.47	1.12	151	0.14	43	45	12	Tin	13.94	0.78	4.51	2.7	1.84
272	530952	4150495	5	2.33	8.24	0.96	193	0.25	49	36	14	Tin	1.9	0.28	7.9	8.44	1.78
271	530811	4150650	4	2.3	8.24	0.85	174	0.1	31	49	20	Tin	0.96	0.46	3.49	0.96	2.8
274	530716	4160828	5	2.38	7.96	16.32	888	0.53	23	67	10	Sabitler	1.51	0.25	1.71	1.05	2.01
275	530822	4161039	6	3.46	7.76	18.19	889	0.53	6	86	26	Sabitler	2.87	0.36	4.51	1.15	3.08
280	530992	4160749	7	4.82	7.44	14.35	813	0.49	23	75	3	Sabitler	0.96	0.68	4.2	2.96	4.81
281	530015	4161007	8	4.82	7.55	14.88	734	0.48	21	77	2	Sabitler	4.8	0.44	4.68	3.07	4.72
282	530848	4161377	9	1.83	7.85	14.83	841	0.53	30	43	22	Tin	1.85	0.24	1.86	1.81	2.01
283	530949	4161796	10	2.16	8.02	15	481	0.17	34	51	15	Sabitler	1.18	0.27	5.44	1.6	1.89
286	535249	4154975	11	2.43	7.67	13.87	797	0.36	40	49	11	Tin	0.55	0.24	0.92	0.99	1.86
287	535407	4154795	12	5.15	7.83	15.99	320	0.87	35	64	3	Sabitler	1.19	0.31	5.3	5.85	4.16
289	535099	4155664	13	8.96	7.71	15.82	339	1.52	15	67	3	Sil	0.93	0.24	2.67	5.11	2.39
292	534240	4154514	14	3.58	7.91	15.14	781	0.82	32	49	19	Tin	1	0.25	2.09	1.34	1.46
293	534418	4153886	15	3.04	8.31	16.94	190	0.43	28	49	23	Tin	0.6	0.22	1.54	2.44	1.83
294	533030	4154196	16	5.12	8.02	17.81	764	0.93	17	52	32	Sabitler	1.93	0.3	3.89	1.29	2.29
295	533190	4153486	17	5.15	7.9	17.81	296	1.09	14	84	3	Sil	0.73	0.21	2.5	1.85	1.37
296	532588	4151472	18	6.58	7.91	16.99	236	1.62	22	73	5	Sabitler	0.95	0.28	2.97	6.08	3.55
300	545325	4148044	19	2.31	7.94	22.31	321	0.12	45	34	21	Tin	2.88	0.38	2.36	2	3.8
301	545647	4147897	20	1.89	7.77	21.51	178	0.86	39	40	21	Tin	1.84	0.32	1.3	8.83	5.84
304	534186	4148798	21	5.73	7.61	21.81	563	0.89	54	27	20	Kuymu	0.16	0.24	1.91	1.77	2.99

Şekil 4.11 Örnekleme Noktalarına Ait Nitelik Tablosu Örneği

4.2. Arazi Çalışması ve Örneklemelerin Analizleri

Yürütülen çalışma kapsamında arazi çalışmaları taşkından etkilenen alanların görsel olarak tespiti ve taşkın sonrası örneklemelerin gerçekleştirilmesi amacıyla iki farklı dönemde gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanı içerisinde yer alan, özellikle tarımsal içeriğe sahip ve dönemsel olarak her iki gölün taşkınlar sonrası sular altında kalan topraklarının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve göl sularının kalitesinin ortaya konulması amacıyla kısmi örneklemeler yapılmıştır.

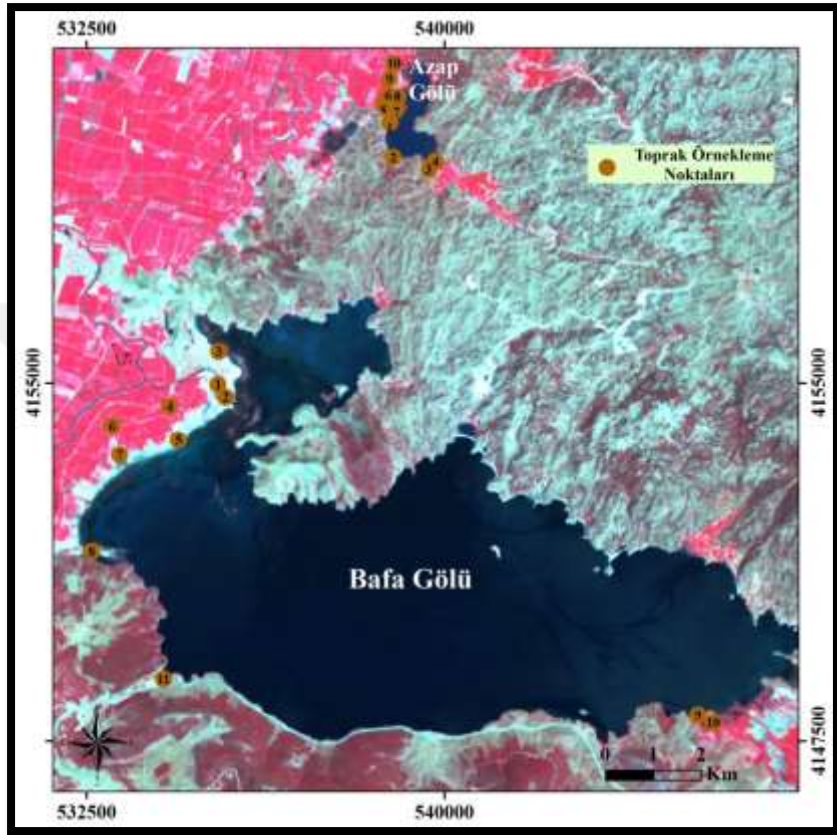
Bu amaçla 0-30 cm ve 30-60 cm derinliklerden olmak üzere Bafa Gölü çevresindeki 11 noktadan Azap Gölü çevresinden ise 10 noktadan olacak şekilde toprak örneklemeleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.12). Alınan toprak örneklerinde gerçekleştirilen fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları toprak analizlerinin değerlendirilmesinde kullanılan standart değerler şeklinde verilen Çizelge 4.7 dikkate alınarak yorumlanmıştır (Lindsay and Norwell, 1969; FAO, 1990; TOVEP, 1991; Güneş vd., 1996).

Bafa Gölü çevresinden alınan toprak örnekleme noktalarına ait görünüm Şekil 4.13'de yer almaktadır. Örnekleme yapılan alanların 5 tanesi tarımsal amaçla kullanılırken, 6 tanesi göl suyunun azalması sonucu ortaya çıkan genelde tuzcul bitkilerin yayılım gösterdiği alanlardır.

Çizelge 4.7 Toprak Analizlerinin Değerlendirilmesinde Kullanılan Standart Değerler

Besin Maddesi	Çok Az	Az	Yeterli	Fazla	Çok Fazla	
N (%)	<0,045	0,045-0,09	0,09-0,17	0,17-0,32	>0,32	
P(ppm)	<2,5	2,5-8	8-25	25-80	>80	
K(ppm)	<50	50-140	140-370	370-1000	>1000	
Ca(ppm)	0-380	380-1150	1150-3500	3500-10000	>10000	
Mg(ppm)	0-50	50-160	160-480	480-1500	>1500	
Mn(ppm)	<4	4-14	14-50	50-170	>170	
Zn(ppm)	0,2	0,2-0,7	0,7-2,4	2,4-8	>8	
B(ppm)	<0,4	0,4-0,9	1-2,4	2,5-4,9	>5	
Fe(ppm)	Az	Orta	Fazla			
	<0,2	0,2-4,5	>4,5			
Cu(ppm)	Yetersiz	Yeterli				
	<0,2	>0,2				
Kireç(%)	Az Kireçli	Kireçli	Orta Kireçli	Fazla Kireçli	Çok Fazla Kireçli	
	0-1	1-5	5-15	15-25	>25	
Tuz(%)	Tuzsuz	Hafif Tuzlu	Orta Tuzlu	Çok Tuzlu		
	0,0-0,15	0,15-0,35	0,35-0,65	>0,65		
Organik Madde(%)	Çok Az	Az	Orta	İyi	Yüksek	
	0-1	1-2	2-3	3-4	>4	
PH	Kuvvetli asit	Orta asit	Hafif asit	Nötr	Hafif Alkali	Kuvvetli alkali
	<4,5	4,5-5,5	5,5-6,5	6,5-7,5	7,5-8,5	>8,5

Bafa Gölü çevresinden alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları değerlendirildiğinde yüzeyde ortalama 7.89 olan pH değerinin, yüzey altından alınan örneklerde 8.06 değerine ulaştığı ve toprakların tamamının hafif alkali karaktere sahip oldukları tespit edilmiştir (Çizelge 4.8). Tarımsal faaliyet olarak pamuk tarımının yapıldığı alanlarda, bölge genelinde olduğu gibi pH değerinin düşürülmesi ile ilgili uygulamalar yerine koşullara uygun bitki seçiminin tercih edildiği gözlenmektedir. Bitki besin maddelerinin alınımı üzerinde çok önemli olan pH değerlerinin nötr düzeylere düşürülmesi için alanda kalsiyum değerlerinin de yüksek olduğu düşünülerek saf kükürt uygulamasının çiftçiler tarafından uygulanması faydalı olacaktır.



Şekil 4.12 Bafa ve Azap Göllerindeki Toprak Örneklem Noktaları

Topraklar tuz içerikleri bakımından tuzsuz ($< \% 0.15$) ile çok tuzlu ($> \% 0.65$) arasında değişen değerlerin tamamını barındırmaktadırlar. Özellikle tarımsal faaliyet uygulanan alanlarda (4,6,10 nolu örnekler) toprakların tuzsuz oldukları, göl su yüzeyi alanına yaklaştıkça tuzluluk oranının artarak çok tuzlu sınıfına girdikleri görülmektedir. Yaz döneminde artan buharlaşma miktarına bağlı olarak yüzeyde tuz kabuklarının bulunduğu alanlar ortaya çıkmaktadır. Ortalama değerler dikkate alındığında tuzluluğun yüzeyde $\% 0.5$, yüzey altında ise $\% 0.29$ değerlerine sahip oldukları ve bu değerlerle hafif tuzlu karaktere sahip oldukları tespit edilmiştir (Çizelge 4.8).



Şekil 4.13 Bafa Gölü Çevresi Toprak Örneklemeye Noktalarına Ait Görünümler

Kireç içerikleri bakımından değerlendirildiklerinde yüzeyde % 13.07-22.31 arasında, yüzey altında ise % 9.74-21.29 arasında değiştiği ve orta ile fazla kireçli sınıfta yer aldıkları görülmektedir. Ortalamalar dikkate alındığında ise her iki derinlikte de fazla kireçli olarak sınıflandırılmaktadırlar (Çizelge 4.8). Göl çevresinde yer alan kayaçların genelde gnays ağırlıklı olması topraklarda kireç içeriğinin düşük seviyelerde yer almasına sebep olmakta iken, alanda tersi durum söz konusudur. Bu da incelenen toprakların çevredeki kayaçların ayrışma ürünü olarak ortaya çıkmadığının, taşınarak depolanmış sedimentlerin ürünü oldukları ve göl seviyesindeki yükselme ve alçalma sonrasında yoğun kabuklu artıklarının yüzeyi kaplaması ile açıklanabilir.

Organik madde düzeyi taban suyunun yüksek olduğu, alanda saz-kamış ve tuzcul bitki vejetasyonunun bulunduğu 9 ve 11 nolu örnekleme noktaları dışında az ve çok az seviyelerinde yer almaktadır. Ortalama düzeyinde değerlendirildiğinde de benzer durum söz konusudur (Çizelge 4.8). Göl haznesine yakın olup aşırı tuzlu ve kireçli olan topraklarda bitki gelişimi sınırlı miktarda olduğundan bu alanlardaki organik madde seviyesinin düşük düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Toprakların kısa sürede değişim gösterebilen özelliklerinden biri olan azot içeriği bakımından değerlendirme yapıldığında, yüzey toprağında azot düzeylerinin % 0.21-0.54 arasında değiştiği, yüzey altında ise % 0.20-0.41 aralığında olduğu belirlenmiştir. Ortalamalar bazında değerlendirme yapıldığında her iki derinlik içinde fazla düzeyde azot barındırdıkları görülmektedir(Çizelge 4.8).

Tınlı tekstür sınıflarının hakim durumda olduğu topraklarda, genelde yüzey toprağının silt içeriklerinin yüksek olduğu, yüzey altında ise kil miktarlarında artışlar gözlemlendiği tespit edilmiştir. Geçmişte taşkınlarla en son biriktirilen kilin yerini şu an siltin aldığı görülmektedir. Yüzeyde miktarca artan silt toprak havalanmasını engelleyecek şekilde yoğun kaymak tabakalarının oluşumuna sebebiyet vermektedir. Kil içeriği ortalamalar bakımından değerlendirildiğinde % 14 seviyesi ile en düşük miktardaki bileşen olarak karşımıza çıkmaktadır (Çizelge 4.8). Özel vd. (2011), Bafa gölü çevresinde benzer sonuçlar bulmuş olup tekstür sınıflaması içerisinde ağırlıklı olarak silt miktarının yüksek düzeyde olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 4.8 Bafa Gölü çevresindeki toprakların fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Örnek No	Der. (cm)	pH (1:2.5)	Tuz (%)	Kireç (%)	Org. M. (%)	Top. N (%)	Tane Dağılımı (%)			Tekstür Sınıfı
							Kum	Silt	Kil	
1	0-30	7.87	0.26	13.07	0.55	0.24	39.63	49.02	11.35	Tın
	30-60	8.15	0.08	9.74	0.10	0.20	82.87	11.94	5.19	Kumlu tın
2	0-30	7.83	0.87	15.99	1.19	0.31	33.08	64.36	2.56	Siltli tın
	30-60	8.15	0.27	10.70	0.16	0.20	66.76	26.14	7.10	Kumlu tın
3	0-30	7.71	1.52	15.62	0.93	0.24	10.40	86.87	2.73	Silt
	30-60	7.93	0.41	14.60	0.22	0.20	36.63	54.91	8.47	Siltli tın
4	0-30	7.91	0.02	15.14	1.00	0.25	32.01	49.12	18.87	Tın
	30-60	8.05	0.06	16.13	0.61	0.25	30.45	51.84	17.71	Siltli tın
5	0-30	8.31	0.43	16.94	0.48	0.22	28.39	48.72	22.89	Tın
	30-60	8.25	0.53	16.88	0.29	0.23	18.40	56.00	25.60	Siltli tın
6	0-30	8.02	0.03	17.01	1.38	0.30	16.58	51.65	31.76	Siltli killi tın
	30-60	8.24	0.05	18.08	1.32	0.34	18.70	48.10	33.20	Siltli killi tın
7	0-30	7.90	1.09	17.01	0.55	0.21	13.62	83.74	2.63	Silt
	30-60	7.84	1.12	17.40	0.55	0.23	8.39	89.03	2.58	Silt
8	0-30	7.91	1.02	16.99	0.95	0.28	21.82	73.39	4.79	Siltli tın
	30-60	8.12	0.47	16.56	0.68	0.23	22.30	56.52	21.18	Siltli tın
9	0-30	7.94	0.12	22.31	2.86	0.38	45.05	33.68	21.27	Tın
	30-60	8.12	0.12	19.03	1.32	0.26	76.04	19.20	4.75	Tınlı kum
10	0-30	7.77	0.06	21.51	1.64	0.32	39.35	39.58	21.07	Tın
	30-60	8.18	0.02	15.81	0.61	0.22	74.46	18.93	6.61	Kumlu tın
11	0-30	7.61	0.08	21.61	8.16	0.54	53.86	26.58	19.56	Kumlu tın
	30-60	7.65	0.04	21.29	4.21	0.41	21.62	52.99	25.39	Siltli tın
Min.	0-30	7.61	0.02	13.07	0.48	0.21	10.4	26.58	2.56	
	30-60	7.65	0.02	9.74	0.10	0.20	8.39	11.94	2.58	
Max.	0-30	8.31	1.52	22.31	8.16	0.54	53.86	86.87	31.76	
	30-60	8.25	1.12	21.29	4.21	0.41	82.87	89.03	33.20	
Ort.	0-30	7.89	0.50	17.56	1.79	0.29	30.34	55.15	14.49	
	30-60	8.06	0.29	16.02	0.92	0.25	41.51	44.14	14.34	

Çizelge 4.8 Bafa Gölü çevresindeki toprakların fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları (Devamı)

Örnek No	Der. (cm)	Değişebilir Katyonlar (mg*kg ⁻¹)				P (mg*kg ⁻¹)	Cu (mg*kg ⁻¹)	Fe (mg*kg ⁻¹)	Mn (mg*kg ⁻¹)	Zn (mg*kg ⁻¹)	B (mg*kg ⁻¹)
		Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺						
1	0-30	2125.77	173.78	3251.95	524.30	4.62	1.06	7.31	3.27	0.18	0.99
	30-60	785.15	73.22	2228.39	240.19	4.44	0.46	6.78	2.20	0.12	0.39
2	0-30	9184.67	743.13	3816.91	1528.00	26.49	4.16	33.66	8.39	0.50	5.85
	30-60	3079.37	161.93	2818.67	596.12	10.77	2.11	11.50	10.54	0.06	1.62
3	0-30	13921.40	1078.99	4194.15	2016.60	13.33	2.90	22.18	4.02	0.50	5.11
	30-60	3531.67	295.48	3194.41	793.80	7.52	1.41	13.39	3.62	0.14	1.62
4	0-30	134.47	173.69	3777.67	567.31	10.43	1.48	13.95	3.24	1.16	1.34
	30-60	314.90	104.66	3740.20	915.28	4.44	1.35	8.21	2.22	0.13	1.91
5	0-30	3800.62	411.57	3209.22	828.57	7.69	1.83	9.82	2.17	0.16	2.44
	30-60	3720.39	478.2	3391.67	935.52	5.47	1.81	7.32	1.32	0.12	2.07
6	0-30	135.70	282.57	4592.82	784.80	18.46	2.29	17.06	3.45	0.27	1.29
	30-60	243.79	175.61	4288.26	909.21	7.52	2.72	24.18	6.15	0.26	1.31
7	0-30	9636.44	532.82	3734.97	1837.08	12.48	1.37	5.65	1.83	0.43	1.95
	30-60	7254.70	475.86	3858.17	1473.47	12.14	1.55	6.06	1.51	0.35	1.64

(Devamı)

Örnek No	Der. (cm)	Değişebilir Katyonlar (mg*kg ⁻¹)				P (mg*kg ⁻¹)	Cu (mg*kg ⁻¹)	Fe (mg*kg ⁻¹)	Mn (mg*kg ⁻¹)	Zn (mg*kg ⁻¹)	B (mg*kg ⁻¹)
		Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺						
8	0-30	6905.45	785.06	3190.53	1027.83	14.87	3.35	21.35	4.64	0.41	5.08
	30-60	3745.05	581.07	3423.41	769.82	11.79	4.45	26.14	11.45	0.22	3.30
9	0-30	1234.84	143.42	2848.49	239.46	11.79	3.80	29.02	4.48	0.93	2.00
	30-60	905.37	234.88	3933.05	587.97	9.74	1.41	21.86	2.40	0.51	2.19
10	0-30	377.20	153.68	4049.43	463.99	6.50	5.84	24.88	2.52	0.60	0.83
	30-60	213.40	81.41	3449.14	206.29	6.84	1.90	5.80	1.83	0.05	0.70
11	0-30	453.59	308.49	6526.59	590.25	9.57	2.99	66.05	2.13	2.12	1.77
	30-60	391.82	340.34	5362.72	583.04	10.43	3.08	30.08	2.63	0.62	0.90
Min.	0-30	134.47	143.42	2848.49	239.46	4.62	1.06	5.65	1.83	0.16	0.83
	30-60	213.40	73.22	2228.39	206.29	4.44	0.46	5.80	1.32	0.05	0.39
Max.	0-30	13921.40	1078.99	6526.59	2016.60	26.49	5.84	66.05	8.39	2.12	5.85
	30-60	7254.70	581.07	5362.72	1473.47	12.14	4.45	30.08	11.45	0.62	3.30
Ort.	0-30	4355.47	435.20	3926.61	946.20	12.38	2.82	22.81	3.65	0.66	2.60
	30-60	2198.70	272.97	3608.01	728.25	8.28	2.02	14.66	4.17	0.23	1.60

Değişebilir katyonlardan sodyum miktarı 134.47-13921.4 ppm değerleri arasında değişmekte olup, yüzey toprağında konsantrasyonun daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Tarımsal faaliyet amacıyla kullanılan alanlarda (4,6 ve 10 nolu örnekler) tüm örneklemeler içerisinde en düşük seviyede bulunmakta ve orta ile yüksek seviyelerinde yer almaktadır (Çizelge 4.8). Yüksek sodyum değeri topraklarda dispersiyona sebep olup verimliliği azaltmakta ve pH değerinin yükselmesine sebep olmaktadır. Tarımsal uygulama yapılan alanlarda sodyum seviyesini düşürmek için drenaj sistemlerinin kurulması, jips ve kükürt gibi iyileştiricilerin kullanılması gerekmektedir.

Potasyum miktarı yüzey toprağında 143.42-1078.99 ppm değerleri arasında yeterli ile çok fazla seviyelerinde değişirken, yüzey altında azalarak 73.22-581.07 ppm ile yeterli ve fazla seviyelerinde bulunmaktadır. Potasyumun temel kaynağının özellikle çevre arazilerde bulunan ve feldspat bakımından zengin gnaysların ayrışması sonucunda toprağa katılması ile gerçekleştiği düşünülebilir. Kalsiyum değerlerinde de potasyum da olduğu gibi yüzeyden derinlik artışıyla birlikte azalma göstermektedir. Ortalamalar bazında bir değerlendirme yapıldığında her iki derinlikte de fazla düzeyinde yer aldıkları tespit edilmiştir. Kalsiyum miktarının fazla olması kireç miktarının da fazla olmasını desteklemektedir. Arazide örneklemeler esnasında yoğun şekilde yüzeyi kaplamış halde bulunan kabuklu canlıların ana bileşiminde yoğun şekilde bulunan kalsiyumun değerlerin yüksek düzeyde belirlenmesinde ana unsur olduğu söylenebilir. Yüzey topraklardaki magnezyum oranları 239.46- 2016.6 ppm değerleri arasında değişmekte olup yeterli ile çok fazla seviyelerinde değişim göstermektedir. Yüzey altında ise kısmi bir azalma göstererek 206.29-1473.47 ppm düzeylerinde seyretmektedir. Yüksek magnezyum içeriğinin de gübrelemeden ziyade çevredeki kayaçların ayrışma ürünlerinden ve deniz kabuklularının yapı taşlarından kaynaklı olduğu söylenebilir (Çizelge 4.8).

Temel bitki besin elementlerinden olan ve ülkemiz topraklarında genelde noksanlığı söz konusu olan fosfor analiz sonuçları değerlendirildiğinde ise, yüzey topraklarında 4.62-26.49 ppm arasında değiştiği, yüzey altında ise miktarlarının azalarak 4.44-12.14 ppm seviyelerinde kaldığı tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre topraklarda fosfor az ve yeterli seviyelerde değişim göstermektedir (Çizelge 4.8).

Mikro elementler bakımından Bafa Gölü çevresi toprakları değerlendirildiğinde bakır içeriklerinin yeterli olarak gösterilen 0.2 ppm değerinden hem yüzey hem de

yüzey altı toprağında kat ve kat fazla olduğu belirlenmiştir. Yüzey toprağının ortalaması 2.82 ppm iken yüzey altında bu değer 2.02 ppm değerlerindedir. Demir içeriği yüzeyde 5.65-66.05 ppm değerleri arasında olup, yüzey altında ise 5.80-30.08 ppm aralığında değişim göstermektedir. Elde edilmiş olan tüm değerler demir için fazla düzeyinde bulunmaktadır. Toprakların genelde uzun süre su ile doygun şekilde bulunmaları ve yaz döneminde kısmen uzaklaşan suların etkisiyle yoğun redoksimorfik görünümünün ortaya çıktığı arazi gözlemleri ile tespit edilmiştir. Mangan içerikleri ortalama bazında değerlendirilecek olursa, yüzey topraklarında 3.65 ppm ile çok az seviyesinde, yüzey altında ise 4.17 ppm ortalama ile az düzeyde bulunmaktadır. Ülkemiz topraklarında yoğun şekilde eksikliği görülen çinko sonuçları değerlendirildiğinde ise, yüzey toprağında 0.16-2.12 ppm arasında değiştiği ve çok az ile yeterli seviyeler arasında bulunduğu, yüzey altında ise daha da azalarak 0.05-0.62 ppm ile çok az ve az seviyelerinde yer aldığı belirlenmiştir. Ortalamalar bazında bir değerlendirme yapılacak olursa ülke topraklarına paralel şekilde az düzeyde bulundukları görülmektedir. Özellikle tarımsal amaçlı kullanılan alanlarda çinko gübrelemesine önem verilmesi gerektiği açıktır (Çizelge 4.8).

Bor, özellikle Aydın bölgesi toprakları için özel bir yere sahiptir. Bunun nedeni jeotermal santraller tarafından deşarj yoluyla Menderes Nehrinin kirletildiği olgusudur. Tarım alanlarında sulama amaçlı olarak yoğun şekilde nehir suyunun kullanılıyor olması da bor miktarının topraklarda birikimini ortaya çıkarmaktadır. Alınan toprak örneklerinden 2, 3 ve 8 nolu örnekler en yüksek düzeyde (>5 ppm) bor içeriğine sahip olanlardır. Bu toprakların Bafa Gölü'nün Menderesle tek bağlantı noktasına yakın olmaları kirliliğin Menderes Nehri ile ortaya çıktığı olgusunu doğrular niteliktedir. Yüzey toprağında 0.83-5.85 ppm aralığında olan bor içeriği, yüzey altında ise 0.39-3.30 ppm arasında değişim göstermektedir (Çizelge 4.8). Bor elementinin toprakta taşınımının çok az veya hiç olmaması nedeniyle yüzey topraklarına miktarlarının daha yüksek düzeylerde yer alması doğaldır.

Azap gölü ve yakın çevresinden alınan toprak örnekleri, Bafa gölüne göre daha fazla tarımsal içerikli uygulamaların bulunduğu alanları kapsamaktadır. Taşkın dönemlerinde hacmini genişleterek Menderes nehri ile birleşik duruma gelen göl haznesinde tarımsal alanlar uzun süre sular altında kalmaktadır. Suların çekilmesinin ardından yoğun tarımsal faaliyetler için kullanılmaktadır. Üç tarafı gnays ana kayası ile kaplı olan arazinin sadece kuzey batı yönü alüviyal ovaya açık durumdadır. Azap Gölü çevresinden alınan toprak örnekleme noktalarına ait görünüm Şekil 4.14 de yer almaktadır.

Alınan örnekler pH içerikleri bakımından değerlendirildiğinde, yüzey toprağının 6.24 ile 8.02 arasında değişim gösterdiği, yüzey altında ise bir miktar daha artış göstererek 6.44-8.15 değerlerine ulaştıkları tespit edilmiştir. Özellikle 2, 3 ve 4 nolu örneklerin gnays ana kayasının ayrıışmış materyalleri üzerinde yer almasından dolayı hafif asit karaktere sahip oldukları görülmektedir. Asit karakterli metamorfik bir kayaç olan gnaysın ayrıışması sonucu oluşum gösteren toprakların pH'larının düşük seviyelerde bulunması oldukça doğaldır. Ova kısmında yer alan 6 ile 10 nolu örnekler arasındaki toprakların ise hafif alkali karakter gösterdikleri tespit edilmiştir (Çizelge 4.9).

Çalışma alanının tuz içerikleri yüzeyde % 0.03-0.49 arasında değişim göstermekte olup tuzsuz ve orta tuzlu sınıfları arasında yer almaktadırlar. Yüzey altında ise bir miktar daha azalış göstererek % 0.01-0.40 seviyelerine düştüğü belirlenmiştir (Çizelge 4.9). Artan sıcaklıklara bağlı olarak kapillarite ile yüzeye çıkan tuz miktarında artış söz konusudur. Dönemsel olarak yaşanan taşkınlar sonucu topraklarda tuz konsantrasyonu düşmektedir. Genelde tuzluluk riski taşımayan toprakların bu durumlarının gelecekte de korunması adına tarla içi drenaj sistemlerinin geliştirilmesi önem taşımaktadır.

Azap Gölü topraklarının kireç içeriklerine bakıldığında yüzey ve yüzey altında benzer değerlere sahip oldukları görülmektedir. Ortalamalar bakımından incelendiğinde yüzeyde % 11.1, yüzey altında ise % 12.03 değerlerine sahip oldukları ve bu içerikle orta kireçli sınıfında yer aldıkları görülmektedir. Gnaysların birikintileri üzerinde yer alan 2, 3 ve 4 nolu örneklerin en düşük kireç içeriğine sahip oldukları ve tespit edilen değerleri ile ana materyalin niteliğini tam olarak yansıttıkları görülmektedir (Çizelge 4.9).



Şekil 4.14 Azap Gölü çevresi toprak örnekleme noktalarına ait görünüm

Çalışma alanı topraklarının organik madde içerikleri yüzey toprağında % 1.05-13.94 değerleri arasında değişirken, yüzey altında azalış göstererek % 0.72-3.42 değerleri arasında seyretmektedir. Yüksek organik madde içeriğine sahip (% 13.94) olan 2 nolu örnekleme noktası tamamen kavak ve sazlarla kaplı olup, taban suyunun da yüksek seviyelerde yer aldığı ve bu sebeple organik atıkların birikim yaptığı bir alandır. Benzer şekilde yüksek organik içeriğe sahip 4, 7 ve 8 nolu örnekleme noktaları da göl haznesine yakın olup genelde sazlarla kaplı alanları oluşturmaktadır (Çizelge 4.9).

Toplam azot değerleri organik maddesi yüksek olarak tespit edilmiş olan noktalarda da paralel şekilde oldukça yüksek değerler içermektedir. Yüzey toprağında % 0.24-0.76 arasında değişen değerler, yüzey altında azalarak % 0.17-0.37 aralığında yer almaktadır. Azot içeriğinin ortalama bazında değerlendirilmesi sonucu çalışma alanı topraklarının çok fazla düzeyde azot içerdikleri, yüzey altında ise fazla düzeyde yer aldığı tespit edilmiş durumdadır. Azotun önemli derecede kaynağını oluşturan organik madde içeriklerinin yüksek değerlere sahip olması toprakların bu element bakımından zengin olmasını doğurmaktadır. Taşkınlar esnasında göl ve çevresinde birikim gösteren asıl materyalin silt olduğu söylenebilir. Artan silt miktarı topraklarda havalanmayı engellemekte, yüzeyde oluşturduğu kabuklar ile tarımı sınırlandırmaktadır. Tarımsal faaliyet amacıyla kullanılan alanlarda fazladan çapalama ve tarla içi drenaj kanallarının daha kısa aralıklarla tesis edilmesini gerektirmektedir. Gnays ana kayasının ayrışma ürünü üzerinde gelişim gösteren 2, 3 ve 4 nolu örneklerde kum içeriklerinde artış olduğu rahatlıkla gözlenmektedir. Bu örnekleme noktaları gnaysların ayrışmasında bileşiminde yoğun miktarda bulunan kuvarsın asıl birikimi yaptığıнын aynı zamanda bir kanıtı niteliğindedir (Çizelge 4.9).

Değişebilir katyonlardan sodyum miktarı yüzeyde 114.8-1550.24 ppm değerleri arasında değişim göstermektedir. Bafa gölü çevresinde gözlenen tuz kabuklarının bulunduğu alanlarda yaklaşık 14.000 ppm değerlerine ulaşan sodyum değerlerinin Azap gölü çevresinde yaklaşık on kat daha düşük düzeylerde bulunduğu görülmektedir. Gnays ayrışma ürünü üzerindeki topraklarda orta düzeyde yer alan sodyum içeriğinin taşkın topraklarında çok yüksek değerlere ulaştığı görülmektedir (Çizelge 4.9). Bu alanlarda yürütülecek ıslah çalışmaları gelecekte oluşacak taşkınların etkisini de azaltacaktır.

Çizelge 4.9 Azap Gölü Çevresindeki Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

Örnek No	Der. (cm)	pH (1:2.5)	Tuz (%)	Kireç (%)	Org. M. (%)	Top. N (%)	Tane Dağılımı (%)			Tekstür Sınıfı
							Kum	Silt	Kil	
1	0-30	7.96	0.37	15.10	1.25	0.31	28.44	67.08	4.48	Siltli tın
	30-60	8.02	0.22	15.84	0.72	0.25	37.45	52.83	9.72	Siltli tın
2	0-30	6.47	0.14	1.12	13.94	0.76	43.03	45.02	11.95	Tın
	30-60	6.44	0.01	1.17	1.05	0.27	78.39	15.69	5.92	Tınlı kum
3	0-30	6.24	0.05	0.96	1.90	0.28	49.26	36.40	14.34	Tın
	30-60	7.15	0.02	0.96	0.92	0.28	59.96	29.96	10.08	Kumlu tın
4	0-30	6.24	0.10	0.85	5.06	0.46	31.16	48.52	20.33	Tın
	30-60	7.50	0.02	1.07	1.97	0.26	52.13	29.56	18.31	Kumlu tın
5	0-30	7.86	0.03	16.32	1.51	0.25	22.98	66.69	10.33	Siltli tın
	30-60	8.05	0.02	17.87	0.72	0.23	16.78	63.08	20.14	Siltli tın
6	0-30	7.76	0.03	18.19	2.04	0.36	7.83	65.77	26.40	Siltli tın
	30-60	7.87	0.03	18.19	2.04	0.29	7.86	53.35	38.79	Siltli killi tın
7	0-30	7.44	0.49	14.35	9.06	0.68	22.89	74.56	2.55	Siltli tın
	30-60	7.49	0.40	17.76	3.42	0.37	13.15	84.40	2.45	Silt
8	0-30	7.55	0.48	14.08	4.80	0.44	20.71	76.81	2.48	Siltli tın
	30-60	7.73	0.35	16.11	2.04	0.34	13.18	84.30	2.53	Silt
9	0-30	7.85	0.03	14.83	1.05	0.24	35.91	42.55	21.54	Tın
	30-60	7.96	0.06	16.24	1.25	0.17	25.07	44.99	29.93	Killi tın
10	0-30	8.02	0.17	15.00	1.18	0.27	33.81	50.86	15.33	Siltli tın
	30-60	8.15	0.08	15.11	1.18	0.22	32.00	50.70	17.30	Siltli tın
Min.	0-30	6.24	0.03	0.85	1.05	0.24	7.83	36.40	2.48	
	30-60	6.44	0.01	0.96	0.72	0.17	7.86	15.69	2.45	
Max.	0-30	8.02	0.49	18.19	13.94	0.76	49.26	76.81	26.40	
	30-60	8.15	0.40	18.19	3.42	0.37	78.39	84.40	38.79	
Ort.	0-30	7.34	0.19	11.10	4.18	0.41	29.60	57.43	12.97	
	30-60	7.64	0.12	12.03	1.53	0.27	33.56	50.87	15.52	

(Devamı)

Örnek No	Der. (cm)	Değişebilir Katyonlar (mg*kg ⁻¹)				P (mg*kg ⁻¹)	Cu (mg*kg ⁻¹)	Fe (mg*kg ⁻¹)	Mn (mg*kg ⁻¹)	Zn (mg*kg ⁻¹)	B (mg*kg ⁻¹)
		Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺						
1	0-30	1550.24	341.28	3014.49	2063.22	27.01	1.89	34.92	7.29	1.02	3.71
	30-60	913.56	211.25	2848.57	1543.49	10.60	1.66	25.78	3.82	0.40	2.08
2	0-30	200.24	151.29	2932.39	592.05	22.56	1.84	418.09	5.61	1.86	2.70
	30-60	85.04	48.13	673.59	190.34	16.75	3.38	109.34	5.11	0.29	0.55
3	0-30	170.59	60.85	1589.27	252.02	39.48	1.78	223.77	14.45	2.15	0.44
	30-60	94.39	65.23	1275.68	320.70	6.50	2.13	38.79	8.06	0.18	0.50
4	0-30	401.26	110.87	2247.98	445.49	17.43	2.60	381.28	31.12	1.94	0.96
	30-60	127.61	66.52	1278.90	274.40	8.89	1.38	80.54	6.54	0.21	0.49
5	0-30	114.80	160.37	4108.79	629.51	8.55	2.01	16.88	6.42	0.45	1.05
	30-60	113.64	120.88	3863.57	681.38	3.93	1.88	15.06	4.19	0.16	0.90
6	0-30	117.05	307.00	4749.94	925.80	22.56	3.08	25.57	7.28	0.62	1.15
	30-60	97.56	195.89	4468.48	881.64	10.08	3.22	26.38	10.12	0.53	1.19
7	0-30	1199.51	255.6	6870.25	2704.85	21.02	4.61	86.01	20.19	2.41	2.96
	30-60	1065.52	183.25	5229.10	2341.88	7.18	3.91	34.64	11.37	0.78	1.89

(Devamı)

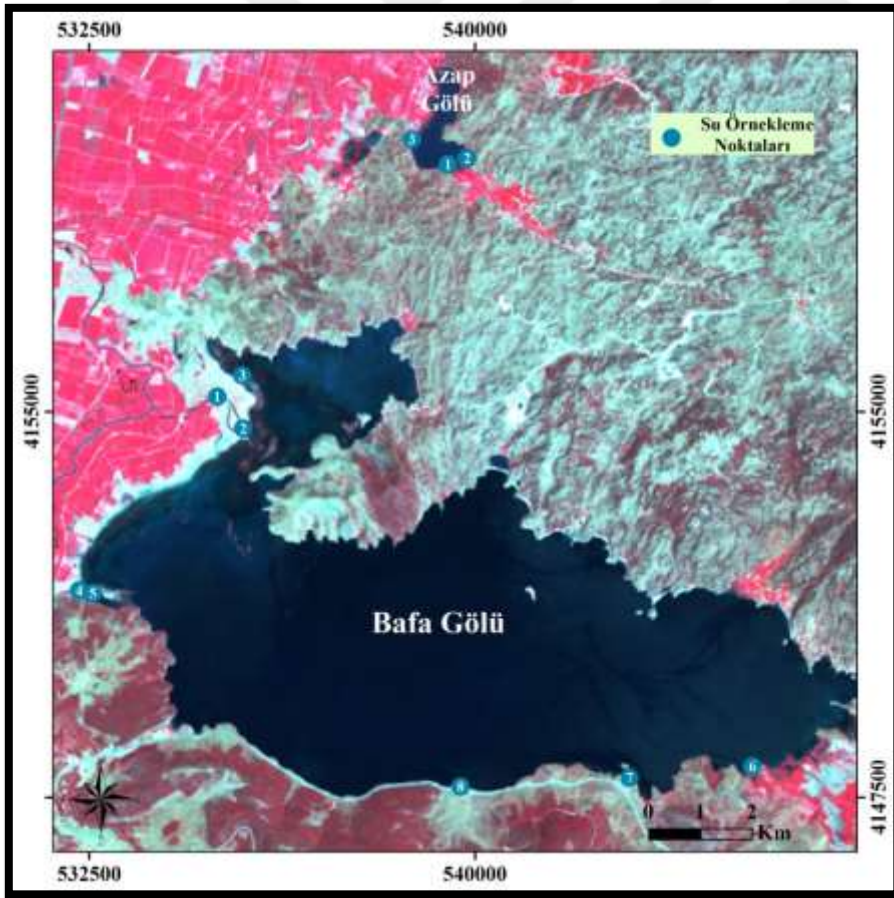
Örnek No	Der. (cm)	Değişebilir Katyonlar (mg*kg ⁻¹)				P (mg*kg ⁻¹)	Cu (mg*kg ⁻¹)	Fe (mg*kg ⁻¹)	Mn (mg*kg ⁻¹)	Zn (mg*kg ⁻¹)	B (mg*kg ⁻¹)
		Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺						
8	0-30	1346.20	185.45	6164.95	2291.17	23.42	4.72	61.47	10.44	1.06	3.07
	30-60	1339.33	152.20	5107.79	2068.50	18.12	4.03	43.54	7.54	0.63	1.71
9	0-30	182.94	156.75	3853.95	559.01	9.91	2.01	21.68	8.05	0.20	1.61
	30-60	342.37	138.21	3636.77	736.03	6.15	2.47	21.48	9.10	0.23	1.98
10	0-30	1243.16	148.38	3917.53	933.39	27.18	1.89	16.00	7.04	1.95	1.60
	30-60	633.24	118.89	3250.79	807.91	8.38	2.36	20.05	12.59	0.40	1.56
Min.	0-30	114.80	60.85	1589.27	252.02	8.55	1.78	16.00	5.61	0.20	0.44
	30-60	85.04	48.13	673.59	190.34	3.93	1.38	15.06	3.82	0.16	0.49
Max.	0-30	1550.24	341.28	6870.25	2704.85	39.48	4.72	418.09	31.12	2.41	3.71
	30-60	1339.33	211.25	5229.10	2341.88	18.12	4.03	109.34	12.59	0.78	2.08
Ort.	0-30	652.60	187.78	3944.95	1139.65	21.91	2.64	128.57	11.79	1.36	1.92
	30-60	481.23	130.04	3163.32	984.63	9.66	2.64	41.60	7.84	0.38	1.28

Potasyum miktarının yüzey toprağında az ile yeterli sınırları içerisinde değiştiği (60.85-341.28 ppm), yüzey altında azalış olmasına rağmen benzer sınır değerler arasında yer aldığı görülmektedir. Potasyum içeriklerinin Bafa Gölü örneklerine göre daha düşük seviyelerde yer almasının sebebi olarak hem tarımsal amaçlı kullanımın yüksek olması hem de taşkın sularının uzun süre yüzeyi kaplaması nedeniyle yıkanmanın ortaya çıkmasındandır. Kalsiyum değerleri yüzey toprağında 1589.27-6870.25 ppm arasında değişmekte olup, yeterli ve fazla seviyelerinde yer almaktadır. Yüzey altı toprağında yüzeye göre kısmi bir azalış gözlenmektedir. Canlı kabuklarının genel içeriğini oluşturan kalsiyum topraklarda asıl kaynağı teşkil etmektedir. Magnezyum içerikleri ise yeterli ile çok fazla seviyelerinde değişim göstermektedir. Ortalama bakımından bir değerlendirme yapılacak olursa yüzey ve yüzey altında fazla düzeyde magnezyuma sahip oldukları belirlenmiştir. Makro elementlerde gözlenen yüzeyden alt katmanlara doğru olan azalış magnezyum içinde geçerlidir (Çizelge 4.9).

Gübrelemede temel bitki besin elementlerinden olan fosfor, çalışma alanı topraklarının yüzey kısmında 8.55-39.48 ppm değerleri ile yeterli ve fazla seviyeler arasında değişim gösterirken, yüzey altında ise 3.93-18.12 ppm değerleri ile az ve yeterli seviyelerdedir. Tarımsal faaliyet yapılan alanlarda en azından bu seviyelerin korunması adına gübreleme yapılması gerekmektedir (Çizelge 4.9).

Mikro elementler bakımından Azap Gölü çevresi toprakları değerlendirildiğinde ise, bakır içeriklerinin yüzeyde 1.78-4.72 ppm, yüzey altında ise 1.38-4.03 ppm aralığında olduğu tespit edilmiştir. Bu değerlere göre toprakların tamamında bakır yeterli düzeyde bulunmaktadır. Demir içeriği ise göl haznesine yakın olup, taban suyu seviyesinin yüzeye yakın olduğu 2, 3 ve 4 nolu örneklerde en yüksek seviyelerde bulunmaktadır. Toprakların tamamında fazla düzeyde demir bulunduğu görülmektedir. Mangan içerikleri ortalama bazında değerlendirilecek olursa, yüzey ve yüzey altı topraklarında sırasıyla 11.79 ppm ve 7.84 ppm değerleri ile az seviyesinde yer almaktadır. Gübrelemede bu mikro element seviyesini arttırıcı şekilde planlamaların yapılması gerekmektedir. Çok az ile yeterli seviyelerinde yer alan çinko içeriğinin manganda olduğu gibi arttırılması gerekmektedir. Bor içeriği ise yüzeyde 0.44-3.71 ppm, yüzey altında ise 0.49-2.08 ppm aralığında tespit edilmiştir. Bafa Gölüne göre Bor kirliliği daha düşüktür (Çizelge 4.9).

Bafa ve Azap Göllerine ait su örneklemeleri, göllerin kıyı hatlarına yakın noktalardan olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Bafa Gölünün güneyi boyunca devam eden karayolunun varlığı ve göl içerisinde yer alan balıkçı barınaklarına ulaşımı sağlayan yol sayesinde göl çevresinden 8 farklı noktadan örneklemeye yapılabilmektedir. Azap Gölü çevresinde ise su örneği almak için yeterli alan bulunamamıştır. Bunun nedeni gölün taşkın sonrasında çevresindeki alanların tamamına yakınının sazlık ve balçık alanlarla kaplanmış olmasıdır. Gölün güneyinde devam eden karayolu üzerinden örneklemeye için uygun alanların tespiti amacıyla sık kontroller yapılarak ancak 3 farklı noktadan örneklemeye yapılabilmektedir (Şekil 4.15).



Şekil 4.15 Bafa ve Azap Göllerindeki Su Örneklemeye Noktaları

Su analiz sonuçları, kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri dikkate alınarak değerlendirilmiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10 Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri
(Anonim, 2004)

SU KALİTE PARAMETRELERİ	SU KALİTE SINIFLARI			
	I (Yüksek Kalite)	II (Az Kirlenmiş)	III (Kirlenmiş)	IV (Çok Kirlenmiş)
A) Fiziksel ve inorganik- kimyasal Parametreler				
1) Sıcaklık (°C)	25	25	30	> 30
2) pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0 dışında
3) Çözünmüş oksijen (mg O ₂ /L) ^a	8	6	3	< 3
4) Oksijen doygunluğu (%) ^a	90	70	40	< 40
5) Klorür iyonu (mg Cl ⁻ /L)	25	200	400 ^b	> 400
6) Sülfat iyonu (mg SO ₄ ⁼ /L)	200	200	400	> 400
7) Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/L)	0.2 ^c	1 ^c	2 ^c	> 2
8) Nitrit azotu (mg NO ₂ ⁻ -N/L)	0.002	0.01	0.05	> 0.05
9) Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/L)	5	10	20	> 20
10) Toplam fosfor (mg P/L)	0.02	0.16	0.65	> 0.65
11) Toplam çözünmüş madde (mg/L)	500	1500	5000	> 5000
12) Renk (Pt-Co birimi)	5	50	300	> 300
13) Sodyum (mg Na ⁺ /L)	125	125	250	> 250
B) Organik parametreler				
1) Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	25	50	70	> 70
2) Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) (mg/L)	4	8	20	> 20
3) Toplam organik karbon (mg/L)	5	8	12	> 12
4) Toplam kjeldahl-azotu (mg/L)	0.5	1.5	5	> 5
5) Yağ ve gres (mg/L)	0.02	0.3	0.5	> 0.5
6) Metilen mavisi ile reaksiyon veren yüzey aktif maddeleri (MBAS) (mg/L)	0.05	0.2	1	> 1.5
7) Fenolik maddeler (uçucu) (mg/L)	0.002	0.01	0.1	> 0.1
8) Mineral yağlar ve türevleri (mg/L)	0.02	0.1	0.5	> 0.5
9) Toplam pestisid (mg/L)	0.001	0.01	0.1	> 0.1
C) İnorganik kirlenme parametreleri ^d				
1) Civa (µg Hg/L)	0.1	0.5	2	> 2
2) Kadmiyum (µg Cd/L)	3	5	10	> 10
3) Kurşun (µg Pb/L)	10	20	50	> 50
4) Arsenik (µg As/L)	20	50	100	> 100
5) Bakır (µg Cu/L)	20	50	200	> 200
6) Krom (toplam) (µg Cr/L)	20	50	200	> 200
7) Krom (µg Cr ⁺⁶ /L)	Ölçülmeyecek kadar az	20	50	> 50
8) Kobalt (µg Co/L)	10	20	200	> 200
9) Nikel (µg Ni/L)	20	50	200	> 200
10) Çinko (µg Zn/L)	200	500	2000	> 2000
11) Siyanür (toplam) (µg CN/L)	10	50	100	> 100
12) Florür (µg F ⁻ /L)	1000	1500	2000	> 2000
13) Serbest klor (µg Cl ₂ /L)	10	10	50	> 50
14) Sülfür (µg S ⁼ /L)	2	2	10	> 10
15) Demir (µg Fe/L)	300	1000	5000	> 5000
16) Mangan (µg Mn/L)	100	500	3000	> 3000
17) Bor (µg B/L)	1000 ^e	1000 ^e	1000 ^e	> 1000
18) Selenyum (µg Se/L)	10	10	20	> 20
19) Baryum (µg Ba/L)	1000	2000	2000	> 2000
20) Alüminyum (mg Al/L)	0.3	0.3	1	> 1

Bafa Gölünde su örnekleme yapılan alanlara ait görüntüler Şekil 4.16 da yer almaktadır.



Şekil 4.16 Bafa Gölü Su Örnekleme Noktalarına Ait Görünümler

Bafa Gölünden alınan su örneklerinde yapılan analizlere ait sonuçlar ise Çizelge 4.11’ de yer almaktadır.

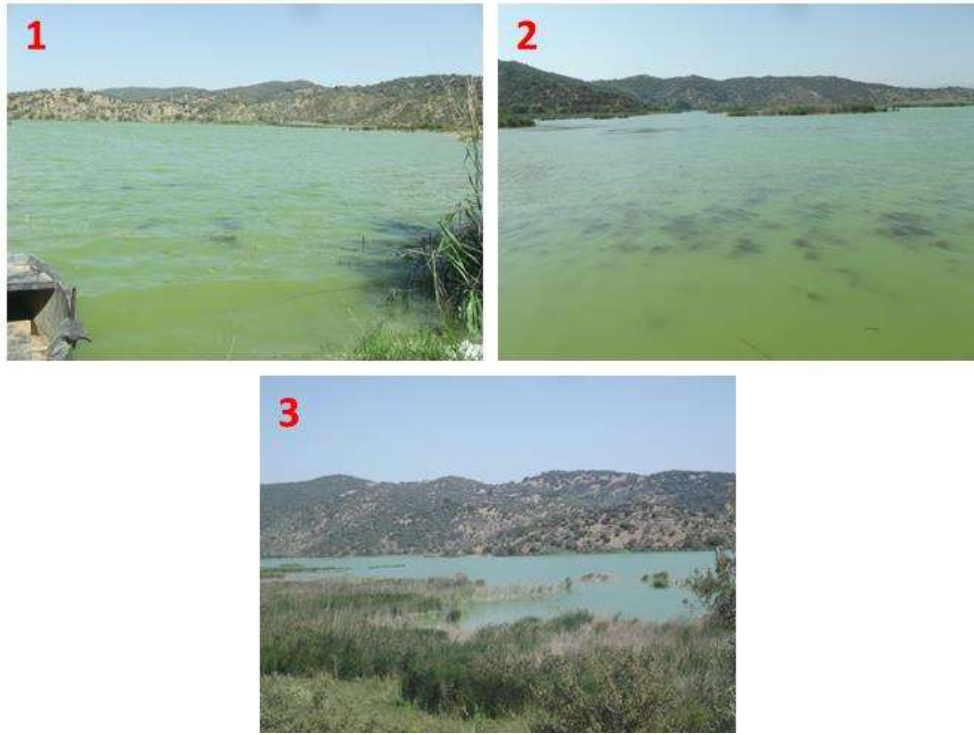
Çizelge 4.11 Bafa Gölüne Ait Su Analiz Sonuçları

Örn. No	pH	EC (µS/cm)	B (mg/L)	Fe (mg/L)	Cu (mg/L)	Zn (mg/L)	Mn (mg/L)	Ca (mg/L)	K (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)
1	8.12	17490	1.76	0.001	0.04	0.09	0.05	170.94	155.61	306.31	3952.35
2	8.33	19090	1.89	0.001	0.04	0.11	0.005	177.72	169.82	305.29	4177.22
3	7.05	23200	2.17	0.001	0.04	0.14	0.008	207.21	222.4	347.45	5168.59
4	6.87	30700	2.85	0.116	0.03	0.16	0.234	312.90	295.25	379.15	6841.12
5	6.81	20600	1.93	0.001	0.04	0.11	0.011	206.19	221.07	323.72	4626.33
6	6.92	20900	1.96	0.001	0.03	0.14	0.014	220.02	246.05	317.75	4594.87
7	6.81	21000	1.96	0.001	0.03	0.13	0.009	214.77	237.42	321.97	4694.48
8	7.95	21000	1.93	0.001	0.04	0.11	0.005	216.16	204.8	326.77	4675.14
Min.	6.81	17490	1.76	0.001	0.03	0.09	0.005	170.94	155.61	305.29	3952.35
Max.	8.33	30700	2.85	0.116	0.04	0.16	0.234	312.90	295.25	379.15	6841.12
Ort.	7.36	21747	2.05	0.015	0.04	0.12	0.036	215.74	219.05	328.55	4841.26

Bafa Gölü su analiz sonuçları değerlendirildiğinde, pH değerlerinin 6.81-8.33 arasında değişmekte olduğu ve ortalama olarak 7.36 ile nötr karaktere sahip olduğu belirlenmiştir. Özellikle gölün denizle bağlantısını sağlayan kanallar içerisinde değerlerin alkali karakterde yer aldığı görülmektedir. Yılgör (2012) tarafından Bafa Gölünde gerçekleştirilen çalışmada göl suyunun pH içeriğinin 8.1 ile 8.3 arasında değiştiği bildirilmiştir. Elektriksel iletkenlik değerlerine bakıldığında ise 17.490-30.700 µS/cm arasında değişim gösterdiği ve gölde tuzluluk oranının hala yüksek düzeylerde seyrettiği görülmektedir. Bunun asıl nedeni olarak özellikle yağışlı periyottan sonra meydana gelen taşkınlarla göl suyunun deniz suyu ile birleşmesi gösterilebilir. Kara (2019) tarafından Bafa Gölü’nde yapılan ölçümler sonucu gölün EC değeri $19732 \pm 1311 \mu\text{S/cm}$ olarak ölçmüştür. Bor değeri ortalama 2.05 mg/L ile çok kirlenmiş su özelliği göstermektedir. Özellikle Menderes nehrinin denize kavuşma noktasında yer alan gölün Menderes tarafından taşınan yüksek konsantrasyondaki bor içeriği ile karışmasından ileri gelmektedir. Akış ve dalgalanmanın en az olduğu durağan konumdaki 3 ve 4 nolu lokasyonlarda bor değerinin en yüksek seviyelere ulaştığı görülmektedir (Çizelge 4.11).

Demir içeriği 4 nolu durağan su örneği dışında tespit edilemeyecek oranda düşük seviyelerdedir. Bunun asıl nedeni örneklerin mg/L düzeyinde belirlenmiş olmasıdır. 4 nolu örnekleme noktasında içeriğin 116 µg/L seviyesinde olduğu görülmektedir. Algül ve Beyhan (2018) tarafından aynı alanda yapılan çalışmada en yüksek Fe konsantrasyonlarının yaz mevsiminde giriş ve çıkış kanallarında, sırasıyla 292 µg/L (I. sınıf) ve 359 µg/L (II. sınıf) ve göl suyu örneklerinde 105 µg/L (I. sınıf) olarak tespit edildiği bildirilmiştir. Bakır değerleri 33-44 µg/L değerleri arasında yer almakta olup ortalama 39 µg/L olarak tespit edilmiştir. Bu değerler dikkate alındığında göl suyunun yüksek kaliteli sular sınıfında (< 50 µg/L) yer aldığı tespit edilmiştir. Çinko değerleri 96-150 µg/L arasında değişmekte olup, su kalite sınıfı bakımından yüksek kalitede olduğu görülmektedir. Su numunelerinde mangan içerikleri değerlendirildiğinde ise 5-234 µg/L aralığında yer aldıkları ve en yüksek değeri birçok analiz sonucunda olduğu gibi gölün durağan kısmında bulunan 4 nolu örneğin içerdiği tespit edilmiştir. Su kaynakları sınıflamasında 100-500 aralığı yüksek kaliteli sular olarak değerlendirilmektedir. Kalsiyum, potasyum ve magnezyum elementlerine ait kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri değerlendirmesinde yer verilmemiştir. Özellikle tarımsal açıdan kirliliğin tespit edilmesi aşamasında bu elementlerin de dikkate alınması fayda sağlayabilir. Kalsiyum, potasyum ve magnezyum içerikleri göl suyunda ortalama değerler dikkate alındığında sırasıyla 215.74, 219.05 ve 328.55 mg/L düzeylerindedir. Göl suyu içerisinde tespit edilmiş olan sodyum değerleri elektriksel iletkenlik değerleriyle örtüşmektedir. Sodyum değerleri 3952.35-6841.12 mg/L arasında değişmekte olup, ortalama 4841.26 mg/L dır (Çizelge 4.11). Kalite kriterlerinde 250 mg/L nin üzerinde sodyum içeren sular çok kirlenmiş olarak ifade edilmektedirler.

Bafa Gölüne göre çok küçük alan kaplayan ve denizle bağlantısı bulunmayan Azap Gölü'nde su örnekleme yapılan alanlara ait görüntüler Şekil 4.17'de yer almaktadır. Su örneklerinde yapılan analizlere ait sonuçlar ise Çizelge 4.12'de verilmiştir. Göl suyunun özellikle yaz dönmlerinde artan oksijensiz koşullar nedeniyle yeşil bir renge büründüğü fotoğraflardan da tespit edilebilmektedir.



Şekil 4.17 Azap Gölü Su Örnekleme Noktalarına Ait Görünümler

Çizelge 4.12 Azap Gölüne Ait Su Analiz Sonuçları

Örnek No	pH	EC (µS/cm)	B (mg/L)	Fe (mg/L)	Cu (mg/L)	Zn (mg/L)	Mn (mg/L)	Ca (mg/L)	K (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)
1	9.12	562	0.27	0.02	0.04	0.01	0.03	9.05	14.06	30.14	61.41
2	7.78	636	0.28	0.02	0.05	0.03	0.02	17.51	14.42	34.60	62.25
3	8.41	581	0.31	0.03	0.03	0.01	0.15	12.63	13.92	31.95	59.38
Min.	7.78	562	0.27	0.02	0.03	0.01	0.02	9.05	13.92	30.14	59.38
Max.	9.12	636	0.31	0.03	0.05	0.03	0.15	17.51	14.42	34.60	62.25
Ort.	8.44	593	0.29	0.02	0.04	0.02	0.07	13.06	14.13	32.23	61.01

Azap Gölü su analiz sonuçları değerlendirildiğinde, pH değerlerinin 7.78-9.12 arasında değişmekte olduğu ve hafif alkali ile kuvvetli alkali karakterde yer aldıkları görülmektedir. Özellikle sulama suyu kriterlerinde pH değerinin 9'dan yüksek olması durumunda kullanılamaz oldukları dikkate alındığında göl suyunun kirlenmiş olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Kiracı (2014), Azap Gölü'nde

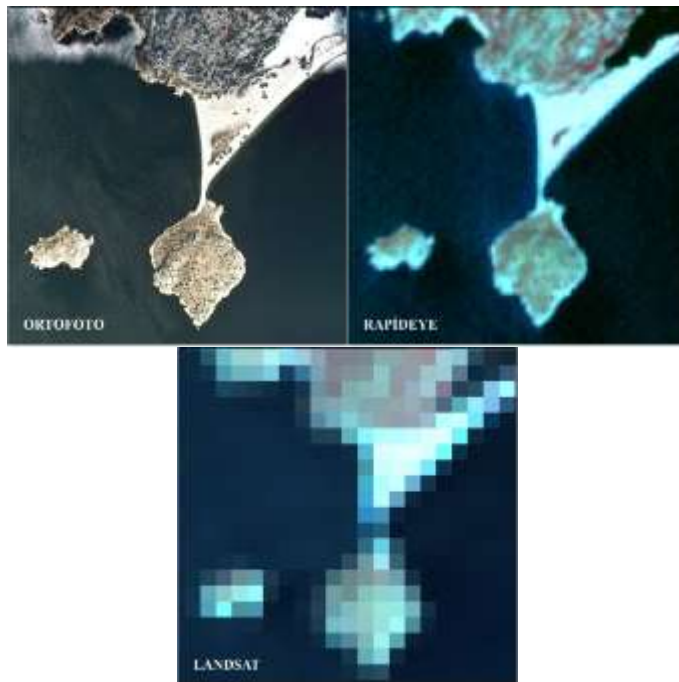
yapmış olduğu çalışmada en yüksek pH değerlerinin Eylül ayında alınan su numunelerinde tespit edildiğini, bunun nedeninin de buharlaşma ve ötrofikasyon olduğunu bildirmiştir. Elde etmiş olduğu sonuçlar bu çalışma ile paralellik göstermektedir. Elektriksel iletkenlik değerleri ortalama 593 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olup, Bafa gölüne göre kat ve kat az olduğu tespit edilmiştir. Bu da özellikle deniz suyu ile herhangi bir karışmanın olmadığı görüşünü desteklemektedir. Elektriksel iletkenlik değerlerinin sulama suları için bile izin verilen sınırlar içerisinde yer aldığı görülmektedir. Analizi yapılan su numunelerinde bor değerleri açısından herhangi bir sorun bulunmamakta ve ortalama 0.29 mg/L seviyesinde bulunmaktadır (Çizelge 4.12).

Demir içeriği örnekleme yapılan her üç nokta için de I. sınıf yüksek kaliteli sular için belirlenen 300 $\mu\text{g}/\text{L}$ değerinin altında yer almaktadır. Göl suyunda bakır içeriği 41 $\mu\text{g}/\text{L}$ düzeyinde yer almakta olup herhangi bir problem arz etmemektedir. Kiracı (2014), yılındaki çalışmasında benzer sonuçları tespit etmiş olup, Karasu çayından bakır içerikli bileşiklerin göl suyuna deşarj edilmediğini belirtmiştir. Çinko değerleri, 200-500 $\mu\text{g}/\text{L}$ ile verilen yüksek kaliteli sular için sınır değerlerin oldukça altında yer almaktadır. Benzer durum mangan içinde geçerlidir. Kalsiyum, potasyum ve magnezyum için elde edilen değerler, Bafa Gölü sularından yaklaşık on kat daha düşük seviyelerdedir. Bu üç element için kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri değerlendirmesinde yer verilmemiştir. Ancak konsantrasyonların düşük değerlerde yer alması suların kirletilmediğinin aynı zamanda bir kanıtı niteliğindedir. Sodyum değerleri açısından da Azap Gölü su örnekleri I.sınıf su kalitesindedir. Elde edilmiş olan düşük elektriksel iletkenlik değerleri sonuçları destekler niteliktedir (Çizelge 4.12).

Azap Gölü su örneklerine ait analiz sonuçları, gölün su kalitesinin oldukça iyi olduğunu gözler önüne sermektedir. Göl haznesinde ötrofikasyonun önüne geçecek önlemler alınarak, bir an önce milli park statüsüne kavuşturulması gerektiği düşünülmektedir.

4.3. Uzaktan Algılama Analizleri

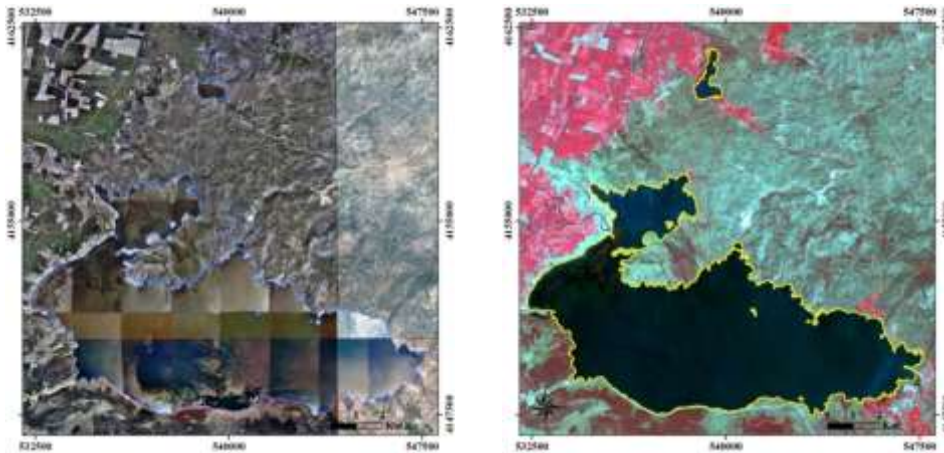
Kullanılan uydu görüntülerinin seçiminde yaklaşık benzer aylara ait görüntüler tercih edilmiştir. 05/06/1987 tarihli Landsat5 TM, 01/08/1999 ve 15/08/2007 tarihli Landsat7 ETM, 20/07/2015 tarihli Landsat8 OLI ve 14/07/2014 tarihli Rapideye görüntüleri bu amaçla kullanılmıştır. Taşkın zararının tespitinde ise arazi çıkışı ile örtüşecek 20/04/2015 tarihli Landsat8 OLI görüntüsünden faydalanılmıştır. Materyal olarak kullanılan uydu ve ortofoto görüntüler karşılaştırıldığında; ortofoto görüntülerin 0.45 m, Rapideye uydu görüntüsünün 5 m ve Landsat'ın ise 30 m yersel çözünürlüğe sahip oldukları görülmektedir (Şekil 4.18). Ortofoto görüntüler özellikle alansal çalışmalarda manuel olarak gerçekleştirilecek sayısallaştırmalar için büyük avantajlar sağlamaktadır. Belli aralıklarla temin edilebilecek görüntüler ile sayısal verideki değişimler rahatlıkla izlenebilmektedir. Kıyı kesimde meydana gelen değişimlerin cm düzeyinde belirlenebilmesi, toplam su yüzeyindeki azalmanın veya artışında hesaplanabilmesini sağlayacaktır. Aynı zamanda yeryüzündeki farklı objelerin değerlendirilmesinde de benzer avantajları sağlamaktadır. Dezavantajı ise monoskopik hava fotoğrafı gibi değerlendirilmeleri ve geniş alanlar için yüzlerce fotoğrafın çekilmesi gerekliliğidir.



Şekil 4.18 Kullanılan Materyallerin Yersel Çözünürlükleri

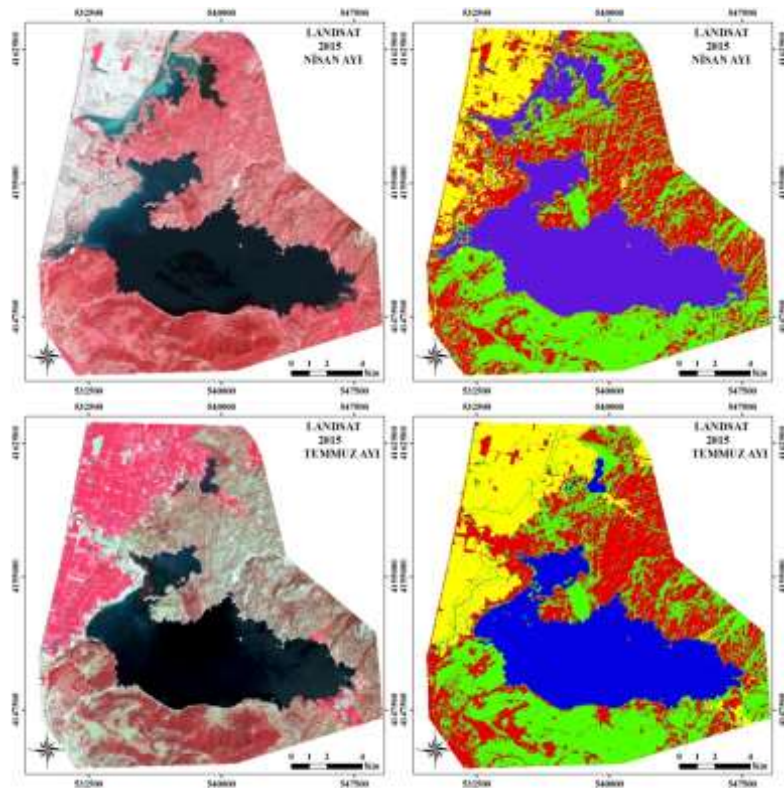
Günümüzde görsel yanında yakın infrared bandı da beraberinde içeren görüntülerin temini mümkündür. Ancak maliyet ve çekimlerin Harita Genel Komutanlığı tarafından yapılıyor olması kullanıcıları alternatif ürünlere yönlendirmektedir. Maliyet kaygısı olmadığı durumlarda yüksek yersel çözünürlüğe sahip uyduların kullanımı çalışmalarda doğruluğu ve başarıyı arttırmaktadır. .

Mevcut ortofoto görüntüler üzerinden gerçekleştirilen sayısallaştırma işlemi ile 2010 yılında göllerin su ile kaplı alanları tespit edilmiştir. Piksel boyutlarının çok küçük olması sayısallaştırma sırasında yapılan hata oranını oldukça düşük seviyelerde tutmaktadır. Alansal değerlendirme yapıldığında Azap Gölü'nün 100.3 ha, Bafa Gölünün ise 6730.0 ha alan kapladığı tespit edilmiştir. 2012 tarihli topografik harita üzerinden yapılan sayısallaştırma sonuçları (Çizelge 4.6) ile karşılaştırıldığında Azap Gölünde 3.7 ha'lık (%3.7), Bafa Gölü'nde ise 39 ha'lık (%0.6) bir farklılık tespit edilmiştir. Benzer şekilde Rapideye uydu görüntüsü içinde ekran üzerinden sayısallaştırma yapılmıştır. Ancak piksel boyutlarının ortofoto görüntülere göre 10 kattan fazla olması sayısallaştırma işleminin doğruluğunu azaltmaktadır. Elde edilen sonuçlar 2014 yılında Azap Gölü'nün 98.2 ha, Bafa Gölü'nün ise 6739.8 ha alana sahip olduğunu göstermektedir (Şekil 4.19). Üretilen veri daha sonra farklı yöntemlerle belirlenecek olan göl alanları ile karşılaştırmasının yapılması açısından önem taşımaktadır.



Şekil 4.19 Manuel Olarak Sayısallaştırılmış Göl Alanları

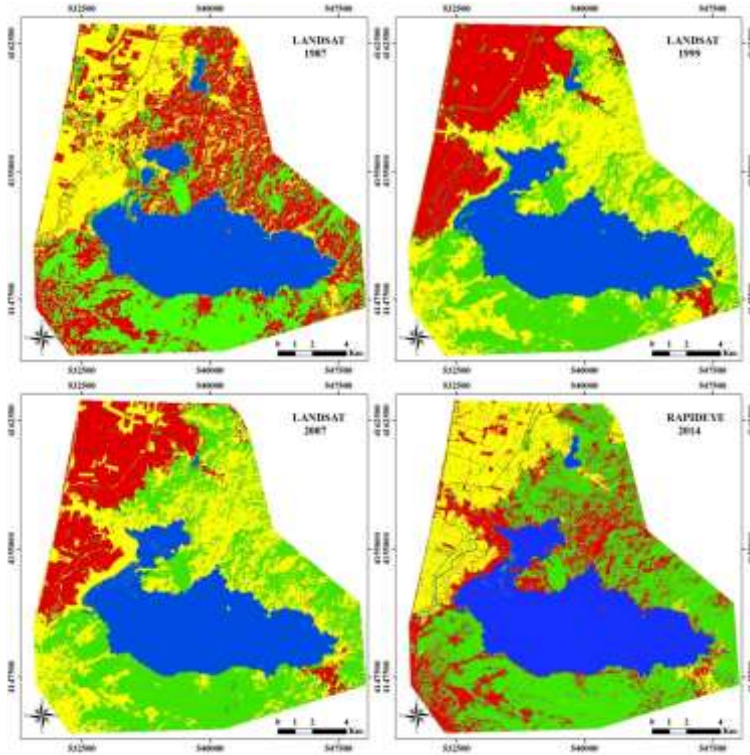
Su yüzeyleri uydu görüntüleri üzerinde kolaylıkla tespit edilebilmektedirler. Su ile ilgili unsurların ortaya çıkarılmasında görünür bantlar yanında yakın infrared bantları da kullanılmaktadır. Spektral olarak yakın infrared banttan sonra su yüzeyleri ile ilgili unsurların tespit edilmesi mümkün olmamaktadır. Çalışma kapsamında belirlenebilirliği yüksek olmasından dolayı kontrolsüz (unsupervised) sınıflama yöntemleri kullanılarak göl alanlarındaki zamansal değişimler tespit edilmiştir. Uydu görüntülerindeki mevcut piksel değerlerini kullanarak benzer unsurları ortaya çıkarmayı hedefleyen bu sınıflandırma sistemi arazi kullanımlarındaki farklılıkları yüksek doğruluklarla belirlemekten uzaktır. Ancak su yüzeyleri tek başına ele alındığında kontrollü (supervised) sınıflandırma yöntemine gerek kalmadan yüksek doğrulukla belirlemeler yapabilmektedir. Bu amaçla ilk olarak arazi çıkışlarının da gerçekleştirildiği 2015 yılı Nisan ve Temmuz aylarına ait Landsat uydu görüntülerinde 4 sınıf olacak şekilde unsupervised sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiş ve alansal olarak taşkın sonrası alanlardaki değişim tespit edilmeye çalışılmıştır (Şekil 4.20).



Şekil 4.20 Uydu ve Sınıflandırılmış Görüntülerde Taşkın Etkisi

Görüntülerin görsel yorumlamasıyla bile Nisan ayında meydana gelen taşkının göl haznelerinde yaratmış olduğu değişimler kolaylıkla belirlenebilmektedir. Kontrolsüz sınıflandırma yöntemi kullanılan görüntülerde su yüzeylerinin alanı tek bir değer olarak ortaya çıkmakta ve göl dışındaki su yüzeyleri de bu alan içerisine girmektedir. Bu nedenle Azap ve Bafa Göllerini ayrı ayrı içerecek yeni alanlar belirlenerek kesme (subset) işlemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde Nisan ayında Menderes Nehri ile birleşen Azap Gölünün alanının 960.5 ha olduğu Temmuz ayına gelindiğinde ise 106.5 ha alan kapladığı tespit edilmiştir. Bu durumda göl hacmi Temmuz ayına göre 9 kat artış göstermiştir. Bafa Gölündeki durum incelendiğinde ise Nisan ayında 7064.4 ha olan alanın Temmuz ayında 457.2 ha (% 6.5) azalarak 6607.2 ha'a indiği belirlenmiştir. Sonuçlar Bafa Gölünün taşkından çok düşük sevilere etkilendiğini ortaya koymaktadır.

Aynı yöntem kullanılarak mevcut uydu görüntülerinin tamamı kontrolsüz olarak sınıflandırılmışlardır (Şekil 4.21).



Şekil 4.21 Kontrolsüz Sınıflanmış Uydu Görüntüleri

Sınıflandırılmış uydu görüntülerinde göl alanlarının değerlendirmesi ayrı ayrı değerlendirilmiştir (Çizelge 4.13). Elde edilen sonuçlara göre göl alanlarında yıllar içerisindeki değişimler meydana gelmektedir. Azap Gölünde 1987 yılından 2007 yılına kadar önemli azalmalar tespit edilmiş olup, 2007 yılındaki kurak dönemde gölün tamamen kurduğuna dair birçok yerel gazetede haberler yer almaktadır. Daha sonraki yıllarda göl alanında tekrar bir artış meydana gelmiştir. Bafa Gölü 1987 yılında en küçük alana sahipken, 2007'deki kurak dönemden de etkilenmiş olduğu görülmektedir. Diğer yıllarda çok büyük değişimlerin meydana gelmediği görülmektedir.

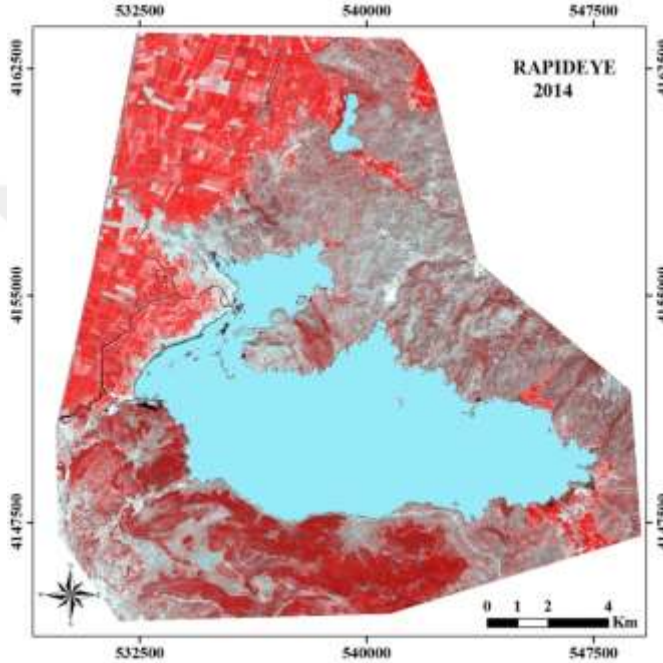
Çizelge 4.13. Kontrolsüz Sınıflama Sonucu Göl Alanı Değişimleri

	1987 (ha)	1999 (ha)	2007 (ha)	2014 (ha)	2015 (ha)
Bafa Gölü	5906.8	6636.2	6407.7	6657.4	6607.2
Azap Gölü	119.3	82.2	16.5	96.4	106.5

2014 yılına ait Rapideye uydu görüntüsünün manuel sayısallaştırması ile sınıflandırmadan elde edilmiş olan değerleri karşılaştırıldığında, Azap Gölü'nün 1.8 ha (% 1.8), Bafa Gölünün ise 82.4 ha (% 1.2) daha büyük belirlenmiş olduğu ortaya çıkmaktadır. Yüzdelere bazında hata payı değerlendirildiğinde farklılıkların çok önemli boyutlarda olmadığı görülmektedir.

Erdas programı içerisinde yer alan Region Growing Properties özelliğinden yararlanılarak göl alanları için bilgisayar tarafından çizilen ilgi alanları vektör formata dönüştürülerek doğrulukları belirlenmeye çalışılmıştır. Üretilen ilgi alanlarında sayısallaştırma sırasında gözden kaçan ve göl içerisinde suların çekilmesiyle ortaya çıkmış olan alanların bile bilgisayar tarafından algılandığı ve çizimlerin daha gerçekçi olarak ortaya çıktıkları tespit edilmiştir. Bu durumda yersel çözünürlükleri yüksek olmayan uydu görüntülerinin manuel sayısallaştırma yerine bu yöntemle vektör formata dönüştürülmeleri daha faydalı olacağı kanısına varılmıştır. Daha önce hem sayısallaştırma hem de sınıflandırma ile elde edilmiş verilere sahip olmasından dolayı Şekil 4.22'de Rapideye uydu görüntüsü için yapılan işlem sonucu ortaya çıkan göl alanları verilmiştir. Alansal değerlendirmede Azap Gölü'nün 99.2 ha, Bafa Gölünün ise 6.595 ha olarak hızlı bir şekilde hesaplandığı görülmüştür. Yöntemler arasında düşük hata oranları olduğu tespit

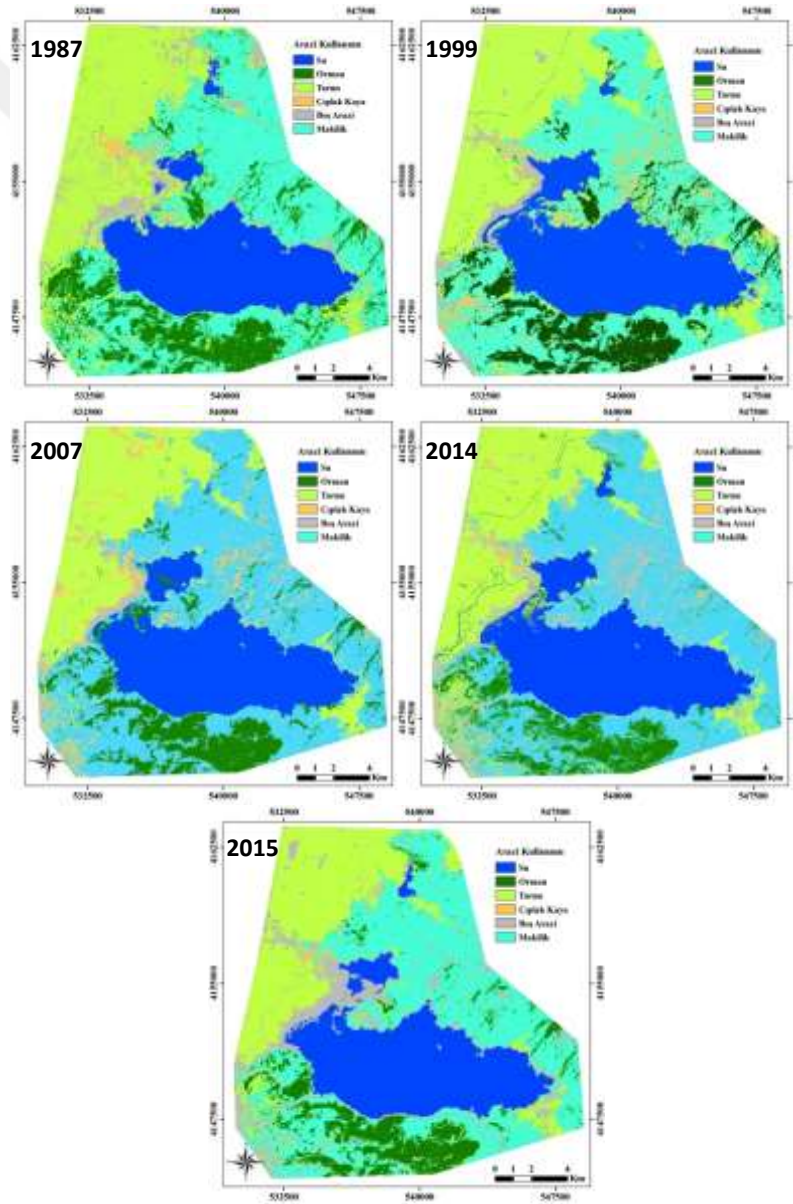
edilmiştir. Zamanı ekonomik kullanmak adına programların sağlamış olduğu kısa yolların oldukça faydalı oldukları görülmektedir.



Şekil 4.22 Otomatik Olarak Çizdirilmiş Göl Alanları

Görüntüler üzerinden göl alanları dışında kalan çevre arazilerin kullanım durumlarının ortaya çıkarılması amacıyla kontrollü (supervised) sınıflama yönteminin en başarılı yöntem olduğu literatür kısmında da verildiği gibi bir çok çalışma ile kanıtlanmış durumdadır. Bu çerçevede çalışma kapsamında kullanılan uydu görüntüleri kontrollü şekilde sınıflandırılmış ve kullanım durumlarındaki değişimler ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır (Şekil 4.23). Sınıflandırmada altı farklı kullanım türü belirlenmiş ve benzer alanların ortaya çıkarılması adına çoklu alanlar uydu görüntüleri üzerinde belirleyici olarak seçilmiştir. Su yüzeylerinde farklı yıllarda olan artış ve azalışların diğer yöntemlerdekine benzer bir durum arz ettiği görülmektedir. Sadece 2015 yılında tersine bir durum gözlenmektedir. Bunun asıl nedeninin Bafa Gölü'nün sığ su yüzeylerinin boş arazi içerisinde sınıflanmasından kaynaklandığı görülmektedir. Orman arazilerinde Landsat serisi uydular dikkate alındığında 1987 yılından 2015 yılına kadar geçen süre içerisinde bir azalma olduğu tespit edilmiştir. Tarım arazilerinde meydana gelen artış ve azalışın genelde gölün ovaya açıldığı kısımda göl haznesinin artış ve azalışına göre değiştiği belirlenmiştir.

Boş araziler ve çıplak kaya arazilerin karışım gösterdikleri ve tek bir grup içerisinde değerlendirilebilecekleri, ancak 2014 ve 2015 yıllarında özellikle madencilik faaliyetleri, rüzgâr türbin alanları gibi faaliyetlerden dolayı toplamda alanlarının artış gösterdiği tespit edilmiştir. Makilik alanların ise göl çevresinde artan sazlık alanlarla karışma yapabildiği görülmüştür (Çizelge 4.14).



Şekil 4.23 Uyduların Kontrollü Sınıflandırma Sonuçları

Çizelge 4.14 Arazi Kullanımlarındaki Değişimler

	1987 (ha)	1999 (ha)	2007 (ha)	2014 (ha)	2015 (ha)
Su	5762	6459	6155	6572	6200
Orman	3581	3292	3017	2584	2598
Tarım	6723	6532	6127	6607	6231
Ç.Kaya	412	1022	1440	475	279
B. Arazi	1689	959	418	2035	2755
Makilik	9683	9586	10693	9577	9787
TOPLAM	27850				

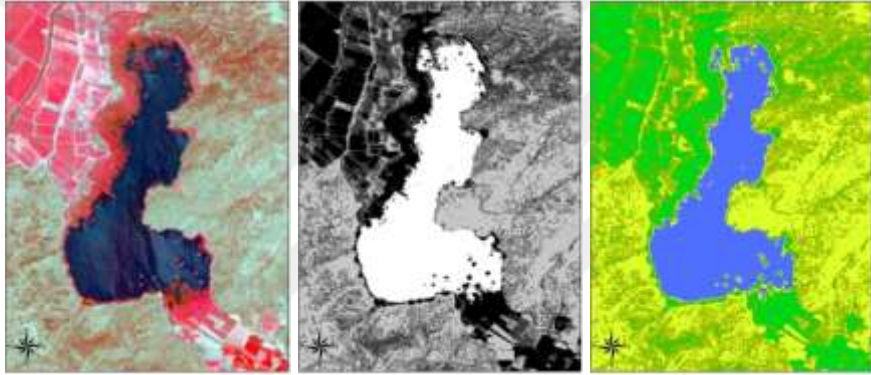
Sınıflandırma sonucu elde edilmiş olan görüntülerde göl alanlarını, diğer su yüzeylerinden ayırt etmek ve iki gölün alanı ayrı ayrı belirlemek amacıyla göl alanları kesilerek alansal değişimleri belirlenmiştir (Çizelge 4.14). Alanlardaki azalış ve artışların diğer yöntemler ile benzer sonuçlar verdiği sadece 2015 yılında sığ su yüzeyi ve askıdaki materyallerin farklı sınıfta yer almasından dolayı su alanlarının fazlaca daralmış olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Göl alanlarında gerçekleşen değişimleri tespit etmek amacıyla son olarak, Erdas yazılımının indeksler alanı içerisinde yer alan NDWI yöntemi kullanılmıştır. Azap Gölü için denenen yöntemde, göl çevresinde yer alan arazilerde karışımları engellemek amacıyla göl yeni ilgi alanları oluşturularak belirlenen alanlar dahilinde kesilmiştir. Yöntemde yakın ve orta infrared bantlar esas alınmakta ve sonuçlar -1 ila 1 arasında değişim göstermektedir. Azap gölü için Landsat görüntülerinde 0.45 den yüksek çıkan değerler su yüzeylerini tespit etmek için kullanılmıştır. Alansal değişimler Çizelge 4.15 de verilmiştir. Değişimlerin kontrolsüz olarak yapılan sınıflandırma değerleri ile benzer sonuçlar verdiği görülmüştür. Rapideye uydusunda orta infrared bant yer almaması nedeniyle klorofil içeriklerine hassas olan Red-Edge bandı ile infrared bant işleme sokulmuştur. Elde edilen sonucun uydu görüntüsü üzerindeki alanla birebir örtüştüğü görülmüştür (Şekil 4.24). Ancak su yüzeylerinin değerlendirilmesinde -0.1 değerinin üzerinde yer alan değerler esas alınmıştır.

$$NDWI = \frac{\text{Yeşil (G)} - \text{Yakın Kızılötesi}}{\text{Yeşil (G)} + \text{Yakın Kızılötesi}}$$

Çizelge 4.15 Kontrollü Sınıflama Sonucu Göl Alanı Değişimleri

	1987 (ha)	1999 (ha)	2007 (ha)	2014 (ha)	2015 (ha)
Bafa Gölü	5676.8	6399.7	6145.4	6454.0	6024.0
Azap Gölü	84.8	59.1	9.3	88.0	75.8
Azap NDWI	111.7	61.5	24.9	92.0	116.4



Şekil 5.24 NDWI Uygulanmış Rapideye Görüntüsü ve Sonuçları

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

İçerisinde bulunduğumuz yüzyılda insanların en önemli problemlerinden biri niteliğinde yer alan beslenme açığı, bizleri tarım yapılabilir her noktayı değerlendirmeye itmektedir. Ancak yanlış arazi kullanımları toprakların geri dönüşümsüz olarak elden çıkmasında ve çevresindeki su kaynaklarının olumsuz şekilde etkilenmesinde en önemli rolü oynamaktadır. Çalışmaya konu olan Azap ve Bafa Gölleri'nde de dönemsel olarak sularla kaplı olup, suların çekilmesi sonrası tarımsal faaliyetlerin sürdürüldüğü alanlar bulunmaktadır. Bu durumun arazi kontrolleriyle açığa çıkarılması adına, taşkın dönemi ve sonrasında olmak üzere arazi çıkışları yapılmıştır. Taşkının tarımsal faaliyet yanında çevresine olan etkileri görsellerle desteklenmiştir. Özellikle Azap Gölü'nün taşkınlardan daha geniş alanlarda etkilendiği tespit edilmiştir. Yıllardır devam eden Menderes Nehri ıslahının, deniz seviyesi koduna yakın alanlarda çok etkili olmadığı görülmüştür. Bu nedenle tarımsal üretimin gerçekleştirildiği alanlar yanında su yüzeylerinden alınan örneklerde gerçekleştirilen fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları ile genel durumlarının belirlenmesine çalışılmıştır. Bafa Gölü topraklarının tamamına yakınının hafif alkali karakterde olduğu, Azap Gölünde ise ortalamalar bazında nötr düzeyde bulundukları tespit edilmiştir. Bafa Gölünde özellikle suların çekilmesiyle ortaya çıkan ve henüz bir tarımsal faaliyet uygulaması yapılmayan alanlarda tuz kabuklarının oluştuğu ve bu alanlarda tuzluluğun yüksek olduğu, bunun dışında her iki göl çevresinde de hafif tuzlu toprak karakteristiğinin hakim olduğu belirlenmiştir. Gelecekte ortaya çıkabilecek tuzluluk problemlerine karşı şimdiden gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Kireç içerikleri bakımından zengin göl kabuklusu varlığına sahip Bafa Gölünde topraklar fazla kireçli iken, Azap Gölü çevresinde orta kireçli seviyelerinde yer almaktadır. Organik madde içerikleri ülkemiz topraklarının genel durumunu yansıtır şekilde sazlık ve bataklık olan birkaç nokta dışında az ve çok az seviyelerindedir. Her iki göl çevresinde yer alan toprakların tınlı tekstüre sahip oldukları tespit edilmiştir. Değişebilir katyonlardan sadece sodyumun özellikle Bafa Gölü topraklarında yüksek seviyelerde yer aldığı, diğer elementler için bir açığın her iki göl çevresi topraklarında söz konusu olmadığı belirlenmiştir. Fosfor düzeylerinin Bafa Gölü topraklarında daha düşük seviyelerde yer aldığı, mikro elementler açısından bir değerlendirme yapıldığında bakır içeriği Azap Gölü çevresinde yer alan topraklarda yeterli seviyelerdeyken, Bafa Gölü çevresindeki topraklarda kat kat fazla bulunması araştırılması gerekli bir konu

olarak ortaya çıkmaktadır. Demir içerikleri her iki göl çevresi toprağında fazla düzeydedir. Toprakların mangan ve çinko içerikleri ise az düzeydedir. Bu elementlerin düzeylerini arttırmak adına mikro gübrelemeye önem verilmesi gerekmektedir. Bor içerikleri ortalamalar bazında değerlendirildiğinde Azap Gölü çevresindeki topraklarda yeterli, Bafa çevresinde ise özellikle yüzey toprağında bitkiler için risk oluşturabilecek olan 2.5 ppm seviyesinin üzerinde yer almaktadır.

Su yüzeylerinden alınan örneklerde genel bir değerlendirme yapılacak olursa, Bafa Gölünün nötr, Azap Gölünün ise kirlilik belirtileri içerecek şekilde hafif alkali karakterde oldukları tespit edilmiştir. Bafa Gölü yüksek tuzluluk oranına sahip olup, aynı zamanda bor açısından kirlenmiş sular niteliğindedir. Azap Gölünde ise, tuzluluk çok az ve borla ilgili de bir sorun bulunmamaktadır. Mikro elementler açısından her iki göl suyu da kaliteli grupta yer almaktadırlar. Makro elementler açısından su kirlilik yönetmeliğinde sınır değerler bulunmamakla birlikte, potasyum, kalsiyum ve magnezyum içeriğinin Bafa Gölünde yaklaşık 10 kat daha fazla seviyelerinde yer aldığı belirlenmiştir. Sodyum değerleri bakımından Bafa Gölünün çok kirlenmiş sular niteliğinde olduğu, Azap Gölünde ise bir problem bulunmadığı tespit edilmiştir. Su kalitesi bakımından Azap Gölünün daha uygun kriterlere sahip olduğu görülmektedir. Yıllar içerisindeki su seviyesindeki değişimlerde yağışların artışına bağlı olarak taşkın olaylarının gözlemlendiği zaman artış, yaz aylarında ise yüzeysel buharlaşma ve besleyici su kaynaklarındaki azalmaya bağlı olarak azalmalar olduğu görülmektedir. Su seviyelerindeki azalmalar özellikle göl alanlarda ötrafikasyon miktarını arttırmakta bu ise toplu balık ölümlerini gündeme getirmektedir. Göl için koruma amaçlı bir önlem alınmamış olması ise gölün kendi kaderine bırakılması anlamına gelmektedir. Bu sebeple yıl içerisinde göl seviyesinde meydana gelen değişimlerin kontrol altına alınarak, gölün bir an önce milli park statüsü kapsamında koruma altına alınması gerekmektedir. Gölün tamamen kuruması durumunda tarım alanı olarak kullanılması ülke ekonomisi açısından önemli görülse de bu kadar güzel ve ekolojik öneme sahip bir alanın elden çıkması gelecek nesillere bu mirasın aktarılmasını engelleyecektir. Bafa Gölü çevresinde yer alan yerleşim alanları yanında, göl çevresindeki restoran ve konaklama alanlarının artışı ve bu alanların kanalizasyon sisteminin bulunmaması ise göl suyunda kirliliğe sebep olan unsurlar olarak karşımıza çıkmaktadır.

Günümüzde hızla artan su ihtiyacının temininde göl yüzeylerinin etkinliği oldukça önem taşımaktadır. Göllerdeki su seviyelerinin ve kalitelerinin izlenmesi aşamasında uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri hızlı ve ekonomik sonuçlarla çalışmalara yön vermektedir. Uzaktan algılama ve CBS entegrasyonu ile mekândaki değişim, sürdürülebilirlik ve değişim eğilimlerinin tespit edilmesi sağlanabilmektedir. Yürütülen çalışma kapsamında bu veri entegrasyonundan faydalanılarak gelecekte yürütülecek çalışmalar için bir veri tabanı meydana getirilmiştir. Veri tabanı içerisine aktarılan verilerden yararlanılarak alana ait eğim, bakı, yükseklik, büyük toprak grupları, şimdiki arazi kullanım durumu gibi birçok tematik haritanın üretimi gerçekleştirilmiştir. Sayısal olarak oluşturulan veri tabanı sayesinde alanda bundan sonra oluşabilecek değişimler için gerekli önlemlerin daha hızlı alınması sağlanabilecektir.

Göllerin su ile kaplı yüzeylerinin yıllar içerisindeki değişiminin tespit edilmesinde ilk olarak farklı yıllarda üretilmiş olan topografik haritaların manuel olarak sayısallaştırılmaları ve karşılaştırmaları gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar özellikle Azap Gölünde yaklaşık altı kat, Bafa Gölünde ise 1/5 oranında bir artış olduğunu göstermiştir. Daha sonra 2012 yılına ait topografik haritadan üretilen vektör katman, aynı tarihli ortofoto görüntülerin bilgisayar ekranı üzerinden yapılan sayısallaştırmaları ile karşılaştırılmış ve yüksek oranda benzerlik içerdikleri tespit edilmiştir. Yüksek yersel çözünürlük, çalışmalarda başarı oranını arttırmaktadır. Benzer sonuçlar Rapideye uydu görüntüsünden yapılan sayısallaştırma ve kontrolsüz sınıflandırma sonuçlarında da elde edilmiştir. Sayısallaştırma için harcanan zaman kaybını azaltmak adına, programların sunmuş olduğu otomatik sayısallaştırma özelliklerinin yüksek oranda başarıya sahip oldukları belirlenmiştir.

Sınıflandırmalar arasında kontrolsüz sınıflamanın özellikle su yüzeylerinin tespit edilmesi aşamasında başarıyla kullanılabileceği tespit edilmiştir. Ekran üzerinden yapılan veya bilgisayar tarafından ilgi alanı oluşturma amaçlı kullanılan verilerin vektörel formata dönüştürülmesi ile elde edilen sonuçlarla karşılaştırmalar yapılarak doğruluk oranları belirlenmiştir. Özellikle farklı kullanım türlerinin tespit edilmesinde kullanılan kontrollü sınıflama yönteminin alanda birbirinden farklı özellikte su yüzeyleri bulunması durumunda çok yüksek doğruluk içermediği tespit edilmiştir. Özellikle Azap Gölü su derinliklerinin çok sığ olmasından dolayı, Bafa Gölü içerisinde suyun çekilmesiyle ortaya çıkan sığ alanların ayrı bir sınıf olarak

değerlendirilmesi durumunda Azap Gölünün neredeyse tamamının bu sınıf içerisinde yer alacağı belirlenmiştir. Sınıflandırma sonucu elde edilen en önemli bulgu orman alanlarının gittikçe daralmakta olduğudur. Aynı zamanda maden ocakları, rüzgâr türbinleri ve yerleşim alanlarındaki büyümenin boş arazi varlığında artışa sebep olduğunu göstermiştir. Özellikle maden ocağı ve rüzgar türbinleri gibi faaliyetlerin milli park statüsündeki alanlarda uygulanmasına yönelik önlemlerin alınması, hem çevre kirliliğini hem de ekolojik denge açısından önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR.

- Adjei, P.O.W., Buor, D., Addrah, P., 2014. Geo-Spatial Analysis Of Land Use and Land Cover Changes İn The Lake Bosomtwe Basin of Ghana. **Ghana Journal of Geography**, 6: 1-23.
- Aguilar, A.G., Ward, P.M., Smith, C.B. 2003. Globalization, Regional Development and Mega-City Expansion in Latin America: Analyzing Mexico City's Peri-Urban Hinterland. **Cities**, 20: 3–21.
- Akar, İ. Maktav, D., Günal, N., 2012. Göl Yüzeyi Değişimlerinin Belirlenmesinde Farklı Dijital Görüntü İşleme Tekniklerinin Kullanılması. **Havacılık ve Uzak Teknolojileri Dergisi**, 5: 35-51.
- Akın, A. 2007. Çukurova Deltası Kıyı Alanında Arazi Örtüsü Değişimlerinin Belirlenmesinde Farklı Uzaktan Algılama Yöntemlerinin Değerlendirilmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Adana.
- Aksoy, T., Sarı, S., Çabuk, A. 2019. Sulak Alanların Yönetimi Kapsamında Su İndeksinin Uzaktan Algılama ile Tespiti, Göller Yöresi. **GSI Journals Serie B: Advancements in Business and Economics**, 1: 35-48.
- Algül, F., Beyhan, M. 2018. Bafa Gölü Sediment ve Su Kalitesinin Ağır Metaller Yönünden Değerlendirilmesi. **Bilge International Journal of Science and Technology Research**, 2(2): 128-138.
- Altuntaş, C., Çorumoğlu, Ö., 2002. Uzaktan Algılama Görüntülerinde Digital Görüntü İşleme ve Rsmage Yazılımı. **Selçuk Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Öğretiminde 30. Yol Sempozyumu**, 16-18 Ekim 2002, Konya.
- Anonim, 2004. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Çevre Mevzuatı, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Sayı :25687.
- Anonim, 2014a. Ekosistemi Koruma ve Doğa Sevenler Derneği, Azap Gölü “Azap Çekiyor, Duyan Yok Mu” Diyor, [<http://www.ekodosd.org>], Erişim Tarihi: 12.11.2014.

Anonim, 2015a. Aydın İli 2014 Yılı Çevre Durum Raporu. Aydın Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Aydın.

Anonim, 2016a. Ekosistemi Koruma ve Doğa Sevenler Derneği, Azap Gölü, [<http://www.ekodosd.org/index.php/azap-goelue>], Erişim Tarihi: 09.02.2016.

Anonim, 2016b. Azap Gölü Köpürdü, [<http://www.haberler.com/azap-golu-kopurdu-8141132-haberi/>], Erişim Tarihi: 09.02.2016.

Anonim, 2016c. Rapideye Teknik Özellikleri, [http://www.nik.com.tr/content_sistem_uydu.asp?id=24], Erişim Tarihi: 20.08.2016.

Anonim, 2016d. Bafa Gölü, [<http://bafagolu.org/index>], Erişim Tarihi: 16.03.2016.

Anonim, 2016e. Bafa Gölü Kuşları, [<http://www.bafagolu.org/index>], Erişim Tarihi: 16.03.2016.

Anonim, 2016f. Ekosistemi Koruma ve Doğa Sevenler Derneği, Azap Gölü, [<http://www.ekodosd.org/index.php/azap-goelue>], Erişim Tarihi: 16.03.2016.

APHA-AWWA-WPCF, 1999. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th Edition, Washington.

Bahadır, M. 2013. Akşehir Gölü'nde Alansal Değişimlerin Uzaktan Algılama Teknikleri ile Belirlenmesi. **Marmara Coğrafya Dergisi**, 28: 246-275.

Bremner, J.M. 1965. Total Nitrogen (Methods of Soil Analysis Part II, C.A. Black et al). **American Soc. of Agr. Inc. Pub. Madison**, Wisconsin, USA, 1149-1176.

Bouyoucos, G.J. 1951. A recalibration of the hydrometer methods for making mechanical analysis of soils. **Agronomy Journal**, 43: 434-438.

- Butt, A., Shabbir, R., Ahmad, S. S., Azis, N. 2015. Land use change mapping and analysis using Remote Sensing and GIS: A case study of Simly watershed, Islamabad, Pakistan. **The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences**, 18: 251-259.
- Çağrankaya, S., Meriç, T. 2013. Sulak Alanlar. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Ankara [http://www.turkiyesulakalanlari.com/wp-content/uploads/sulak-alanlar-kitabi], Erişim Tarihi: 1.9.2015.
- Çelik, M. A., Gülersoy, A. E., 2013. Işıklı Gölü (Çivril-Denizli) Çevresindeki Arazi Kullanım Faaliyetlerinin Göl Üzerine Etkilerinin İncelenmesi. **SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 29: 191-200.
- Das, P., Joshi S., 2013. A remote sensing study for land cover change in south Assam, India, **Open access e-Journal Earth Science India**, 6: 136-146.
- Dengiz, O., Demirağ Turan, İ. 2014. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistem Teknikleri Kullanılarak Arazi Örtüsü / Arazi Kullanımı Zamansal Değişimin Belirlenmesi: Samsun Merkez İlçesi Örneği (1984-2011). **Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi**, 1: 78-90.
- DMİ, 2017. Aydın ve Muğla İllerine Ait Çok Yıllık Rasat Raporları. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- Di Gregorio, A., Jansen, L.J.M. (2001). Land-cover Classification System (LCCS): classification concepts and user manual. FAO, Rome.
- Duran, C., Günek, H. 2007. Hazar Gölü Havzası Arazi Kullanımındaki Değişimin Belirlenmesi (1956- 2004). **Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 17: 31-52.
- Ekercin, S., Örmeci, C. 2008. Tuz Gölü'ndeki su rezervi değişiminin çok zamanlı LANDSAT uydu görüntüleri ve eş-zamanlı yersel ölçmeler ile analizi. **İTÜ Dergisi**, 7: 29-40.

- Erdem, O. 2007. “Sulak Alanlar: Önemi, Temel Sorunları, Türkiye’nin Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alanları”, [http://www.kad.org.tr/eski/bilgiyazi/sulakalanlar], Erişim Tarihi 10.4.2008.
- Erener, A., Yakar, M. 2015. Uzaktan Algılama ve CBS Teknolojileri ile Kıyı Sınır Değişim Analizi: Meke Gölü Örneği. **TUFUAB VIII. Teknik Sempozyumu**, Konya.
- ESRI, 1997. Understanding GIS: The ArgInfo Method, ESRI, Redlands, California.
- FAO 1990. Micronutrient, Assesment At The Country Level: An International Study. **Fao Soils Bulletin 63**, Rome.
- 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.
- Gümüş, S. 1997. Orman Yol Geçitlerinin Belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinden Yararlanma İmkanları Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Güneş A., Alpaslan M ., İnal A. 2010. Bitki Besleme ve Gübreleme (V. Baskı). Ankara Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Yayın No: 1581, Ders Kitabı No: 533, Ankara.
- Hepsöğütü, D. 2012. Bafa Gölü’nün Makrobentik Organizmaları ve Bazı Fizikokimyasal Değişkenleri. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Hossen, H., Negm, A. 2016. Change Detection of Manzala Lake Using Remote Sensing and Geographic Information System. **The Egyptian International Journal of Engineering Sciences and Technology**, 19: 353-358.
- Hossen, H., Negm, A. 2017. Sustainability of Water Bodies of Edku Lake, Northwest of Nile Delta, Egypt: RS/GIS. **Approach.Procedia Engineering**, 181: 404-411.

- Imbernon, J. 1999. Pattern and Development of Land-Use Changes in Kenyan Highlands Since 1950s. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 76: 67-73.
- Jackson, M.L., 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J.
- Kara, F., Karatepe, A. 2012. Uzaktan Algılama Teknikleri ile Beykoz İlçesi (1986-2011) Arazi Kullanımı Değişim Analizi. **Marmara Coğrafya Dergisi**, 25: 378-389.
- Karabulut, M. 2015. Farklı Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Göksu Deltası Göllerinde Zamansal Değişimlerin İncelenmesi. **Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi**, 8: 1307-9581.
- Karakılçık, Y., Özcan, A. 2009. Türkiye’de Sulak Alanların Korunmasında Planlamanın Önemi ve Yerel Katılımın Gerekliliği. **Çağdaş Yerel Yönetimler Dergisi**, 18: 46-69.
- Karnieli, A. Rozenstein, O., Karnieli, A. 2011. Comparison of methods for land-use classification incorporating remote sensing and GIS inputs. **Applied Geography**, 31: 533-544.
- Kazancı, N., Gürbüz, A., Boyraz, S. 2011. Büyük Menderes Nehri’nin Jeolojisi ve Evrimi. **Türkiye Jeoloji Bülteni**, 54:1-2.
- Kazar B.M., Kothuri, R., Van Oosterom, P., Ravada, S. 2008. On Valid and Invalid Three-Dimensional Geometries, P. VanOosterom, S. Zlatanova, F. Penninga and E. Fendel ; *Advances in 3D Geoinformation Systems*, Springer, s.19 – 46.
- Kırtıloğlu, E., Karabörk, H., Kırtıloğlu, O.S. 2014. Hotamış Gölü Çevresinin Arazi Kullanımının Uydu Görüntüleri Yardımıyla Zamansal Analizi. **5. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2014)**, İstanbul.
- Kiracı, A. 2014. Azap Gölünün Sedimentlerindeki ve Sularındaki Ağır Metal Miktarlarının Belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, Aydın.

- Kocalar, A.C. 2014. Büyük Menderes Havzası, Bafa Gölü ve Çevresine Yönelik Çevresel Risklerin Analizi ve Mekansal Etkilerinin Değerlendirilmesi. **ISEM 2014 2nd International Symposium on Environment and Morality, Adıyaman University, Turkey, 24-26 October 2014, Adıyaman.**
- Koralay, O.E., Candan, O., Akal, C., Dora, Ö.E, Chen, F., Satır, M., Oberhanslı, R. 2011. Menderes Masifindeki Pan- Afrikan ve Triyas Yaşlı Metagranitoyitlerin Jeolojisi ve Jeokronolijisi. **Batı Anadolu Türkiye. MTA Dergisi**, 142: 69-122.
- Korkmaz H., Mumcu Ü. 2013. Türkiye Sulak Alan Vegetasyonunun Genel Floristik, Ekolojik ve Fitososyolojik Özellikleri. **3. Ulusal Sulak Alanlar Kongresi**, Samsun.
- Lindsay WL, Norwell WA 1969. Development of A DTPA Micronutrient **Soil Test Sci. Am. Proc.** 35: 600-602.
- Lindsay, W.L., Norvell, W.A. 1978. Development of dtp a soil test for zinc, iron, manganese and copper. **Soil.Sci. Soc.Am. J.** 42: 421-428.
- Lu, D.S., Mausel, P., Brondi'Zio, E. S., and Moran, E. 2004. Change detection Techniques. **International Journal of Remote Sensing**, 25: 2365–2407.
- Ma, Y., Zhu, Z., Zhong, L., Wang, B., Han,C., Wang, Z., Wang, Y., Lu, L., Amatya, P. M., Ma, W., Hu, Z. 2014. Combining MODIS, AVHRR and in situ data for evapotranspiration estimation over heterogeneous landscape of the Tibetan Plateau. **Atmospheric Chemistry and Physics**, 14: 1507-1515.
- Makkeasorn, A., Chang, N., Li, J. 2009. Seasonal change detection of riparian zones with remote sensing images and genetic programming in a semi-arid watershed. **Journal of Environmental Management**, 90: 1069-1080.
- Mallinis, G., Emmanoloudis, D., Giannakopoulos, V., Maris, F. 2011. Mapping and interpreting historical land cover/land use changes in a Natura 2000 site using earth observational data: The case of Nestos delta Greece. **Applied Geography**, 31: 312-320.

- Mao, Wang, Z., Wu, J., Wu, B., Zeng, Y., Song, K., Yi, K., Luo, L. 2018. China's wetlands loss to urban expansion. **Land Degradation and Development**, 29: 2644-2657.
- Mendoza, M. E., Granadoz, E. L., Geneletti, D., Perez-Salicrup, D. R., Salinas, V. 2011. Analysing land cover and land use change processes at watershed level: A multitemporal study in the Lake Cuitzeo Watershed, Mexico. **Applied Geography**, 31: 237-250.
- Müllenhoff, M., Handl, M., Knipping, M., & Brückner H. 2004. The evolution of Lake Bafa (Western Turkey) Sedimentological. Microfaunal and Palynological Results. **Coastline Reports**, 1: 55-66.
- MTA, 2016. Yerbilimleri Harita Görüntüleyici ve Çizim Editörü. Maden Teknik ve Arama Genel Müdürlüğü, Bilimsel Dokümantasyon ve Tanıtma Dairesi.
- Nie, Y., Zhang, Y., Liu, L., Zhang, J. 2010. Glacial change in the vicinity of Mt. Qomolangma (Everest), central high Himalayas since 1976, **J. Geogr. Sci.**, 20: 667-686.
- Olgun, K., Atalay, A. 2012. Bafa Gölü Tabiat Parkı'nın Ornitofaunasının ve Bölgeyi Etkileyen Çevresel Faktörlerin Belirlenmesi. Aydın.
- Olsen, S.R., Sommers, E.L. 1982. Phosphorus Availability Indices. Phosphorus Soluble in Sodium Bicarbonate. Methods of Soils Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Editor: A.L. Page, R.H. Miller, D.R. Keeney, 404-430.
- Oruç, M. 2002. Zonguldak Bölgesindeki Doğal Olmayan Çevresel Değişimlerin Uydu Görüntüleri Verileri ile Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Kara Elmas Üniversitesi Fen Bilimleri. Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı, Zonguldak.
- Ozulu, İ. M. 2005. Uzaktan Algılama Ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Yöntemlerinin Arkeolojiye Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış), AÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

- Özcan, O., Bookhagen, B., ve Musaoğlu, N. 2017. Impact of the Atatürk Dam Lake on Agro-Meteorological Aspects of the Southeastern Anatolia Region, Turkey. *J. Indian Society of Remote Sensing*.
- Özdemir, Y., Akar, İ. 2009. Çok Zamanlı Uydu Görüntüleri ve CBS ile Alibeyköy Barajı ve Yakın Çevresinin Arazi Kullanımı Özelliklerinin Belirlenmesi. **TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi**, İzmir.
- Özel, E., Yaşar, D., Eftelioğlu, M., Günay, C., Sert, İ. 2011. Bafa Gölünün Jeolojisi-Jeofiziği ve Oşinografisinin Araştırılması Projesinin Sonuç Raporu. İzmir.
- Özesmi, U. ve Maurer, S. 2006. Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları (Sulak Alanlar), Doğa Derneği, Ankara.
- Özşahin, E. 2011. Gölbaşı (Balık) Gölü'nde (Hatay) Meydana Gelen Değişimin Coğrafi Analizi. **International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic**, 6: 1604-1621.
- Papastergiadou, E.S., Retalis, A., Apostolakis A., Georgiadis, Th. 2008. Environmental Monitoring of Spatio-temporal Changes Using Remote Sensing and GIS in a Mediterranean Wetland of Northern Greece. **Water Resour Manage**, 22: 579–594.
- Ramsar Convention, 1971. Convention on Wetlands of International Importance especially as Waterfowl Habitat. Ramsar (Iran), UN Treaty Series No. 14583.
- Rhoades, J.D. 1986. Cation Exchange Capacity. Chemical and Microbiological Properties. In: *Methods of Soil Analysis, Part II*. ASA and SSSA. **Agronomy Monograph**, 9: 149-157.
- Shodimu, O.O. 2016. Spatial Analysis of Land Cover Changes in the Grand Lake Meadows, New Brunswick. Department of Geodesy and Geomatics Engineering University of New Brunswick, Canada.
- Soyaslan, İ. İ., Hepdeniz, K. 2016. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Kullanılarak Burdur İli Arazi Kullanımının Zamansal Değişiminin

Belirlenmesi. **Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, 7(2): 94-101.

Rokni, K., Ahmad, A., Solaimani, K., Hazini, S. 2015. A new approach for surface water change detection: Integration of pixel level image fusion and image classification techniques. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, 34: 226-234.

Shepard F.P. 1954. High velocity turbidity currents, a discussion. **Royal Soc. London, Proc.**, 222: 323-326.

Soil Survey Laboratory, 2004. Soil Survey Laboratory Methods (SSIR 42).

Soydan., E. 2013. Belgesel Filmlerin Sulak Alanların Korunmasında Rolü ve Önemi. **3. Ulusal Sulak Alanlar Kongresi**, Samsun.

Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği, 2014. Resmi Gazete, Sayı:28962.

Steiner, A., Kimball, L.A., Scanion, J. 2003. Global Governance for the Environment and the Role of Multilateral Environmental. **Agreements in Conservation Oryx**, 37: 227-237.

Taştan, H., Bank, E. 1994. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Konuma Dayalı Analizler. **1.Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu Bildirileri**, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

Tovep, 1991.Türkiye Toprakları Verimlilik Envanteri. T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü.

Tunay, M., Ateşoğlu, A. 2004. Bartın İli Taşkın Sahalarındaki Değişimin Uzaktan Algılama Verileriyle İncelenmesi. **Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi**, 2: 60-72.

Tunçay, H., Kelkit A., Deniz B., Kara B., Bolca M. 2009. Peyzaj Strüktür İndeksleri ile Koruma Alanları ve Çevresindeki Peyzajın Geçirdiği Değişimin Tespiti ve Alan Kullanım Planlaması Önerilerinin Geliştirilmesi: Dilek Yarımadası-Menderes Deltası Milli Parkı ve Bafa Gölü Koruma Alanı Örneği. Aydın.

- Turan, İ.A., Hepcan, Ç.C., Özkan, M. B. 2008. İzmir İli Çeşme Yerleşimi Kıyılarında Alan Kullanımında Gözlenen Değişimlerin Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, İzmir.
- Uzun, M. 2016. Sapanca Gölü Kıyılarında ve Yakın Çevresinde Jeomorfolojik Birimlerle Mekân-Kıyı Kullanımı İlişkisinin İncelenmesi. **Marmara Coğrafya Dergisi**, 33: 465-492.
- Ünalın, Z. 2010. Uyduların Gözünden Değişen Dünya ve Doğal Afetler. **TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi**, 514:335-351.
- Wilson, C.O., Weng, Q. 2010. Simulating the future impacts of urban land cover change on surface water quality within the Chicago Metropolitan Statistical Area, Illinois. Indiana State University, Indiana.
- Wolf, B. 1974. Improvements in the azomethine-H method for the determination of boron. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, 5:39-44.
- Wubie, M. A., Assen, M., Nicolau, M., D. 2016. Patterns, causes and consequences of land use/cover dynamics in the Gumara watershed of lake Tana basin, Northwestern Ethiopia, Wubie et al. *Environ Syst Res*, 5:8.
- Yastıklı, N., Jacopsen, K. 2003. Automatic Digital Elevation Model Generation, Problems and Restrictions in Urban Areas. **YTÜ Dergisi**, 2: 38-46.
- Ye, Q., Zhu, L., Zheng, H., Naruse, R., Zhang, X., Kang, S. 2007. Glacier and lake variations in the Yamzhog Yumco basin, southern Tibetan Plateau, from 1980 to 2000 using remote-sensing and GIS Technologies. **Journal of Glaciology**, 53:183.
- Yılğör, S. 2012. Bafa Gölü Sedimanlarındaki Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Yılmaz, S. 2011. Çok Banthı Uydu Görüntülerinden Parsel Bazında Coğrafi Bilgi Sistemi Özellikli Ürün Deseni Katmanı Oluşturulabilirliği Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.

Yomralıoğlu, T. 2005. Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar (3. Baskı). Akademi Kitabevi, Trabzon.

Zhao, Y., Zhang, K., Fu, Y., Zhang, H. 2012. Examining Land-Use/Land-Cover Change in the Lake Dianchi Watershed of the Yunnan-Guizhou Plateau of Southwest China with Remote Sensing and GIS Techniques: 1974–2008, **International Journal of Environmental Research andm Public Health**, 9: 3843-3865.



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı Hilal TOPÇU KÖSEER
Doğum Yeri ve Tarihi Manisa 1990

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü
Yüksek Lisans Öğrenimi ADÜ Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı
Afyonkarahisar Bolvadin İlçe Tarım ve Orman
Müdürlüğü 2016-2019

İŞ DENEYİMİ

Pusulaplatform Tarımsal Danışmanlık LTD. ŞTİ.
Tarımsal Danışman, 2015-2016

İLETİŞİM

E-posta Adresi hilal_topcu35@hotmail.com