



**SULAK ALANLARIN
SU ÇERÇEVE DİREKTİFİ
KAPSAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ
VE VERİ TABANI TASARIMI
Yüksek Lisans Tezi**

Mustafa YAMAN

Eskişehir 2019

**SULAK ALANLARIN SU ÇERÇEVE DİREKTİFİ KAPSAMINDA
DEĞERLENDİRİLMESİ VE VERİ TABANI TASARIMI**

Mustafa YAMAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Zehra YİĞİT AVDAN

Eskişehir

Eskişehir Teknik Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Kasım 2019

Bu tez çalışması BAP Komisyonu tarafından kabul edilen 1804F096 no.lu proje kapsamında desteklenmiştir.

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Mustafa YAMAN'nın "Sulak Alanların Su Çerçeve Direktifi Kapsamında Değerlendirilmesi Ve Veri Tabanı Tasarımı" başlıklı tezi 08/11/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Eskişehir Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği"nin ilgili maddeleri uyarınca, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Unvanı Adı Soyadı

İmza

Üye (Tez Danışmanı)

: Dr. Öğr. Üyesi Zehra YİĞİT AVDAN

Üye

: Prof. Dr. Semra GÜNAY AKTAŞ

Üye

: Dr. Öğr. Üyesi Emrah PEKKAN

Prof. Dr. Murat TANIŞLI

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

FINAL APPROVAL FOR THESIS

This thesis titled “Evaluation Of Wetlands In The Scope Of Water Framework Directive And Database Design” has been prepared and submitted by Mustafa YAMAN in partial fulfillment of the requirements in “Eskişehir Technical University Directive on Postgraduate Education and Examination” for the Degree of Master of Science in Department of Remote Sensing and Geographical Information Technology has been examined and approved on 08/11/2019.

Committee Members

Signature

Supervisor	: Assist. Prof. Dr. Zehra YİĞİT AVDAN
Member	: Prof. Dr. Semra GÜNAY AKTAŞ
Member	: Assist. Prof. Dr. Emrah PEKKAN

Prof. Dr. Murat TANIŞLI

Director of Institute of Graduate Programs

ÖZET

SULAK ALANLARIN SU ÇERÇEVE DİREKTİFİ KAPSAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ VE VERİ TABANI TASARIMI

Mustafa YAMAN

Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı

Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Kasım 2019

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Zehra YİĞİT AVDAN

Su, bildiğimiz evrende yaşam kaynaklarının başında gelmektedir. Suyun her formu, içerisinde yaşama dair bildiğimiz veya bilmediğimiz birçok zenginlik barındırmaktadır. Son yıllarda ve geleceğe dair öngörülerde su kaynaklarına dair ciddi olumsuz senaryolar türetilmekte ve bu senaryolar gün geçtikçe daha katı bir hal almaktadır. İçinde bulunduğumuz zaman diliminde, bu tür senaryoların üzerinde durulması nedensiz değildir. İnsanoğlu olarak suyun yaşamsal önemini farkında olmamızın yanında, bu farkındalığa rağmen suyun varlığı ile ilgili oluşabilecek olumsuz sonuçların önüne geçmek için öz verisiz olduğumuz gerçeği bizleri çıkmaza sokmakta ve bu senaryoların yaşanabilir olasılığını artırmaktadır. Su alanlarının izlenmesinde günümüzün gelişen teknolojilerinden olan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) tekniklerinin kullanılması kolaylıklar sağlamaktadır. Operasyon ve analiz imkanları sunan CBS ve veri kaynağı olan UA teknolojilerinin kullanılması, çeşitli band aralıklarında üretilen uydu görüntülerinin ve hava fotoğraflarının işlenmesi ve istenilen parametrelerin analiz edilebilmesi, su alanlarının yönetiminde oldukça önem taşımaktadır.

Bu tez çalışmasında, Su Çerçeve Direktifi (SÇD) gözetilerek tasarlanan dinamik bir veritabanı ile su alanlarının izlenmesi, sınıflandırılması, kayıt altına alınması ve yapılan analizlerle mevcut su alanlarının geçmişten günümüze doğru değerlendirilmesi yapılmış ve geleceğe dair öngörüler ortaya konulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Sulak alanlar, Veritabanı tasarımı, Uydu Görüntüsü, LST, NDWI

ABSTRACT

EVALUATION OF WETLANDS IN THE SCOPE OF WATER FRAMEWORK DIRECTIVE AND DATABASE DESIGN

Mustafa YAMAN

Department of Remote Sensing and Geographical Information System

Eskişehir Technical University, Institute of Graduate Programs, November 2019

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Zehra YİĞİT AVDAN

Water is at the forefront of life sources in the environment. Each form of water has many riches about living in that we know or do not know. In the last years and for the foreseeable future, serious negative scenarios about water resources are being derived and these scenarios are getting harder and harder. It is extremely important to focus on such scenarios in the time frame. In addition to being aware of the vital importance of water as mankind being, the fact that we are not self-sacrificing to overcome the negative consequences that may arise in the face of this awareness, puts us out of the way and increases the likelihood of these scenarios.

The use of geographical information systems and remote sensing techniques, which are one of the evolving technologies of today, is facilitating the monitoring of water areas. The use of geographical information systems that provide operations and analysis facilities and remote sensing technology which is a data source, the processing of satellite images and aerial photographs produced in various band intervals and the analysis of desired parameters are very important in the management of water areas.

In this context, the existing water areas will be evaluated from the past to the present with a dynamic database to be designed considering the Water Framework Directive (WFD), and the monitoring, classification, recording and analysis of the water areas will be made and future forecasts will be made.

Keywords: Wetlands, Database design, Satellite Image, LST, NDWI

08/11/2019

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmamın Eskişehir Teknik Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Mustafa YAMAN

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada son derece hoőgörülu tavırları ve sabırlı yaklaşımları ile araőtırmama vermiş oldukları destek ve katkılarından ötürü Dr. Öğr. Üyesi Zehra YİğİT AVDAN'a minnettarlığımı bir borç bilirim. Danışman Hocam ile birlikte aynı özveride katkılarda bulunan ve araőtırmanın sıhhati için vermiş olduğu tavsiyeler ve değerli tecrübe paylaőımlarından ötürü Doçent Dr. Uğur AVDAN'a da sonsuz teőekkürlerimi sunarım. Çalıőmama odaklanmam için ailemden kısmıő olduğum tüm herőey adına bana son derece sabırlı olan ve desteğini esirgemeyen eőim Melike YAMAN'a ayrıca tüm kalbimle sevgilerimi sunarım.

Mustafa YAMAN

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
BAŞLIK SAYFASI	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	ii
FINAL APPROVAL FOR THESIS.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	vi
TEŞEKKÜR	vii
TABLolar/ÇİZELGELER DİZİNİ	x
GÖRSELLER DİZİNİ/ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Literatür Araştırması	3
1.1.1. UA yöntemlerinin ve CBS altyapısının kullanılması.....	3
2. SULAK ALANLAR.....	7
2.1. Sulak Alanların Özellikleri	7
2.2. Suya İlişkin Yönetim Çalışmalarına Genel Bakış.....	8
2.2.1. Su çerçeve direktifi	11
2.3. İklim Değişikliği ve Su Kaynakları Üzerindeki Etkisi	13
3. UA, CBS ve VERİTABANI İLİŞKİSİ	17
3.1. Uzaktan Algılama (UA)	17
3.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS).....	18
3.3. Veritabanı.....	19
3.3.1. Veritabanı yönetim sistemleri.....	21
3.3.2. Veritabanı modelleri.....	22

	<u>Sayfa</u>
4. MATERYAL METOD	23
4.1 Burdur Havzası Genel Durumu	23
4.1.1. Yerleşim alanları.....	23
4.1.2. Coğrafi durum.....	25
4.1.3. Toprak yapısı ve jeolojik durum	27
5. BULGULAR.....	29
5.1. Veri Modeli ve Veri Tabanı Tasarımı.....	29
5.1.1. Su bilgisi veri kümesi.....	30
5.1.2. Sulak alanlar veri kümesi.....	31
5.1.3. Raster veri kümesi	33
5.1.4. Havza veri kümesi.....	37
5.1.5. Arazi kullanımı veri kümesi.....	40
5.1.6. Morfoloji veri kümesi	43
5.2. Landsat ve Sentinel Uydu Görüntülerinin Elde Edilmesi.....	46
5.3. NDWI Verilerinin Üretilmesi	50
5.4. NDVI Verilerinin Üretilmesi.....	52
5.5. LST Verilerinin Üretilmesi	54
6. SONUÇLAR.....	58
KAYNAKLAR	61
EKLER (EK-A)	
ÖZGEÇMİŞ	

TABLolar/ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 2.1. Su çerçeve direktifinde kronolojik aşamalar	12
Tablo 3.1. Veritabanlarının bizlere sağladığı en temel avantajlar [13].....	20
Tablo 3.2. Konumsal veritabanlarının bizlere sağladığı en temel avantajlar [13]	20
Tablo 3.3. Veritabanı yönetim sistemlerinin genel özellikleri [13]	21
Tablo 4.1 Havza sınırlarının isabet ettiği iller ve bu illerin havza içindeki alanları	23
Tablo 4.2. Burdur havzasında yer alan bazı akarsular ve uzunlukları	26
Tablo 4.3. Burdur havzasında bulunan göller	27
Tablo 5.1. Kullanılan landsat 4-5-7-8 ve sentinel 2 gözlem uydularının band aralıkları	49

ŞEKİLLER

Sayfa

Şekil 1.1.Dünyadaki öngörülen su oranları	1
Şekil 1.2.Uzaktan algılama süreci	3
Şekil 1.3.Hiperspektral gözlem	4
Şekil 1.4.Coğrafi bilgi sistemlerinde kullanılan harita, veriler, analizler ve uygulama temsilleri	5
Şekil 2.1.IPCC tarafından hazırlanan “iklim değişikliği 2014: etkiler, uyum ve kırılganlık raporu”na göre iklim değişikliğinin küresel ölçekte gözlemlenen etkileri	14
Şekil 2.2.İklim değişikliği, atmosferdeki sera gazı konsantrasyonlarının artması nedeniyle, sıcaklıkların artmasına ve kuzey kutbu’ndaki büyük çaplı değişikliklere neden olmuştur.	15
Şekil 3.1.Elektromanyetik spektrum ve spektral aralıklar.....	17
Şekil 3.2.Coğrafi veri tabanı ve değişkenler.....	19
Şekil 4.1.Burdur havzası siyasi haritası.....	24
Şekil 4.2.Burdur havzası yerleşim yerleri haritası.....	25
Şekil 4.3.Burdur havzası fiziki haritası	26
Şekil 5.1.Su Bilgisini oluşturan parametreler	31
Şekil 5.2.Sulak alan bilgilerini oluşturan parametreler	32
Şekil 5.3. Sulak Alanlar için tasarlanan veri kümesi	33
Şekil 5.4.Raster bilgilerini oluşturan parametreler	34
Şekil 5.5.Raster için tasarlanan veri kümesi.....	36
Şekil 5.6.Havza bilgilerini oluşturan parametreler	38
Şekil 5.7.Havza için tasarlanan veri kümesi.....	39
Şekil 5.8.Arazi kullanımı bilgilerini oluşturan parametreler	40
Şekil 5.9.Arazi kullanımı verileri için tasarlanan veri kümesi	42
Şekil 5.10.Morfoloji bilgilerini oluşturan parametreler.....	43
Şekil 5.11.Morfoloji verileri için tasarlanan veri kümesi	45
Şekil 5.12.Landsat ek arama kriterlerinin seçilmesi.....	46
Şekil 5.13.Seçilen alana ait uydu görüntüsünün indirilmesi (landsat)	47
Şekil 5.14.Seçilen alana ait uydu görüntüsünün indirilmesi (landsat)	47
Şekil 5.15. Seçilen alana ait uydu görüntüsünün indirilmesi (sentinel)	48

Sayfa

Şekil 5.16. Seçilen alana ait uydu görüntüsünün indirilmesi (sentinel)	48
Şekil 5.17. ArcGIS model builder ile tasarlanan NDWI analiz aracı iş akış diyagramı .	50
Şekil 5.18. NDWI analizi sonucu burdur gölü zamansal yüzey alan değişimi	51
Şekil 5.19. NDVI analizi ile bitkilerin ifade edilebilmesindeki kıstaslar	52
Şekil 5.20. NDWI analizi sonucu zamansal burdur gölü yüzey alan değişimi	53
Şekil 5.22. LST analizi sonucu zamansal yüzey sıcaklığı değişimi	57



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AB	:Avrupa Birliği
BM	:Birleşmiş Milletler
BMÇPEUDB	:Birleşmiş Milletler Çevre Programı Erken Uyarı ve Değerlendirme Birimi
BMİÇK	:Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Konferansı
CBS	:Coğrafi Bilgi Sistemleri
DSK	:Dünya Su Konseyi
INSPIRE	:Infrastructure for Spatial Information in Europe (Avrupa'da Mekansal Bilgi Altyapısı)
IPCC	:Intergovernmental Panel on Climate Change (Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli)
NHYP	:Nehir Havza Yönetim Planı
NDVI	:Normalized difference vegetation index (Normalize Edilmiş Fark Bİtki Örtüsü İndeksi)
NDWI	:Normalized difference water index (Normalize Edilmiş Fark Bİtki Su İndeksi)
LST	:Land Surface Temperature (Arazi Yüzey Sıcaklığı)
SÇD	:Su Çerçeve Direktifi

UA :Uzaktan Algılama

UIDUSEP :Ulusal İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı

UNESCO :United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
(Birleşmiş Mİlletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü)

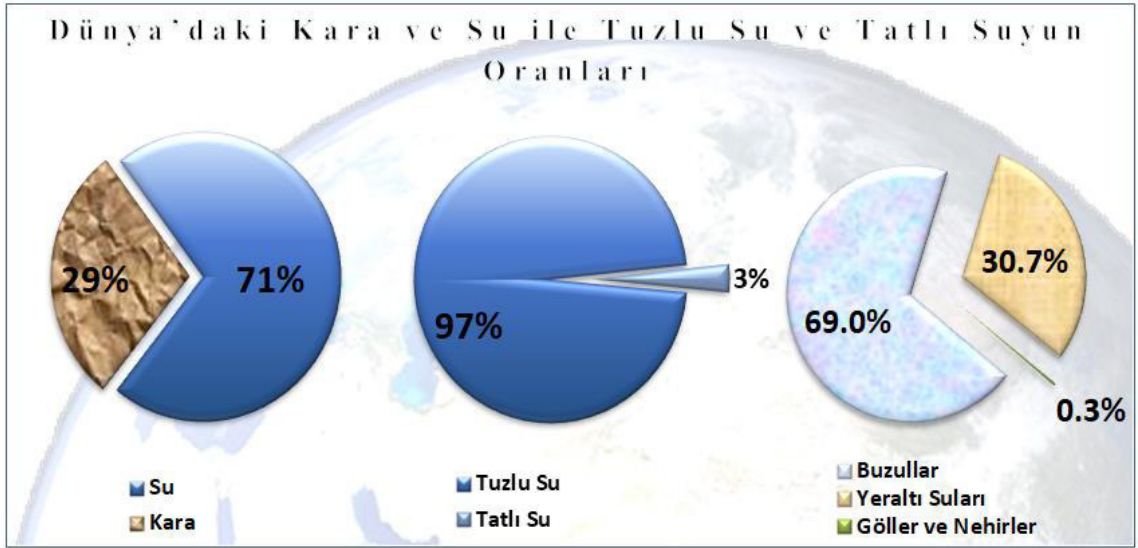
UNFCCC :United Nations Framework Convention on Climate Change (Birleşmiş
Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi)

TUCBS :Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sİstemi

VTYS :Veritabanı Yönetim Sistemleri

1. GİRİŞ

Yaygın olan istatistiki bilgilere göre yaklaşık olarak Dünyanın % 71'i su, % 29'u ise karalarla kaplıdır. Su, tuzlu su ve tatlı su olarak kategorize edildiğinde Birleşmiş Milletler Çevre Programı Erken Uyarı ve Değerlendirme Birimi (BMÇPEUDB) verilerine göre % 97'si tuzlu su, % 3'ü ise tatlı su olarak ayrılmaktadır. % 3 olan tatlı su kaynaklarının % 69'unu buzullar, % 30,7'sini yeraltı suları, % 0,3'ünü de nehirler ve göller oluşturmaktadır. Bu verilerin ışığında dünyada toplamda yaklaşık olarak 1,4 milyar kilometreküp (km³) su bulunduğu tahmin edilmektedir. Buna ek olarak, atmosferde bulunan su miktarı ise 13 bin km³'tür [1].



Şekil 1.1: Dünyadaki Öngörülen Su Oranları (http-1)

İçinde bulunduğumuz zaman diliminde artan nüfus ve bu artan nüfusa karşılık ortaya çıkan doğal kaynakların kullanılmasındaki plansızlık, kaynakların sınırlı olması sebebiyle kaynakları etkin bir şekilde yönetememe sorununu ortaya çıkarmaktadır. Bu kaynakların başında gelen su kaynakları üzerindeki çeşitli baskı unsurlarının tespiti ve gerekli önlemlerin alınması, sulak alanlara ilişkin bilgilerin doğru ve güncel ve etkin bir şekilde üretilmesi ve toplanmasına bağlıdır.

Su alanları, bitkisel alanlar, yüzey sıcaklıkları, iklimsel değişimler gibi yapılacak gözlemlerde günümüzün gelişen teknolojilerinden olan CBS ve UA tekniklerinin kullanılması kolaylıklar sağlamaktadır.

Birçok platformda dile getirilen olumsuzluklar göz önünde bulundurulduğunda su yönetimi konusunda acil eylem planlarının hayata geçirilmesi ülkemiz ve dünya

açısından ilk sıralarda ele alınması gereken konular arasındadır. Bu acil eylem planları hazırlanırken ve uygulamaya konulurken çeşitli gözlemsel verilere, analizlere ve konumsal bilgiler ile zenginleştirilmiş istatistiki sonuçlara ve sulak alanlar için zamansal farklılıkların gözlenebileceği UA teknikleri ile işlenmiş verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tür verilerin bir arada bulunması, karar vericiler için altlık oluşturması açısından yapılacak çalışmaların isabetli sonuçlara ulaşması nedeniyle son derece önemlidir.

Olumsuz senaryoları göz önünde bulundurarak birçok ülke su yönetimi konusunda teknik ve hukuki altyapısı olan önlemler almışlar ve uygulamaya çalışmışlardır. Türkiye’de de su kaynaklarının yönetimi konusunda izlemeler, ölçümler ve analiz raporları ile sonuç raporları oluşturan birçok kurum ve kuruluş bulunmaktadır. Ne yazık ki çok fazla kurumun entegre çalışmamasından dolayı parçalı bir yapı söz konusu olmuştur.

Avrupa Birliği (AB) ülkelerinin su kaynaklarını yönetmek için uygulayageldikleri birden fazla direktif bulunmaktadır. Direktiflerden en önemlisi ise 23 Ekim 2000 tarihli ve 2000/60/EC sayılı “Su Çerçeve Direktifi (SÇD)” dir.

Direktif en basit anlatımla suyun havza bazlı yönetimi üzerine kurulmuştur. Bu yönetim için de havza sınırları belirlendikten sonraki en önemli adım su kütlelerinin belirlenmesidir. Çünkü Direktifin temel amacı olan “iyi su durumu”na ulaşmak için su kütlelerinin doğru belirlenmesi ve yönetilmesi büyük önem arz etmektedir [2].

Bütüncül havza bakış açısı içerisinde sulak alanlara ait verilerin yönetilmesi ve bu bakış açısının entegrasyonu ülkeleri uygulamada zorlayan konulardan birisidir [3].

Havza yaklaşımı çerçevesinde bu tür alanların belirlenmesi, coğrafi bilgi sistemleri için günümüz şartlarında oldukça kolaydır. Bu konudaki en önemli nokta, havza alanlarına referans edecek olan veri ve bilgilerin doğruluğudur. Bu veri ve bilgiler ışığında yapılan mekânsal analizler, istenilen havza alanlarının oluşturulması için gereklidir.

Elde edilen havza sınırları, yönetilmek istenen sulak alanları bir nebze sınırlayan ve ilişkilendirilmek istenen coğrafi nesnelere çevreleyen bir çalışma alanını ifade edebilmektedir. Çalışma alanı kapsamında ilişkilendirilen coğrafi nesnelere ve en önemlisi sulak alanlara ait veriler, UA yöntemleri ile uzaysal ve zamansal olarak karşılaştırılabilir. Uzaktan algılama ile uydu görüntülerinden elde edilen spektral ölçümler ile yersel ölçümler birlikte kullanılabilir. Bu birliktelik, anlık olarak

gözlemlenebilir analizlere, sonuç ürünlerine ve karar verme noktasında hızlı çözümler üretebilme kabiliyetini doğrudan etkilemektedir.

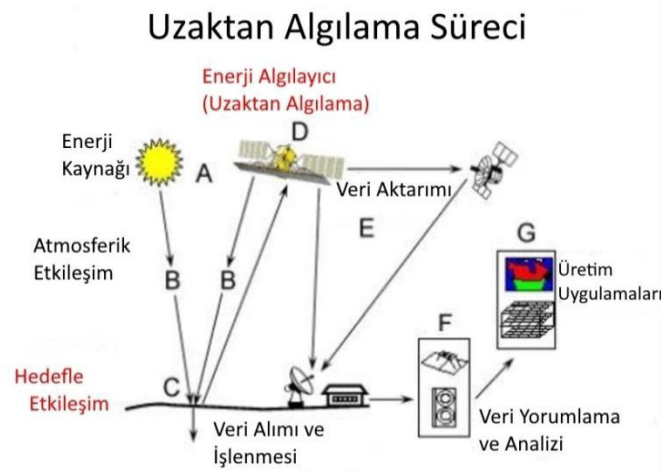
Sulak alanların muhafaza edilebilmesi için etkin bir şekilde sulak alan yönetiminin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Su kaynaklarının yönetilmesine ilişkin uygulanmak istenen havza bazında entegre yönetim yaklaşımı son yıllarda ülkemizde gelişmektedir. Bu çerçevede sulak alanlara dair anlık gözlemler ve bu gözlemlerin havza bazında akıllandırılması ve ilişkilendirilmesi, korunması gereken sulak alanlara ilişkin ilk verileri oluşturmaktadır. Sulak alanlara ilişkin bu tür veri yönetiminin en temel ve çatı yaklaşımı, alansal değişimlerin ve bu değişimlere etki eden faktörlerin anlık olarak izlenebilmesidir.

Bu çalışmanın amacı, SÇD ve INSPIRE standartları gözetilerek tasarlanan dinamik bir veritabanı ile çalışma alanında bulunan su alanlarının izlenmesi, sınıflandırılması, kayıt altına alınması ve yapılan analizlerle mevcut su alanlarının geçmişten günümüze doğru değerlendirilmesi yapılmış ve geleceğe dair öngörüler ortaya konulmuştur.

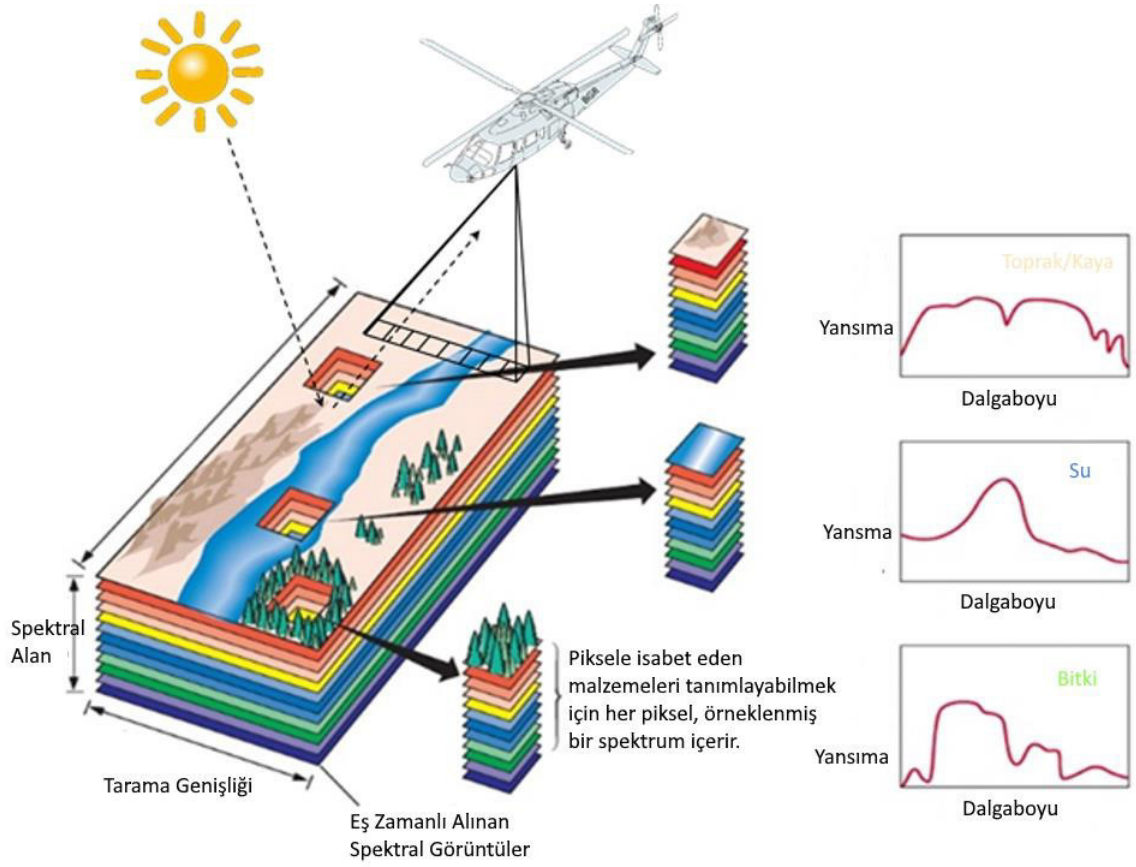
1.1. Literatür Araştırması

1.1.1. UA yöntemlerinin ve CBS altyapısının kullanılması

UA, nesne ile temas etmeyen bir cihaz tarafından elde edilen verilerin analizi yoluyla bir nesne hakkında veri toplama bilimi olarak tanımlanmaktadır. Başka bir deyişle UA, bilim ve bir nesne hakkında uzak mesafeden gözlemleyerek bilgi edinme sanatıdır. Yer tabanlı, havadan ve uydu gibi platformlar kullanarak özel sensörler sayesinde farklı frekanslarda ve band aralıklarında veri toplama (görüntü) işlemler bütününe dayanır.



Şekil 1.2. Uzaktan Algılama Süreci

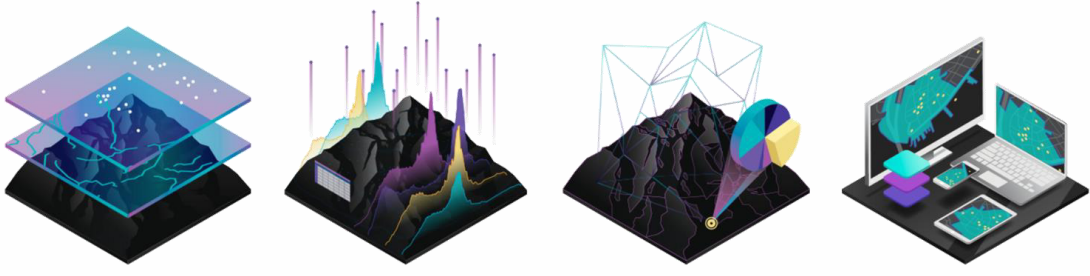


Şekil 1.3. Hiperspektral gözlem (http-2)

Artan teknolojik gelişmeler ışığında hayatımızdaki her nesnenin konumsal bir karşılığı bulunduğundan dolayı Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), günümüzde sıklıkla kullanılmaktadır. Konumsal nesnelere birlikte bu nesnelere öznitelik bilgileri ile zenginleştirilebilir. Öznitelik bilgileri ile donatılan konumsal nesnelere, mekansal analizler ile birlikte karar mekanizmalarını oluşturmak ve bunu tüm sektörlerde eş zamanlı olarak kullanmak için CBS kullanılmaktadır. Büyük veri yönetimi konusundaki kabiliyeti tartışılmaz olan CBS, bizlere sunduğu akıllı haritalar ile birlikte dinamik ve anlık olarak konumsal nesnelere raporlanmasını, güncelleştirilebilmesini ve buna benzer tüm işleri kolaylaştırabilen sistemler bütünü olarak adlandırılabilir.

CBS'de;

- Uydu ya da hava platformları ile üretilmiş görüntü (resim formatı),
- Alan Formatı,
- Çizgi Formatı,
- Nokta Formatı şeklinde veri türleri ile çalışmak mümkündür.



Şekil 1.4. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde kullanılan Harita, Veriler, Analizler ve Uygulama temsilleri

Hava ve uzay platformları ile UA sistemlerinden elde edilen dijital veri ve bilgilerin kullanılabilirliği ile 1970’li yılların başından bu yana, nehirler, göller ve sulak alanlar ile ilgili birçok araştırma yapılmıştır. UA ve CBS açısından doğru ve güncel veri çok önemli bir kaynaktır. Günümüzde iklimde ve sulak alanlarda meydana gelen değişimler CBS ve UA teknikleri ile belirlenebilmektedir. Bu kapsamda CBS ve UA yöntemlerini kullanarak birçok çalışma yapılmış, farklı çalışma alanları için veriler üretilmiştir. Bu çalışmalar aşağıdaki şekilde özetlenebilir;

- Ekercin vd. 2008 yılında Tuz Gölü’nün su miktarındaki farklılaşmanın farklı zamanlarda elde edilmiş LANDSAT uydu görüntüleri ve bu görüntüleri destekleyici yersel ölçmeler ile zamansal değişim analizini gerçekleştirmişlerdir. Tuz Gölü’nün su kütlesinin kaplamış olduğu alanların 1990 yılı ile 2005 yılı arasında 3 de 1 gibi ciddi bir oranda azaldığını tespit etmişlerdir. Gölün periyodik olarak bir yıllık süreçlerle en yeni UA verileri kullanılarak düzenli izlenmesini önermektedirler. [6].
- Çelik vd. Farklı UA teknikleri kullanılarak 2010 yılında Aşağı Seyhan Ovasının çevresinde güneyde bulunan sulak alanların değişiminin incelendiği çalışma sonucunda, sulak alanlar içinalınması gereken önlemler üzerinde durmuşlardır. Sulak alanların, alansal olarak gözlemlenebilir bir şekilde daralmış olduğunu, Akyatan Lagünü’nde bu daralmanın büyük boyutlarda meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Ötrofikasyon (Alg patlaması) olayının, Aşağı Seyhan Ovası sulak alanları için önemli bir yok olma tehdidi oluşturduğu gözlemlenmiştir [7].
- Karabulut, 2015 yılında gerçekleştirdikleri çalışmada NDWI ve NNDWI indekslerini hesaplayarak dijital görüntü işleme teknikleri ile birlikte kontrolsüz sınıflama tekniklerini de kullanmışlardır. 1984 yılı ile 1990 yılı arasındaki dönem ve 1990 ile 2000 yılından 2010 yılında kadarki 10 yıllık dönemde

meydana gelen farklılıkları analiz etmişlerdir. Analiz sonuçlarına göre 1984 yılı ile 2011 yılları arasındaki 27 yıllık dönemde göl yüzey alanlarının önemli ölçüde değiştiğini tespit etmişlerdir. Dönemsel yapılan çalışmalar ile su yüzey alanlarının çevresel ve doğal faktörlerden çok daha fazla etkilendiğini ve bu etkiden en fazla Akgöl'ün etkileneceğini tespit etmişlerdir [8].

- Avdan vd. 2016 yılında yaptıkları çalışmada , farklı tarihlerdeki nisan ayında elde ettikleri dört farklı LANDSAT (iki LANDSAT TM, bir LANDSAT ETM+ ve bir LANDSAT TIRS) uydu görüntüsünü kullanmışlardır. Analiz aşamasında, Normalize Edilmiş Fark Su İndeksi (NDWI) ve Normalize Edilmiş Fark Bitki İndeksi (NDVI) gibi indeksler kullanarak kuraklığın tespiti çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir. 1986'dan, 2016'ya kadar, elde edilen sonuçlar ile Akşehir Gölü'nün su sınırının ve su kütlesinin önemli bir derecede azaldığı sonucuna ulaşmışlardır. Normalleştirilmiş Fark Su İndeksi kullanılarak yapılan analizler sonucunda; 1986 yılında gölün sınırı 324,5 km² iken, 2016 yılında gölün sınırı 99.7 km² olarak tespit edilmiştir [9].

2. SULAK ALANLAR

Yaygın olan istatistiki bilgilere göre yaklaşık olarak Dünyanın % 71'i su, % 29'u ise karalarla kaplıdır. Su, tuzlu su ve tatlı su olarak kategorize edildiğinde BMÇPEUDB verilerine göre % 97'si tuzlu su, % 3'ü ise tatlı su olarak ayrılmaktadır. % 3 olan tatlı su kaynaklarının % 69'unu buzullar, % 30,7'sini yeraltı suları, % 0,3'ünü de nehirler ve göller oluşturmaktadır. Bu verilerin ışığında dünyada toplamda yaklaşık olarak 1,4 milyar kilometreküp su bulunduğu tahmin edilmektedir [1].

Amerika Birleşik Devletleri'nde Dünyadaki sulak alanlarının yaklaşık olarak % 14'ü konumlanmaktadır. Sulak alanlar karmaşık ekosistemler olup, bu sistemlerde birçok fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreç meydana gelmektedir. Sulak alanlar yeryüzündeki biyolojik olarak en üretken olan sistemlerden biridir.

Dünya üzerindeki sulak alanlardan bazıları korunması gereken değerlere sahiptir. Hayatın devamlılığı için çok önemli faydalar sağlamaktadır. Doğal sulak alan sistemleri "yeryüzünün böbrekleri" olarak tanımlanırlar.

Sulak alanların tüm yapısını ve fonksiyonlarını belirleyen en önemli etken hidrolojidir. Sulak alanın hidrolojik rejimini belirleyen parametreler; genellikle mevsimsel su seviyesindeki değişiklikler, bitki popülasyonu, zamansal etkenler, kaynakların sürekliliği, drenaj ve kullanım yapısıdır. Bütün bunların yanında hidrolojik sirkülasyonda yer alan yağış, yüzey akışı, sızma ve buharlaşmanın da göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Sulak alanlar karadan okyanuslara doğru hidrolojik eğilim gösteren karmaşık ekosistemlerdir. Uygun hidrolojik koşulların elde edilmesiyle canlı türleri için yaşamsal ortamlar sağlanmaktadır. Düzensiz koşullar hidrolojik sistemdeki canlı türlerinin devamını imkânsızlaştırmaktadır [4].

2.1. Sulak Alanların Özellikleri

Sulak alanlar, içinde bulundurduğu canlı yaşamı ve barındırdığı birçok fonksiyondan ötürü karmaşık ekosistemlerdir. Bu ekosistemler karmaşık yapılarından ötürü çeşitli etmenlerden doğrudan ya da dolaylı olarak etkilenmektedirler. Bununla birlikte yaşam döngüsü içinde bulunan dengede doğrudan ya da dolaylı etki ettiği hususlar bulunmaktadır. Bu hususlar;

- Sulak alanlar, olabilecek taşkın ve sel olaylarında şiddetli yağmur ve kar sularının yaşamın yoğun olduğu alanlara doğru hareket ederken yavaşlamasını sağlayabilir ve yaşama zarar gelmesini önlerler.

- Sulak alanlar yağmur ve kar sularını depolayarak yeraltı sularına iletir böylece yeraltı suyunu besleme özelliğine sahiptirler.
- Kıyı şeridinde bulunan sulak alanlar, olabilecek bir doğal afet (Sel, Tsunami, Kasırga, v.b.) durumunda oluşabilecek hasarı en aza indirgeyerek kıyı şeridini koruyabilirler. Böylece doğal taşkınlar önlenmiş olur.
- Irmaklar gibi akışkan olan su kaynaklarından ve bunlara bağlı kollardan gelen sediment ve nütrientler, sulak alanlarda toplanmaktadır. Bu şekilde ciddi bir besin ve gübre kaynağı deposu oluşturan zengin azot ve fosfor kaynağı haline gelen sulak alanlar, bitkiler tarafından yaşamsal döngünün gerçekleşmesi için bitkiler tarafından besin kaynağı olarak kullanılırlar.
- Sulak alanlar, buldukları coğrafi konumlarına ve özelliklerine göre iklim değişikliğinden doğrudan etkilenmektedir. Küresel ısınmanın etkisini azaltmakta olup yeryüzünde az bir alansal etkiye sahip olmalarına rağmen yüksek oranda karbon depolamaktadırlar.
- Canlı yaşamının devamı için dünyanın farklı bölgelerinde bulunan genetik çeşitliliğin sağlanması çok önemlidir. Kanatlı, solungaçlı ve omurgasız yaşam türleri sulak alanlarda en fazla bulunan canlılardır. Bazı sulak alanlar endemik türleri barındırmaktadır. Bu tür alanlar uluslararası öneme sahiptir ve koruma altına alınmıştır. Sulak alanlar bu açıdan en zengin alanlardır. Doğal güzellikleri nedeniyle ilgi çekmekte ve bulunduğu bölgenin halkı için ekonomik katkı sağlamaktadır [4].

2.2. Suya İlişkin Yönetim Çalışmalarına Genel Bakış

Yeryüzünde su kaynaklarını zorlayacak derecede talebin giderek arttığı, su kaynaklarının ise giderek azaldığı görülmektedir. Bu durum suyun yönetimini zorunlu hale getirmiştir.

Su kaynaklarının kullanımında genellikle kabul edilen yaklaşım, yaşamın sürdürülebilmesi adına elzem olan gereksinimlerin karşılanması sonrasında arka planda kalan diğer gereksinimler için su kullanımınıdır. Bu yaklaşıma uygun olarak hareket edilebilmesi için su kaynaklarının etkin bir şekilde yönetilebilmesi gerekmektedir.

Su kaynakları; tarım, sanayi, ormancılık, enerji, ulaşım, şehirleşme gibi pek çok alanda kaynak olarak ilk sıralardadır. Sorunlar çok yönlü ve birbirine bağımlı olması ile

birlikte, çalışma alanları gereği bu konularla muhatap olan kurumlar birbirinden bağımsız ve parçalıdır.

Geçmişten günümüze sanayileşme çağından bu yana dünyada gelişmiş ve gelişmekte olan tüm ülkeler kendi bakış açıları doğrultusunda su politikaları üretmişler ve bu politikaları uygulamaya çalışmışlardır [5].

Bu önem çerçevesinde su konusunu işleyen küresel organizasyonlar ve aktiviteler aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- 1972 yılında İsveç'in başkenti Stockholm'de yapılan Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Konferansı (BMİÇK) sonuçlarının çevreye ilişkin ilkelerinden biri su konusu olarak yer almıştır. Bu ilke "su, toprak, hava ve doğal ekosistemlerin gelecek nesiller için planlama ya da yönetim yoluyla korunması" şeklindedir.
- 1977 yılında Arjantin'de toplanan BM Su Konferansı'dır.
- 1980 yılında UNESCO BM Genel Kurulu "Uluslararası İçme Suyu İhtiyacı ve Suyun Kalitesinin Bozulması Deklarasyonu"nu yayımlamıştır.
- 1992 yılında düzenlenen Uluslararası Su ve Çevre Konferansı'nda suyun sınırlı bir kaynak olduğuna dikkat çekilirken, endüstri, tarımsal, evsel su kullanımlarında tasarruf politikalarının belirlenerek böylece daha çok su kullanımına imkân veren yöntemlerin de belirleneceği belirtilmiştir.
- 1992 yılında, su ile ilgili sektörler arasındaki bağların güçlendirilmesine, su kaynakları yönetiminin iyileştirilmesinde çevresel etkilerin ve gelişme fırsatlarının göz önüne alınmasına, suyun ekonomik bir değer olarak ele alınması, sektörler arasında eşgüdüm sağlayacak yaklaşımlar geliştirilmesine, yönelik Rio'da Rio Zirvesi düzenlenmiştir.
- Dünya Su Konseyi (DSK) ve ev sahibi ülke tarafından Dünya Su Forumu her üç yılda bir düzenlenmektedir. 1996 yılında kurulan Dünya Su Konseyi, uluslararası politikaları belirleyen bir organizasyondur.
- Marakeş, Fas'ta Mart 1997'de yapılan Birinci Dünya Su Forumu, DSK'ya "21. Yüzyılda Su, Yaşam ve Çevre için uzun vadeli bir vizyon geliştirme" görevini vermiştir.
- 2000 yılında Hollanda'da yapılan İkinci Dünya Su Forumu, gıda ve çevre güvenliği için su güvenliğinin önemini ortaya koymuştur. Forumun anahtar mesajı "su herkesi ilgilendirir" söylemi olmuştur. Su ile ilgili sorunları çözümlemek için yapılan çalışmaların düzenli olarak incelenmesi ve tatlı su

kaynaklarının periyodik olarak yeniden değerlendirilmesi gerektiği ifade edilmiştir.

- 2001 yılında Almanya'nın Bonn şehrinde düzenlenen Uluslararası Tatlısu Konferansında "Sürdürülebilir Kalkınmanın Anahtarı: Su" dur şeklinde bir alt başlık işlenmiştir.
- Üçüncü Dünya Su Forumu Japonya'nın Kyoto ile Shiga kentlerinde Mart 2003'te düzenlenmiştir. Bin yıl Kalkınma Hedeflerinden biri suya ve sağlıklı suya ulaşımın sağlanabilmesidir.
- 2003 yılında Fransa'da düzenlenen 29. G8 Uluslararası Hükümetler Forumu toplantısında ana gündem "su" olmuştur. Foruma katılan ülkeler hedeflerin hayata geçirilmesi için finansal destek sağlanması hususlarında anlaşmışlardır.
- Meksika'nın Mexico kentinde 2006 yılında Dördüncü Dünya Su Forumu düzenlenmiştir.

Forumda aşağıda sayılan başlıklar kapsamında oturumlar yapılmıştır.

- Risk Yönetimi: Büyüme ve gelişme için su,
 - Herkesin suya ulaşabilmesinin sağlanması,
 - Çevre için su temini,
 - Gelişme için gerekli olan su,
 - Su kaynaklarının yönetimidir.
- 2009 yılında İstanbul'da Beşinci Dünya Su Forumu düzenlenmiştir.

Forumda Açlık ve fakirliğin giderilmesine yönelik gıda ve suyun temini, enerji ve suyun birbirini tamamlayıcı unsurlar olduğu, suyun çoklu amaçlarla kullanımı, su ile ilgili hizmetlerde kamu ve özel sektör işbirliği gibi konular ele alınmıştır [5].

Uluslararası organizasyonlarca konferanslarda sunulan raporlar, suya ilişkin kaynakların içinde bulunduğu tehlikeleri ortaya koyarak, suya olan ihtiyacı karşılayabilecek kaynakların az olması sebebi ile, su kaynaklarının kirletilmesi ve sonuç olarak öngörülen olumsuzluklar çerçevesinde su yönetiminin küresel bir sorun olduğu sonucunu ortaya koymaktadır.

Dünya, "bütünleşik su kaynakları yönetimi" ilkelerini bu krizi yönetebilmek için ön plana çıkarmıştır. Bu kapsamda,

- 2000 yılı Aralık ayında yürürlüğe giren SÇD (2000/60/EC) ile havza bazlı yönetim yaklaşımını benimsediğini AB ilan etmiştir. Bu Direktif, su

kaynaklarının kütleli ve kalite olarak korunmasını ve kontrol edilmesini AB sınırları içerisinde hedeflemektedir.

Avrupa'daki yüzeysel suların ekolojik ve kimyasal bakımdan; yeraltı sularının ise miktar ve kimyasal açıdan "iyi" duruma ulaşması, SÇD ile su yönetiminde sektörel uyum ve ortak yönetim sağlanarak hedeflenmektedir. SÇD tüm paydaşların su sorununun çözümüne daha aktif olarak katılımını desteklemekte ve ekonomik bir değeri olduğu kabul edilen suyun fiyatlandırılmasında gerçekçi ve doğru bir yaklaşım izlemektedir. Suyu kullananın ve kirletenin bedelini ödemesi ilkesini benimseyen AB, bu sayede su kaynaklarının sürdürülebilirliğini sağlamayı öngörmektedir. Ayrıca SÇD, üye ülkelerin Direktif'le ilgili uygulama planlarını oluşturmalarını zorunlu kılarak uygulamada ulaşılması gereken aşamalar için kesin tarihleri tanımlamıştır [5].

2.2.1. Su çerçeve direktifi

Su çerçeve direktifi (SÇD), Avrupa ile Avrupa Birliğine üye ülkeleri kapsayan su yönetimine ilişkin kapsayıcı bir çatı oluşturmak amacıyla yürürlüğe girmiştir. 26 madde ve 11 ekten oluşmaktadır. SÇD, su yönetimine yeni kurallar getirmiştir. Bu kurallar içerisinde önem arz edenlerden biri entegre nehir havzası yönetimi yaklaşımıdır. Bu kurallar bütünü, nehir havzası yönetimi için nehir havza bölgeleri bazında alınması gereken önlemleri içermektedir. Bu önlemler sıraya konulmuş ve belirlenmiş olan tarihler ile takibi sağlanmaktadır. SÇD "Su Havzalarının Korunması ve Yönetim Planlarının Hazırlanması Hakkında Yönetmelik" ile 28444 sayılı ve 17 Ekim 2012 tarihli Resmi Gazetede yayımlanarak uyumlaştırılmıştır.

SÇD'nin temel amacı havza bazında bulunan yeraltı sularının, geçiş sularının, yüzeysel suların ve kıyı sularının korunmasına yönelik bir çerçeve oluşturmaktır. Bu çerçeve:

- Sel ve kuraklık kaynaklı etkilerin en aza indirgenmesi.
- Sucul yaşam alanlarının son derece korunaklı olması ve iyileştirilmesi.
- Su kaynaklarının tahribatının önüne geçilmesi ile korunarak iyileştirilmesi
- Sürdürülebilir su kullanımının teşviki,
- Yeraltı sularınının daha fazla kirlenmesinin engellenmesi ve kirliliğin zamanla azaltılmasını kapsamaktadır [1].

SÇD, aşağıdaki temel tanımlamalar ile konuya yeni bir bakış açısı ile yaklaşmaktadır.

- Tüm suları korumaktadır.

- Tüm su kütlelerinin 2015 yılına kadar “iyi durum”da olması gibi kesin bir hedef koymuştur.
- Hidrografik yapının ülke sınırlarının dışına taşması sebebi ile nehir havzaları bazında yönetim gerektirmektedir.
- İlgili ülke sınırları arasında çalışma bütünlüğü gerektirmektedir.
- Su yönetiminde, sivil toplum kuruluşları ile bölge halkının da dahil olduğu katılımcı bir yaklaşım gerektirmektedir.
- Tüm kirletici unsurların azaltılması ve düzenli kontrolünü gerektirmektedir.
- Su kullanımına ilişkin ücretlendirme politikaları ile kirletenin cezai yaptırım ile karşı karşıya kalması prensibini benimsemiştir.

SÇD nin temel amacı, hidrografik yapıların kütle ve kalite açısından “iyi su” durumuna ulaşması ve korunması ile oluşabilecek deformasyonların önlenmesi olarak sadeleştirilebilir. Bunu sağlayabilmek için Nehir Havza Yönetim Planı (NHYP)’nin oluşturulması için su yönetim politikalarının bu bakış açısına evrilmesi gerekmektedir. 2015 yılına kadar konuyla ilgili olan hükümetler SÇD’de belirlenen hususlara ulaşmayı hedeflemişlerdir. 2003 yılında SÇD uygulama süreci başlamıştır. 2006 yılında anlık izleme sistemlerinin kurulması ve 2009 yılında da nehir havzası yönetim planlarının tamamlanması hedeflenmiştir. 2009 ile 2015 yılları arasında havza yönetim planlarının uygulanması ve iyileştirilmesi için 6 yıllık bir süre düşünülmüştür. Avrupa Birliği aday ülkelerinin ise, katılım sürecinde SÇD gerekliliklerini yerine getirmeleri beklenmektedir [1].

SÇD de her bir aşama Tablo 2.1. de gösterilmektedir.

Tablo 2.1. Su çerçeve direktifinde kronolojik aşamalar

Yıl	Eylem	Referans
2000	Direktifin yürürlüğe girmesi	Madde-25
2003	Ulusal mevzuat uyumunun sağlanması Nehir Havza Bölgeleri ve otoritelerin belirlenmesi	Madde-23
2004	Nehir havzalarının karakteristiklerinin belirlenmesi: baskılar, etkiler ve ekonomik analiz.	Madde-5
2006	İzleme ağının kurulması Kamuoyu konsültasyonunun başlaması	Madde-8 ve 14
2008	Nehir Havzası Yönetim Planı’nın taslağının sunulması	Madde-13
2009	Önlemler programı dahil havza yönetim planının sonuçlandırılması	Madde-13 ve 11
2010	Fiyatlandırma politikasının oluşturulması	Madde-9

Tablo 2.1. (Devam) Su çerçeve direktifinde kronolojik aşamalar

2012	Uygulama programlarının hazırlanması	Madde-11
2015	Çevresel hedeflerin gerçekleştirilmesi	Madde-4
2021	İlk yönetim dönemi sonu	Madde-4 ve 13
2027	İkinci yönetim dönemi sonu, hedeflerin gerçekleştirilmesi için son tarih	Madde-4 ve 13

2.3. İklim Değişikliği ve Su Kaynakları Üzerindeki Etkisi

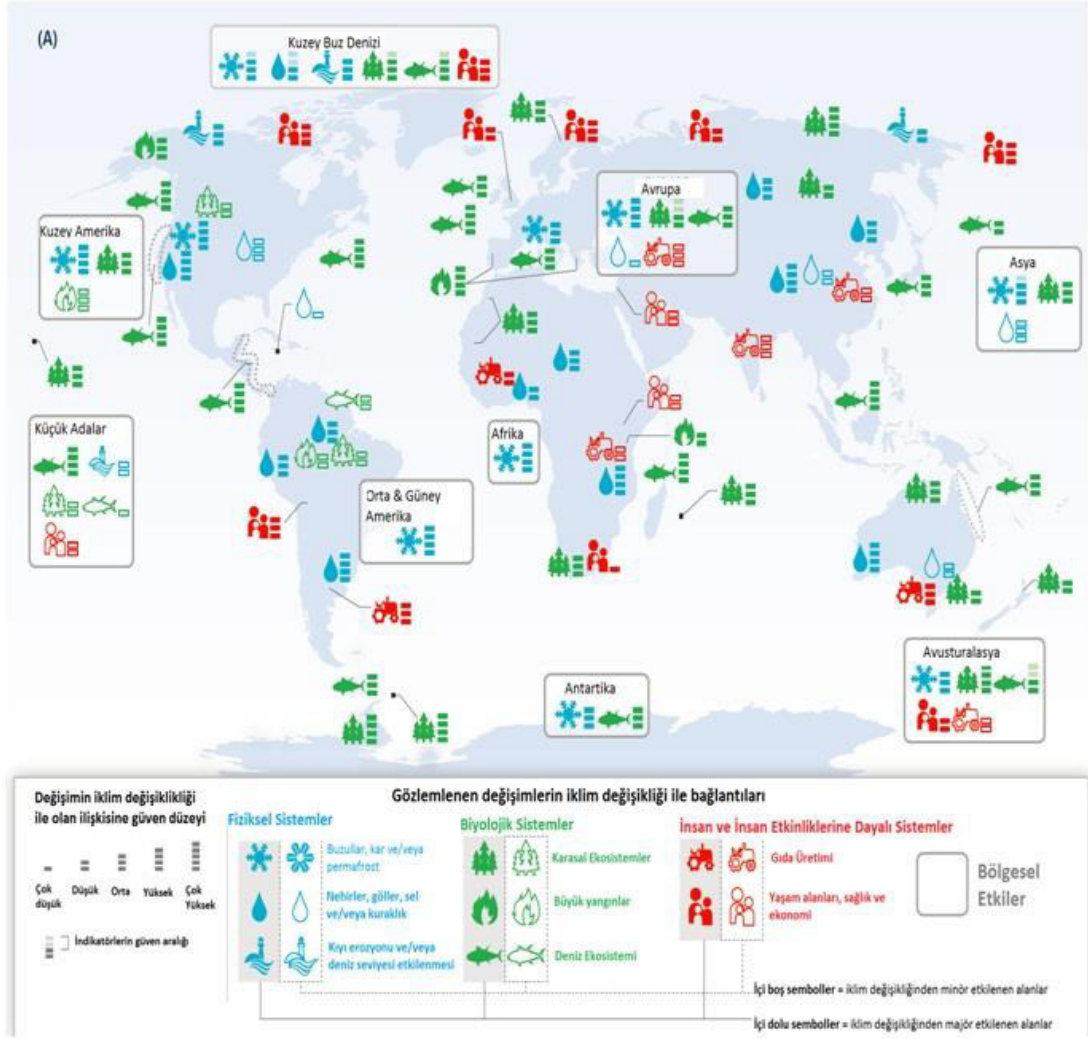
Yerküre üzerinde meydana gelen jeolojik olaylar, uzaysal etmenler gibi olaylar, iklimin çok büyük boyutlarda değişmesine sebep olmuştur ve bu süreç halen devam etmektedir. Fosil kaynak tüketimi, ormanların tahrip edilmesi, yanlış arazi yönetiminin etkileri, atmosferde ciddi oranda sera gazının birikmesine yol açmıştır. 19. yüzyılın ortalarından itibaren iklimsel değişikliğin sebeplerden biri haline gelen insan faktörü, neredeyse diğer etken olan sebeplerin önüne geçmiştir.

1970'li yılların son evresinde başlatılan çalışmalar iklim değişikliğinin küresel bir sorun haline geldiğini göstermektedir. Bu kapsamda;

- 1988 yılında Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) kurulmuş,
- 1992 yılında BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC)

imzalanmıştır.

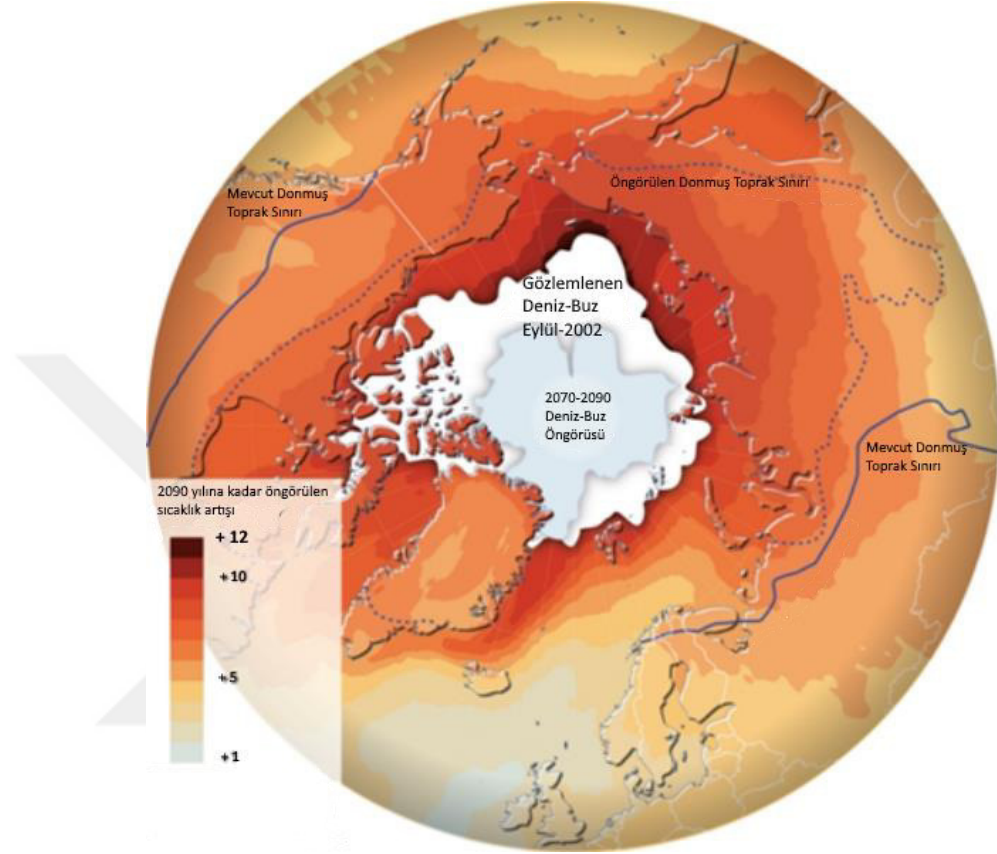
Bu iki hareket iklim değişikliği ile mücadeleyi amaçlayan küresel çabaların en önemli göstergeleridir.



Şekil 2.1. IPCC tarafından hazırlanan “İklim Değişikliği 2014: Etkiler, Uyum ve Kırılabilirlik Raporu”na göre iklim değişikliğinin küresel ölçekte gözlemlenen etkileri (http-3)

Bu tür fonların, aktivitelerin ve uluslararası farkındalık oluşturan organizasyonların yanında, iklimin insan etkisi ile hızla değişmesi ve bunu hissettirmesi, gözle görülür bir farkındalığın oluşmasına yardımcı olmuştur. Özellikle iklim değişikliği sonucu artan ve genellikle okyanus ülkelerini vuran doğal afetler, buzulların erimesi ve deniz seviyesinin yükselmesi, okyanus akıntılarında meydana gelen ve gözlemlenen dengesizlikler, yüzey sıcaklığının hissedilir derecede artması, tarımsal topraklardaki aşırı tuzlanma ve ekosistemdeki farkına varılan değişimler küresel iklim değişikliğinin sonuçlarındandır. Bu tür etmenler, var olmasına rağmen göz ardı edilen iklimsel değişimin pek çok ülke tarafından öncelikli sorun kategorisine alınmış ve zoraki bir müdahalenin gerekliliğini vurgulamıştır. Bu nedenle iklimsel olarak olumsuz değişimlerin sadece çevreye verdiği tahribat tek başına bir sorun teşkil etmemekle

birlikte bu sorunun daha çok bir kalkınma sorunu olarak algılanmaya başlaması önemli bir gelişmedir. IPCC'nin Raporunda insan faktörünün sebep olduğu sera gazı salınımlarının kontrolüne dair maliyetin, iklimsel olarak olumsuz değişimlerin tek başına vereceği zararın maliyetinden daha az miktarlarda olacağı belirtilmektedir.



Şekil 2.2. İklim değişikliği, atmosferdeki sera gazı konsantrasyonlarının artması nedeniyle, sıcaklıkların artmasına ve Kuzey Kutbu'ndaki büyük çaplı değişikliklere neden olmuştur. (http-4)

Şehirleşme, nüfus artışı, halihazırdaki su alanları için baskı oluşturmakta ve iklim değişikliğinin de özellikle hidrolojik sirkülasyona etkisi zamanla daha da şiddetli hal almaktadır. İklimsel olarak olumsuz nitelendirilen değişikliğin hidrolojik sirkülasyonda meydana getirdiği gözle görülür farklılıklar şöyle sıralanabilir:

- Mevsimsel yağış dengesindeki değişiklikler
- Sıcaklık dengesindeki değişiklikler
- Yağış yoğunluklarındaki doğrusal olmayan artışlar ve azalmalar
- Buharlaşmada sıcaklıktan ötürü artış ve toprağın kuraklaşması
- Sıcaklık ve yağış dengesizlikleri sonucu habitat örtüsünde değişimler
- Buzul erimesinde durdurulamaz artış

- Buzulların erimesi sebebi ile deniz ve okyanus sularının yükselmesi ve yer altı su kaynaklarının bu durumdan etkilenmesi

Bu değişiklikler bölgesel olarak çölleşme veya afetlerde artışlara etki edebilmektedir.

Bu tür etki ve değişimlerin kuzey yarım kürede daha da hızlanması öngörülmektedir.

Türkiye’de 2030’lu yıllardan itibaren sıcaklıkların ciddi artışlar göstereceği ve yağışların güney kesimlerinde düşüşlerin olacağı, kuzey bölgelerde artışların olacağı beklenmektedir.

İçinde bulunduğumuz zaman dilimi de dahil olmak üzere 20 yıllık projeksiyonda Türkiye’nin neredeyse tüm bölgesel yüzey akışlarında artışlar öngörülmektedir. Bu tahmin edilen durum, yüksek ihtimalle artan yüzey sıcaklıklarından kaynaklanmaktadır.

Ulusal İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı (UIDUSEP) kapsamında Türkiye, iklim değişikliğinden etkilenebilir bundan dolayı su kaynakları yönetimi son dönemlerde daha fazla önemsenmeye başlanmıştır.

İklim sapmaları nedeniyle hidrografik döngüdeki anormal değişiklikler ile öngörülen mevsimsel değişimlerin tarım sektörünü etkilemesi kaçınılmazdır. İklim sapmaları nedeniyle özellikle taşkın ve kuraklık gibi hidrografik döngünün değişmesi ihtimaline karşı doğal afetler ile ilgili parametrelerin değişmesi öngörülmektedir. Bu tür etkilerden doğrudan etkilenecek olan yüzeysel suların korunmasında ve buharlaşma ve kuruma eğilimi göstermeden önlemlerin alınmasını gerekli kılmaktadır.

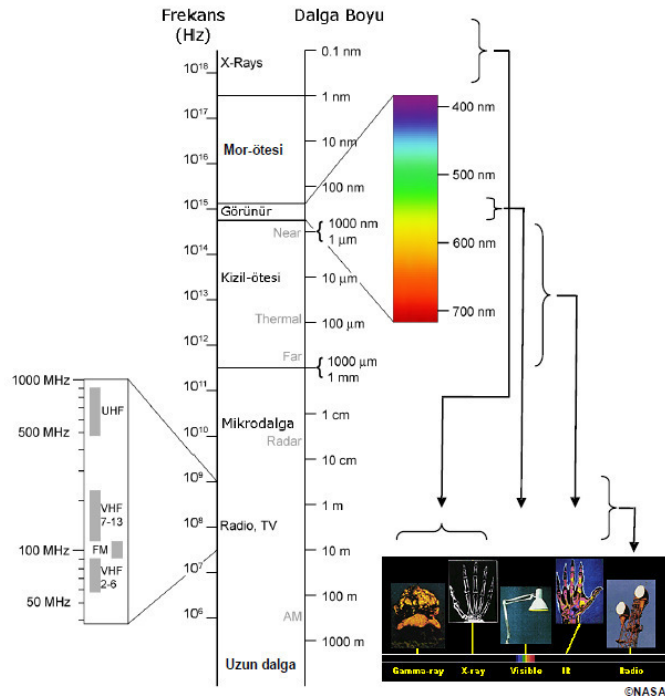
Bu kapsamda yapılan tez çalışmasında kurgulanan veritabanı tasarımı, kullanılan metot ve yöntemler ile öneriler, bu tür projelere altlık olabilecek nitelikte değerlendirilebileceği gibi geliştirilerek daha da işlevsel olarak kullanımı sağlanabilir [5].

3. UA, CBS ve VERİTABANI İLİŞKİSİ

3.1. Uzaktan Algılama (UA)

UA, doğal ve yapay cisimler ve nesnelere ile ilgili fiziksel bir temas olmaksızın bilgi sahibi olabilmek, tanımlayabilmek, bulunduğu mekânda ayırt edilebilmesini sağlayacak bu tür bilgilerin çeşitli frekanslarda görüntü şeklinde oluşturulması bilimidir. Belirli bir uzaklıktan yapılan ölçümler cisim ve nesnelere elektromanyetik spektrumuna, zaman içerisindeki özelliklerinde ve mekânsal olarak meydana gelen değişimlere dayanmaktadır.

Uzayda bilinen cisim ve nesnelere, kendi yüzeylerine gelen enerjinin (ışık, dalga) bir kısmını mevcut yapısında barındırdığı özelliklerine bağlı olarak yansıtırlar. Yansıtılan bu enerji, cisim ve nesnenin kendi özelliklerine göre Şekil 3.1. de görüldüğü üzere farklı frekanslarda yayılımını kapsayan aralıkta oluşmakta olup, bu aralık elektromanyetik spektrum olarak tanımlanmaktadır. Bu yansıyan enerji, elektromanyetik spektrumun görüntü alanı adı verilen ortamında çeşitli sensörlerle ölçülerek değerlendirilmesi, uzaktan algılama tekniğinin esasına dayanır. [12]



Şekil 3.1. Elektromanyetik spektrum ve spektral aralıklar.

UA, birçok sektörde ve bilimsel çalışmalarda doğrudan kullanılmaktadır. UA'nın avantajları, birçok çalışma için öncelik oluşturan unsurları içermektedir. Ulaşmak istediğiniz bilgiye 1 m – 3600 km mesafeye kadar gözlem imkanı sunan kamera ve sensörler aracılığıyla veri elde etmenizi sağlar. Teknolojinin gelişimiyle birlikte daha fazla hassasiyet ve imkanlar sunan bu donanımlar birçok platformda (yersel, uçak, insansız hava araçları, uydular vb.) kullanılabilir. [12]

UA, haritacılık, hidrografi, arazi örtüsü ve kullanımı, doğal kaynakların tespiti ve yönetilmesi, yaban canlı hayatının korunması, jeoloji, orman, ziraat, doğal afetlerin takibi ve sonrası operasyon çalışmaları gibi alanlarda konumsal bilgi ile ifade edilebilecek tüm alanlarda entegrasyonu ve kullanılması kolay olan ve sonuç verisine ulaşmak noktasında hızlı cevaplar alınabilen etkin bir araçtır.

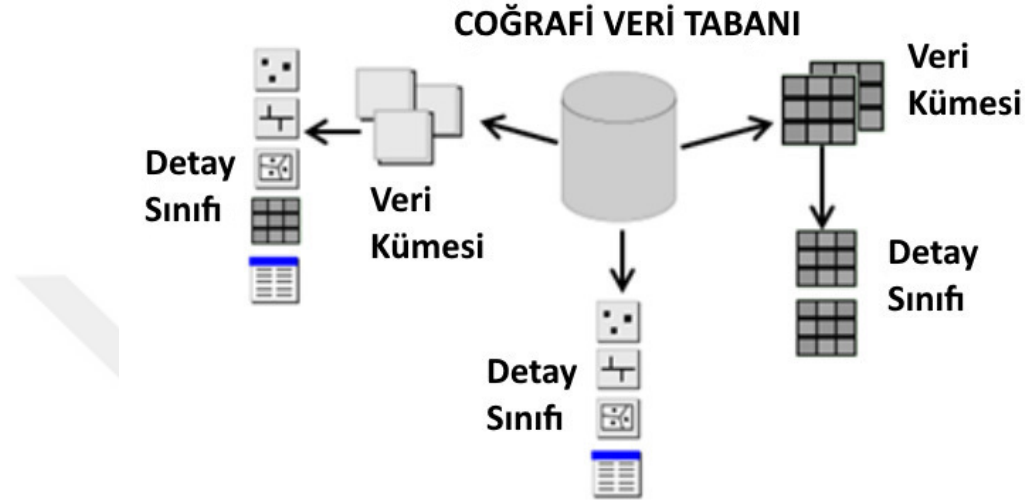
3.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)

Günümüz teknolojik şartlarını düşündüğümüzde etrafımızda olan bitenle ilgili güncel bilgilere anlık olarak ulaşmanın çok kolay olduğunu bilmekteyiz. Bu bilgilerin çok azı, içerisinde konumsal bilgiler barındırmamaktadır. Günlük yaşantımızda insanların etkileşimi, konumsal bilgilere ulaşmanın sağladığı kolaylıklar sayesinde çok hızlı ve kesin bir şekilde olmaktadır. Bu durum sadece insanlar üzerinde değil, insanların izlemek istediği ve önemseddiği diğer tüm canlılar için de geçerlidir. Canlıların, yeryüzünün ve yeryüzü üzerinde yaşanan olayların konumsal olarak anlamlandırılması, analiz edilmesi için gerekli olan araçların tamamı CBS'yi tanımlamaktadır. CBS sayesinde üretilen sonuç ürünler, artık hayatın her alanında kullandığımız ve yaşamın vazgeçilmez bir kültürü haline gelmiş ve sürekli ihtiyaç duyulan bir gereksinim olarak karşımıza çıkmaktadır.

Konumsal nesnelere, CBS'ne iki farklı veri türü ile tanımlanabilir. Bu verilerden biri coğrafi konumu yani tanımlanmış matematiksel referans sistemleri üzerindeki koordinat bilgileri, diğeri ise konumsal olmayan ancak bu konumsal olan nesnelere niteleyen ve tanımlayan bilgilerdir.

CBS'de tüm bilgiler katmanlar halinde kullanıcıya sunulur. Bu katmanlarda vektör veriler, raster veriler ve tablolar bulunabilmektedir. Bu verileri birbirleri ile ilişkilendirebilir, aynı tür veri tipine çevirebilir, bu veriler üzerinde çalışılan uzmanlık alanına göre analiz çalışmalarında kullanılarak CBS'nin sağladığı sonuç ürünleri oluşturulabilir.

CBS’de kullanılan veriler, üretim yöntemi ve teknolojisi farklı birçok kaynaktan sağlanabilmektedir. Bu veriler başlıca; uydu gözlem verileri, çeşitli hava araçları ile üretilmiş hava fotoğrafları ve görüntüleri, yersel ölçümler, daha önce üretilmiş basılı haritalar, konumsal verileri niteleyen öznitelik tabloları, sayısal vektör ve raster veriler şeklinde sıralanabilir.



Şekil 3.2. Coğrafi Veri Tabanı ve Değişkenler

3.3. Veritabanı

Bilgi teknolojilerindeki gelişim ile beraber kurumlar ve işletmeler, kendi yönetim bilgi sistemleri veya farklı hizmet sağlayıcıların yönetim bilgi sistemleri ile çalışma süreçlerini devam ettirmektedirler. Bu çalışma süreci devam ederken kurumlar ve işletmeler, kendileri için önemli veya önemsiz birçok veriyi ve veriler bütünü de kayıt altına almaktadırlar. Bu veriler kurumlar ve işletmeler için kurumsal bir hafıza olmasının yanında, karar vericilerin kurumlar ve işletmeler için alacağı kritik kararlarda önemli bir kaynak olarak kullanılmaktadırlar.

Kurumsal çalışmaların güvenilir bir şekilde yürütülmesi, kurumsal çalışmalar ile ilgili verilerin veri tabanlarına doğru ve eksiksiz bir şekilde kayıt altına alınması, kurumsal çalışmalar ile ilgili temel verilerin raporlanması veya karar mekanizmalarınca veritabanındaki verilerin değerlendirilmesi gibi birçok alanda veritabanı tasarımı önemli bir etmendir.

1960’lı yıllardan itibaren kullanılagelen ve gelişimini sürdüren Veri Tabanı Yönetim Sistemleri, veri tabanları kurmayı, oluşturmayı, kullanıcı haklarını tanımlama, verilere erişim, verilerin sunulması, verilerin güncellenmesi, yeni veri tanımlarının yapılması ve

veri yelpazesinin genişletilmesi gibi özellikleri sağlayan programlar topluluğu olarak tanımlanabilir [13].

Tablo 3.1. Veritabanlarının bizlere sağladığı en temel avantajlar [13]

- Dizinler yardımıyla aradığımız verilere, kayıtlara en hızlı şekilde ulaşmamızı sağlar,
- Belirtilen kurallar doğrultusunda veri tekrarlarını önler,
- Veriye birden fazla kullanıcının aynı anda erişimini sağlar,
- Kullanıcılara özgü arayüz tasarımı ile kolay kullanım ve erişim sunar,
- Eksik veri alanlarının düzenlenmesine imkan sağlar ve destekler,
- Yedekleme olanağı ile veri güvenliği sağlar.

Veritabanları sektörel olarak farklılıklar gösterebilir. Veri içeriği ve bütünlüğü, veriye erişim kuralları ve sunulması, verilerin ilişkilendirilmesi ve paylaşılması gibi durumlar göz önüne alındığında neredeyse sonsuz kombinasyonda durumlar ortaya çıkması muhtemeldir. Ancak, veritabanlarının artık günümüzde standart halde kullanım şekillerinden kaynaklı olarak bu kombinasyonlar sonucu oluşan durumlar, karmaşık bir hal almaktan çıkmaktadırlar.

Tezin konusu olan çalışmada kullanılacak verilerin odak noktası konumsal bir anlam ifade etmesidir. Veri ve konumsal veri tanımları arasındaki en önemli ayrışan hususun, bir olay veya nesnenin konumunun olduğu ortaya çıkmaktadır. Konumsal verileri de aynı şekilde depolamak, işlemek ve gerektiğinde kullanmak için konumsal veritabanlarına ihtiyaç duymaktayız Veritabanı kavramından yola çıkarak konumsal veri tabanları oluşturma ihtiyacı teknolojinin gelişimi ve sunduğu imkanlar doğrultusunda mümkün hale gelmiştir. Çizim platformları ile entegre olarak çalışan, konumsal verilerin işlenebildiği, görselleştirilebildiği ve halen gelişmekte olan Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımları, karar verme mekanizmaları tarafından sık bir şekilde kullanılan günümüzde oldukça popüler araçlar haline gelmiştir [13].

Tablo 3.2. Konumsal veritabanlarının bizlere sağladığı en temel avantajlar [13]

- Kurumsal süreçlerin yürütülmesi ve karar vericilerin çözüm üretmek için tüm konumsal veriler, merkezi bir veritabanında sağlıklı bir şekilde depolanabilir ve yönetilebilir.
- Konumsal veritabanında tanımlanan veriler ve bu veriler arasındaki korelasyon ve topoloji kuralları yardımı ile üretilen verilerin veri kalitesi artırılabilir ve güncelleme işlemlerinde bir standarta kavuşturulur.
- CBS ortamlarındaki farklı veri formatlarındaki veriler ile kolaylıkla farklı sistemlere taşınabilir, diğer veritabanları ile entegrasyonu sağlanabilir.
- Web tabanlı uygulamalar ile konumsal verilerin gösterimi dinamik bir platformda yürütülür. Verilerin güncellenmesi ile anlık olarak doğrudan gösterime aktarılabilir.
- Konumsal veritabanı platformlarında çoklu kullanıcı erişimi mümkün olduğundan, konumsal veri gösterimi, güncelleme, sorgulama ve analizi birçok kullanıcı tarafından senkron bir şekilde yapılabilir.
- Konumsal veritabanının nesne tabanlı yapısı sayesinde konumsal olaylar ve varlıklarla birlikte entegrasyonu sağlanarak daha gerçekçi modeller oluşturulabilir.

Tablo 3.2. (Devam) Konumsal veritabanlarının bizlere sağladığı en temel avantajlar [13]

- Uluslararası standartlar çerçevesinde global bir veri akışı sağlanarak birçok veritabanı ve sistemler ile entegrasyon süreci işletilerek uluslararası yeniliklere hızlı adaptasyon sağlanabilir.
- Uluslararası standartlar baz alınarak ulusal ihtiyaçlar göz önünde bulundurularak bu standartlar üzerinde araştırma ve geliştirme çalışmaları ile daha işlevsel modeller üretilerek daha zengin verilerin yönetilmesi mümkün hale gelebilir.

3.3.1. Veritabanı yönetim sistemleri

Veritabanı Yönetim Sistemleri (VTYS) veri tabanlarını oluşturma ve yönetme sistemi yazılımıdır. VTYS kullanıcılara ve programcılara sistematik bir yolla veriyi oluşturmayı, veriye ulaşmayı, güncellemeyi ve yönetmeyi sağlar.

Veritabanları temelde iki amaç üzerine kuruludur. Veri depolamak ve erişmek. Bu doğrultuda VTYS'nin optimize edilmesi, sağlıklı işletilmesi ve etkin bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir [13]. VTYS ilkelerince veritabanına aktarılamadan önce, veri düzenlenerek en az yer tutacak şekilde depolanır.

Tablo 3.3. Veritabanı yönetim sistemlerinin genel özellikleri [13]

- Veri tabanı oluşturmak ve tasarlamak
- Veri tabanı tablolarını oluşturmak
- Tablolar arası ilişkiler kurmak
- Veritabanı kullanıcılarını tanımlamak
- Kullanıcıların erişim yetkilerini belirlemek
- Güncellemek, silmek ve eklemek
- Sorgulamalar yapmak
- Yedekleyebilmek
- Gereksinimlere göre geliştirmek ve değiştirmek
- Verilerin güvenliğini sağlayabilmek
- Verilere aynı anda birden çok kullanıcının ulaşmasını sağlamak

Veritabanı oluşturmanın ilk aşamalarından biri olan tasarlama aşamasında en temel görev tabloların belirlenmesi ve kavramsal tablo ilişkilerinin kurulmasıdır [16].

Piyasada bilinen VTYS, Microsoft Access, Microsoft SQL Server, PostgreSQL, Oracle database, MySQL, Berkeley DB, Adaptive Server Enterprise, Ingres, IBM DB2, SQLite, MongoDB şeklinde sıralanabilir. Bunların dışında kullanılan ve aynı amaca hizmet etmekle beraber daha kısıtlı imkanlara sahip olan sistemlerde bulunmaktadır [15].

VTYS, programların ihtiyaç duyduğu veriyi ortak bir alanda ve belirli kurallara göre saklayan sistemlerdir. Bu durum kullanılan program ve veri arasındaki bağımsızlığın oluşmasını sağlamakta ve sadece verinin saklandığı sistemlerde yönetilebilmesine olanak sağlayarak verilerin kullanılan programlara göre şekillenmesinin önüne geçmektedir [18].

Kullanıcı ihtiyaçları ile şekillenen masaüstü, web ya da mobil uygulamalar ile VTYS ulaşmak ve işlem yapabilmek mümkündür. VTYS'nin önemli avantajlarından biri de, uygulama geliştirme desteği ile bu tür uygulamaların geliştirilmesi için veritabanına erişim imkanları sunmasıdır [13].

3.3.2. Veritabanı modelleri

Verileri mantıksal bir düzen içerisinde yönetebilmek için kullanılan terimler, işlemler ve yapılar bütününe veri modeli denir. Tüm VTYS bir veri modeli ile işlemek durumundadır. Kurulmak istenen VTYS içerisinde oluşturulacak veritabanında yer alacak veriler, belirli kurallara göre bağlantı ve mantıksal bir düzen içerisinde ilgili veri modeline göre düzenlenir. Bu veri modeli ile veritabanının kavramsal ve dış şemaları oluşturulur.

Günümüzde yaygın olarak kullanılan veritabanı modelleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir;

- Hiyerarşik Veritabanı Modeli
- Ağ Veritabanı Modeli
- İlişkisel Veri Tabanı Modeli
- Nesneye Yönelik Veritabanı Modeli
- Varlık-İlişki Modeli
- Konumsal Veritabanı Modeli
- Nesne-İlişkisel Veritabanı Modeli [13]

4. MATERYAL METOD

Bu veritabanı çalışmasında Burdur Havzası seçilerek çalışmalar yürütülmüştür. Burdur Havzasının seçilmesinde en önemli etken, havzanın göller yöresi olarak anılması ve gözlemsel olarak izlenecek birçok çeşitli nitelikte yüzeysel sulak alanlar ve akarsuları barındırıyor olmasıdır.

4.1 Burdur Havzası Genel Durumu

Sularla dolu olan çanaklar, çeşitli mağara ve benzeri coğrafik yapılaşmalar Burdur Havzasının doğal yapısını oluşturmaktadır. Bu açıdan bakıldığında söz konusu bölgeye aynı zamanda “Göller Bölgesi” de denmektedir. Türkiye'nin Güneybatısında yer alan Burdur Havzası, Burdur Gölü olmak üzere birçok sulak alan barındırmaktadır. Burdur havzası dağlarla çevrilmiş ve sınırları oluşturulmuş bir havza olup konumu itibarı ile bu dağlar doğuda Kestel, Çatak Dağları, batıda Eşeler ve Maymun Dağlarıdır.

4.1.1. Yerleşim alanları

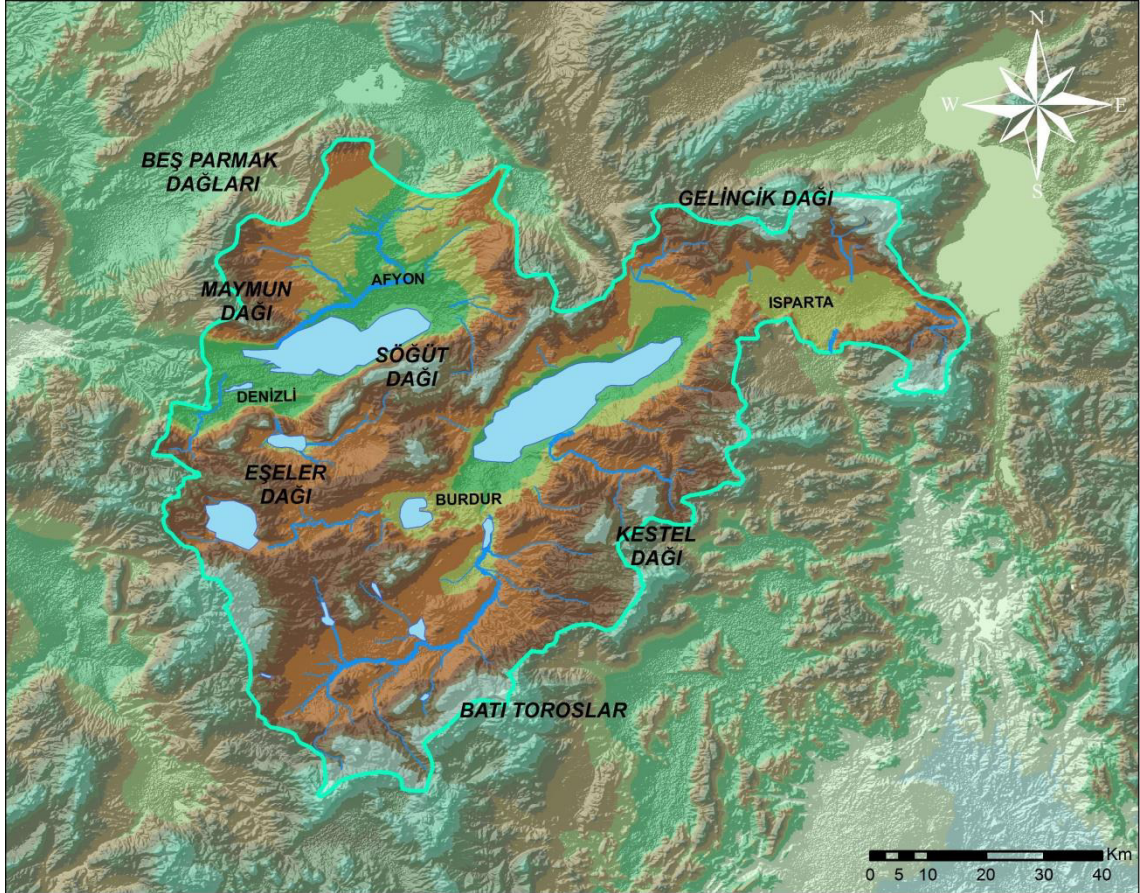
Havza, dört ilin idari sınırlarına isabet etmekte olup bu iller Burdur, Isparta ve Denizli illeridir. Havza sınırları içerisinde bu illerin alanlarının tamamı bulunmamakla birlikte havza içerisinde kalan alanları Tablo 4.'1de belirtilmiştir. Bu illerin havza sınırları ile kesişen idari sınırları Şekil 4.1'de verilmektedir.

Tablo 4.1. Havza sınırlarının isabet ettiği iller ve bu illerin havza içindeki alanları

İller	Ortalama Rakım (m)	Toplam Alan (ha)	İlin Havza İçindeki Alanı (ha)	İlin Havzaya Giren Kısmı (%)	Havzanın İllere Göre Dağılımı (%)
Antalya	39	2.072.300	5.049	0,2	0,8
Burdur	1000	688.300	345.660	50,2	55,1
Denizli	428	1.186.800	51.257	4,3	8,2
Isparta	1050	893.300	123.974	13,9	19,8
Afyonkarahisar	1020	1.392.700	101.437	7,3	16,2

Havzada yer alan yerleşim yeri sayısı 28 adet olup, söz konusu yerleşim yerlerinin tamamı belediye teşkilatına sahiptir.

yapısı değişkenlik göstermekle birlikte güney kısımları ormanlarla kaplı olup, kuzey kesimlerinde bodur bitki yapıları göze çarpmaktadır. 1350–2328 m arasında değişen yükseltiler gözlemlenmekte ve bu yükseltilerden en yüksek doruk noktası Kestel Dağı olup, yüksekliği 2328 m’dir. Bu yükseltiler Burdur Havzası Fiziki Haritası Şekil 4.3’de verilmiştir.



Şekil 4.3. Burdur Havzası Fiziki Haritası

Havzanın barındırdığı akarsular Değirmen, Bozçay, Beyköy ve Keçiborlu dereleridir. Bu akarsular sularını Burdur ve Salda gölüne boşaltmaktadırlar. Bu akarsuların yanında sürekli akışkanlığı olmayan sadece kış ve bahar aylarında akışkan olup yazın kurumakta olan bir çok irili ufaklı dereler bulunmaktadır. Burdur Havzası’nda bulunan önemli akarsu bilgileri Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2. Burdur havzasında yer alan bazı akarsular ve uzunlukları

No	Akarsu Adı	Türü	Uzunluğu (m)
1	Eren Ç. (Boz Ç.)	Çay	42.839
2	Değirmen D.	Dere	40.487
3	Sarı D.	Dere	33.513

Tablo 4.2. (Devam) Burdur havzasında yer alan bazı akarsular ve uzunlukları

4	Yayla D.	Dere	31.785
5	Domuz Ç. (Elmacık Ç.)	Çay	24.633
6	Menevşeli D. (Kent D.)	Dere	20.139
7	Özdere	Dere	17.256
8	Karapınar D.	Dere	15.546
9	Ulupınar D.	Dere	15.515
10	Çolakboğazi D. (Çolak D.)	Dere	15.369

Burdur Havzası'nda yer alan göller Tablo 4.3.'te verilmiştir. Havzada yer alan göllerin birçoğu karstik kökenlidir.

Tablo 4.3. Burdur havzasında bulunan göller

Ad	İl	Alanı (ha)	Toplam Alanı (ha)
Burdur Gölü	Burdur	17.259,3	20.680
	Isparta	3.420,9	
Salda Gölü	Burdur	4.427,5	4.428
Tuzla Gölü	Denizli	82,6	83
Acıgöl	Denizli	14,3	2.571
	Afyonkarahisar	2.557,1	
Kocagöl	Burdur	8,1	8
Yarışlı Gölü	Burdur	1.597,0	1.597
Karataş Gölü	Burdur	513,3	513
Göllüce Gölü	Burdur	14,4	14

4.1.3. Toprak yapısı ve jeolojik durum

Yağış ve sıcaklığın yıl içerisindeki dağılımına göre havza, kışları serin ve yağışlı, yazları sıcak bir iklime sahiptir. Kestane rengi topraklarda yağışın fazla olması sebebiyle karbon azottan daha yüksektir. Dağlık kısımlarda yağış, profilde kireç yıkanmasına neden olduğundan kireçsiz kahverengi orman toprakları, ayrıca orman vejetasyonu sağladığından kahverengi orman toprakları meydana gelmiştir. Mevsimsel olarak yağış miktarının minimum düzeyde olduğu kısımlarda çorak topraklar oluşmuştur. Bunu havzanın her tarafında görmek mümkündür. Yaz aylarındaki yüksek sıcaklık organik maddeleri parçaladığından orman toprakları hariç genellikle havza topraklarında organik madde düşüktür.

Tektonik bir çukurda konumlanan Burdur Gölü ve civarında, sarsıntı yaşanması ihtimali yüksek olup bölgede son ölçülebilen büyük deprem 1971 yılında meydana gelmiştir.

Havzada çökme alanlarında irili ufaklı göller meydana gelmiştir. Bu göllerin civarında kuarternere ait alüvyonlar teşekkül etmiştir. Çökme vadilerinin dolması ve yeniden yükselmesi neojen devrinin alüvyal bir safhasına tekabül etmektedir. Kurna Deresi ve Bozçay vadisinde görülen kil ve çakıl parçalarının bulunması yükselme hareketlerinin kuarternerde devam ettiğini göstermektedir.



5. BULGULAR

5.1. Veri Modeli ve Veri Tabanı Tasarımı

Alan uzmanlıkları farklı olan kurum ve kuruluşlar, üretmek ve yönetmek istedikleri verileri günün şartlarına uygun olarak geliştirmişler ve çeşitli veri yönetim sistemleri oluşturmuşlardır. Üretilen bu veriler aynı mahiyette ve kabiliyette olmalarına rağmen farklı standartlar ve formatlarda üretilmiş ve fiziki ortamlarda arşivlerde çeşitli dosya yönetim yaklaşımları ile arşivlenmişlerdir. Zamanla üretilen verilerin nitelik ve boyutları artmış ve verilerin yönetimi ile ilgili göz ardı edilemeyecek sorunlar ortaya çıkmıştır. Bu sorun tüm sektörel projelerde hissedilmeye başlanmış ve çözüm olarak çeşitli standartlarda veri üretimi ve yönetimi yaklaşımları geliştirilmiştir. Buradaki temel amaç veriye çabuk ulaşılması ve kullanıma hızlı ve esnek sunulması şeklinde özetlenebilir.

Günümüz teknolojik gelişmeleri göz önünde bulundurulduğunda büyük veri yönetimi için geliştirilen yöntem ve araçlar, veriyi yönetmek ve ulaşımda gözle görülür imkanlar sunmaktadır. İlişkisel veritabanı tasarımı kuralları ve yaklaşımları, veri üretiminde ve veri saklanması mükerrer oluşumların önüne geçilmesine imkan sağlamıştır. Veritabanı tasarlanırken gerekli olan kurallar çerçevesinde veritabanı modeli kullanıcıların algılayacağı biçimde oluşturulur. Gerçekte problem çözmek için kısıtlı olan imkanlar ortadan kaldırılır, karmaşık sorunlar daha basite indirgenir ve yönetilebilir bir yapıya dönüştürülür. Veritabanında bulunan her bir nesne, gerçek dünyada olan nesnelere temsil edecek şekilde oluşturulur.

Veritabanı tasarlanırken, kullanıcı gereksinimleri ile hizmet edeceği alana dair gereksinimlerin belirlenmesi önemlidir. Veritabanında olması gereken veri gruplarını, verileri niteleyen bilgileri, veri tiplerini ve verinin depolanması aşamasında kullanılacak olan veri yapıları belirlenmelidir.

Veritabanının tasarımında modellenmesi istenen varlıkların eksiksiz ve tam olarak ifade edilebilmesi için; tasarımcının analizi çok iyi yapması, projeyi çok iyi anlaması ve varsa benzer sistemler üzerinde çalışılmış mevcut sistemleri incelemesi gerekmektedir. Daha önce çalışılan projelerin incelenmesi ve analizi, tasarım aşamasında ve uygulamada karşılaşılabilecek sorunların birçoğunun önüne geçecek ve çözüme en yakın tasarımın ve modelin oluşmasını sağlayacaktır.

CBS tabanlı yazılımlar, birçok veri tipini, konumsal nesnelere, konumsal nesnelere topolojik ilişkilerini, konumsal nesnelere açıklayan öznelik bilgilerini birbirleriyle ilişkili olarak depolayabilen ve verinin erişimi ile sunulmasında oldukça kullanışlıdır. Günümüzde birçok sektör tarafından yaygınca kullanılmakta olup CBS'nin uluslararası arenada getirdiği standartlarla çevrilmiş yapısı sayesinde, dolaylı olarak sektörler arasındaki korelasyonu sağlayabilmektedir. Bu korelasyon doğrudan ham veriler ve üretilmiş sonuç verileri ile sağlanabilmektedir.

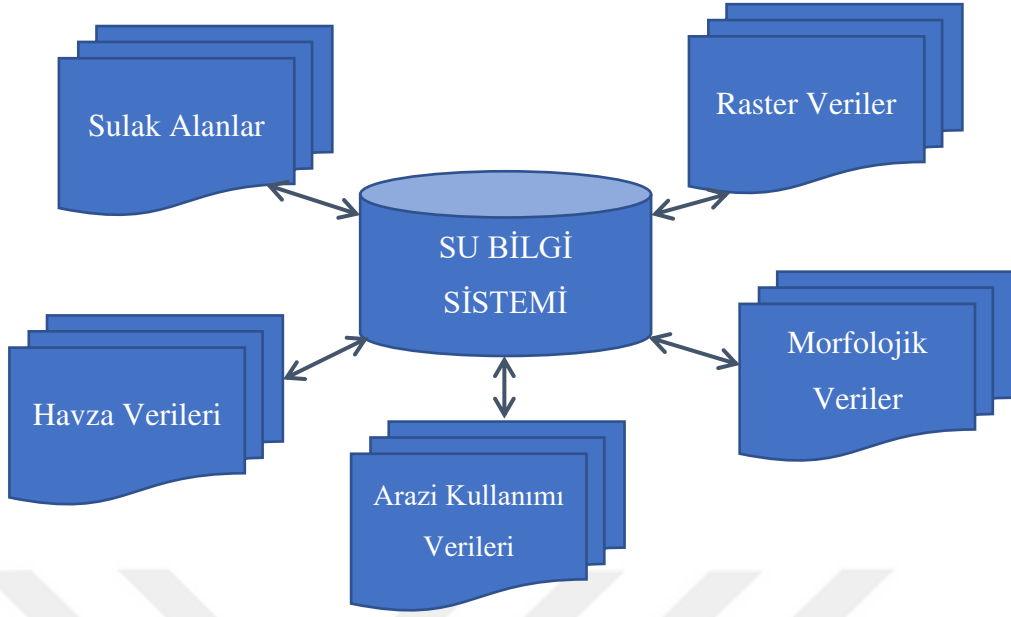
Bu çalışma kapsamında düzenlenen havza yönetimine ilişkin sulak alanların takibinin sağlanması için gerekli olan su bilgi sistemi konumsal veritabanı modeli Ek-A da verilmiştir. Burdur Havzası'nın barındırdığı sulak alanların takibine ilişkin üretilen ve elde edilen tüm veriler, oluşturulan veritabanının bir ürünü sonucu meydana gelmiştir.

5.1.1. Su bilgisi veri kümesi

Suya dair bilgiler, her zaman ihtiyaç duyulan bilgiler olmuştur. Özellikle suya dair en önemli bilgi konumu ve nerede olduğu bilgisi denilebilir. Suyun yaşam kaynağını temsil ediyor olması, onu son derece önemli kılıyor ve suya dair toplanması mümkün olan tüm verilerin takip edilmesini gerekli kılmaktadır. Suyun doğmuş olduğu kaynaklar göz önünde bulundurulduğunda, kaynakları her ne kadar farklı olsa da belirgin olan ortak bilgileri taşımaktadır. Bu bilgiler bulunduğu coğrafya ve konumu ile doğrudan ilişkilidir. Bu sebeple suyla ilişkili olan dinamik bilgilerin iyi bir şekilde belirlenmesi ve oluşturulacak bilgi sistemlerinde eksiksiz olarak ifade edilebilmesi gereklidir. Günümüzde suya dair en önemli bilgi, suyun varlığıdır ve varlığının sürdürülebilir olmasıdır. Bu sürekliliği sağlayan ve yüzeysel sular ile ilgili olarak takip edilmesi gereken parametreler;

- Sulak Alan,
- Raster Veriler,
- Havza Verileri,
- Arazi Kullanımı Verileri,
- Morfoloji Verilerdir (Şekil 5.1.).

Bu verilerin doğru ve eksiksiz bir şekilde elde edilmesi, suyun gözlemsel olarak takibinin yapılabilmesi için önemlidir.



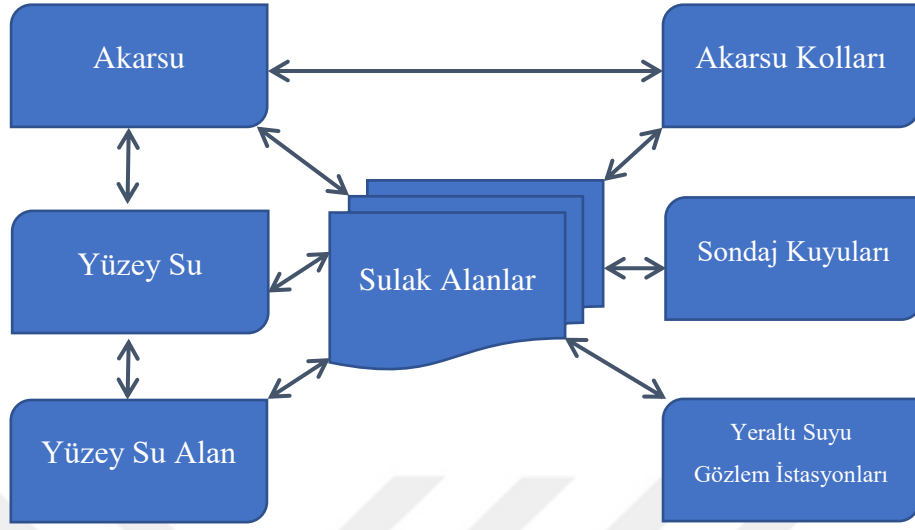
Şekil 5.1. Su Bilgisini Oluşturan Parametreler

5.1.2. Sulak alanlar veri kümesi

Sulak alanlar, su kaynaklarından en önemlileri arasında yer almakta olup, Dünya üzerinde ekosistemler barındırmak adına aktif olmakla birlikte tüm canlılar için önem arz etmektedir. Sulak alanlar, “alçak gelgitte derinliği 6 metreyi aşmayacak şekilde deniz suyu alanlarını da kapsamayacak şekilde doğal ya da yapay, geçici ya da sürekli, akar ya da durgun, acı, tatlı ya da tuzlu bütün sular ile bataklık, ıslak çayırlar, bataklık ve turbalıklar” olarak Ramsar (1971) da tanımlanmaktadır [14].

Bu kapsamda sulak alanların parametrelerinin belirlenmesi amacıyla;

- Akarsu Verilerine,
- Akarsu Kolları Verilerine,
- Yüzey Su Bilgilerine,
- Yüzey Suyunun Zamansal ve Alansal Değişim Bilgilerine ihtiyaç duyulmaktadır (Şekil 5.2.)



Şekil 5.2. Sulak Alan Bilgilerini Oluşturan Parametreler

Sulak alanları gözlemsel olarak izlemeye yarayacak olan parametrelere ilişkin veriler, çok bantlı uydu görüntüleri ya da hava fotoğrafları üzerinde yapılan çeşitli analizler (MNDWI, NDWI, NDVI) sonucunda elde edilebilir. Bu analizler sonucunda ayrıştırılmak istenen sulak alanlara ilişkin veriler, raster formatında belirgin olarak üretilebilir. Üretilen raster veriler kullanılarak sadece sulak alan bilgilerini içeren piksellere ilişkin veri aralığı dikkate alınarak yeniden sınıflandırma ile sulak alanlara ilişkin veriler diğer tüm verilerden ayrılabilir. Bu son veriler kullanılarak raster veriden vektör veriler elde edilerek söz konusu sulak alanlara ilişkin ölçülebilir veriler elde edilebilir. Kullanılan görüntülerin elde edildiği tarih, bu verilerin zamansal olarak takibini yapmak için önemli bir unsurdur. Bunun yanında söz konusu görüntülerin çözünürlük ve konumsal hassasiyeti, elde edilmek istenen ölçülebilir verilerin kalitesini etkilemektedir. Yüzeysel sulara ilişkin toplanacak bilgiler ile yeraltı su kaynakları ile ilgili toplanacak bilgilerin birlikte kullanılması, ilgili havzada yönetilmek istenen su kaynaklarına ilişkin geniş bir bilgi yelpazesi sunacaktır. Bu açıdan yeraltı su kaynaklarının açılmış sondaj kuyularının takibi ile yeraltı su kaynaklarına gözlemsel (kimyasal) izleme yapabilecek istasyonlardan alınan bilgiler, birbirleriyle bağlantılı doğrusal bir ilişki içerisindedirler. Bu bilgilerin ilişkisel olarak saklanabileceği veri kümesi (Şekil 5.3.) de tasarlanmıştır.

Konumsal Nesne Sınıfları (Simple feature class)								Geometri Çizgi		
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length			
OBJECTID	OID									
Shape	Geometry	Yes								
AkarsuID	Double	Yes			10	0				
AkarsuKollarID	Double	Yes			10	0				
AkarsuTip	String	Yes					30			
AkarsuBaslangic	WKT	Yes								
AkarsuBitis	WKT	Yes								
AkarsuAd	String	Yes					30			
HavzaID	Double	Yes			10	0				

Konumsal Nesne Sınıfları (Simple feature class)								Geometri Alan		
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length			
OBJECTID	OID									
Shape	Geometry	Yes								
AlaniID	Double	Yes			10	0				
Tarih	Date	Yes								
YuzeySuID	Double	Yes								
Alan	Double	Yes			10	0				

Konumsal Nesne Sınıfları (Simple feature class)								Geometri Alan		
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length			
OBJECTID	OID									
Shape	Geometry	Yes								
YuzeySuID	Double	Yes			10	0				
YuzeySuTip	String	Yes					20			
YuzeySuAdi	String	Yes					20			
AkarsuID	Double	Yes			10	0				
HavzaID	Double	Yes			10	0				

Konumsal Nesne Sınıfları (Simple feature class)								Geometri Çizgi		
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length			
OBJECTID	OID									
Shape	Geometry	Yes								
AkarsuKollarID	Double	Yes			10	0				
AkarsuID	Double	Yes			10	0				
AkarsuKoliTip	String	Yes					30			
AkarsuBaslangic	WKT	Yes								
AkarsuBitis	WKT	Yes								
AkarsuKoliAd	String	Yes					30			
HavzaID	Double	Yes			10	0				

Konumsal Nesne Sınıfları (Simple feature class)								Geometri Çizgi		
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length			
OBJECTID	OID									
Shape	Geometry	Yes								
AkarsuID	Double	Yes			10	0				
AkarsuKollarID	Double	Yes			10	0				
AkarsuTip	String	Yes					30			
AkarsuBaslangic	WKT	Yes								
AkarsuBitis	WKT	Yes								
AkarsuAd	String	Yes					30			
HavzaID	Double	Yes			10	0				

Konumsal Nesne Sınıfları (Simple feature class)								Geometri Nokta		
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length			
OBJECTID	OID									
Shape	Geometry	Yes								
GozlemID	Double	Yes			10	0				
HavzaID	Double	Yes			10	0				
CozumusOksijen	Double	Yes			10	0				
PH	Double	Yes			10	0				
Nitrat	Double	Yes			10	0				
Amonyum	Double	Yes			10	0				
Sicaklik	Double	Yes			10	0				
ElektrikIletkenligi	Double	Yes			10	0				
Tarih	Date	Yes								

Konumsal Nesne Sınıfları (Simple feature class)								Geometri Nokta		
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length			
OBJECTID	OID									
Shape	Geometry	Yes								
SondajKuyuID	Double	Yes			10	0				
HavzaID	Double	Yes			10	0				
YeraltıSuyuSevye(m)	String	Yes					30			
KuyuRakom	Double	Yes			10	0				
KuyuAcilmaTarih	Date	Yes								
Tarih	Date	Yes								
SuKullanımMiktari	Double	Yes			10	0				

Şekil 5.3. Sulak Alanlar için tasarlanan veri kümesi

5.1.3. Raster veri kümesi

Raster veriler, konumsal verilerin kareler topluluğu şeklinde bir bütünü oluşturan hücreler ile ifade edilmesidir. Raster veri, bir objeyi veya durumu satır ve sütunlara sahip hücrelerde (raster hücresi) temsil eder. Her bir hücre farklı değerlere sahip olabileceği gibi benzer değerleride içerebilir ve bu ifadeler genellikle renk reğlerini ifade eder. Bu renksel ifadeler bütünü temsil edilen alanı tanımlar.

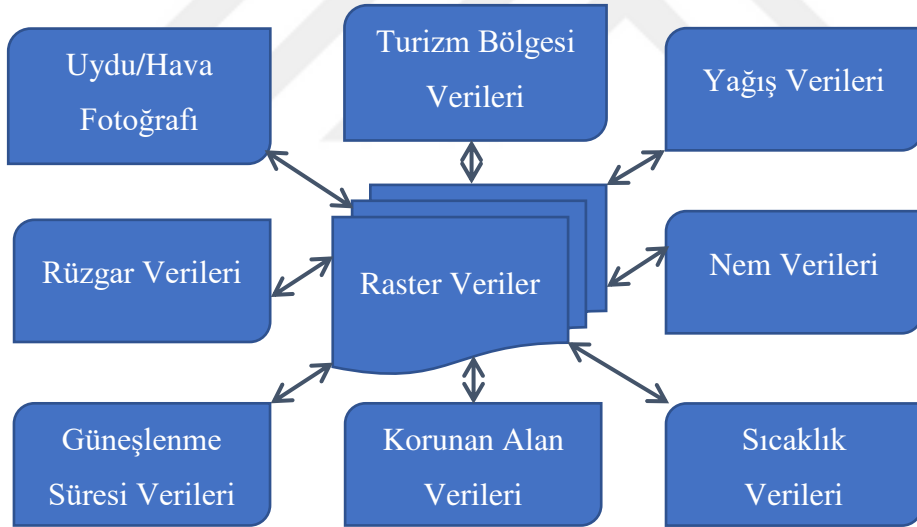
Uydu fotoğrafları, hava fotoğrafları, taranmış fotoğraflar ve planlar, ortofotolar ve her türlü görüntü raster formatında çalışır. Rasterda bulunan hücrelerin boyutu, veri setinin çözünürlüğünü ve belirtilen alanın detayını ifade eder.

Bu kapsamda sulak alaklara ilişkin elde edilebilecek veriler doğrudan üretilmiş raster verilerden (Uydu görüntüleri, hava fotoğrafları, ortofotolar) ve vektör ve tablosal verilerden üretilmiş raster verilerden (İstasyon bazlı meteorolojik veriler, Özel

kullanıma yönelik oluşturulmuş (turizm alanları, korunan alanlar, sanayi bölgeleri, vb.) elde edilebilir. Bu veriler;

- Uydu Görüntüsü,
- Yağış Verileri,
- Sıcaklık Verileri,
- Nem Verileri,
- Güneşlenme Süresi Verileri,
- Rüzgar Verileri,
- Turizm Bölgesi Verileri,
- Korunan (Sit) Alan vb. Verileridir (Şekil 5.4.).

Raster veri kümesi tasarlanan veritabanının en dinamik alanını oluşturmaktadır. Burada sulak alanların kullanımına doğrudan veya dolaylı etki edebilecek tüm konumsal nesnelere irdelenebileceği raster veriler oluşturularak bu alanda değerlendirmek mümkündür.



Şekil 5.4. Raster Bilgilerini Oluşturan Parametreler

Sulak alanları gözlemsel olarak izlemeye yarayacak olan parametrelere ilişkin veriler, çok bantlı uydu görüntüleri ya da hava fotoğrafları üzerinde yapılan çeşitli analizler (MNDWI, NDWI, NDVI) sonucunda elde edilebilir. Saha çalışmaları ile doğrudan yersel ölçmeler veya çeşitli mevzuatsal kabuller ile konumları belirlenen turizm bölgeleri, korunan alanlar, sanayi bölgeleri, vb. bölgelere ilişkin vektör ve noktasal verilerden raster veriler elde edilebilir ve depolanabilir. Bu verilerin yanında, sulak

alanların varlığının doğrudan ilişkili olduğu meteorolojik veriler, tablosal olarak tutulmaktadır. Bu tablolarda meteorolojik verilerin hangi istasyonlarda gözlemlendiği ve kaydedildiği bilgisi bulunmaktadır. Meteorolojik ölçüm istasyonları, noktasal olarak tanımlayıcı öznitelik bilgileri ile CBS yazılımlarında doğrudan kullanılabilir verilerdir. Bu noktasal veriler, ilgili meteorolojik tablosal bilgiler ile ilişkilendirilebilir ve bu bilgiler mekansal analizler ile tematik olarak raster veri şeklinde sunulabilir. Bu raster veriler ile izlenmek istenen sulak alanların varlığına ilişkin etken veriler elde edilebilir ve depolanabilir. Bu bilgilerin ilişkisel olarak saklanabileceği veri kümesi (Şekil 5.5.) de tasarlanmıştır.



Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length
OBJECTID	OID						
Shape	Geometry	Yes					
IstasyonID	Double	Yes			10	0	
Tarih	Date	Yes			0	0	8
Miktar	Double	Yes			10	2	
BulunduguYil	Date	Yes			0	0	8
EnYuksekJeger	Double	Yes			10	2	
EnDusukDejer	Double	Yes			10	2	
Ortalama	Double	Yes			10	2	

Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length
OBJECTID	OID						
Shape	Geometry	Yes					
IstasyonID	Double	Yes			10	0	
Tarih	Date	Yes			0	0	8
Miktar	Double	Yes			10	2	
BulunduguYil	Date	Yes			0	0	8
EnYuksekJeger	Double	Yes			10	2	
EnDusukDejer	Double	Yes			10	2	
Ortalama	Double	Yes			10	2	

Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length
OBJECTID	OID						
Shape	Geometry	Yes					
IstasyonID	Double	Yes			10	0	
Tarih	Date	Yes			0	0	8
Miktar	Double	Yes			10	2	
BulunduguYil	Date	Yes			0	0	8
EnYuksekJeger	Double	Yes			10	2	
EnDusukDejer	Double	Yes			10	2	
Ortalama	Double	Yes			10	2	

Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length
OBJECTID	OID						
Shape	Geometry	Yes					
IstasyonID	Double	Yes			10	0	
Tarih	Date	Yes			0	0	8
Miktar	Double	Yes			10	2	
BulunduguYil	Date	Yes			0	0	8
EnYuksekJeger	Double	Yes			10	2	
EnDusukDejer	Double	Yes			10	2	
Ortalama	Double	Yes			10	2	

Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length
OBJECTID	OID						
Shape	Geometry	Yes					
IstasyonID	Double	Yes			10	0	
Tarih	Date	Yes			0	0	8
Miktar	Double	Yes			10	2	
BulunduguYil	Date	Yes			0	0	8
EnYuksekJeger	Double	Yes			10	2	
EnDusukDejer	Double	Yes			10	2	
Ortalama	Double	Yes			10	2	

Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length
OBJECTID	OID						
Shape	Geometry	Yes					
GoruntulD	Double	Yes			10	0	
Uydulsmi	String	Yes					15
Tarih	Date	Yes			10	2	
UyduGoruntusu	Raster	Yes					
UyduOrtaNokta	WKT	Yes					
UyduKonumSalHassasiyet	String	Yes					15



Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length
OBJECTID	OID						
Shape	Geometry	Yes					
HavzalD	Double	Yes			10	0	
Tarih	Date	Yes			0	0	8
Turizm_Donemi	String	Yes					15
Turizm_Turu	String	Yes					20

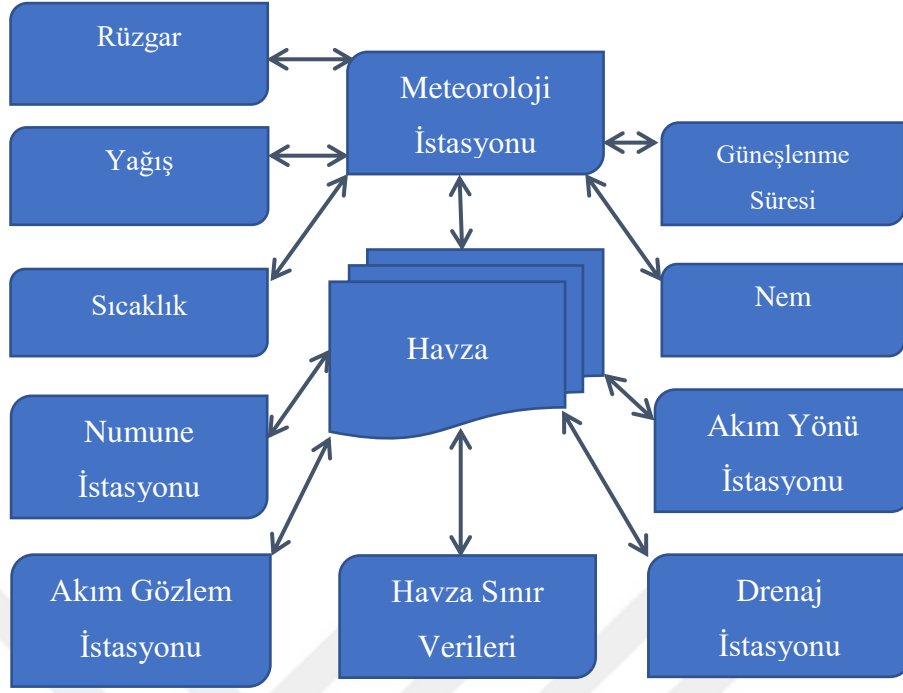
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length
OBJECTID	OID						
Shape	Geometry	Yes					
HavzalD	Double	Yes			10	0	
Tarih	Date	Yes			0	0	8
Kor_Tipi	String	Yes					15
Alan_Turu	String	Yes					20

Şekil 5.5. Raster için tasarlanan veri kümesi

5.1.4. Havza veri kümesi

Havzalar, etrafı dağlarla ve tepelerle çevrili, kendi coğrafyasına özgü doğal kaynakları bünyesinde barındıran, bir akarsuyun yatağı ile parçalanan, suları aynı ırmağa, göle veya denize akan çeşitli büyüklüklerdeki arazi yapılarıdır. Çeşitli havza yapıları coğrafi özelliklerine göre nitelendirilirler. Aşağı havza, yukarı havza, açık ve kapalı havza, alt havza ve mikro havza şeklinde nitelenen havzaların yönetilmesi, hidrolojik hizmetlerin korunması, toprak, su, doğal kaynaklar ve biyolojik çeşitliliklerin sürdürülebilir olarak toplumun kullanımına olanak sağlayacaktır. Havzaların korunmaları ve bunun sürekliliğinin sağlanması, havza yönetiminin en temel amaçlarından biridir. Havzaların toprak yapısı, topoğrafya, bitki yoğunluğu, arazi kullanımı, iklim ve buna benzer parametrelerin arasındaki ilişkilere göre değişen birçok değişkenleri bünyesinde barındırmaktadır. Bu değişkenlerin ilişkisel anlamda takibi ve analizlerinin yapılabilmesini mümkün kılmak adına entegre havza yönetimine ihtiyaç duyulmaktadır. Tüm bu değişkenlerin havza ile ilişkilendirilmesinden önce havzanın kendi içerisinde sahip olması gereken parametrelerden;

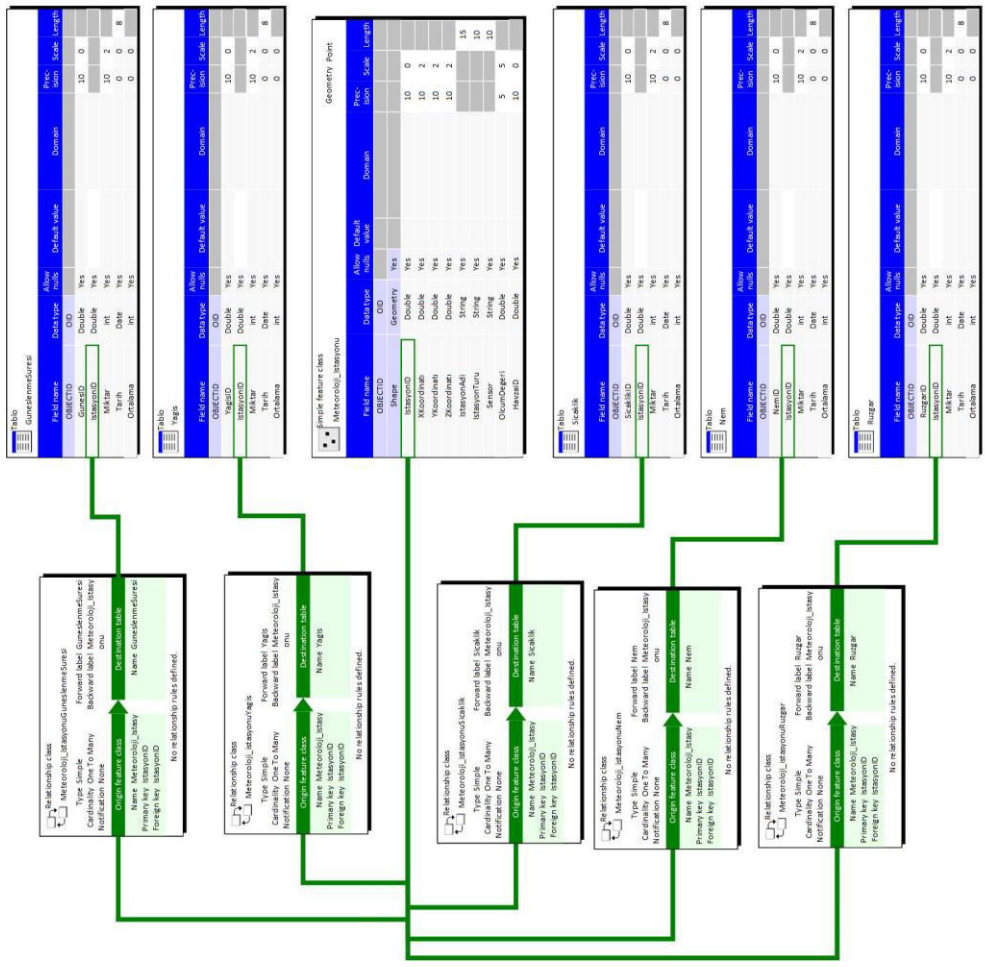
- Meteoroloji İstasyonu Verileri,
- Numune İstasyonu Verileri,
- Akım Gözlem İstasyonu Verileri,
- Akım Yönü Verileri,
- Drenaj Verileri,
- Havza Sınır Verilerine ihtiyaç duyulmaktadır (Şekil 5.6.).



Şekil 5.6. Havza Bilgilerini Oluşturan Parametreler

Havzayı oluşturan detayların tümüyle tek bir yapının içerisinde yönetmenin bir karmaşaya sebep olabileceği düşüncesi ile hareket edilerek, havza için en önemli olan su verilerine ilişkin bilgiler sulak alanlar veri kümesi içerisinde değerlendirilmiş ve en başta tek bir veri kümesi olarak tasarlanmıştır. Buna benzer yapılar olarak havza yönetiminde gerekli olan tüm veri kümeleri doğrudan ilgili havzanın kendine özgü olan ID numaralanması ile ilişkilendirilerek bir bütün veri yapısı elde edilebilir. Bu ilişkilendirmenin yanında havzaya dair neredeyse tüm veriler konumsal bilgiler içerdiğinden, verilerin birbiri ile olan konumsal ve topolojik ilişkileri onları dolaylı olarak temas halinde tutmaktadır. İlişkisel veritabanı tasarımının yanında yapılacak olan konumsal ve mekânsal analizler ile havzaya dair tüm verileri havzaya entegre etmek CBS'nin sağladığı imkanlar doğrultusunda mümkündür.

Bu bilgilerin ilişkisel olarak saklanabileceği veri kümesi (Şekil 5.7.) de tasarlanmıştır.



Şekil 5.7. Havza için Tasarlanan Veri Kümesi

Konumsal Nesne Veri Kümesi (Feature Dataset)

Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Geometry Point	Prec	Scale	Length
Havza	OID	Yes						
Nurme_Itasyonu	Double	Yes						

Konumsal Nesne Sınıfları (Simple feature class)

Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Geometry Point	Prec	Scale	Length
GünelmeSuresi	OID	Yes						
Havza	OID	Yes						
Kuvvel Nesne Sınıfları (Simple feature class)	OID	Yes						
Konumsal Nesne Sınıfları (Simple feature class)	OID	Yes						

Simple feature class

Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Geometry Point	Prec	Scale	Length
OID	OID	Yes						
Shape	Geometry	Yes						
Nurme_Itasyonu	Double	Yes						
Xkoordinat	Double	Yes						
Ykoordinat	Double	Yes						
Zkoordinat	Double	Yes						
OlcumYonemi	String	Yes						
HavzaID	Double	Yes						

Simple feature class

Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Geometry Point	Prec	Scale	Length
OID	OID	Yes						
Shape	Geometry	Yes						
Altiayonid	Double	Yes						
Xkoordinat	Double	Yes						
Ykoordinat	Double	Yes						
Zkoordinat	Double	Yes						
OlcumYonemi	String	Yes						
HavzaID	Double	Yes						

Konumsal Nesne Sınıfları (Simple feature class)

Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Geometry Polygon	Prec	Scale	Length
OID	OID	Yes						
Shape	Geometry	Yes						
HavzaID	Double	Yes						
HavzaAdi	String	Yes						
HavzaTuru	String	Yes						

Konumsal Nesne Sınıfları (Simple feature class)

Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Geometry Polygon	Prec	Scale	Length
OID	OID	Yes						
Shape	Geometry	Yes						
Altiayonid	Double	Yes						
HavzaID	Double	Yes						

Konumsal Nesne Sınıfları (Simple feature class)

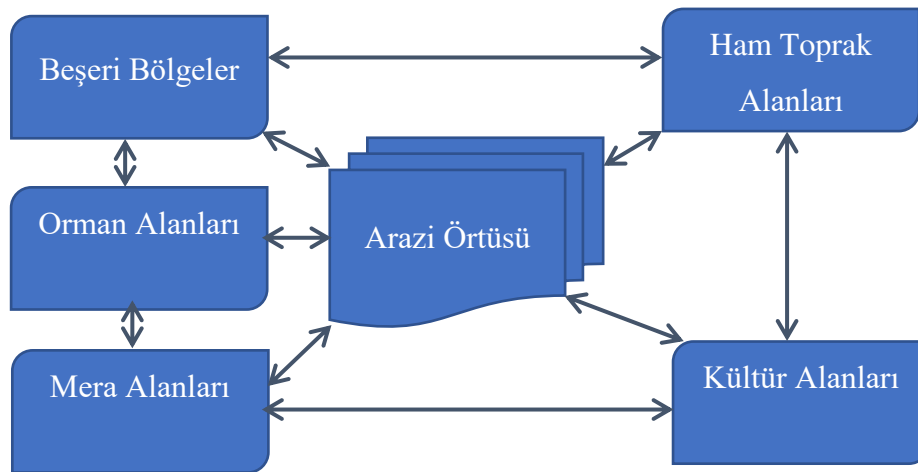
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Geometry Polygon	Prec	Scale	Length
OID	OID	Yes						
Shape	Geometry	Yes						
DrenajYonneligi	Double	Yes						
DrenajYonneligi	Double	Yes						
DrenajYonneligi	Double	Yes						
HavzaID	Double	Yes						

5.1.5. Arazi kullanımı veri kümesi

Arazi kullanımı, zamansal olarak değişim gösteren devinimsel bir yapıya sahiptir. Akla gelen ilk arazi kullanımı yapıları, ormanlar, kültür (tarımsal) alanları, kullanılmayan alanlar, hayvancılık için kullanılan meralar ve bu doğal yapıların yanında yapay olarak tesis edilmiş ve arazi örtüsü ihtiva eden beşeri alanlardır. Bu alanlar kendi içinde birçok farklı bilgi barındırmakla beraber, topolojik ve konumsal olarak ilişki içerisindedirler. Tüm bu yapılar havzalar içi önemli değişkenler ve parameteler içerirler. Örneğin havza sınırları içerisinde bulunan kültür (tarımsal) alanları, havzanın kaynaklarının kullanılmasında doğrudan etkilidir. Kültür alanlarının artması ile nüfusun ve su kullanımının arttığı çıkarımı sonucuna ulaşılabilir. Mera alanlarının artması, hayvan tarımının arttığı ve hayvan popülasyonu artımı ile sulak alanların doğrudan etkilenmesi çıkarımına ulaşılabilir. Diğer arazi örtüsü yapıları ile birlikte değerlendirildiğinde çeşitli çıkarımlara ulaşmak mümkündür. Bu yapıların kendi içinde ve zamansal olarak değişimlerinin gözlenmesi ve entegre havza yönetimi içerisinde gözlemlenmesi önem arz etmektedir. Havza yönetiminin en önemli hususlarından biri de toprak yönetiminin doğru bir şekilde yapılabilmesine dayanmaktadır.

Arazi örtüsüne ilişkin parametreler;

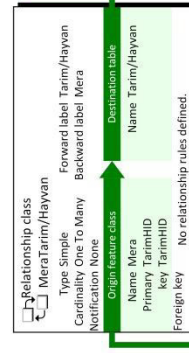
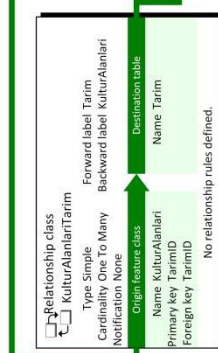
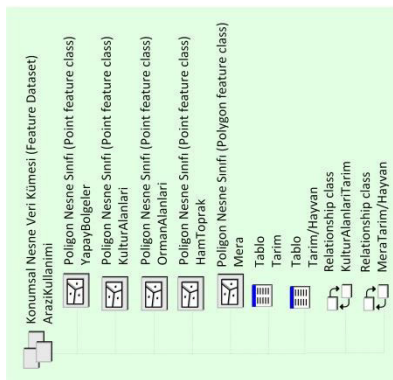
- Beşeri Bölgelere İlişkin Veriler,
- Orman Alanlarına İlişkin Veriler,
- Kültür (tarımsal) Alanlarına İlişkin Veriler,
- Mera Alanlarına İlişkin Verileri,
- Hazine (Ham Toprak) Alanlarına İlişkin Verileri içermektedir (Şekil 5.8.)



Şekil 5.8. Arazi Kullanımı Bilgilerini Oluşturan Parametreler

Arazi kullanımına ilişkin veriler, genellikle alansal verilerdir. Bu veriler bir çok farklı kurum tarafından üretilir ve kayıtları tutulur. Son zamanlarda INSPIRE direktifleri doğrultusunda Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi (TUCBS) kapsamında konumsal verilere getirilen standartlar çerçevesinde üretilen ve üretilecek veriler ile bu verilerin saklanması ve sunulmasında tek bir çatı altında yapılar oluşturulmaya çalışılmaktadır. Her ne kadar bu gelişmeler olsa da halen kurumlar kendi bünyelerinde bu verileri mümkün olduğunca uluslararası standartları gözeterek üretmeye ve depolayarak sunmaya gayret etmektedir. Web servisleri ile bu veriler, kurum ve kuruluşlar arasında sağlanan protokoller çerçevesinde paylaşılabilir. Arazi kullanımına ilişkin veriler kolaylıkla ilgili kurum ve kuruluşlardan yapılacak protokoller çerçevesinde web servislerle alınabilir ve tasarlanan veritabanı kapsamında depolanarak doğrudan kullanılabilir olacaktır. Burada önemli olan nokta, bu verilerin zamansal olarak takibi ve ileriye dönük öngörülerde bulunarak gerekli tedbirlerin alınması ve havza yönetimini daha etkin kullanarak sulak alanların izlenmesinde arazi kullanımı verilerinden en üst seviyede yararlanabilmektir.

Bu bilgilerin ilişkisel olarak saklanabileceği veri kümesi (Şekil 5.9.) de tasarlanmıştır.



Konumsal Nesne Sınıfları (Simple feature class)
KulturAlanlari

Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length
OBJECTID	OID						
Shape	Geometry	Yes					
KulturAlanlarID	Double	Yes			10	0	50
KulturAlanlariAciklama	String	Yes					
Tarih	Date	Yes			10	0	
TarimID	Double	Yes			10	0	
Shape_Length	Double	Yes			10	2	
Shape_Area	Double	Yes			10	2	10

Tablo
Tarim

Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length
OBJECTID	OID						
TarimID	Double	Yes			10	0	
TarimTur	String	Yes	Sulu/Kuru				5
YillikOrtHarcanmasi	Double	Yes	m3		10	2	
Tarih	Date	Yes			0	0	8

Tablo
Tarim/Hayvan

Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length
OBJECTID	OID						
TarimHID	Double	Yes			10	0	
HayvanTur	String	Yes	Kucukbas/Buyukbas				10
YillikOrtHayvanSayisi	Double	Yes			10	2	
Tarih	Date	Yes			0	0	8

Konumsal Nesne Sınıfları (Simple feature class)
Mera

Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length
OBJECTID	OID						
Shape	Geometry	Yes					
MeraID	Double	Yes			10	0	50
MeraAciklama	String	Yes					
Tarih	Date	Yes			10	0	
TarimHID	Double	Yes			10	0	
Shape_Length	Double	Yes			10	2	
Shape_Area	Double	Yes			10	2	10

Konumsal Nesne Sınıfları (Simple feature class)
BeseriBolgeler

Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length
OBJECTID	OID						
Shape	Geometry	Yes					
BeseriBolgelerID	Double	Yes			10	0	
BeseriAciklama	String	Yes					50
Tarih	Date	Yes			10	0	
Shape_Length	Double	Yes			10	2	
Shape_Area	Double	Yes			10	2	10

Konumsal Nesne Sınıfları (Simple feature class)
OrmanAlanlari

Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length
OBJECTID	OID						
Shape	Geometry	Yes					
OrmanAlanlarID	Double	Yes			10	0	
OrmanAlanlariAciklama	String	Yes					50
Tarih	Date	Yes			10	0	
Shape_Length	Double	Yes			10	2	
Shape_Area	Double	Yes			10	2	10

Konumsal Nesne Sınıfları (Simple feature class)
HamToprak

Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length
OBJECTID	OID						
Shape	Geometry	Yes					
HamToprakID	Double	Yes			10	0	
HamToprakAciklama	String	Yes					50
Tarih	Date	Yes			10	0	
Shape_Length	Double	Yes			10	2	
Shape_Area	Double	Yes			10	2	10

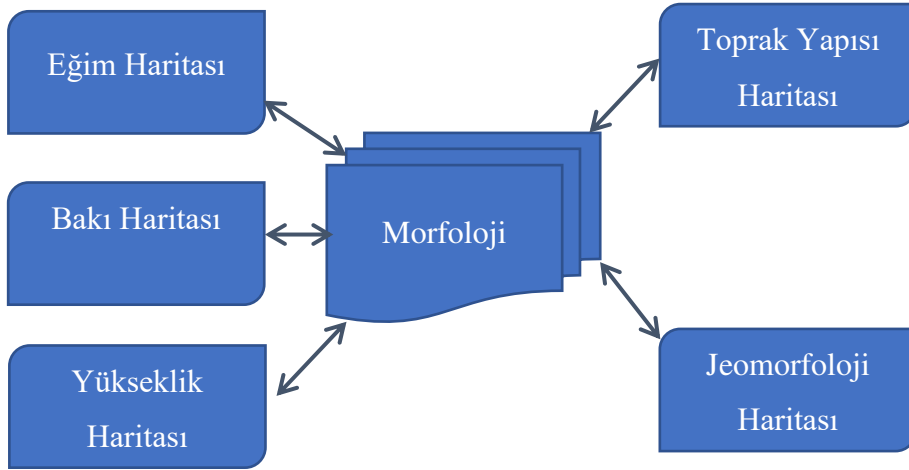
Şekil 5.9. Arazi Kullanımı Verileri için Tasarlanan Veri Kümesi

5.1.6. Morfoloji veri kümesi

Morfoloji bir çok disiplinde ifade edilmekle birlikte genel bir tanımlama yapılacak olursak disiplinin ilgilendiği şeklin yapısını inceleyen bilim olarak özetlenebilir. Coğrafyanın zamanla almış olduğu şekilsel değişimler ile halen devam etmekte olan ve çeşitli ölçüm teknikleri sayesinde bu değişimlerin zamanı ile boyutunu ölçebilen ve bu değişimleri açıklamaya çalışan bilim dalıdır.

Morfoloji incelemelerinde haritalar ve topoğrafya haritaları kullanmak önemlidir. Haritalar yapısal jeomorfoloji, iklim morfolojisi, yüzey şekillerinin tespiti ve açıklaması açısından önem taşır. Havzayı oluşturan etkenler, morfolojik olarak önem taşır ve havzanın geleceği açısından morfolojik veriler, entegre havza yönetiminde etkin rol oynamaktadır. Havzaların sınırları gibi havzayı niteleyen birçok parametre, morfolojik olarak yapılan gözlemler ve ölçümler sonucunda ortaya çıkar. Morfolojik olarak nitelendirilen havzaya dair parametreler;

- Eğim Haritası,
- Bakı Haritası,
- Yükseklik Haritası,
- Toprak Yapısı Haritası
- Jeomormoloji verilerini içermektedir (Şekil 5.10.)



Şekil 5.10. Morfoloji Bilgilerini Oluşturan Parametreler

Morfolojik veriler, devinimi yavaş olan veriler olup havzanın oluşumuna ve barındırdığı coğrafi yapısına ilişkin önemli bilgileri içerir. Bu veriler (eğim, bakı, yükseklik) elde edilmesi genellikle çok bantlı uydu veya hava fotoğrafları kullanılarak elde edilebilir. Daha özellikli bilgiler içeren toprak yapısı, jeolojik yapı verileri gibi veriler, konu üzerinde çalışan kurum ve kuruluşlardan vektör veya raster formatında elde edilebilir. Bu veriler web servisler aracılığı ile ilgili kurum ve kuruluşlarla yapılacak protokoller çerçevesinde kolaylıkla tasarlanan veritabanına aktarılabilir. Bu tür verilerin takibinin ve analizinin raster veriler ile yapılması, CBS'nin sunmuş olduğu imkanlar ile daha kullanışlı olanaklar sağlayacaktır.

Bu bilgilerin ilişkisel olarak saklanabileceği veri kümesi (Şekil 5.11.) de tasarlanmıştır.



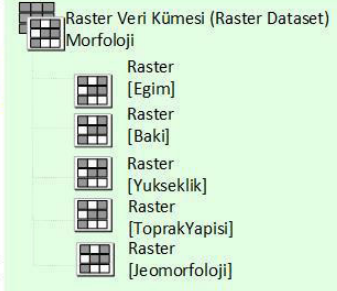
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length
OBJECTID	OID						
Shape	Geometry	Yes					
EgimID	Double	Yes			10	0	
GoruntuID	Double	Yes			10	0	
Tarih	Date	Yes			0	0	8
Raster	Raster	Yes					
Aciklama	String	Yes					30

Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length
OBJECTID	OID						
Shape	Geometry	Yes					
BakiID	Double	Yes			10	0	
GoruntuID	Double	Yes			10	0	
Tarih	Date	Yes			0	0	8
Raster	Raster	Yes					
Aciklama	String	Yes					30

Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length
OBJECTID	OID						
Shape	Geometry	Yes					
Yukseklid	Double	Yes			10	0	
GoruntuID	Double	Yes			10	0	
Tarih	Date	Yes			0	0	8
Raster	Raster	Yes					
Aciklama	String	Yes					30

Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length
OBJECTID	OID						
Shape	Geometry	Yes					
ToprakYapisiID	Double	Yes			10	0	
GoruntuID	Double	Yes			10	0	
Tarih	Date	Yes			0	0	8
Raster	Raster	Yes					
Aciklama	String	Yes					30

Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length
OBJECTID	OID						
Shape	Geometry	Yes					
JeomorfolojiID	Double	Yes			10	0	
GoruntuID	Double	Yes			10	0	
Tarih	Date	Yes			0	0	8
Raster	Raster	Yes					
Aciklama	String	Yes					30



Şekil 5.11. Morfoloji Verileri için Tasarlanan Veri Kümesi

5.2. Landsat ve Sentinel Uydu Görüntülerinin Elde Edilmesi

Çalışma kapsamında kullanılacak uydu görüntüleri, Mart-Nisan ayları itibarı ile Eylül-Ekim ayları da dahil olmak üzere genellikle havaların sıcak ve buharlaşmanın fazla olduğu periyodu kapsayacak şekilde temin edilmiştir. 1984-2015 yılları da dahil olmak üzere 31 yıllık sürece ait uydu görüntüleri, Earthexplorer (<http://www.earthexplorer.usgs.gov>) web sitesinden indirilmiştir (Şekil 5.13-14). 2016-2018 yılları da dahil olmak üzere yakın tarihli 3 yıllık sürece ait uydu görüntüleri ise Copernicus Open Access Hub (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>) web sitesinden indirilmiştir (Şekil 5.15-16). Genellikle gündüz ve güneş ışınlarının yeryüzüne dik geldiği zaman dilimleri ve en az bulutluluk oranını sağlayacak şekildeki kriterler ile görüntüler seçilmiştir (Şekil 5.12).

Search Criteria Data Sets Additional Criteria Results

3. Additional Criteria (Optional)
If you have more than one data sets selected, use the dropdown to select the additional criteria for each data set.

Data Sets:
Landsat 7 ETM+ C1 Level-2

to

Land Cloud Cover
All
Less than 10%
Less than 20%
Less than 30%
Less than 40%

Scene Cloud Cover
All
Less than 10%
Less than 20%
Less than 30%
Less than 40%

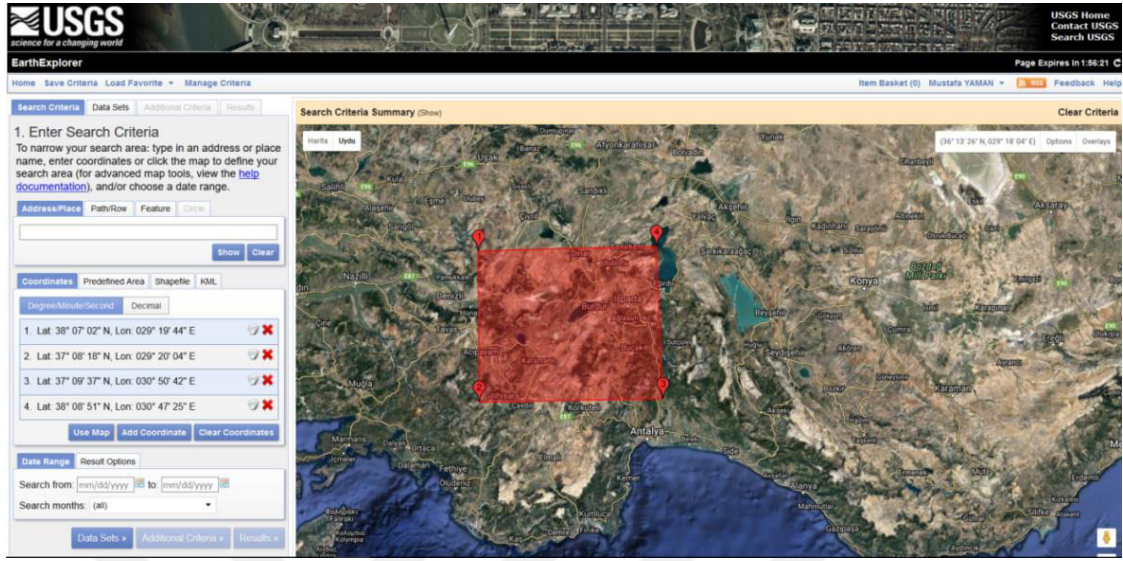
Collection Category
All
Tier 1
Tier 2
Real-Time

Data Type Level-1
All
Level 1TP
Level 1GT
Level 1GS

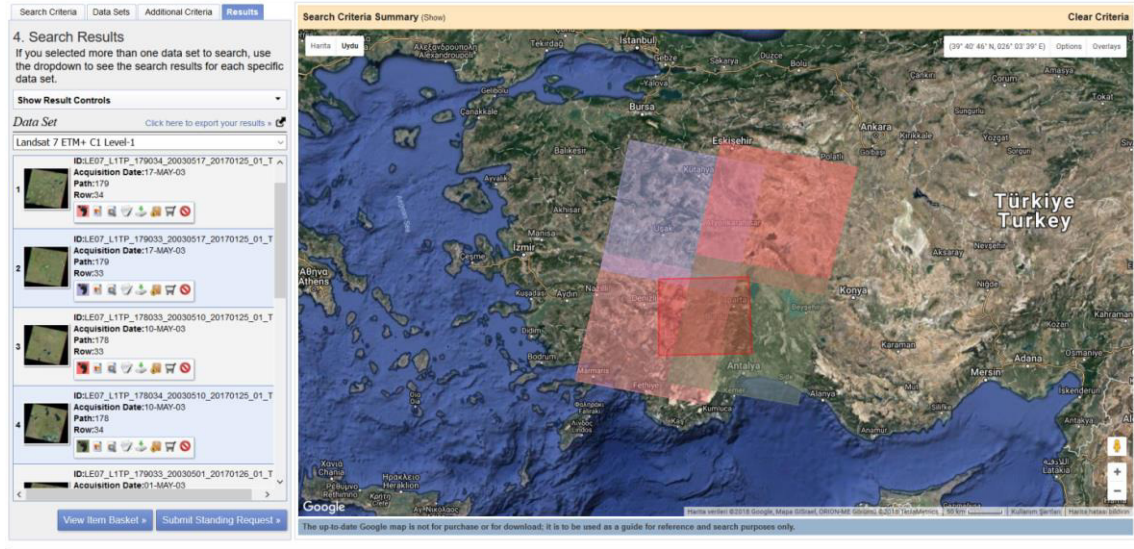
Scan Line Corrector
All

Clear All Criteria Results »

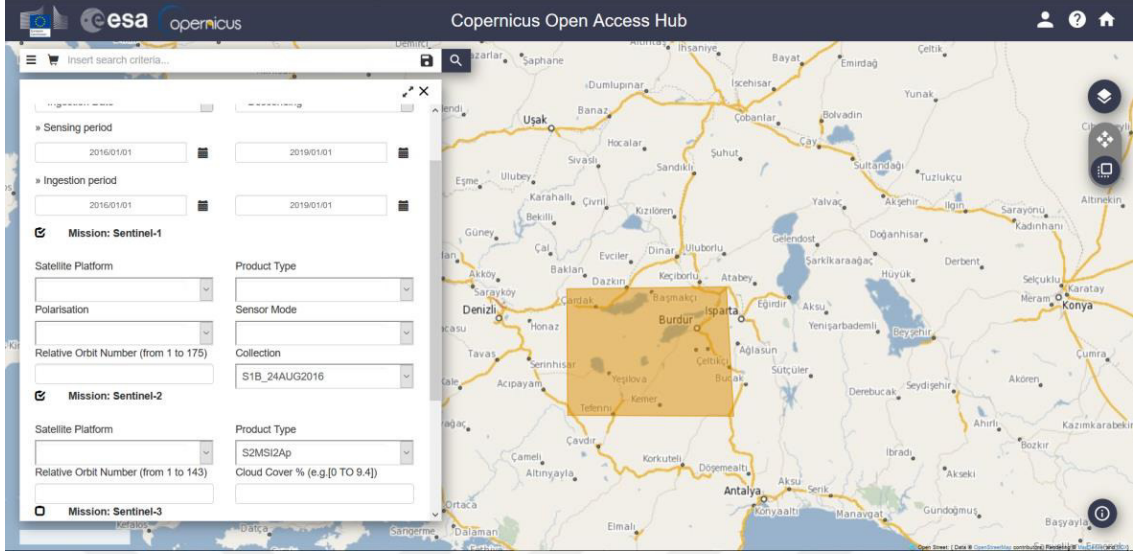
Şekil 5.12. Landsat ek arama kriterlerinin seçilmesi



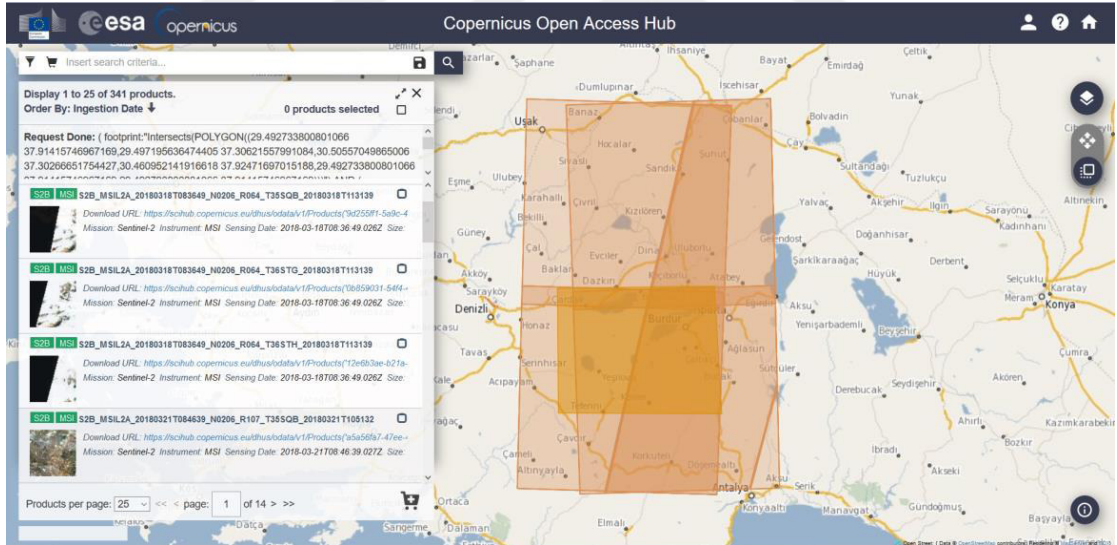
Şekil 5.13. Seçilen Alana Ait Uydu Görüntüsünün İndirilmesi (Landsat)



Şekil 5.14. Seçilen Alana Ait Uydu Görüntüsünün İndirilmesi (Landsat)



Şekil 5.15. Seçilen Alana Ait Uydu Görüntüsünün İndirilmesi (Sentinel)



Şekil 5.16. Seçilen Alana Ait Uydu Görüntüsünün İndirilmesi (Sentinel)

Tablo 5.1. de görüldüğü üzere bu çalışmada kullanılan farklı kaynak ve zaman aralıklarındaki uydu görüntülerinin, analizlerde kullanılan bandlarının ve bu bandlarda hangi aralıkların olduğu listelenmiştir. Elde edilen uydu görüntüleri, farklı band aralıklarında kullanıcılara matematiksel modeller ile önemli bilgi kaynağı oluştururlar. Bu bilgi yoğunluğu, CBS altyapısı ve UA yöntemleri ile ortaya çıkarılabilir, ortaya çıkarılan verilerden çok daha farklı anlamlar taşıyan bilgi kümeleri elde edebiliriz.

Tablo 5.1. Kullanılan landsat 4-5-7-8 ve sentinel 2 gözlem uydularının band aralıkları

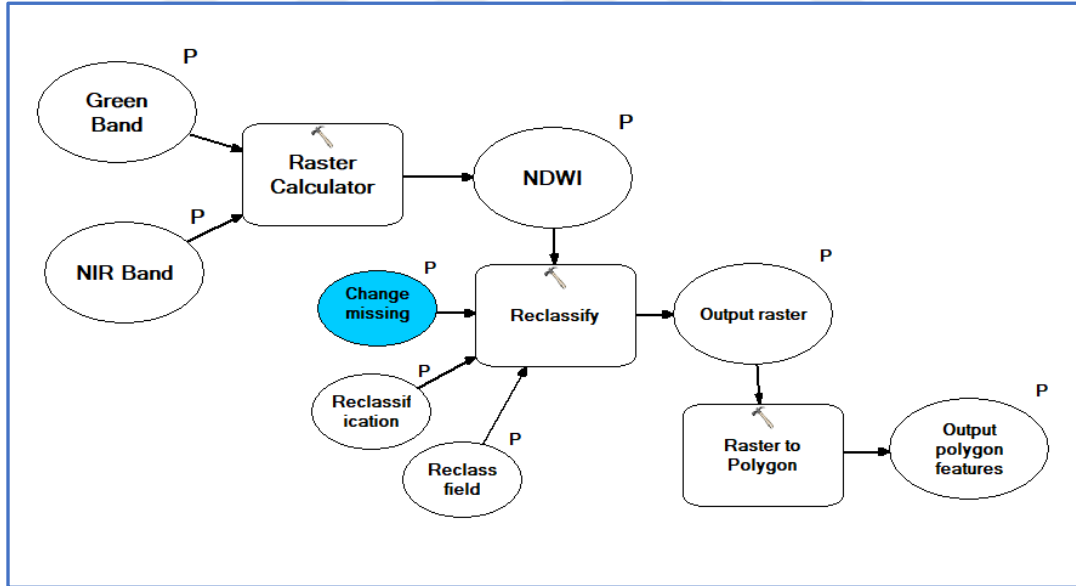
Landsat 4-5 Thematic Mapper (TM) and Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)	1985-2011	Band 1 - Blue	0.45 - 0.52
		Band 2 - Green	0.52 - 0.60
		Band 3 - Red	0.63 - 0.69
		Band 4 - Near Infrared	0.77 - 0.90
		Band 5 - Short-wave Infrared	1.55 - 1.75
		Band 6 - Thermal Infrared	10.4 - 12.50
		Band 7 - Short-wave Infrared	2.09 - 2.35
		Band 8 - Panchromatic (Landsat 7 only)	0.52 - 0.90
Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) and Thermal Infrared Sensor (TIRS)	2012-2015	Band 1 – Coastal Aerosol	0.435-0.451
		Band 2 – Blue	0.452-0.512
		Band 3 - Green	0.533-0.590
		Band 4 - Red	0.636-0.673
		Band 5 - Near Infrared (NIR)	0.851-0.879
		Band 6 - Short-wave Infrared (SWIR) 1	1.566-1.651
		Band 7 - Short-wave Infrared (SWIR) 2	2.107-2.294
		Band 8 - Panchromatic	0.503-0.676
		Band 9 – Cirrus	1.363-1.384
		Band 10 – TIRS 1	10.60-11.19
		Band 11 – TIRS 2	11.50-12.51
Sentinel 2	2016-2017	Band 1 – Coastal Aerosol	0.443-0.489
		Band 2 – Blue	0.490-0.559
		Band 3 - Green	0.560-0.664
		Band 4 - Red	0.665-0.704
		Band 5 – Vegetation Red Edge	0.705-0.739
		Band 6 - Vegetation Red Edge	0.740-0.782
		Band 7 - Vegetation Red Edge	0.783-0.841
		Band 8 - (NIR)	0.842-0.864
		Band 8A – Vegetation Red Edge	0.865-0.944
		Band 9 - Water vapour – TIRS 1	0.945-1.374
		Band 10 – SWIR-Cirrus	1.375-1.609
		Band 11 – SWIR	1,610-2.189
Band 12 – SWIR	2.190-		

5.3. NDWI Verilerinin Üretilmesi

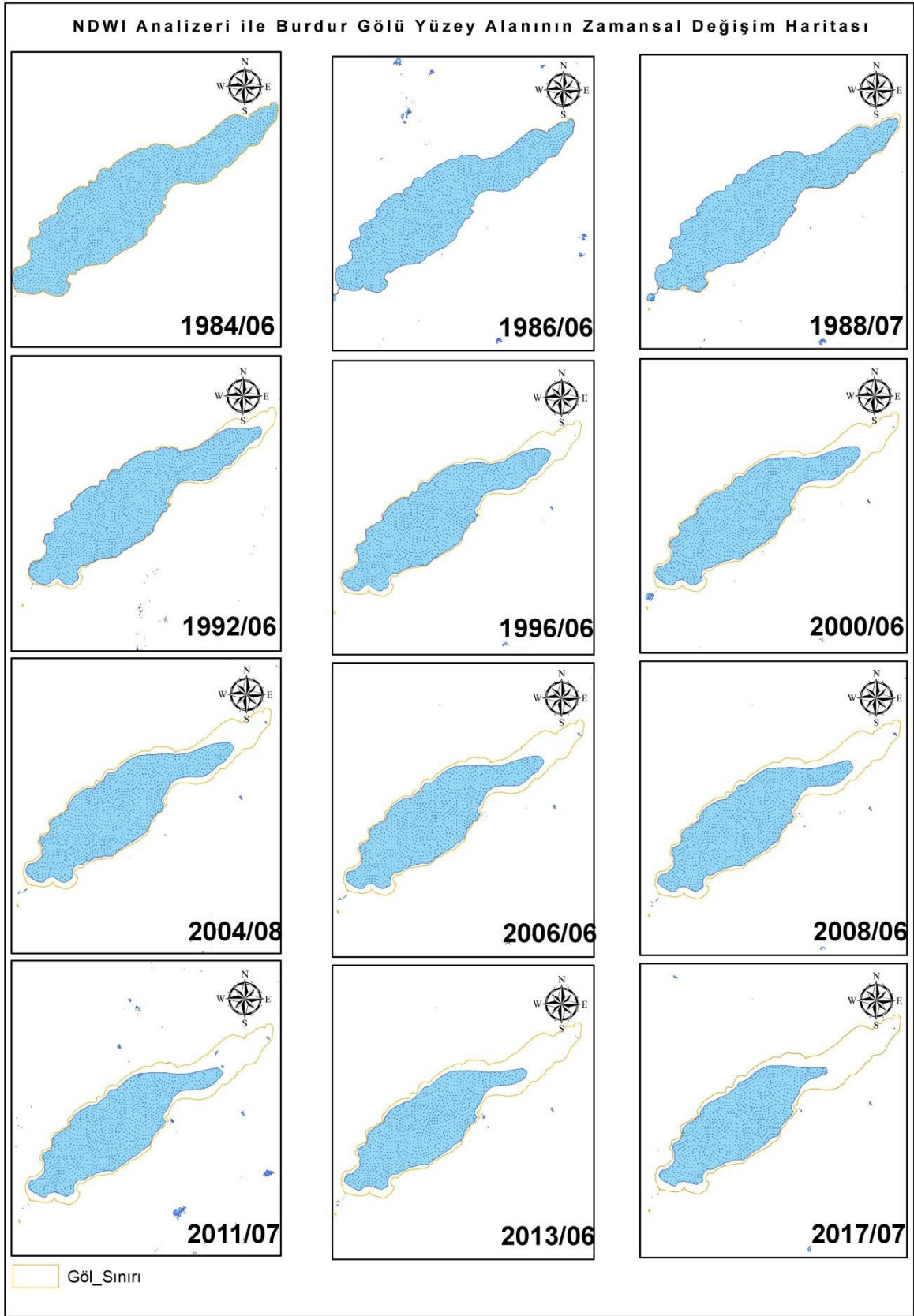
NDWI analizi, elde edilen uydu görüntülerinden faydalanılarak aşağıdaki formülden de görüldüğü üzere, yeşil dalga boyu ve yakın infrared aralığını kullanarak açık su yüzeylerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Normalize edilmiş değerler -1 ile +1 arasındadır ancak, bu aralıkta açık alanda yansıma yapan su yüzeylerinden farklı yansımalar da analizde görülebilmektedir [9]. Çalışmada bu aralık 0.60-1 den itibaren alınarak yansıma yüzeyleri en aza indirilmiştir. Böylece sulak alanların sınıflandırılması daha da kolaylaşmıştır.

$$NDWI = \frac{Green-NIR}{Green+NIR} \quad (5.1)$$

Elde edilen görüntüler üzerinde ArcGIS yazılımı kullanılarak NDWI analizleri yılların 6, 7, 8 ve 9'uncu ayları dikkate alınarak yaz dönemlerine ilişkin olarak yapılmıştır (Şekil 5.18). Bu analizler, uydu görüntüsü sayısının fazla olması sebebiyle ArcGIS yazılımında bulunan model builder ile tasarlanan araçla yapılarak, sonuç verisi elde edilmesinde hız kazanılmıştır (Şekil 5.15).



Şekil 5.17. ArcGIS Model Builder ile Tasarlanan NDWI Analiz Aracı İş Akış Diyagramı



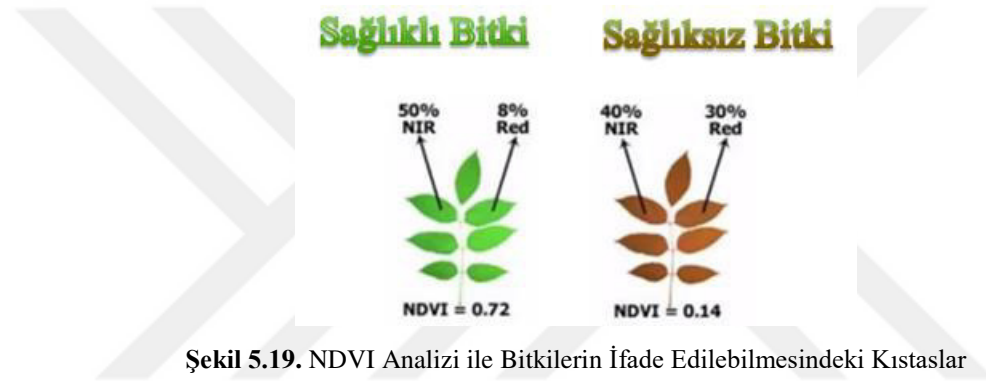
Şekil 5.18. NDWI Analizi Sonucu Burdur Gölü Zamansal Yüzey Alan Değişimi

5.4. NDVI Verilerinin Üretilmesi

NDVI analizi, elde edilen uydu görüntüleri kullanılarak yakın infrared aralığı ile kırmızı dalga boyu kullanılarak aşağıdaki formülde gösterildiği şekilde ifade edilir. Formül ile elde edilen sonuçlar -1 ile +1 arasında bir değer alır. Negatif değer ve sıfıra yaklaşıyor ise sulak bir alanı, 0.1 ile 0.2 aralığında bir değer alıyor ise toprak yapıdaki bir alanı, 0.3 ile 0.8 arasında değerler alıyor ise bitki örtüsünün bulunduğu alanı ifade eder (Şekil 5.19). Çalışmada bitki örtüsü yoğunluğu ve sulak alanların tespit edilmesinde NDVI analizine destekleyici nitelikte sonuçlar elde etme imkanı sunmaktadır (Şekil 5.20).

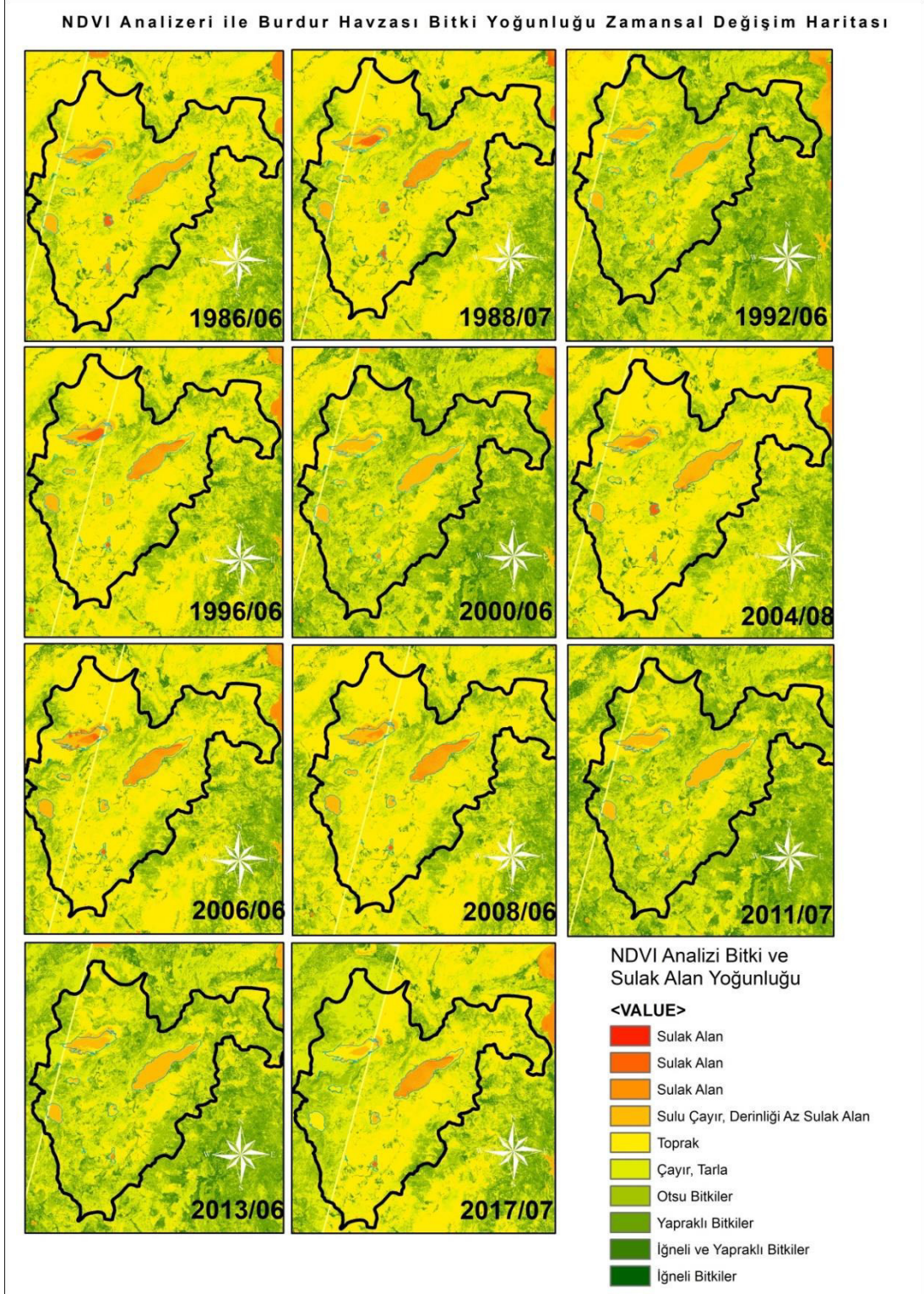
$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red} \quad (5.2)$$

Elde edilen görüntüler üzerinde ArcGIS yazılımı kullanılarak NDVI analizi yapılmıştır.



NDVI analizleri, yılların 6, 7, 8 ve 9'uncu ayları dikkate alınarak yaz dönemlerine ilişkin olarak yapılmıştır. Yapılan NDVI analizleri sonucunda ulaşılan bilgiler tasarlanan veritabanında kültür alanları, orman alanları, mera alanları ve ham toprak olarak nitelendirilen alanlara ilişkin veriler ile eşleştirilerek, bitki barındıran alanların tespiti son derece hassas bir şekilde elde edilebilecektir [22]. Burada yapılmak istenen bitki alanlarının ve toprak alanların net bir şekilde belirlenerek geride kalan sulak alanlara ilişkin gözlemlenebilir sonuçlar elde edilmek istenmesidir. Böylece sulak alanların en verimli olduğu zamanlardaki durumu ile çeşitli sebepler ile zayıflamış olduğu dönemlerdeki arazi kullanımını ve sulak alanlara ait olan kısımların, zamanla tarımsal faaliyetlerde kullanılması durumunun takibi yapılabilecektir. NDVI analizi, kullanılan çok bantlı görüntünün konumsal hassasiyeti ile orantılı olarak keskin bitki alanlarının elde edilmesinde etkili bir araçtır. Ancak her ne kadar bitki alanları bu şekilde belirlenebilse bile, sahada tarım, mera, orman, ham toprak alanlarının detaylı bir şekilde çalışılmış ve ayrımının yapılmış olması, bu tür alanlar ile yapılacak tahminleri daha keskin hale getirecektir. Sadece NDVI analizi ile bu keskinliği sağlamak sahada

yapılan çalışmalar kadar prezisyonlu değildir. Bu yüzden bu tür analizlerin saha çalışmaları ile desteklenmesi ve alansal istatistik bilgilerinin irdelenmesi önem arz etmektedir [23].



Şekil 5.20. NDVI Analizi Sonucu Zamansal Burdur Gölü Yüzey Alan Değişimi

5.5. LST Verilerinin Üretilmesi

Arazi yüzey sıcaklığı (LST) verilerinin hesaplanmasından önce, çalışılan bölgede bulunan sulak alanlara ilişkin zamansal değişimleri içeren sulak alan sınırları kullanılmıştır.

Arazi yüzeyi sıcaklığı (LST) belirlenmesi, QGIS de eklenti olarak bir hesap silsilesi ile birlikte mümkündür. QGIS eklentisi ile LST hesabı, literatürde kabul görmüş bir çok yaklaşımla yapılabilir. Bu çalışmada kullanılan hesaplama yöntemlerine ilişkin formüller aşağıda sunulmakla birlikte sıcaklıklar santigrad ile ifade edilmiştir. [17]

$$L_{\lambda} = \frac{L_{max} - L_{min}}{QCAL_{max} - QCAL_{min}} (DN - QCAL_{min}) + L_{min} \quad (5.3)$$

L_{λ} = Sensörlerdeki spectral radyans ($W/m^2sr \mu m$)

L_{max} = $QCAL_{max}$ 'a göre ölçeklendirilen spectral radyans

L_{min} = $QCAL_{min}$ 'e göre ölçeklendirilen spectral radyans

$QCAL$ = Parlaklık değerleri

$QCAL_{max}$ = Maksimum parlaklık değeri

$QCAL_{min}$ = Minimum parlaklık değeri

$$L_T = \frac{L_{\lambda} - L_{\mu} - \tau(1 - \epsilon)L_d}{\tau\epsilon} \quad (5.4)$$

L_T = T kinetic sıcaklığındaki bir hedef cismin (blackbody) parlaklığı

L_{μ} = Yukarıya doğru ya da atmosferik yoldaki parlaklık değeri

τ = Atmosferik iletim

L_d = Aşağıya doğru ya da gökyüzündeki parlaklık değeri

ϵ = Hedef türdeki yüzeyin yayınması (emisyonu)

$QCAL_{min}$ = Minimum parlaklık değeri

$$T = \frac{K^2}{\ln\left(\frac{K^1}{L_T} + 1\right)} \quad (5.5)$$

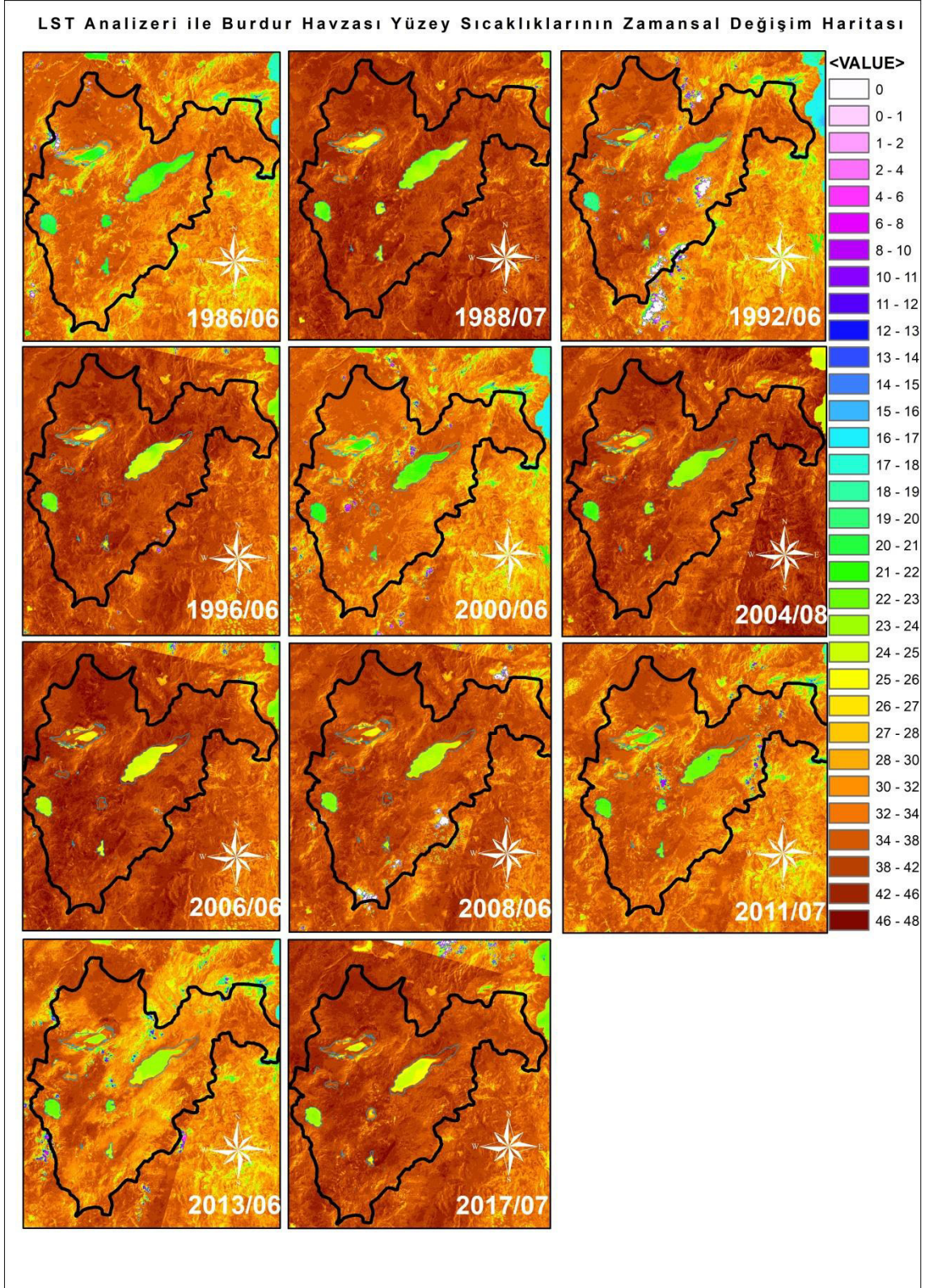
T = Yüzey sıcaklığı ($^{\circ}K$)

K_1 = Kalibrasyon 1 sabiti

K_2 = Kalibrasyon 2 sabiti

$$T_s = T - 273 \quad (5.6)$$

T_s = Santigrat değeri



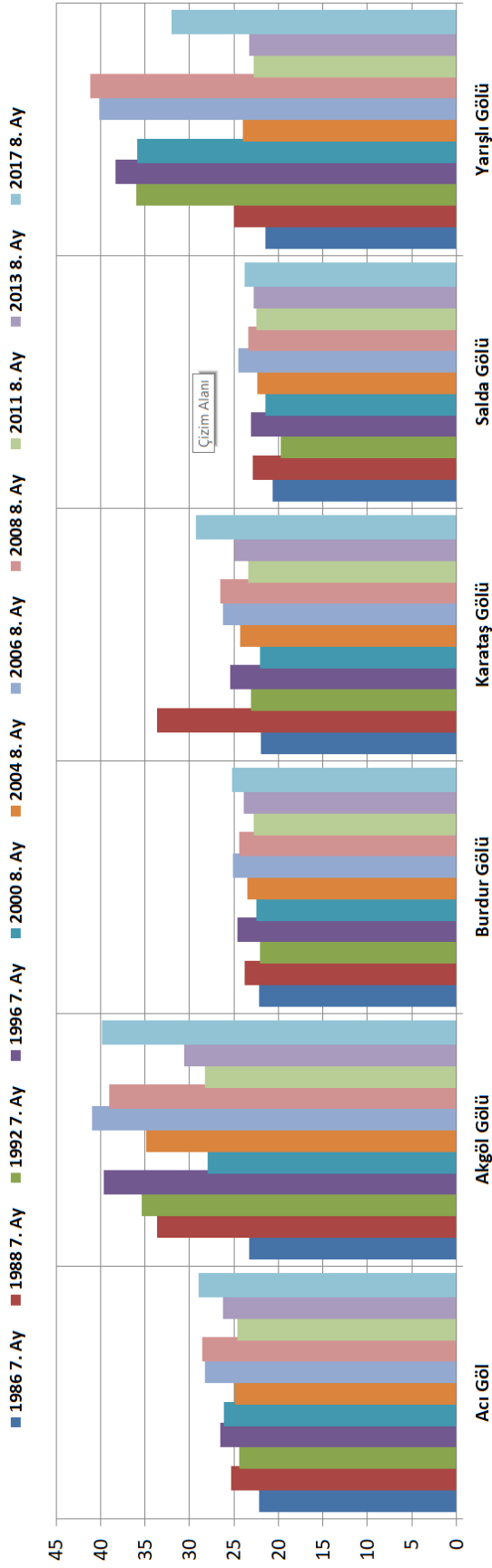
LST analizleri, yılların 6, 7, 8 ve 9'uncu ayları dikkate alınarak yaz dönemlerine ilişkin olarak yapılmıştır (Şekil 5.21). LST verilerinin irdelenebilmesi için çalışılan havzada

inceleme yapılan aynı konum bilgileri kullanılarak, yıllara göre yapılacak karşılaştırmalar sayesinde sıcaklık farklarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla NDWI analizleri sonucunda, zamana göre farklılık gösteren sulak alanlara ilişkin sınır verileri ile LST analizleri sonucu elde edilen veriler kullanılarak CBS’nde alansal istatistik yapılmıştır. Ancak NDWI analizleri sonucu yıllara göre çıkarılan sulak alan sınırları arasında tamamiyle kuruyan sulak alanların sınır bilgisine de ihtiyaç duyulmuştur. Bu alanlara ilişkin bir sınır bilgisi olmaması durumunda buradan alınacak herhangi bir sıcaklık değeri bilgisi olmayacağı için bu alanlara ilişkin bir karşılaştırma yapmak mümkün değildir. Bu yüzden yıllara göre tamamiyle kuruyan sulak alanların sınır verisi, kurumadan önceki en dolu olduğu 1986 yılında belirlenmiş olan sınırlardan alınmıştır.

Yapılan bu çalışmada diğer sulak alanlara ilişkin bilgilerden 1986 yılına ait bilgiler referans alınmış ve 1986 yılına göre karşılaştırmalar yapılarak sonuçlara ulaşılmaya çalışılmıştır. Analizler ve karşılaştırılan bilgiler neticesinde Şekil 5.22’de de görüleceği üzere normal şartlarda yılların aynı dönemine ait sulak alanlara ilişkin yüzey sıcaklık bilgileri 20-25 C° aralığında seyretmektedir.

Şekil 5.22’deki grafikten anlaşılacağı üzere 1986 yılından itibaren 2017 yılına kadar olan süreçte zamansal aralıklarla yapılan analiz ve karşılaştırmalar ile açık bir şekilde yüzey sıcaklıklarının arttığı gözlemlenmektedir. Özellikle Acı Göl, Akgöl Gölü, Yarışlı Gölü, Karataş Gölünün 25 C° nin üzerine çıkmış olduğu yıllarda ve dönemlerde, bu göllerin kurumuş olduğu ve buldukları alanda yüzey sıcaklıklarının 40 C° olduğu gözlemlenmektedir.

1988, 1996, 2006, 2008 ve 2017 yıllarına dikkat edildiğinde havza içerisinde önemli bir alan tutan göllere ilişkin yüzey sıcaklıklarının arttığı ve tespit edilen kuraklıkların bu dönemde genel olarak daha fazla olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 5.22).



Şekil 5.22. LST Analizi Sonucu Zamansal Yüzeysel Sıcaklığı Değişimi

6. SONUÇLAR

Birçok sektörde getirilmeye çalışılan standartlaşma çalışmaları, farklı alanların ortak paydalarda buluşturularak dağıntık olan yapıları bir arada toplama çalışmaları, veriye ulaşmanın standartlar dahilinde oldukça kolay olduğu günümüzde öncelik arz etmektedir. Kurum ve kuruluşların dağıntık yapıları ve geçmişlerinden gelen kültürel yaklaşımları ile eskide kalan alışkanlıklarla birlikte yönetim biçimleri, çok başlılığa, mükerrer işlere, zaman kaybına ve emek israfına sebep olmakta olduğu gayet açıktır. Bu ve buna benzer durumlar dünyanın her yerinde tüm bu sayılan kayıpların dışında özellikle doğal kaynakların da israf edilmesine ve yönetilememesine sebep olmaktadır.

Avrupa Birliği üyesi olan ülkeler, niteliği gereği mevzuatında gelişmiş ülke olarak kabul görmekte olup doğal kaynaklarının (su ve toprak) tamamına yakını geliştirmiş ve yönetebilir durumdadırlar. Su kaynaklarının yönetilmesi noktasında ciddi planlamalar yapmış ve gerekli sistemleri kurarak halkın hizmetine sunarak ülkenin kalkınmasında da önemli roller üstlenmişlerdir. Bu sistemler ile su kaynaklarına dair yönetim yaklaşımlarını belirlemiş ve uygulamaya sokmuş olup öncelikleri olarak kaynakların kirliliğinin azaltılması ve bu kirliliği bitirme konusuna odaklanmışlardır.

Bu kapsamda düşünüldüğünde SÇD'nin en temel unsurunu oluşturan entegre havza yönetiminin geliştirilmesi, su kaynaklarımızda koruma ve kullanma yöntemlerinin hızlı bir şekilde uygulamaya konulması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması son derece önemlidir.

Entegre havza yönetiminde en hızlı oluşturulacak model, gözlem imkanı en kolay olan ve çevresel etkileri hızlı bir şekilde belirlenerek hızlı müdahale edilebilecek yüzeysel sular, sulak alanlar için oluşturulabilir. Yeraltı kaynakları ve diğer su kaynakları da havza bazlı yönetim yaklaşımıyla tasarlanacak olan sisteme entegrasyonu kolay bir şekilde yapmak mümkündür. SÇD, kendisine 2015 yılına kadar tüm su kütlelerinin "iyi durumda" olması gibi kesin bir hedef koymuştur. SÇD'nin temel amacı da hidrografik yapıların kütle ve kalite açısından "iyi su" durumuna ulaşması ve korunması ile oluşabilecek deformasyonların önlenmesi olarak sadeleştirilebilir.

Bu kapsamda yapılan değerlendirmeler neticesinde bu çalışmada;

- Çalışmanın konusu olan ve sulak alanların envanterinin havza bazlı olarak akıllı ve dinamik bir şekilde tutulmasını sağlayan veritabanı tasarımı gerçekleştirilmiştir.

- Tasarılan veritabanı havza bazlı olup, düzenli konumsal analizler sayesinde dinamik verilerle güncel tutulması sağlanabilir şekilde oluşturulmuştur.
- Tasarım aşamasında elde edilmek istenen veriler ile üretilmek istenen verilerin son derece kolay elde edilebildiği ve karmaşık olmayan bir şekilde üretilerek veritabanına entegrasyonunun yapılabilmesi amaçlanmıştır.
- Havzayla ilişkilendirilecek arazi kullanımı verileri (orman alanları, tarım alanları, mera alanları, yapay tesislerden oluşmuş beşeri alanlar, ham toprak alanları), morfoloji verileri (eğim, bakı, yükseklik, toprak yapısı, jeoloji), sulak alan verileri (yüzey suları, yüzey sularının kronolojik alansal değişimi, akasular, akarsu kolları), meteoroloji verileri (güneşlenme süresi, sıcaklık, nem, yağış, rüzgar) ve en önemlilerinden olan çok bantlı hava/uzay fotoğrafları ile bir çok farklı indis sayesinde sahaya gidilmeden sulak alanlara ilişkin tespit edilecek veriler, sulak alanların takibi ve gelecek için yapılacak öngörülere dair veriler oluşturmaktadır. Bu veriler bizlere sulak alanların, alansal ve büyüklük olarak takibinde kolaylıklar sağlayabileceği gibi farklı frekans aralıklarında gözlemlenebilir kirliliğe dair gözlemlerin de yapılabildiği olanaklar sunmaktadır.

Tasarılan veritabanı kapsamında yapılan uygulamada, kurumlardan elde edilebilen kısıtlı veriye rağmen önemli sonuçlara ulaşıldığı açıktır. UA yöntemleri ile yalnızca uydu verilerinden elde edilen veriler sayesinde, arazi yüzey sıcaklığı ile sulak alanların tarihsel değişim gösteren alan bilgileri kullanılarak iki veri arasındaki korelasyon kurulmuş, sulak alanların yıllara göre azalmasındaki en büyük etkenlerden biri olan küresel ısınmanın etkileri doğrudan gözlemlenebilmiştir.

İlgili kurum ve kuruluşlardan istenilen standartlarda alınabilecek olan veriler de bu veritabanında depolandığında, yapılacak olan analizlerle nitelikli bilgiler edinmek kaçınılmazdır.

Bu uygulamada ilgili kurumdan;

- Havza sınırları,
- Türkiye il, ilçe sınırları,
- Uydu Görüntüleri,
- Meteorolojik veriler elde edilebilmiştir.

Tasarımda olan ancak kurumlardan alınamayan veriler;

- Toprak yapısı,

- Jeolojik yapı,
- Tarım alanları,
- Orman alanları,
- Mera alanları,
- Hamtoprak alanları,
- Yapay tesislerin bulunduğu (yerleşim) alanları verileridir.

Bu çalışmada sulak alanların SÇD kapsamında takibinin yapılması için veritabanı tasarımı yapılmış ve kısıtlı veriler ile dahi tasarlanan veritabanı ile sulak alanların envanterinin çıkarılması ve takibinin yapılması ile ileriye dönük yapılacak tahminlerde ve alınacak önlemlerde etkin rol alması için gerekli olan hususlar açıklanmış ve örneklerle zenginleştirilerek ortaya konmuştur.

KAYNAKÇA

- [1] WWAP (2009) World Water Assessment Programme. The United Nations World Water Development Report 3.
- [2] Gökdereli, G. (2015). Su Çerçeve Direktifi Kapsamında Yeraltı Sularının Belirlenmesinde Tanımlanan Metodoloji ve Türkiye İçin Öneriler. Ankara. *Orman ve Su İşleri Bakanlığı- Uzmanlık Tezi.*
- [3] Güney, B. (2014). Havza Planları İçerisinde Sulak Alanların Yeri, Kuş ve Habitat Direktifleriyle Olan İlişkisi. Ankara. *Orman ve Su İşleri Bakanlığı- Uzmanlık Tezi.*
- [4] Yiğit, Avdan, Z. (2015). Tarımsal Havza Sulak Alanlarında Karbon ve Nutrient Birikimi. Eskişehir. Anadolu Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi.
- [5] Su Kaynakları Yönetimi ve Güvenliği. (2014). Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018). Özel İhtisas Komisyon Raporu. Kalkınma Bakanlığı. Ankara.
- [6] Ekercin, S., Örmeci, C., (2008). “Tuz Gölü’ndeki Su Rezervi Değişiminin Çok Zamanlı LANDSAT Uydu Görüntüleri ve Eş-zamanlı Yersel Ölçmeler İle Analizi”, İTÜ Dergisi,7(1).
- [7] Çelik, M., A, Kızılelma, Y., Gülersoy, A., E., Denizdurduran, M., (2013). “Farklı Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Aşağı Seyhan Ovası Güneyindeki Sulak Alanlarda Meydana Gelen Değişimin İncelenmesi”.
- [8] Karabulut, M., (2015). “Farklı Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Göksu Deltası Göllerinde Zamansal Değişimlerin İncelenmesi”, Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 8(37).
- [9] Kaplan, G., Avdan, U., Avdan, Y., Z., Yıldız, D., N., (2016). “Landsat Uydu Görüntüleri Kullanılarak Kuraklık İzlenmesi (Akşehir Gölü Örneği)”, 6. UZAKTAN ALGILAMA-CBS SEMPOZYUMU (UZAL-CBS 2016), 5-7 Ekim 2016, Adana.
- [10] Karabulut, M., (2004). Yakın Mesafe Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Yüzey Sularının İncelenmesi, 3. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, İstanbul-Türkiye.
- [11] Akar, İ., Maktav, D., Günal, N. (2012). “Göl Yüzeyi Değişimlerinin Belirlenmesinde Farklı Dijital Görüntü İşleme Tekniklerinin Kullanılması”, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, 5(4).
- [12] Orhan, O. (2014). Konya Kapalı Havzası’nda Uzaktan Algılama ve CBS Teknolojileri ile İklim Değişikliği ve Kuraklık Analizi. Aksaray. Aksaray Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi.

- [13] Uyguçgil, H., Ergün, E., Bektöre, E., M. (2017). Konumsal Veritabanı-I.(1.Baskı).Eskişehir:Anadolu Üniversitesi Yayinevi.
- [14] Şener, Ş., Özdemir, H. (2017). “Karakuyu (Afyon) Gölü Sulak Alanı ve Çevresinin Hidroloji İncelemesi”,Mühendislik Bilimleri ve Tasarımı Dergisi, 5(2).
- [15] Çubuk, A., Uyguçgil, H., Bektöre, E., M., Erdoğan, S. (2016). Konumsal Veritabanı-II.(1.Baskı).Eskişehir:Anadolu Üniversitesi Yayinevi.
- [16] Kelleci, E., Ergen, S., Uyguçgil, H. (2011). Konumsal Veritabanı (1.Baskı).Eskişehir:Anadolu Üniversitesi Yayinevi.
- [17] Ndossi, M., I. (2016) Application of Open Source Coding Technologies In The Production of Land Surface Temperature (LST) Maps Using Landsat and Aster Imagery. Eskişehir. Anadolu University. Graduate School of Sciences. Master Degree Thesis.
- [18] Özarlan, Ö. (2011). Web Tabanlı Jeodezik Amaçlı Mekansal Veri Tabanı Tasarımı ve Uygulamaları. İstanbul. İstanbul Teknik Üniveristesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi.
- [19] Sönmez, T. (2004). Ülkemiz Ormancılığında Konumsal Veri Tabanı Tasarımı, Kurulması ve Uygulamaları. Trabzon. Karadeniz Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi.
- [20] Murat, M., Ö. (2015). Tabiat Varlığı Nitelikli Arazi Nesnesi Yönetimine Esas Konumsal Veri Altyapılarının Geliştirilmesi. Trabzon. Karadeniz Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi.
- [21] Erdemir, H. (2008). Nesneye Yönelik Veri Tabanı Tasarımı ve Bir Uygulama. İstanbul. Beykent Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi.
- [22] Şener, E., Davraz, A., İsmailov, T. (2005). Burdur Gölü Seviye Değişimlerinin Çok Zamanlı Uydu Görüntüleri İle İzlenmesi. Türkiye Kuvaterner Sempozyumu. İstanbul. Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü.
- [23] Ateşgölu A., Tunay, M. (2010). “Bartın Kıyı Alanlarında Bitki Örtüsü Değişim Analizi”, Kastamonu Üniversitesi. Orman Fakültesi Dergisi.
- [24] **http-1** <http://www.bilimgenc.tubitak.gov.tr/dergimiz/dunyadaki-su> (Erişim tarihi: 08.09.2019)
- [25] **http-2** <http://www.markelowitz.com/Hyperspectral.html> (Erişim tarihi: 15.07.2019)
- [26] **http-3** <http://www.iklimdegisikligi.org/> (Erişim tarihi: 15.07.2019)

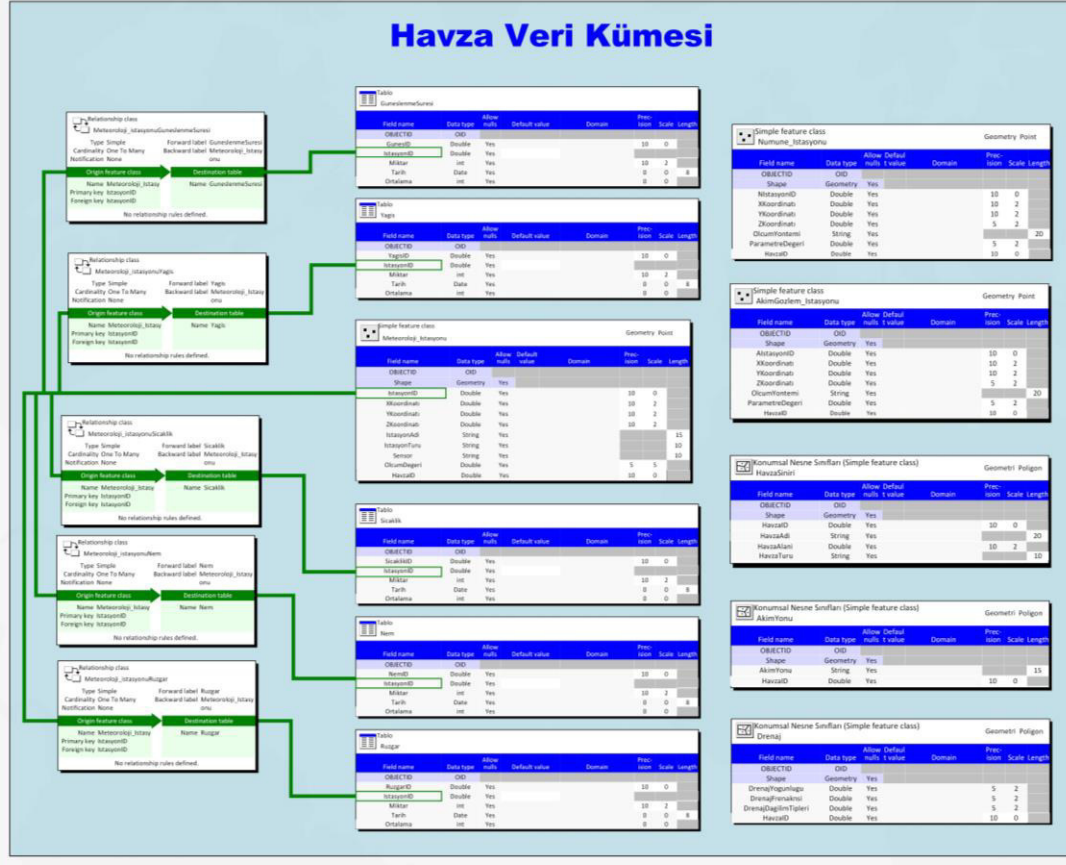
[27] **http-4** <http://www.grida.no/resources/7159> (Erişim tarihi: 15.07.2019)



Konumsal Veri Tabanı Modeli

Su Bilgisi Veri Kümesi

Field name	Data type	Allow Null	Default value	Domain	Pre. min.	Scale	Length
OBSECTID	OID	Yes					
Shape	Geometry	Yes					
AkarsuID	Double	Yes			10	0	
AkarsuKulorID	Double	Yes			10	0	
AkarsuYp	String	Yes					30
AkarsuBolgenc	WKT	Yes					
AkarsuBolg	String	Yes					30
AkarsuAd	String	Yes					30
HensoID	Double	Yes			10	0	

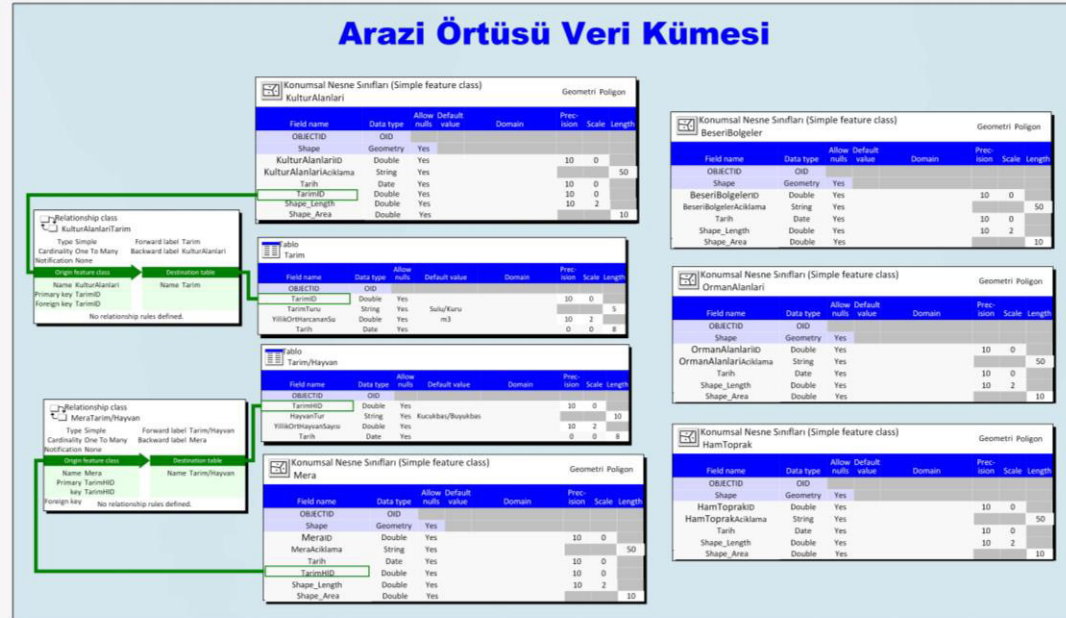


Raster Veri Kümesi

Field name	Data type	Allow Null	Default value	Domain	Pre. min.	Scale	Length
OBSECTID	OID	Yes					
Shape	Geometry	Yes					
IsyemID	Double	Yes			10	0	
Tarih	Date	Yes			0	0	8
Miktar	Double	Yes			10	2	
Bulunagigi	Date	Yes			0	0	8
Enbunluger	Double	Yes			10	2	
Ortalama	Double	Yes			10	2	

Morfoloji Veri Kümesi

Field name	Data type	Allow Null	Default value	Domain	Pre. min.	Scale	Length
OBSECTID	OID	Yes					
Shape	Geometry	Yes					
IsyemID	Double	Yes			10	0	
GenusID	Double	Yes			10	0	
Tarih	Date	Yes			0	0	8
Miktar	Double	Yes			10	2	
Bulunagigi	Date	Yes			0	0	8
Enbunluger	Double	Yes			10	2	
Ortalama	String	Yes					30



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mustafa YAMAN
Yabancı Dil : İngilizce
Doğum Yeri ve Yılı : Ankara /1986
E-Posta : mustafa.yaman@yandex.com

Eğitim ve Mesleki Geçmişi:

- 2012, Selçuk Üniversitesi, Mimarlık ve Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü
- 2007, Kontrol Mühendisi, Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü, Kadastro Dairesi Başkanlığı

Yayınları ve/veya Bilimsel/Sanatsal Faaliyetleri:

- 2018 UZAL-CBS, Afiş, Uydu Görüntüleri Kullanılarak Su Kütlesi Değişiminin İzlenmesi (Seyfe Gölü Örneği), Eskişehir

Ödülleri:

- 2016, Teşekkür, İzmir

Mesleki Birlik/Dernek/Kuruluş Üyelikleri:

- 2019, Tapu ve Kadastro Çalışanları Derneği, Ankara.