



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TÜRKİYE SULAK ALANLAR ARAZİ ÖRTÜ/KULLANIM
DEĞİŞİMLERİNİN ARAZİ TAHRİBATININ DENGELENMESİ
KAPSAMINDA İZLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Berat Umut BAYSAL

DANIŞMAN

PROF. DR. Ayhan ATEŞOĞLU

BARTIN-2022



T.C.

**BARTIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**TÜRKİYE SULAK ALANLAR ARAZİ ÖRTÜ/KULLANIM DEĞİŞİMLERİNİN
ARAZİ TAHRİBATININ DENGELENMESİ KAPSAMINDA İZLENMESİ VE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Berat Umut BAYSAL

BARTIN-2022

BEYANNAME

Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre Prof. Dr. Ayhan ATEŞOĞLU danışmanlığında hazırlamış olduğum “TÜRKİYE SULAK ALANLAR ARAZİ ÖRTÜ/KULLANIM DEĞİŞİMLERİNİN ARAZİ TAHRİBATININ DENGELENMESİ KAPSAMINDA İZLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ” başlıklı yüksek lisans tezimin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

13.09.2022

Berat Umut BAYSAL

ÖNSÖZ

Üniversite hayatım boyunca lisans ve yüksek lisans dönemlerinde beni yalnız bırakmayan, bilgi deneyim ve tecrübesini aktaran, danışmanlığımı üstlenen, araştırma konusunun seçiminden sonuçlandırılmasına kadar katkı ve emeklerini hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Ayhan ATEŞOĞLU'na saygı ve içtenlikle teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmasının başından sonuna kadar her konuda destek ve yardımlarını gördüğüm Küre Dağları Milli Parkı Müdürü Sayın Ali BOZKURT'a teşekkür ederim.

Tez çalışmasının başından sonuna kadar her konuda destek ve yardımlarını gördüğüm sevgili arkadaşım Serdar ERPAY'a teşekkür ederim.

Hayatımın her evresinde bana destek oldukları gibi tez çalışmam süresince de bana destek olan beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan değerli aileme sonsuz teşekkür ve minnettarlığımı sunarım.

Berat Umut BAYSAL

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TÜRKİYE SULAK ALANLAR ARAZİ ÖRTÜ/KULLANIM DEĞİŞİMLERİNİN ARAZİ TAHRİBATININ DENGELENMESİ KAPSAMINDA İZLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Berat Umut BAYSAL

Bartın Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ayhan ATEŞOĞLU

Bartın-2022, sayfa: 53

Sulak alanlar sağladığı hizmetler (gıda, tatlı su, genetik materyal vb.), düzenleyici hizmetleri (iklim, su akış rejimi, erozyon, doğal afet, tozlaşma vb.), kültürel hizmetleri (rekreasyon, estetik, eğitim vb.) ve destekleyici hizmetler (toprak oluşumu, besin döngüsü vb.) düşünüldüğünde önemli bir kavramdır. Sulak alanlara yönelik en büyük tehdit ise sulak alanların tahribi ve alansal bakımından azalmalarıdır. Bu nedenle yapılacak izleme ve değerlendirme çalışmaları sulak alanlar için oluşturulacak yönetim ve politikalar için önemlidir. Bu amaçla gerçekleştirilecek tezin amacı, Türkiye resmi sulak alanlar arazi kullanım değişimlerinin 2000 yılından günümüze değişimlerini izlenmesi ve değerlendirilmesini kapsamaktadır. Bu amaçla yapılacak çalışmanın önemi ise; arazi tahribatının dengelenmesine yönelik sulak alan ve yakın çevresindeki değişimlere göre risk değerlendirilmesine yapılarak, arazi değişimi özelinde alınacak önlemlere ilişkin altlık bilgilerin oluşturulması ve politikaların önerilmesine yardımcı olmaktır. Çalışmada ücretsiz bir arazi izleme değerlendirme yazılımı olan Collect Earth yazılımı kullanılacaktır. İlk olarak FAO tarafından kullanılan Collect Earth çok amaçlı arazi izleme ve değerlendirme aracıdır. Çalışma Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'nden 2020 yılı itibarıyla alınan verileri göre toplam 93 adet sulak alanda gerçekleştirilmiştir. Tez

alışması kapsamında toplam 14245 deneme alanı üzerinde çalışmalar gerçekleştirilmiş ve sonuçlar tüm alana enterpole edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, Türkiye sulak alanların büyük bir kısmı tarım alanı (%35,38) olarak kullanıldığı tespit edilmiştir. Ramsar alanlarının da, %38,6'sı tarım alanı sınıfında, %1,7'si yerleşim alanı sınıfında yer almaktadır. 2000-2022 yılları arasındaki Türkiye sulak alanlarında Orman, Tarım, Yerleşim ve Diğer arazi sınıflarının arttığı, Sulak alan varlığının 3629,28 hektar azaldığı tespit edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda 40991,47 hektar alanda arazi bozulumu ve 25683,03 hektar ise iyileşme olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sulak alanlar, Collect Earth, Uzaktan algılama, Coğrafi bilgi sistemleri, Akıllı ve sürdürülebilir çevre

Bilim Alanı Kodu: 120512

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

MONITORING OF LAND COVER USE CHANGES ON THE WETLANDS WITHIN THE SCOPE LAND DEGRADATION NEUTRALITY IN TURKEY

Berat Umut BAYSAL

Bartın University

Graduate School

Department of Forest Engineering

Thesis Advisor: Prof. Dr. Ayhan ATEŞOĞLU

Bartın-2022, pp: 53

Wetlands is important for main services (such as food, freshwater, genetic material), regulatory services (such as climate, flow regime, erosion, natural disaster, pollination,), cultural services (such as recreation, aesthetics, education) and supporting services (such as soil formation, nutrient cycle). The greatest threat to wetlands is the destruction and reduction of wetlands. Therefore, monitoring studies are important for wetland management and policies. The purpose of the thesis is to monitor the changes in the land cover/use in Turkey's official national and international wetlands since 2000 , to make the risk assessment of wetlands for land degradation neutrality (LDN), to determine the land cover/use changes and to reach the necessary data for planning. Collect earth (CE) software was used in the study. Collect Earth first used by the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) is a multi-purpose land monitoring software tool. The study was carried out in a total number of 93 wetlands, according to the data obtained from the Republic of Türkiye Ministry of Agriculture and Forestry, General Directorate of Nature Conservation and National Parks

as of 2020. Within the scope of the thesis study, studies were carried out on 14245 plot areas and the results were interpolated to the whole area. According to the results of the study, it has been determined that a large part of Turkey's wetlands (35.38%) is used as Cropland. : 38.6% of Ramsar areas are classified as Cropland and 1.7% as Settlement Areas. It has been determined that the areas of 'Forest land', 'Cropland', 'Settlements' and 'Other land' classes in Turkey's wetlands between the years 2000-2022 have increased, and the 'wetlands' class area has decreased by 3629.28 ha. As a result of the analysis, it was determined that there was land degradation in 40991.47 hectares and land improvement in 25683.03 hectares.

Keywords: Wetlands, Collect Earth, Remote sensing, Geographic information systems, Smart and sustainable environment

Scientific Field Code: 120512

İÇİNDEKİLER

BEYANNAME.....	iii
ÖNSÖZ	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
TABLolar DİZİNİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Sulak Alanlar ve Önemi.....	1
1.2.Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri	6
2. MATERYAL VE YÖNTEM	13
2.1. Çalışma Alanının Tanıtımı.....	13
2.2. Open Foris/Collect Earth (CE).....	16
2.2.1. Collect Earth Girdileri	18
2.2.2. Artırılmış Görsel Yorumlama için Veri Toplama İşlemleri	19
2.2.3. Veri Yönetimi Yapısı	21
2.2.4. Veri Analizi ve Raporlama	21
2.3.Kullanılan veriler	22
3. UYGULAMA.....	27
3.1.Collect Earth örneklem tasarımı ve veri toplama	27
3.2 Arazi Örtü/Kullanım Sınıfları	33
3.3 Arazi Örtü/Kullanım Sınıfları Değişimi (2000-2022)	36
3.4 Arazi Örtüsü/Kullanımı Kayıp-Kazanç Alanları	36
3.5.NDVI, NDWI ve NBÜ analiz sonuçları	42
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	45
KAYNAKLAR.....	48

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
No	No
1.1: Sulak alan örneği.....	2
1.2: Sulak alanların dünyamızdaki yayılışı	5
1.3: Uzaktan algılamanın temel bileşenleri	7
1.4: Coğrafi bilgi sistemlerinin bileşenleri	8
1.5: CBS modeli	10
1.6: UA-CBS entegrasyonu.....	12
2.1: Türkiye'deki sulak alanlar	14
2.2: Collect earth yazılımı arazi izleme sistemine genel bakış	17
2.3: NDVI değerine göre ağacın sağlık/yaprak durumu	24
3.1: Örneklem tasarımı.....	27
3.2: Parsel alan dosyası	28
3.3: Parsel alana ilişkin Google Earth, Bing Maps, Google Earth Engine vb. görüntü araçları penceresi.....	29
3.4: Google Earth zamansal değişimi görsel ekranı, MODIS 16 günlük NDVI grafik verisi üzerinden parsel alana ilişkin arazi kullanım değişikliği ilişkisi, NDVI verisi grafik seti örneği	30
3.5: Örnek veri tabanı girdi pencereleri	31
3.6: Hazırlanan csv formatındaki dosya.....	32
3.7: Mevcut arazi örtüsü/kullanım haritası.....	35
3.8: Arazi örtüsü/kullanımı iyileşme/arazi bozulumu alanları haritası	38

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo	Sayfa
No	No
1.1: Sulak alanların sağladığı ekosistem hizmetleri	3
1.2: Coğrafi bilgi sistemlerinin kullanım alanları	9
1.3: UA-CBS entegrasyonu aşamaları	11
2.1: Türkiye'deki sulak alanlar	15
2.2: IPCC arazi örtüsü/kullanım sınıfları	22
2.3: FAO/FRA arazi örtüsü kullanım sınıfları	23
2.4: NDVI sınıfları	25
2.5: NDWI sınıfları	25
3.1: Türkiye sulak alanlar mevcut arazi örtüsü/kullanım alanları	33
3.2: Türkiye sulak alan statülerine göre mevcut arazi örtüsü/kullanım durumu	34
3.3: Arazi örtüsü/kullanım sınıfları değişimi (2000-2022)	36
3.4: Arazi örtüsü/kullanımı iyileşme/arazi bozulmuş alanları	39
3.5: Sulak alan statülerine göre arazi örtüsü/kullanımı iyileşme/arazi bozulmuş alanları	41
3.6: NDVI sınıflarına ve sulak alan statülerine göre arazi örtüsü/kullanım sınıfları	42
3.7: NDWI sınıflarına ve sulak alan statülerine göre arazi örtüsü/kullanım sınıfları	43
3.8: NBÜ sınıflarına ve sulak alan statülerine göre arazi örtüsü/kullanım sınıfları	44

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ha	: Hektar
m	: Metre
g	: Gram
C	: Karbon
cm	: santimetre
WWF	: Dünya Doğayı Koruma Vakfı
EPA	: United States Environmental Protection Agency
UA	: Uzaktan Algılama
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
NBÜ	: Net Birincil Üretim
NDVI	: Normalize edilmiş Bitki Örtüsü İndeksi
NDWI	: Normalleştirilmiş Fark Su Endeksi
GEE	: Google Earth Engine
GE	: Google Earth
CE	: Collect Earth
CEP	: Collect Earth Project
FAO	: Food And Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Örgütü)
IPCC	: Intergovernmental Panel on Climate Change (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli)

1. GİRİŞ

Tarih boyunca, nehir vadileri, açık kıyılar, taşkın ovaları ve göller, insanlar için yerleşim merkezleri oluşturmuştur. Binlerce yıl, Mısırlılar, Mezopotamyalılar, Çinliler, Hintliler, İnduslar, Aztekler gibi pek çok topluluk sulak alanlarla iç içe yaşamışlar ve büyük uygarlıklar kurmuşlardır. Bugün de çevresinde yaşayan halkın yaşamında önemli bir yer tutan, bölge ve ülke ekonomisine katkılar sağlayan sulak alanlar, doğal dengenin ve biyolojik çeşitliliğin korunması yönünden de yaşam ortamları içerisinde önemli ve farklı bir duruma sahiptirler (URL-1).

1.1. Sulak Alanlar ve Önemi

Sulak alanlar, doğal veya yapay, devamlı veya geçici, suları durgun veya akıntılı, tatlı, acı veya tuzlu, denizlerin gel-git hareketlerinin çekilme devresinde altı metreyi geçmeyen derinlikleri kapsayan, bütün sular, bataklık, sazlık ve turbalıklar olarak tanımlanmıştır (URL-1). United States Environmental Protection Agency (EPA)'e göre ise, sulak alanlar, suyun toprağı kapladığı tüm yıl boyunca yada büyüme mevsimi de dahil olmak üzere yıl boyunca değişen sürelerde toprağın yüzeyinde veya yakınında bulunduğu alanlardır (URL-2). Sulak alanların en yaygın kullanılan bir tanımı ise Ramsar Sözleşmesi'nde yer almaktadır. Ramsar Sözleşmesine göre sulak alan, derinliği 6 metreyi geçmeyen, doğal veya insan yapımı, sürekli veya geçici, suyu durgun veya hareketli, tatlı, alkali veya tuzlu, sazlık, bataklık, turbalık göl ve denizsel alanlardır (Çiçek, 2004). Sulak alanların üç temel bileşeni vardır. Bunlar su, toprak ve canlıdır. Dolayısıyla suyun olabildiği bütün ortamlarda bulunan sulak alanlar değişik şekil ve tiplerle karşımıza çıkabilmektedir. Genellikle yapılan bir tipolojiyle sulak alanları,

- Haliç ve deltalar,
- Tatlı su bataklıkları,
- Göller,
- Nehir ve taşkın ovaları,
- Turbalıklar,
- Kıyısal sulak alanlar,
- İnsan yapısı sulak alanlar olarak sınıflandırılmaktadır. (Orman ve Su İşleri Bakanlığı; 2013: 16).

Sulak alanlar, yeryüzünün en zengin ve en üretken ekosistemlerini barındıran önemli işlev ve değerlere sahip karmaşık doğal sistemlerdir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Sulak Alan Örneği (URL-3)

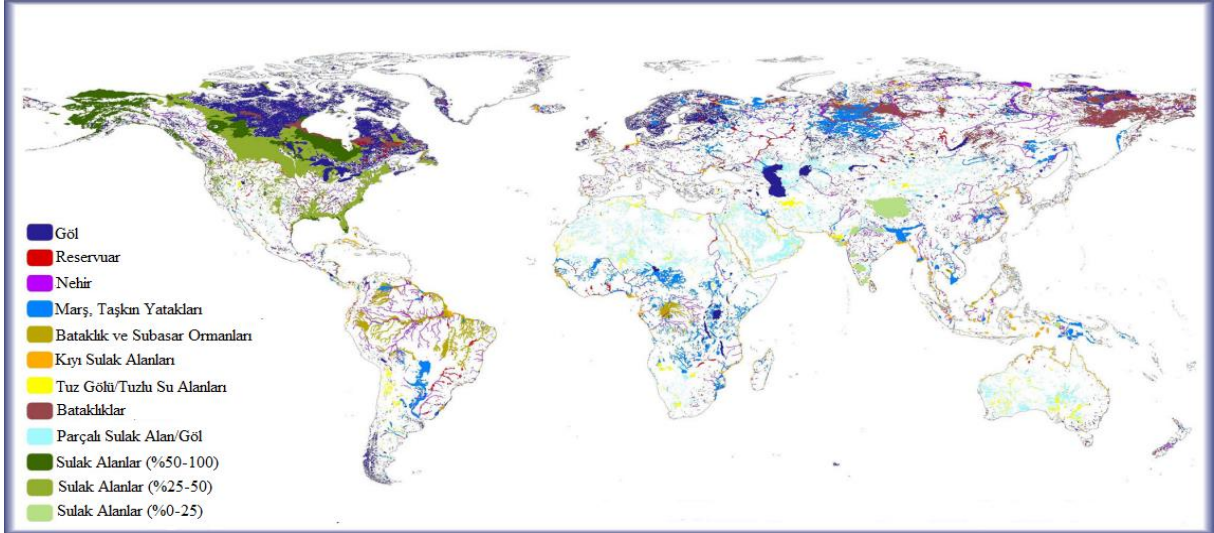
Sulak alanlar tropik ormanlardan sonra biyolojik çeşitliliğin en yüksek olduğu ekosistemler olup pek çok tür ve çeşitteki canlılar için uygun beslenme, üreme ve barınma ortamı sunmakta, bulundukları yörede nem oranını yükselterek, başta yağış ve sıcaklık olmak üzere yerel iklim elemanları üzerinde olumlu etki yapmaktadır. Tortu ve zehirli maddeleri alıkoyarak suyu temizlemekte, balıkçılık, tarım ve hayvancılık, saz üretimi, turizm olanaklarıyla bölge ve ülke ekonomisine önemli katkı sağlamaktadırlar (Tablo 1.1). Sulak alanlar, yalnız bulundukları ülkenin değil tüm dünyanın doğal zenginlik müzeleri olarak kabul edilmektedir (URL-4). Günlük yaşantımızda bataklık ya da sazlık olarak tanımlanan sulak alanlar aslında ekolojik özellikleri ve barındırdıkları canlı toplulukları nedeniyle büyük bir öneme sahiptir (Williams, 1990; Görmez, 1997).

Tablo 1.1: Sulak alanların sağladığı ekosistem hizmetleri (Karakoç, 2019)

Hizmetler	Örnekler
Sağlayıcı	
Gıda	Balık, meyve ve tahıl üretimi
Tatlı su	Evsel, endüstriyel ve tarımda kullanım için suyun depolanması ve saklanması
Yakıt	Yakacak odun, tomruk, turba sağlama
Biyokimya	Biyotadan ilaç ve diğer maddelerin çıkarılması
Genetik materyal	Bitki patojenlerine, süs bitkilerine dirençli genler vb.
Düzenleyici	
İklim	Sera gazları için yutak olma, yerel ve bölgesel sıcaklıkları, yağışları ve diğer iklimsel süreçleri etkileme
Su akış rejimi	Yeraltı suyu şarjı/deşarjı
Erozyon	Toprak ve çökeltilerin erozyona karşı korunması
Doğal Afet	Taşkın kontrolü
Tozlaşma	Tozlaştırıcılar için habitat sağlama
Kültürel	
Manevi ve ilham verici	İlham kaynağı; birçok din sulak alanlara maneviyatı ve dinsel değerlerini ekliyor.
Rekreasyon	Rekreasyonel aktiviteler için fırsatlar sağlama
Estetik	Çoğu insan sulak alanları güzel ve estetik olarak değerli buluyor.
Eğitim	Resmi ve gayri resmi eğitim ve öğretim fırsatları
Destekleyici	
Toprak oluşumu	Tortu tutma ve organik madde birikimi
Besin döngüsü	Besin maddelerini işleme, depolama ve geri dönüştürme

Sulak alanlar yüzyıllar boyunca sıtma kaynağı olarak görüldüğünden, insanların buralardan uzak durduğu yönünde yaygın bir düşünce vardır (Tont, 2001; Tiril, 2006). İlk başlarda sadece sıtma hastalığını önlemek için başlayan kurutma çalışmaları, gelişen teknolojiyle birlikte yeni tarım alanları elde etme amacına yönelmiş, sazlık ve bataklıkların yanı sıra taşkın ovalarını ve

göller de kapsayarak artarak devam etmiştir. Bu süreçte, Akdeniz ülkeleri sulak alanlarının %70' ine yakını kaybetmiştir (Yılmaz, 2019). Sulak alan araştırmacıları, insanların yerleşimlerini ister sulak alan kenarlarında kursun, isterse sulak alanlardan uzakta yaşasınlar, bu alanlarla çok sıkı bağlar kurduklarını ancak son zamanlarda fark etmiştir (Tont, 2001; Tiril, 2006). Halbuki daha önce sulak alanların sadece yaban yaşamı için önemi ve ekolojik bazı fonksiyonları olduğu düşünölmekteydi. Bu farkındalığın oluşmasından sonra insanların eskiden beri sulak alanları nasıl kullandığı; bu kullanımın ne kadar sürdürölebilir olduğu ve hepsinden önemlisi de insan faaliyetlerinin sulak alanların işlev ve değerlerini nasıl etkilediğı önemli çalışma konuları olarak ortaya çıkmıştır (Dugan, 1991; Turan, 2001). Bu nedenlerden dolayı, ulusal ve uluslararası kuruluşlar bu alanlarla ilgilenmeye başlamış ve buraların yönetimi ve kullanımı için düzenlemeler yapılmıştır. Bu kapsamda sulak alanlar korunan alanlar sınıfında olup Dünya Mirası, Ramsar, İnsan ve Biyosfer, CITES, BERN, Kuş Direktifi (79/409/EEC), Habitat Direktifi (92/43/EEC), Nitrat Direktifi (91/676/EEC) ve Natura 2000 gibi bölgesel sözleşmeler tarafından desteklenmektedir. 1971 yılında İran'ın Ramsar kentinde imzaya açılan ''Su Kuşları Yaşama Ortamı Olarak Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alanların Korunması Konvansiyonu'' kısaca Ramsar Sözleşmesi, sadece sulak alanların korunmasını öngören bir sözleşme olmasının ötesinde, doğa koruma alanında da imzaya açılmış ilk sözleşmedir. Ocak 2004 itibariyle sözleşmeye 138 ülke taraf olmuştur. 1994 yılında Türkiye'nin Ramsar Sözleşmesi'ne taraf olmasıyla sulak alan kurutma politikaları terkedilmiştir (Yılmaz, 2019). İklim değışikliğinin insanlar ve yaban hayatı üzerinde etkileri arttıkça sulak alanların hızla değışen koşullara uyum yeteneğı vazgeçilmez bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Dolayısıyla da dünya çapında sulak alanlara ve onların işlevlerine verilen değer üzerine araştırmaların artmıştır (URL-5). Günümüzde sulak alanlar dünya yüzeyinin yaklaşık %6-10'unu kaplar. Bunun %2'si göller, %30'u yağışa bağı asidik turbalık bataklıklar, %26'sı yeraltı suyuna bağı az asidik turbalık bataklıklar, %20'si çeşitli bataklık ve %15'i de taşkın ovalarından oluşur (DKMP, 2013) (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. Sulak Alanların Dünyamızdaki Yayılışı (URL-6)

Ülkemizde 93 adet sulak alan bulunmaktadır. Bunların 14'ü Ramsar Alanı, 59'u Ulusal öneme haiz sulak alan ve 20'si mahalli öneme haiz sulak alanlardır.

20. Yüzyıldan sonra sanayileşmenin getirdiği baskı ve artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılama amacı sulak alanların bozulması ve yok olmasını hızlandırmıştır. 1950-1970 yılları arasında, özellikle tarım alanı açmak, sıtma ile mücadele ve taşkınları önlemek amacıyla resmi kuruluşlar tarafından 21 adet sulak alan (93.582 ha) tamamen kurutulmuştur. 17 adet sulak alanda ise taşkın önleme ve su rejimine yapılan müdahaleler sebebiyle 143.956 ha alan kurumaya bırakılmıştır (Yılmaz, 2019).

Türkiye'de sulak alanların durumunun pek iç açıcı olmadığı görülmektedir. WWF'in verilerine göre Türkiye'de son 40 yılda yaklaşık 1.300.000 hektar alan kurutma, doldurma ve su sistemlerine müdahaleler nedeniyle ekolojik ve ekonomik özelliğini yitirmiştir (WWF, 2008).

Sulak alanlar, Dünya üzerindeki en önemli ekosistemlerden birisidir. Biyotik ve abiyotik faktörlerden etkilenebilmektedir. Sulak alanlar, sadece kendileri için değil diğer ekosistemlere de hizmet ederler. Tatlı su kaynakları ise besin kaynağı olarak ekosistemi destekleyen tarımsal ve diğer ihtiyaçları karşılayan su varlıkları olarak bilinir. İnsan müdahalelerinin büyük bir kısmı arazi örtüsü kullanımı değişikliği gözlemlenen bölgelerde gerçekleştirilir. Arazi örtüsü kullanımı/değişimi, arazi örtüsünün değişiminin gözlemlenmesi ve sürdürülebilirliğinin sağlanmasında kullanılan en önemli unsurdur. Bu nedenle, ekosistemler üzerinde etkileri gözlemlenmek ve değerlendirmek için arazi örtüsü kullanımı/değişimi hakkında bilgi sahibi olmak ve sulak alanlarda arazi örtüsü değişimlerini önlemek gerekmektedir. Uzaktan Algılama (UA), doğal kaynakları izleme ve değerlendirme ve arazi örtüsü kullanımı/değişiminin

belirlenmesinde kullanılan vazgeçilmez bir teknolojidir. UA ile belirli zaman aralıklarıyla elde edilen ekonomik veriler yardımıyla arazi örtüsü kullanımı değişmiş bölgeler hakkında ayrıntılı ve güvenilir bilgiler sağlamaktadır. Ayrıca uydu görüntüleri ile büyük alanlar izlenmekte ve değerlendirilmektedir. Ayrıca CBS, arazi örtüsü kullanımını ve tehdit altında veya olabilecek bölgeleri değerlendirmede akıllı karar vermeyi kolaylaştırabilmektedir. Arazi örtüsü kullanımı/değişimi UA verileri yardımıyla CBS yazılımları kullanılarak ekosistemlerin sürdürülebilirliği konusundaki çevresel değişiklikleri/tehditleri izleme, değerlendirme ve tespit etmede kolaylık sağlamaktadır (URL-7).

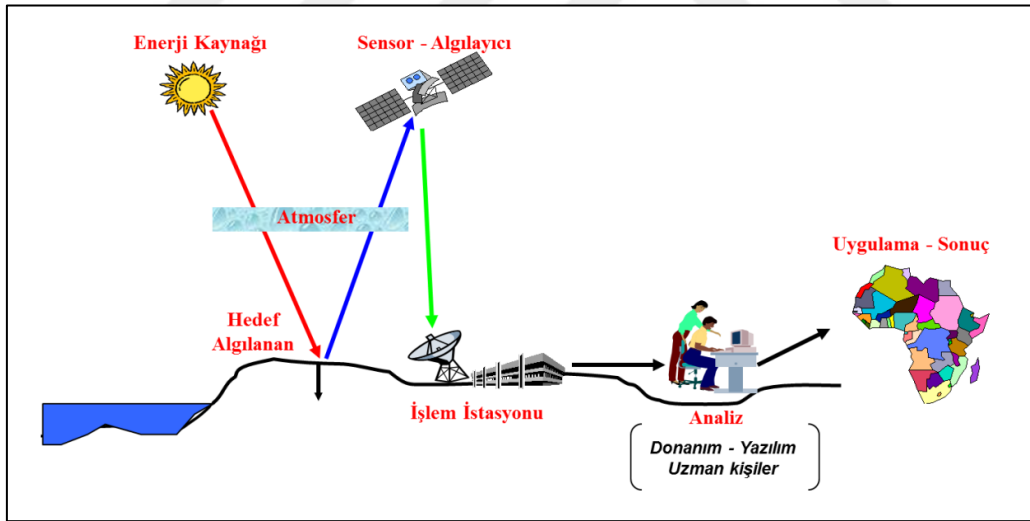
1.2.Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri

Dünya üzerindeki coğrafi olaylarla ve oluşumlarla ilgilenen bütün disiplinler referanslandırılmış mekânsal veriye ihtiyaç duymaktadır. Uzaktan algılama (UA) yöntemleri verilerin elde edilmesinde kullanılan en önemli ve etkin metotlardan birisidir. Bu yüzden farklı disiplinlerce kolay ulaşılabilen, ekonomik, güven düzeyi yüksek, anlamlı ve hassas sonuçlara ulaşılabilmesi mümkün olduğundan genellikle tercih edilmektedir (İstanbul Üniversitesi,2017). Uzaktan algılama, yeryüzünden belli uzaklıkta, atmosferde veya uzaydaki platformlara yerleştirilmiş ölçüm aletleri aracılığıyla, yeryüzü ve nesneleri hakkında bilgi alma ve bunları analiz etme tekniği ya da nesnelerle fiziksel temasta bulunmadan herhangi bir uzaklıktan yapılan ölçümlerle nesneler hakkında bilgi edinme bilim ve sanatı olarak ifade edilir. (URL-8) Uzaktan algılama alanının içeriği birçok şekilde tanımlanmış olup, bu tanımlamalar içerisinde ortak olan kavram, incelenen cisim hakkında uzaktan bilgi elde edilmesidir. Bu genel tanımın biraz daha geliştirilmiş hali, “Uzaktan algılama, arada mekanik bir temas olmaksızın bir cisimden yayılan veya yansıtılan elektromanyetik ışınımın nitelik ve nicelik yönünden değerlendirilmesi ile cismin özelliklerinin uzaktan ortaya konması ve ölçülmesidir” şeklindedir (AÜ, 2018).

UA'nın temeli eski zamanlara dayanmakta olup şekillenmesi zaman içerisinde doğan ihtiyaçların artmasıyla gelişmiş ve gelişmeye devam etmektedir. Bununla birlikte daha çok alana yayılmış ve disiplinler arası çalışma alanı oluşturmuştur. UA'nın temelini oluşturan ve başlangıcı olarak sayılan fotoğrafların ortaya çıkması 1800'lü yıllar olarak bilinmektedir. I. ve II. Dünya Savaşları sırasında ortaya çıkan hava fotoğraflarının ve sonrasında renkli fotoğrafların keşfedilmesi ve kullanılmasıyla UA'da büyük bir ilerleme kat edilmiştir. Bunun en önemli örneğini II. Dünya Savaşı sırasında kullanılmış olan hava fotoğrafları ile görmekteyiz. Savaş sonrası dönemde ise askeri amaçlı dalga boyları ve spektrumlar üzerinde

yapılan bilimsel çalışmalarla tecrübeler kazanılmış olup sivil çalışmalara olanak tanımıştır. Bu sayede 1950 sonrasında UA kavramı kullanılmaya ve yaygınlaşmaya başlamıştır. Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) 1970 ve 80'li yıllarda LANDSAT uydusunun fırlatılmasıyla birlikte UA için yeni bir dönem başlamıştır. Bu gelişimle birlikte 1990'lı yıllarda radar görüntüleri ve hiperspektral görüntülerle birlikte kapsamlı bir hale gelmiştir. Günümüzde ise gelişen teknoloji ve artan ihtiyaçlarla yüksek bir ivme ve önem kazanmıştır (Campbell ve Wynne, 2011).

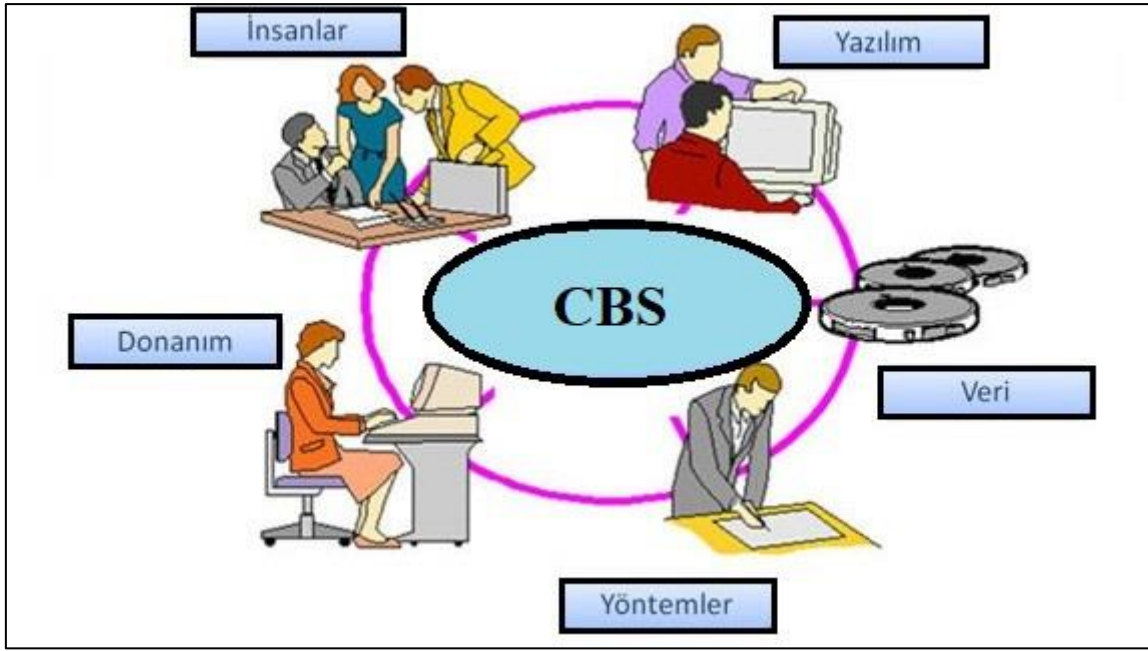
İnsanoğlu için hayati öneme sahip olan doğal kaynakların sürdürülebilirliğini sağlamak ve bu kaynaklara ait fiziksel, kimyasal, biyolojik ve geometrik özellikli verilerin toplanması gerekmektedir. Bu verilerin elde edilmesi için kullanacağımız kaynakların detaylı, güvenilir, güncel ve ekonomik olması UA'nın kullanımını kaçınılmaz hale getirmiştir. Bu amaçla UA'da görüntünün üretilmesi temel bileşenlerine bağlı olup, bu temel bileşenler ise; enerji, atmosfer, algılanan, algılayıcı ve analiz-uygulama olarak bilinmektedir (Şekil 1.3). UA sayısal, hızlı, ucuz, evrensel, güncellenebilir, ayrıntılı, güvenilir ve esnek olup bu avantajlar sayesinde UA birçok disiplinde etkin ve yaygın olarak kullanılmaktadır.



Şekil 1.3. Uzaktan Algılamanın Temel Bileşenleri (URL-9)

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), verilerin toplanması, saklanması, analiz edilmesi, kullanıcıya sunulması gibi işlevleri bütünleştiren bir bilgi sistemidir. CBS, birçok veri tipinin birleşmesinden oluşur. CBS, mekânsal konumların analiziyle birlikte bilgi katmanlarını düzenleyerek haritalarda ve üç boyutlu sahnelerde görselleştirme olanağı sağlamaktadır. CBS, kullanıcıların daha kolay ve doğru karar vermelerine yardımcı olmak için veriler arası modellemeler yaparak ve ilişki kurarak kullanıcıya daha derin ve etkin bir bakış açısı

sunmaktadır (URL-10). CBS, daha iyi karar vermeyi, coğrafi kayıtlar tutmayı, coğrafi olarak yönetmeyi ve yüksek verimlilikte çalışmanın getirdiği maliyetin azalmasını sağlar. CBS, vektörel ve yazımsal verilerin aynı ortamda toplanması, depolanması, güncellenmesi, amaçlar doğrultusunda sorgulanmasını sağlayan yazılım, donanım, her türlü veri, kullanılan yöntemler ve sistemde çalışan personelden oluşan sistemdir (Anadolu Üniversitesi, 2019). Şekil 1.4'te gösterilen CBS'nin bileşenleri olup bu bileşenlerden birinin bu döngüden eksilmesi veya zarar görmesi halinde CBS'de iş ve işlem akışlarında aksaklıklar meydana gelir.



Şekil 1.4. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Bileşenleri (URL-11)

Son yıllarda birçok alanda etkin bir araç olarak kullanılmaya başlanan CBS, genel olarak farklı alanlarda yürütülen çalışmalarda kullanılabilen bir bilgi sistemi olup, belli bir amaca yönelik veri toplama, depolama, işleme, güncelleme, analiz etme, kontrol etme ve haritalandırma gibi işlevleri kapsamaktadır (Carter, 1994; Maguire, 1991). CBS mekânsal verilere ait analizler için yoğun olarak kullanılmaktadır. Özellikle 1970'lerin sonlarından sonra hızla gelişerek kullanımı yaygınlaşmıştır. Ülkemizde özellikle 1990'lı yıllardan sonra gelişmeye başlayan CBS, nesneler ve olaylara yönelik bilgi sağlamada analiz, işleme ve haritalama yeteneği ile, diğer bir ifade ile olası sonuçların tahmin edilmesi ve böylelikle stratejik planlamaya yönelik sağladığı avantajları ile diğer enformasyon sistemlerinin önüne geçerek önemi, ihtiyacı ve değeri her geçen gün daha da anlaşılmakta ve uygulamaları yaygınlaşmaktadır (Anadolu Üniversitesi, 2018)

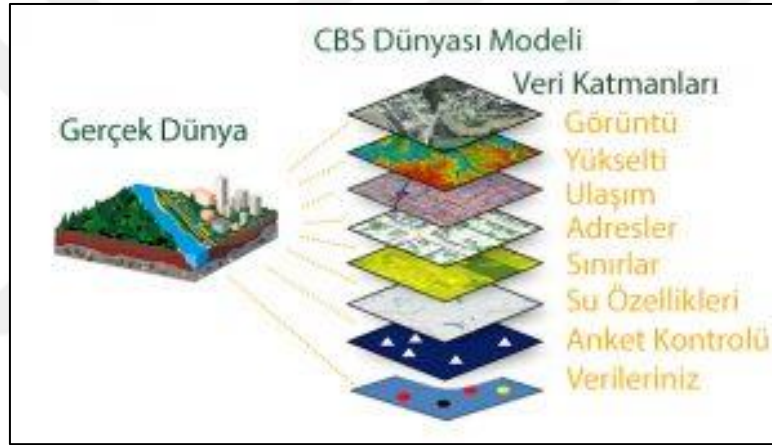
CBS konumsal veri toplama, depolama, analiz yöntemleri, vb. yetenekleri ile birçok konuda kullanım alanı bulmuştur (AÜ,2018). Bilgisayar teknolojisinin gelişmesiyle birlikte CBS birçok

meslek grubunda planlama ve analiz için kullanılmaktadır (Tablo 1.2). Bilgisayar ortamına alınan bütün veriler birbirleriyle ve coğrafi konumlarıyla ilişkilendirilmekte ve bu verilerle mekânsal analizler yapılabilmektedir. Daha etkin planlama ve yönetim uygulamalarını geliştirmek, hızlı ve yerinde kararlar alabilmek, maliyetleri azaltarak daha iyi hizmetlerin sunulmasını sağlamak amacıyla CBS mekânsal verilerin analizinde, haritacılıkta, altyapı/üstyapı sistemleri ve çözümlerin yürütülmesinde önemli rol oynamaktadır (URL-12).

Tablo 1.2. Coğrafi bilgi sistemlerinin kullanım alanları (Anadolu Üniversitesi,2018)

Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanım Alanları				
Mühendislik Uygulamaları	Elektrik, Su, Doğalgaz Şebekeleri	Arkeoloji	Arkeolojik Kazıların Haritalanması ve Kazı Envanteri	
	Telekomünikasyon Ağı		Tarihsel Sit Alanlarının Envanteri	
	Araç Takip Sistemleri		Uydu ve Hava Fotoğraflarının İşlenerek Arkeolojik Yer Tespit Çalışmaları	
Tarım Uygulamaları	Bitki Örtüsü	Kamu Uygulamaları	Arkeolojik Ölçümler	
	Ekilebilir Arazi		Yerel Yönetimlerde Kent Bilgi Sistemleri	
	Sulama Sistemleri		Şehir Bölge Planlama Çalışmaları	
	Tahıl Rekolte Tahmini		Arazi Kullanım Haritaları	
	Toprak Haritaları		Altlık Harita ve İmar Planları	
Çevre Uygulamaları	Erozyon Risk Analizleri		Kent Taşınmaz Envanteri	
	Su Kaynakları ve Kirlilik Analizleri		Tapu ve Kadastro Müdürlüklerinde Mülkiyet Envanteri	
	İklim Bilim Çalışmaları		CBS Tabanlı e-devlet Projeleri	
	Sel Bölgeleri Risk Analizleri		Kent içi Ulaşım Planları	
	Doğal Hayatı Koruma		Adres Yönetim Sistemi	
Yerbilimleri Uygulamaları	Jeolojik Haritalar		Toplum Sağlığı Analizleri ve Haritaları	
	Deprem Risk Analizleri		Suç Analizleri ve Haritaları	
Ormancılık Uygulamaları	Orman ve Ağaç Envanteri			
	Orman Bölgelerinin Korunması ve Sürdürülebilirlik Analizleri			
	Acil Orman Yangın Tespiti ve Müdahale Sistemleri			

CBS'nin temel kullanımlarından biri karar verici için yardımcı bir araç olmasıdır (Turoğlu, 2000). Doğadaki mevcut durumu en doğru ve hassas bilgilerle sayısal ortamında görüntülemek ve analizler yardımı ile hedeflenen amaca yönelik sonuçlar üretmektir (Şekil 1.5). Gerçek dünyanın sayısal ortamda canlandırılması esastır. Gerçek dünyadaki verilerin güncel ve hassas şekilde veri girişinin yapılması yapılacak analizlerin ve elde edilen ürünün de doğruluğunu arttıracaktır. Doğru verilerin olması halinde bilgisayar ve CBS yazılımları kullanılarak gerçek dünyaya ilişkin verilerin saklanması, analiz edilmesi ve aktarılmasına olanak tanınmış olacaktır. Gerçek dünyada uygulayamayacağımız birçok olasılık ve tasarımları oluşturulan model üzerinde CBS yardımı ile gerçekleştirmek mümkündür. İlgili modeli yeni veriler ve farklı parametrelerle sürekli güncellemek ve olası yeni sonuçlara ulaşmak mümkündür (Maraş, 1999).



Şekil 1.5. CBS modeli (URL-13)

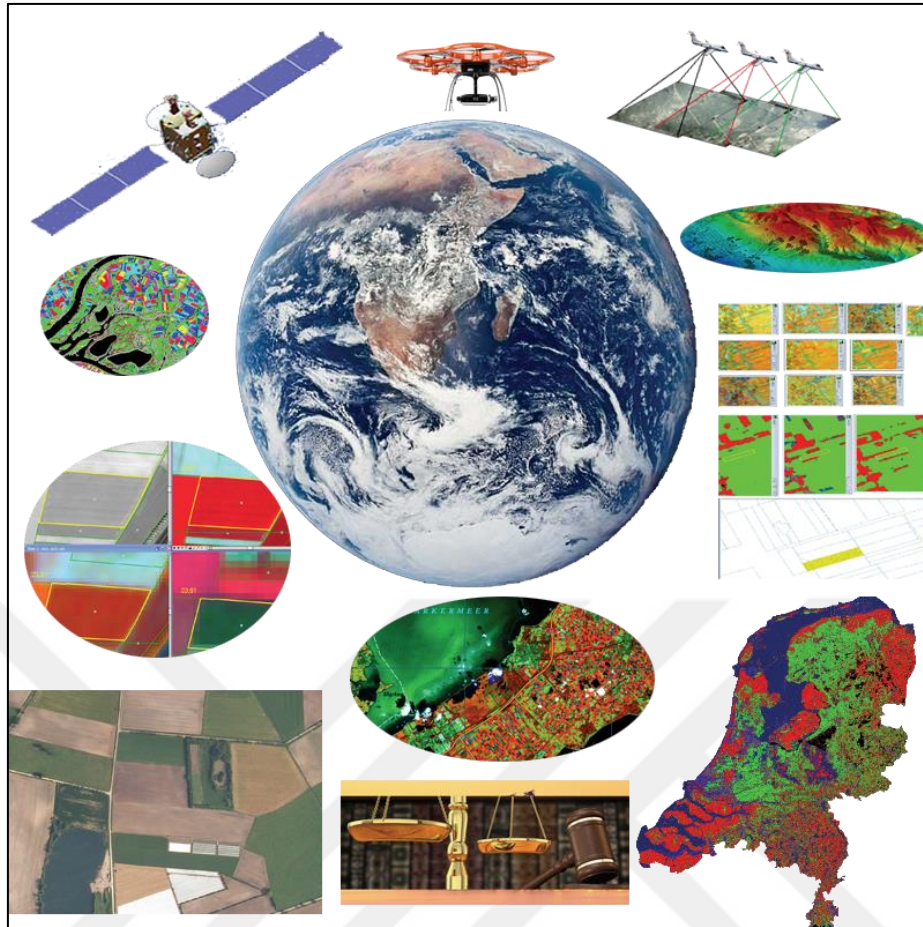
Coğrafi bilgi ile çalışan bütün disiplinler jeoreferanslanmış (koordinatlanmış) veriye ihtiyaç duymaktadır. Uzaktan algılama disiplini, koordinatlandırılmış mekânsal verinin elde edilme yöntemi olarak bahsedilebilir. UA ve CBS gelişen teknoloji ve bilim ile disiplinler arası yararlanılan/kullanılan en etkili ve önemli yöntemlerden birisidir. Bunun sebebi mekânsal verileri ayrıntılı ve kaliteli elde etme olanağı sağlayarak bu veriler ışığında analiz-uygulamalarının ekonomik ve güncel olması bu iki sistemin birlikte çalışmasını sağlamıştır. UA ve CBS aslında entegre çalışan sistemlerdir. UA ve CBS birbirinden ayrı sistemler olarak gelişim göstermiş olsalar da teknolojinin gelişmesi ve ihtiyaçlardan doğan gereksinimler sayesinde birbirleriyle entegre çalışması daha belirgin hal almıştır (Aronoff, 2005). CBS yazılımları, elde edilen verileri/görüntüleri izleme, analiz ve değerlendirme için araçları bulundurmaktadır. Görüntü işleme yazılımı genellikle "yardımcı" jeo-uzamsal verileri analiz etmek için seçeneklere sahiptir (Faust, 1998). UA ve CBS'nin 'entegrasyonunda' kaydedilen

önemli ilerleme, birçok çalışmada iyi bir şekilde özetlenmiştir (Hinton, 1996; Wilkinson, 1996). Bununla birlikte, gelişmeler o kadar hızlıdır ki en son teknolojinin periyodik olarak yeniden değerlendirilmesi açıkça garanti edilmektedir (Ehlers, 1990). UA-CBS entegrasyonunun mevcut en son teknolojisini dikkate almak için üç seviyeli bir sınıflandırmadan söz edilebilir (Tablo 1.3).

Tablo 1.3: UA – CBS entegrasyonu aşamaları (Ehlers, 1990).

Entegrasyon Seviyesi	Temel Özellikler	Desteklenen Analiz Örnekleri
Birinci Seviye Entegrasyon	Ayrı GIS ve görüntü analiz sistemleri arasında veri alışverişi yoluyla elde edilir.	(a) CBS (genellikle vektörde) verilerinin ve uzaktan algılanan (raster) görüntülerinin aynı anda görüntülenmesi (b) Düşük seviyeli görüntü işleme sonuçlarını CBS'ne ve CBS tabanlı analiz sonuçlarını görüntülü analiz yazılımı sistemine taşıma becerisi
İkinci Seviye Entegrasyon	Ortak bir kullanıcı ara yüzü ile kolaylaştırılan 'kesintisiz' tandem veya kombine raster-vektör işlemeye izin verir.	(a) CBS verilerini doğrudan görüntü işlemeye dahil etme yeteneği (b) Heterojen veri girişini tutarlı bir şekilde barındırma yeteneği (c) CBS ve görüntü verilerini zamansal evrimle birleştiren simülasyonlar oluşturma yeteneği
Üçüncü Seviye Entegrasyon	Uzaktan algılama ve CBS, tek ve entegre bir sistem (telejeoişlem) olarak çalışır.	(a) Birleştirilmiş veri yapısında raster ve vektör verilerini yerleştirmek (b) Sensor ağlarını ve diğer teknolojilere bağlantılarını kullanarak gerçek zamanlı analizi kolaylaştırmak

Günümüzde arazi örtüsü kullanımı ve değişimlerinin gözlemlenmesi ve tespitinde uzaktan algılama yöntemleri etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Uzaktan algılama, bu sistemlerin entegre çalışması kapsamında CBS analiz-uygulamaları için gerekli olan verilerin elde edilmesini sağlayarak birincil kaynak görevi görmektedir (URL-14). Gelişen teknoloji ve bilimin sonucunda uydulardaki algılayıcıların spektral özellikleri gelişmiş ve uzaktan algılama uygulamalarının kullanımını arttırmıştır. UA ve CBS entegrasyonu orman, kıyı alanlarının yok edilmesi, kent, çevre ve ekolojik değişimlerin izlenmesi gibi çeşitli alanlarda etkili ve yoğun bir şekilde kullanılmaktadır (Şekil 1.6). UA ve CBS'nin entegre çalışma zamansal değişimlerin tespit edilmesi, planlanması ve bu planlamalar doğrultusunda yönetilmesinde oldukça kolaylık sağlamaktadır (Dengiz ve Turan, 2014).

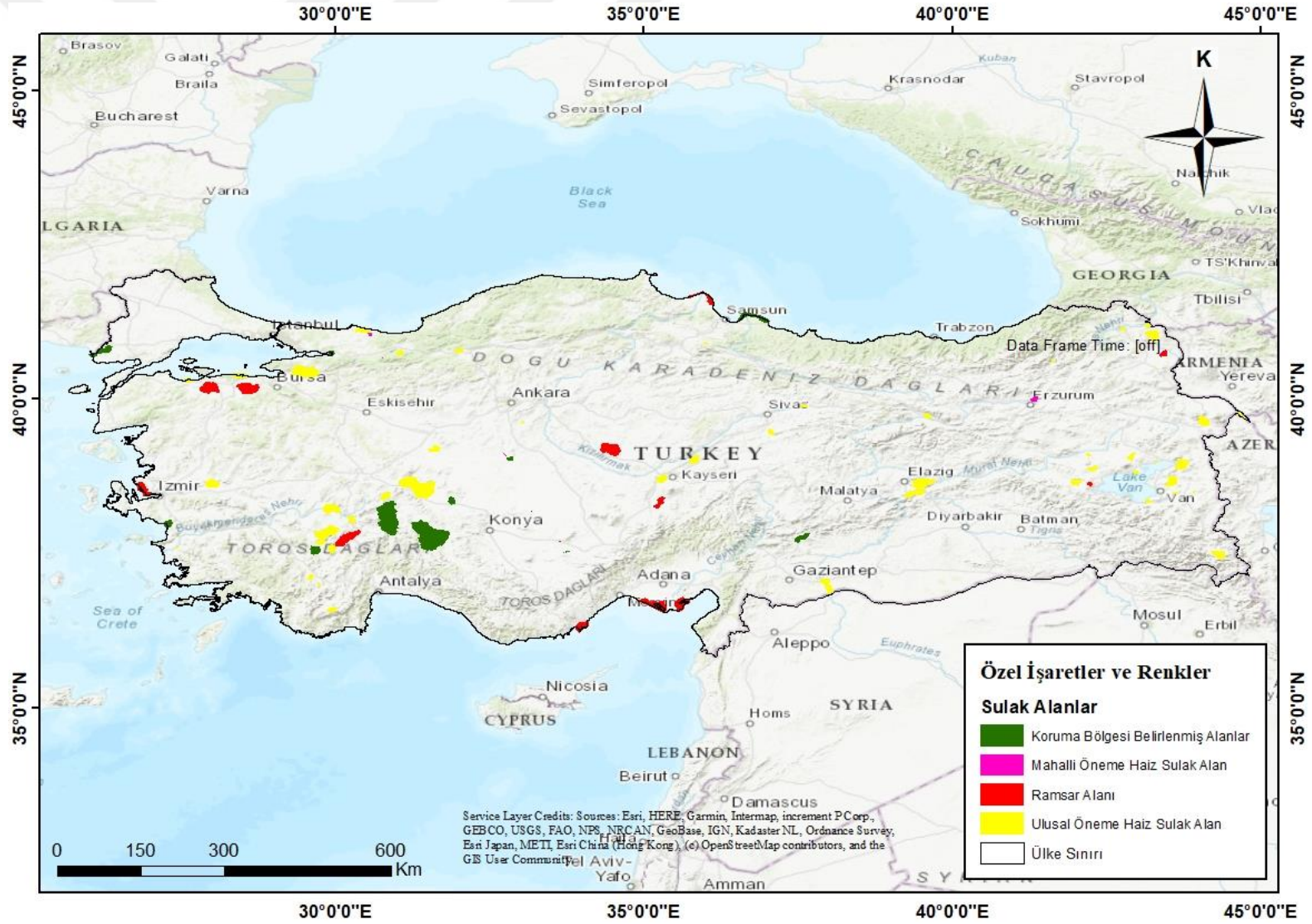


2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, çalışma alanı olarak Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'nden 2020 yılı itibariyle Türkiye sulan alanlar envanterine dahil edilen sulak alan envanter verileri kullanılmıştır. İlgili veriler Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü personeli (Çağırankaya ve Altunsoy, 2020) tarafından sayısal veri olarak teslim edilmiştir. Tez kapsamında, Türkiye sulak alanlarındaki ekosistem bütünlüğünün değerlendirilebilmesi amaçlı arazi örtü/kullanımların belirlenmesi çalışması 2022 yılı itibariyle arazi verileri tamamlanmıştır. Bu bağlamda tez kapsamında ilgili metodolojiye bağlı olarak 2000-2022 yılları arasındaki değişimlerin izlenmesi sağlanmıştır. Çalışmada UA ve CBS entegrasyonu açık kaynak kodlu Collect Earth yazılımı kullanılmıştır. Çalışma için kullanılan tüm veri kaynakları Collect Earth programı aracılığı ile temin edilmiş, analiz için yine programın sağladığı istatistiki yazılım kullanılmıştır.

2.1. Çalışma Alanının Tanıtımı

Çalışma alanı olarak Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'nden 2020 yılı itibariyle Türkiye sulan alanlar envanterine dahil edilen sulak alan verileri göre, Ülkemizde 93 sulak alan bulunmaktadır. Sulak alanların 14'ü "Ramsar alanı" (Ramsar alanlarından 9 tanesi tampon sınırı ile birlikte değerlendirmeye alınmışlardır.), 56'sı "Ulusal öneme haiz tescil edilen (tampon sınırlar dahil) alanlar", 12'si "Mahalli öneme haiz sulak alanlar" ve 11'i "Koruma bölgesi belirlenmiş alanlar (tampon sınırlar dahil)" niteliğinde değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında kullanılmış olan sulak alanlar Tablo 2.1 ve Şekil.2.1'de gösterilmiş olup, Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'nden 2020 yılı itibariyle Türkiye sulan alanlar envanterine dahil edilen verileri göre oluşturulmuştur. İlgili Bakanlığın sulak alanlarla ilgili verileri tespit edilen ve karşılaştırılan alansal verilerine göre yıllara göre sayı ve alansal olarak farklılık içermektedir. O nedenle projenin başlangıcındaki 2020 yılı sulak alan verilerine göre bu tez çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma, tampon bölge alanları ile birlikte tüm sulak alan sınıfları dahil 1671136,93 hektar alanda gerçekleştirilmiştir.



Şekil.2.1. Türkiye’deki Sulak Alanlar

Tablo 2.1. Türkiye’deki sulak alanlar (R.A: Ramsar Alanı; M.Ö.H: Mahalli Öneme Haiz Sulak Alanlar; K.B: Koruma Bölgesi Belirlenmiş Alanlar; U.Ö.H: Ulusal Öneme Haiz Sulak Alanlar) Sulak alan sınırları türkiye kıyı sınır çizgisinin olduğu bölgeler için deniz alanı içerecek şekilde belirlenerek.

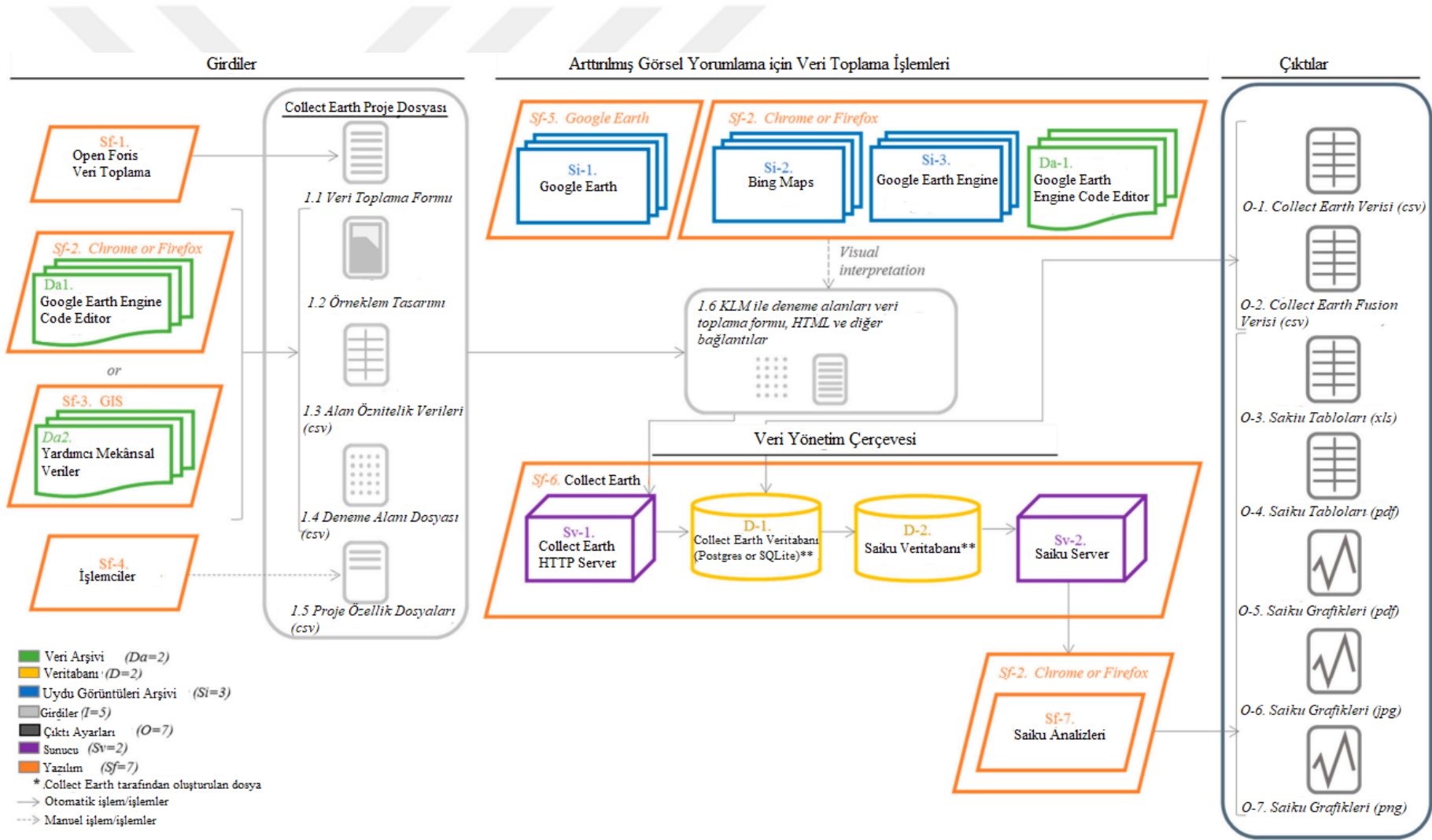
	Sulak Alan Adı	Sulak Alan Statüsü	Alan (ha)		Sulak Alan Adı	Sulak Alan Statüsü	Alan (ha)		Sulak Alan Adı	Sulak Alan Statüsü	Alan (ha)		Sulak Alan Adı	Sulak Alan Statüsü	Alan (ha)
1	Sultansazlığı Ramsar Alanı	R.A	17557,319	1	Gölbaşı Gölleri	K.B	18869,106	17	Aktaş Gölü	U.Ö.H	5949,577	45	Aygır Gölü	U.Ö.H	1050,97155
2	Kizilirmak Delta Ramsar Alanı	R.A	21530,605	2	Salda Gölü	K.B	20749,709	18	Gölmarmara Gölü	U.Ö.H	25004,749	46	Ahlat Sazlıkları	U.Ö.H	246,538066
3	Nemrut Kalderası Ramsar Alanı	R.A	4875,2474	3	Eğirdir Gölü	K.B	139859,09	19	Ekşisu Sazlıkları	U.Ö.H	8804,6719	47	Çalı Gölü	U.Ö.H	398,29534
4	Meke Maarı Ramsar Alanı	R.A	492,58431	4	Küçük Menderes Deltası	K.B	13750,788	20	Tödürge Gölü	U.Ö.H	4355,8359	48	Erçek Gölü	U.Ö.H	22728,9724
5	Kızören Obruğu Ramsar Alanı	R.A	126,9321	5	İzmit Körfezi	K.B	7295,4804	21	Turna Gölü	U.Ö.H	3109,0038	49	Dönemeç Deltası	U.Ö.H	6058,60584
6	Gediz Deltası Ramsar Alanı	R.A	32582,647	6	Çavuşçu Gölü	K.B	12017,021	22	Ulaş Gölleri	U.Ö.H	8012,8718	50	Doğubeyazıt Sazlıkları	U.Ö.H	22674,3541
7	Akyatan-Tuzla Lagünü Ramsar Alanı	R.A	52199,175	7	Ereğli Sazlıkları	K.B	2123,3338	23	Tol Gölü	U.Ö.H	1414,1383	51	Çelebibağ Sazlıkları	U.Ö.H	1362,96192
8	Burdur Gölü Ramsar Alanı	R.A	50279,721	8	Beyşehir Gölü	K.B	175125,21	24	Işıklı-Gökgöl	U.Ö.H	33697,291	52	Çorak Gölü	U.Ö.H	7896,8367
9	Göksu Deltası Ramsar Alanı	R.A	25773,959	9	Kozanlı (Gökgöl)	K.B	5723,0527	25	Efteni Gölü	U.Ö.H	8314,63	53	Yarıslı Gölü	U.Ö.H	13220,7558
10	Kuyucuk Gölü Ramsar Alanı	R.A	9455,4119	10	Yeşilirmak Deltası	K.B	34395,95	26	Gölbaşı Gölü	U.Ö.H	792,9185	54	Yazır Gölü	U.Ö.H	2707,29
11	Kuş (Manyas) Cenneti Ramsar Alanı	R.A	43062,991	11	Meriç Deltası	K.B	29277,469	27	Tortum Gölü	U.Ö.H	2741,3587	55	Gönen Deltası	U.Ö.H	9820,59918
12	Seyfe Gölü Ramsar Alanı	R.A	49457,729	Alanlar Toplamı			459186,21	28	Acarlar Longozu	U.Ö.H	17528,443	56	Akşehir-Eber Gölleri	U.Ö.H	117778,353
13	Uluabat Gölü Ramsar Alanı	R.A	48182,099	1	Acıgöl	U.Ö.H	55091,916	29	Arin (Sodali) Gölü	U.Ö.H	4400,3159	Alanlar Toplamı			805637,39
14	Yumurtalık Lagünü Ramsar Alanı	R.A	36908,437	2	Dipsiz Lagünü	U.Ö.H	1035,1099	30	İron Sazlıkları	U.Ö.H	13932,922	Sulak Alanlar Alanları Toplamı			1671136,93
Alanlar Toplamı			392484,85	3	Gölbisar Gölü	U.Ö.H	5882,3458	31	Putka Gölü	U.Ö.H	4247,4308				
1	Aksaz Sazlıkları	M.Ö.H	133,92139	4	Azap Gölü	U.Ö.H	2195,8807	32	Kocaçay Deltası	U.Ö.H	17077,452				
2	Hersek Lagünü	M.Ö.H	167,95833	5	İznik Gölü	U.Ö.H	61665,278	33	Yeniçağa Gölü	U.Ö.H	8224,7022				
3	Bakkal Gölü	M.Ö.H	25,681789	6	Hürmetçi Sazlığı	U.Ö.H	15711,61	34	Gökçeada Lagünü	U.Ö.H	3521,75				
4	Samsam Gölü	M.Ö.H	931,86744	7	Balıkdamı Gölü	U.Ö.H	14146,541	35	Karakuyu Sazlıkları	U.Ö.H	12625,845				
5	Karakoç Deresi Sulak Alanı	M.Ö.H	38,995582	8	Nazik Gölü	U.Ö.H	11327,882	36	Sarısu Ovası	U.Ö.H	10268,575				
6	Şeytan Sofrası Sulak Alanı	M.Ö.H	17,150159	9	Karkamış Taşkın Ovası	U.Ö.H	27522,282	37	Avlan Gölü	U.Ö.H	10064,03				
7	Erzurum Bataklıkları	M.Ö.H	8732,0281	10	Ladik Gölü	U.Ö.H	1836,7995	38	Yüksekova Sazlıkları	U.Ö.H	22070,244				
8	Keremali Gölü	M.Ö.H	188,82381	11	Çıldır Gölü	U.Ö.H	27541,714	39	Heybeli (Norsin) Gölü	U.Ö.H	54,149423				
9	Büyük Akgöl	M.Ö.H	2957,5353	12	Karasu Deltası	U.Ö.H	346,05053	40	Hazar Gölü	U.Ö.H	29068,137				
10	Küçük Akgöl	M.Ö.H	187,86542	13	Aras-Karasu Taşkın Ovası	U.Ö.H	9317,4367	41	Günay Keban Baraj Gölü	U.Ö.H	41752,229				
11	Çiğ Gölü	M.Ö.H	130,24172	14	Karamık Sazlıkları	U.Ö.H	15785,707	42	Akgöl	U.Ö.H	1230,6223				
12	Kaz Gölü	M.Ö.H	316,44261	15	Metruk Tuzlası	U.Ö.H	3392,2433	43	Bulanık Ovası	U.Ö.H	3546,1602				
Alanlar Toplamı			13828,48	16	Tuzla Palas Gölü	U.Ö.H	17330,715	44	Bendimahı Deltası	U.Ö.H	27753,313				

2.2. Open Foris/Collect Earth (CE)

Tez çalışması kapsamında kullanılan metodoloji Collect Earth (CE) yazılımıdır. Collect Earth yazılımı ücretsiz ve açık kaynaklı bir yazılımdır. Kapsamlı bir kullanım kılavuzu ile Open Foris web sitesinde (www.openforis.org) ve Github kod deposunda bulunmaktadır. Yazılım Java tabanlı olmakla birlikte Windows, Mac ve Linux işletim sistemlerinde çalışmaktadır. Destekleyici yazılımların çoğu Collect Earth yükleyicisinin içinde paket halinde bulunurken, diğer yazılım ürünleri (Google Earth, bir web tarayıcısı ve Open Foris Collect) çevrimiçi olarak ücretsiz kullanılabilir. Collect Earth kurulum dosyası ve kullanım kılavuzu, ek malzemeler olarak mevcuttur

Collect Earth, dört ana bölüme ayrılabilen bir arazi izleme sistemidir: Bunlar; (1) *girdiler*; (2) *veri toplama*; (3) *veri yönetimi* ve (4) *sonuçları görselleştirmek ve çıktılar oluşturmak için analitik araçlar* şeklindedir. Girdiler, ilgili tez kapsamında hangi verilerin nelerden yararlanılarak, nasıl veri girişinin tasarlandığı kısımdır. İlgili veri tabanının oluşturulurken veri girişinin nasıl olması gerektiğini, kaç bölümden oluşması gerektiği, veri girişi yapılırken hangi verilerden yararlanılması gerektiği ve bu yardımcı verilerin nasıl görünürlüğüne sağlanmasına dair işlem basamaklarının gerçekleştirildiği alandır. Veri toplama kısmı, oluşturulan veri toplama pencerelerine yardımcı veriler kullanılarak analistin veri giriş gerçekleştirdiği kısımdır. Analist açılan uydu görüntü ve grafik verilere göre görsel yorumlama yaparak veri girişi gerçekleştirdiği kısım da veri toplama kısmında yer almaktadır. Veri yönetimi kısmı tüm deneme alanları için girilen bilgilerin değerlendirilmesi, eksiklerin giderilmesi, veri girişine yönelik doğrulama işlemlerinin gerçekleştirilmesi iş ve işlemleri içermektedir. Veri yönetimi kısmında veri tabanına işlenen tüm veriler üzerinden istatistiki analizler gerçekleştirilebilmektedir. İlgili veri tabanının diğer CBS programlarında değerlendirilebilmesi, diğer açık kaynak kodlu yazılım ve web tabanlı yazılımlar içinde benzer değerlendirmelerin yapılabilmesi amaçlı düzenlemeler veri yönetimi kapsamında gerçekleştirilmektedir. Sonuçları görselleştirmek ve çıktıların oluşturulması kısmı, ilgili istatistiki yazılımlar ve görselleştirme araçlarının sonuçlara ilişkin tablo ve şekil olarak görselleştirilerek sunulabildiği kısımdan ibarettir (Şekil 2.2).

Collect Earth ve tüm bileşenleri Bey vd., 2016 yılında bir makalede yöntemsel süreci tanımlanmış ve örnek uygulama ile birlikte anlatılmıştır. İlgili makale, CE metodolojisinin tanıtımı ve çalışma prensiplerinin aktarıldığı ilk makale olma özelliğindedir. Bu tez kapsamında da kullanılan CE yöntemi, ilgili makaleden yararlanılarak tez içeriğine aktarılmıştır. .



Şekil 2.2. Collect Earth yazılımı arazi izleme sistemine genel bakış (Bey vd. 2016).

2.2.1. Collect Earth Girdileri

Collect Earth, çalışmak istenilen amaca göre tamamen özelleştirilebilir ve daha çok bölgesel, ulusal ve küresel ölçekte arazi izleme değerlendirme amaçlarına hizmet edecek şekilde yapılandırılabilir. Her Collect Earth özelleştirmesinin, veri toplama işlemlerini yapılandırmak için parametreleri ve diğer girdileri içeren kendi Collect Earth Project (CEP) paketi vardır. CEP girdileri şu şekilde özetlenebilir:

- Veri toplama formu
- Örneklem tasarımı
- Alana ait öznitelik dosyası
- Plot dosyası
- Yardımcı mekânsal veriler
- Projeye ait özellikler dosyası

Bu girdilerin her biri içerik ve dil açısından isteğe ve amaca göre ayrı ayrı özelleştirilebilir.

Veri Toplama Formu

Veri toplama formu, Collect Earth kullanıcısına deneme/çalışma alanına ilişkin özellikleri hakkında veri girişini gerçekleştirmek maksatlı veri giriş pencerelerini ifade etmektedir. Kullanıcılar, veri toplama formunu çevrimiçi olarak da kullanılabilir ve kendi bilgisayarları özelinde kendi özgün veri toplama formlarını oluşturabilmektedir. Ayrıca daha önceki çalışmalarda kullanılmış, farklı kullanıcıların oluşturduğu ve açık olarak Open Foris Collect üzerinden paylaşılan veri toplama formunu da amaçları doğrultusunda tercih edebilirler.

Örneklem Tasarımı

Örneklem tasarımı, büyük ölçekte tüm alanı değerlendirebilecek sayıda ve belirlenen büyüklükteki deneme alanlarının tüm alana dağılımının gerçekleştirildiği yerdir. İlgili denem alanları tüm alan için rastgele yada sistematik olarak dağıtımları yapılabilir. Buradaki esas yapılacak çalışmanın amacına uygun olarak tüm alanı temsil edecek yeter sayı ve uygun deneme alanlarının oluşturulabilmesidir. Tüm alana yeter sayıda ve büyüklükteki deneme alanları için analist veri girişini tamamladıktan sonra toplam alan büyüklüğüne göre elde edilen verilere enterpole edilecektir. Bu yaklaşım büyük alanlar için çok zor hatta imkânsız olan veri

temini için uygun bir yöntem olarak değerlendirilmektedir. Arazi izleme değerlendirme çalışmaları için CE'nin en büyük katkısı bu noktada gerçekleşmektedir.

Alana ait Öznitelik Dosyası

Collect Earth yazılımı kullanılarak veri girişlerinin yapılmasında önce, denem alanları merkez koordinatlarına göre hazırlanmış ve kullanılması gerekli çalışma alanı verisi, mevcut tablo ve grafik veri ilişkilendirilmiş veri kümeleri dahil çalışma amacına uygun ve daha sonra ilişkilendirilmesinde fayda sağlayabilecek tüm hazır verilerin öznitelik tablolarının hazırlandığı ve genel itibariyle .csv dosyası olarak oluşturulan öznitelik dosyasıdır.

Plot Dosyası

Öznitelik dosyasına ek olarak özellikle ilgili deneme alanlarına ilişkin uydu görüntü verisi ve grafik verilerin .csv ve Google Earth Engine (GEE) Code Editor kullanılarak hazırlanmasına yönelik oluşturulan öznitelik dosyası ve kod sayfasını içermektedir. Her biri .cep dosyası içinde saklanarak ilgili metodoloji tümleşik çalıştırıldığında ilgili sayfaların açılması için kullanılmaktadır.

Proje Özellikler dosyası

Hazırlanan tüm içeriğe yönelik kurgunun vücut bulmuş halidir ve CEP dosyası şeklinde oluşturulmaktadır. İlgili dosya CE yazılımının çalıştırılması ve projenin kullanılması gerekli tüm pencere ve yardımcı veri kaynaklarının (Google Earth, GEE, GEE time lapse, Bing Maps, Google Street View, GEE Code Editor vb) ekranda görülmesi ve analist için hazır bulundurulduğu kısımdır. Proje özellikleri, herhangi bir CBS yazılımı veya Open Foris Collect ile tanımlanabilir. Bu girdiler, artırılmış görsel yorumlama yoluyla arazi değerlendirmesi için veri toplama işlemlerini tanımlayan CEP dosyasını oluşturur.

2.2.2. Artırılmış Görsel Yorumlama için Veri Toplama İşlemleri

Artırılmış görsel yorumlama için veri toplama işlemi, uydu görüntüleri, deneme alanı sınırları, deneme alanı içerisindeki örnekleme noktaları, grafiği içeren bir alan için şimdiki zaman ve geçmiş bitki örtüsü endekslerini izleme ve değerlendirmede kullanılabilecek grafik verileri içerir. Ayrıca, kullanıcının araziye ait özellikleri sistemli ve düzenlenmiş bir şekilde kaydetmeyi sağlayan Collect Earth veri toplama formunu da içerir. Veri toplama işlem adımları için öncelikle CE yazılım çalıştırılır ve CE ile birlikte Google Earth otomatik olarak açılır.

Google Earth içerisinde örneklem tasarımı için kullanılan deneme alanları ID numara sırlamasına göre Google Earth katmanlar sayfasında yer alacak şekilde görülecektir. İlgili herhangi bir deneme alanına tıklandığında Google Earth içinde ilgili denem alanı ekrana gelecektir. Ayrıca, kullanıcı Google earth üzerindeki deneme alanına veri girişi yapmak amaçlı ilgili deneme alanına tıklandığında örneklem tasarımı veri giriş pencereleri açılacaktır. Bununla birlikte yardımcı pencereler olan Bingmap, Yandex Haritalar vb. yüksek çözünürlüklü diğer görüntü araçları, GEE ve GEE Kod Düzenleyici’de seçilen grafikler coğrafi olarak senkronize edilmiş görünümelerini ekrana farklı pencerelerde geleceklerdir. Kullanıcı toplamda üç uydu görüntüsü arşivine (Google Earth, Bing Haritalar ve GEE) ve uydudan üretilen verileri içeren bir arşive (GEE Code Editor) erişebilir olacaktır.

Tez kapsamında yardımcı görüntü verisi olarak kullanılan Bing Maps, DigitalGlobe ve diğer görüntü sağlayıcılarından yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerini içeren, Microsoft'a ait bir web haritalama hizmetidir. Bing Maps, yalnızca bir görüntü katmanına sahip olsa da, Bing Maps’e ait yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin coğrafi kapsamı ve edinme tarihi genellikle Google Earth’ün tamamlayıcısı niteliğindedir. GEE ise, uydu görüntülerine erişmek, görselleştirmek ve işlemek için bir bulut bilişim platformudur. Arşivi, Landsat, MODIS ve Sentinel vb. tarafından sağlanan ve toplu olarak küresel kapsama, zamansal süreklilik uydu görüntü verisinin zamansal sürecine bağlı olarak değişebilen farklı mekansal çözünürlüğe sahip görüntüleri içerir. Tez çalışması kapsamında yardımcı veri olarak herbir deneme alanı için yakın çevresi ile ilişkisini kurmak ve yorumlamak için Sentinel, Landsat görüntü verileri kullanılmıştır. GEE üzerinden diğer yardımcı veri ve analist için bazı indeks değerler ve rakamsal veriye ulaşmak için GEE Code Editor ile entegrasyon sağlanarak grafik veriler kullanılmıştır. GEE Code Editor’ün Collect Earth’teki varsayılan yapılandırması genel olarak Landsat 7 ve 8 ve MODIS’den türetilen farklı indeksler (NDVI, NDWI, EVI vb.) grafik verileri belirlenen tarihler için oluşturulabilir. Bitki örtüsü indeksleri, görüntünün mevcut olduğu her bir tarih için grafiği içeren pikselin bitki örtüsü indeks değeri çizilerek oluşturulur. Collect Earth’ün varsayılan yapılandırmasında, kalıcı bulutlar ve bulut gölgeleri, görüntüdeki topografyadan kaynaklı hatalardan arındırılmış olarak sunulmaktadır. Bitki örtüsü indeks çizelgelerini oluşturmak için kullanılan görüntü ve analitik süreçler GEE Code Editor’da değiştirilebilir, ancak olası tarihsel zaman aralığı, atıfta bulunulan arşivlerin görüntü alma tarihleriyle sınırlı olacaktır. Collect Earth, deneme alanlarına ait konumları coğrafi olarak senkronize etmek ve GEE Kod Düzenleyicisinde görüntü işlemeyi tetiklemek için bir Selenium WebDriver API ve JavaScript komutları kullanmaktadır. Kullanıcı, Google Earth, Bing Maps

ve GEE ile artırılmış görsel yorumlama gerçekleştirirken, Google Earth'te bir HyperText Markup Language (HTML) balonu olarak görünen Collect Earth veri toplama formuna arazi özellikleri hakkında nitel ve nicel bilgileri işlemekte ve kaydebilmektedir.

2.2.3. Veri Yönetimi Yapısı

Collect Earth'ün veri yönetimi yapısı, Google Earth içindeki HTML balonuna girilen verileri CE veri tabanına bağlamak için bir köprü sunucusu kullanır. Veri tabanının yapısı, Collect Survey Designer'da ana hatlarıyla belirtilen yapı ile tutarlıdır ve CE veri toplama formuna manuel olarak girilen tüm verileri, ayrıca kullanıcının deneme alanına ait eklediği ek verileri ve kullanıcı tarafından oluşturulan meta verileri içeren sistemdir (Örneğin deneme alanı izleme ve değerlendirme tarihi ve kullanıcı kimliği gibi). Varsayılan olarak CE, her kullanıcının bilgisayarında yerel olarak depolanan bir SQLite veri tabanı kullanarak, kullanıcıların bireysel ya da Postgres veri tabanı ile birden fazla kullanıcının paylaşılan bir ağ aracılığıyla aynı değerlendirme üzerinde çalışmasına izin verebilmektedir.

2.2.4. Veri Analizi ve Raporlama

Collect Earth'ün veri yönetimi yapısı, CE veri tabanını çoğaltarak ve uzman olmayanlar için veri yorumlama ve görselleştirmeyi kolaylaştırmak amacıyla Saiku Analizi tarafından kullanılmak üzere otomatik biçimlendirerek verileri analiz için hazırlar. R veya Excel gibi diğer istatistiksel analiz yazılımları ile değerlendirilebilmesi amaçlı dışa aktarılacak ve kullanılmak üzere tablo veri yapısına dönüştürülebilmektedir.

Saiku Analizi, kullanıcıların basit, sürükle ve bırak arayüzü aracılığıyla verileri görselleştirmelerini ve analiz etmelerini sağlayan web tabanlı bir yazılımdır. Collect Earth'ün Saiku ile entegrasyonu, uygulamayı başlatır ve Saiku sunucusunu, uygulamanın kullanımı için önceden biçimlendirilmiş CE veri tabanına yönlendirmektedir. Saiku'nun çalışma alanı, tüm veri özniteliklerini ve temel analiz veya ölçüm birimlerini, kullanıcıların analitik sorgular oluşturmak için kolayca değiştirebilecekleri bloklar olarak listelemektedir. Kullanıcılar, ilgili veriye ait özniteliklerini seçmeleriyle sorgulamalar yapılmaktadır. Sonuçlar varsayılan olarak tablo biçiminde sunulur ve pasta grafikler, çubuk grafikler, dağılım grafikleri ve diğer grafikler olarak kolayca biçimlendirilmektedir. Tablo şeklindeki sonuçlar ve grafikler, XLS, PDF ve JPG gibi yaygın olarak kullanılan biçimlere aktarılmaktadır. Saiku analizlerinin çıktı seçenekleri, veri tabanının alt kümelerini temsil etmektedir. Collect Earth'ün doğrudan çıktıları, analiz için

GEE, QGIS veya diğer CBS yazılımlarına aktarılabilen biçimlerde değerlendirilen tüm grafiklere ait veriler dışa aktarmaktadır.

2.3.Kullanılan veriler

Çalışma alanı için arazi kullanım sınıfları Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) temel alınarak gerçekleştirilmiştir. IPCC 1988 yılında Birleşmiş Milletlere bağlı olarak faaliyet gösteren iki uzman kuruluş olan Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından, iklim değişikliği konusunda mevcut bilimsel, teknik ve sosyo-ekonomik bilgi ve çalışmaların değerlendirilmesi, bilimsel çıktılar ışığında iklim değişikliğiyle mücadele ve iklim değişikliğine uyum konularında karar vericilere yol göstermek amacıyla kurulmuştur (URL-15). IPCC tarafından arazi izlenme ve değerlendirme amacıyla altı sınıf olan arazi örtüsü kullanım sınıfları belirlenmiştir. Bu sınıflar; orman alanları, tarım alanları, mera alanları, yerleşim alanları, sulak alanlar ve diğer alanlardan oluşmaktadır (Tablo 2.2).

Tablo 2.2. IPCC (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli) Arazi Örtüsü Kullanım Sınıfları (URL-16)

Arazi Örtüsü Sınıfı	Açıklama
Orman Alanı	IPCC tarafından yapılan tanımlamada, 0,5-1 ha asgari alanda, minimum 2-5 metre boylanma potansiyeline sahip ağaçlarla arazi kaplama oranı %10-30'dan fazla olan alanlar orman alanı olarak tanımlanmaktadır.
Tarım Alanı	Ekilen, dinlendirilen ya da bitki örtüsü büyümesinin olduğu alanları yani tarım arazilerini içermektedir.
Mera Alanı	Tarım arazisi olarak kabul edilmeyen mera ve mera arazileri içerir. Ayrıca odunsu bitki örtüsü ve ot gibi diğer otçul olmayan bitki örtüsüyle orman alanı sınıfında kullanılan eşik değerlerin altına düşen çalılık alanlar ve yabani topraklardan toplum sağlığına faydalı eğlence veya etkinlik alanlarına kadar tüm otlak alanları da içerir.
Yerleşim Alanı	İnsan ve insanın içerisinde bulunduğu tüm altyapıyı içerir.
Diğer Alan	Çıplak toprak, kayalık alanlar, buzullar ve diğer sınıfların içerisine düşmeyen tüm alanları içerir.
Sulak Alan	Yılın tamamı ya da bir kısmı için suyla kaplanmış alanları veya doymuş (turbalık vb.) alanlardan, tarım, orman ve mera kullanımları haricindeki alanları kapsamaktadır.

Diğer kabul edilen arazi kullanım sınıfları FAO/FRA Arazi Örtüsü Kullanım Sınıflarıdır. FAO/FRA Arazi Örtüsü Kullanım Sınıfları Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün

oluşturmuş olduğu bir sınıflandırma tekniğidir (FRA, 2020). Bu sınıflandırmanın odak noktasını ağaç ve ağaç varlığı oluşturmaktadır. IPCC arazi örtüsü kullanım sınıflarına bakmaksızın ağaç, ağaççık, çalı gibi bitki örtüsü elemanlarının varlığının birbirinden ayrılmasını ve belirlenmesini planlayan ve bu ayırım ve belirlemede kullanılan etkin bir sınıflandırmadır (Arıkan, 2018). Bu sınıflandırmaya ait tanımlar Tablo 2.3'te verilmiştir.

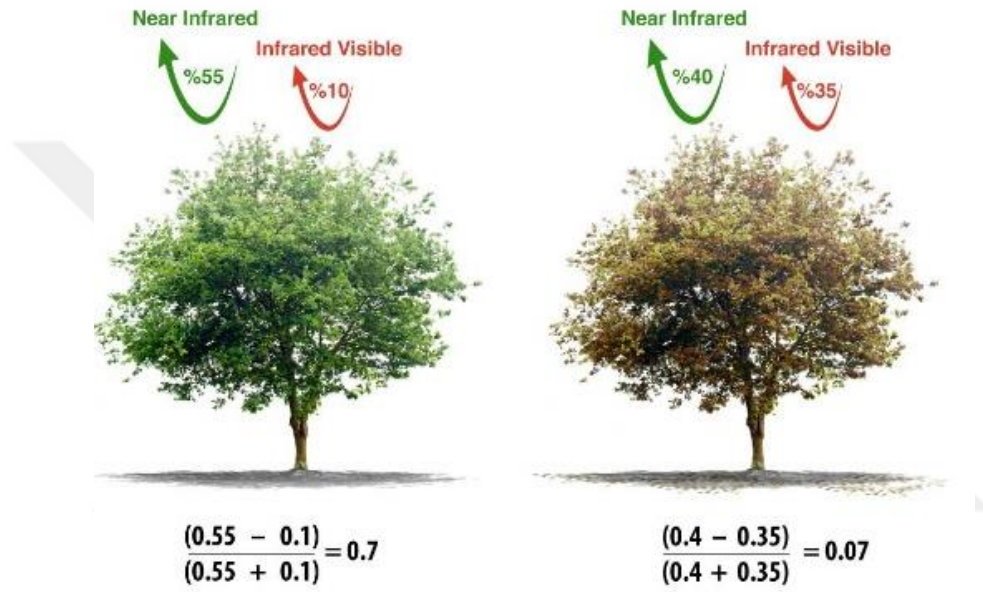
Tablo 2.3. FAO/FRA Arazi Örtüsü Kullanım Sınıfları (URL-17)

Arazi Örtüsü Sınıfı	Açıklama
Orman Alanı	Ormanlık araziler için kurulmuş olan ve doğal olarak %10'luk bir örtme yoğunluğuna veya 5 metrelik ağaç yüksekliğine ulaşan tüm doğal ağaçlık alanlar ve ormanlık alanlar, normal olarak orman alanının bir parçası olarak geçici olarak depolanmış alanın bir parçası olarak ormanların altına dahil edilebilir.
Çalılık Alanlar	Bodur ağaçlar kategorisinde bulunan, boyu 5 metreyi geçmeyen, %10'luk bir örtme yoğunluğuna ulaşamayan tüm çalı ve çalı formundaki bitki örtüsünü kapsamaktadır.
Diğer Alanlar	Tarım arazileri, yerleşim alanları, mera ve çayırlar, çorak arazilerin tümü bu sınıfa girmektedir.
Sulak Alanlar	Büyük nehirler, göller, akarsular vb. yapılar bu sınıfa girmektedir.
Ağaçla Kaplı Diğer Alanlar	İçerisinde mutlak ağaç bulunduran ancak orman sınıfına girmeyen tüm alanlar bu sınıfa girmektedir.

Normalize edilmiş Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI);

İlgili NDVI verileri GEE kullanılarak MODIS_13Q1, LANDSAT ve Sentinel-2 uydu görüntü veri setlerinden elde edilmişlerdir. Sentinel verisinin 2015 yılından itibaren veri sağladığı için ilgili veri çözünürlük olarak Modis verisinden yüksek olması nedeniyle ilgili denem alanlarının hakkında görsel yorumlamada kullanılmıştır. UA uygulamalarında arazi örtüsü kullanımı/değişimi durumunun belirlenmesi ve izlenmesinde sıklıkla kullanılan yöntemlerden biri olan NDVI, uydu görüntülerinin ilgili bantlarından faydalanılarak yapılan bir analizdir. Bu analiz sadece arazi örtüsü kullanımı/değişiminin belirlenmesinde kullanılmayıp kuraklık izleme, mevcut varlığın sağlık durumunun tespiti verimlilik izleme, yangın sonucu tahribat ve izleme gibi birçok konuya hizmet etmektedir (Aquino, D. vd. 2017). Bunların yanına ek olarak bir orman alanına ilişkin orman ağaçlarının çeşitliliğinin belirlenmesi konusunda da kullanılabilir. NDVI genel olarak, bitki örtüsünü diğer arazi örtüsü sınıflarından ayırmaya ve arazinin genel durumunu belirlemeye yardımcı olur (Şekil 2.3). NDVI, uydu

görüntülerine ait yakın kızılötesi bant (NIR) ile kırmızı bant (RED) kullanılarak hesaplanmakta olup ($NDVI = (NIR - R)/(NIR + R)$) sonuç değerleri -1 ile +1 arasında değişmektedir. Elde edilen sonuç değerini sınıflandırmak gerekirse genel olarak, 0.2-0.4 arası ise seyrek, 0.4-0.6 ise orta yoğunlukta, 0.6'dan büyük bir değerde ise yoğun bitki örtüsü olduğu kabul edilir. Ancak aralık değerleri farklı amaca yönelik çalışmalarda değişiklik gösterebilmektedir. Elde edilen NDVI sonuçları bitki örtüsünün durumunu, sağlığını ve canlılığına dair bilgiler vermektedir (Ateşoğlu, 2021).



Şekil 2.3. NDVI değerine göre ağacın sağlık/yaprak durumu (URL-18)

Çalışma alanı içerisinde her bir deneme alanı için 2000-2022 yılları arasındaki NDVI değerleri eğilim çizgisinin ortalama değeri alınmıştır. Bu değer mevsim geçişlerindeki düşük ve yüksek değerlerin ortalaması olup, 2000-2022 yılları arasındaki ortalama NDVI değerini temsil etmektedir. İlgili NDVI değeri Landsat 7/8 uydu görüntüsü üzerinden alınan değer olup, MODIS verisinden gözlenen NDVI değeri kontrolü için kullanılmıştır. NDVI ortalama değer için Landsat tercih edilme nedeni Landsat uydu görüntüsünün geometrik çözünürlüğünün daha yüksek olmasından kaynaklı deneme alanını daha iyi temsil edebilmesidir. Sentinel görüntü verisi üzerinden elde edilen NDVI grafik verileri de değerlendirmede yardımcı veriyi anlamlandırmak amacıyla kullanılmıştır. Geometrik olarak en yüksek çözünürlüklü görüntü Sentinel'e ait olsa da Sentinel'in görüntüsünün başlangıç tarihinin 2015 olmasından dolayı

çalışmada tercih edilmemiştir. Çalışmada NDVI sınıfları için Aquino vd. (2017) belirttiği sınıflar esas alınmıştır (Tablo 2.4).

Tablo 2.4. NDVI sınıfları (Aquino, D. vd. 2017)

NDVI Sınıfları	NDVI Sınıfları Aralık Değerleri
Çıplak alan, toprak, kayalık, taşlık ve su	$NDVI \leq 0$
Çok düşük	$0 < NDVI \leq 0.2$
Düşük	$0.2 < NDVI \leq 0.4$
Orta derece düşük	$0.4 < NDVI \leq 0.6$
Orta derece yüksek	$0.6 < NDVI \leq 0.8$
Yüksek	$0.8 < NDVI \leq 1$

Landsat 7_8 NDWI; Normalleştirilmiş Fark Su Endeksi (NDWI);

İlgili NDWI verileri GEE kullanılarak LANDSAT uydu görüntü veri setlerinden elde edilmişlerdir. NDWI, genel bir anlatım olarak su varlığına ilişkin alanların ve su varlığı miktarının belirlenmesinde kullanılan UA yöntemlerinden birisidir. Uydu görüntülerine ait ilgili bantlardan faydalanılarak yapılan bir analizdir. NDWI değerinin belirlenmesinde yakın kızılötesi (NIR) bant ve kısa dalga kızılötesi (SWIR) bantlardan faydalanılmaktadır. ($NDWI = (NIR - SWIR) / (NIR + SWIR)$) (Aksoy vd, 2019). NDWI analizleri sonucunda elde edilen sonuç değerleri -1 ile +1 arasında değişmektedir. Bu değer +1'e yaklaştıkça su içeriğinin fazla olduğunu ve -1'e yaklaştıkça su içeriğinin düşük olduğunu anlatmaktadır. Çalışma alanı içerisinde her bir deneme alanı için 2000-2022 yılları arasındaki NDWI değerleri eğilim çizgisinin ortalama değeri alınmıştır. İlgili NDWI değeri de Landsat 7/8 uydu görüntü verisi üzerinden alınan değerlerdir. Çalışmada NDWI sınıfları için Gulácsi, ve Kovács, F. (2015) tarafından belirlenen sınıflar esas alınmıştır (Tablo 2.5).

Tablo 2.5. NDWI sınıfları (Gulácsi, A. & Kovács, F. 2015)

NDWI Sınıfları	NDWI Sınıfları Aralık Değerleri
Çok yüksek nem içeriği	$0.7 \leq NDWI$
Yüksek nem içeriği	$0.6 \leq NDWI < 0.7$
Orta derece nem içeriği	$0.5 \leq NDWI < 0.6$
Düşük nem içeriği	$0.4 \leq NDWI < 0.5$
Zayıf kuraklık	$0.3 \leq NDWI < 0.4$
Orta derece kuraklık	$0.2 \leq NDWI < 0.3$
Şiddetli kuraklık	$0 \leq NDWI < 0.2$
Yüksek şiddette kuraklık	$NDWI < 0$

Net Birincil Üretim (NBÜ)

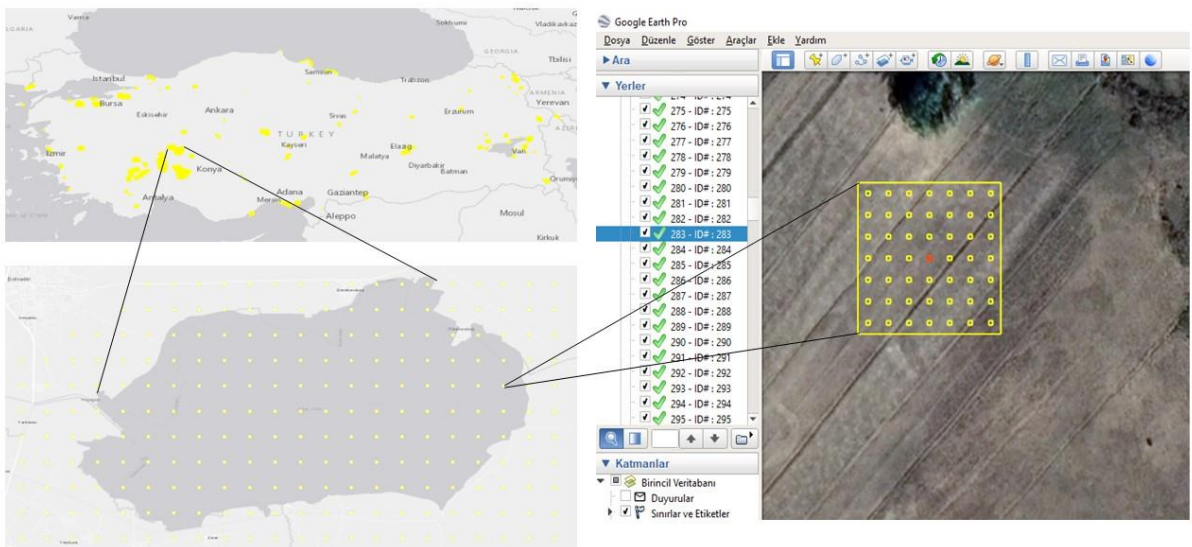
İlgili NBÜ verileri GEE kullanılarak MOD17A3HGF. veri setlerinden elde edilmişlerdir. Bitkiler, güneş enerjisinden yararlanarak yaptıkları fotosentez ile üretilen ürünlerin bir kısmını solunumda, kalan kısmını da yeni dokular üretmek için kullanırlar. Bitkilerin bu tepkimesine brüt birincil üretim; solunumda kullanılan ürün ile brüt birincil üretim arasındaki farka ise net birincil üretim (NBÜ) denir. NBÜ, küresel ölçekte karbon miktarı açısından büyük önem taşır. Aynı zamanda karbon döngüsü için önemli bir bileşen olup, ekosistem performansı için önemli bir belirleyicidir (Lobell vd., 2002; Berberoğlu vd., 2007). Yaygın olarak kullanılan model $NBÜ = f(NDVI) \times PAR \times \varepsilon \times g(T) \times h(W)$ şeklinde olup birimi $g \times C/m^2 \times yıl$ şeklindedir. PAR; foto sentetik yönden aktif radyasyon (her ay için metrekaresine megajoule cinsinden miktar), ε ; ölçülebilir en yüksek ışık kullanım etkinliği, $g(T)$; sıcaklığın etkisi, $h(W)$; suyun etkisi ve NDVI, normalleştirilmiş fark vejetasyon indeksi olarak açıklanabilir (Knyazikhin vd., 1998). Çalışma alanı içerisinde her bir deneme alanı için 2000-2022 yılları arasındaki NBÜ değerleri eğilim çizgisinin ortalaması alınmıştır. İlgili NBÜ değerleri literatürde daha fazla kullanılan MODIS uydu görüntüsü üzerinden hesaplatılarak alınmıştır.

3. UYGULAMA

Çalışma alanına ilişkin değerlendirmeler, arazi örtüsü/kullanım sınıflarının belirlenmesi, arazi örtüsü/kullanım sınıflarının değişimi (2000-2022), arazi kayıp/kazanç alanlarının belirlenmesi ve NDVI, NDWI ve net birinci üretim (NPP) değişimlerinin belirlenmesi başlıkları altında gerçekleştirilmiştir.

3.1. Collect Earth örneklem tasarımı ve veri toplama

Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'nden 2020 yılı itibarıyla Türkiye sulak alanlar envanterine dahil edilen sulak alan verileri göre Türkiye'de 93 adet sulak alan (1671136,93 hektar) için toplam 14245 deneme alanı sistematik olarak atılmıştır. Her bir deneme alanı 0,5 hektar büyüklüğünde olup tüm analizler ve görsel değerlendirme deneme alanı içerisinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1). Her bir deneme alanı arasındaki mesafe 1000 metre olarak belirlenmiş ve uygulanmıştır. Küçük sulak alanlar için deneme alanı arasındaki deneme alanlarının tüm alanı temsil etmesi açısından 250 metre aralıklı olarak ayarlanıp sistematik olarak alana dağıtılmışlardır. Bu şekilde, ilgili alandaki deneme alanlarının tüm alanlar için arazi örtüsü/kullanım durumu ve değişimini daha iyi yansıtmaları hedeflenmiştir. Bu amaçla, tüm alan için toplam örneklem tasarımında toplam 1000 deneme alanından oluşan 15 grid (Son grid dosyası 245 deneme alanını içermektedir) ayrı .zip dosyaları şeklinde toplamda 14245 deneme alanı olacak şekilde CE yazılımında çalıştırılmak üzere hazırlanmıştır (Şekil 3.2).

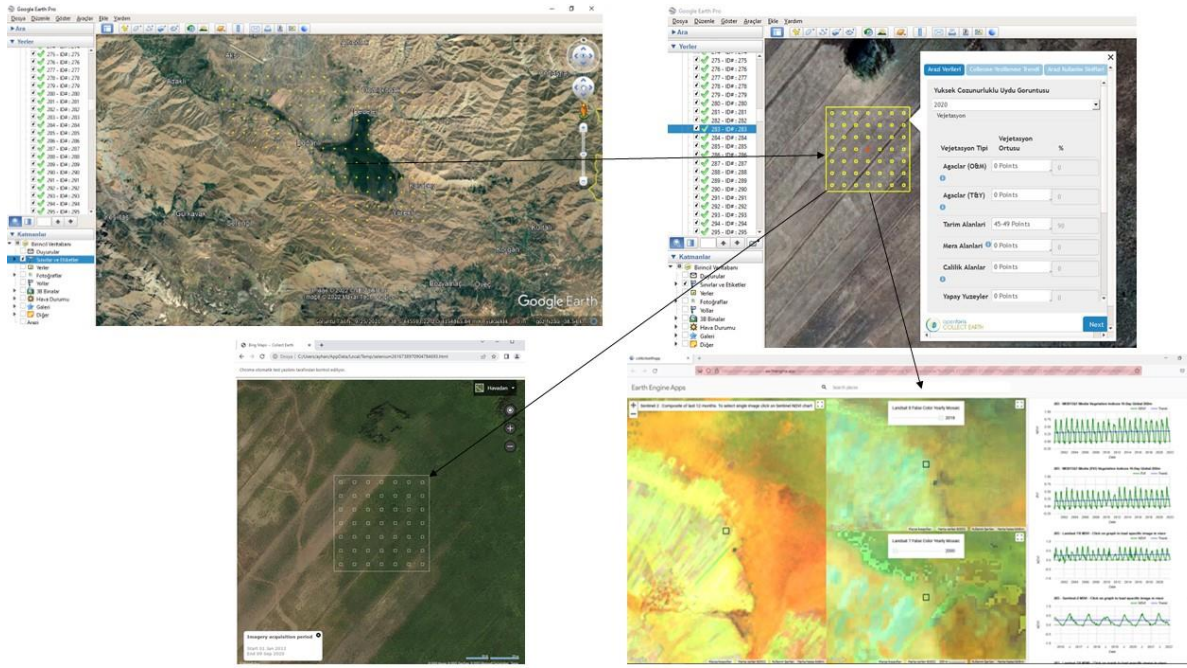


Şekil 3.1. Örneklem tasarımı

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	id,YCoordinate,XCoordinate,elevation,slope,aspect,hillshade,climate,soil,gez,fao_Ipdclass,kapos,drylands,ulke,il,ilce,Kod,Sulak_Alan													
2	1,"36.83654111940",	"37.98189310670",	"374",	"0",	"104",	"179",	"2",	"6",	"23",	"1",	"0",	Kurakca Yari Nemli,Turkey,Gaziantep,Kargamis,T40,Tescil		
3	2,"36.84777006050",	"37.98189310670",	"374",	"0",	"180",	"180",	"2",	"6",	"23",	"1",	"0",	Kurakca Yari Nemli,Turkey,Gaziantep,Kargamis,T40,Tescil		
4	3,"36.84777006050",	"37.99312204770",	"378",	"1",	"119",	"178",	"2",	"6",	"23",	"1",	"0",	Kurakca Yari Nemli,Turkey,Gaziantep,Kargamis,T40,Tescil		
5	4,"36.84777006050",	"38.00435098880",	"362",	"1",	"96",	"176",	"2",	"6",	"23",	"2",	"0",	Kurakca Yari Nemli,Turkey,Gaziantep,Kargamis,T40,Tescil		
6	5,"36.85899900150",	"37.98189310670",	"382",	"1",	"117",	"179",	"2",	"6",	"23",	"2",	"0",	Kurakca Yari Nemli,Turkey,Gaziantep,Kargamis,T40,Tescil		
7	6,"36.85899900150",	"37.99312204770",	"382",	"1",	"90",	"178",	"2",	"6",	"23",	"1",	"0",	Kurakca Yari Nemli,Turkey,Gaziantep,Kargamis,T40,Tescil		
8	7,"36.85899900150",	"38.00435098880",	"364",	"2",	"109",	"176",	"2",	"6",	"23",	"1",	"0",	Kurakca Yari Nemli,Turkey,Gaziantep,Kargamis,T40,Tescil		
9	8,"36.85899900150",	"38.01557992980",	"340",	"2",	"125",	"176",	"2",	"6",	"23",	"5",	"0",	Kurakca Yari Nemli,Turkey,Gaziantep,Kargamis,T40,Tescil		
10	9,"36.85899900150",	"38.02680887090",	"346",	"2",	"294",	"185",	"2",	"6",	"23",	"4",	"0",	Kurakca Yari Nemli,Turkey,Sanliurfa,Birecik,T40,Tescil		
11	10,"36.87022794260",	"37.99312204770",	"378",	"1",	"187",	"181",	"2",	"6",	"23",	"1",	"0",	Kurakca Yari Nemli,Turkey,Gaziantep,Kargamis,T40,Tescil		
12	11,"36.87022794260",	"38.00435098880",	"380",	"1",	"160",	"179",	"2",	"6",	"23",	"1",	"0",	Kurakca Yari Nemli,Turkey,Gaziantep,Kargamis,T40,Tescil		
13	12,"36.87022794260",	"38.01557992980",	"367",	"2",	"126",	"176",	"2",	"6",	"23",	"1",	"0",	Kurakca Yari Nemli,Turkey,Gaziantep,Kargamis,T40,Tescil		
14	13,"36.87022794260",	"38.02680887090",	"334",	"1",	"285",	"182",	"2",	"6",	"23",	"5",	"0",	Kurakca Yari Nemli,Turkey,Gaziantep,Kargamis,T40,Tescil		
15	14,"36.87022794260",	"38.03803781190",	"354",	"2",	"303",	"186",	"2",	"6",	"23",	"0",	"0",	Kurakca Yari Nemli,Turkey,Sanliurfa,Birecik,T40,Tescil		
16	15,"36.87022794260",	"38.04926675300",	"380",	"1",	"304",	"184",	"2",	"6",	"23",	"0",	"0",	Kurakca Yari Nemli,Turkey,Sanliurfa,Birecik,T40,Tescil		

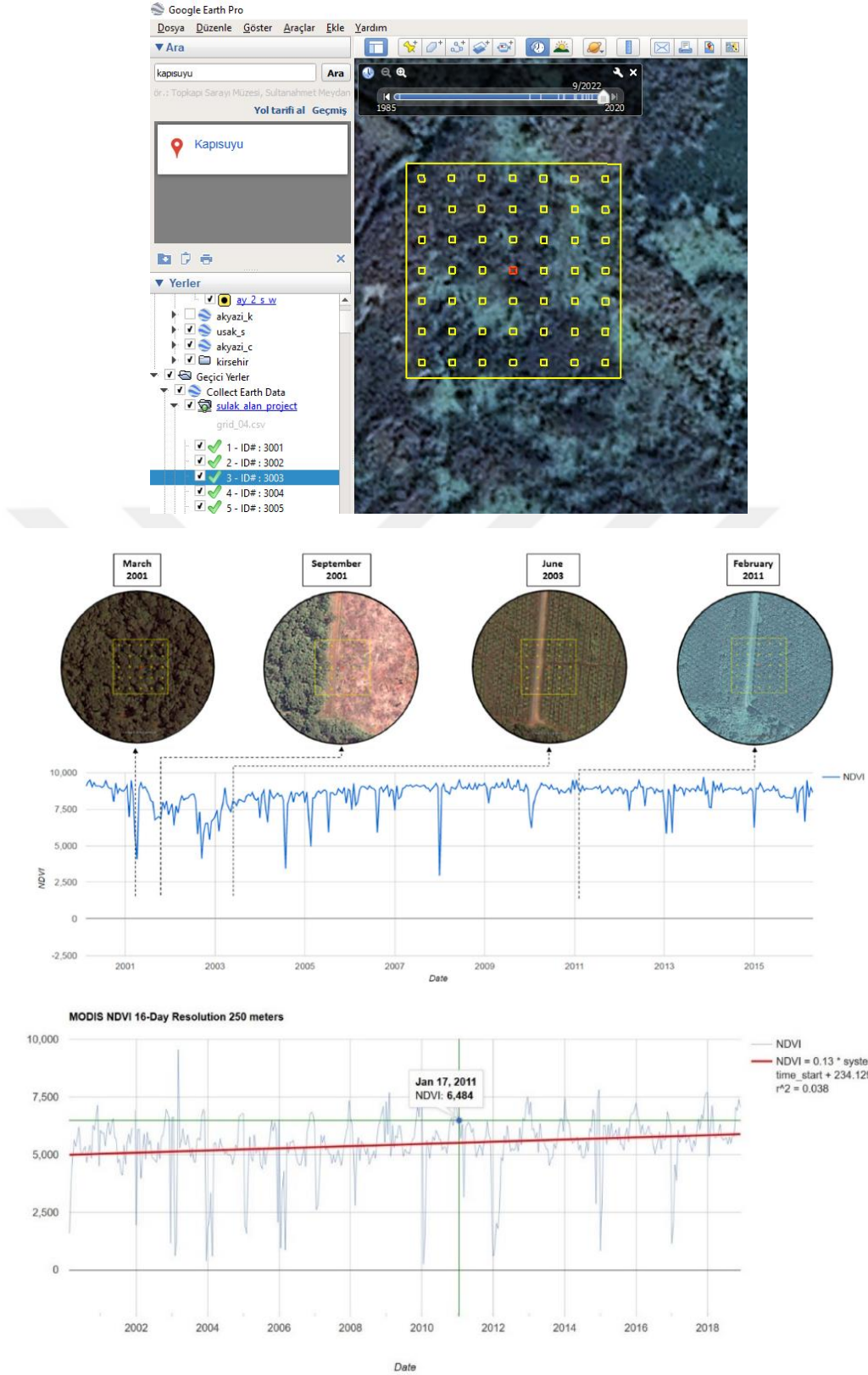
Şekil 3.2. Parsel alan dosyası

CE yazılımı içerisinde toplam 14245 deneme alanına ait bilgilerinin girilmesi amacıyla, her bir grid dosyası CE yazılımına yüklenerek veri tabanı oluşturulmaya başlanmıştır. Bu amaçla CE programı ile eşleşik Google Earth dosyası açılarak griddeki her bir satır için konumu belli denem alanına gidilerek veri toplama işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu işlem için ilk yardımcı program, gridler içerisindeki her bir deneme alanını içeriğinde de gösterip sunan Google Earth programıdır. Bununla eşleşik olarak aynı deneme alanına ilişkin Bing Maps görüntü verisi açılmaktadır. Aynı zamanda plot alan ve yakın çevresine ilişkin Landsat ve Sentinel görüntülerinin yer aldığı Google Earth Engine (GEE) birlikte çalışan NDVI, NDWI gibi grafik verileri de açılmaktadır. GEE içinde açılan ilgili grafik verilerin tümü 2000-2022 yıllarını kapsayacak şekilde GEE kütüphanesinden çekip grafik olarak sunulması amaçlı script kodlar hazırlanarak tez çalışması ile eşleştirilmiştir (Şekil 3.3). Analist tüm bu yardımcı pencereler ve grafik verileri yardımı ile ilgili denem alanına ilişkin verileri CE yazılımı kullanarak veri tabanına işlemektedir.

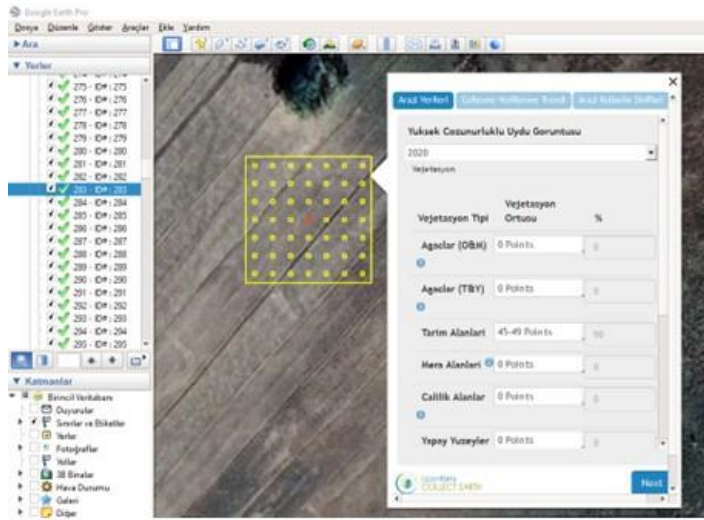


Şekil 3.3. Parsel alana ilişkin Google Earth, Bing Maps, Google Earth Engine (GEE) vb. görüntü araç pencereleri

Çalışmada her bir deneme alanının veri tabanı için “arazi verileri” başlığı altında vejetasyon tipi ve vejetasyon örtüsü oranı yüzde cinsinden girilmesi tasarlanmıştır. Her bir deneme alanı içerisinde 49 eş küçük kare parçası bulunmaktadır. Bu küçük eş kare parçalar hangi arazi kullanım sınıfında yer alıyorsa sisteme o sayı girilmiş; sistem içerisinde sayının yüzdelik karşılığı hesaplatılarak veri tabanına işlenmiştir. Bu sekme altında hangi yıl uydu görüntü verisi kullanılmış o bilgi de yer almaktadır. Diğer sekme “çölleşme-yeşillenme trendi” başlığı altında tasarlanmıştır. Burada NDVI, NDWI ve NPP ortalama değer veri aralıkları yer almaktadır. İlgili veriyi, GEE grafik verileri üzerinden alınmaktadır. Aynı zamanda analist, bu veri üzerinde NDVI grafiğine bağlı olarak vejetasyonun yukarı ya da aşağı eğilimli olması ve Google Earth üzerinden farklı yıllar analizini de görsel olarak gerçekleştirerek arazide bir bozulum olup olmadığı yönünde kararını da veri tabanına işlenmiştir (Şekil 3.4). Eğer bir bozulma ya da yeşillenme mevcut ise bu bağlamda değişim yılı da veri tabanına işlenmiştir. Bu bozuluma ya da yeşillenme neden kaynaklı olduğuna dair veri girişini de gerçekleştirmektedir. Son sekmede ise arazi kullanım sınıfları FRA ve IPCC’ye göre işlenmektedir. Eş zamanlı geçmiş yıllarda ve güncel arazi değişimi yaşanmışsa bu sınıfların nereden nereye değiştiğine ve önceki ve şimdiki kullanım sınıflarının da veri tabanına işlenmesi gerçekleştirilmektedir (Şekil 3.5). Toplam 14245 noktanın veri girişi tamamlandıktan sonra, tüm veri tabanı tekrar CE tabanlı Saiku istatistik programı kullanılarak .csv formatına hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.4. Google Earth zamansal değişim görsel ekranı (Üstte), MODIS 16 günlük NDVI grafik verisi üzerinden parsel alana ilişkin arazi kullanım değişikliği ilişkisi (Orta) ve NDVI verisi grafik seti örneği (altta) (Bey vd., 2016).



Arazi Verileri

Collesme-Yesillenme Trendi

Arazi Kullanım Sınıfları

Yuksek Cozunurluklu Uydu Goruntusu

2020

Vejetasyon

Vejetasyon Tipi	Ortusu	%
Agaclar (O&M)	0 Points	0
Agaclar (T&Y)	0 Points	0
Tarım Alanları	45-49 Points	90
Mera Alanları	0 Points	0
Calılık Alanlar	0 Points	0
Yapay Yüzeyler	0 Points	0
Altyapılar	0 Points	0
Sulak Alanlar	0 Points	0
Ciplak Alan	0 Points	0

Minimum Yuzde Toplami

90

Arazi Verileri

Collesme-Yesillenme Trendi

Arazi Kullanım Sınıfları

NDVI Ortalama Deger

0.20 - 0.30

NDVI Trend

(-) Yonde

Notr (Sabit)

(+) Yonde

NDWI Ortalama Deger

0.20 - 0.30

NDWI Trend

(-) Yonde

Notr (Sabit)

(+) Yonde

NPP Ortalama Deger

6000 - 7000

NPP Trend

(-) Yonde

Notr (Sabit)

(+) Yonde

Collesme ve Yesillenme Eglimi

Collesme/A. Bozunumu

Yusillenme

Yok

Baski/Etki Tipi

Fire

Logging

Grading

Crops

Shifting Cultivation

Flooding

Paths

Settlement

Other

None

Arazi Verileri

Collesme-Yesillenme Trendi

Arazi Kullanım Sınıfları

FRA Arazi Kullanım Sınıfı

Orman

Calılık Alanlar

Diger Alanlar

Agacla Kaplı Diger Araçlar

Sulak Alanlar

IPCC Arazi Kullanım Sınıfı

Orman

Tarım Araçları

Mera Araçları

Sulak Araç

Verilesiz Araçları

Diger Araç

Veri Yok

Arazi Kullanım Degisimi

T > T

D > T

O > T

A > T

S > T

Y > T

Yes

No

Tarım Yontemi

Surekli/Sabit

Degisen/Degisken

Hadas

Enin Deglim

IPCC Alt Arazi Kullanım Sınıfı

Sulanen Tarım

Teskin Suyu ile Sulanan

Meyve Bahçesi

Sera

Sulanmayan Tarım

Onceki Alt Arazi Kullanım Sınıfı

İbrel

Genis Yapraklı

Karlılık Orman

Riparian Orman

Plantasyon Sahası

Agaclandırma Sahası

Maki Ormanı

Diger Ormanlık Araç

Şekil 3.5. Örnek veri tabanı girdi pencereleri

3.2 Arazi Örtü/Kullanım Sınıfları

Çalışma kapsamına konu olan sulak alanların statülerine ve IPCC arazi örtü/kullanım sınıflarına göre dağılımları gerçekleştirilmiştir. IPCC arazi örtü kullanım sınıflarına göre dağılıma baktığımızda, çalışma alanının büyük bir kısmı tarım alanı (%35,38) olarak kullanılmaktadır. Bu sınıfı %27,22 ile sulak alan, %22,08 ile mera alanı ve %7,85 ile orman alanı takip etmektedir. Diğer alan ve yerleşim alanındaki durum ise sırasıyla toplam alanın %4,84 ve %2,63'ünü kaplamaktadır. Ayrıca FAO/FRA'ya göre yapılan kullanım sınıflarına göre de sınıflandırma gerçekleştirilmiştir. Tez kapsamında tüm rakamsal veriler IPCC arazi örtü/kullanım sınıflarına göre gerçekleştirilmiştir (Tablo 3.1).

Tablo 3.1. Türkiye Sulak Alanlar Mevcut Arazi Kullanım Alanları (IPCC ve FAO/FRA'ya göre)

IPCC Mevcut Arazi Kullanımı	Alan (ha)	FRA Arazi Kullanım Sınıfı	Area (HA)
Orman	131.176,98	Orman	141.145,64
Mera	369.048,11	Çalılık Alanlar	21.459,33
Tarım	591.243,31	Diğer Alanlar	889.270,78
Yerleşim	43.951,77	Ağaçla Kaplı Diğer Araziler	164.422,13
Sulak Alan	454.839,06	Sulak Alanlar	454.839,06
Diğer	80.877,69	Toplam	1.671.136,93
Toplam	1.671.136,93		

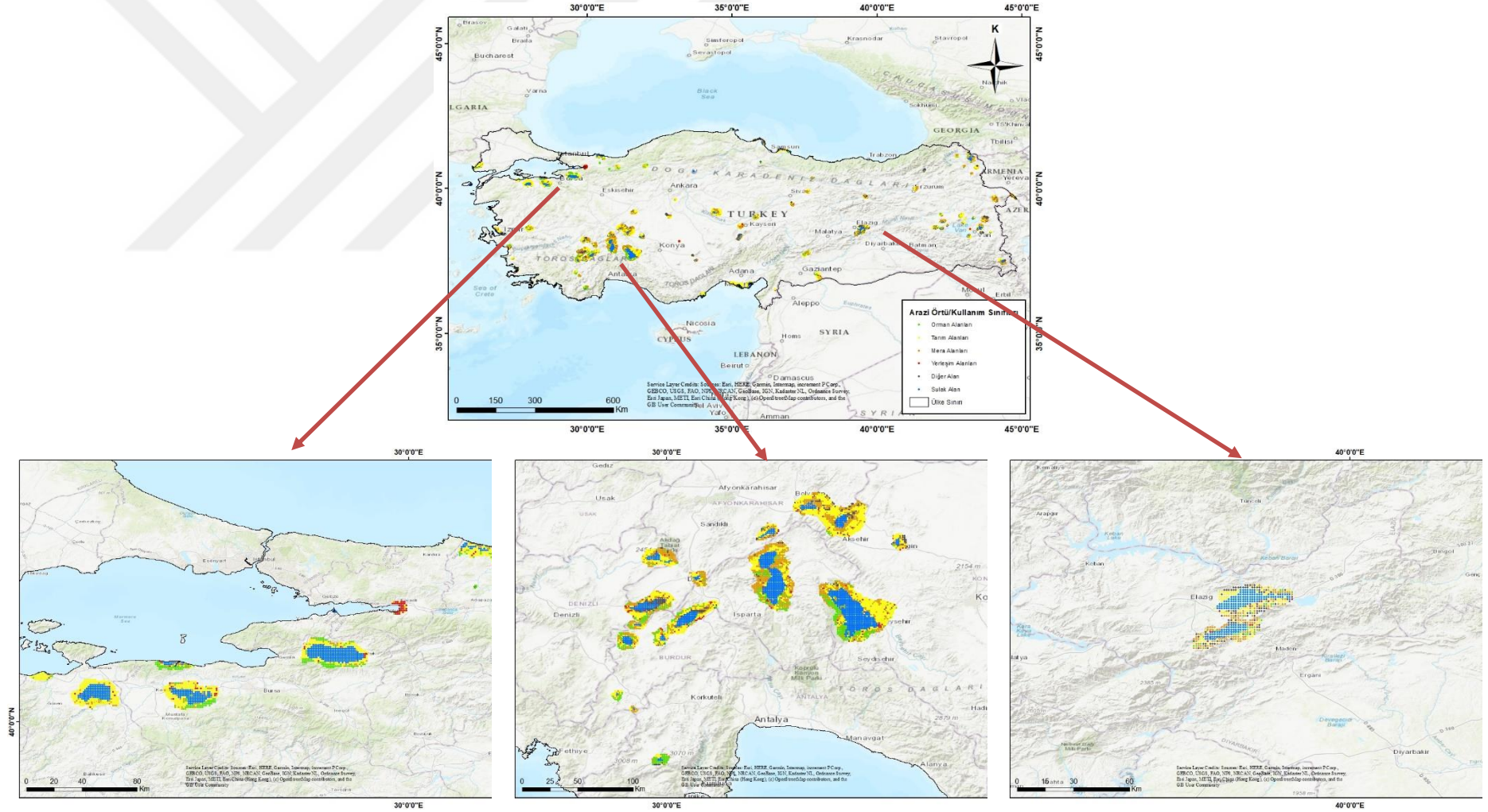
Sulak alan statülerine göre dağılıma baktığımızda, çalışma alanının büyük bir kısmını ulusal öneme haiz sulak alanlar (%48,21) oluşturmaktadır. Bu sınıfın yüksek olarak oluşmasındaki ana neden ilgili statüdeki alanlar tampon sınırları ile birlikte sulak alan statüsünde değerlendirilmesidir. Doğru bir yaklaşımla ilgili sulak alanların tampon sınırları sulak alanlarının analiz ve sorgulamaları için önem arz etmektedir. Benzer yaklaşım Ramsar alanları içinde yapılmıştır. Ramsar alanlarında bazıları tampon sınır ile birlikte Ramsar statüsünde değerlendirilmektedir. Ulusal öneme haiz sulak alanlar sınıfını, %27,48 ile koruma bölgesi belirlenmiş alanlar, %23,49 ile Ramsar Alanları ve %0,83 ile mahalli öneme haiz sulak alanlar takip etmektedir (Tablo 3.2). Ülkemiz içinde oldukça büyük öneme sahip sulak alanlar içerisinde yer alan Ramsar Alanlarının özelinde dağılıma baktığımızda, mevcut Ramsar alanlarının büyük bir kısmı tarım alanlarından (%38,57) oluşmaktadır. Bu sınıfı sırasıyla %36,46 ile sulak alanlar, %14,50 ile mera alanı, %4,71 ile diğer alan, %4,04 ile orman alanı ve %1,72 ile yerleşim alanı takip etmektedir (Tablo 3.2).

Tablo 3.2. Türkiye Sulak Alan Statülerine Göre Mevcut Arazi Örtüsü/Kullanım Durumu

Sulak Alan Statüsü	Alan(ha)						
	Orman	Mera	Tarım	Yerleşim	Sulak Alan	Diğer	Toplam
Koruma Bölgesi Belirlenmiş Alanlar	55.522,83	106.070,77	129.776,01	14.154,31	146.168,48	7.493,81	459.186,21
Mahalli Öneme Haiz Sulak Alanlar	1.163,10	4.489,29	5.692,45	573,08	1.202,89	707,65	13.828,48
Ramsar Alanları	15.859,48	56.927,10	151.376,73	6.758,01	143.080,93	18.482,62	392.484,85
Ulusal Öneme Haiz Sulak Alanlar	58.631,57	201.560,95	304.398,12	22.466,38	164.386,77	54.193,61	805.637,39
Toplam	131.176,98	369.048,11	591.243,31	43.951,77	454.839,06	80.877,69	1.671.136,93

Ülkemizdeki sulak alanların arazi örtüsü/kullanım sınıfları Şekil 3.7’de gösterilmiştir.





Şekil 3.7. Mevcut Arazi Örtüsü/Kullanım Haritası (Üstte), Gölle Bölgesi Mevcut Arazi Örtüsü/Kullanım Haritası (alt sol), İzmit Körfezi Mevcut Arazi Örtüsü/Kullanım Haritası (alt orta), Güney Keban Barajı Mevcut Arazi Örtüsü/Kullanım Haritası (alt sağ)

3.3 Arazi Örtü/Kullanım Sınıfları Değişimi (2000-2022)

2000-2022 yılları arasını kapsayan süre içinde arazi örtüsü/kullanımına ait değişimler Tablo 3.3'te gösterilmiştir. 22 yıllık süreçte orman alanlarında 5159,83 hektar, tarım alanlarında 17606,6 hektar, yerleşim alanlarında 10261,6 hektar ve diğer alanlarda 5368,23 hektar artış olduğu görülmüştür. Diğer yandan mera alanlarında 2096,96 hektar ve sulak alanlarda 36299,28 hektar alanda azalma olduğu görülmüştür. 2000'den 2022 yılına kadar olan süreç içinde arazi örtüsü/kullanımında orman alanında 123828,68 hektar, tarım alanında 560682,56 hektar, mera alanında 339584,89 hektar, sulak alanda 451367,95 hektar, yerleşim alanında 33316,20 hektar ve diğer alanda ise 70558,97 hektar alanda değişim göstermemiştir. Ancak çalışmaya konu olan sulak alanlara bakıldığında 362,01 hektar sulak alan orman alanına, 8668,87 hektar sulak alan tarım alanına, 21282,79 hektar sulak alan mera alanına ve 9456,72 hektar sulak alan diğer alan şeklinde değişim göstermiştir. Çalışma süresi boyunca diğer arazi örtüsü/kullanım sınıflarından sulak alan sınıfına değişim durumu ise 252,62 hektar tarım alanlarından, 742,27 hektar mera alanlarından ve 2476,22 hektar ise diğer alanlardan şeklinde bir değişimi göstermiştir.

Tablo 3.3. Arazi Örtüsü/Kullanım Sınıfları Değişimi (2000-2022)*

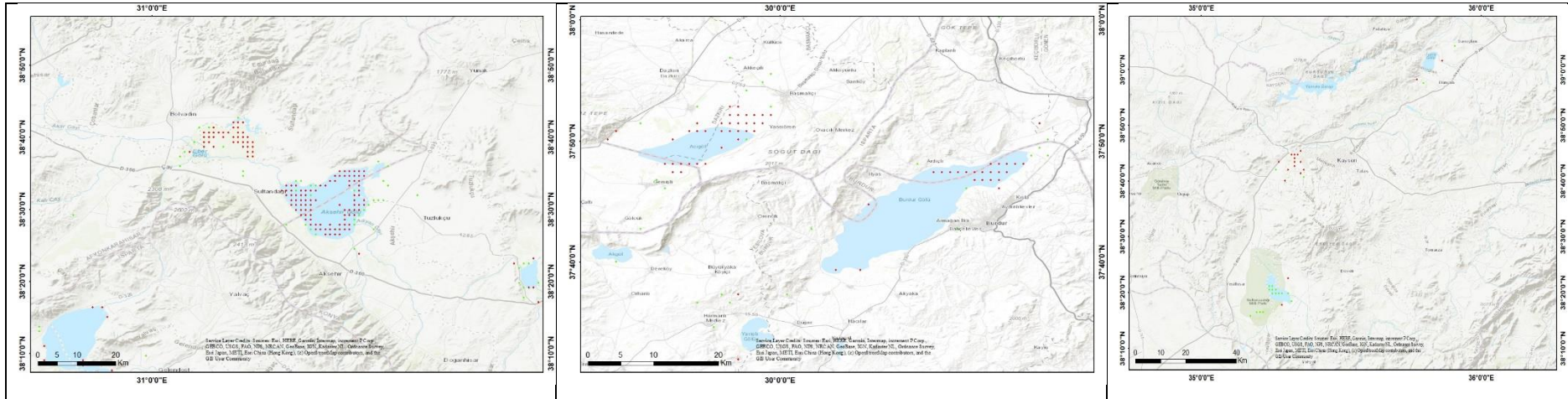
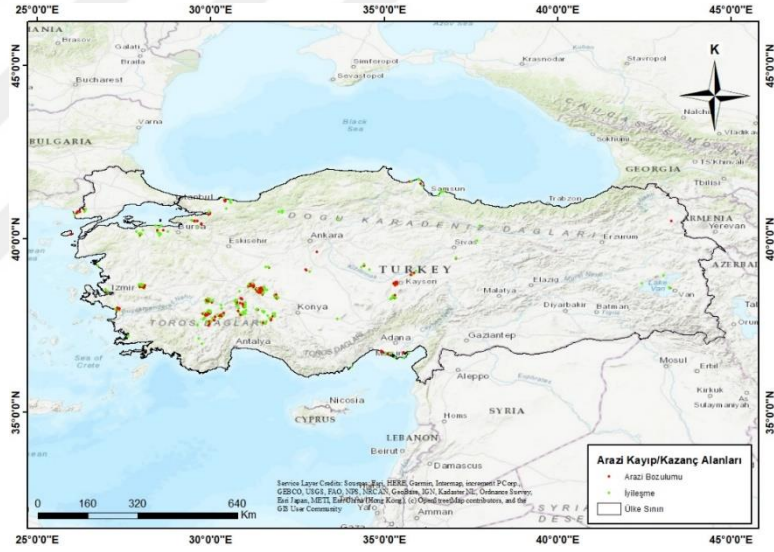
Arazi Örtüsü/Kullanım Sınıfları (2000)	Arazi Örtüsü/Kullanım Sınıfları (2022)						
	Orman	Tarım	Mera	Sulak Alan	Yerleşim	Diğer	Toplam
Orman	123.828,68	1.340,09	722,46		125,91		126.017,15
Tarım	252,43	560.682,56	6.965,06	252,62	5.233,60	250,44	573.636,71
Mera	6.233,08	19.448,22	339.584,89	742,27	4.525,04	611,56	371.145,07
Sulak Alan	362,01	8.668,87	21.282,79	451.367,95		9.456,72	491.138,34
Yerleşim	125,91		248,08		33.316,20		33.690,19
Diğer	374,86	1.103,57	244,83	2.476,22	751,02	70.558,97	75.509,46
Toplam	131.176,98	591.243,31	369.048,11	454.839,06	43.951,77	80.877,69	1.671.136,93
*İlgili tabloda sütun olarak yer alan toplam alanlar 2022 yılı, satır olarak yer alan toplam alanlar 2000 yılı IPCC arazi örtü/kullanım sınıfları alanlar toplamını göstermektedir. Sütun olarak her bir IPCC arazi örtü/kullanım sınıfı, ilgili sütundaki arazi örtü/kullanım sınıfına diğer sınıflardan geçişleri göstermektedir. Satır olarak her bir IPCC arazi örtü/kullanım sınıfına ait, sütunda yer alan sınıflardan ne kadar alanın geçmişte bu sınıfta yer aldığını göstermektedir. .							

3.4 Arazi Örtüsü/Kullanımı Kayıp-Kazanç Alanları

Arazi örtüsü/kullanım sınıflarının 2000-2022 yılı değişimlerinin gerçekleşmesi tespitinden sonra, ne kadar alanın arazi tahribatına ya da tam tersine iyileşmeye neden olduğunun da tespiti gerçekleştirilmiştir. İlgili tespit özellikle Google Earth zamansal değişim penceresi ve GEE NDVI grafik verileri üzerinden eğilim çizgisi üzerinden gerçekleştirilmiştir. İlgili eğilim çizgisinin vejetasyon bazlı 2000-2022 yılları içerisinde gösterdiği eğilimin artı ya da eksi

olması, buna bağı olarak Google Earth görsel değerdendirmerin de katkı sağladığı bu tespitler analist tarafından ilgili veri tabanına işlenmiştir. Vejetasyona bağı bir değışim olarak arazi bozulumu ve iyileşme gözlemi gerçekleştirilmiştir. Lakin ilgili tez kapsamında sulak alanlar sınıfına ilişkin tüm sınıflardan sulak alan sınıfına geçişler kazanç alanı/iyileşme olarak değerdendirilmeye alınmıştır (Şekil 3.8).





Şekil 3.8. Arazi Örtüsü/Kullanımı İyileşme/Arazi Bozulumu Alanları Haritası (üstte), Akşehir-Eber Gölüleri Arazi Örtüsü/Kullanımı Kayıp-Kazanç Alanları Haritası (alt solda), Burdur Gölü ve Acıgöl Arazi Örtüsü/Kullanımı Kayıp-Kazanç Alanları Haritası (alt orta) ve Sultansazlığı, Hürmetçi Sazlığı ve Tuzla Palas Gölü Arazi Örtüsü/Kullanımı Kayıp-Kazanç Alanları Haritası (alt sağda)

Yapılan analizler sonucunda 2000-2022 yılları arasında arazi değişimleri gerçekleşen alanlarda 40991,47 hektar arazi bozulumu ve 25683,03 hektar ise iyileşme olduğu tespit edilmiştir. İyileşme alanları özelinde en büyük iyileşme alanları Mera sınıfından Tarım sınıfına geçişte yaşanmıştır (10474,33 ha). Bu alanı 5012,00 ha ile yine Mera sınıfından Orman sınıfına geçiş, 3686,82 ha ile Tarım sınıfından Mera sınıfına geçiş alanları takip etmektedir. Arazi bozulumu alanları özelinde ise en büyük arazi bozulum alanı, sulak alanlardan diğer sınıflara geçişte yaşanmıştır. Daha çok sulak alanlardan farklı sınıflara geçişler, sulak alanlardaki su varlığının azaldığının bir göstergesidir. Arazi bozulumundaki diğer önemli husus yerleşim alanlarına geçişte arazi bozulunun yüksek olduğudur (Tablo 3.4).

Tablo 3.4. Arazi Örtüsü/ Kullanımı İyileşme/Arazi Bozulum Alanları

Önceki Arazi Kullanımı	Mevcut Arazi Kullanımı	Alan (ha)	
		İyileşme	Arazi bozulumu
Orman	Tarım	109,54	119,95
	Mera	122,90	365,12
	Yerleşim		125,91
Tarım	Orman	124,74	
	Mera	3.686,82	817,44
	Sulak Alan	127,52	
	Yerleşim	1.342,15	2.790,06
	Diğer		122,75
Mera	Orman	5.012,00	
	Tarım	10.474,33	1.211,75
	Sulak Alan	742,27	
	Yerleşim	484,54	1.979,88
	Diğer		248,93
Sulak Alan	Orman		362,01
	Tarım		4608,00
	Mera		18903,41
	Diğer		8.970,91
Yerleşim	Orman	125,91	
	Mera	248,08	
Diğer	Orman	124,88	
	Tarım	485,67	242,59
	Mera	244,83	
	Sulak Alan	2226,85	
	Yerleşim		122,75
Toplam		25683,03	40991,47

Sulak alan statülerine göre arazi 2000-2022 yılları örtüsü/ kullanımı iyileşme/arazi bozulum alanları incelendiğinde, rakamsal olarak Ulusal öneme sahip alanlar haricindeki diğer tüm statülerde iyileşme alanları arazi bozulum alanlarından daha fazla gerçekleşmiştir. Alansal olarak en yüksek alana sahip alan olan ulusal öneme sahip sulak alanlarda arazi bozulumu iyileşme alanlarının neredeyse 3 katı fazla olarak gerçekleşmiştir. İyileşme ve bozulum alanlarının birbirlerini karşılama oranları olarak en yüksek alan mahalli öneme sahip sulak alanlardır. (Tablo 3.5).



Tablo 3.5. Sulak Alan Statülerine Göre Arazi Örtüsü/ Kullanımı iyileşme/arazi bozulum Alanları

Önceki Arazi Kullanımı	Mevcut Arazi Kullanımı	Alan (ha)							
		Koruma Bölgesi Belirlenmiş Alanlar		Mahalli Öneme Haiz Sulak Alanlar		Ramsar Alanları		Ulusal Öneme Haiz Sulak Alanlar	
		İyileşme	Arazi Bozulumu	İyileşme	Arazi Bozulumu	İyileşme	Arazi Bozulumu	İyileşme	Arazi Bozulumu
Orman	Tarım			109,54			119,95		
	Mera	122,90			9,39				355,73
	Yerleşim								125,91
Tarım	Orman			4,70		120,04			
	Mera	1.955,94	117,67			610,19	124,27	1.120,69	575,50
	Sulak Alan	123,24		4,28					
	Yerleşim	246,48	1.089,02	4,72		366,83	489,41	724,12	1.211,62
	Diğer								122,75
Mera	Orman	1.595,91		228,78		367,03		2.820,28	
	Tarım	3.538,77	240,91	4,72		1.590,55	491,48	5.340,29	479,36
	Sulak Alan					742,27			
	Yerleşim	358,36	984,40			4,88		121,30	995,48
	Diğer						125,41		123,52
Sulak Alan	Orman						240,71		121,30
	Tarım		492,44				475,22		3.640,34
	Mera		2.329,96				989,68		15.583,77
	Diğer		483,76		349,45		1.981,48		6.156,22
Yerleşim	Orman							125,91	
	Mera	127,32				120,76			
Diğer	Orman					124,88			
	Tarım	117,67				125,41		242,59	242,59
	Mera					123,54		121,31	
	Sulak Alan	237,78		4,33		1.620,29		364,44	
	Yerleşim								122,75
Alanlar Toplamı (ha)		8.424,36	5.738,16	361,07	358,84	5.916,66	5.037,61	10.980,94	29.856,85

3.5.NDVI, NDWI ve NBÜ analiz sonuçları

NDVI ortalama değerlerinin ve mevcut arazi örtüsü/kullanım sınıflarının alan boyutları Tablo 3.6’da gösterilmiştir. Arazi örtüsü/kullanım sınıflarının bitki örtüsü yoğunluklarına göre dağılımına göre sulak alan sınıfı içerisindeki sadece su varlığına göre alansal dağılım toplam 386887,72 ha olarak hesaplanmıştır. Su varlığına sahip alanların incelendiğinde, tampon bölge sınırları içerisinde yer alan deniz alanları da su varlığına dahil edilmektedir. Özellikle denize kıyılı sulak alanlar sınıfları için tampon bölge sınırları ekosistem bütünlüğü açısından deniz sularını da kapsamaktadır. Sulak alanlar sınıfında hesaplanan vejetasyon örtüsüne içeren (sazlık, nilüfer vb) alanlar toplamı ise 67951,34 ha olarak hesaplanmıştır. Vejetasyon içermeyen alanlar (taşlık, kayalık, çıplak alan vb.) diğer alanlar sınıfında toplanmış ve 6901,25 ha olarak hesaplanmıştır. Toplamda en fazla alansal dağılım 0,20-0,40 NDVI ortalama değeri olan düşük derecede vejetasyon içeriğine sahip alanlarda 733525,58 ha olarak hesaplanmıştır. Bu sınıflandırma içerisinde en büyük arazi kullanım sınıfı ise Tarım alanlarıdır. 0,4 NDVI ortalama değerinin üstündeki orta derecede düşük ve yüksek alanlar ise genel olarak tarım ve orman sınıfında toplanmıştır.

Tablo 3.6. NDVI sınıflarına ve sulak alan statülerine göre arazi örtüsü/kullanım sınıfları
(<0.00: Çıplak alanlar, toprak, kayalık, taşlık, su vb., 0.00 – 0.20: Çok düşük, 0.20 – 0.40: Düşük, 0.40 – 0.60: Orta derece düşük ve 0.60 – 0.80: Orta derece yüksek)

NDVI Ortalama Değer	Sulak Alan Statüsü	Alan (ha)					
		Orman	Tarım	Mera	Sulak Alan	Yerleşim	Diğer
< 0.00	Koruma Bölgesi Belirlenmiş Alanlar				136369,02		609,51
	Mahalli Öneme Haiz Sulak Alanlar				537,67		
	Ramsar Alanları				118090,41		2595,67
	Ulusal Öneme Haiz Sulak Alanlar				131890,62		3696,07
0.00 - 0.20	Koruma Bölgesi Belirlenmiş Alanlar	246,66	18089,73	22944,99	1934,86	3382,05	6283,63
	Mahalli Öneme Haiz Sulak Alanlar	0	182,55	958,58	260,87	232,85	707,66
	Ramsar Alanları	380,18	21085,41	20401,86	13348,68	1750,19	15527,23
	Ulusal Öneme Haiz Sulak Alanlar	1486,71	104973,38	97601,28	10814,89	9906,61	49288,32
0.20 - 0.40	Koruma Bölgesi Belirlenmiş Alanlar	40212,24	97110,39	79058,55	5837,94	9692,37	600,66
	Mahalli Öneme Haiz Sulak Alanlar	104,07	4509,97	3383,69	314,38	121,15	0
	Ramsar Alanları	6729,57	120638,03	31729,09	9958,04	4890,16	359,72
	Ulusal Öneme Haiz Sulak Alanlar	27498,16	165122,03	97250,10	15108,25	12087,81	1209,21
0.40 - 0.60	Koruma Bölgesi Belirlenmiş Alanlar	15063,94	14575,90	3821,45	2026,65	1079,89	0
	Mahalli Öneme Haiz Sulak Alanlar	839,95	999,94	147,02	89,98	219,08	0
	Ramsar Alanları	8749,73	9653,29	4796,13	1683,80	117,65	0
	Ulusal Öneme Haiz Sulak Alanlar	28831,66	34302,71	6955,37	6573,01	471,97	0
0.60 - 0.70	Mahalli Öneme Haiz Sulak Alanlar	219,08					
	Ulusal Öneme Haiz Sulak Alanlar	815,03					
Alanlar Toplamı (ha)		131176,98	591.243,31	369048,11	454839,06	43951,77	80877,69

NDWI ortalama değerlerinin ve mevcut arazi örtüsü/kullanım sınıflarının alan boyutları Tablo 3.7’de gösterilmiştir. NDWI üzerinden 0,40 ve üzerinde ortalama değere sahip düşük nem içeriği ve orta derecede nem içeriğine sahip alanlar genellikle sulak alanlar sınıfıdır. Tarım ve mera alanlarına sahip alanlar için NDWI içeriği gözlemlendiğinde, şiddetli kuraklık sınıfında alansal varlıkların çoğunlukta olduğu tespit edilmiştir. Bu alanlar arazi örtü/kullanım sınıfları dikkate alındığında tarım alanlarında ve mera alanlarında daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3.7. NDWI sınıflarına ve sulak alan statülerine göre arazi örtü/kullanım sınıfları (<0.00: yüksek şiddette kuraklık, 0.00 – 0.20: Şiddetli kuraklık, 0.20 – 0.30: Orta derece kuraklık, 0.30 – 0.40: zayıf kuraklık, 0.40 – 0.50: Düşük nem içeriği ve 0.50 – 0.60: Orta derece nem içeriği)

NDWI Ortalama Değer	Sulak Alan Statüsü	Alan (ha)					
		Orman	Tarım	Mera	Sulak alan	Yerleşim	Diğer
< 0.00	Koruma Bölgesi Belirlenmiş Alanlar	735,36	7.013,16	26.490,84	117,79	1.929,12	4.199,85
	Mahalli Öneme Haiz Sulak Alanlar						4,46
	Ramsar Alanları	492	12.089,18	12.806,76	372,47	1.477,56	6.652,15
	Ulusal Öneme Haiz Sulak Alanlar	1.606,08	62.410,84	50.476,86	123,53	5.032,32	18.792,33
0.00 - 0.20	Koruma Bölgesi Belirlenmiş Alanlar	39.197,03	103.784,09	75.054,00	3.144,46	11.984,50	2438,63
	Mahalli Öneme Haiz Sulak Alanlar	14,4	1.535,21	1.794,66	76,66	340,23	470,22
	Ramsar Alanları	6.634,08	134.825,79	39.828,50	10.925,22	5.280,45	7.636,57
	Ulusal Öneme Haiz Sulak Alanlar	24.311,55	184.520,05	109.337,29	8.551,59	15.573,08	25.492,98
0.20 - 0.30	Koruma Bölgesi Belirlenmiş Alanlar	11.759,24	18.018,85	4.034,34	6.185,92	240,69	494,45
	Mahalli Öneme Haiz Sulak Alanlar	690,31	3.575,11	2.568,82	452,73	232,85	116,48
	Ramsar Alanları	5.423,45	4.344,11	3.916,75	13.461,98		2.200,85
	Ulusal Öneme Haiz Sulak Alanlar	19.023,98	49.445,98	30.949,98	20.060,14	1.731,69	6.575,03
0.30 - 0.40	Koruma Bölgesi Belirlenmiş Alanlar	3.339,60	959,92	368,7	25.180,08		360,86
	Mahalli Öneme Haiz Sulak Alanlar	444,58	582,14	125,82	279,19		116,48
	Ramsar Alanları	3.309,96	117,65	375,09	45.826,84		1.622,44
	Ulusal Öneme Haiz Sulak Alanlar	13.105,34	7.292,96	8.469,64	25.439,52	129,29	1.981,35
0.40 - 0.50	Koruma Bölgesi Belirlenmiş Alanlar	491,6		122,9	109.751,47		
	Mahalli Öneme Haiz Sulak Alanlar	13,82			375,16		
	Ramsar Alanları				43.617,49		370,61
	Ulusal Öneme Haiz Sulak Alanlar	584,6	728,29	1.840,13	81.934,63		980,97
0.50 - 0.60	Koruma Bölgesi Belirlenmiş Alanlar				1.788,74		
	Mahalli Öneme Haiz Sulak Alanlar				19,15		
	Ramsar Alanları				28.379,48		
	Ulusal Öneme Haiz Sulak Alanlar			487,04	23.286,09		370,95
0.60 - 0.70	Ramsar Alanları				497,45		
	Ulusal Öneme Haiz Sulak Alanlar				3.547,04		
0.70 - 0.80	Ulusal Öneme Haiz Sulak Alanlar				1.444,23		
Toplam		131.176,98	591.243,31	369.048,11	454.839,06	43.951,77	80.877,69

Net birincil üretim (NBÜ) sonuçları incelendiğinde, özellikle tarım ve mera alanlarına sahip alanlarda $100-500 \text{ g} \times \text{C}/\text{m}^2 \times \text{yıl}$ aralığındaki üretimin alansal olarak daha büyük alanlarda gerçekleştiği tespit edilmiştir. Yine $500-1000 \text{ g} \times \text{C}/\text{m}^2 \times \text{yıl}$ aralığında net birinci üretim değerleri yoğunluklu olarak tarım alanları içeriğinde tespit edilmektedir. NDVI ya bağlı olarak da gerçekleştirilen NBÜ değerleri üretim miktarı olarak NDVI'ne paralel bir eğilim göstermektedir (Tablo 3.8).

Tablo 3.8. NBÜ sınıflarına ve sulak alan statülerine göre arazi örtü/kullanım sınıfları

NPP Ortalama Değer	Sulak Alan Statüsü	Alan (ha)					
		Orman	Tarım	Mera	Sulak Alan	Yerleşim	Diğer
< 0	Koruma Bölgesi Belirlenmiş Alanlar	1.474,59	3.512,73	3.166,98	135.390,58	5.129,60	726,46
	Mahalli Öneme Haiz Sulak Alanlar	109,54		13,36	390,02		4,46
	Ramsar Alanları	745,15	2.573,25	4.614,30	123.121,18	983,51	5.636,31
	Ulusal Öneme Haiz Sulak Alanlar	482,91	7.194,06	12.762,83	132.542,35	1.473,44	8.265,55
100 - 500	Koruma Bölgesi Belirlenmiş Alanlar	16.396,55	71.516,84	72.343,35	4.615,25	4.157,51	6.406,66
	Mahalli Öneme Haiz Sulak Alanlar	0,00	1.008,19	3.979,32	408,08	237,57	698,90
	Ramsar Alanları	4.149,74	54.872,46	35.069,04	10.340,50	2.242,52	12.603,78
	Ulusal Öneme Haiz Sulak Alanlar	17.361,28	191.216,41	149.197,49	13.505,14	15.550,27	44.956,16
500 - 1000	Koruma Bölgesi Belirlenmiş Alanlar	36.000,37	45.676,28	29.618,09	5.102,49	3.924,84	360,68
	Mahalli Öneme Haiz Sulak Alanlar	935,11	4.570,04	496,61	342,29	225,97	4,29
	Ramsar Alanları	10.097,66	93.107,44	16.890,81	9.134,19	3.414,31	242,53
	Ulusal Öneme Haiz Sulak Alanlar	34.432,21	99.464,66	38.655,59	17.637,94	5.442,67	971,9
1000 - 1500	Koruma Bölgesi Belirlenmiş Alanlar	1.651,31	9.070,16	942,35	1060,14	942,35	0
	Mahalli Öneme Haiz Sulak Alanlar	118,46	114,24	0	62,49	109,54	0
	Ramsar Alanları	866,92	823,58	352,96	485,06	117,65	0
	Ulusal Öneme Haiz Sulak Alanlar	6.355,17	6.523,01	945,04	701,34	0	0
Toplam		131.176,98	591.243,31	369.048,11	454.839,06	43.951,77	80.877,69

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma alanı olarak, Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'nden 2020 yılı itibariyle Türkiye sulan alanlar envanterine dahil edilen sulak alanlar seçilmiştir. İlgili veri içeriğinde Türkiye'de 93 adet sulak alan (1671136,93 hektar) için toplam 14245 deneme alanı üzerinde çalışmalar gerçekleştirilmiş ve eldeki veriler tüm alana enterpole edilmiştir. İlgili denem alanı sayısı kullanılan uzaktan algılama görüntüleri geometrik çözünürlüğü ve alan büyüklüğüne göre yeter sayıda alanı temsil edecek şekilde tasarlanmıştır. CE üzerinden sistemin kurgulanarak alanlara yönelik veri tabanı oluşturulmuştur ve sonuçların analiz ve sorgulamaları gerçekleştirilmiştir.

Türkiye sulak alan sınırları içerisindeki en büyük arazi örtü/kullanım sınıfı tarım sınıfıdır. Sonrasındaki kullanım sınıfı ise büyüklüklerine göre sulak ve mera arazi sınıflarıdır. Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'nden 2020 yılı itibariyle Türkiye sulan alanlar envanteri kayıtlarına göre sulak alan sınırları Türkiye kıyı sınırı çizgisini bazı sulak alan sınırlarının deniz alanlarını içermektedir. Bu nedenle sulak alan büyüklüğü içerisinde hektar olarak deniz alanları da girmektedir. Sulak alan sınırları olarak oluşturulan tampon alan sınırları içerisinde ekosistem açısından doğru bir yaklaşımla, deniz suyu alanlarını da dahil edilmesi doğru bir yaklaşım olmakla birlikte, tez çalışması kapsamında sulak alan sınıfı olarak tespit edilen arazi örtü/kullanım sınıfının tamamının (454839,06 ha) tatlı su içeren alanlar olarak değerlendirilmemesi gereklidir.

Tarım alanları sınıfının, Türkiye sulak alanları içerisinde en fazla alana sahip olması, olası olumsuzlukların yaşanmaması için sulak alanlar yönetimi ve politikaları nezdinde ele alınması gerekli konuların başında olmalıdır. Benzer olarak sulak alanlar yakını ve hemen civarı tampon bölgelerde fazlaca yer alan tarım alanlarının varlığı, gübre kullanımı, suyun kullanımı, tarımsal kirlilik vb. konularda da etkin bir planlama yapılması zorunluluğunu doğurmaktadır. Ayrıca, yerleşim alanları varlıklarının da sulak alanlar sınırları içerisinde yer alması benzer olumsuz durumların oluşmasına neden olmaktadır. Fakat özellikle orman alanlarının varlığı ve kısmen mera alanlarının varlığı sulak alanlarının korunması başta olmak üzere su kalitesinin artırılması noktasında önem arz etmektedir.

Sadece sulak alanların korunmasını öngören bir sözleşme olmasının yansırı, doğa koruma alanında da imzaya açılmış ilk sözleşmesi olan Ramsar Sözleşmesi kapsamında, Türkiye Ramsar alanları statüsü içerisindeki alanlarda da tarım ve yerleşim arazi kullanım sınıflarının

olması bir tehdit unsuru oluşturmaktadır. Ramsar alanlarının %38,6'sı tarım alanı sınıfında, %1,7'si yerleşim alanı sınıfında yer almaktadır. Benzer durum koruma bölgesi, mahalli öneme ve ulusal öneme sahip alanlar için de geçerlidir. Sulak alanlar içerisinde orman varlığının bulunması ve alansal varlıklarının artırılması ulak alanların korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması başta olmak üzere birçok konuda katkı sağlamaktadır.

Arazi örtü/kullanım sınıflarının 2000-2022 yılları arasındaki değişimi incelendiğinde Orman, Tarım, Yerleşim ve Diğer arazi sınıflarının arttığı tespit edilmiştir. Mera sınıfında alansal bir azalma gözlemlense de, önemli alansal azalış Sulak alan sınıfında yaşanmıştır. 2000-2022 yıllık süreçte toplam sulak alan varlığı, 3629,28 ha azalmıştır. Alansal olarak sulak alanların 326,01 ha Orman sınıfına, 86668,87 Tarım alanına, 21282,79 ha Mera alanına, 9456,72 ha Diğer alan sınıflarına geçmiştir. Bu değişim farklı sınıflara geçişlerinin sorgulanması ve değerlendirilmesi politika geliştirme ve yönetim planlamalarında ele alınması son derece önemlidir. Tablo3.3' te verilen 2000-2022 yılı değişim tablosu her bir sınıf bazında ele alınmalı ve alanlar arası geçişin hangi sınıflar arasında olduğu ve nedenlerinin ortaya çıkarılması önem kazanmaktadır. Arazi örtü/kullanım sınıflarının arasındaki değişimler bazında iyileşme ve arazi bozulumu yaşanan yerler incelendiğinde, arazi kullanım değişimlerinden kaynaklı arazi bozulumunun iyileşme alanlarının yaklaşık 1.6 katı fazlaca bir alanda gerçekleştirdiği görülmektedir. Maalesef sulak alanlar için 2000-2022 yılları arası 22 yıllık süreçte arazi bozulumu daha fazlaca gerçekleşmiştir. Arazi tahribatının dengelenmesi (ATD) vizyonunda kayıp kazanç dengesi önemlidir. Bu bağlamda Türkiye sulak alanlarındaki kayıp yani arazi bozulum alanları ATD'nin dengesini bozmaktadır. ATD'nin izlenmesi noktasında arazi örtüsü/kullanımı ve değişimi, arazi üretkenliği ve yeraltı/yer üstü toprak organik karbonu ile ana göstergelerdendir. Bu göstergelerin bir tanesi olumsuz olursa ATD negatif yönde olduğu kabul edilmektedir. Bu bağlamda çalışma alanı kapsamındaki sulak alanlar için ATD gerçekleştiği ve sürecin arazi tahribatı/kayıp yönünde olduğu tespit edilmiştir.

Ülkemizde sık sık gündeme gelen sulak alanlara ilişkin olumsuz haber ve değerlendirmelerin arkasında yatan en önemli nedenlerden biri iklim değişikliği olgusudur. İnsan aktivitelerinden kaynaklı olumsuzluklarla birlikte iklim değişikliğinin küresel boyuttaki olumsuzlukları sulak alanları olumsuz etkilemektedir. Sulak alan ekosistemlerinin varlığı ve sürdürülebilirliğinin sağlanması özellikle organik karbon depolama başta olmak üzere iklim değişikliği ile mücadeleye katkı sağlamaktadır. Bu nedenle sulak alanları üzerinde yapılacak gelecek perspektifi kapsayan planlama ve yönetim anlayışının sulak alanların sürdürülebilirliğine

yönelik politikaların gerçekleştirilmesi üzerine kurgulanması gereklidir. WWF'in Yaşayan Gezegen Raporu'na göre, 1970-2012 yılları arasında omurgalı canlı popülasyonlarında yaşanan en büyük azalma yüzde 81 ile sulak alan ekosistemlerinde meydana geldi. Türkiye'de son 50 yıl içinde, 3 Van Gölü büyüklüğünde (1,3 milyon hektar) sulak alan kaybedildi (<https://www.wwf.org.tr/?8420/iklimdegikligisulakalanlar>). Gerçekleştirilen bu çalışma ile, 2000 yılından günümüze 3629,28 ha sulak alan varlığını azaldığı tespit edilmiştir. Bu durumun düzeltilmesi için gerekli çalışmaların hemen hayata geçirilmesi elzemdir. Alansal eğilimin devam etmesi ,iklim değişikliği ile mücadelede de geri kalınması anlamına gelmektedir. Alansal yok oluş bu alanlardaki biyoçeşitlilik kaybına neden olmaktan başka sosyo-ekonomik faaliyetleri de olumsuz etkileyecektir. Gerçekleştirilen tez çalışması kapsamında öne çıkan en önemli sonuçlardan birisi tarımsal faaliyet alanlarının 22 yıllık süreçte artış göstermesidir. Benzer olarak yerleşim sınıfı içinde bir artış olduğu görülmektedir. Her iki arazi kullanım değişimindeki artış insan faktörünün sulak alanlar üzerindeki olumsuz etkilerine örneklerdir. Bu sorunu tersine çevirmek yada asgari düzeye çekmek öncelikler arasında olmalıdır. Sulak alanların korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından insan kaynaklı arazi kullanımların minimize edilmesi yada hassas bir şekilde gerçekleştirilmesi gereklidir. Tam tersi olarak sulak alanlarda gerçekleştirilen ormancılık çalışmaları ve 22 yıllık süreçte orman arazilerindeki artış sulak alanlar için olumlu sonuçlardandır. Sulak alanlar kapsamında ormancılık çalışmalarına hız verilmesi sulak alanların korunması anlamında önemli rol oynayacaktır.

Tez çalışması kapsamındaki gerçekleştirilen rakamsal verilerin mevcut yasa ve politikalar nezdinde değerlendirilmesi, özellikle sulak alanlarının yönetimine ilişkin farklı yönetim anlayışına gereksinimlerin belirlenmesi ve bu yönde politikalar gerçekleştirilmesi sulak alanlar nezdinde kötü gidişin önüne geçmek, var olan örnek çalışmaların devam ettirilmesine ve arttırılmasına yönelik en önemli sonuçlardandır.

KAYNAKLAR

- Aksoy, T. Sarı, S. Çabuk, A. (2019). Sulak Alanların Yönetimi Kapsamında Su İndeksinin Uzaktan Algılama ile Tespiti, Göller Yöresi (2022)
- Anadolu Üniversitesi, (2018). Anadolu Üniversitesi, Açık Öğretim Fakültesi, Coğrafi Bilgi Sistemleri Bölümü, Uzaktan Algılama Ders Notu, Eskişehir 220s.
- Anadolu Üniversitesi, (2019). Anadolu Üniversitesi, Açık Öğretim Fakültesi, Coğrafi Bilgi Sistemleri Bölümü, Coğrafi Bilgi Sistemleri Ders Notu, Eskişehir 227s.
- Arıkan, B. (2018). Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi Collect Earth Metodolojisi Kullanılarak Doğu Anadolu Bölgesi Arazi Kullanım Değişimlerinin Belirlenmesi (2022)
- Aronoff, S. (2005). *Remote Sensing for GIS Managers*. ESRI Press, Redlands, CA.
- Ateşoğlu, A. (2021). Anadolu Tarım Bilgileri Dergisi, Konya Kapalı Havzası Uzun Dönem Bitki Örtüsü İndeksi Verilerinin İzlenmesi ve Eğilim Analizi (2022)
- Aquino, D. vd. (2017). Use of remote sensing to identify areas at risk of degradation in the semi-arid region (<https://www.redalyc.org/journal/1953/195358136007/html/#t1>)
- Berberoğlu, S., Dönmez, C., Özkan, C. (2007). Seyhan Havzası Orman Verimliliğinin Envisat MERIS Veri Seti Kullanarak Modellenmesi, I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, İstanbul.
- Bey, A., Sanchez-Paus Diaz, A., Maniatis, D., Marchi, G., Mollicone, D., Ricci, S., Bastin, J.-F., Moore, R., Federici, S., Rezende, M., et al. (2016). Collect earth: land use and land cover assessment through augmented visual interpretation. *Rem. Sens.* 8: 807.
- Campbell, JB. ve Wynne, RH. (2011). *Introduction to Remote Sensing*, fifth edition, The Guilford Press, New York.
- Carter, G.F.B, (1994). *Geographic Information Systems For Geoscientists: Modelling with GIS*. Computer Methods in The Geosciences, 13, London, United Kingdom.
- Çağırankaya, S. ve Altunsoy, A. (2020). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Kişisel İletişim Yoluyla (Sulak Alan Sayısal Verilerin Temini) (2019)
- Çiçek, E. (2004). Subasar Ormanların Özellikleri ve Türkiye'nin Subasar Ormanları. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 2 (54):107-114.
- Dengiz, O. ve 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(1): 78-90.

- DKMP, (2013). Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Hassas Alanlar Dairesi Başkanlığı, Sulak Alanlar Şube Müdürlüğü, Ankara 160 s
- Dugan, P. J. (1991). Sulak Alanların Korunması, IUCN (Dünya Koruma Birliği), İstanbul.
- Ehlers, M. (1990). *Remote sensing and geographic information systems: Towards integrated spatial information processing. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* vol. 28(4): 763–766.
- Faust, N. (1998). *Raster GIS*. In: T. W. Foresman (ed.), *The History of Geographic Information Systems: Perspectives from the Pioneers*. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ. Chapter 5: 59–72.
- FRA, (2020). Terms of Definiations, FRA 2020. Paper 32. Rome. (<https://www.fao.org/3/I8661EN/i8661en.pdf>)
- Gulácsi, A. & Kovács, F. (2015). Drought Monitoring With Spectral Indices Calculated From Modis Satellite Images In Hungary
- Görmez, K. (1997). Çevre Sorunları ve Türkiye, 2. Basım, Gazi Kitabevi Yayınları, No: 45, Ankara.
- Hinton, J. C. (1996). *GIS and remote sensing integration for environmental applications. International Journal of Geographical Information Systems* vol. 10(7): 877–890.
- Karakoç, D. (2019). Türkiye’de Sulak Alanlar
- Knyazikhin, Y., Martonchik, J.V., Myneni, R.B., Diner, D.J., Running, S.W., 1998, Synergistic algorithm for estimating vegetation canopy leaf area index and fraction of absorbed photosynthetically active radiation from MODIS and MISR data, *Journal of Geophysical Research* 103: 32257– 32276.
- Lobell, D.B., Hicke, J.A., Asner, G. P., Field, C.B., Tucker, C. J., Los. S. O. (2002). Satellite estimates of productivity and light use efficiency in United States agriculture 1982 – 1998, *Glob. Chem. Biol.*8: 722–735.
- Maraş H. (1999). Coğrafi Veri Tabanı Güncelleştirmesine Yönelik Coğrafi Bilgi Sistemi Tasarımı ve Uygulaması, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İSTANBUL, s. 28-30.
- Maguire, D.J., (1991). An Overview and Definition of GIS. Longman, London.
- Millennium Ecosystem Assessment, (2005). *Ecosystems and Human Well-Being: Wetlands and Water*, Synthesis, World Resources Institute, Washington.
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı (2013). Sulak Alanlar, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü (DKMP), Ankara.

- Tiril, A. (2006). Sulak Alanlar, Peyzaj Mimarları Odası Yayınları: 2006/2, ISBN 9944-89-141-X, 193 s., Ankara
- Tont, S. A. (2001). Sulak Bir Gezegenden Öyküler, TÜBİTAK, Ankara.
- Turoğlu, H. (2000). Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel Esasları, İstanbul: Çantay Kitabevi.
- Turan, L. (2001) Türkiye'nin Ornitolojik Konumu ve Sulak Alanlar, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Ankara
- Wilkinson, G. G. (1996). *A review of current issues in the integration of GIS and remote sensing data . International Journal of Remote Sensing* vol. 10(1): 85–101.
- Williams, M. (1990). Wetlands: A Threatened Landscape, Cambridge and Oxford: Blackwell.
- WWF (2008). Türkiye'deki Ramsar Alanları Değerlendirme Raporu Ed. (Deniz Şilliler Tapan), WWF.
- Yılmaz, S. (2019). Türkiye Sulak Alanları Ders Notu, Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, (<https://avys.omu.edu.tr/lessons/1/2/2678-932001/320498-139132>)
- İstanbul Üniversitesi, (2017). İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi, Coğrafi Bilgi Sistemleri Bölümü, Uzaktan Algılama Dersi, Uzaktan Algılama Ders Notu, İstanbul 297s.
- URL-1. Sulak Alanlar - Ankara Üniversitesi Açık Ders Malzemeleri, 15s. (https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/81431/mod_resource/content/0/7-8-%20Sulak%20alanlar%20ve%20%C3%A7%C3%B6z%C3%BCm%20%C3%B6nerileri.pdf) (2021)
- URL-2. <https://www.epa.gov/wetlands/what-wetland> (2021)
- URL-3. <https://www.britannica.com/explore/savingearth/wetland> (2021)
- URL-4. https://tr.wikipedia.org/wiki/Sulak_alan (2021)
- URL-5. <http://www.turkiyesulakalanlari.com/sulak-alanlar-hakkinda/> (01.12.2021)
- URL-6. <https://www.worldwildlife.org/pages/global-lakes-and-wetlands-database> (2021)
- URL-7. <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/00368504211026143> (2021)
- URL-8. <https://acikders.tuba.gov.tr/course/view.php?id=28> (2021)
- URL-9. https://cdn.acikogretim.istanbul.edu.tr/auzefcontent/19_20_Guz/uzaktan_algilama/1/index.html (2021)
- URL-10. <https://www.esri.com.tr/tr-tr/cbs-nedir/genel-bakis> (2021)

- URL-11. [https://cbsakademi.ibb.istanbul/cbs-yazilimlari-gelistirme-amaclari-ve-kullanim-
alanlari/](https://cbsakademi.ibb.istanbul/cbs-yazilimlari-gelistirme-amaclari-ve-kullanim-
alanlari/) (2021)
- URL-12. <https://www.basarsoft.com.tr/cografi-bilgi-sistemleri-cbs-nedir/> (2021)
- URL-13. <https://www.upy.com.tr/faaliyetler/cografi-bilgi-sistemleri/> (2021)
- URL-14. <https://www.georas.nl/> (2021)
- URL-15. <http://www.ipcc.ch> (2021)
- URL-16).[https://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf_files/Chp2/Ch
p2_Land_Areas.pdf](https://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf_files/Chp2/Ch
p2_Land_Areas.pdf)
- URL-17. <http://www.fao.org/docrep/017/ap862e/ap862e00.pdf>
- URL-18. [https://www.basarsoft.com.tr/ndvi-
analizi/#:~:text=\(NDVI%20Analysis\),ederek%20ortaya%20koyan%20bir%20indeks
tir.](https://www.basarsoft.com.tr/ndvi-
analizi/#:~:text=(NDVI%20Analysis),ederek%20ortaya%20koyan%20bir%20indeks
tir.) (2021)