

ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YAPAY SU YAPILARININ YER YÜZEY SICAKLIĞI DEĞİŞİMİNE OLAN
ETKİLERİNİN METEOROLOJİK VERİLER VE UYDU GÖRÜNTÜLERİ İLE
ARAŞTIRILMASI: AFYONKARAHİSAR ÖRNEĞİ

GEOMATİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NURULLAH GÖKDEMİR

EKİM 2020

ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YAPAY SU YAPILARININ YER YÜZEY SICAKLIĞI DEĞİŞİMİNE OLAN
ETKİLERİNİN METEOROLOJİK VERİLER VE UYDU GÖRÜNTÜLERİ İLE
ARAŞTIRILMASI: AFYONKARAHİSAR ÖRNEĞİ

GEOMATİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nurullah GÖKDEMİR

DANIŞMAN : Dr. Öğr. Üyesi Aycan Murat MARANGOZ

İKİNCİ DANIŞMAN: Doç. Dr. Alihsan ŞEKERTEKİN

ZONGULDAK
EKİM 2020

KABUL:

Nurullah GÖKDEMİR tarafından hazırlanan “Yapay Su Yapılarının Yer Yüzey Sıcaklığı Değişimine Olan Etkilerinin Meteorolojik Veriler ve Uydu Görüntüleri ile Araştırılması: Afyonkarahisar Örneği” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir. 27/10/2020

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Aycan Murat MARANGOZ
Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Geomatik
Mühendisliği Bölümü

Üye: Doç. Dr. Ayhan ATEŞOĞLU
Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Eray KÖKSAL
Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Geomatik
Mühendisliği Bölümü

ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım./....../2020

Prof. Dr. Ahmet ÖZARSLAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Nurullah GÖKDEMİR

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YAPAY SU YAPILARININ YER YÜZEY SICAKLIĞI DEĞİŞİMİNE OLAN ETKİLERİNİN METEOROLOJİK VERİLER VE UYDU GÖRÜNTÜLERİ İLE ARAŞTIRILMASI: AFYONKARAHİSAR ÖRNEĞİ

Nurullah GÖKDEMİR

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr.Öğr. Üyesi Aycan Murat MARANGOZ

İkinci Danışman: Doç. Dr. Alihsan ŞEKERTEKİN

Ekim 2020, 55 sayfa

20. yüzyılın ilk çeyreğinde meydana gelen teknolojik gelişmeler sayesinde insan hayatını önemli ölçüde etkileyen küresel ısınma ve iklim değişikliği tüm disiplinler tarafından çalışılmaktadır. İklim değişikliği parametreleri yersel ölçüm yöntemlerinin yanı sıra Uzaktan Algılama yöntemleriyle de takip edilebilmektedir.

Eski zamanlardan beri insanoğlunun su ihtiyacını karşılamak için yapay su yapıları yapılmaktadır. Sanayileşmenin ardından bu yapılar su kaynağı olmanın yanı sıra enerji kaynağı olarakta görülmüştür. Enerji üretiminin en doğal ve en ucuz yolu olan barajlar, içinde bulunduğumuz yüzyılda önem kazanmıştır. Tarımsal faaliyetlerin gelişmesi, taşkın koruma, enerji üretimi gibi amaçlarla inşa edilen baraj ve göletler bulunduğu bölgenin iklimini ve ekolojik dengesini değiştirmektedir.

ÖZET (devam ediyor)

Çalışma alanımızın bulunduğu Afyonkarahisar İli sınırları içerisinde Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nün yürüttüğü 1000 günde 1000 gölet (Gölsu) projesi ve EGE Gelişim Projesi (EGEGEP) kapsamında çok sayıda yapay su yapısı yapılmıştır. Bu çalışma dâhilinde Afyonkarahisar ili İhsaniye ilçesinde bulunan iki adet test alanı içerisinde inşa edilen yapay su yapılarının bölgedeki Yer Yüzey Sıcaklığı (YYs) değerlerine olan etkisi irdelenmiş ve Uzaktan Algılama teknikleri kullanılarak bu durum araştırılmıştır.

Çalışmamız kapsamında 2004 - 2019 yıllarının yaz aylarını kapsayan Landsat 5 ve Landsat 8 uydularına ait görüntüler Amerika Jeoloji Birliği (USGS: United States Geological Survey) tarafından temin edilmiştir. YYs tespitinde Işınım Transferi Denklemi (RTE: Radiative Transfer Equation) yöntemi kullanılmış ve bu yöntem için gerekli atmosferik parametreler NASA'nın Atmosferik Düzeltme Parametresi Hesaplayıcısı (AtmCorr:Atmospheric Correction Parameter Calculator) tarafından hesaplanmıştır.

Elde edilen YYs haritaları yardımıyla alan ve gölet bazlı YYs analizi yapılmıştır. Alan bazlı YYs analizinde, 2 adet test alanı belirlenmiş ve zamansal YYs değişimleri araştırılmıştır. Bu değerlendirme sonuçlarına göre; 1. Test alanında 2004-2019 yılları arası çizdirilen eğilim çizgisi baz alındığında YYs değerlerinin yaklaşık 3.2 °C azaldığı tespit edilmiştir. Öte yandan 2. Test alanında aynı zaman aralığında yaklaşık 3.6°C düşüş tespit edilmiştir. Gölet bazlı YYs analizinde genellikle inşa edilen göletlerin rezervuar alanlarındaki su miktarı arttıkça yakın çevresindeki kara yüzeylerine ait YYs değerlerinin azalma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir.

Test alanında Yersel YYs ölçüm istasyonu bulunmadığı için YYs ile hava sıcaklığı değerlerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Uzaktan Algılama yöntemleri kullanılarak elde edilen YYs değerleri ile test alanına en yakın istasyon olan İhsaniye meteorolojik gözlem istasyonuna ait günlük ortalama sıcaklık değerleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucu YYs ile hava sıcaklığı arasında korelasyon katsayısının %63 olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda su yapılarının çevresini soğutma etkisi olduğu belirlenmiş ve Termal Uzaktan Algılama'nın bu durumun tespit edilmesinde etkili bir yöntem olduğu gözlemlenmiştir.

ÖZET (devam ediyor)

Anahtar Sözcükler: Uzaktan Algılama, Yer yüzey sıcaklığı, Yapay su yapıları, İklim değişikliği

Bilim Kodu: 616.02.04





ABSTRACT

M. Sc. Thesis

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF ARTIFICIAL WATER STRUCTURES ON CHANGE OF SURFACE LAND TEMPERATURE USE METEOROLOGICAL DATA AND SATELLITE IMAGES: A CASE STUDY OF AFYONKARAHİSAR

Nurullah GÖKDEMİR

Zonguldak Bülent Ecevit University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Geomatics Engineering

Thesis Advisor: Assist. Prof. Dr. Aycan Murat MARANGOZ

Co-Advisor: Assoc. Prof. Dr. Alihsan ŞEKERTEKİN

October 2020, 55 pages

Thanks to the technological developments that occurred in the first quarter of the 20th century, global warming and climate change, which significantly affect human life, are studied by all disciplines. Climate change parameters can be followed by remote sensing methods as well as terrestrial measurement methods.

Since ancient times, artificial water structures have met the water needs of human beings. After industrialization, these structures were seen as energy sources as well as water sources. Dams, which are the most natural and cheapest way of energy production, have gained importance in our century. Dams and ponds built for purposes such as the development of agricultural activities, flood protection and energy production change the climate and ecological balance of the region.

ABSTRACT (continued)

Within the borders of Afyonkarahisar Province where our study area is located, many artificial water structures have been built within the scope of 1000 ponds (Gölsu) project and EGE Development project (EGEGEP) carried out by the General Directorate of State Hydraulic Works. Within the scope of this study, the effect of artificial water structures built on two test areas in İhsaniye district of Afyonkarahisar province on Land Surface Temperature (LST) values in the region was examined and this situation was investigated using Remote Sensing techniques.

As part of our study, images of Landsat 5 and Landsat 8 satellites covering the summer months of 2004 and 2019 were provided by the United States Geological Survey (USGS). Radiation Transfer Equation (RTE) method was used to determine the LST and the atmospheric parameters required for this method were calculated by NASA's Atmospheric Correction Parameter Calculator (AtmCorr).

With the help of the obtained LST maps, area and pond based LST analysis was performed. In area based LST analysis, 2 test areas were determined and temporal LST changes were examined. According to the evaluation results of the analysis, considering the trends line drawn between 2004-2019 in the 1st test area, the LST values decreased by approximately 3.2 °C. On the other hand, a decrease of approximately 3.6 °C was detected in the second test area in the same time interval. In the pond-based LST analysis, it was determined that as the amount of water in the reservoirs constructed generally increases, the LST values of the land surfaces in its vicinity tend to decrease.

Since there is no terrestrial LST measuring station in the test area, the comparison of LST with air temperature values was conducted. LST values obtained using remote sensing methods were compared with the daily average temperature values of the closest station to İhsaniye meteorological observation station. As a result of the comparison, it was determined that the correlation coefficient between LST and air temperature was 63%. As a result of the study, it has been determined that the water structures have a cooling effect and thermal remote sensing is an effective method for detecting this situation.

ABSTRACT (continued)

Keywords: Remote Sensing, Surface land temperature, Artificial water structures, Climate change

Science Code: 616.02.04





TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezi danışmanlığımı üstlenerek, bu çalışmanın tamamlanabilmesi için bilgi ve desteğini esirgemeyen değerli hocalarım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Aycan Murat MARAGOZ ve Doç. Dr. Alihsan ŞEKERTEKİN'e,

Yüksek Lisans eğitimi konusunda beni heveslendiren ve bu yolda desteğini benden hiç esirgemeyen can dostum güzel insan Arş. Gör. Can ATALAY'a,

Yüksek lisans eğitimime devam edebilmem için gerekli imkânları bana sağlayan kurumum Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları işletmesi'ne,

Tez çalışmasında görüntülerin işlenmesinde gerekli olan meteorolojik bilgileri sağlayan Meteoroloji Genel Müdürlüğü çalışanlarına,

Hiç şüphe yok ki böyle bir çalışmanın ortaya çıkmasında bana her zaman güvenen, hayatımın her döneminde sağlamış oldukları maddi ve manevi destekleri ile bugünlere gelmemde en büyük pay sahibi olan Annem Atike CELİLOĞLU, Dayım Hüseyin CELİLOĞLU, Ağabeylerim Gökhan GÖKDEMİR ve Özkan GÖKDEMİR'e çok teşekkür ederim.

Bizden sonraki nesillere örnek olmasını istediğim Yüksek lisans tezimi yeğenlerim Metehan GÖKDEMİR, Abdullah Yusuf GÖKDEMİR ve ilerde doğacak çocuklarıma armağan ediyorum. “ Uygarlık için, hayat için, başarı için en hakiki mürşit ilimdir; fendir.” Sözü kulağınıza küpe, Bilim yolunuza ışık olsun.



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	vii
TEŞEKKÜR.....	xi
İÇİNDEKİLER.....	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xix
 BÖLÜM 1 GİRİŞ.....	 1
1.1 LİTERATÜR TARAMASI	2
1.2 ÇALIŞMANIN AMACI.....	6
1.3 ÇALIŞMANIN KAPSAMI	6
 BÖLÜM 2 UZAKTAN ALGILAMA HAKKINDA GENEL BİLGİLER.....	 9
2.1 KULLANILAN ENERJİYE GÖRE UZAKTAN ALGILAMA SİSTEMLERİ.....	10
2.1.1 PasifAlgılama.....	10
2.1.2 Aktif Algılama	10
2.2 UZAKTAN ALGILAMANIN KULLANIM ALANLARI.....	11
2.3 TERMAL (ISIL) UZAKTAN ALGILAMA VE KULLANIM ALANLARI	12
2.4 LANDSAT 5 VE 8 TEKNİK ÖZELLİKLERİ.....	13
 BÖLÜM 3 MATERYAL VE YÖNTEM.....	 15
3.1 ÇALIŞMA ALANI.....	15
3.2 MATERYAL	19

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

Sayfa

3.3 YER YÜZEY SICAKLIĞININ RTE YÖNTEMİ VE LANDSAT (5, 8) VERİLERİ İLE BELİRLENMESİ	19
3.4 LANDSAT 5 İLE YYS ÇIKARIMI.....	20
3.5 LANDSAT 8 İLE YYS ÇIKARIMI.....	24
 BÖLÜM 4 UYGULAMA	 27
4.1 ALAN BAZLI YYS ANALİZİ	28
4.1.1 Birinci (1.) Test Alanı YYSAnalizi	28
4.1.2 İkinci (2.) Test Alanı YYS Analizi	30
4.2 GÖLET BAZLI YYS ANALİZİ	32
4.2.1 Ayazın Göleti	33
4.2.2 Bayramaliler Göleti.....	34
4.2.3 Beyköy Göleti	35
4.2.4 Bostanlı – Çiftlik Göleti.....	36
4.2.5 Bozhüyük Göleti	38
4.2.6 Karaağaç Göleti	39
4.2.7 Kayıhan Göleti	40
4.2.8 Sarıcaova Göleti.....	42
4.2.9 Üçlerkayası Göleti	43
4.3 YYS VE YAKIN HAVA SICAKLIĞI KARŞILAŞTIRMASI	44
 BÖLÜM 5 SONUÇLARVE ÖNERİLER.....	 47
 KAYNAKLAR.....	 51
 ÖZGEÇMİŞ	 55

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 Elektromanyetik spektrum üzerindeki spektrum görüntü bölgesi	10
Şekil 2.2 Uzaktan algılama sistemlerinin şekilsel gösterimi Pasif algılama (a) Aktif algılama (b)	11
Şekil 3.1 Çalışma alanının harita üzerindeki genel görünümü (a), çalışmada ele alınan test alanları (b).	16
Şekil 3.2 Kırmızı poligon 1. Test alanının Landsat 8 uydu görüntüsü üzerindeki yerini göstermektedir.	17
Şekil 3.3 Kırmızı poligon 2. Test alanının Landsat 8 uydu görüntüsü üzerindeki yerini göstermektedir.	18
Şekil 4.1 Birinci (1.) Test alanında 2004-2019 tarihleri arası kullanılan görüntülere ait YYS eğilim grafiği.	29
Şekil 4.2 Birinci (1.) Test alanına ait 2004-2019 yılları arası Yıllara göre ortalamalı YYS analizi eğilim grafiği.	30
Şekil 4.3 İkinci (2.) Test alanında 2004-2019 tarihleri arası kullanılan görüntülere ait YYS eğilim grafiği.	31
Şekil 4.4 İkinci (2.) Test alanına ait 2004-2019 yılları arası Yıllara göre ortalamalı YYS analizi eğilim grafiği.	32
Şekil 4.5 Ayazın Göletine ait 16.08.2016 tarihli Google Earth görüntüsü.	33
Şekil 4.6 Ayazini Göleti YYS analiz grafiği.	34
Şekil 4.7 Bayramaliler Göletine ait 16.08.2018 tarihli Google Earth görüntüsü.	34
Şekil 4.8 Bayramaliler Göleti YYS analiz grafiği.	35
Şekil 4.9 Beyköy Göletine ait 18.08.2018 tarihli Google Earth görüntüsü.	35
Şekil 4.10 Beyköy Göleti YYS analiz grafiği.	36
Şekil 4.11 Bostanlı – Çiftlik Göletine ait 18.08.2018 tarihli Google Earth görüntüsü.	37
Şekil 4.12 Bostanlı Çiftlik Göleti YYS analiz grafiği.	38
Şekil 4.13 Bozhüyük Göletine ait 16.08.2018 tarihli Google Earth görüntüsü.	38
Şekil 4.14 Bozhüyük Göleti YYS analiz grafiği.	39
Şekil 4.15 Karaağaç Göletine ait 16.08.2018 tarihli Google Earth görüntüsü.	39
Şekil 4.16 Karaağaç Göleti YYS analizi.	40
Şekil 4.17 Kayıhan Göletine ait 16.08.2018 tarihli Google Earth görüntüsü.	41
Şekil 4.18 Kayıhan Göleti YYS analizi.	42
Şekil 4.19 Sarıcaova Göletine ait 16.08.2018 tarihli Google Earth görüntüsü.	42
Şekil 4.20 Sarıcaova Göleti YYS analizi.	43
Şekil 4.21 Üçlerkayası Göleti ait 16.08.2018 tarihli Google Earth görüntüsü.	43
Şekil 4.22 Üçlerkayası Göleti YYS analizi.	44
Şekil 4.23 Yakın hava sıcaklığı ile YYS sıcaklığı dağılım grafiği.	45



ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1 Termal kızılötesi algılama yapabilen uydular ve teknik özellikleri.	14
Çizelge 3.1 Birinci (1.) Test alanında bulunan göletler ve yapım tarihleri listesi.....	17
Çizelge 3.2 İkinci (2.) test alanında bulunan Göletlerin listesi.	18
Çizelge 3.3 NDVI eşik değeri yöntemi ile yayınlılık hesabı.	22
Çizelge 3.4 Landsat Uyduları için termal band kalibrasyon sabitleri.	23
Çizelge 4.1 Birinci (1.) Test alanında 2004-2019 tarihleri arası kullanılan görüntülere ait YYs analiz çizelgesi.	28
Çizelge 4.2 İkinci (2.) Test alanında 2013-2019 tarihleri arası kullanılan görüntülere ait YYs analiz çizelgesi.	31



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

$^{\circ}\text{C}$	: Santigrat Derece
AL	: Banda özel toplamsal yeniden örnekleme değeri
Ap	: Banda özel toplamsal yeniden örnekleme değeri
d	: Dünya-Güneş arası mesafe
$E_{\text{SUN}\lambda}$	: Ortalama atmosferik solar irradyans değeri
K	: Kalibrasyon sabiti
$L_{\text{MAX}\lambda}$	: QCALMAX'a göre ölçeklendirilen spektral radyansı
$L_{\text{MIN}\lambda}$	: QCALMIN'e göre ölçeklendirilen spektral radyansı
L_{λ}	: Sensördeki spektral radyansı
$L_{\lambda}\uparrow$	: Yukarı yönlü ışıınım (upwelling radiance)
$L_{\lambda}\downarrow$	: Aşağı yönlü ışıınım (downwelling radiance)
ML	: Banda özel çarpımsal yeniden ölçekleme değeri
Mp	: Banda özel çarpımsal yeniden ölçekleme değeri
Pv	: Bitki örtüsü oranı
Qcal	: Dijital piksel değerleri
QCALMAX	: Maksimum parlaklık değeri
QCALMIN	: Minimum parlaklık değeri
θ_s	: Solar zenit açısı
θ_{SE}	: Güneş yükseklik açısı
ρ_p	: Sensördeki yansıtım değerleri
ρ_{λ}	: Yansıtım değerleri
τ	: Atmosferik geçirgenlik

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam ediyor)

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AKAÖ	: Arazi Kullanımı-Arazi Örtüsü
AtmCorr	: Atmospheric Correction Parameter Calculator (Atmosferik Düzeltme Parametresi Hesaplayıcısı)
AVHRR	: Advanced Very High Resolution Radiometer (Çok Gelişmiş Yüksek Çözünürlüklü Radyometre)
AWEI	: Automatic Water Extraction Index (Otomatik Su Yüzeyi Çıkarım İndeksi)
DYS	: Deniz Yüzey Sıcaklığı
EGEGEP	: EGE Gelişim projesi
KOH	: Karesel Ortalama Hata
LST	:Land Surface Temperature
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MODIS	: Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer
MWA	: Mono-Window Algoritma (Tek Pencere Algoritması)
NASA	: National Aeronautics and Space Administration (ABD Ulusal Havacılık Uzak Dairesi)
NDMI	: Normalized Difference Moisture Index (Yüzey Nemliliği Normalleştirilmiş Nem Fark İndeksi)
NDVI	: Normalized Difference Vegetation Index (Normalize Fark Bitki Örtüsü İndeksi)
NDWI	: Normalized Difference Water Index (Normalize Fark Su İndeksi)
NIR	: Near Infrared Region (Yakın Kızılötesi)
NOAA	: National Oceanic and Atmospheric Administration (Ulusal Okyanus ve Atmosfer Yönetimi)
OLI	: Operational Land Imager (Operasyonel Kara Görüntüleyicisi)
R	: Red (Kırmızı Band)
RTE	: Radiative Transfer Equation (Işınım Transferi Denklemi)
SAVI	: Soil-Adjusted Vegetation Index Toprağa Göre Ayarlanmış Bitki Örtüsü İndeksi)

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam ediyor)

SCA	: Single Channel Algoritma (Tek Kanallı Algoritma)
SWA	: Split-Window Algoritma (Bölünmüş Pencere Algoritması)
TCDD	: Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları
USGS	: United States Geological Survey (Amerikan Jeoloji Birliği)
YYS	: Yer Yüzey Sıcaklığı





BÖLÜM 1

GİRİŞ

İnsanoğlunun yaşam serüveninin son yüzyılında doğa dengelerinin değişmesi ile küresel ısınma büyük sorunlara sebep olmuş ve dünyanın doğal döngüsü içerisinde çevreye en çok zarar veren iklim değişikliği olayı olmuştur. Sanayileşme ve ardından gelen teknolojik devrimle doğa dengelerinin değişmesi Uzaktan Algılama yöntemleriyle takip edilip değerlendirilebilmektedir.

Uzaktan Algılama teknolojisinin alt dalı olan Termal Uzaktan Algılama, cisimlerin yaydığı radyasyonu belirleyerek ısı enerjisini konumsal olarak tespit etmek için kullanılmaktadır. (Mery 2004). İklim araştırmaları, Termal Uzaktan Algılama yöntemleri ile yapıldığında maliyet, zaman ve geniş ölçekli alanlarda çalışma kolaylığı bakımından büyük bir avantaj sağlamaktadır.

Sıcaklık iklim parametrelerinde büyük bir yere sahiptir bundan dolayı YYS iklim değişikliği açısından önem taşır. Yüzey sıcaklığı; ısı adası, kuraklık, terleme ve buharlaşma açısından önemli bir etkidir. Global açıdan dünya ısı dengesini daha iyi değerlendirebilmek için özellikle son yıllarda uydu verilerinden Yer Yüzey Sıcaklığı (YYS) ve Deniz Yüzey Sıcaklığı (DYS)'nı tespit etmek için birçok yöntem bulunmuştur (Bhattacharya ve Dadhwal 2003).

YYS, yer yüzeyi ve atmosfer arasındaki ilişkiyi kontrol eden bir parametredir. Ayrıca, çevresel kaynakların sürekli değişimini yönlendiren bir etkidir (Qin ve Karnieli 1999).

Bu çalışmada Termal Uzaktan Algılama yöntemleri kullanılarak YYS haritaları oluşturulmuştur. Belirlenen Test alanlarında inşa edilen yapay su yapılarının çevresel etkisi irdelenerek meteorolojik gözlem istasyonlarına ait sıcaklık ölçüm değerleri ile YYS değerleri arasındaki ilişki araştırılmıştır.

1.1 LİTERATÜR TARAMASI

Dünya'nın en kalabalık metropollerinden biri olan İstanbul metropoliten alanında arazi kullanımı ve arazi örtüsündeki değişimleri incelenmiştir. Landsat TM ve Landsat 8 OLI (Operational Land Imager)/ TIRS uydu görüntülerinin görünür - kızılötesi ve ısı bantları kullanılarak Normalize Edilmiş Bitki Fark İndeksi, Normalize Edilmiş Yerleşim Alanı İndeksi, Kentsel Isı Alan Değişimi İndeksi hesaplanmıştır. Çalışma alanı içinde yapay yüzey alanları 1984 ve 2017 yılları arasında 45758.25 hektar artış göstermiş ve ortalama sıcaklık değeri ise 10.4 kelvin artmıştır (Çelik 2019).

İstanbul İli Ümraniye ilçesinde yüzey sıcaklığı ile yapısal değişimler arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Çalışmada son 16 yıla ait Landsat uydu görüntüleri ve yapılaşma verileri, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri teknikleri yardımıyla analiz edilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda ilçede meydana gelen mezo-mikro iklimsel değişimlerin büyük çoğunluğunun fiziksel değişim ve çevre düzenlemelerinden meydana geldiği belirlenmiştir. Ayrıca bölgede yeşil alanların yerini kentsel yapıların alması nedeniyle bölge ikliminde ısı artışı gözlemlenmiştir (Ödül 2019).

Zonguldak metropoliten alanı için Landsat 8 uydusuna ait veriler yardımıyla Arazi Kullanımı - Arazi Örtüsü (AKAÖ) ve YYS arasındaki ilişki araştırılmıştır. Çalışmada 24 Mayıs 2017 tarihli Landsat 8 uydu görüntüsünden yararlanılmıştır. YYS çıkarımı için Mono-Window Algoritması (MWA), AKAÖ haritalarının oluşturulması için de piksel tabanlı maksimum benzerlik yöntemi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda yerleşim alanları ile açık yüzeylerin, ormanlık ve bitki örtüsü ile kaplı alanlara nazaran ortalama 4 °C daha yüksek YYS değerine sahip olduğu tespit edilmiştir (Şekertekin ve Marangoz 2019).

Tektonik bir göl olan Burdur Gölünün, Landsat 8 uydusuna ait Mayıs ve Ekim (2015) tarihli görüntüleri kullanılmıştır. Bu görüntüler yardımıyla göl yüzey sıcaklığı ve mevsimsel değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda Göl yüzey alanını belirleyebilmek için Landsat 8 uydu görüntülerine Otomatik Su Yüzeyi Çıkarım İndeksi (AWEI: automatic water extraction index) uygulanmış ve termal bandlar kullanılarak göl yüzey sıcaklıkları belirlenmiştir. Çalışma sonucunda Göl yüzey sıcaklıklarının Mayıs 2015 tarihinde 19.33°C- 24.81°C arasında iken, Ekim 2015 tarihinde ise 16.32 °C – 21.75 °C arasında değiştiği tespit edilmiştir (Şenel 2016).

İzmir metropolitan alanındaki YYS tahmini için Price–1984, Becker ve Li–1990, Ulivieri vd. 1994 algoritmasının kullanılabilirliği irdelenmiştir. YYS verilerini elde etmek için Ulusal Okyanus ve Atmosfer Yönetimi (NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration) / Yüksek Çözünürlüklü Radyometre (AVHRR: Advanced Very High Resolution Radiometer) verilerinin termal kanalları (kanal 4 ve 5) ve YYS algoritmaları (Price–1984, Becker ve Li–1990, Ulivieri vd.-1994) kullanılmıştır. Yapılan istatistiksel çalışmaların sonunda İzmir şehri için Becker ve Li–1990, Ulivieri vd. 1994 algoritmalarının YYS tahmininde kullanılabileceğini tespit edilmiştir (Şahin vd. 2011).

Adana şehri ve yakın çevresinde Yüzey Isı Adası'nın yıl içerisindeki karakteristiği irdelenmiştir. Çalışmada 2014 Mart ayı ile 2016 Mayıs ayları arasındaki döneme ait Landsat 8 OLI uydu görüntülerinin 10. (TIRS sensöründen) bandı kullanılarak yüzey sıcaklık modelleri elde edilmiş ve şehrin çevresine göre nispi yüzey sıcaklık durumunun yıl içinde gösterdiği farklılıklar analiz edilmiştir. Yüzey sıcaklıkları ile Normalize Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI: Normalised Difference Vegetation Index) değerleri arasındaki ilişkilerin de incelendiği çalışma alanında NDVI - Yüzey Sıcaklığı ilişkisi yaz aylarında negatif değerler gösterirken kış döneminde genel olarak pozitif olduğu tespit edilmiştir (Yılmaz 2015).

YYS'nin hesaplanmasına olanak sağlayan Split-Window algoritması (SWA) için yerel parametreler belirleyerek, bu algoritmanın geçerliliğini kontrol etmek amaçlanmıştır. Ankara ve çevresine ait 2000 yılının her ayından iki adet olmak üzere toplam 24 adet NOAA/AVHRR görüntüsü kullanılmıştır. Bölgesel atmosferik veriler kullanılarak SWA modelinin katsayıları yeniden hesaplanmış ve F_{ANKARA} diye adlandırılan algoritma oluşturulmuştur. Bu çalışmada bulunan sonuçlar, atmosferik etkilere bağlı YYS oluşturmada bölgesel katsayılar kullanmanın daha doğru sonuçlar vereceğini göstermiştir (Yıldız vd. 2010).

Kilis İlının güney kesiminde belirlenen test alanının YYS haritlarını oluşturarak Bazalt ve Kireç taşı maden yüzeylerinin yıllık sıcaklık değişimleri araştırılmıştır. YYS haritalarının oluşturulmasında SWA yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca sıcaklık değerleri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne (MGM) ait gözlem istasyonunun toprak ve hava sıcaklığı değerleri ile uyduğu gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda bazalt yüzeyinin kireçtaşından daha sıcak olduğu tespit edilmiştir (Çelik 2017).

Atatürk Baraj Gölünün bölge üzerindeki çevresel etkisini uydu görüntüleri ve Uzaktan Algılama teknikleri kullanarak araştırılmıştır. Yapılan çalışmada; 1992, 1998, 2006 ve 2016 yıllarına ait Landsat 4,5 TM ve Landsat 8 OLI-TIRS uydularına ait görüntüler kullanılmıştır. Çalışma alanına ait bitki alanları, toprağa göre ayarlanmış bitki örtüsü indeksi (SAVI: Soil-Adjusted Vegetation Index), yüzey nemliliği normalleştirilmiş nem fark indeksi (NDMI: Normalized Difference Moisture Index) kullanılarak yıllara ait yüzey sıcaklık dağılımları ise Landsat 4, 5 TM, ve Landsat 8 OLI-TIRS uydularının termal kızıl ötesi (TIR) bandları kullanılarak elde edilmiştir. Sonuç olarak Atatürk Barajı bölgesi için 1992 ve 2016 yılları arasında YYS değerlerinde, bitki örtüsünde ve nemlilik oranında artış olduğu tespit edilmiştir (Sarp ve Erener 2017).

Tek termal banda dayanan üç YYS yönteminin test edilmesi amaçlanmıştır. Simüle edilen yüzey sıcaklıkları ile yöntemler karşılaştırıldığında Tek Kanallı algoritma (SCA) standart sapması 0.50 °C, Işınım Transferi Denklemi (RTE: Radiative Transfer Equation) standart sapması 0.85 °C MWA standart sapması 1.81 °C olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda Landsat tarafından alınan YYS ve Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) YYS değerleri arasındaki farkın 2 °C ile 4 °C aralığında olduğu görülmüştür (Vlassova et al. 2014).

Göl yüzey su sıcaklıklarının tespitinde MODIS ve Landsat 7 ETM+ termal sensörlerinin performansı değerlendirilmiştir. Göl yüzey suyu sıcaklığı tespitinde MODIS ürünleri MOD11 YYS ve MOD28 DYS karşılaştırma amacıyla kullanılmıştır. Landsat görüntüleri için RTE ve Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ulusal havacılık uzay dairesi (NASA)'nın AtmCorr kullanılarak YYS elde edilmiştir. Sonuçlar karşılaştırıldığında MOD11 YYS 1.05 °C Karesel ortalama hata (KOH) ile en yüksek doğruluğu elde etmiştir ve göl yüzey sıcaklığı analizinde MOD11 YYS önerilmektedir. Landsat kaynaklı göl yüzey sıcaklığı elde etmede RTE kullanımı atmosferik parametrelere ve emisyonu çok duyarlıdır. Landsat kaynaklı göl yüzey sıcaklığı için AtmCorr parametreleri tatmin edici bir doğruluk (KOH 1.07 °C) ortaya koymuş ve küçük göller için bu yöntem önerilmiştir (Tavares et al. 2019).

Suzhou Körfezinde bulunan çalışma alanında kentsel ısı adası üzerine su kütlelerinin soğutma etkileri araştırılmıştır. Çalışmada Nisan ayını kapsayan Landsat 8 uydusuna ait termal band kullanılmıştır. Suzhou Körfezi'nin çalışma alanına ait gündüz sıcaklıklarını yatay alanda 800 m'yi etkileyecek şekilde maksimum 3.02 °C soğuttuğu gözlemlenmiştir. Ayrıca soğutma

etkisinin arazi örtüsü ile YYS arasındaki ilişki ile bağlantılı olduğu ve özellikle 200 m aralığındaki yeşil alanın “serin kenar” fenomenini güçlendirdiği belirtilmiştir. NDVI ve YYS Su kütlelerine olan uzaklığının mikro iklim düzenlemesinde etkin bir şekilde kullanılması gerektiği ve kentsel ısı adasını azaltmak için etkin peyzaj çalışmalarına önem verilmesi gerektiği belirtilmiştir (Wu and Zhang 2019).

Su kütlelerinin soğutma etkisinin civardaki YYS değerleri üzerindeki değişimleri analiz etmek için Landsat uydusunun 2009, 2010 ve 2011 yıllarına ait uydu görüntüleri kullanılmıştır. Çalışma alanı olarak Chandigarh Şehirindeki Sukhna Gölü ve Ahmedabad şehirindeki Sabarmati Nehri seçilmiştir. Su kütlelerinin yakınında oluşan mikroklima etkisi ile sıcaklıklarda düşüş olduğu belirtilmiştir. Sukhna yakınlarında üç yıl boyunca sırasıyla yaz ve kış aylarında sırasıyla ortalama 7.51 °C ve 3.12 °C lik ve Chandigarh şehirde yaz ve kış aylarında sırasıyla ortalama 1.57 °C ve 1.71 °C'lik bir düşüş gözlemlenmiştir. Sabarmati nehrinin sağ ve sol kıyısındaki yaklaşık 200 ila 300 m'lik bir etki mesafesinde ortalama sıcaklık düşüşünün yaz ve kış aylarında sırasıyla yaklaşık 0.69 °C ve 0.65 °C olduğu tespit edilmiştir (Gupta et al. 2019).

Landsat 5 TM ve Landsat 8 uydu görüntülerini kullanarak YYS hesaplanmasında MWA, SCA ve RTE yöntemleri karşılaştırılmıştır. Landsat 5 uydusu görüntülerine uygulanan algoritmalar sonucu RTE yöntemi 2.35 Kelvin KOH ile en iyi sonucu vermiştir. Landsat 8 Uydusu görüntülerine uygulanan algoritmalar sonucu MWA yöntemi 2.52 Kelvin, RTE yöntemi ise 2.85 Kelvin KOH değerleri hesaplanmış ve birbirlerine yakın sonuçlar verdiği anlaşılmıştır (Şekertekin ve Bonafoni 2020).

YYS elde etme yöntemlerinin başında gelen MWA, SCA ve RTE ile elde edilen veriler yersel verilerle karşılaştırdıklarında RTE yönteminin 1.0 Kelvinden düşük KOH değeri ile en iyi yöntem olduğu belirtilmiştir. Çapraz doğrulama yönteminde doğruluk, veri yapılarının konumsal ve zamansal uyumları ile uyduların bakış açılarına göre değişim gösterdiği görülmüştür (Yu et al. 2014).

Barajların, su altında kalmış olan bitki örtüsünün çürümesi ve buna ilaveten baraj gölündeki suyun çözünmüş oksijen bakımından fakir bir su olması sebebiyle sera gazı üretimi yaptığı tespit edilmiştir. Bu sebeple barajların Metan gazı salımlama tehlikesine sahip oldukları için iklim değişikliğine ve dolayısıyla küresel ısınmaya yardımcı oldukları belirtilmiştir. Ancak

yine de fosil yakıtlı termik santraller ile karşılaştırıldığında gaz salınımı kabul edilebilir sınırlar içerisinde sayılabilir (Yüksel vd. 2011).

Akkaya barajının, kurak iklime sahip olan Niğde şehrinin iklimine olan etkisi incelenmiştir. Trend analizi için Mann Kendall Mertebe Korelasyon testi kullanılmıştır. Karşılaştırma için şehre ait aylık toplam yağış, aylık ortalama nispi nem, aylık ortalama rüzgâr hızı, aylık maksimum sıcaklık, aylık minimum sıcaklık ve aylık ortalama sıcaklık değerleri kullanılmıştır. Baraj sonrasında yılın çoğu ayları için aylık toplam yağış ve aylık minimum sıcaklık değerlerinde artmalar ve aylık maksimum sıcaklık, aylık ortalama sıcaklık, aylık ortalama nispi nem ve aylık ortalama rüzgâr hızı değerlerinde azalmalar gözlenmiştir (Arslan 2017).

1.2 ÇALIŞMANIN AMACI

Bu çalışmanın amacı, Afyonkarahisar iline bağlı İhsaniye ilçesinde belirlenen çalışma alanı için Landsat 5 ve Landsat 8 uydusuna ait veriler yardımıyla YYS haritaları elde edilerek bölgede inşa edilen yapay su yapılarının YYS'na olan etkisinin araştırılmasıdır.

Ulusal literatür incelendiğinde yapılan çalışmalar YYS ve arazi kullanımının tespiti üzerinedir. Yapay su yapılarının çevresindeki karasal alanların yüzey sıcaklıklarına olan etkisi ulusal literatürde çalışılmamış, uluslararası literatürde ise çalışmaların az olduğu tespit edilmiştir.

1.3 ÇALIŞMANIN KAPSAMI

Afyonkarahisar İlinde Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü'nün 1000 günde 1000 gölet (Gölsu) projesi ve EGE Gelişim projesi (EGEGEP) kapsamında yoğun yapay su yapısı inşaatı ve sulama projeleri hayata geçirilmiştir. 1000 günde 1000 gölet projesi kapsamında 34 Gölet, Gölet Sulaması, Regülâtör sulaması ve Tersip bendi olmak üzere 56 Adet proje inşa edilmiştir. EGE GEP kapsamında ise 92 adet baraj ve gölet, 230 adet sulama tesisi, 44 adet içme suyu temin tesisi, 309 adet dere ıslah tesisi, 1 adet HES tesisi olmak üzere toplam 676 adet inşa edilmiştir.

Afyonkarahisar İli İhsaniye İlçesinde yoğun olarak inşa edilen yapay su yapılaşmasının, bölgenin iklim ve yeryüzü sıcaklığına olan etkisi yıllara göre araştırılmış ve Uzaktan Algılama yöntemleri ile bu durum tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda 2004 - 2019 yılları arası yaz aylarına ait (Haziran-Temmuz-Ağustos) Landsat 5 ve Landsat 8 uydu görüntüleri kullanılmıştır.

Uzaktan Algılama’da, değişik veri kaynaklarına göre YYS elde etme yöntemleri geliştirilmiştir. Bunlardan en çok kullanılan algoritmalar; Bölünmüş pencere yöntemi (Sobrino vd. 1996), sıcaklık/yayınırılık ayırma (temperature/emissivity separation) yöntemi (Gillespie vd. 1998), MWA (Qin vd. 2001), tek kanal yöntemidir (Jimenez-Munoz ve Sobrino 2003). Bu çalışmada, YYS algoritması olarak pratik bir yöntem olan RTE kullanılmıştır.

Kullanılan bu veriler neticesinde bölgedeki su yapılarının YYS değerleri ve çevsine olan etkileri irdenmiştir.



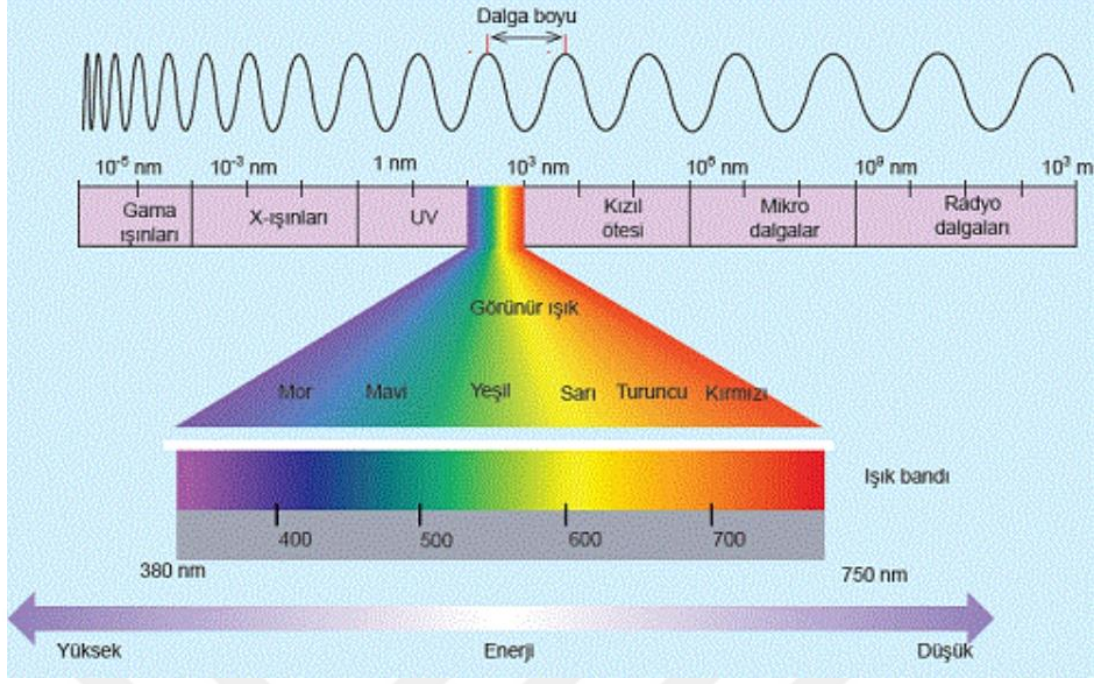
BÖLÜM 2

UZAKTAN ALGILAMA HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Uzaktan algılama; bize ev sahipliği yapan gezegenimizin tüm coğrafi ve iklimsel detaylarının incelenmesinde fiziksel bir temas olmaksızın algılama ve çözümleme yapabilen önemli bir tekniktir. Çeşitli taşıyıcı platformlara entegre edilen sensörler yardımıyla cisimlerden yansıyan enerjinin kayıt edilip çeşitli tekniklerle yorumlanmasıyla sonuç ürüne ulaşabildiğimiz bir disiplindir.

Uzay teknolojilerinin gelişmesi uzaktan algılamada kullanılan algılayıcıların kalitesini arttırmış ve uzaktan algılama konusundaki çalışmaların çeşitliliğini sağlamıştır. İklim değişikliğinin takip edilmesine yardımcı olan termal uzaktan algılama, uzaktan algılamanın alt dallarından birisidir.

Hava fotoğrafları uzaktan algılamanın temelini oluşturmaktadır. Günümüzde uzaktan algılamada kullanılan veriler; kameralar ve sensörler taşıyacak şekilde tasarlanan hava araçları tarafından sağlanmaktadır. Kameralar ve sensörler görüntüyü; ultraviyole, görünen ve kızılötesi bölgelerinde, yeryüzünden yansıyan ve yayılan enerjiyi ölçerek Şekil 2.1’de belirtilen elektromanyetik spektrum görüntü bölgesini oluştururlar (URL-1).



Şekil 2.1 Elektromanyetik spektrum üzerindeki spektrum görüntü bölgesi (URL-1).

2.1 KULLANILAN ENERJİYE GÖRE UZAKTAN ALGILAMA SİSTEMLERİ

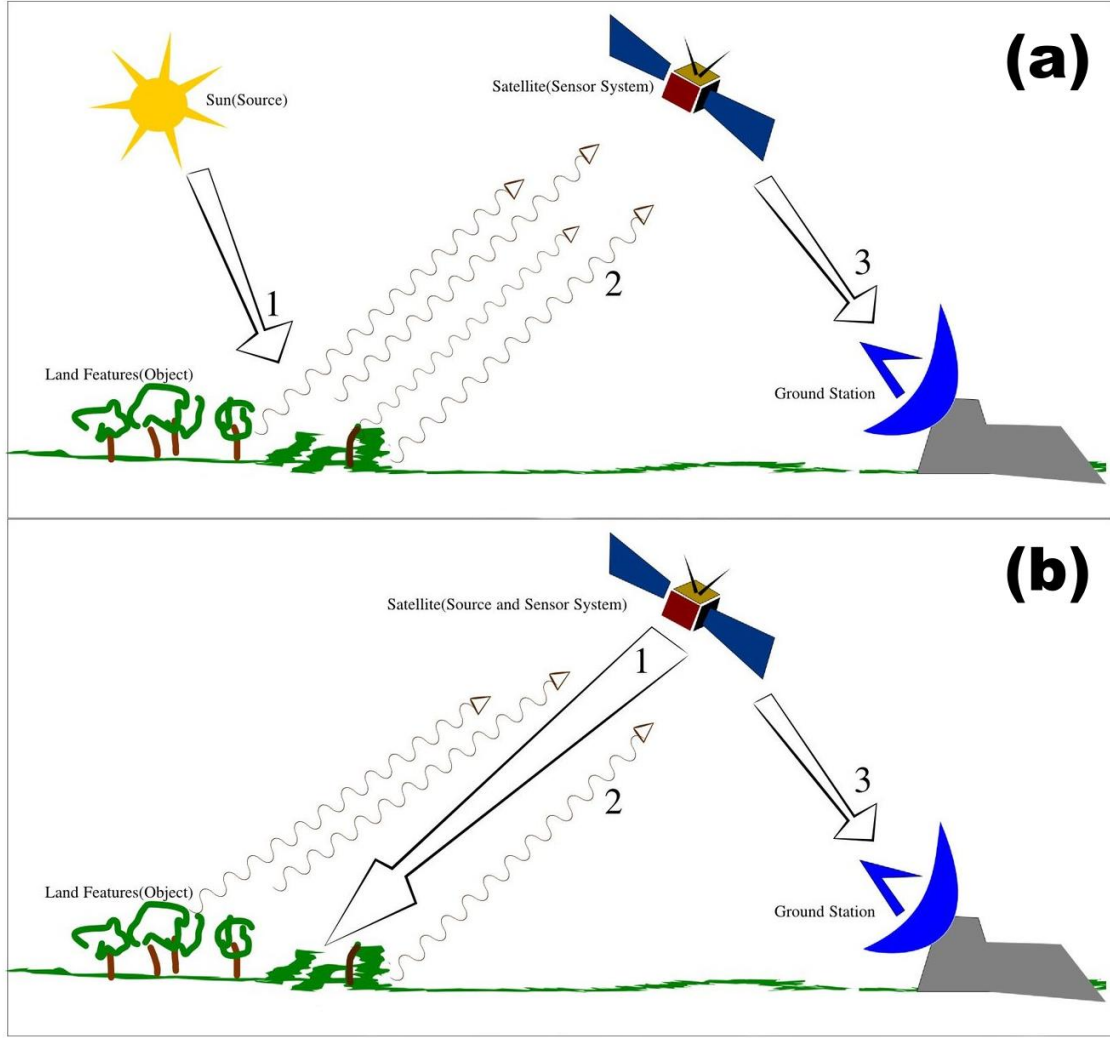
Uzaktan algılama algılayıcı tipine bağlı olarak aktif ve pasif algılama olarak ikiye ayrılır.

2.1.1 Pasif Algılama

Güneş gibi enerji kaynaklarından gelen ışınların cisimlere çarptıktan sonra yansıyor uyduya ulaşan cisim ışınlarını ölçen algılama yöntemidir. Şekil 2.2 a’da görüldüğü üzere bu algılama sistemi sadece güneşin veya bir enerji kaynağının varlığında kullanılabilir. Pasif algılayıcılar meteorolojik olaylardan ve bulutluluk oranından olumsuz olarak etkilendikleri için yalnızca gündüz hava açıkken verimli çalışırlar (URL-2).

2.1.2 Aktif Algılama

Şekil 2.2b’de görüldüğü üzere aktif algılama sistemi uydunun kendi enerji kaynağını kullanarak yaptığı algılama çeşididir. Aktif algılama gece gündüz durumu, meteorolojik olaylar ve bulutluluk oranından etkilenmez. Pasif algılamaya göre çok daha fazla enerjiye ihtiyaç duymaktadır ve sistemin ömrü enerji deposu ile doğru orantılıdır (URL-2).



Şekil 2.2 Uzaktan algılama sistemlerinin şekilsel gösterimi Pasif algılama (a) Aktif algılama (b) (URL-3).

2.2 UZAKTAN ALGILAMANIN KULLANIM ALANLARI

Günümüzdeki gelişen teknolojiye bağlı olarak Uzaktan Algılama tekniklerinin kullanım alanları artmıştır. Bu kullanım alanları şu şekildedir (Şekertekin 2013).

- Kentsel ve Bölgesel Planlama
- Kent Yönetimi ve Belediyecilik
- Doğal Kaynak Yönetimi
- Meteoroloji
- İstatistik

- Ulaşım Planlaması
- Çevre Yönetimi
- Yer Bilimleri-Petrol ve Maden Arama
- Mülkiyet-İdari Yönetim
- Küresel Isınma- İklim Değişikliği
- Afet ve Kriz Yönetimi
- Tarım ve Ormancılık
- Turizm
- Sağlık Yönetimi
- Savunma-Güvenlik

2.3 TERMAL (ISIL) UZAKTAN ALGILAMA VE KULLANIM ALANLARI

Termal uzaktan algılama, çalışma yapılacak bölgenin zemin yüzeyinden yansıyan ışın değerlerinin kaydedilmesi, algılayıcının termal bandında oluşan elektromanyetik spektrumun termal kızılötesi bölgesinde elde edilen verinin işlenmesi ve yorumlanması ile uğraşan bir disiplindir. Bu sebeple Optik Uzaktan Algılama ile belirlenemeyen toprak nemi, kayaç yapısı gibi yüzey özellikleri Termal Uzaktan Algılama yöntemleri ile belirlenebilmektedir (Prakash 2000).

Termal uzaktan algılama maddelerin dış kaynaklı veya kendi sahip oldukları radyasyonu yayma miktarlarına göre ısı özelliklerini araştırmak ve değerlendirmek için kullanılmaktadır. Günümüzdeki teknolojik gelişmelerle yersel, hava araçları veya uydular yardımıyla farklı disiplinler tarafından kullanılabilir.

Termal uzaktan algılamanın günümüzde kullanıldığı alanlar şu şekilde sıralanabilir;

- Isı adaları
- Meteoroloji
- Toprak nemi çalışmaları
- Kıyı bölgeleri
- Jeolojik birimler ve yapıların belirlenmesi

- Hidroloji
- Askeri istihbarat
- Orman yangınları
- Deprem bilimi
- Çevresel modelleme
- Yanardağ bilimi

2.4 LANDSAT 5 VE 8 TEKNİK ÖZELLİKLERİ

Termal uzaktan algılamada kullanılan birçok uydu bulunmaktadır. YYS haritalarında yapacağımız analizlerin sağlıklı olması için kullanacağımız uydu görüntüsüne ait mekânsal çözünürlüğün yüksek olması gerekmektedir. Bu bağlamda Aster ve Landsat uydu görüntüleri bu çalışmada kullanılabilir görüntülerdir. Aster uydusu termal bandı 90 m, Landsat 5 termal bandı 120 m, Landsat 7 termal bandı 60 m ve Landsat 8 termal bandları 100 m çözünürlüklüdür fakat Landsat uydusunun termal band verileri 30 metreye yeniden örneklenmiş olarak kullanıma sunulmaktadır. Aster uydusu veri arşivi açısından dezavantajlıdır ve aynı bölge için düzenli olarak veri temini yapılamayabilir. Termal band açısından en yüksek çözünürlüğe sahip olması ve veri arşivi konusunda zengin olmasından dolayı çalışmamızda Landsat Uydusu verileri kullanılmıştır.

Çizelge 2.1 Termal kızılötesi algılama yapabilen uydular ve teknik özellikleri.

Algılayıcı	Dalga Boyu (µm)	Mekânsal çözünürlük
GOES	3.8-4 6.5-7 10.5-11.0 11.5-12.5	10 km
NOAA- AVHRR	3.5-4 10.3-11.3 11.5-12.5	1 km
Landsat - TM	10.4 - 12.5	120 m
ERS- I ATSR	3.7 11 12	1 km
Landsat - ETM	10.4 - 12.5	60 m
EOS - ASTER (Terra)	8-12 (5 bant)	90 m
EOS - MODİS (Terra/Aqua)	Daha çok 8-12 (16 bant)	1 km
TIMS (uçak)	8-12 (6 bant)	Uçuş yüksekliğine bağlı

NASA tarafından tasarlanan Landsat 5 uydusu 1984 yılında uzaya gönderilmiş ve 2013 yılına kadar görevini sürdürmüştür. Uyduya ait olan Thematic Mapper (TM) bandı LANDSAT 4'teki ile aynıdır. Termal Bandı, NIR ve SWIR bölgede 30 m çözünürlüklü 6 adet banda ve 120 m çözünürlüğe sahiptir. Uydunun radyometrik çözünürlüğü 8 bit, zamansal çözünürlüğü 16 gün ve şerit genişliği 183 km'dir.

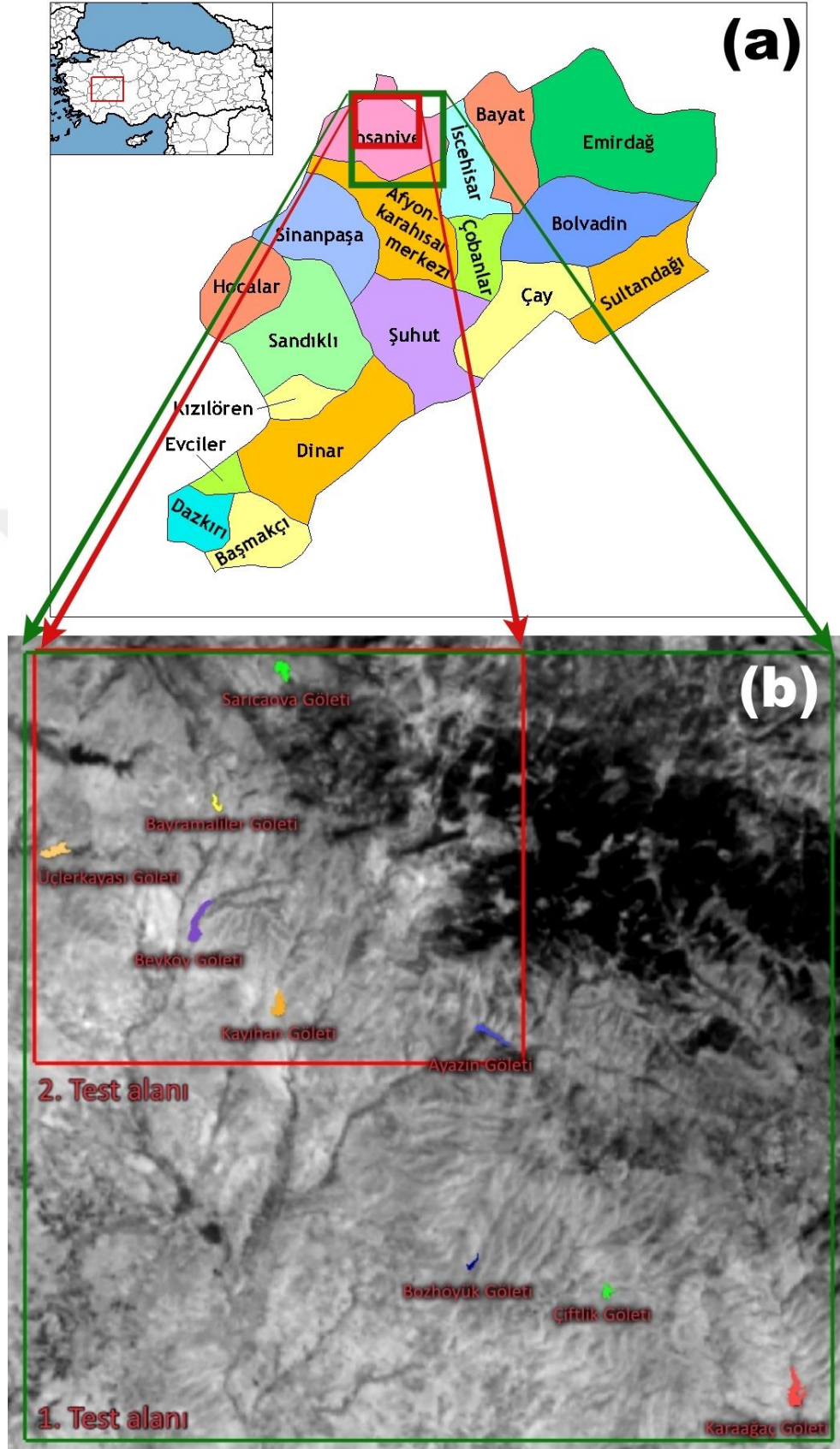
NASA tarafından 2013 tarihinde uzaya gönderilen Landsat 8 uydusu hala aktif olarak kullanılmaktadır. Landsat 8 uydusunda görünür OLI ve TIRS olmak üzere 2 sensör taşımaktadır, yakın-kızılötesi, kısa dalga kızılötesi ve termal aralıklarında görüntü almakta olup ikisi termal band olmak üzere 11 banda sahiptir. Uydunun radyometrik çözünürlüğü 16 bit, zamansal çözünürlüğü 16 gün ve şerit genişliği 185 km'dir. Önceki Landsat misyonunun devamı niteliğinde olan uydu, bilim dünyasına kattığı çalışmalar göz önüne alındığında birçok bilimsel çalışmaya katkıda bulunacaktır.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 ÇALIŞMA ALANI

Türkiye'nin 7 bölgesinden birisi olan Ege Bölgesinin İç Batı Anadolu Bölümünde bulunan Afyonkarahisar; konumu itibari ile Ege Bölgesinin iklimi ile benzerlik göstermemektedir. Bunun başlıca nedenleri; Afyonkarahisar'ın İç Anadolu bölgesi ve Ege Bölgesi arasında bulunması, yükseltisi (Rakım: 1014), deniz ile arasındaki mesafesinin fazla olması ve iklimsel geçiş bölgesinde bulunması şeklinde sıralanabilir. İklimi yazları sıcak ve kurak, baharları ılık ve yağışlı, kışları soğuk ve kar yağışlı olarak tanımlanır. Afyonkarahisar kentinin bitki örtüsü daha çok step özelliği göstermektedir topraklarının %14,6'sı ormanlıktır. Platolar ve yaylalar daha çok bozkır bitkileri ile kaplıdır. Yıllık ortalama sıcaklığı 11,2 derecedir (URL-4). Çalışmamıza konu olan test alanları Afyonkarahisar ili Merkez ilçesi ile İhsaniye ilçesi sınırları arasında yer almaktadır (Şekil 3.1a). Son yıllarda, DSİ'nin projeleri kapsamında Afyonkarahisar ilinde yoğun olarak yapay su yapıları yapılmıştır. Afyonkarahisar İli Merkez ilçesi ile İhsaniye ilçesi sınırları içerisinde yapılan göletler birbirlerine yakın ve inşaa tarihleri olarak zamansal analize uygun olduğu için çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Şekil 3.1.b'de görüldüğü üzere 2 adet farklı ölçeklerde test alanı belirlenmiştir.

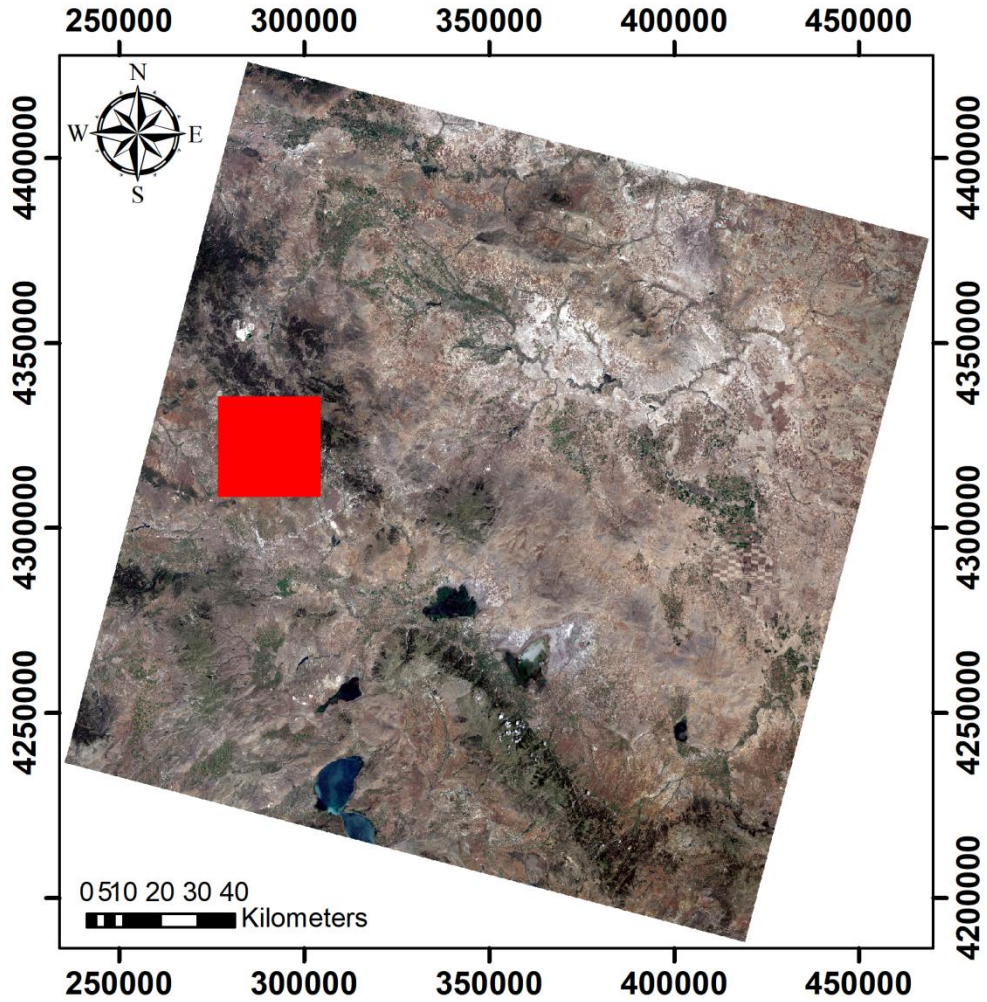


Şekil 3.1 Çalışma alanının harita üzerindeki genel görünümü (a), çalışmada ele alınan test alanları (b).

Çalışma alanı olarak belirlediğimiz 1. test alanı Şekil 3.2’de görüldüğü üzere yaklaşık 120.70 ha büyüklüğündedir. 1. test alanı 2. test alanını da kapsayacak şekilde Çizelge3.1’de detayları belirtilen 9 adet göleti içermektedir.

Çizelge 3.1 Birinci (1.) Test alanında bulunan göletler ve yapım tarihleri listesi.

Gölet Adı	Yapım Tarihi	Gölet Adı	Yapım Tarihi
Üçlerkayası Göleti	2005	Karaağaç göleti	2014
Ayazini Göleti	2008	Bostanlı Çiftlik Göleti	2015
Bozhöyük Göleti	2012	Sarıcaova Göleti	2016
Bayramaliler Göleti	2013	Kayıhan Göleti	2018
Beyköy Göleti	2014		

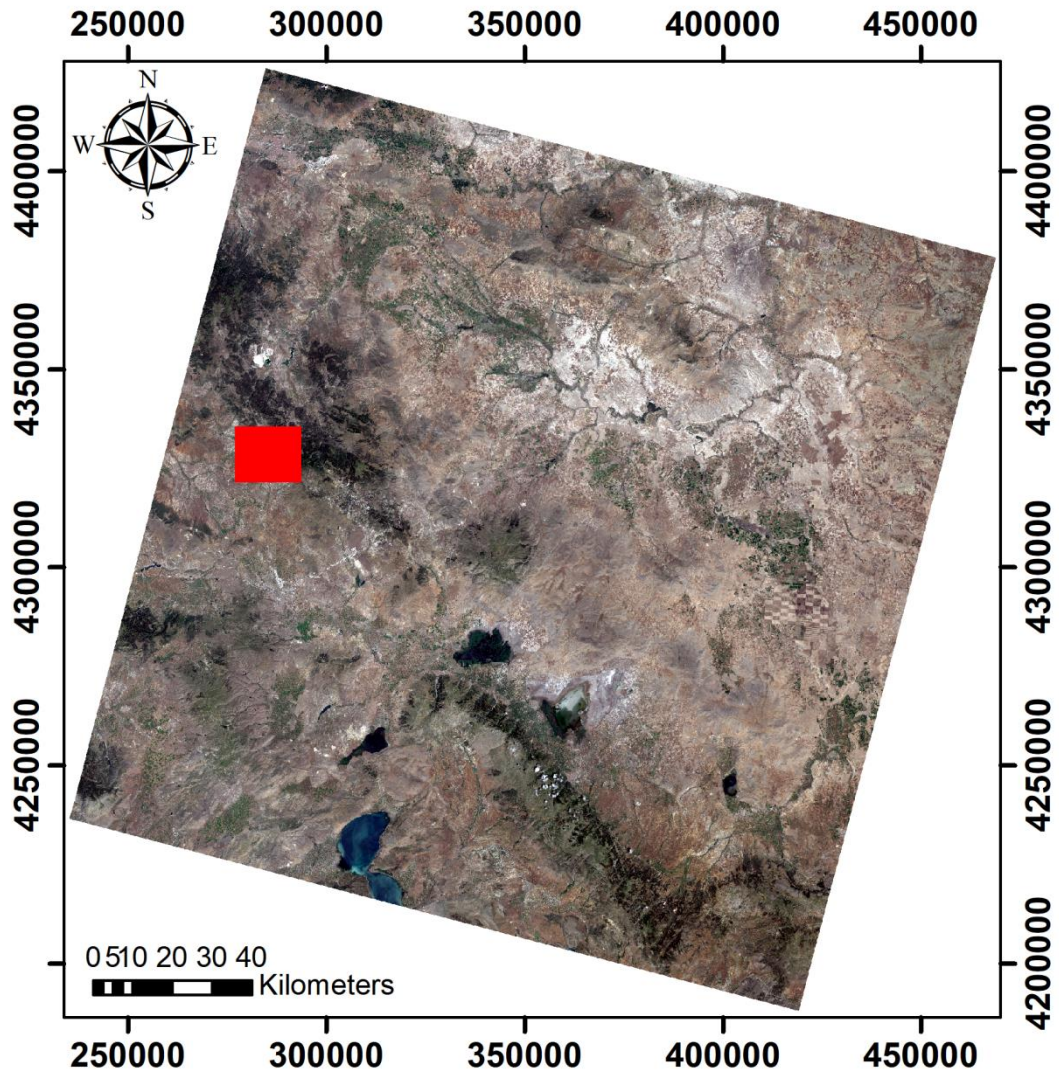


Şekil 3.2 Kırmızı poligon 1. Test alanının Landsat 8 uydu görüntüsü üzerindeki yerini göstermektedir.

1. Test alanına göre Gölet yoğunluğunun daha fazla olması amacı ile Şekil 3.3’de gösterilen ve 1. Test alanına göre daha küçük bir alan olan 2. Test alanı ayrıca analiz edilmiştir. Söz konusu alanda Çizelge3.2’de detayları belirtilen 6 adet gölet bulunmaktadır.

Çizelge 3.2 İkinci (2.) test alanında bulunan Göletlerin listesi.

Gölet Adı	Yapım Tarihi	Gölet Adı	Yapım Tarihi
Üçlerkayası Göleti	2005	Beyköy Göleti	2014
Ayazini Göleti	2008	Sarıcaova Göleti	2016
Bayramaliler Göleti	2013	Kayıhan Göleti	2018



Şekil 3.3 Kırmızı poligon 2. Test alanının Landsat 8 uydu görüntüsü üzerindeki yerini göstermektedir.

3.2 MATERYAL

Çalışmada 2004-2019 yıllarına ait yaz mevsimleri (Haziran, Temmuz ve Ağustos ayları) için toplamda 119 adet Landsat 5 ve Landsat 8 görüntüsünden faydalanılmıştır. Landsat 5 görüntüleri (57 adet) 2004-2010 yıllarını, Landsat 8 görüntüleri (62 adet) ise 2013-2019 yıllarını kapsamaktadır. Uydu görüntüleri ABD Jeolojisi Birliği'nin (USGS) açık kaynaklı görüntü sağlayıcısı olarak hizmet veren <https://earthexplorer.usgs.gov/> sitesinden temin edilmiştir. YYS analizinde kullanılacak görüntülerdeki bulutluluk durumu sıcaklık istatistiklerinde yanıltıcı sonuçlar vereceği için bulutlu olan görüntüler ayıklanarak çalışmada 32 adet Landsat-5 ve 28 adet Landsat8 görüntüsü kullanılmıştır.

2011 ve 2012 yıllarına ait uydu verilerini Landsat 5 uydusunun kullanım ömrünü tamamlaması üzerine veri temini misyonu devam eden Landsat 7 uydusu ile sağlamaktadır. Ancak uydu sensöründen kaynaklanan şerit uzunluk hatasından dolayı bu görüntüler çalışmamızda kullanılmamıştır.

Tez çalışmamızın doğruluk analizlerini yapmak için uydu görüntülerinden elde ettiğimiz YYS verileri ile meteoroloji istasyonlarına ait hava sıcaklığı verileri karşılaştırılmıştır. Tez Çalışma alanına yakınlığı sebebi ile 18005 numaralı İhsaniye istasyonuna ait çalışmada kullanılan uydu görüntülerinin alım tarihleri ile aynı günde alınmış Günlük Ortalama Sıcaklık (°C) değerleri kullanılmıştır.

3.3 YER YÜZEY SICAKLIĞININ RTE YÖNTEMİ VE LANDSAT (5, 8) VERİLERİ İLE BELİRLENMESİ

Günümüzde Uydu verileri yardımıyla YYS tespiti için kullanılan yöntemler oldukça gelişmiştir. Bunlardan en çok kullanılan algoritmalar; RTE, SWA (Sobrino et al. 1996), temperature/emissivity separation yöntemi (TES) (Gillespie et al. 1998), MWA (Qin et al. 2001), SCA yöntemidir (Jimenez-Munoz ve Sobrino 2003). Landsat verisine genellikle üç farklı YYS elde etme yöntemi uygulanır. Bunlar; RTE, MWA ve SCA yöntemleridir. Tüm bu algoritmalar iyi sonuç vermesine rağmen, RTE, uydu geçişinin olduğu sırada YYS tespiti yapılacak bölgeye ait atmosferik parametrelerin ölçülmesi gerekmektedir. Atmosferik parametreleri yerinde ölçmek uygulama aşamasında mümkün olmadığından Bu parametreler NASA'nın AtmCorr hesaplayıcısı ile elde edilebilmektedir.

Sekertekin ve Bonafoni (2020) yaptıkları çalışmada Landsat 5 TM ve Landsat 8 uydu görüntüleri üzerinde YYS elde etme algoritmalarını karşılaştırmıştır. Landsat 5 TM uydu görüntüleri için en doğru sonuçların RTE yöntemi, Landsat 8 görüntüleri için ise MWA ve RTE yöntemleri birbirine yakın doğrulukta sonuçlar vermiştir. Yaptığımız çalışmanın tüm analizlerinde aynı yöntemi kullanmanın daha anlamlı sonuçlar vereceği ve RTE yönteminin MWA yöntemine göre daha pratik olması sebebi ile bu yöntem tercih edilmiştir. Ayrıca Yu et al. (2014) yaptıkları çalışmada, üç YYS elde etme yöntemini yersel verilerle karşılaştırdıklarında RTE yönteminin 1.0 Kelvinden düşük KOH değeri ile en iyi yöntem olduğunu belirtmişlerdir.

YYS haritalarının üretilmesi için kullanılan yöntemler arasında bulunan SWA yöntemini kullanabilmek için görüntülerin kullanıldığı uyduya ait en az 2 termal bandın bulunması gerekmektedir. Çalışmamızda kullandığımız Landsat 8 uydusu 2 termal banda sahiptir fakat Landsat 5 uydusunun 1 adet termal bandı bulunmaktadır bu sebeple SWA yöntemi için uygun değildir. Çalışmamızda yöntemsel olarak yeksanlığın sağlanması için bu yöntem kullanılmamıştır.

YYS analizi yapılacak çalışma alanında su yapılarının bulunması sebebiyle yayınlığının Normalize Edilmiş Su İndeksi (NDWI) ile de hesaplanabilirliği olmasına karşın bu indeks genellikle açık su yüzeylerinin sınırlarının belirlenmesi (örneğin bir barajın rezervuar alanının yıllara göre değişim analizi) amacıyla kullanılmaktadır. Bu çalışmada su yapılarının çevresindeki kara yüzeylerine olan etkisi araştırıldığından yayınlığının hesaplanması amacı ile NDVI kullanılmıştır.

Çalışmada, Landsat 5 ve 8 görüntülerine RTE yöntemi uygulanarak YYS görüntüleri elde edilmiştir. Bu kapsamda, Landsat 5 ve 8 uydusuna ait Kırmızı band (R), Yakın Kızılötesi (NIR) band ile termal bandlar kullanılmıştır.

3.4 LANDSAT 5 İLE YYS ÇIKARIMI

Landsat 5 uydusuna ait görüntülerden YYS haritaları oluşturmak için aşağıda belirtilen işlem adımları uygulanmıştır.

• **Parlaklık Değerlerinin Spektral Radyans Değerlerine Dönüştürülmesi (tüm bantlar için (R(B3), NIR(B4), TIR(B6))**

Parlaklık değerlerinin radyans değerlerine dönüştürülmesi için Landsat 5 TM uydusu kullanım kılavuzunda bulunan (3.1) eşitliğindeki denklem kullanılmıştır. Parlaklık değerlerinin radyans değerlerine dönüştürülmesi parlaklık ve kontrast (offset and gain) düzeltmesi için yapılır (Milder 2008).

$$L_{\lambda}^{sen} = [(LMAX_{\lambda} - LMIN_{\lambda}) / (QCALMAX - QCALMIN)] \times [QCAL - QCALMIN] + LMIN_{\lambda} \quad (3.1)$$

(3.1) eşitliğinde; L_{λ} , sensördeki spektral radyansı, $LMAX_{\lambda}$, $QCALMAX$ 'a göre ölçeklendirilen spektral radyansı, $LMIN_{\lambda}$, $QCALMIN$ 'e göre ölçeklendirilen spektral radyansı, $QCAL$, görüntü parlaklık değerlerini, $QCALMAX$, maksimum parlaklık değerini, $QCALMIN$, minimum parlaklık değerini ifade etmektedir.

• **Spektral Radyans Değerlerinin Yansıtım Değerlerine Dönüştürülmesi (R ve NIR band)**

Birinci aşamada elde edilen radyans değerleri, Landsat 5 TM uydusu kullanım kılavuzundaki denklem yardımıyla sensördeki yansıtım değerlerine dönüştürülür. Bu dönüşüm için kullanılan denklem (3.2) eşitliğinde gösterilmiştir.

$$\rho_p = \frac{\pi \cdot L_{\lambda}^{sen} \cdot d^2}{ESUN_{\lambda} \cdot \cos \theta_s} \quad (3.2)$$

(3.2) eşitliğinde; ρ_p sensördeki yansıtım değerlerini, L_{λ} sensördeki spektral radyansı, d Dünya-Güneş arası mesafeyi, $ESUN_{\lambda}$ ortalama atmosferik solar irradyans değerini, θ_s solar zenit açısını ifade etmektedir.

• **NDVI Tabanlı Yer Yüzey Yayınlılık (ϵ_i) Hesabı**

Yayınlılık; nesnelerin sıcaklıklarının hesaplanmasında önemli bir parametredir, toplam gelen ışın enerjisinin, emilen ışın enerjisine oranı olarak tanımlanmaktadır. Işına maruz kalan yeryüzü materyaline ait yayınlılık değeri maddenin yansıtıcı özelliğine bağlı olarak değişmektedir. Bu değer Yansıtıcı özellik arttıkça sıfıra, matlık arttıkça bire yaklaşır.

Yayınrlık hesabı NDVI değeri yardımıyla hesaplanabilmektedir (Liu ve Zhang 2011, Van de Griend ve Owe 2003, Zhang vd. 2006).

NDVI, bitki örtüsü belirlemek için Uzaktan Algılamada ençok sık kullanılmaktadır. NDVI hesabı için yansıtım değeri hesaplanmış görüntülerden 4. bant olan NIR ve 3. bant olan R bant arasında (3.3) eşitliğinde görüldüğü gibi matematiksel bir işlem yapmak gerekir.

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_R}{\rho_{NIR} + \rho_R} \quad (3.3)$$

Sobrino et al. (2008), Çizelge 3.1’de NDVI kullanılarak bir yer yüzey yayınrlık yöntemi elde edilebileceğini ileri sürmüştür. Sobrino et al. (2008) çalışmasında emissivity çıkarımı için üç farklı eşik değeri tanımlamıştır. Bu eşik değeri; NDVI değeri 0.2’den küçük olduğu (açık alanlar), NDVI’nin 0.2 ile 0.5 arasında olduğu (bitki ve toprak yapısının karışık olduğu) ve NDVI’nin 0.5’ten büyük olduğu (tamamen bitki örtülü alanlar) eşiklerdir. Bunun yanında su yapıları için birçok çalışmada 0.985 emissivity değeri kullanılır ve bu eşik değeri NDVI’nin sıfırın altında olduğu zamandır (Vlassova et al. 2014).

Çalışma alanına ait NDVI değeri belirlendikten sonra NDVI’nin bitki ve toprak değeri kullanılarak Bitki Örtüsü Oranı (Pv) belirlenir. Bu oran NDVI üzerinden maksimum (NDVImax) ve minimum (NDVImin) değeri kullanılarak belirlenir. Bitki Örtüsü Oranı (Pv);

$$Pv = [(NDVI - NDVImin)/(NDVImax - NDVImin)]^2 \quad (3.4)$$

Formülü yardımıyla hesaplanır (Sobrino vd. 2004). Bu oran yeryüzü yayınrlık değeri (ε) hesaplanmasında kullanılır.

Çizelge 3.3 NDVI eşik değeri yöntemi ile yayınrlık hesabı (Vlassova et al. 2014).

No	NDVI	YER YÜZEY YAYINIRLIĞI (εi)
1	NDVI < 0	0.985
2	0 ≤ NDVI < 0.2	0.979 - 0.035ρ _{red}
3	0.2 ≤ NDVI ≤ 0.5	0.986 + 0.004P _v
4	NDVI > 0.5	0.990

• **NASA Atmosferik Düzeltme Parametresi Hesaplayıcı İle Atmosferik Parametrelerin Hesabı**

RTE için gerekli olan atmosferik parametreler (atmosferik geçirgenlik (τ), yukarı yönlü ışınlam (upwelling radiance: $L_{\lambda}^{\uparrow}$) ve aşağı yönlü ışınlam (downwelling radiance: $L_{\lambda}^{\downarrow}$)) NASA tarafından çevrimiçi yayınlanan NASA Atmosferik Düzeltme Parametresi Hesaplayıcı ile elde edilmiştir. Bu değerlerin hesaplanmasında kullanılan; Uydu görüntüsünün alındığı saat, dakika ve uydu görüntüsüne ait enlem boylam değerleri, görüntü metadata dosyasından alınır.

• **RTE İle YYS' nin Elde Edilmesi**

YYS'daki bir kara cismin ışınlamı ($B_{\lambda}(T_s)$) aşağıdaki denklem yardımıyla hesaplanabilmektedir.

$$B_{\lambda}(T_s) = \frac{L_{\lambda}^{\text{sen}} - L_{\lambda}^{\uparrow} - \tau_{\lambda}(1 - \epsilon_{\lambda})L_{\lambda}^{\downarrow}}{\tau_{\lambda}\epsilon_{\lambda}} \quad (3.5)$$

YYS Planck yasasına göre (3.6) nolu denklem aracılığı ile elde edilmektedir.

$$YYS = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{B_{\lambda}(T_s)} + 1\right)} \quad (3.6)$$

K_1 and K_2 Landsat 5 (B6) ve 8 (B10) verisi için kalibrasyon sabitleridir (Çizelge 3.2). Söz konusu sabit değerler www.usgs.gov sitesinde yayınlanan LANDSAT 4-5 (URL-5) ve LANDSAT 8 (URL-6) uydularına ait Kalibrasyon parametre dosyası veri formatı kontrol kitapçığından elde edilmiştir.

Çizelge 3.4 Landsat Uyduları için termal band kalibrasyon sabitleri.

SATELLITE	K_1	K_2
Landsat 5 (Band6)	607.76	1260.56
Landsat 8 (Band10)	774.89	1321.08

3.5 LANDSAT 8 İLE YYS ÇIKARIMI

Landsat 8 uydusuna ait görüntülerden YYS haritaları oluşturmak için aşağıda belirtilen işlem adımları uygulanmıştır.

• *Parlaklık Değerlerinin Spektral Radyans Değerlerine Dönüştürülmesi (TIR (B10) band)*

Parlaklık değerlerinin radyans değerlerine dönüştürülmesi için (3.7) eşitliğinde verilen denklem kullanılmaktadır ve bu dönüşüm genellikle termal bandlara uygulanmaktadır. Parlaklık değerlerinin radyans değerlerine dönüştürülmesi, parlaklık ve kontrast (offset and gain) düzeltilmesi için yapılır (Milder 2008).

$$L_{\lambda} = M_L \times Q_{cal} + A_L \quad (3.7)$$

Bu denklemde, L_{λ} radyans değerini, M_L banda özel çarpımsal yeniden ölçekleme değerini, A_L banda özel toplamsal yeniden örnekleme değerini, Q_{cal} dijital piksel değerlerini ifade etmektedir. M_L ve A_L değerleri, görüntü metadatasından alınır.

• *Parlaklık Değerlerinin Yansıtım Değerlerine Dönüştürülmesi (R ve NIR:4. ve 5. bandlar)*

Termal banda uygulanan radyans dönüşümü sonrasında 4. ve 5. Bandlar için parlaklık değerlerinin yansıtım değerlerine dönüştürülmesi işlemi (3.8) nolu denklem ile gerçekleştirilir. NDVI hesaplanmasında bant dört ve bant beş kullanılacaktır. Algılayıcı yansıtım değerleri hesabı, solar yükseklik açısı ve dünya-güneş mesafesi gibi sensör ve gezegensel etkileri düzeltmek için yapılır (Milder 2008).

$$\rho_{\lambda} = \frac{M_p Q_{cal} + A_p}{\sin \theta_{SE}} \quad (3.8)$$

Burada, ρ_{λ} yansıtım değerlerini, M_p banda özel çarpımsal yeniden ölçekleme değerini, A_p banda özel toplamsal yeniden örnekleme değerini, θ_{SE} güneş yükseklik açısını ifade etmektedir. Bu değerler görüntü metadata dosyasından elde edilebilir.

- ***NDVI Tabanlı Yer Yüzey Yayınırılık (ϵ_i) Hesabı,***

Landsat 8 için yüzey yayınırılık görüntüleri, Landsat 5 ile YYS çıkarımı başlığı altında verilen denklemler kullanılarak çıkarılmıştır.

- ***Atmosferik Düzeltme Parametresi Hesaplayıcı İle Atmosferik Parametrelerin Hesabı***

Landsat 8 için atmosferik parametrelerin hesabı, Landsat 5 ile YYS çıkarımı başlığı altında verilen yöntem kullanılarak hesaplanmıştır.

- ***RTE İle YYS'nin Elde Edilmesi***

Landsat 8 için RTE ile YYS elde edilmesi, Landsat 5 ile YYS çıkarımı başlığı altında verilen denklemler kullanılarak yapılmıştır.



BÖLÜM 4

UYGULAMA

2004-2010 yıllarını kapsayan YYS analizleri Landsat 5, 2013-2019 yılları arası ise Landsat 8 uydusundan elde edilen görüntüler ile yapılmıştır. Çalışmada, metod bölümünde Landsat 5 ve Landsat 8 uyduları için ayrı ayrı bahsedilen YYS çıkarım adımları uygulanmıştır. Bu bölümde test alanları için alan bazlı YYS istatistikleri ile gölet bazlı YYS istatistikleri sunulmuştur.

Çalışma bölgemizi kapsayan uydu görüntülerinin işlenmesiyle elde edilen YYS haritaları baz alınarak çalışma alanı bölümünde bahsettiğimiz 1. ve 2. test alanlarının YYS analizi yapılmıştır. İstatistiksel olarak maksimum, ortalama ve minimum YYS değerleri her bir görüntü baz alınarak çıkarılmıştır. Yapılan değerlendirmeler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Öncelikle 2004-2019 yılları arasında Landsat 8 uydusundan elde edilen görüntüler arasından 20 Haziran – 25 Temmuz tarihleri arasına denk gelen her seneden 1 adet bulutsuz görüntü seçilip YYS analizi yapılmış çıkan sıcaklık değerleri kullanılarak ortalama sıcaklık grafikleri oluşturulup yıllara göre YYS değişiminin eğilim trendi irdelenmiştir.
- Sonrasında 2004-2010 yılları arası Landsat 5 ve 2013-2019 yılları arası Landsat 8 uydularına ait haziran, temmuz ve ağustos aylarında elde edilen 1. ve 2. Test alanları baz alınarak YYS analizi yapılmış ve her seneye ait kaç sıcaklık değeri var ise aritmetik ortalaması alınarak o seneye ait sıcaklık değeri oluşturulmuş ve YYS eğilim trendi grafiksel gösterilmiştir.
- Üçüncü olarak çalışma alanımız dâhilinde bulunan Yapay su yapılarının rezervuar alanları vektörel olarak çizilmiş ve göletlerin yapılma yılı temel alınarak bu yıllardan önceki ve sonraki yıllara ait Uydu görüntülerinden elde ettiğimiz YYS haritası kullanılarak gölet ve çevresindeki YYS değişimi irdelenmiştir.
- Dördüncü olarak elde ettiğimiz YYS verileri ile İhsaniye meteoroloji istasyonuna ait hava sıcaklığı verileri arasındaki korelasyon incelenmiştir. Bu istasyonda YYS ölçüm

fonksiyonu bulunmadığından dolayı Nispi Hava Sıcaklığı verileri elde edilip, YYS modelini çıkarttığımız uydu görüntülerinden de meteoroloji gözlem istasyonunun denk geldiği piksellerdeki YYS sıcaklığı verileri birlikte değerlendirilmesiyle bu iki ölçümler arasında korelasyonlu bir ilişki olup olmadığı irdelenmiştir.

4.1 ALAN BAZLI YYS ANALİZİ

Bu başlık altında 1. ve 2. Test alanı için çıkarılan istatistiksel YYS analizleri sunulmuştur.

4.1.1 Birinci (1.) Test Alanı YYSAnalizi

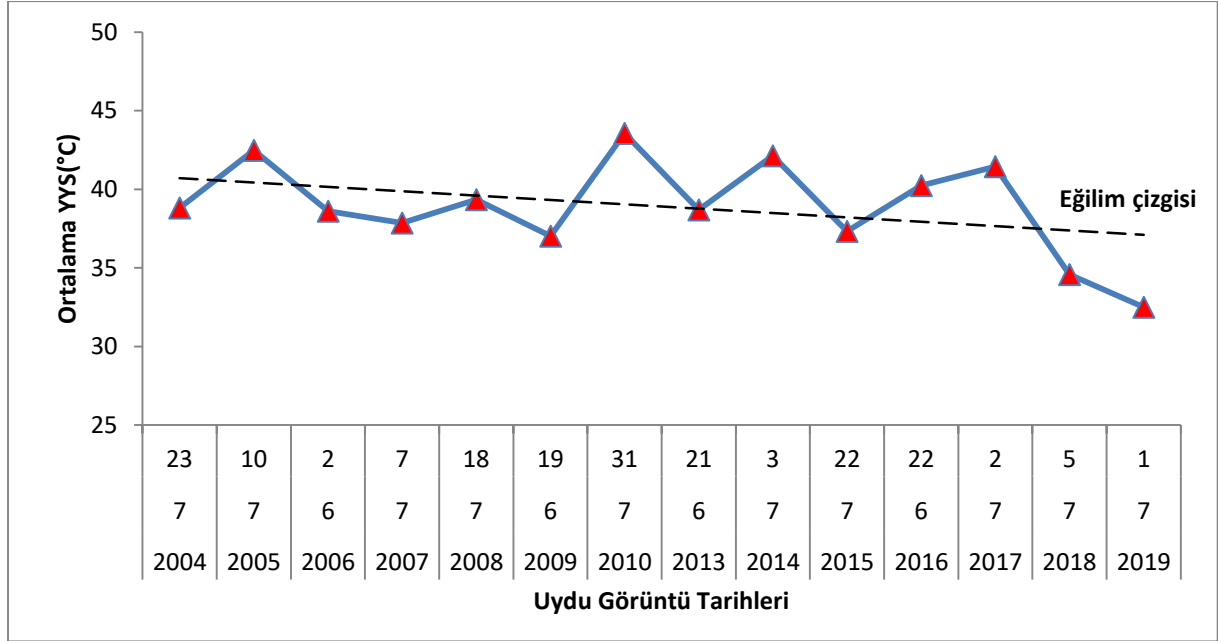
Seçilen test alanına ait alan vektör dosyası olarak oluşturulmuş ve bu vektör dosyası baz alınarak her bir YYS görüntüsünden ilgili alan için minimum, maksimum ve ortalama YYS değerleri çıkarılarak analiz edilmiştir.

İlk çalışma olarak 2004-2019 yıllarını kapsayan Lansat 5 ve 8 görüntülerinden 02 Haziran – 31 Temmuz tarihleri arasına denk gelen her seneden bir uydu görüntüsü seçilerek YYS analizi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1 Birinci (1.) Test alanında 2004-2019 tarihleri arası kullanılan görüntülere ait YYS analiz çizelgesi.

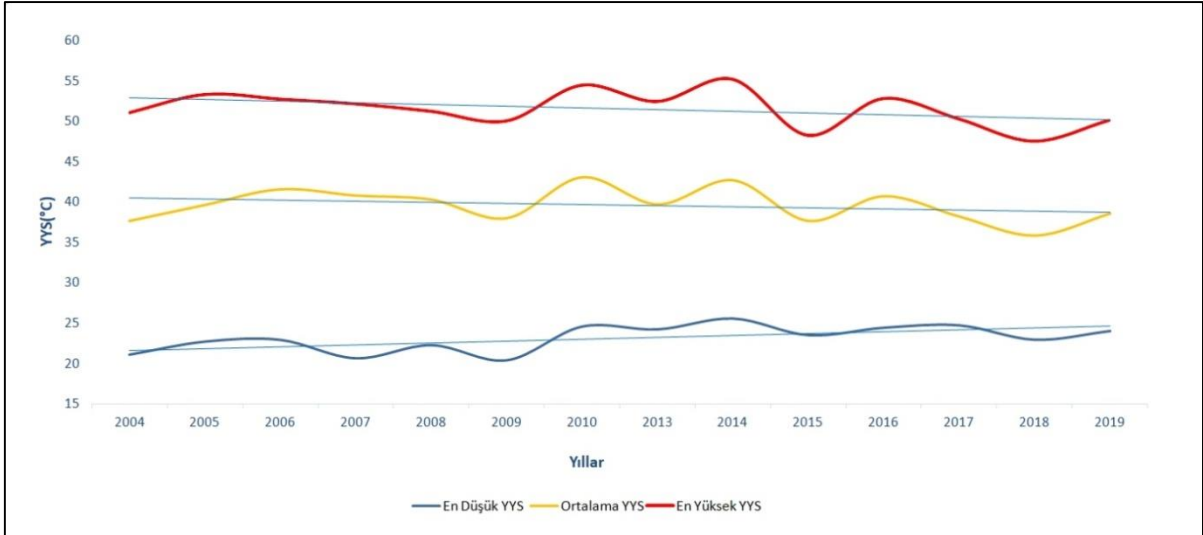
Yıl	Ay	Gün	Min	Max	Ortalama	Standart Sapma
2004	7	23	21.13	50.26	38.81	5.42
2005	7	10	24.15	55.79	42.48	5.40
2006	6	2	12.89	52.08	38.61	5.29
2007	7	7	17.69	49.62	37.86	5.86
2008	7	18	20.99	51.49	39.34	5.74
2009	6	19	20.24	50.79	37.03	5.39
2010	7	31	24.49	54.59	43.57	4.68
2013	6	21	21.94	50.95	38.69	5.58
2014	7	3	25.11	54.57	42.14	5.58
2015	7	22	23.57	48.16	37.32	4.40
2016	6	22	23.99	51.91	40.23	5.31
2017	7	2	26.32	53.82	41.45	5.10
2018	7	5	21.52	47.91	34.59	4.59
2019	7	1	19.23	42.93	32.50	4.33

Çizelge 4.1’de ortalama YYS değerlerindeki değişim trendinin (eğiliminin) tespiti amacıyla Şekil 4.1’deki eğilim grafiği hazırlanmıştır. Grafik incelendiğinde ortalama YYS değeri yıllara göre düşüş eğilimindedir. Eğilim çizgisi değerlerini dikkate alırsak 2004-2019 yıllarında sırasıyla 40.7⁰C den 37.1 ⁰C’ye düşmüştür.



Şekil 4.1 Birinci (1.) Test alanında 2004-2019 tarihleri arası kullanılan görüntülere ait YYS eğilim grafiği.

2. uygulama olarak söz konusu alana ait 2004 ve 2019 yılları arası toplam 60 görüntünün YYS analizi yapılarak maksimum, ortalama ve minimum YYS sıcaklık değerleri her senenin kendi içerisinde aritmetik ortalaması olarak yıllara göre değişimlerine ait şekil 4.2’deki eğilim grafiği hazırlanmıştır. Örneğin 2006 yılı haziran, temmuz, ağustos aylarına ait bulutsuz 5 uydu görüntüsü bulunmaktadır, bu görüntülere ait YYS analizinde bulunan maksimum, ortalama ve minimum değerler ayrı ayrı toplanıp 5 e bölünerek 2016 yılına ait maksimum, ortalama ve minimum sıcaklık değerleri hesaplanmış ve bu değerler kullanılarak eğilim grafiği hazırlanmıştır.



Şekil 4.2 Birinci (1.) Test alanına ait 2004-2019 yılları arası Yıllara göre ortalama YYS analizi eğilim grafiği.

Şekil 4.2’de bulunan eğilim grafiği incelendiğinde Maksimum ve ortalama YYS değerlerinde azalma eğilimi olmasına rağmen Minimum YYS değerinde artma eğilimi görülmüştür. Arslan (2017) yaptığı çalışmada; Akkaya Barajının yakın çevresine ait Maksimum ve Ortalama hava sıcaklığı değerlerinde düşüş, Minimum hava sıcaklığı değerinde artış olduğunu tespit etmiştir. Hava sıcaklığı ile YYS değerleri arasında ilişki olduğu birçok çalışmada saptanmıştır. Bu bağlamda YYS analizinde oluşturduğumuz eğilim grafiği sonuçları literatüre uygundur.

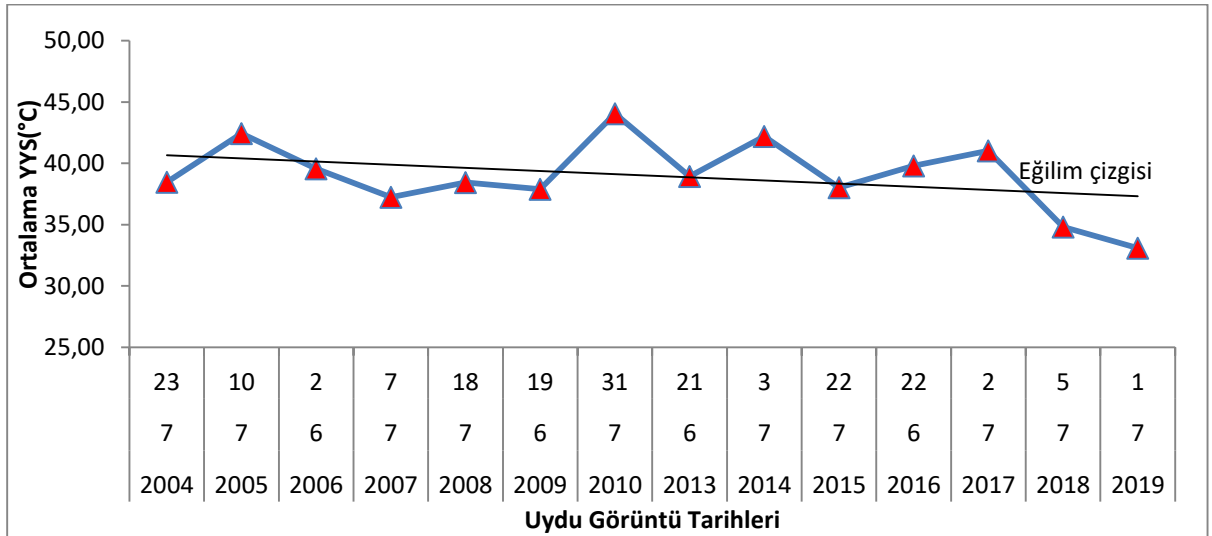
4.1.2 İkinci (2.) Test Alanı YYS Analizi

Bu uygulamada 2. Test alanına ait vektör dosyası oluşturulmuştur. 1. Test Alanına ait Çizelge 4.1’da belirtilen YYS analizinde kullanılan uydu görüntülerinin aynılarını kullanılarak YYS analizi yapılmış ve elde edilen YYS değerlerine göre Çizelge 4.2 oluşturulmuştur.

Çizelge 4.2 İkinci (2.) Test alanında 2013-2019 tarihleri arası kullanılan görüntülere ait YYS analiz çizelgesi.

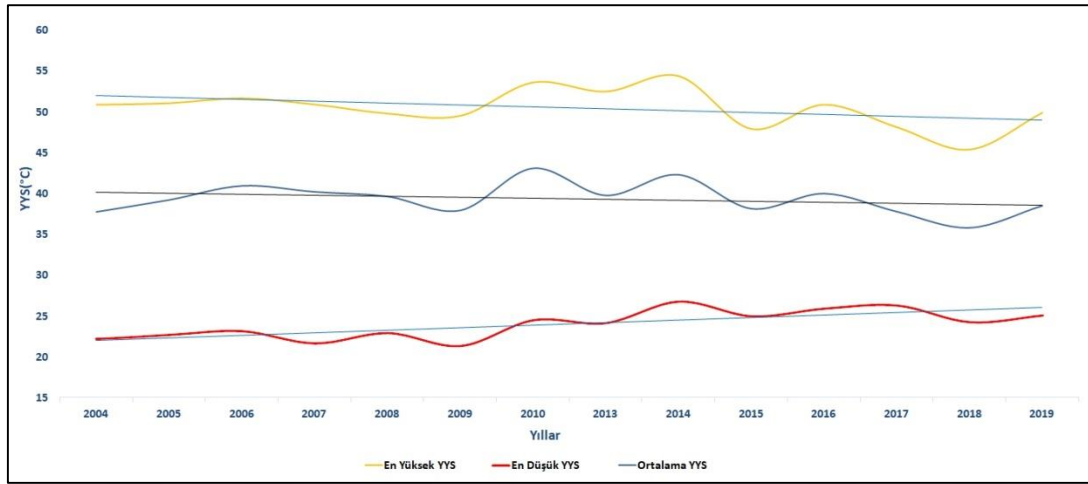
Yıl	Ay	Gün	Min	Max	Ortalama	Standart Sapma
2004	7	23	22.28	49.71	38.46	4.92
2005	7	10	24.15	55.43	42.43	4.72
2006	6	2	20.70	52.08	39.58	4.54
2007	7	7	19.81	47.88	37.24	5.10
2008	7	18	22.11	49.38	38.43	4.96
2009	6	19	21.35	50.79	37.89	5.16
2010	7	31	24.49	54.14	44.06	4.14
2013	6	21	23.80	50.95	38.93	4.89
2014	7	3	26.88	54.47	42.21	4.91
2015	7	22	25.11	48.16	38.03	4.06
2016	6	22	26.05	49.87	39.81	4.24
2017	7	2	28.66	51.73	41.01	4.02
2018	7	5	23.21	45.66	34.81	4.11
2019	7	1	20.50	42.93	33.08	3.92

Çizelge 4.2’de bulunan ortalama sıcaklık değerindeki değişim eğiliminin tespiti amacıyla Şekil 4.3’deki eğilim grafiği hazırlanmıştır. Grafik incelendiğinde ortalama YYS değeri yıllara göre düşüş eğilimindedir. Eğilim çizgisi değerlerini dikkate alırsak 2004-2019 yıllarında sırasıyla 40.6⁰C den 37.4 ⁰C’ye düşmüştür.



Şekil 4.3 İkinci (2.) Test alanında 2004-2019 tarihleri arası kullanılan görüntülere ait YYS eğilim grafiği.

2. test alanındaki bir diğer uygulama olarak söz konusu alana ait 2004 ve 2019 yılları arası toplam 60 görüntünün YYS analizi yapılarak maksimum, ortalama ve minimum YYS sıcaklık değerleri her senenin kendi içerisinde aritmetik ortalaması olarak yıllara göre değişimlerine ait Şekil 4.4 deki eğilim grafiği hazırlanmıştır. Örneğin 2007 yılı haziran, temmuz, ağustos aylarına ait bulutsuz 2 uydu görüntüsü bulunmaktadır, bu görüntülere ait YYS analizinde bulunan maksimum, ortalama ve minimum değerler ayrı ayrı toplanıp 2 e bölünerek 2017 yılına ait maksimum, ortalama ve minimum sıcaklık değerleri hesaplanmış ve bu değerler kullanılarak eğilim grafiği hazırlanmıştır.



Şekil 4.4 İkinci (2.) Test alanına ait 2004-2019 yılları arası Yıllara göre ortalama YYS analizi eğilim grafiği.

Şekil 4.4’de bulunan eğilim grafiği incelendiğinde maksimum ve ortalama YYS değerlerinde azalma eğilimi olmasına rağmen minimum YYS değerinde artma eğilimi görülmüştür. Arslan (2017) yaptığı çalışmada; Akkaya Barajının yakın çevresine ait Maksimum ve Ortalama hava sıcaklığı değerlerinde düşüş, Minimum hava sıcaklığı değerinde artış olduğunu tespit etmiştir. Hava sıcaklığı ile YYS değerleri arasında ilişki olduğu birçok çalışmada saptanmıştır. Bu bağlamda YYS analizinde oluşturduğumuz eğilim grafiği sonuçları literatüre uygundur.

4.2 GÖLET BAZLI YYS ANALİZİ

Bu başlık altında Test alanları içerisinde kalan göletler için çıkarılan istatistiksel YYS analizleri sunulmuştur.

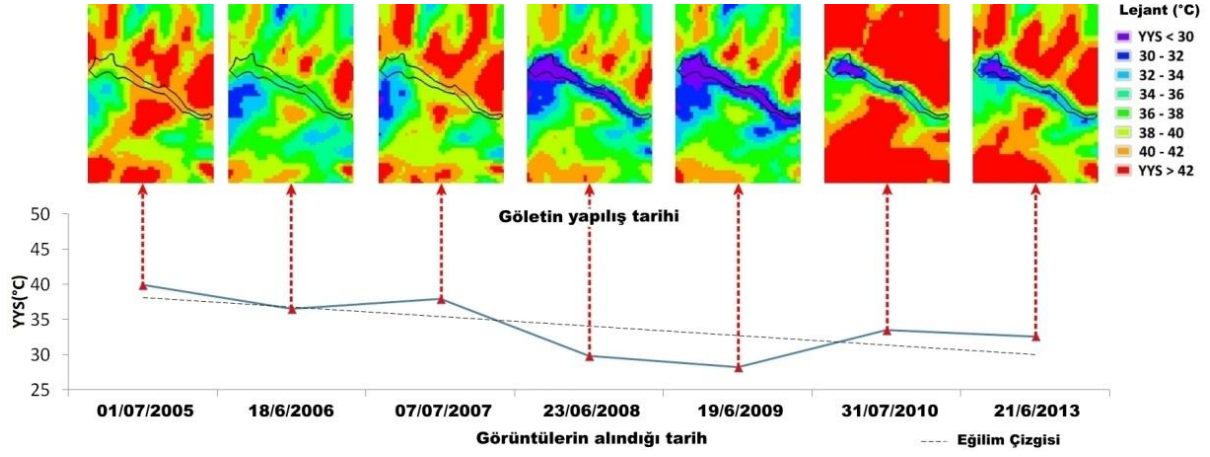
4.2.1 Ayazın Göleti

Afyonkarahisar İline bağlı İhsaniye ilçesinde bulunan Şekil 4.5’de gösterilen Ayazini Göleti 2008 yılında su tutmaya başlamıştır. Ayazini deresi üzerine inşa edilen göletin 133 ha sulama kapasitesi vardır.



Şekil 4.5 Ayazın Göletine ait 16.08.2016 tarihli Google Earth görüntüsü.

Göletin su tutma tarihi baz alınarak önceki ve sonraki yılların uydu görüntülerinden elde edilen YYS haritaları Şekil 4.6’da görüldüğü üzere Density Slicing (Yoğunluk Dilimleme) yöntemiyle renklendirilmiştir. Belirlenen yıllara ait YYS değerleri arasında ilişkinin incelenmesi amacı ile YYS analizinin eğilim grafiği hazırlanmıştır. Şekil 4.6’daki grafikte yer alan ortalama YYS değerleri, göletin maksimum su seviyesini gösteren vektör dosya (şekillerde gösterilen) baz alınarak çıkarılmıştır. Grafik incelendiğinde gölet sınırları içindeki ortalama YYS değerlerinin düşüş eğiliminde olduğu görülmektedir. Şekil 4.6’da görüldüğü üzere göletteki su miktarının değişimi çevresindeki YYS değerlerini etkilemiştir. 19.06.2009 tarihindeki uydu görüntüsünde gölet rezervuar alanındaki su miktarı maksimum seviyeye ulaştığından ortalama YYS en düşük seviyesine inmiştir. 31.07.2010 ve 21.06.2013 tarihli görüntülerde ise YYS değerlerinin artmasının göletin rezervuar alanında bulunan su seviyesindeki düşüşten dolayı olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.6 Ayazini Göleti YYS analiz grafiği.

4.2.2 Bayramaliler Göleti

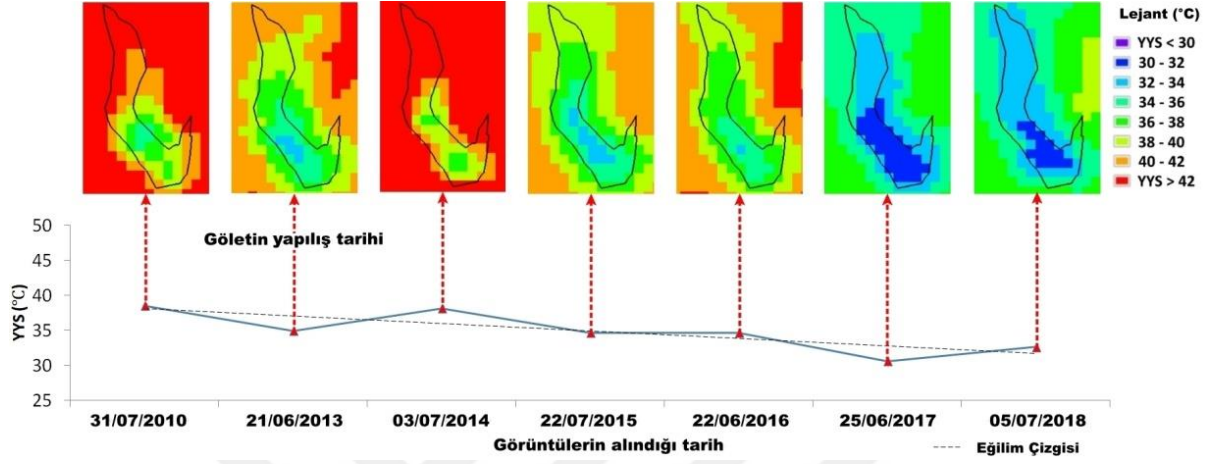
Şekil 4.7’de görülen, 390 dekar sulama kapasitesi olan Bayramaliler Göleti 2013 yılında su tutmaya başlamıştır.



Şekil 4.7 Bayramaliler Göletine ait 16.08.2018 tarihli Google Earth görüntüsü.

Göletin su tutma tarihi baz alınarak önceki ve sonraki yılların uydu görüntülerinden elde edilen YYS haritaları Şekil 4.8’de görüldüğü üzere Density Slicing (Yoğunluk Dilimleme) yöntemiyle renklendirilmiştir. Belirlenen yıllara ait YYS değerleri arasında ilişkinin incelenmesi amacı ile YYS analizinin eğilim grafiği hazırlanmıştır. Şekil 4.8’deki grafikte yer alan ortalama YYS değerleri, göletin maksimum su seviyesini gösteren vektör dosya (şekillerde gösterilen) baz alınarak çıkarılmıştır. Grafik incelendiğinde gölet sınırları içindeki

ortalama YYS değerlerinin düşüş eğiliminde olduğu görülmektedir. Göletin su tutmaya başladığı 2013 yılından 2017 yılına kadar YYS sıcaklığında ciddi bir değişim olmamıştır, 2017 senesinde göletin rezervuar alanındaki su miktarının artmasından kaynaklandığı düşünülen YYS değerinde bir düşüş gözlemlenmiştir.



Şekil 4.8 Bayramaliler Göleti YYS analiz grafiği.

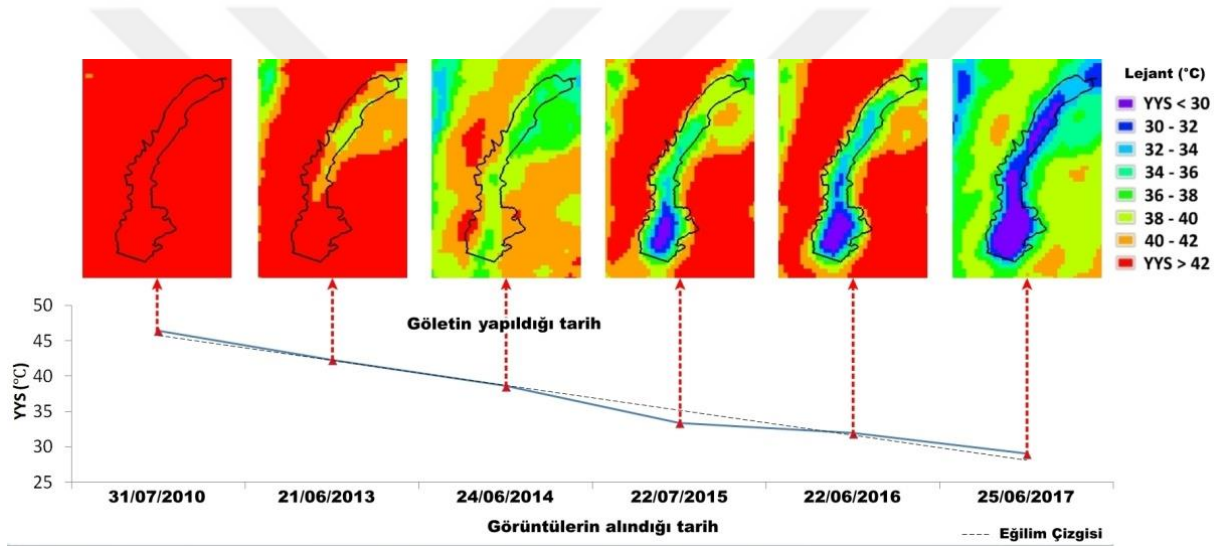
4.2.3 Beyköy Göleti

Şekil 4.9'de görülen, 1410 dekar sulama kapasitesi olan Beyköy Göleti 2014 yılında su tutmaya başlamıştır.



Şekil 4.9 Beyköy Gölüne ait 18.08.2018 tarihli Google Earth görüntüsü.

Göletin su tutma tarihi baz alınarak önceki ve sonraki yılların uydu görüntülerinden elde edilen YYS haritaları Şekil 4.10’de görüldüğü üzere Density Slicing (Yoğunluk Dilimleme) yöntemiyle renklendirilmiştir. Belirlenen yıllara ait YYS değerleri arasında ilişkinin incelenmesi amacı ile YYS analizinin eğilim grafiği hazırlanmıştır. Şekil 4.10’deki grafikte yer alan ortalama YYS değerleri, göletin maksimum su seviyesini gösteren vektör dosya (şekillerde gösterilen) baz alınarak çıkarılmıştır. Grafik incelendiğinde gölet sınırları içindeki ortalama YYS değerlerinin düşüş eğiliminde olduğu görülmektedir. 2010 senesinde YYS sıcaklığı en yüksek seviyesindedir, 2014 yılında gölet su tutmaya başlamıştır, 2015-2017 yılları arasında rezervuar alanındaki su miktarında artış olduğu rezervuar alanı yakınlarındaki kara yüzeyinde ise YYS değerlerinde düşüş olduğu gözlemlenmiştir. YYS’nın rezervuar alanındaki su miktarına bağlı olarak düştüğü düşünülmektedir.



Şekil 4.10 Beyköy Göleti YYS analiz grafiği.

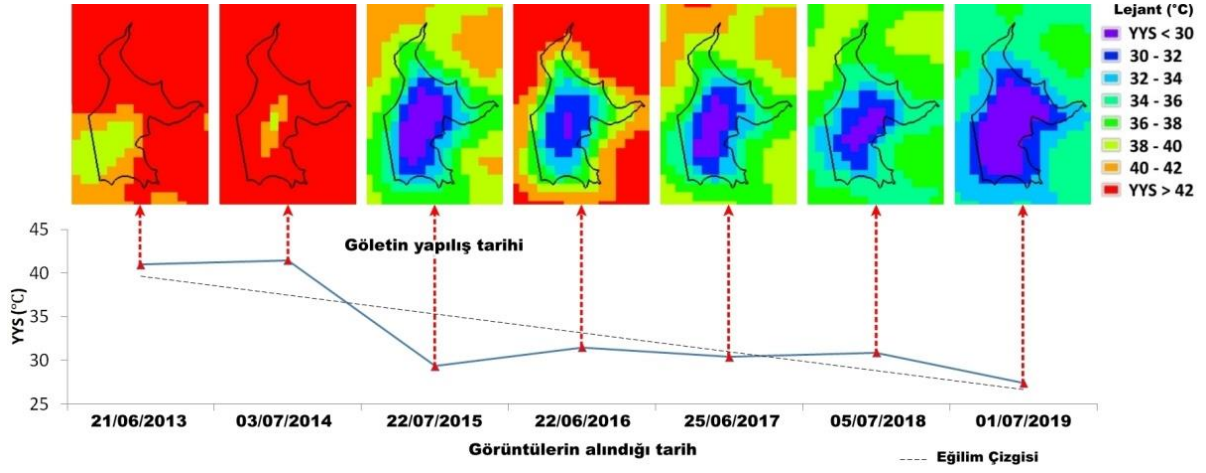
4.2.4 Bostanlı – Çiftlik Göleti

Şekil 4.11’de görülen, 1110 hektar sulama kapasitesi olan Bostanlı - Çiftlik Göleti 2015 yılında su tutmaya başlamıştır.



Şekil 4.11 Bostanlı – Çiftlik Göletine ait 18.08.2018 tarihli Google Earth görüntüsü.

Göletin su tutma tarihi baz alınarak önceki ve sonraki yılların uydu görüntülerinden elde edilen YYS haritaları Şekil 4.12’de görüldüğü üzere Density Slicing (Yoğunluk Dilimleme) yöntemiyle renklendirilmiştir. Belirlenen yıllara ait YYS değerleri arasında ilişkinin incelenmesi amacı ile YYS analizinin eğilim grafiği hazırlanmıştır. Şekil 4.12’deki grafikte yer alan ortalama YYS değerleri, göletin maksimum su seviyesini gösteren vektör dosya (şekillerde gösterilen) baz alınarak çıkarılmıştır. Grafik incelendiğinde gölet sınırları içindeki ortalama YYS değerlerinin düşüş eğiliminde olduğu görülmektedir. Göletin su tutmaya başladığı 2015 yılı öncesi YYS’nın 42 °C ve üzeri olduğu görülmektedir, 2015 senesinde göletin su tutmaya başlamasının ardından YYS düşüş göstermiştir. 2016 yılında gölette bulunan su miktarının düşmesiyle YYS’nın artış gösterdiği gözlemlenmiştir, 2019 yılında iste rezervuar alanındaki su seviyesinin en yüksek seviyesine çıktığında gölet yakınlarındaki YYS’nın en düşük seviyesinde olduğu gözlemlenmektedir. YYS’ndaki bu değişimin rezervuar alanında bulunan su miktarı ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.12 Bostanlı Çiftlik Göleti YYS analiz grafiği.

4.2.5 Bozhüyük Göleti

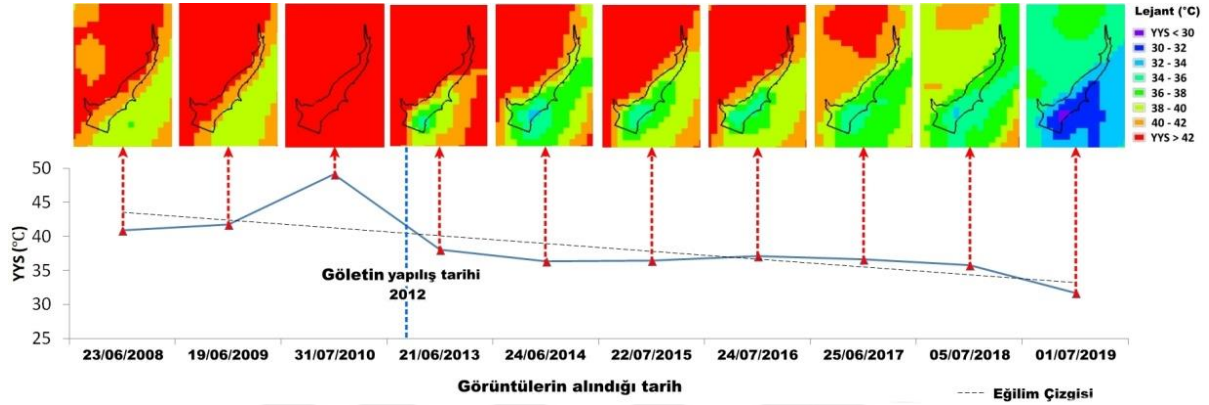
Şekil 4.13’de görülen, 35 hektar sulama kapasitesi olan Bozhüyük Göleti 2012 yılında su tutmaya başlamıştır.



Şekil 4.13 Bozhüyük Göletine ait 16.08.2018 tarihli Google Earth görüntüsü.

Göletin su tutma tarihi baz alınarak önceki ve sonraki yılların uydu görüntülerinden elde edilen YYS haritaları Şekil 4.14’de görüldüğü üzere Density Slicing (Yoğunluk Dilimleme) yöntemiyle renklendirilmiştir. Belirlenen yıllara ait YYS değerleri arasında ilişkinin incelenmesi amacı ile YYS analizinin eğilim grafiği hazırlanmıştır. Şekil 4.14’deki grafikte

yer alan ortalama YYS değerleri, göletin maksimum su seviyesini gösteren vektör dosya (şekillerde gösterilen) baz alınarak çıkarılmıştır. Grafik incelendiğinde gölet sınırları içindeki ortalama YYS değerlerinin düşüş eğiliminde olduğu görülmektedir. 01.07.2019 tarihli uydu görüntüsünde; rezervuar alanında bulunan su miktarının en yüksek seviyesine ulaştığı ve gölet çevresindeki YYS'nın düştüğü gözlemlenmiştir. Bu durumun rezervuar alanındaki su miktarından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.14 Bozhüyük Göleti YYS analiz grafiği.

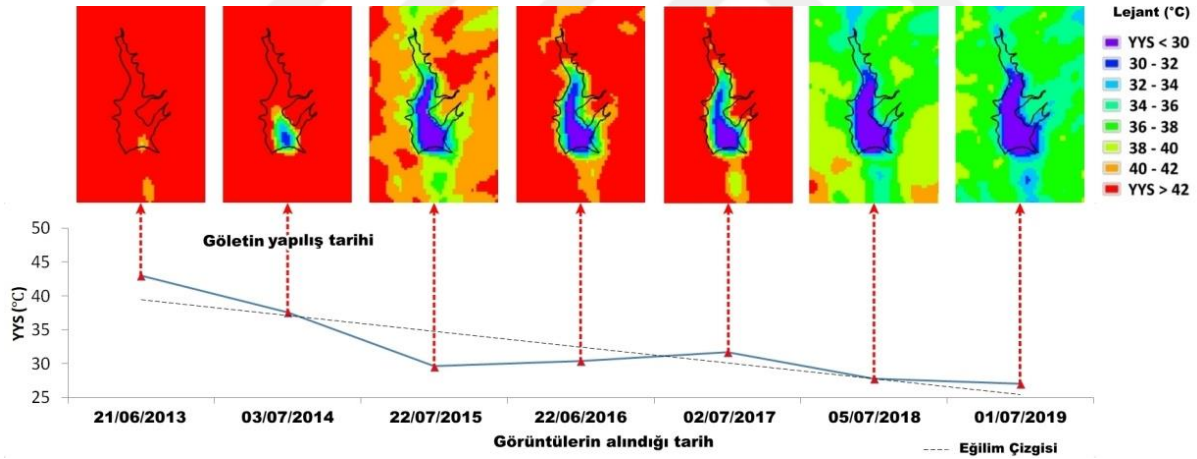
4.2.6 Karaağaç Göleti

Şekil 4.15’de görülen, 256 hektar sulama kapasitesi olan Karaağaç Göleti 2014 yılında su tutmaya başlamıştır.



Şekil 4.15 Karaağaç Göletine ait 16.08.2018 tarihli Google Earth görüntüsü.

Göletin su tutma tarihi baz alınarak önceki ve sonraki yılların uydu görüntülerinden elde edilen YYS haritaları Şekil 4.16’de görüldüğü üzere Density Slicing (Yoğunluk Dilimleme) yöntemiyle renklendirilmiştir. Belirlenen yıllara ait YYS değerleri arasında ilişkinin incelenmesi amacı ile YYS analizinin eğilim grafiği hazırlanmıştır. Şekil 4.16’deki grafikte yer alan ortalama YYS değerleri, göletin maksimum su seviyesini gösteren vektör dosya (şekillerde gösterilen) baz alınarak çıkarılmıştır. Grafik incelendiğinde gölet sınırları içindeki ortalama YYS değerlerinin düşüş eğiliminde olduğu görülmektedir. 2014 senesi öncesi YYS 42 °C ve üzeridir 2014 senesinde göletin su tutması ile rezervuar alanında YYS değerlerinde düşüş gözlemlenmiştir. 2015 senesinde ise su miktarının artması ile gölet çevresindeki YYS’nda düşüş gözlemlenmiştir. 2016 ve 2017 yılında yağış rejimi ve diğer parametrelerden kaynaklandığı düşünülen rezervuar alanındaki su seviyesindeki düşüşle gölet çevresindeki YYS değerinde artış tespit edilmiştir. 2018 ve 2019 senelerinde rezervuar alanındaki su seviyesinin arttığı ve gölet yakınlarındaki YYS değerinin düştüğü gözlemlenmiştir. YYS değerlerindeki bu değişimlerin rezervuar alanındaki su miktarındaki değişimden kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.16 Karaağaç Göleti YYS analizi.

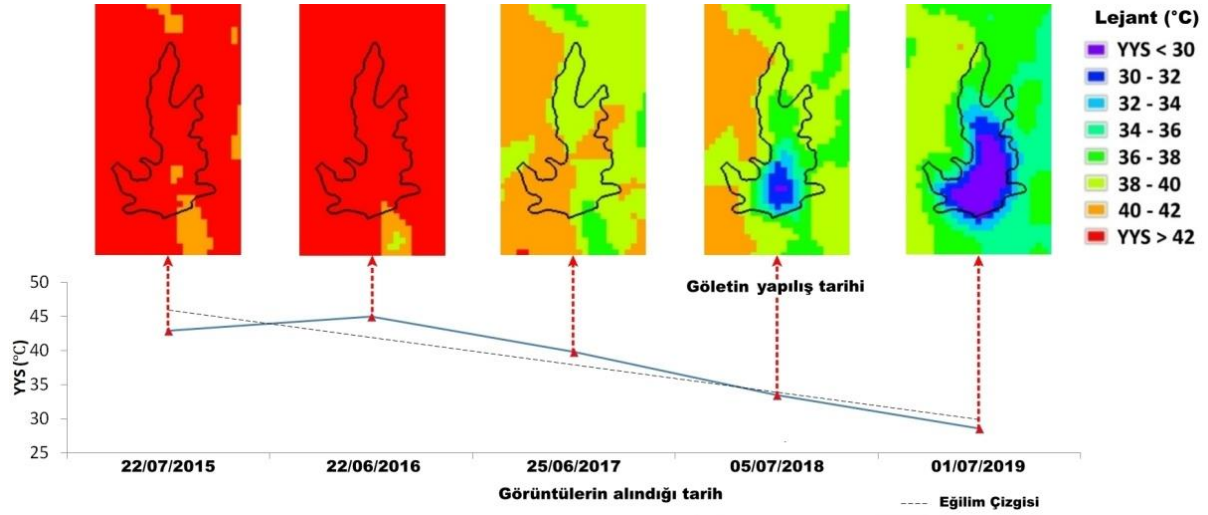
4.2.7 Kayıhan Göleti

Şekil 4.17’de görülen, 630 dekar sulama kapasitesi olan Kayıhan Göleti 2018 yılında su tutmaya başlamıştır.



Şekil 4.17 Kayıhan Göletine ait 16.08.2018 tarihli Google Earth görüntüsü.

Göletin su tutma tarihi baz alınarak önceki ve sonraki yılların uydu görüntülerinden elde edilen YYS haritaları Şekil 4.18’de görüldüğü üzere Density Slicing (Yoğunluk Dilimleme) yöntemiyle renklendirilmiştir. Belirlenen yıllara ait YYS değerleri arasında ilişkinin incelenmesi amacı ile YYS analizinin eğilim grafiği hazırlanmıştır. Şekil 4.18’deki grafikte yer alan ortalama YYS değerleri, göletin maksimum su seviyesini gösteren vektör dosya (şekillerde gösterilen) baz alınarak çıkarılmıştır. Grafik incelendiğinde gölet sınırları içindeki ortalama YYS değerlerinin düşüş eğiliminde olduğu görülmektedir. Gölet yapılmadan önceki YYS’nın 42 °C ve üzeri olduğu görünmektedir. 2018 senesinde göletin su tutmaya başlaması ile göletin rezervuar alanına ait YYS değerleri 30-32 °C aralığına inmiştir. 2019 senesinde rezervuar alanında bulunan su miktarının artmasıyla gölet çevresindeki YYS değerinde ciddi bir düşüş gözlemlenmiştir, YYS değerindeki bu değişimlerin göletin rezervuar alanındaki su miktarından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.18 Kayıhan Göleti YYS analizi.

4.2.8 Sarıcaova Göleti

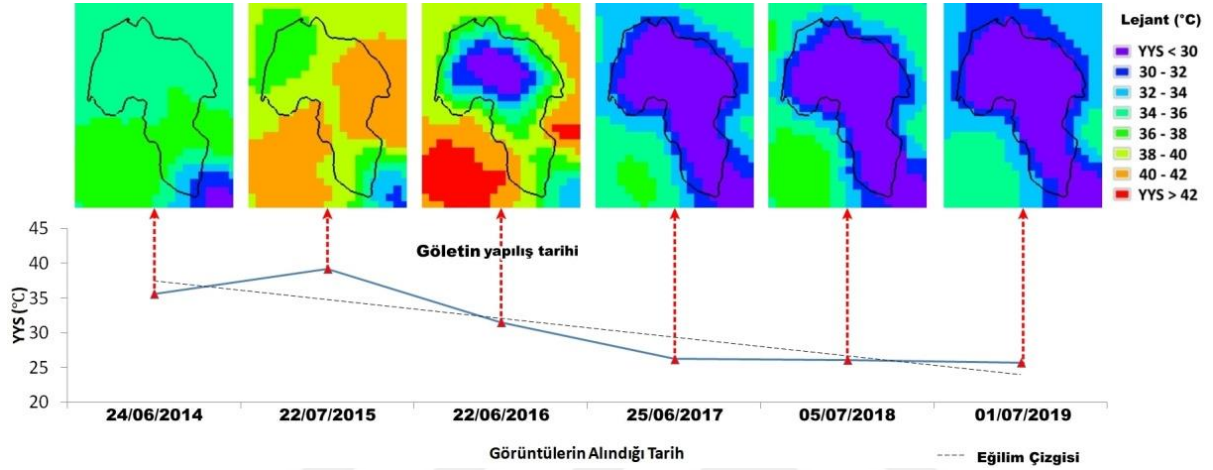
Şekil 4.19’de görülen, 144 hektar sulama kapasitesi olan Sarıcaova Göleti 2016 yılında su tutmaya başlamıştır.



Şekil 4.19 Sarıcaova Göletine ait 16.08.2018 tarihli Google Earth görüntüsü.

Göletin su tutma tarihi baz alınarak önceki ve sonraki yılların uydu görüntülerinden elde edilen YYS haritaları Şekil 4.20’de görüldüğü üzere Density Slicing (Yoğunluk Dilimleme) yöntemiyle renklendirilmiştir. Belirlenen yıllara ait YYS değerleri arasında ilişkinin incelenmesi amacı ile YYS analizinin eğilim grafiği hazırlanmıştır. Şekil 4.20’deki grafikte yer alan ortalama YYS değerleri, göletin maksimum su seviyesini gösteren vektör dosya

(şekillerde gösterilen) baz alınarak çıkarılmıştır. Grafik incelendiğinde gölet sınırları içindeki ortalama YYS değerlerinin düşüş eğiliminde olduğu görülmektedir. Göletin yapıldığı 2016 senesinde rezervuar alanında YYS düşmeye başlamıştır. 2019 senesinde göletin rezervuar alanındaki su miktarının en yüksek olduğu durumda gölet çevresindeki YYS seviyesinde de düşüş gözlenmiştir. YYS değerindeki bu değişimlerin rezervuar alanındaki su miktarından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.20 Sarıcaova Göleti YYS analizi.

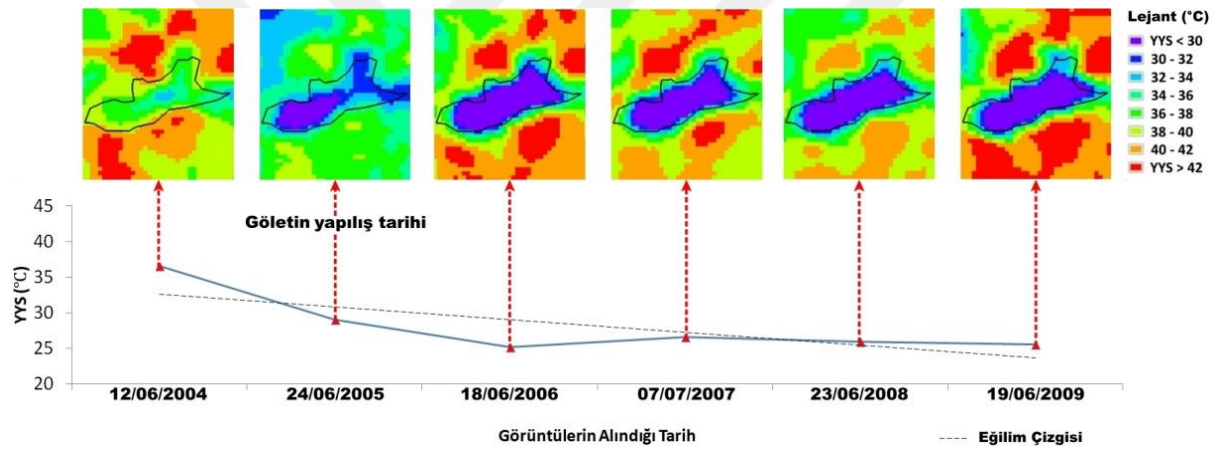
4.2.9 Üçlerkayası Göleti

Şekil 4.21’de görülen, 206 hektar sulama kapasitesi olan Üçlerkayası Göleti 2005 yılında su tutmaya başlamıştır.



Şekil 4.21 Üçlerkayası Göleti ait 16.08.2018 tarihli Google Earth görüntüsü.

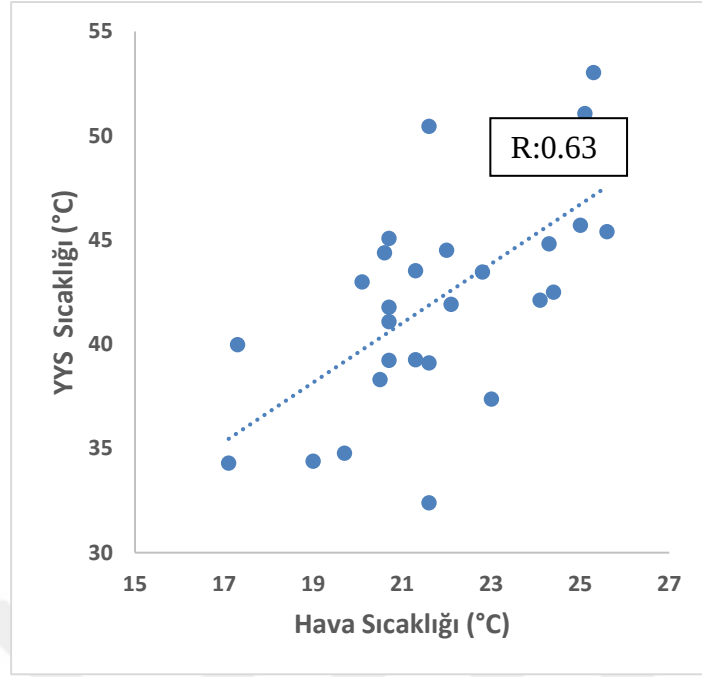
Göletin su tutma tarihi baz alınarak önceki ve sonraki yılların uydu görüntülerinden elde edilen YYS haritaları Şekil 4.22’de görüldüğü üzere Density Slicing (Yoğunluk Dilimleme) yöntemiyle renklendirilmiştir. Belirlenen yıllara ait YYS değerleri arasında ilişkinin incelenmesi amacı ile YYS analizinin eğilim grafiği hazırlanmıştır. Şekil 4.22’deki grafikte yer alan ortalama YYS değerleri, göletin maksimum su seviyesini gösteren vektör dosya (şekillerde gösterilen) baz alınarak çıkarılmıştır. Grafik incelendiğinde gölet sınırları içindeki ortalama YYS değerlerinin düşüş eğiliminde olduğu görülmektedir. 2005 yılında göletin rezervuar alanında su tutulmaya başladıktan sonra bu alandaki ortalama YYS değerinde düşüş gözlenmiştir. 2006 ve sonraki yıllarda ki YYS haritasına baktığımızda su seviyesinde artış olmasına rağmen gölet yakınındaki alanlardaki YYS seviyesinin arttığı gözlemlenmektedir. Bu durum, uydu görüntülerinin alındığı tarihlerdeki hava sıcaklığının yüksek olması veya arazi kullanımındaki değişimlerden kaynaklanabilir.



Şekil 4.22 Üçlerkayası Göleti YYS analizi.

4.3 YYS VE YAKIN HAVA SICAKLIĞI KARŞILAŞTIRMASI

Çalışma alanında YYS ölçümü yapan istasyon olmaması nedeniyle, YYS ile hava sıcaklığı karşılaştırması yapılmıştır. Afyonkarahisar ilinin İhsaniye ilçesinde bulunan 18005 numaralı meteorolojik gözlem istasyonuna ait Günlük Ortalama Sıcaklık değerleri ile YYS değerleri karşılaştırılmıştır. Şekil 4.23 karşılaştırma sonucunu temsil etmektedir. Karşılaştırma sonucu YYS ile hava sıcaklığı arasında pozitif yönlü %63 korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Karşılaştırmada kullanılan hava sıcaklığının Günlük Ortalama Hava sıcaklığı olması ve uydu geçişi ile aynı dakikada alınmamış olması YYS ile arasındaki korelasyonu etkilemektedir.



Şekil 4.23 Yakın hava sıcaklığı ile YYS sıcaklığı dağılım grafiği.



BÖLÜM 5

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İklim biliminin en önemli parametrelerinden birisi sıcaklıktır. Sıcaklığın günümüzde birçok ölçme yöntemi bulunmaktadır. Ülkemizde çok yaygın olmamasına rağmen birçok ülkede uydu görüntüleri üzerinden sıcaklık değişimleri vb. iklim parametrelerinin belirlenmesi konusunda ciddi çalışmalar yapılmaktadır. Uzaktan algılama yöntemlerinin zaman ve maliyet açısından avantajlar içermesi sebebiyle iklim konulu çalışmalarda önemi gün geçtikçe artmaktadır.

Bu çalışmada, Afyonkarahisar İli Merkez ve İhsaniye İlçesi sınırları içerisinde iki adet test alanı belirlenmiştir. Uydu görüntülerinden YYS haritasının elde edilmesi ile bölgede inşa edilen yapay su yapılarının YYS değerlerine olan etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda 2004-2010 yıllarının yaz aylarını kapsayan Landsat 5 ve 2013-2019 yıllarının yaz aylarını kapsayan Landsat 8 uydusuna ait görüntüler kullanılmıştır. Landsat görüntüleri için RTE ve NASA'nın AtmCorr atmosferik parametre hesaplayıcısı kullanılarak YYS elde edilmiştir.

Belirlenen test alanına ait YYS haritaları kullanılarak alan bazlı analizin ilk uygulaması olan her seneden bir görüntü kullanarak YYS'nin zamansal analizi yapılmıştır. YYS haritalarında Alan bazlı yapılan zamansal analize göre 1. Test alanında 2004-2019 yılları arası çizdirilen eğilim çizgisi dikkate alındığında ortalama YYS 3.2⁰C, 2. Test alanında ise aynı zaman aralığında ortalama YYS 3.6 ⁰C düşüş tespit edilmiştir. 2. uygulama olarak söz konusu alana ait elimizde bulunan tüm görüntülerin YYS analizi yapılarak maksimum, ortalama ve minimum YYS sıcaklık değerlerine ait eğilim grafiği oluşturulmuştur. Grafik incelendiğinde maksimum ve ortalama YYS değerlerinde düşüş minimum YYS değerinde artış tespit edilmiştir. Literatüre baktığımızda Arslan (2017) yaptığı çalışmada; Maksimum ve ortalama Hava sıcaklığı değerlerinde düşüş minimum hava sıcaklığı değerinde artış olduğu tespit edilmiştir. Hava sıcaklığı ile YYS değerleri arasında ilişki olduğu düşünüldüğünde YYS analizinde oluşturduğumuz eğilim grafiği sonuçları literatüre uygundur. Gölet bazlı YYS analizinde Genellikle İnşa edilen göletlerin rezervuar

alanlarındaki su miktarı arttıkça yakın çevresindeki kara yüzeylerine ait ortalama YYS değerlerinde düşüş olduğu tespit edilmiştir.

YYS ölçümü yapan istasyonlar kurulum ve bakım maliyetlerinin yüksek olması nedeni ile ülkemizde yaygın olarak bulunmamaktadır. YYS ve Hava sıcaklığı farklı parametrelerdir fakat yapılan literatür taramasında bu iki parametre arasında ilişki olduğu birçok çalışmada saptandığı için çalışmamızda da bu iki parametre arasında karşılaştırma yapılmıştır. Test alanımıza en yakın istasyon olan İhsaniyedeki meteorolojik gözlem istasyonuna ait Saatlik Ortalama Hava Sıcaklığı ölçümlerinin bulunmaması nedeniyle karşılaştırmada Günlük Ortalama Hava Sıcaklığı değeri kullanılmıştır. Uzaktan algılama yöntemleri ile elde edilen YYS haritasında meteorolojik gözlem istasyonu konumuna denk gelen pikselin YYS değeri ile istasyondan elde edilen Günlük Ortalama Hava Sıcaklığı değeri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucu YYS ile hava sıcaklığı arasında korelasyon katsayısı %63 olduğu tespit edilmiştir. Doğruluk değerlendirmesinde Uydu geçişi sırasında elde edilmiş Hava Sıcaklığı değerinin bulunmaması sebebiyle Günlük Ortalama Hava sıcaklığı değerinin doğruluk değerlendirmesinde kullanılması ve YYS değeri ile Günlük ortalama hava sıcaklığı değerinin farklı parametreler olması Kolerasyon katsayısını etkileyen etmenler olarak sıralanabilir.

Yüksel vd. (2011) yaptıkları çalışmada; Barajların metan gazı salgılama tehlikesine sahip oldukları için iklim değişikliğine ve dolayısıyla küresel ısınmaya yardımcı olduklarını tespit etmiştir. Çalışmamızda İnşa edilen yapay su yapıları çevrelerindeki kara yüzeylerinin sıcaklıklarını düşürdüğü gözlemlenmiştir. Bu durum gölet çevresindeki sulama alanlarının çoğalması, bölgede ekilen tarımsal ürün tercihinin değişmesi ve bunun gibi birçok sebepten kaynaklanabilmektedir. Yapay su yapıları ve YYS arasındaki ilişkinin daha net anlaşılması için Multidisipliner yaklaşımla birçok parametre üzerinde çalışma yapılmalıdır.

Literatüre bakıldığında doğal su yapılarının kara yüzeyleri üzerindeki soğuma etkisi araştırıldığı fakat yapay su yapıları hususunda çalışmanın çok nadir olduğu görülmüştür. Bu açıdan çalışmamız literatüre önemli bir katkı niteliğindedir.

Bulgular dikkate alındığında;

- RTE yöntemiyle açık kaynaklı olan Landsat 5 ve 8 verileri kullanılarak hızlı şekilde elde edilebilecek YYS haritaları zamansal ve konumsal analizlere tabi tutularak bölgesel iklim değişikliği çalışmalarına katkı sağlayacaktır.

- Yapılan çalışma sonucunda termal uzaktan algılamanın su yapılarının soğutma etkisinin tespit edilmesinde etkili bir yöntem olduğu gözlemlenmiştir.





KAYNAKLAR

- Arslan O** (2017) Akkaya Barajı'nın Niğde İli İklimine Etkisi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 6 (2): 627-633.
- Bhattacharya B and Dadhwal V** (2003) Retrieval and Validation Of Land Surface Temperature (Lst) From Noaa Avhrr Thermal Images Of Gujarat, India. *International Journal Of Remote Sensing*, 24 (6): 1197-1206.
- Çelik B** (2013) Yeryüzü Sıcaklıklarının Uzaktan Algılama Tekniği İle Belirlenmesi: Tekkanal Yöntemleri. *Yüksek lisans tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Anabilim Dalı, İstanbul, 95 s.
- Çelik B** (2019) Arazi Örtüsü Değişimlerinin Kentsel Isı Adalarına Olan Etkilerinin Zamansal Ve Mekânsal Olarak Araştırılması. *Doktora tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Anabilim Dalı, İstanbul, 113s.
- Çelik M** (2017) Split Window Yöntemi Kullanılarak Kireçtaşı ve Bazalt Üzerinde Yeryüzeyi Sıcaklıklarının (YYs) İncelenmesi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 36: 120-134.
- Erener A ve Sarp G** (2017) Barajların Çevresel Etkilerinin Zamansal ve Mekânsal Olarak Uzaktan Algılama İle Değerlendirilmesi: Atatürk Barajı Örneği. *Geomatik*, 2 (1): 1-10.
- Gillespie A, Rokugawa S, Matsunaga T, Cothorn J S, Hook S and Kahle A B** (1998) A Temperature and Emissivity Separation Algorithm For Advanced Spaceborne Thermal Emission And Reflection Radiometer (Aster) Images. *IEEE transactions on geoscience and remote sensing*, 36 (4): 1113-1126.
- Gupta N, Mathew A and Khandelwal S** (2019) Analysis Of Cooling Effect Of Water Bodies On Land Surface Temperature In Nearby Region: A Case Study Of Ahmedabad and Chandigarh Cities In India. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 22(1): 81-93.
- Jiménez-Muñoz J C and Sobrino J A** (2003) A Generalized Single-Channel Method For Retrieving Land Surface Temperature From Remote Sensing Data. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 108. D22.
- Liu L and Zhang Y** (2011) Urban Heat Island Analysis Using The Landsat Tm Data and Aster Data: A Case Study In Hong Kong. *Remote Sensing*, 3 (7): 1535-1552.
- Milder J C** (2008) Unpublished Notes of Aster Processing Method. Cornell University, 10 s.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Ödül H ve Şimşek Ç K** (2019) Kentsel Alanda İklimsel Değişimin İncelenmesi: Ümraniye Örneği, *TMMOB 6. Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, 23-25 Ekim 2019, Ankara, Türkiye, 1-10.
- Prakash A** (2000) Thermal Remote Sensing: Concepts, Issues and Applications. *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, 33 (B1; PART 1), 239-243.
- Qin Z and Karnieli A** (1999) Progress In The Remote Sensing Of Land Surface Temperature And Ground Emissivity Using NOAA-AVHRR Data. *International Journal of Remote Sensing*, 20(12): 2367-2393.
- Qin Z, Zhang M, Amon K and Pedro B** (2001) A Mono-Window Algorithm for Retrieving Land Surface Temperature From Landsat Tm Data and Its Application To The Israel-Egypt Border Region. *International Journal Of Remote Sensing*, 22 (18): 3719-3746.
- Sefercik U G** (2010) Generation and Evaluation of DEMs Derived by TerraSAR-X InSAR Images. *Doktora Tezi*, Bülent Ecevit Üniversitesi, Geomatik Anabilim Dalı, Zonguldak, 225 s.
- Sobrino J A, Jiménez-Muñoz J C and Paolini L** (2004) Land Surface Temperature Retrieval From Landsat TM 5. *Remote Sensing of environment*, 90(4): 434-440.
- Sobrino J A, Li Z L, Stoll M P and Becker F** (1996) Multi-Channel And Multi-Angle Algorithms For Estimating Sea and Land Surface Temperature With ATSR data. *International Journal of Remote Sensing*, 17(11): 2089-2114.
- Şahin M, Yıldız B Y, Şenkal O ve Peştemalcı V** (2011) Uydu Verileri Kullanılarak İzmir Şehir Merkezinin Yer Yüzey Sıcaklığının Tahmini. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen-Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 15 (1): 36-45.
- Şekertekin A and Bonafoni S** (2020) Land Surface Temperature Retrieval From Landsat 5, 7, And 8 Over Rural Areas: Assessment of Different Retrieval Algorithms and Emissivity Models and Toolbox Implementation. *Remote Sensing*, 12 (2): 294.
- Şekertekin A ve Marangoz A M** (2019) Zonguldak Metropolitan Alanındaki Arazi Kullanımı Arazi Örtüsünün Yer Yüzey Sıcaklığına Etkisi. *Geomatik*, 4 (2): 101-111.
- Şener E** (2016) Burdur Gölü Yüzey Suyu Sıcaklığı Mevsimsel Değişiminin Landsat 8 Uydu Görüntüleri Kullanılarak Belirlenmesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 4 (2): 67-73.
- Tavares M H, Cunha A H F, Motta-Marques D, Ruhoff A L, Cavalcanti J R, Frago C R and Rodrigues L H R** (2019) Comparison of Methods to Estimate Lake-Surface-Water Temperature Using Landsat 7 ETM+ and MODIS Imagery: Case Study of a Large Shallow Subtropical Lake in Southern Brazil. *Water*, 11(1): 168.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- URL-1** <<https://prosafety.com.tr/elektromanyetik-spektrum-radyoaktivite>>, Ziyaret tarihi: 11.11.2020.
- URL-2** <https://tr.wikipedia.org/wiki/Uzaktan_alg%C4%B1lama>, Ziyaret tarihi: 02.03. 2020.
- URL-3** <<https://haritaonline.blogspot.com/2014/06/uzaktanalgılamadasensorsistemleri.html>> , Ziyaret tarihi: 11.11.2020.
- URL-4** <<https://www.afyon.bel.tr/icerikdetay/6/6/iklim.aspx>>, Ziyaret tarihi: 20.02.2020.
- URL-5** <<https://www.usgs.gov/media/files/landsat-4-5-tm-calibration-parameter-file-definition>>, ziyaret tarihi: 03.11.2020.
- URL- 6** <<https://www.usgs.gov/media/files/landsat-8-calibration-parameter-file-data-format-control-book>>, ziyaret tarihi: 03.11.2020
- Vlassova L, Perez-Cabello F, Nieto H, Martín P, Riaño D and De La Riva J (2019)** Assessment of Methods For Land Surface Temperature Retrieval From Landsat-5 Tm Images Applicable to Multiscale Tree-Grass Ecosystem Modeling. *Remote Sensing*, 6(5): 4345-4368.
- Wu Z and Zhang Y (2019)** Water Bodies' Cooling Effects on Urban Land Daytime Surface Temperature: Ecosystem Service Reducing Heat Island Effect. *Sustainability*, 11 (3): 787.
- Yıldız B, Şenkal O ve Peştemalcı V (2010)** Split-Window Algoritması Kullanarak Uydu Görüntülerinden Yer Yüzey Sıcaklığının Hesaplanması. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 14 (1): 57-66.
- Yılmaz E (2015)** Landsat Görüntüleri ile Adana Yüzey Isı Adası. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 13(2): 115-138.
- Yu X, Guo X and Wu Z (2014)** Land Surface Temperature Retrieval From Landsat 8 Tirs Comparison Between Radiative Transfer Equation-Based Method, Split Window Algorithm and Single Channel Method. *Remote Sensing*, 6(10), 9829-9852.
- Yüksel İ, Sandalcı M, Çeribaşı A G G ve Yüksek Ö (2011)** Küresel Isınma ve İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkileri.7. *Kıyı Mühendisliği Sempozyumu*, 21-23 Kasım 2011, Trabzon, Ankara, 51-58.



ÖZGEÇMİŞ

Nurullah GÖKDEMİR 1990’da Adana’nın Ceyhan ilçesinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Ceyhan’ın farklı okullarında tamamladı. Ceyhan Lisesi’nden mezun olduktan sonra 2007 yılında o zamanki ismiyle Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümünü kazandı. 2013 yılında değişen üniversite ve bölüm adıyla, Bülent Ecevit Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü’nden mezun oldu. Mezuniyetinden sonra 3 yıl özel sektörde farklı haritacılık alanlarında çalıştı. 2016 yılında Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları (TCDD) İşletmesin’nde, Devlet Memurluğu kadrosunda Harita Mühendisi olarak çalışmaya başladı. Günümüzde TCDD Genel Müdürlüğü Bakım Dairesi Başkanlığına bağlı Proje Aplikasyon Şube Müdürlüğünde Mühendis olarak görev yapmaktadır.

İLETİŞİM BİLGİLERİ:

E-posta: nurullah_gokdemir@hotmail.com, nurullahgokdemir@tcdd.gov.tr