



**SULAK ALANLARIN SINIRSAL DEĞİŞİMİNİN
KENT İKLİMİNE ETKİSİ ERZURUM SULAK
ALANI ÖRNEĞİ**

Ali Can KUZULUGİL

Yüksek Lisans Tezi

Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Peyzaj Mimarlığı Bilim Dalı

Yrd. Doç. Dr. Nalan DEMİRCİOĞLU YILDIZ

2017

Her hakkı saklıdır

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SULAK ALANLARIN SINIRSAL DEĞİŞİMİNİN KENT İKLİMİNE
ETKİSİ ERZURUM SULAK ALANI ÖRNEĞİ

Ali Can KUZULUGİL

PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI
Peyzaj Mimarlığı Bilim Dalı

ERZURUM
2017

Her Hakkı Saklıdır



TEZ ONAY FORMU

SULAK ALANLARIN SINIRSAL DEĞİŞİMİNİN KENT İKLİMİNE ETKİSİ ERZURUM
SULAK ALANI ÖRNEĞİ

Yrd. Doç Dr. Nalan DEMİRCİOĞLU YILDIZ danışmanlığında, Ali Can KUZULUGİL tarafından hazırlanan bu çalışma, 27/12/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı Peyzaj Mimarlığı Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak oybirliği / oy çokluğu (3/3) ile kabul edilmiştir.

Başkan: Yrd. Doç. Dr. Nalan DEMİRCİOĞLU YILDIZ

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Neslihan DEMİRCAN

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Hilal SURAT

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu'nun 28/12/2017 tarih ve ..51../30..... nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Cavit KAZAZ
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SULAK ALANLARIN SINIRSAL DEĞİŞİMİNİN KENT İKLİMİNE ETKİSİ; ERZURUM SULAK ALANI ÖRNEĞİ

Ali Can KUZULUGİL

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı
Peyzaj Mimarlığı Bilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Nalan DEMİRCİOĞLU YILDIZ

Dünya nüfusu tarih boyunca sürekli artmıştır ancak bu artış ilk zamanlar yavaş iken günümüze doğru hızlanmıştır. 2050 yılında dünya nüfusunun 10 milyara ulaşacağı tahmin edilmektedir. Nüfus artışı ve ekonomik kalkınma yüzünden doğal kaynaklarına özellikle de su kaynaklarına talep de genel olarak artmaktadır. Buna bağlı olarak yapılan çalışmalar kentleşmenin artmasıyla hava ve yüzey sıcaklığının da arttığını ve sulak alanların ısındığını göstermiştir.

Genel olarak iklim değişimiyle kentsel ve kırsal dokuda sıcaklıklar birkaç derece farketmektedir. Kentsel doku kırsal alandan bir kaç derece sıcaktır ve fark arttıkça kentlerde ısı adası oluşmaktadır. Ancak sucul yüzeyler, diğer alan kullanımlarına göre daha soğuk bulunmuştur. Bunun sebepleri arasında enerji transferi, termal koşullar, nem koşulları ve hava sirkülasyon gibi değişimlerini gösterdiği farklılıklar sayılmaktadır. Dünya’da yapılan iklim senaryolarına göre değişim normal iken; birçoğuna göre ise bu değişim tutarsızdır. Bu nedenle su kaynağı geliştirilme stratejilerinde iklim değişikliği etkileri mutlaka irdelenmelidir.

Erzurum Bataklığı mevsimsel bir sulak alandır. Sulak alan kuş göç yolu üzerinde önemli bir nokta konumundadır. Su yüzeyinin var olduğu nisan-haziran aylarında alanın sahip olduğu yüzey sıcaklık değerleri kente olumlu etkide bulunmaktadır. Ancak elde edilen NDVI ve NDWI değerlerine bakıldığında sulak alanın iklim değişikliğine de bağlı olarak sulak alan vasfını yitirdiği, alansal olarak küçüldüğü ve bu alanların çayırılık alana dönüştüğü belirlenmiştir. Sulak alanların sayısız faydası olduğu düşünüldüğünde bu küçülme önemli bir çevre sorunu olarak değerlendirilmelidir.

Çalışmada 1998, 2003, 2007, 2013 ve 2017 yıllarına ait uydu görüntüleri kullanılarak, Erzurum ovası sulak alanında oluşan sınırsal değişimin kentsel ısı adasına etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yüzey sıcaklığında var olan bu değişimin LST, NDVI ve NDWI indeksleri ile de ilişkisine bakılarak su yüzeyindeki değişim anlamlı olarak ilişkili bulunmuştur.

2017, 98 sayfa

Anahtar Kelimeler: Sıcaklık Değişimi, Sulak Alanlar, Erzurum Ovası, Erzurum Kenti

ABSTRACT

MS Thesis

THE EFFECTS OF THE LIMITAL CHANGE OF WETLANDS ON URBAN CLIMATE SAMPLE OF ERZURUM WETLAND

Ali Can KUZULUGİL

Atatürk University
Graduate School of Landscape Architecture
Department of Landscape Architecture
Department of Landscape Architecture

Supervisor: Assist. Prof. Nalan DEMİRCİOĞLU YILDIZ

The population of the world has been steadily increasing throughout history, but the increase has accelerated to daylight when the initial times are slow. It is estimated that the world population will reach 10 billion by 2050. Due to population growth and economic development, demand for natural resources, especially for water resources, is also increasing in general. Accordingly, studies have shown that the increase in urbanization also increases the temperature of the air and surface, and leads to be the warming of wetlands.

Generally with climate change temperatures in urban and rural areas differs a few degrees. The urban area is a few degrees warmer from the rural area, and as the difference increases, heat island is formed in the cities. However, aquatic surfaces are found to be colder than other areas. The reasons could include differences in energy transfer, thermal conditions, humidity conditions, and air circulation. While the change is normal according to the climate scenarios made in the world; for most, this change is inconsistent. For this reason, the effects of climate change must be examined in the water resource development strategies.

Erzurum Swamp is a seasonal wetland. The wetland is an important point on the bird migration path. In April-June when the surface of water exists, surface temperature values of the area are positively affecting the city. However, when the NDVI and NDWI values obtained are taken into consideration, it was determined that the wetland has lost the wetland characteristics due to climate change, has been reduced in size and turned into meadow area. Considering the numerous benefits of wetlands, this shrinkage should be considered an important environmental issue.

The purpose of this study was to determine the effect of boundary change in the wetland of Erzurum on the urban heat island by using the satellite images of 1998, 2003, 2007 and 2013 years. This change in surface temperature is also related to the NDVI and NDWI indices the change in water surface was found to be significantly related.

2017, 98 pages

Keywords: Temperature Change, Wetlands, Erzurum Plain, Erzurum City

TEŞEKKÜR

‘Sulak Alanların Sınırsal Değişiminin Kentsel Isı Adasına Etkisi Erzurum Kenti Örneği’ konulu yüksek lisans tezimin tüm aşamalarının hazırlanmasında her türlü anlayışını gösteren, desteklerini ve yardımını benden esirgemeyen, tüm bilgi birikimiyle çalışmaları sonuna kadar takip edip yol gösterici olan çok kıymetli Sayın Yrd. Doç. Dr. Nalan DEMİRCİOĞLU YILDIZ hocama en içten dileklerle teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım.

Çalışmalarım kapsamında beni yönlendiren ve yardımlarını esirgemeyen kıymetli tez jüri hocalarım Sayın Doç. Dr. Metin DEMİR, Yrd. Doç. Dr. Neslihan DEMİRCAN ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Hilal SURAT’a katkı ve emeklerinden dolayı şükranlarımı sunar ve teşekkürü bir borç bilirim. Tez çalışmasındaki haritalara katkılarından dolayı Anadolu Üniversitesi Uydu ve Uzay Bilimleri Bölümü akademisyenlerinden Sayın Yrd. Doç. Dr. Uğur AVDAN’a, Atatürk Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi’nde görev yapmakta olan tüm hocalarıma teşekkür ederim. Tez çalışmalarım boyunca en büyük manevi destekçim olan ve her konuda bana yardımcı olan Atatürk Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü Araştırma görevlileri Sayın Arş. Gör. Emral MUTLU ve Sayın Arş. Gör. Başak AYTATLI’ya kıymetli emeklerinden dolayı teşekkürlerimi sunarım. Peyzaj mimarlığı bölümünde doktora eğitimlerine devam etmekte olan Yüksek Peyzaj Mimarları Başak ERTEM MUTLU, Sena Nur ANGIN ve Ayşegül AKSU teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım. Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı bölümünde görevini sürdürmekte olan Sayın Arş. Gör. Dr. Ahmet KOÇ’a manevi destek ve katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim ve Öğretim hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen babam Zeki KUZULUGİL’e, hayattaki en büyük destekçim olan ve tez dönemi boyunca anlayış ve hoşgörü gösteren eşim Sümeyra Didem KUZULUGİL ve desteklerini esirgemeyen aileme teşekkürlerimi sunarım.

Ali Can KUZULUGİL

Aralık, 2017

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Ekosistem Kavramı ve Ekosistem Tipleri	3
1.1.1. Su ekosistemler.....	4
1.2. Sulakalan Tanımı ve Sulakalan Tipleri	5
1.2.1. Doğal sulak alanlar.....	7
1.2.2. Yapay sulak alanlar	8
1.3. Sulak Alan İşlevleri.....	12
1.3.1. Sulak alan tehditleri.....	14
1.4. Sulak Alan Mevzuatı ve Türkiye'nin Yeri	15
1.5. Sulak Alan Yönetim Planı.....	16
1.6. İklim ve İklim Değişikliği	17
1.7. Sulak Alan ve İklim Etkileşimi	18
1.8. Sulak Alanlarda Zamansal Değişim ve Alanlardaki Kullanım Değişimi.....	21
1.9. Dünya ve Türkiye'den Sulak Alan Örnekleri.....	21
1.9.1. Dünya'dan sulak alan örnekleri.....	21
1.9.1.a. Pantanal sulak alan kompleksi (Brezilya, Bolivya ve Paraguay)	21
1.9.1.b. Camargue sulak alanları (Rhône Deltası) (Fransa)	22
1.9.1.c. Wasur Milli Parkı (Endonezya).....	23
1.9.1.d. Kerala sulak alan kompleksi (Hindistan)	24
1.9.2. Türkiye'den sulak alan örnekleri.....	25
1.9.2.a. Manyas Kuş Gölü (Balıkesir).....	26
1.9.2.b. Sultan Sazlığı (Kayseri).....	27
1.9.2.c. Gediz Deltası (İzmir)	27
1.9.2.d. Ahlat Sazlığı (Bitlis).....	28

2. KAYNAK ÖZETLERİ	30
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	39
3.1. Materyal.....	39
3.2. Yöntem	41
3.2.1. Sulak alana ait uydu görüntüsü termal band analizleri.....	41
3.2.1.a. Çalışmada kullanılan uydu görüntüsü ve yöntem.....	42
3.2.1.b. USGS Veritabanından çalışma alanına ait uydu görüntülerinin tespiti.....	45
3.2.1.c. Sıcaklık haritasının oluşturulması	46
3.2.1.d. Çalışma alanına ait diğer görüntülerin oluşturulması.....	49
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	50
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	83
KAYNAKLAR	88
ÖZGEÇMİŞ	99

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Sulakalan ekosistemi	6
Şekil 1.2. Sulak alan sınıflandırması	7
Şekil 1.3. Serbest su yüzeyli yapay sulak alanlar	9
Şekil 1.4. Tipik Yüzeyaltı Akımlı Sulakalan Sistemi (YAS) Enkesiti	10
Şekil 1.5. Sulakalanların işlevleri	13
Şekil 1.6. Sulak alan yönetimi döngüsü.....	17
Şekil 1.7. 180 milyon yıl öncesi ve günümüzdeki kara parçalarının dağılımı.....	18
Şekil 1.8. Kuş göç yollarında Erzurum sulak alanı.....	20
Şekil 1.9. Pantanal sulak alan kompleksi.....	22
Şekil 1.10. Camargue sulak alanları	23
Şekil 1.11. Wasur Milli Parkı kuş türlerinin büyük bir kısmına ev sahipliği yapar	24
Şekil 1.12. Kerala Sulak Alan Kompleksi turizme katkı sağlamaktadır.....	25
Şekil 1.13. Manyas Kuş Gölü'nden bir görüntü.....	26
Şekil 1.14. Sultan Sazlığı'ndan bir görüntü.....	27
Şekil 1.15. Gediz Deltası kuşlar açısından büyük önem taşımaktadır	28
Şekil 1.16. Ahlat Sazlığı	29
Şekil 3.1. Çalışma alanının görüntüsü	40
Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan verilerin noktasal dağılımı	41
Şekil 3.3. Çalışma kapsamında yapılan Analizlerin işlem adımları	44
Şekil 3.4. Landsat 5-7 Path Row haritası.....	45
Şekil 3.5. Çalışma alanının Uydu görüntülerinin belirlenmesi.....	46
Şekil 3.6. Çalışmada LST haritalarının yapım aşamaları	48
Şekil 4.1. Çalışma alanına ait hidroloji haritası	50
Şekil 4.2. Çalışma alanına ait eğim haritası.....	51
Şekil 4.3. Çalışma alanına ait bakı haritası	52
Şekil 4.4. Çalışma alanına ait yükseklik haritası	53
Şekil 4.5. Çalışma alanına ait erozyon haritası	54
Şekil 4.6. Çalışma alanına ait toprak grupları haritası	55
Şekil 4.7. Çalışma alanına arazi kullanım yetenek sınıfları haritası	56

Şekil 4.8. Çalışma alanına ait kullanım tipleri haritası	57
Şekil 4.9. 11-06-1998 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin görünür bant değerleri.....	58
Şekil 4.10. 11-06-1998 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin NDVI analizi.....	58
Şekil 4.11. 11-06-1998 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin NDWI analizi.....	59
Şekil 4.12. 11-06-1998 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin LST analizi	59
Şekil 4.13. Çalışma alanının 11 -06-1998 görünür bant değeri	60
Şekil 4.14. Çalışma alanının 11 -06-1998 NDVI haritası.....	60
Şekil 4.15. Çalışma alanının 11 -06-1998 NDWI haritası.....	61
Şekil 4.16. Çalışma alanının 11 -06-1998 LST haritası.....	61
Şekil 4.17. 25-06-2003 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin görünür bant değerleri.....	63
Şekil 4.18. 25-06-2003 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin NDVI analizi.....	63
Şekil 4.19. 25-06-2003 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin NDWI analizi.....	64
Şekil 4.20. 25-06-2003 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin LST analizi	64
Şekil 4.21. Çalışma alanının 25-06-2003 görünür bant değeri	65
Şekil 4.22. Çalışma alanının 25-06-2003 NDVI haritası.....	65
Şekil 4.23. Çalışma alanının 25-06-2003 NDWI haritası.....	66
Şekil 4.24. Çalışma alanının 25-06-2003 LST haritası.....	66
Şekil 4.25. 06-07-2007 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin görünür bant değerleri.....	68
Şekil 4.26. 06-07-2007 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin NDVI analizi.....	68
Şekil 4.27. 06-07-2007 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin NDWI analizi.....	69
Şekil 4.28. 06-07-2007 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin LST analizi	69
Şekil 4.29. Çalışma alanının 06-07-2007 görünür bant değeri	70
Şekil 4.30. Çalışma alanının 06-07-2007 NDVI haritası.....	70
Şekil 4.31. Çalışma alanının 06-07-2007 NDWI haritası.....	71
Şekil 4.32. Çalışma alanının 06-07-2007 LST haritası.....	71
Şekil 4.33. 04-06-2013 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin görünür bant değerleri.....	73
Şekil 4.34. 04-06-2013 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin NDVI analizi.....	73
Şekil 4.35. 04-06-2013 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin NDWI analizi.....	74

Şekil 4.36. 04-06-2013 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin LST analizi	74
Şekil 4.37. Çalışma alanının 04-06-2013 görünür bant değeri	75
Şekil 4.38. Çalışma alanının 04-06-2013 NDVI haritası	75
Şekil 4.39. Çalışma alanının 04-06-2013 NDWI haritası	76
Şekil 4.40. Çalışma alanının 04-06-2013 LST haritası	76
Şekil 4.41. 17-07-2017 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin görünür bant değerleri	78
Şekil 4.42. 17-07-2017 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin NDVI analizi	78
Şekil 4.43. 17-07-2017 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin NDWI analizi	79
Şekil 4.44. 17-07-2017 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin LST analizi	79
Şekil 4.45. Çalışma alanının 17-07-2017 görünür bant değeri	80
Şekil 4.46. Çalışma alanının 17-07-2017 NDVI haritası	80
Şekil 4.47. Çalışma alanının 17-07-2017 NDWI haritası	81
Şekil 4.48. Çalışma alanının 17-07-2017 LST haritası	81
Şekil 5.1. Sulak alan ve Yerleşim alanına ait ortalama LST grafikleri	85
Şekil 5.2. Sulak alan ve Yerleşim alanına ait ortalama NDVI grafikleri	85
Şekil 5.3. Sulak alan ve Yerleşim alanına ait ortalama NDWI grafikleri	86

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Landsat 8 - OLI algılayıcına ait spektral bantlar ve mekânsal çözünürlükleri	43
Çizelge 3.2. Landsat 5 uydu görüntü özellikleri	43
Çizelge 3.3. 2016-2013 tarihleri arasındaki görüntüler ve bulutluluk oranı.....	46
Çizelge 4.1. Çalışma alanı su varlığı	50
Çizelge 4.2. Çalışma alanı eğim tablosu.....	51
Çizelge 4.3. Çalışma alanına ait bakılar tablosu	52
Çizelge 4.4. Çalışma alanı Yükseklik ve Alan çizelgesi	53
Çizelge 4.5. Çalışma alanına ait erozyon risk çizelgesi.....	54
Çizelge 4.6. Çalışma alanına ait büyük toprak grupları çizelgesi.....	55
Çizelge 4.7. Çalışma alanına ait arazi kullanım yetenek sınıfları tablosu	56
Çizelge 4.8. Çalışma alanına ait arazi kullanım tipleri haritası	57
Çizelge 4.9. Çalışma alanına ait LST-NDVI-NDWI arasındaki korelasyon	62
Çizelge 4.10. 1998 yılına ait Sulak Alan istatistiksel veriler	62
Çizelge 4.11. Çalışma alanına ait LST-NDVI-NDWI arasındaki korelasyon	67
Çizelge 4.12. 2003 yılına ait Sulak Alan istatistiksel veriler	67
Çizelge 4.13. Çalışma alanına ait LST-NDVI-NDWI arasındaki korelasyon	72
Çizelge 4.14. 2007 yılına ait Sulak Alan istatistiksel veriler	72
Çizelge 4.15. Çalışma alanına ait LST-NDVI-NDWI arasındaki korelasyon	77
Çizelge 4.16. 2013 yılına ait Sulak Alan istatistiksel veriler	77
Çizelge 4.17. Çalışma alanına ait LST-NDVI-NDWI arasındaki korelasyon	82
Çizelge 4.18. 2017 yılına ait Sulak Alan istatistiksel veriler	82
Çizelge 5.1. Çalışma alanına ait LST-NDVI-NDWI arasındaki korelasyon	84
Çizelge 5.2. Çalışma alanına ait LST-NDVI-NDWI ortalama değerleri.....	84

1. GİRİŞ

Bütün organizmalar insanlar hariç biyolojik yetenekleri sayesinde çevrelerine uyum göstebilmektedirler. İnsanlar için doğal çevre ise teknolojik gelişmelerle değiştirilmekte ve değiştirilmeye devam etmektedir. Son zamanlarda insan etkisinin baskın olduğu yerlerde ise peyzajın durumu doğal etkenlerden farklı bir biçimde görülmektedir. Çünkü bulunduğumuz zaman itibariyle dünyanın tamamının ya da çoğunun insan etkisi altında olduğu tartışılmaz bir olgudur. Artan nüfus yoğunluğu ile beraber balıkçılık, tarım, sanayi ve uluslararası ticaret gelişmekte ve bu gelişmeyle beraber var olan arazi yapıları değişmektedir. Bu değişim biyojeokimyasal döngülerin zarar görmesine, iklim değişikliğine ve biyolojikçeşitlilikte dönüşü olmayacak zararlar vereceğini ortaya koymuştur. Arazi kullanımı insan kaynaklı bozulmaların başında gelmektedir ve bu durumdan ötürü elde edilen ürünlerden yararlanılmasına olanak vermemekle beraber ekosistemin işleyişine de zarar vermektedir (Dobson *et al.* 1997; Güleriyüz 2016).

Yeryüzünün bir parçası olan insan ilk dönemlerde doğayla uyum içerisinde yaşamıştır. Zaman içerisinde zekası ile birlikte ortaya çıkardığı bilimsel ve teknolojik gelişmeyle peyzajı olumsuz yönde etkileyen bir varlık haline gelmiştir. Önceleri doğanın bir parçası olduğunu kabul eden insan daha sonraları bulunduğu yaşamı iyileştirmek ve kolaylaştırmak adına aletler yapmaya, kullanmaya başlamışlardır. Zamanın geçmesi ile birlikte ihtiyaçları artan insanoğlu toprağı işlemeye ve avlanmaya başlamıştır böylece doğaya hakim olma ve hükmetme düşüncesi ortaya çıkmıştır (Görcelioğlu 2002).

Yaşamın sürdürülebilirliği için gerekli dört temel koşulun (su,hava, toprak,ateş) sağlanması gerekliliği bilinmektedir. Temel koşullardan biri olan suya insanoğlu yaşamı boyunca yakın olmak istemiştir. İnsanlar tarih boyunca suyu yaşamsal ve ekonomik gereksinimleri için kullanmışlar ve daha sonra atık su olarak tekrar hidrolojik döngüye vermişlerdir. Su kaynakları kentlerin oluşumunda, gelişiminde ve sosyal yaşantıda büyük rol oynamaktadır. Su kaynakları içerisinde akarsular, oluşturdıkları hareketli ve değişken peyzaj karakterleriyle ekolojik açıdan büyük bir öneme sahiptir (Güleriyüz 2016).

İlk ekoloji kelimesini zoolog olan Reiter 1865 ve daha sonra ise zoolog olan Ernst Haeckel tarafından 1866 yılında kullanılmıştır (Kuşak 2006; Bilgen 2011). Haeckel'e göre ekoloji tanımı canlıların birbiriyle ve çevresiyle ilişkilerini içeren disiplinler arası bir bilim olarak tanımlamıştır (Kuşak 2006; Anonim 2017). Ekoloji hakkında çalışma yürütüleceği zaman, çalışma alanının; iklim özellikleri, toprak özellikleri, canlı varlıkların özelliklerine, yeryüzü şekline ve yapısına bağlı özellikler dikkate alınmalıdır (Kuşak 2006).

Doğal kaynakların zamanla tarım, endüstri vb insan aktiviteleriyle bilinçsiz kullanımı bunun sonucunda hızla tükenmesine ve böylece kaynakların yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalınmıştır. Ayrıca bütün bu gelişmelerle birlikte içme suyu gereksinimlerinin artması ile beraber dere ve nehirlerde yapılan değişiklikler yaygın hale gelmiştir (Benke 1990; Allan and Flecker 1993; Güler yüz 2016). Örneğin; tarım, endüstriyel, şehircilik ve ormancılık uygulamaları nehir kıyılarında bulunan bitki örtüsünün zarar görmesine hatta yok olmasına neden olmaktadır (Petersen 1992). Akarsu ve nehir kıyısındaki değişikliğin olumsuz etkileri sadece bitki örtüsüyle kısıtlı kalmayıp; yapılan çalışmalarda suyun kalitesini, hidrolojisini, dip çamurunda yaşayan omurgasız canlı kolonilerini, balıkçılık yapılabilen kaynakları üzerinde olumsuz etkileri ve akarsuyun rekreasyonel değeri iyi bir şekilde ortaya konulmuştur (Meixler *et al.* 2009). Günümüzde akarsular üzerine olumsuz etkilerin arttığı belirlenmiş olup, akarsu koruma, yenileme ve yönetme üzerine çalışmaların artması gerekliliği ortaya çıkmıştır (Millenium Ecosystem Assessment 2005; Revenga *et al.* 2005; Dudgeon *et al.* 2006).

Ama dünya da halen başarılı bir ekolojik iyileştirmenin nasıl olması gerekliliği konusunda tartışmalar devam etmektedir. Asıl olan ise, ekolojik iyileştirme çalışmaları ölçülebilir ve gelişimi gözlemlenebilir olmalıdır Ayrıca akarsu üzerinde geliştirilen stratejiler kendi içerisinde devamlılığını sağlayabilen, basit düzeyde bakımını ve takibini gerekli kılacak dış etkenlere karşı dayanıklı olmalıdır. Bu bağlamda su kaynaklarının geliştirilmesi, kontrolü ve yönetimi konusunda yeni bakış açılarına veya yaklaşımlara ihtiyaç olduğunu ortaya koymuştur (Yenil 2010).

Çalışmada 1998, 2003, 2007, 2013 ve 2017 yıllarına ait uydu görüntüleri kullanılarak, Erzurum ovası sulak alanında oluşan sınırsal değişimin kent iklimine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yüzey sıcaklığında var olan bu değişimin LST, NDVI ve NDWI indeksleri ile de ilişkisine bakılarak su yüzeyindeki değişimin kent iklimine etkisinin belirlenilmesi amaçlanmıştır.

1.1. Ekosistem Kavramı ve Ekosistem Tipleri

Teknoloji ve yenilik yönetimi alanında, ekosistem kavramı giderek önem kazanmaktadır (Adner and Kapoor 2010; Kapoor and Lee 2013; Meyer *et al.* 2005; Pierce 2009; Teece 2007), ancak ekosistem terimi açık bir tanımlama veya sağlam teorik destek olmadan kullanılmaktadır (Tsujimoto *et al.* 2017).

Bir ekosistem "belirli bir fiziksel çevrede bulunan, kendisi ve birbiriyle etkileşim halinde olan tüm organizmalardan oluşan biyolojik bir sistem" olarak tanımlanır. Ayrıca "uzun süreli kullanımda: buna benzer karmaşık bir sistem" olarak da tanımlanır (Oxford English Dictionary 2017).). Çepel (1995) 'e göre ekosistem, canlı ve cansız çevredeki varlıkların karşılıklı ilişkilerine ve sürekliliğine dayalı bir bütüncül sistemdir. Stein (1998), ekosistemi gerek doğal kaynaklar gerekse doğal olmayan kaynakların birbiriyle olan ilişkilerinin çevreye sosyal, ekonomik, coğrafi vb. yönden katkılarının incelendiği ekolojik sistemler bütünü olarak tanımlamıştır. Lackey (1998)'e göre ise ekosistem, sosyal ve ekolojik bilginin, imkan ve ihtiyaçların, sınırları belli bir coğrafi alanda ve zamanda beklenen sosyal faydalara ulaşılmasını sağlayan sistemdir.

Ellenberg (1973)'e göre ekosistem tipleri;

- Su ekosistemleri (aquatik ekosistemler),
- Yarı karasal ekosistemler (semiterrestik ekosistemler) ve
- Karasal ekosistemler (terrestik ekosistemler) olmak üzere 3 başlık altında gruplandırmaktadır (Tülek ve Barış 2014).

1.1.1. Su ekosistemler

Sulak alanlar biyoçeşitliliğin korunması için önemli yaşam alanlarındandır. Yapılan çalışmalar; sulak alana akışın 2000'den itibaren sürekli arttığını ve suni sulak alanın artmasının aynı zamanda toplam sulak alanın azalmasına rağmen ıslak alan bozunumunu önlediğini göstermiştir (Ang *et al.* 2016).

Sulak alan restorasyonu tam işlevler ve yapı gerektirir. Sulak alan restorasyonunun hedeflerine ulaşmak, bilgi toplamak ve analiz etmek için yeni modeller ve göstergeler gerektirir (Sakalauskas 2010; Ji *et al.* 2012; Zhi and Ji 2014).

İnsan faaliyetlerinin gerçek çevresel sonuçlarını değerlendirmek ve tahmin etmek için sulak alan ile biyoçeşitlilik arasında bağlantıların net bir şekilde anlaşılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Hidroloji, kuraklık mevsimlerinde sulak alanların işlevini etkileyen en kritik faktörlerden biridir, çünkü uzun süren seller kuraklığı, bitkileri tehdit edebilir (Yang *et al.* 2013).

Son birkaç on yılda, yüksek çözünürlüklü uydu verilerine sahip uzaktan algılama (RS) ve coğrafi bilgi sistemi (CBS), sulak alan bozunum araştırması için kullanılmıştır (Ikiel *et al.* 2013; Sui *et al.* 2015).

Sulak alanlar geniş çapta karasal, denizsel ve kıyısal yaşam ortamlarını barındıran geniş bir ekosistem topluluğudur. 33 tanesi doğal, 9 tanesi suni olmak üzere biyolojik ve fiziksel özelliklerine göre toplam 42 kategoride toplanır (Erdem 2016).

Sulak alanların sahip oldukları özellikler incelendiği zaman, sulak alanlar 3 temel grup olarak değerlendirilmektedir. Bu gruplar; sulak alanların hidrolojisi, fizikokimyasal çevre ve biyolojik çeşitliliğidir (Erdem 2016).

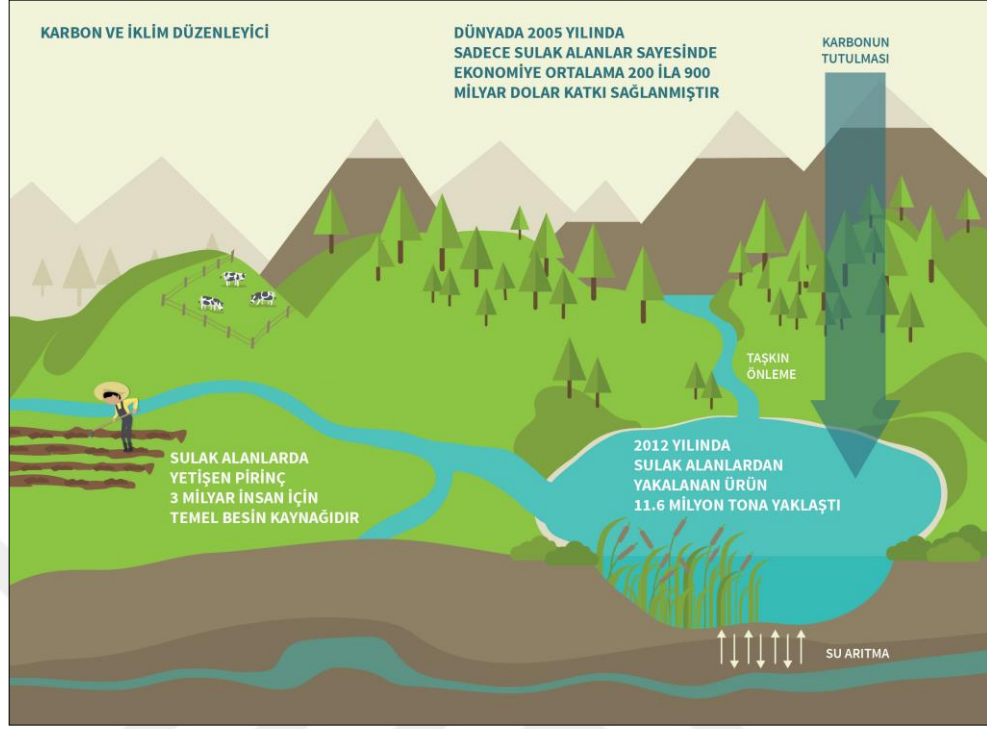
1.2. Sulak alan Tanımı ve Sulak alan Tipleri

Ramsar Sözleşmesi (2013)'nin tanımına göre sulak alanlar; “alçak gelgitte derinliği altı metreyi aşmayan, deniz suyu alanlarını da kapsamak üzere, doğal ya da yapay, sürekli ya da geçici, durgun ya da akar, tatlı, acı ya da tuzlu bütün sular ile bataklık, sazlık, ıslak çayırlar ve turbalıklar” olarak belirlenmiştir.

Ekolojik değerinin yanı sıra ticari değeri de yüksek, farklı türden canlıları barındıran, tropikal ormanlarla birlikte yeryüzünde en çok biyolojik üretim yapan ekosistemlere sulak alan denilmektedir (Williams 1990; Görmez 1997).

Sazlık ve ya bataklık olarak anılan ve biyoçeşitlilik bakımından oldukça zengin olan sulak alanlar; yeryüzünün ekonomik değerleri ve doğal işlevleriyle önemli ekosistemler arasında yer almaktadır (Sönmez ve Aytuk 2011; Arı ve Derinöz 2011; Çelik ve Gülersoy 2013; Gülersoy 2013).

Sulak alan ekosistemleri (Şekil 1.1) birçok fayda sağlayan topluluklardır (National Resource Counsel 1992). Hayati önem içeren çevresel işlevleri yerine getirir (denitrifikasyon, su arıtımı, taşkın kontrolü vb.) ayrıca hektar başına diğer ekosistemlerden daha fazla hizmet sağlarlar (Craig *et al.* 2008; Hartman *et al.* 2008). Bu doğal faydaların yanı sıra sulak alanlar, atık su arıtımı ve aşırı gübre kaldırma gibi antropojenik kirliliğin etkilerini azaltma özelliğine de sahiptir (Keeny 1973, Nichols 1983).

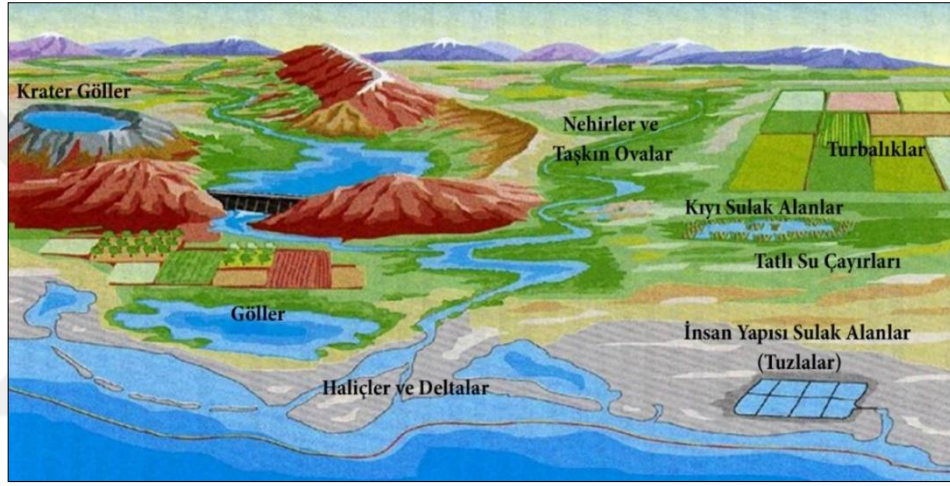


Şekil 1.1. Sulakalan ekosistemi (Anonim 2017)

Sulak alanlar, çeşitli sayıda kuş türü ile tatlı ve tuzlu su balığı ve su bitkilerinin yaşam döngüsünde de yer almaktadır. Kuşlar, göç ettikleri dönemlerde dinlenme, barınma ve yırtıcılardan korunmak amacıyla göç yolları üzerinde yer alan sulak alanlardan faydalanmaktadır. Aynı zamanda sulak alanların birçoğu balıkların yumurtlarına, barınmalarına ve avlanmamak için korunmalarına ev sahipliği yapmaktadır. Karada ve suda yaşayabilen hayvan türleri için üreme olanağı sağlayan sulak alanlar, birçok memeli ve nesli azalmış ve tehlikede olan canlı türlerini barındıran ekosistemlerdir (Korkanç 2004).

Antartika dışında dünyanın her tarafında sulak alanların birçok türü bulunmaktadır. Bu nedenle sulak alanların sınıflandırılmasında birçok çeşitte denemeler bulunmaktadır. Bu sınıflandırmalardan ülkemiz sulak alanlarına en uygun olanı, Avrupa Topluluğu tarafından yapılan sınıflandırmadır. Bu sınıflandırmaya göre sulak alanlar 7 ana başlık altında toplanmışlardır (Tırıl 2004).

- Haliçler ve deltalar
- Tatlı su çayırları
- Göller
- Nehirler ve taşkın ovalar
- Turbalıklar
- Kıyı sulak alanlar
- İnsan yapısı sulak alanlar (Şekil 1.2)



Şekil 1.2. Sulak alan sınıflandırması (Orman ve Su İşleri Bakanlığı 2016)

Sulak alanlar oluş şekillerine göre de 2 gruba ayrılırlar. Bunlar (TÜBİTAK MAM, 2011);

- Doğal Sulak alanlar
- Yapay Sulak alanlar

1.2.1. Doğal sulak alanlar

Doğal sulak alanlar çoğunlukla alıcı alanlar olarak görülmektedir. Bu sebepten çoğu doğal sulak alanlara atıksu deşarjlarında, tipik olarak ikinci veya ileri kademe arıtmanın şart koşulduğu standartlarının getirilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte doğal sulak alanlara arıtılmış atıksu boşaltımının temel amacı, mevcut habitatın zenginleştirilmesi

olmaktadır. Arıtma kapasitesini geliştirmek için mevcut doğal sulak alanların değiştirilmesi, doğal ekosistemi bozmaktadır; bu sebeple doğal sulak alanlara müdahale edilmemektedir (TÜBİTAK 2011).

1.2.2. Yapay sulak alanlar

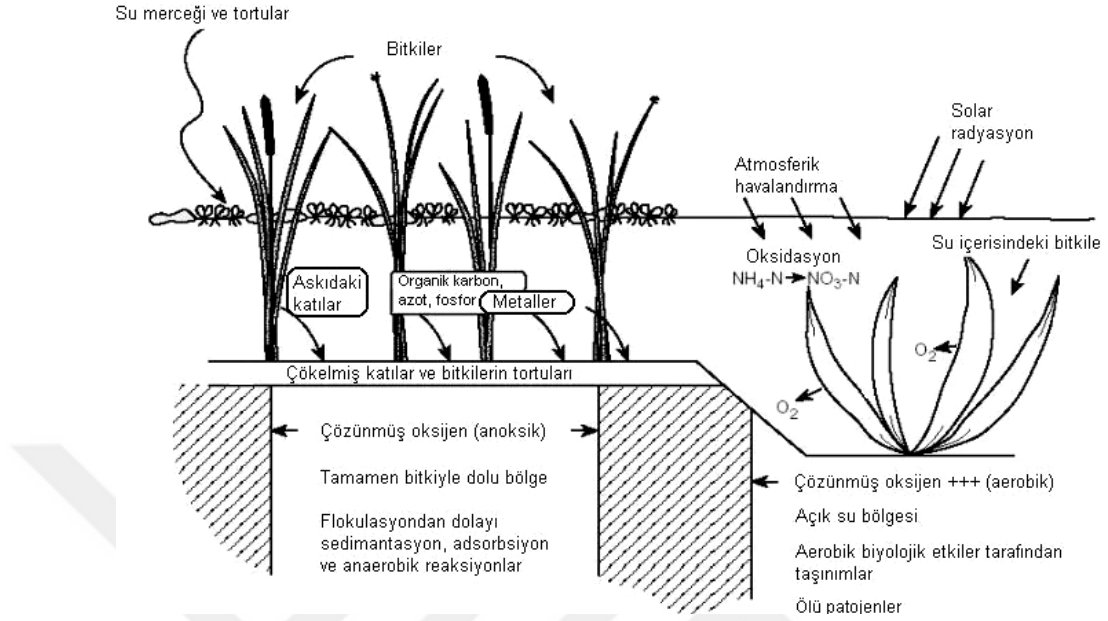
Yapay sulak alanlar, ortamda bulunan güneş enerjisini kullanıp ve kendini yenileyebilme özelliğine sahiptirler. Canlılara yaşam alanı sağlayarak yabani hayatı meydana getirirler. Doğal malzemelerin kullanımı ile oluşturulan havuzlarda, atık suların filtrelenmesi ve suyun arıtılmasını sağlamak amacıyla sulak alan bitkilerinin yetiştirildiği bu sistem, adeta doğal yapının taklidi niteliğindedir. Sistemin birinci aşamasını fosseptik yapılar oluşturmaktadır. Kırsal yaşam alanlarına ait olan fosseptik suları arıtılmakta ve yapay sulak alanların düzenlenmesinde güvenle kullanılabilir değerlere sahip su kaynakları elde edilmektedir (ORSAM 2011).

Bu amaçların yanı sıra, yapay sulak alanlar aşağıdaki fonksiyonları da sağlamaktadır (Vymazal 1998; Verhoeven and Meuleman 1999; USEPA 2000):

- Su kalitesinin sağlanması,
- Rekreasyonel kullanım,
- Besinlerin dönüşümü,
- Fauna için yaşam ortamı oluşturma,
- Dinlenme (kuş gözlemi, fotoğrafçılık vs.),
- Hareketli dinlenme (avlanma vs.),
- Bilimsel amaçlı eğitim,
- Estetik görüntü.

Yapay sulak alanlar (ORSAM 2011);

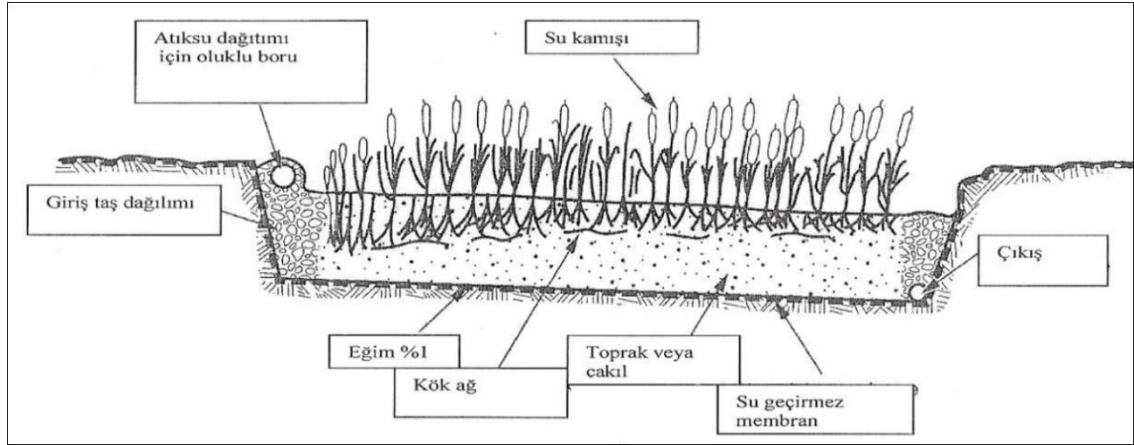
- Serbest yüzey akışlı (şekil 1.3) ve
- Yüzey altı akışlı sulak alanlar olmak üzere ikiye ayrılır.



Şekil 1.3. Serbest su yüzeyli yapay sulak alanlar (Çiftçi vd 2007)

Su yüzeyi serbest olan yapay sulak alanlarda, normal atık su kirleticilerinin arıtımı, bitki hücrelerinin, bitki olmayan hücrelere göre daha verimlidir (Gearheart 1989; Thut 1990; Burgoon *et al.* 1991; Gearheart *et al.* 1999). Bununla birlikte, bitkilerin arıtma performansı tam olarak bilinmemektedir. Bitki yüzey alanı ile yakalanan mikrobiyal sayılar arasında bir ilişki olduğu varsayılmış, fakat henüz kanıtlanmamıştır (Reddy and Smith 1987).

Yüzey altı akışlı sistemler (Şekil 1.4) (YAS), ikinci veya ileri kademe arıtma amacıyla nitelendirilmektedir. Bu sistemler, “kök bölgesi” veya “çakıl – su kamışı filtreleri” olarak da görülmektedir. YAS, evreli bitkileri desteklemek için kum veya kaya ile doldurulmuş izafi olarak geçirimsiz tabanlı kanallardır (TÜBİTAK 2011).



Şekil 1.4. Tipik Yüzeyaltı Akımlı Sulakalan Sistemi (YAS) Enkesiti (TÜBİTAK 2011)

Yapay sulak alanlar aşağıdaki gibidir (Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2013);

- 1- Kültür havuzları; Kültür balıkçılığındaki balık ve karides üretim havuzları
- 2- Küçük havuzlar; Sekiz hektarın altındaki çiftlik havuzlarını, depo havuzlarını ve küçük su tanklarını içerir.
- 3- Sulama yapılan alanlar; Sulama kanallarını ve çeltik tarlalarını içerir.
- 4- Mevsimsel olarak göllenen tarım alanları; Yoğun olarak yönetilen veya ıslak otlak ve çayırda da kapsar.
- 5- Tuz elde etme sahaları; Tuz tavaları, tuzlalar vs.
- 6- Su depolama alanları; Sekiz hektardan büyük, baraj ve göletleri kapsamaktadır. Ülkemizde bu tip sulak alanlara en iyi örnek olarak Amasya'daki Yedikır Baraj Gölü, Ankara'daki Hirfanlı Baraj Gölü gibi gölleri örnek verebiliriz. Kazılar; çakıl, tuğla, kil çukurları; diğer malzeme çukurları, maden çukurları.
- 7- Atık su arıtma sahaları; yerleşik havuzlar, oksidasyon havuzları.
- 8- Kanallar ve drenaj kanalları, hendekler.

Tüm sulakalan tipleri Ramsar Sözleşmesi (2013)'ne göre 6 ana başlık altında sınıflandırılmaktadır. Coğrafik koşullara ya da oluşum mekanizmasına göre iki gruba ayrılmaktadır. Bunlar; Denizel ve Kıyısız Sulakalanları ile Karasal Sulakalanlar olarak sınıflandırılmaktadır.

Denizel ve kıyusal sulakalanlar

Sulak alan gruplarından biri olan denizel ve kıyusal sulak alanlar deniz ile ilgili birçok sistemi kapsamaktadır. Bunlar Gelgit düzlükleri, boğazlar, alg-yosun yatakları, sığ denizel bölgeler, haliçler, tuzlalar ve lagünler gibi sistemlerden oluşmaktadır. Ramsar sözleşmesi 4. Taraflar Konferansı'nda benimsenen (Tavsiye 4.7) ve 5. Taraflar Konferansı'nda Kabul edilen sulak alan sınıflandırma sistemine göre kodlar belirlenmiştir. Bu kodlardan A ile K arasında bulunan sulak alan tipleri denizle alakalı ekosistemleri tanımlamak için kullanılmaktadır (Karar 5.5).

- A: sürekli sığ denizel sular
- B: denizel sucul gelgit yatakları
- C: mercan resifleri
- D: kayalık denizel sahiller
- E: kum ve çakıllı sahiller
- F: haliç suları
- G: gelgit çamur, kum yada tuz düzlükleri
- H: gelgit sazlıklar
- I: gelgit ormanlı sulakalanlar
- J: kıyusal acı/tuzlu lagünler
- K: kıyusal tatlı su lagünleri

Karasal sulakalanlar

- L: sürekli karasal deltalar
- M: sürekli dere, nehir, ırmaklar
- N: mevsimsel, geçici akarsular
- O: sürekli tatlısu gölleri
- P: mevsimsel/geçici tatlısu gölleri
- Q: sürekli tuzlu/acı/alkalin göller
- R: mevsimsel tuzlu/acı/alkalin göller ve ovalar
- Sp: Sürekli Tuzlu/Acı/Alkalin Sazlık ve Gölcükler

Ss: Mevsimsel (Geçici) Tuzlu/ Acı/Alkalin Sazlıklar

Tp: Sürekli Tatlısu Sazlıkları – Gölcükleri

Ts: Mevsimsel (Geçici) Tatlısu Sazlıkları

U: Ağaçsız Turbiyerler

Va: Alpin Sulakalanları

Vt: Tundra Sulakalanları

W: Fundalık Baskın Sulakalanlar

Xf: Tatlısu Ağaçlı Sulakalanlar

Xp: Ağaçlı Turbiyerler

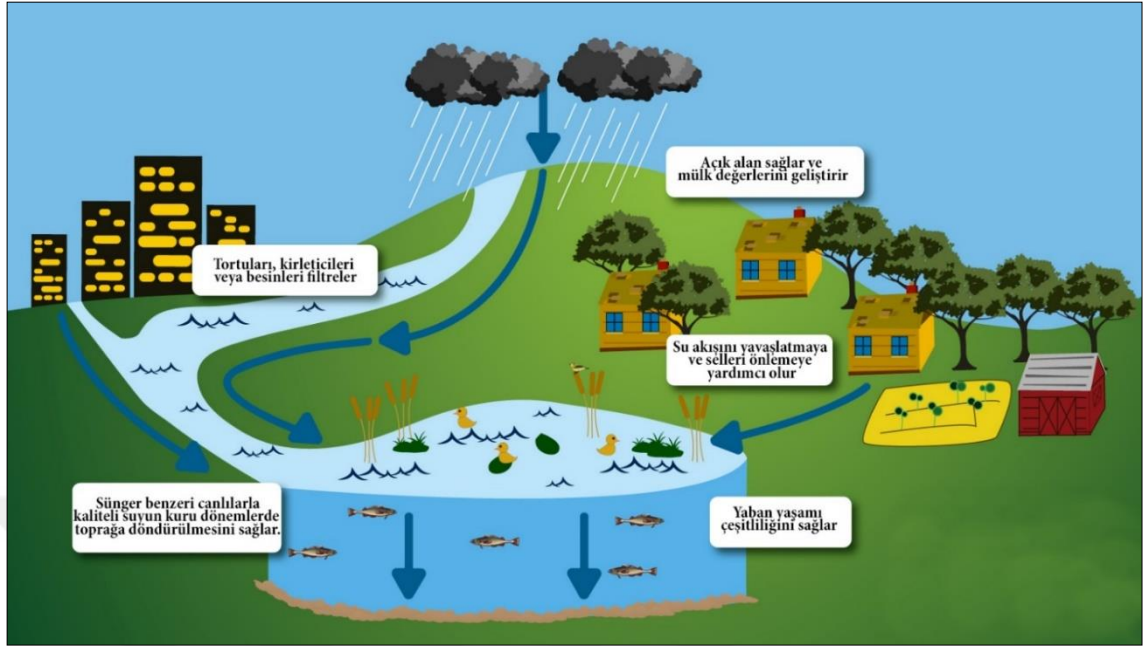
Y: Tatlısu Kaynakları, Vahalar

Zg: Jeotermal Sulakalanlar

Zk: Yeraltı Karst ve Mağara Hidrolojik Sistemleri

1.3. Sulak Alan İşlevleri

Sulak alanlar insan sağlığı için hayati önem taşımaktadır. Bunlar, sayısız bitki ve hayvan türlerinin hayatta kalmaya bağlı su ve üretkenlik sağlayan biyolojik çeşitlilik beşiği olan dünyanın en verimli çevreleri arasındadır (Mitsch and Gosselink 1993). İklim değişikliği, biyolojik çeşitlilik, hidroloji ve insan refahında kritik bir rol oynarlar (Ramsar Convention Bureau 2001). Sulak alanlar hem atmosfer, hem de sera gazı emisyonu ve emisyon ile su, ısı ve enerji alışverişi yoluyla hem küresel hem de yerel iklimi düzenler (Parish and Looi 1999; Takai 1970; Munger 2004). Ayrıca, tehdit altındaki ve nesli tükenmekte olan birçok tür de dahil olmak üzere çeşitli balıklar ve yaban hayatı için yaşam alanları sağlarlar (Ramsar Convention Bureau 2001). Yer altı suyu ikmal, su hareketi düzenlemesi ve su arıtımı işleviyle, sulak alanlar, tüm ekosistem hizmetlerini ve sürdürülebilir kalkınmayı destekleyen hidrolojik döngüyü sürdürmede çok önemlidir (Russi *et al.* 2013). İnsan refahı için, sulak alanlar sadece insan sağlığı bakımından temel malzeme sağlamakla kalmayıp aynı zamanda önemli ekonomik değerler üretme potansiyeline de sahiptir. Bir sulak alanın insanlar ve yaban hayatı için vazgeçilmez bir kaynak olduğu ve önemli sulak alan kayıplarının geri döndürülemez olduğu kabul edilen bir gerçektir (Şekil 1.5) (Millennium Ecosystem Assessment 2005).



Şekil 1.5. Sulakalanların işlevleri (Anonim 2017a)

Sulak alanların sürdürülebilirliğini etkileyen kararların bilinmesi ekosistem süreçleri ve işlevleri hakkında bilgi gerektirmektedir. Gerekli bir adım, ekolojik açıdan benzersiz olan sulak alan işlevsel tiplerini tanımlamaktır, böylece çağdaş manzaradaki yerini ve derecesini daha iyi ölçebilir ve böylece arazi kullanım uygulamalarının değişimi, ekosistem hizmetlerinin işlevlerini ve eşzamanlı sunumunu nasıl değiştirdiğini anlayabilmeyi sağlamaktadır. Birçok sulakalan kaybolmuştur ve kalan sulak alanların çoğu, temel ekosistem işlevlerinin antropojenik olarak bozuldukça modifiye edilmiş peyzajlar içine gömlmektedir (Euliss *et al.* 2008).

Sulak alan ekosistem işlevleri ve ekosistem hizmetleri, eşsiz olan sulak alanlar arasında ve geçici olan sulak alanlar arasında yıllık iklim değişikliklerine göre değiştiği belgelenmiştir (Van der Valk and Davis 1978; Winter and Rosenberry 1998; Euliss *et al.* 2004). Bununla birlikte, mevcut sulak alan sınıflandırma sistemlerinin hiçbiri sulak alanların fonksiyonel gruplara yerleşmesini veya yıllık iklim döngüleri arasındaki zamansal değişimi açıklayamamaktadır (Euliss *et al.* 2014). Brinson (1993) tarafından geliştirilen Hidrojeomorfik Yöntem (HGM), benzersiz sulak alanların işlevsel tiplerini tanımlamak için jeomorfik ortam, su kaynağı ve hidrodinamik kullanır; bununla birlikte,

bazı durumlarda, HGM şemaları, benzer işlevleri yerine getiren sulak alanların birlikte gruplandırılmasında başarısız olmuştur (Cole *et al.* 2002, 2008; Azzolina *et al.* 2007).

Ulusal Sulakalan Envanteri (NWI), sulak alanları Cowardin *et al.* (1979)'e göre sınıflandırmıştır, ancak sulak alan işlevinde benzersiz uzamsal ve zamansal farklılığı hesaba katmamaktadır (Euliss *et al.* 2004). Son zamanlarda, Brooks *et al.* (2011) sulak alan işlevinin tanımlanmasında önemli rol alan jeomorfik özellikleri vurgulamak için NWI'yi bir HGM sistemi ile geliştirerek daha yeni bir sistem önermektedir. Bu sistem, birkaç eyalette (Tiner 2011; Tiner *et al.* 2013) kullanılmıştır, ancak, sulak alan işlevinde ve ekolojide zamansal değişimin önemli bir belirleyicisi olan yıllık iklimde zamansal farklılıkları hesaba katmamaktadır (Euliss *et al.* 2004).

1.3.1. Sulak alan tehditleri

Dünyada ve Türkiye’de sulak alanları olumsuz yönde etkileyen en belirgin sıkıntılar; sulak alanlara yabancı balık türlerinin salınması, tarımsal faaliyetlere, yerleşim amaçlı tahribatlar, kaçak avlanma ve yönetimsel sorunlar olarak sıralanmaktadır (Şen 2005; Sönmez ve Aytuk 2011; Gülersoy 2013).

Türkiye’de Orman ve Su İşleri Bakanlığı’nın Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği (2013)’nde, sulak alan koruma bölgelerinde yapılması yasak olan bu alanlar için tehdit teşkil eden faaliyetler vardır. Bunlar;

- Ham Petrol, Doğal Gaz, Kömür ve Maden Çıkarma Endüstrisi
- Enerji Endüstrisi
- Metal Üretimi ve İşlenmesi
- Mineral, İnşaat Malzemeleri Endüstrisi
- Kimya ve Petrokimya Endüstrisi
- Kâğıt Endüstrisi
- Atık Yönetimi
- Gıda Endüstrisi

➤ Diğer Tesisler/Faaliyetler

Bu faaliyetlerin dışında sulak alan koruma bölgelerinde bakanlık izni ile yapılması mümkün olan faaliyetler de vardır. Bunlar;

- Ham Petrol ve Madencilik
- Enerji Endüstrisi, Ulaşım, Altyapı ve Kıyı Yapıları
- Metallerin Üretimi ve İşlenmesi
- Mineral, İnşaat Malzemeleri Endüstrisi
- Kimya Endüstrisi
- Ağaç ve kâğıt endüstrisi
- Atık Yönetimi
- Gıda Endüstrisi
- Tarım, Su Ürünleri ve Yetiştiriciliği Tesisleri
- Diğer Tesisler

1.4. Sulak Alan Mevzuatı ve Türkiye'nin Yeri

Türkiye sulakalanlar açısından zengin bir ülkedir. Bu açıdan sulakalanları korumak amacıyla atılan ilk adım Ramsar sözleşmesi taraflarından birisi olması olmuştur. Daha sonra ise sulakalanların korunması amacıyla doğrudan çıkarılan yasal düzenleme 2002 yılında yayımlanan ve 2005 yılında revize edilen “Sulakalanların Korunması Yönetmeliği” olmuştur. Türkiye’de sulakalanların korunmasına ilişkin çıkarılan hukuki birçok düzenleme yapılmıştır. Bunlar;

- RAMSAR Sözleşmesi
- 4856 Sayılı Çevre ve Orman Bakanlığı’nın Kuruluş ve Teşkilatına Dair Kanun
- 4915 Sayılı Kara Avcılığı Kanunu
- 2872 sayılı Çevre Kanunu (5491 sayılı Kanunla değişik)
- Sulakalanların Korunması Yönetmeliği
- 993/1 Başbakanlık Genelgesi

- Sulakalanlar Tebliği (05.04.1995 tarih ve 22249 sayılı Resmi Gazete)
- Sulakalanlar Tebliği (15.04.1998 tarih ve 23314 sayılı Resmi Gazete)
- Sulakalanlar Tebliği (09.02.2005 tarih ve 25722 sayılı Resmi Gazete)

1.5. Sulak Alan Yönetim Planı

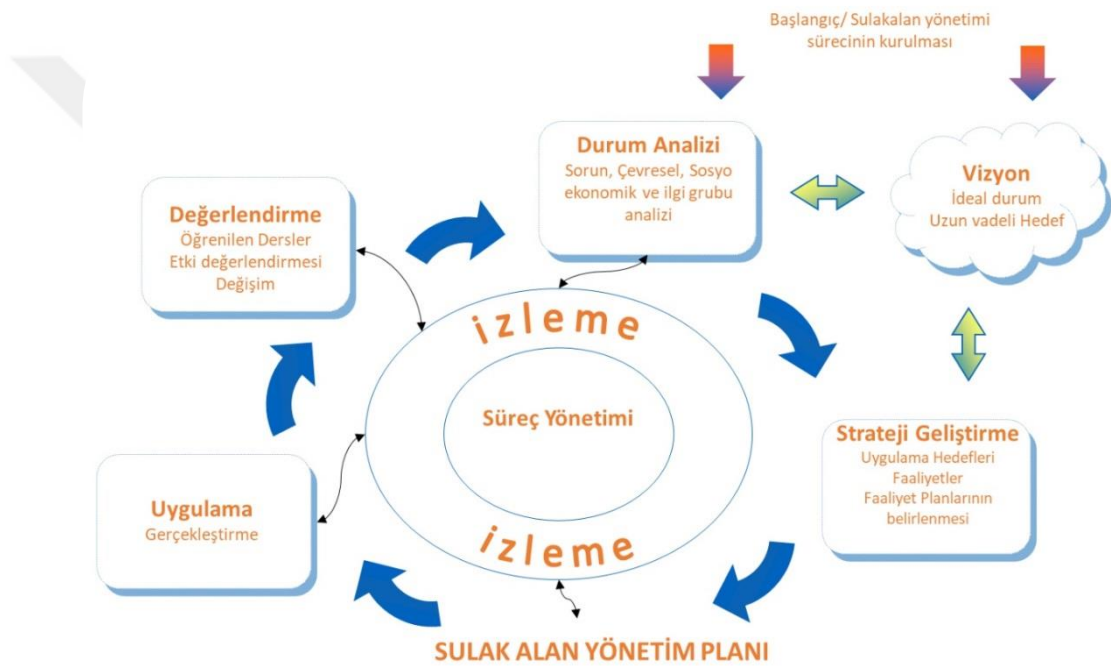
Sulak alanlar daha sürdürülebilir, korunaklı olması için belli yönetim planına ihtiyaç duymaktadır. Bu sebepten sulak alan yönetim planı oluşturulmuş ve bu alanlar için uygulanmaktadır. Sulak alan yönetim planı oluşturulma sebepleri aşağıda sıralanmıştır;

- Bulundukları bölgenin en alçak yada en çukur noktasında bulunurlar. Bu sebeple havzadaki hemen her türlü faaliyetten kötü etkilenirler.
- Farklı fonksiyon, etki ve kullanım koşulları sağlaması sebebiyle birçok kurumun ilgi alanına girmektedir.
- Sulak alanda, istenilen duruma erişebilmek veya mevcut hali korumak için, etkileşim içindeki sabit ekosistem ilişkilerini düzenleme gayretidir.
- Yönetim planı rehber amaçlıdır.
- Alanın mevcut halini tanımlar, gelecekte (5 yıl sonra) alanı daha iyi nasıl görmek istediğini ortaya koyar ve bu ikisi arasındaki dengeyi sağlar.
- Yönetim planı bir düşünce biçimidir.
- Alanı (fiziksel, sosyo-ekonomik, biyolojik, jeolojik, kültürel, vb. özellikleriyle) en iyi şekilde tanımayı gerektirir.
- Alanda ortak bir yönetim oluşturulması için tüm ilgi alanlarını ve planıcıları bir araya getirir (Erdem 2007).

Yönetim planı hazırlama aşamalarında 10 mantıksal adım (aşama) izlenmektedir (Şekil 1.6) (Erdem 2007). Bunlar;

- Alan Tanımı
- Değerlendirme
- İdeal/Uzun Dönem Hedefler

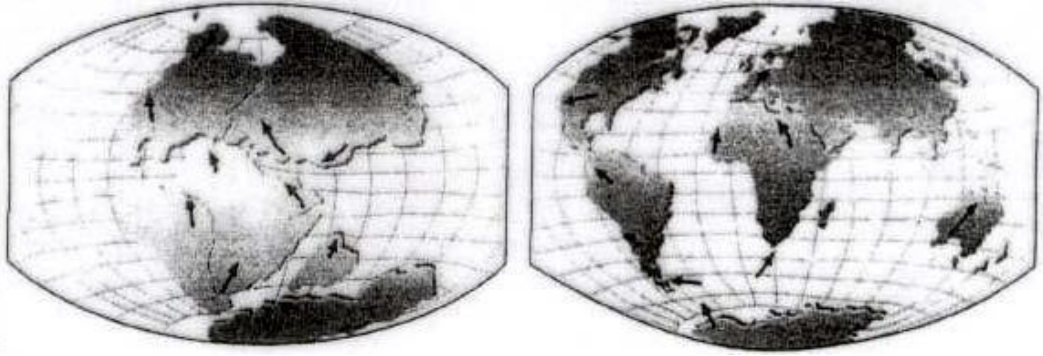
- Sınırlayıcılar ve Destekleyiciler
- Uygulama Hedefleri
- Faaliyetler
- Uygulama
- İzleme
- Uygulamaları Değerlendirme
- Yenileme çalışmalarıdır.



Şekil 1.6. Sulak alan yönetimi döngüsü (Orman ve Su İşleri Bakanlığı 2016)

1.6. İklim ve İklim Değişikliği

Dünya yaklaşık 4,5 milyar yaşa sahiptir, bu da belli zamanlarda, canlı ve cansız unsurları arasındaki doğal dengenin bazı sebeplerle bozulmasına yol açmış ve iklimde birçok değişiklik meydana gelmiştir (Şekil 1.7). Fakat, bizi etkileyen iklim değişiklikleri, dördüncü jeolojik sürede (Kuvaterner) olan değişimlerdir (Öztürk 2002).



Şekil 1.7. 180 milyon yıl öncesi ve günümüzdeki kara parçalarının dağılımı (Öztürk 2002)

Hızlı nüfus artışı ve ekonomik büyüme, doğal kaynakların aşırı kullanımı, çevreyi kirletme ülkelerin sürdürülebilir yönetimini değiştirmeyi gerektirmektedir (Headey and Jayne 2014).

İklim değişikliği aşırı hava olaylarının yoğunluğunu artırarak, göçlere teşvik ederek farkındalık uyandırır. Bu nedenle, iklim göçmenleri dünya çapında artan bir ilgi görmektedir (Reuveny 2007; Bettini 2013). İklim değişikliği, özellikle şiddetli kuraklık ve kıtlığa maruz kalmış, nüfusun yerinden olmaya neden olduğu küresel hassas topluluklar için insanlığa yönelik çeşitli tehditler oluşturmaktadır (Comenetz and Caviedes 2002).

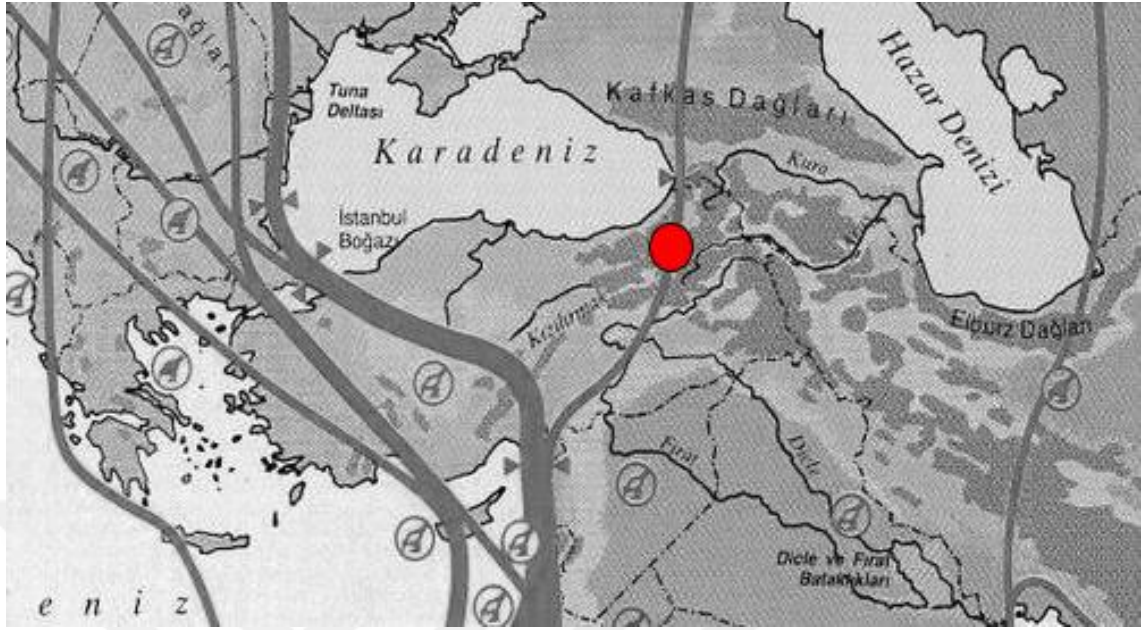
1.7. Sulak Alan ve İklim Etkileşimi

Bireysel sulak alanlar, bir aralıkta veya daha nemli, daha kuru iklim koşullarında tekrar boşaltılana (Euliss *et al.* 2004) kadar hidrolojik olarak sürekli düşüşe uğramaktadır. Bundan dolayı, yıllık ortalama özgül iletkenlik ve çözeltideki spesifik iyonların bileşimi, bireysel çayır ve sulak alanlarının uzun vadeli iklim döngüleri üzerinde yüzey ve yeraltı suları için uzun vadeli ilişkilerini tanımlamak için yararlı olabilmektedir. Bireysel sulak alanların biyolojik ve kimyasal gözlemleri, böylelikle, sulak alan kompleksleri içinde ekolojiyi yönlendiren karmaşık etkileşimleri daha iyi anlamak için, sulak alanlar arasındaki bireysel sulak alanların ekosistem işlevlerini ve sinerjiyi temsil eden bir çerçeve içinde organize edilebilmektedir. Bununla birlikte, Euliss *et al.* (2004),

yıllık iklim, çökelme, evapotranspirasyon ve yıllar içinde ve içinde bireysel sulak alanların hidrolojik fonksiyonlarındaki değişimin zamansal değişimi yoluyla çözünenlerin kimyasal konsantrasyonunu ve kompozisyonunu değiştirmektedir (Euliss *et al.* 2014).

Kentlerdeki ekonomik hareketlilik ve hızlı nüfus artışından dolayı suya yönelik talepler genel olarak artış göstermektedir (Şen 2005). Canlıların yaşamını devam ettirebilmesi adına kuraklık diğer doğal afetlere göre en tehlikeli olanıdır (Sırdaş ve Şen 2003). Bütün dünya genelinde ısınan hava sonucunda tarım alanlarının sulanması bazı kaynakların kullanılmasını gerektirmektedir. Bu sebepten dolayı sulama için yeraltı suları kullanılmaktadır ve yeraltı suyu seviyesi her geçen gün azalmaktadır. Bunlar da sulak alanların su varlığında azalmaya ve ekolojik işlevlerini yerine getirememesine yol açmaktadır. Bütün bunların en büyük nedeni ise hava sıcaklığının son 100 yılda 1,2°C artmasıdır (Chang-chun 2003; WMO 2016).

Farklı hayvan ve bitki türleri için önemli habitatlardan olan su kıyıları Sucul ekosistemler ile karasal ekosistemler arasındaki geçiş bölgelerini oluşturmaktadır (Tülek ve Barış 2014). Türkiye sulak alan bakımından zengin ülkelerden birisidir. Türkiye'deki sulak alanlardan birisi olan Erzurum geçici sulakalanı Afrika kıtasına göç eden yırtıcı kuşların göç yolunda bulunmakta (Şekil 1.8) ve bu alanda konaklayan kuşlara yaşam alanı sağlamaktadır (Çalışkan 2003).



Şekil 1.8. Kuş göç yollarında Erzurum sulak alanı (Anonim 2017b)

İklim değişikliğinin sebep olduğu yeraltı su seviyesi değişikliği baskın bitki topluluklarının yer değiştirmesine ve sulak alan içindeki oksidasyon koşullarının yer değiştirmesine doğrudan etki etmektedir. Bu da ekolojik süreçlerin, boşaltma oranının ve sera gazının uzamsal ve zamansal dağılımının değişmesine neden olmaktadır (Chang-chun 2003).

Özellikle İkinci İklim Değerlendirme Raporu'nun (IPCC 1996) yayınlanmasından sonra, iklim değişimlerinin su kaynaklarındaki etkileri hakkında birçok çalışma yürütülmüştür (Watson *et al.* 1996; Kaczmarek 1996; Gleick and Chalecki 1999; Şen 2005). Bunlardan barajlar ve göller gibi büyük su varlıklarının iklime olan etkisi de birçok çalışmada incelenmiştir (Tonbul 1990; Güldal ve Ağralıoğlu 1994; Kadioğlu vd 1994; Çalışkan 2003; Yeşilata vd 2004; Sönmez ve Aytuk 2011; Doygun vd 2011; Gülersoy 2013). Yeraltı suyu seviyesindeki değişimleri inceleyerek sulakalanların etkilendiği ve araştırıldığı çalışmalar da bulunmaktadır (Ataol 2010; Yılmaz 2010). Yapılan bu araştırmalar göstermektedir ki iklim ile sulakalanlar arasında oldukça sıkı bir bağlantı bulunmakla beraber antropojenik etkiler de oluşan sıkıntılarda oldukça etkili rol oynamaktadır.

1.8. Sulak Alanlarda Zamansal Değişim ve Alanlardaki Kullanım Değişimi

İklim değişiklikleriyle oluşan kuraklık sorunu, su kaynaklarının etkin yönetiminin sağlanmasını zorunlu hale getirmiştir. Su kaynaklarında doğru kullanımın gerçekleşmesi için, bilgilerin hızlı, ekonomik ve yüksek doğrulukta su yönetim planlama ve politikalarına aktarılması gerekmektedir. Farklı kullanımların etkisine ve ani değişimlere açık olan su kaynaklarının da, değişim izleme çalışmalarında kullanılması, hızlı ve doğru plan kararlarının alınmasında önemli rol oynamaktadır.

Uydu görüntüleri aracılığıyla farklı zamanlara ait veriler; antropojenik etkiler sonucunda oluşan parçalılığı, tahripleri ya da alan kullanım şeklinin değişiminin gözlemlenmesini sağlamaktadır. Bunun yanı sıra geçmiş ve mevcut durumun karşılaştırılmasına olanak sağlamaktadır (Doygun ve Berberoğlu 2001; Doygun vd 2011; Drummond *et al.* 2012).

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

1.9. Dünya ve Türkiye’den Sulak Alan Örnekleri

1.9.1. Dünya’dan sulak alan örnekleri

1.9.1.a. Pantanal sulak alan kompleksi (Brezilya, Bolivya ve Paraguay)

Dünyanın en büyük ve en iyi korunmuş sulak alanlardan biri olan, Pantanal, 150. 000 km² lik yüz ölçümüne sahiptir.

Pantanal'ın kuzeyinde Amazon Yağmur Ormanları bulunmaktadır. Bataklıklar, lagünler, taşkın ovaları ve drenaj hatları gibi sistemlere sahip olduğundan 656 kuş türüne, 270 balık türüne, 98 sürüngene, 1. 132 kelebek türüne, 190 memeliye, 53 amfibiye (iki yaşamlı) ve 3500 bitki türünü barındırmaktadır.

Pantanal savanlar, sulak çayırlar ve tropik ormanlardan meydana gelen bir mozaiktir. sümbül papağanı (*Anodorhynchus hyacinthinus*), Jaguar (*Panthera onca*), dev su samuru bataklık geyiği (*Blastocerus dichotomus*) ve (*Pteroneura brasiliensis*) gibi nadir bulunan hayvanlara ev sahipliği yapmaktadır. Dünyadaki diğer sulak alanlarla karşılaştırıldığında Pantanal, en iyi korunan yer olmasına rağmen; Hükümetin koruması altında olan %2'den az kısmıdır (Çağırnkaya 2013) (Şekil 1.9).



Şekil 1.9. Pantanal sulak alan kompleksi (Anonim 2017c)

1.9.1.b. Camargue sulak alanları (Rhône Deltası) (Fransa)

Üçte biri göl veya bataklıklardan oluşan Rhône Nehri deltasında bulunan Camargue fransanın güneydoğusunda yer almaktadır (Şekil 1.10).

Camargue avrupa'nın en iyi kuş gözlem yerlerindendir. Tuzlu göletleri sebebiyle flamingoların yaşayabileceği Avrupa'da yer alan habitatlardan birisidir. Alan, 75 balık

türü, 15 sürüngen, 10 amfibi ve 398 kuş türüne yaşama ortamı sağlamaktadır. Fransa’da yetişen 4700 çiçekli bitki türünün 1000 tanesinden fazlası buradadır. Önemli bir dünya miras alanı olan Camargue Sulak Alanı 1972 yılında hem milli park hem de doğa rezervi olarak ilan edilmiştir (Çağırnkaya 2013).



Şekil 1.10. Camargue sulak alanları (Anonim 2017d)

1.9.1.c. Wasur Milli Parkı (Endonezya)

Endonezya’nın Papua bölgesi Yeni Gine Adası’ndaki Wasur Milli Parkı; Bu bölgenin Serengeti’si olarakta bilinen geniş bir sulak alandır. Birçok kuş türüne ve nadir bulunan hayvanlara ev sahipliği yaptığı için biyoçeşitlilik bakımından oldukça zengindir (Şekil 1.11).

Alanda, tepeli deve kuşu ve kangurudan ayrı göçmen kuşlar ve birçok su kuşu türü bulunmaktadır. Parktaki doğal olan su çayırıları, mimoza ve su sümbülü gibi yabancı türlerin istilasından altındadır (Çağırnkaya 2013).



Şekil 1.11. Wasur Milli Parkı kuş türlerinin büyük bir kısmına ev sahipliği yapar (Anonim 2017e)

1.9.1.d. Kerala sulak alan kompleksi (Hindistan)

Güney Hindistan Kerala eyaletinde bulunan Kerala Sulak alan Kompleksi, Arap Denizi kıyıları boyunca paralel devam eden göller ve lagünler zincirinden oluşmaktadır. Bu sistem 38 koldan oluşan nehirlerin beslediği ağ, beş tane büyük gölü de içerisinde barındırmaktadır.

Kerala sulak alanı, bu bölgede yaşayabilen su samurları, yengeçler, kaplumbağalar ve kuşlar gibi birçok sucul canlıya yaşam ortamı sağlamaktadır. Bölgede fazla sayıda Kettuvallam (yüzen ev) bulunmasından dolayı cazip bir turizm merkezi konumundadır (Çağırnkaya 2013). (Şekil 1.12).



Şekil 1.12. Kerala Sulak Alan Kompleksi turizme katkı sağlamaktadır (Anonim 2017f)

1.9.2. Türkiye’den sulak alan örnekleri

Sulak alan varlığı bakımından Türkiye, bulunduğu konum itibariyle bölgedeki en zengin ülkelerden biridir. Ülkemizdeki zenginliğin asıl sebebi sulak alanların çok sayıda olması değil, bu alanların değişik türlere sahip olmasındandır. Sulak alanlarımızın uluslararası düzeyde önem taşımasının esas nedeni; Batı Palearktik Bölgesinde bulunan dört önemli kuş göç yollarından ikisi ülkemizden geçmektedir. Ayrıca Türkiye’de çeşitli iklim türlerinin görülmesi ve ülkemizin bulunduğu coğrafi konumundan dolayı farklı tiplerde sulak alanlara sahip olmasına fırsat sağlamaktadır. Bundan dolayı nadir görülen ve nesli tükenmekte olan kuş çeşitleri bakımından ülkemiz büyük önem taşımaktadır (Çağırnkaya 2013a).

Ülkemizde Ramsar Sözleşmesi kriterlerine göre 135 adet “Uluslararası Öne Sahip Sulak Alan” belirlenmiştir. Sulak alanların çoğu barındırdığı su kuşları ve balık türleri bakımından uluslararası önem taşımaktadır. Ramsar Sözleşmesi kapsamında Türkiye’de, 1994 yılında Kayseri’de Sultansazlığı, Mersin’de Göksu Deltası, Balıkesir’de Manyas Gölü, Kırşehir’de Seyfe Gölü, Isparta ve Burdur’da Burdur Gölü, Bursa’da Uluabat Gölü, 1998 yılında Samsun’da Kızılırmak Deltası, 2005 yılında Konya’da Meke Maarı, İzmir’de Gediz Deltası, Adana’da Akyatan Lagünü, 2005

yılında Adana’da Yumurtalık Lagünleri, 2009 yılında Kars’ta Kuyucuk Gölü ve 2006 yılında Konya’da Kızören Obruğu olmak üzere toplam 13 adet sulak alan Ramsar alanı olarak ilan edilmiştir. Nemrut Kalderası’nın da 2013 yılında ilan edilmesiyle Ramsar Alanlarımız 14’e yükselmiştir (Çağırnkaya 2013a).

1.9.2.a. Manyas Kuş Gölü (Balıkesir)

Ortalama 3 m derinliğinde olan Manyas Kuş Gölü, sığ ve geniş bir tatlı su gölüdür. Koloidal kil içermesi sebebiyle suyu sürekli bulanıktır. Dip canlıları ve planktonlar bakımından oldukça zengindir ve yaban hayatının gelişmesine katkı sağlamıştır. Manyas, Türkiye’de ‘kuş cenneti’ olarak bilinen ilk alandır (Şekil 1.13). Türkiye’nin su kuşu üreme ve konaklama alanlarının en önemli olanlarından biridir. Alanda çok sayıda küçük karabatak, gece balıkçılı, alaca balıkçıl, tepeli pelikan ve kaşıkçı üremektedir.

Sığircı Deresi’nin gölle birleştiği yerde oluşmuş subasar sığdırlık ve sazlıklar ‘Kuşcenneti Milli Parkı’ olarak 1959 yılında korunmaya alınmıştır (Çağırnkaya 2013a).



Şekil 1.13. Manyas Kuş Gölü'nden bir görüntü (Anonim 2017g)

1.9.2.b. Sultan Sazlığı (Kayseri)

Kayseri İli'nin Yeşilhisar, Yahyalı ve Develi ilçelerinin sınırları içerisinde, önemli üç turizm merkezinin ortasında konumlanmaktadır. Daha önce tabiatı koruma alanı olan Sultan Sazlığı 2006 yılında milli parka dönüştürülmüştür (Şekil 1.14).

Tuzlu ve Tatlı su ekosistemlerinin bir arada olduğu nadir bir ekosistemdir . 301 kuş türünün barınma, beslenme ve kuluçka alanı olması; Avrupa'da flamingo, turna, kaşıkçı, akbalıkcıl kuşlarının bir arada kuluçkaya yattığı tek alan olması Sultan Sazlığı'na başka bir önem kazandırmaktadır (Çağırakaya 2013a).



Şekil 1.14. Sultan Sazlığı'ndan bir görüntü (Anonim 2017h)

1.9.2.c. Gediz Deltası (İzmir)

Gediz Nehri'nin önceden denize döküldüğü yerde, tatlı ve tuzlu koylar, su bataklıkları, tuzlalar ve dört lagünden meydana gelen geniş kıyı sulak alanıdır. 'İzmir Kuş Cenneti'

veya ‘Çamaltı Tuzlası’ isimleriyle de ünlüdür. Ülkemizdeki 14 Ramsar Alanından biridir.

Biyolojik çeşitlilik bakımından çok zengin olan Gediz Deltası özellikle kuşlar açısından büyük önem taşımaktadır (Şekil 1.15). Bu sebeple deltaya ‘İzmir Kuş Cenneti’ ismi verilmiştir. Yapılan kuş gözlemlerinde 281 kuş türü tespit edilmiştir. Tuz Gölü ile birlikte Türkiye’de en fazla sayıda flamingonun konakladığı iki alandan birisidir (Çağırnkaya 2013a).



Şekil 1.15. Gediz Deltası kuşlar açısından büyük önem taşımaktadır (Anonim 2017ı)

1.9.2.d. Ahlat Sazlığı (Bitlis)

Ahlat sazlığı, Van Gölü’nün kıyısında Bitlis ili Ahlat ilçesi sınırlarındaki tatlı su içerikli olan bir sazlık alanıdır (Şekil 1.16). Göl kıyısında olduğu için başta kuşlar olmak üzere birçok karasal omurgalıların barınma ihtiyacını ve su ihtiyacını karşılamaktadır. Endemik balık türü olan İnci Kefali (*Chalcalburnus tarichi*) ilkbaharda sazlığa ve sazlığı besleyen akarsulara geçerek üremektedir. Alandaki habitat tipleri, sazlık, bataklık, çayırılık ve ağaçlıktır (Çağırnkaya 2013a).



Şekil 1.16. Ahlat Sazlığı (Anonim 2017j)

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Gilman (1994), Britanya’da sulak alan tiplerini temsil eden bir ağ sistemi oluşturmuşlardır ve bu sistem üzerinden sulak alanların iklime göre ekosistem bileşenleri ve etkileşim şekillerini ortaya koymaya çalışmışlardır.

Larson (1995), yaptığı çalışmada Kanada’nın kuzey ovalarındaki İklim değişikliğinin belirli bir yılda su tutan sulak alanların sayısına olası etkisini değerlendirmek için, öncelikle iklim değişkenleri tarafından ıslak havzaların sayısının ne kadar değişken kaldığı belirlemiştir. Alanı park alanı otlak alanlar ve sulak alanlar olarak 3 kısma ayırmıştır. Mevsimsel sıcaklık değişimlerini incelemiştir. İklim değişkenleri ve ıslak havzaların yüzdesi arasındaki ilişkiyi incelemek için çoklu doğrusal regresyon yapmıştır. Sonuç olarak park alanındaki sulak alanların, otlak alanlardan daha çok artan sıcaklıklara karşı savunmasız olduğunu belirlemiştir.

Amadore *et al.* (1996)’e göre yükselen deniz suları, yağış azalmasına, toplanabilir su hacminde bir gerilemeye neden olacağı, yanısıra kıstlı olan tatlı su kaynaklarının miktarın da azalma olacağını tespit etmişlerdir.

Poiani (1996), Amerika’nın kuzey Dakota bölgesindeki çayır sulak alanlarındaki 32 yıllık dönemdeki sulak alan hidrolojisi ve vejetasyon dinamiklerini simüle etmek için bir matematiksel model (WETSIM 2.0) kullanmıştır. Model, 30 yıl boyunca bilinen dört kurak dönem ve yağışlı bir süreyi yeniden üretti. Bitki örtüsündeki değişiklikler, simüle edilmiş su seviyelerinin gerçek seviyelerden önemli ölçüde farklı olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak bu olumlu sonuçlar, iklim değişikliğinin sulak alan kaynakları üzerindeki etkilerini araştırmak için modelin kullanılmasını desteklemiştir.

Roger ve Golden (1997) sulak alanların kalitesini arttıran en önemli faktörün tıpkı diğer peyzaj elemanlarında olduğu gibi biçim yönünden zıtlıkların oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Sulak alan ne kadar düz ve arazi ne kadar dik eğimliyse görsel kalite o

kadar artmaktadır. Bunun yanı sıra sazlıklar ve su aynaları gibi dokusal zıtlık oluşturan elemanların bir arada bulunması da aynı etkiyi yaratmakta olduğunu belirtmişlerdir.

Haktanir and Arcak 1998; Habitatlar arasında en tehlike altındaki alanlar olan sulak alanlar arasında büyük veya küçük göller nehirler, bataklıklar, deltalar ve kıyı bölgeleri, biyo çeşitlilik ve üretim alanları açısından en önemli doğal kaynaklar olduğunu belirtmişlerdir. Bu alanların korunarak kullanım dengesinin oluşturulması önerilmiştir.

Emerton 1998 ve Kerstetter *et al.* (2003)'a göre son yıllarda sulak alanların ekoturizm ve alternatif turizm, kuş gözlemciliği, fotoğrafçılık, trekking gibi ekolojik temelli faaliyetlere katkısından söz edilebilmektedir.

Demir vd (2000) Erzurum kenti bataklıkları sulak alanların sürdürülebilirliği için yaptıkları çalışmada Erzurum Bataklıkları, çevresinden geçirilen şehirler arası çevre yolu ile ciddi bir tehdit altındadır. Çalışmada Erzurum'daki mevcut sulak alanda yaşanan baskılar irdelenmeye çalışılmış, sulak alanların korunması ve sürdürülebilir yönetimi için önerilerde bulunulmuştur.

Sönmez vd (2000) Akyatan Lagünü çevresinde yaptıkları arazi çalışmalarında ve uydu bantlarının kullanılarak oluşturulan farklı yıllara ait görüntülerde, Akyatan Lagünü'ndeki tarımsal faaliyetlerde kullanıldığından dolayı sulak alanların azaldığı tespit edilmiştir. Bu yüzden kuşların barınma alanları gün geçtikçe daralırken, doğal bitki örtüsü zarar görmekte ve Yaz aylarında tarımsal faaliyetlerin yapıldığı arazilerde kullanılan ilaç ve gübrelerden dolayı göl, özellikle yaz aylarında önemli ölçüde kirletilmekte olduğu tespit edilmiştir.

Sun *et al.* (2000), Kuzey Karolina bölgesi alt kıyı ovasında iklim değişikliğinin drenaj çıkışı, buharlaşma ısısı, yaprak alanı endeksi (LAI) ve orman Net Birincil Verimlilik (NPP) üzerindeki potansiyel etkilerini incelemek için bir orman ekosistemi süreç modeli olan PnET-II'yi kullanmıştır. Ovada bulunan 25 ha.lık bir olgun loblolly çam (*Pinus taeda* L.) türü deney havzasında toplanmıştır. Alandaki topografik etkileri hesaba

katmak için simülasyonda 20 cm'lik yüksek bir alan kapasitesi kullanılmıştır. Bu modelleme çalışması, gelecekteki iklim değişikliğinin drenajın (yüzde 6) ve orman verimliliğinin (yüzde 2,5) önemli bir artışa neden olacağını önermektedir.

Barbara (2000)'a göre Amerika'nın arizona eyaletinde yüksek kentsel büyüme oranları zamansal iklim değişikliği ve su kaynakları üzerindeki baskıyı arttırmıştır. Su kıtlığı az olan bu bölgedeki arz ve talebi yönetimiyle ilgili kararlar, bireysel kentsel alanlar içindeki ve arasında çevresel, sosyal ve yasal farklarla ortaya çıkmaktadır. Sonuç olarak uzun vadede iklim değişikliği, bölgenin su kaynaklarını etkilemiştir

Mitsch and Gosselink (2000), peyzajda optimum miktarda sulak alanın, ekosistem değerlerine göre peyzajı optimize etmek için ılıman bölgedeki havzalarda yaklaşık %3-7 (ortalama %-5) olabileceğini, örneğin taşkın kontrolü ve su kalitesinin artırılmasını önermektedir

Adger and Luttrell (2000), yaptıkları çalışmada sulak alanların korunmasının kaynak yönetimi kararlarıyla ilişkili kurumlar ve mülkiyet hakları tarafından belirlendiği belirtmişlerdir. Bu nedenle, mülkiyet hakları rejimlerinin anlaşılması, sulak alan kaynaklarının kullanıcılarına dayattığı kısıtlamalar ve kullanıcıların ve kullanıcı olmayanların kullanım faydalarının dağılımı, sulak alan ekosistemlerinin ve fonksiyonlarının ekonomik değerleri için gerekli olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Cushman and Wallin (2000), Rusya'nın Sikhote-Alin bölgesindeki havzalarda, flora varlığının azalmakta olduğunu belirtmişlerdir. Bu kapsamda bölgede 35.000 ha alanın ağaçlandırılması ve alanın korunarak kullanması ve verimlilik sağlanması amaçlanmıştır.

Türkeş vd (2000), Sivas ili sınırları içerisinde yer alan Tödürge Gölü sulak alanında yarıkurak iç bölgelerde yer alan sulak alanların, büyük olasılıkla gelecekte insan kaynaklı iklim değişikliğinden olumsuz etkilenebilecek ekosistemlerin arasında yer alabileceğini öngörmüşlerdir. Bu amaçla, yarıkurak kara içi sulak alanların

çevrelerindeki iklim değışikliği ve değışkenliğini, Tödürge Gölü örneğini dikkate alarak, hidroklimatolojik ve zaman dizisi çözümleme yöntemleriyle ortaya koymak, gözlenen değışimlerin etkilerini belirlemek amacıyla geleceğe ilişkin bazı öngörülerde bulunmuşlardır.

Kıymaz vd (2000) yaptıkları çalışmada; Seyfe Gölü'ndeki kirlilik düzeyinin araştırılması amacıyla Seyfe gölü ve yakın çevresinde yer alan 4 adet gözlem istasyonundaki 14 adet su kalitesi parametrelerinin (pH, EC, TDS, COD, NH₄-N, NO₂-N, NO₃-N, o-PO₄ -2 , Na, K, Ca, Mg, Cl, SO₄ - 2) farklı gözlem yıllarına ait aylardaki değışimleri irdelenmiştir. Bu amaçla, su kalitesi değışimleri MannKendall Tau korelasyon katsayıları hesaplanarak %5 önem düzeyinde t testi yapılarak analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, 4 istasyona ait (4*15) 56 parametrenin 14 tanesinde %5 önem düzeyinde azalma yönünde istatistiksel açıdan anlamlı trendler bulunmuştur. Geriye kalan 42 tanesinde ise istatistiksel bir değışim gözlenmemiştir.

Suter (2000) ve Kellett *et al.* (2005), ölçme, ölçme ve modelleme yoluyla risklere karşı korunmada gerekli olan ekolojik özellikleri ölçen ERA'daki genel değerlendirme son noktaları için bir argüman sunmuştur.

Yeşilata vd (2004) Atatürk Baraj Gölünün Güneydoğu bölgesi iklimi üzerine etkisini, Adıyaman ve Şanlıurfa illerinin son 30 yılda elde edilmiş (1972-2001) meteorolojik verileri kullanarak araştırmışlardır. Bu amaçlaseçtikleri 4 iklimsel değışkenin (en yüksek sıcaklık, en düşük sıcaklık, sıcaklık ortalaması ve bağıl nem) aylık ortalama değerleri, Baraj Gölünden önce ve sonraki 15 yıllık dönemler (1972-1986 ve 1987-2001) için karşılaştırılarak incelenmiştir. Baraj sonrasında iki ilde de ; yılın büyük bir bölümünde, sıcaklık ve nem değerlerinde artış olduğu gözlenmiştir.

Johnson *et al.* (2005), Kuzey Amerika'da yer alan Pothole bölgesinde yer alan 95 yıllık hava durumu kayıtlarına sahip 18 istasyona bir sulak alan modeli (WETSIM) uygulayarak, iklim ve sulak alan su seviyeleri ve bitki örtüsü arasındaki pothole'deki geniş alansal ve zamansal değışimlerini araştırmışlardır. Simülasyonlar, su kuşlarını yetiştirmek için en üretken yaşam alanının Pothole merkezinden daha doğu ve kuzey

bölgelere doğru daha kurak bir iklimde olması gerektiğini belirlemişlerdir. Çalışmada bu sulak alanlar korunmaz ve restore edilmezse, gelecekteki küresel ısınmaya karşı canlı türlerinin azalacağı sonucu elde edilmiştir.

Şen (2005), “iklim değişikliği ve su kaynaklarına etkisi” çalışmasında, iklimsel değişiminin su kaynaklarına etkisi, tek başına nehir akışında ki hacim, zamansal değişim (kar erimesi), nitelliğinin ve zemin suyunun beslenmesindeki değişmelere bağlı olmadığını aynı zamanda da sistem nitelliğinin, sistemin kendisinde ortaya çıkan değişken baskılara, sistemsel yönetim evrimine ve sonuçta iklim değişmesine dair önlemlerin uygulanmış olmasına bağlı olduğunu belirtmiştir.

Steissberg *et al.* (2005) yaptıkları çalışmalarda sulak alan yüzey sıcaklığı (WST) haritalarını oluştururken mevcut proseslerin geniş bir yelpazesini anlamak için buharlaşma ve yüzey suyu transfer kalıpları gibi parametrelerin giderek daha önem kazandığını belirtmişlerdir.

Verhoeven *et al.* (2006), ABD, İsveç ve Çin'den alınan örneklerin hepsinin, yüzey alanı toplama alanının en az %2-7'sini oluşturması halinde, su toplama düzeyinde sulama alanlarının önemli ölçüde su ıslahına katkıda bulunabileceği konusunda genel bir kural önerdiğini belirtmiştir .

Kesici ve Kesici (2006), Eğirdir Gölü'nde yaptıkları çalışmada Göl ve çevresinde birtakım gözlem ve etütler yaparak, araştırma sonucunda, fauna ve flora dengesinin bozulmasının, gölde ötrofikasyonu oluşturduğunu, Eğirdir Gölü'ne yapılan müdahalelerin sebebi olan faktörlerin; ekonomik ve sosyal etmenler olduğunu, gölün uzun dönem korunmasını sağlamak göllerin ekolojisi, şehir planlaması ve göl yönetimi konularında uzmanlığa sahip kurumların ve devlet kurumlarının desteği sağlanması gerekliliğini ortaya koymuşlardır.

Chau (2007), sulak alanlardaki su kalitesini belirlemek için ekolojik modelleme yöntemini kullanmıştır.

Tapan (2008)'a göre sulak alanlar gerek ekosistem gerekse biyolojik çeşitliliğin en önemli unsurlarından birisidir. Türkiye'deki, sulak alanlar Avrupa ve Orta Doğu'nun en önemli alanlarındanıdır. Dolayısıyla bu alanların ekolojik değeri Türkiye'nin farklı ekolojik fonksiyonlara ve karaktere sahip olması ve bu sulak alanların çoğunun coğrafi olarak Batı Palearktik kuşların göç rotası üzerinde yer alması artırmakta olduğunu belirtmiştir.

Voldseth *et al.* (2009), İklim değışikliğı ve havza örtüsünün doğu Güney Dakota'daki sulak alanın su seviyelerine olan etkilerini incelemek için bir modelleme yaklaşımı (WETSIM 3.2) kullanmışlardır. Sulak alanın kuruduğı yılların oranının ve kuru dönemlerin sıklığının azalması nedeniyle model yardımıyla sulak alan için en dinamik bitki örtüsünü üretilmiştir. Ekili bitkiler ve yönetilen çayırlar, hava sıcaklığında 2°C yükselme ve iklim senaryolarında 2°C yükselme artı %10 artış sağladığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla kontrollü alandaki otlaklarla çevrili olan sulak alanlardaki su seviyelerinin, yönetilmeyen çayırlarla çevrili olanlardan daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Çelik vd (2011) Kayseri Sultan Sazlığı sulak alanında iklimsel faktörler ve su seviyeleri arasındaki ilişkilerin yapay sinir ağları yaklaşımı ile modellenmeyi amaçlamışlardır. Geliştirilen yapay sinir ağları modelinin, biyoçeşitliliğı ve yerel ekonomideki önemi ile Türkiye'nin önemli sulak alan ekosistemlerinden biri olan Sultan Sazlığı sulak alanının iklime bağılı su seviyesindeki değışimlerinin tahmin edilmesinde kullanmışlardır.

Anlı vd (2011) Kırşehir ilinin kuraklığını belirtmek için RDI (Reconnaissance (keşif) Kuraklık İndeksi) kullanılmıştır. Kırşehir merkez meteoroloji istasyonunda 1975–2010 yıllarında ölçülen aylık toplam yağış ve FAO Penman-Monteith ilişkisine göre saptanan ET0 (Kıyas bitki su tüketimi) değeri materyal olarak kullanmışlardır. Sonuç olarak Kırşehir ilinde farklı kıyas periyotlarına göre hesaplanan RDI değeri incelendiğinde, 1975-2010 döneminde genelde hafif kuraklık ve orta derece kuraklık daha fazla görülmüş, şiddetli ve aşırı kuraklıklar da zaman zaman görülmüştür. Bu çalışma sonunda, yaklaşık son 40 yılda görülen kuraklık olaylarının ildeki önemli su kaynaklarının verimlerinin azaldığı tespit edilmiştir.

Durmuş vd (2011) Van ili sulak alanları biyoçeşitliliğini belirlemek için Erçek Gölü, Akgöl, Hasantimur gölü, Ceğen gölü, Sarımehmet Gölü, Karasu ve Bendimahi Deltaları ile Akköprü ve Özalp çayları ve civarında bulunan Ornitolojik (kuş), Botanik (bitki), Entomolojik (böcek) ve Mikolojik (makro mantar), tür çeşitliliği araştırılmışlardır. Van ili Sulak alanlarında 25 familyaya ait 110 kuş türü tespit edilmiştir. Sulak alanlardan direkt veya dolaylı olarak yararlanan böceklerden Hemiptera takımına ait 6 tür, Odonata takımına ait 24 tür, Orthoptera takımına ait 2 tür, Diptera takımına ait 43 tür ve Coleoptera takımına ait 25 tür tespit edilmiştir, Sucul vejetasyon sulak alanlarda ve sulak alanlara katkı sağlayan derelerin içi ve kenarlarındaki gelişmiştir.

Doygun vd (2011) Çiğli ilçesi'nde 2009-1984 yılları arası alan kullanım değişimlerinin kıyı alanları üzerine etkilerini belirlemek amacıyla arazi sınıflarında değişim analizi yapmıştır. Analiz sonucunda, kentsel ve endüstriyel kaynaklı yapılaşma alanlarının 25 yıl içerisinde 10 kat büyüdüğünü göstermiştir. Yapılaşmanın, tarım ve ağaçlandırma faaliyetleri ise tuzlu bataklıkların %50 oranında azalmasına neden olduğu saptanmıştır.

Paerl and Paul (2012), İklimle bağlı olarak sulak alanlardaki termal ve hidrolojik rejim değişikliğinin, su kalitesini de etkilediğini dolayısıyla sulak alanların ısınmasının, zararlı alglerin büyümesini artırarak su termal kararlılığına ve karıştırmaya karşı dirence yol açtığını belirtmişlerdir.

Göktuğ vd (2013) Erzurum Tortum ilçesi Tortum şelalesinde yaptıkları çalışmada yaya ziyaretçi kapasitesini HCM (Highway Capacity Manual) modeli kullanılarak tespit edilmiştir. Alanda kesintisiz yaya akışları analiz edilmiştir. Şelalenin rekreasyon kullanımının optimum kalitesini sağlamak için ziyaretçi yönetim planları önerilmiştir.

Yıldız vd (2013), Çoruh havzası vadi tabanında yaptıkları çalışmada bölgedeki barajların faaliyete geçmesiyle çevre iklimine katkıları incelenmiştir. Alanda Landsat TM5 uydu görüntüsü üzerinden yüzey sıcaklık analizi yapılarak sıcaklık haritası oluşturulmuştur. Analiz sonucunda 100-1000m rakımları arasında 4.8°C derece sıcaklık farkı olduğu tespit edilmiştir.

Uzun (2014), yaptığı çalışmada, Hersek deltası kıyılarındaki kıyı çizgisi ve kıyı alanı değişimleri, 2004, 2009, 2014 Landsat uydu görüntüleri ve CBS'den yararlanılarak tespit etmiştir. Ayrıca çalışmada kısa sürede gelişen, kıyı çizgisi-kıyı alanı değişimlerinin Hersek deltası kıyıları da dahil olmak üzere deltanın tüm alanına, sahada bulunan Hersek lagünü ve sulak alanı ile delta alanındaki diğer coğrafi unsurlara etkisi incelenmiştir.

Tokatlı vd (2014) yaptıkları çalışmada; Edirne'de yer alan Gala Gölü ve onu besleyen sulama kanalı'nın su kalitesini belirlemek için Coğrafi Bilgi Sistemi kullanılarak (CBS) dağılım haritalarının kullanılmıştır. Çalışmamız sonucunda, araştırılan alanın yüzey sularında fosfor ve azot bileşiklerinin oldukça yüksek olduğu ve gölün ve kanalın sularında en büyük risk oluşturan parametrenin nitrit azotu olduğunu tespit etmişlerdir.

Gül *et al.* (2015) Burdur gölü ve çevresinde yaptıkları araştırmalarında; Göl ve çevresinde görülen sorunlardan birisi göl suyu seviyesinin azalması, çevre ve görüntü kirliliği, maden ocakları, bilinçsiz tarımsal aktiviteler; hayvancılık ve otlatma, evsel ve kentsel atık sular; tarımdaki sıvı atıklar, göl suyu seviyesinin alçalması ve su yönetim çevresel sorunların olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca Burdur Gölü ve çevresinde yer alan ekosistem yapısı tespit edilmiş ve karşılaşılan çevre sorunları ve baskılar ortaya konmuştur ve geleceğe yönelik büyük ölçekte mekan ait stratejik çözüm önerilerinde bulunmuşlardır.

Eisavi *et al.* (2016) çalışmalarında; (Wetland Surface Temperature; WST) Sulak alan yüzey sıcaklığı haritalarının, sulak alanlardaki mevcut devam eden süreçlerin anlaşılması için önemli bir parametre olduğunu vurgulamıştır. Tarımsal ve endüstriyel alanların yanında bulunan sucül arzilerde, yüzey sıcaklıklarının mekânave zamana bağlı olarak değişmesinden dolayı kimyasal kirleticilerin de arttığı ve bu alanların tarımsal ilaç etkisine maruz kaldığı değerlendirilmelerde bulunulmuştur. İran'ın Batı Azerbaycan eyaletinde yapmış oldukları araştırmada, Sulduz bölgesine ait Landsat uydu verileri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda Sonuçlar, sulak alan yönetimin yapılmasını ayrıca sulak alanların kurutulmasına karşı önleyici modelleme çalışmaların yapılması gerekliliğini belirlemiştir. Ayrıca çalışmasında kullanılan uzaktan algılama yönteminin

sulak alanların sağlıklı termal izlenmesi için değerli, düşük maliyetli ve dengeli bir araç olduğunu ortaya koymuştur.

Ugış vd (2016), Haziran 2015 ve Mayıs 2016 tarihleri arasında Kastamonu Beyler Barajı ve Karaçomak Barajı Gölünde su kuşlarının tespiti ve yoğunluğunu belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada; Beyler Barajı Gölü'nde 6 takım, 10 familyaya ait 22 tür, Karaçomak Barajı Gölü'nde 6 takım, 8 familyaya ait 17 tür tespit etmiş ve sulak alanların ekosistem ve biyolojik çeşitliliğin önemli unsurlarından biri olduğunu ile ilgili görüşler sergilenmiştir.

Aşur (2017) yaptığı çalışmasını; Van Kenti yakın çevresinin önemli sulak alanlarından olan Karasu, Van, Edremit, Dönemeç (Engil) ve Göründü sulak alanlarında yürütmüştür. Araştırma alanının görsel peyzaj kaliteleri ve rekreasyonel kullanım potansiyellerinin değerlendirilmesi yapmıştır. Elde edilen sonuçlara göre alanın görsel peyzaj kalitesi esasına dayanarak rehabilitasyon ve benzeri çalışmaların uygulanması gerektiği vurgulanmıştır.

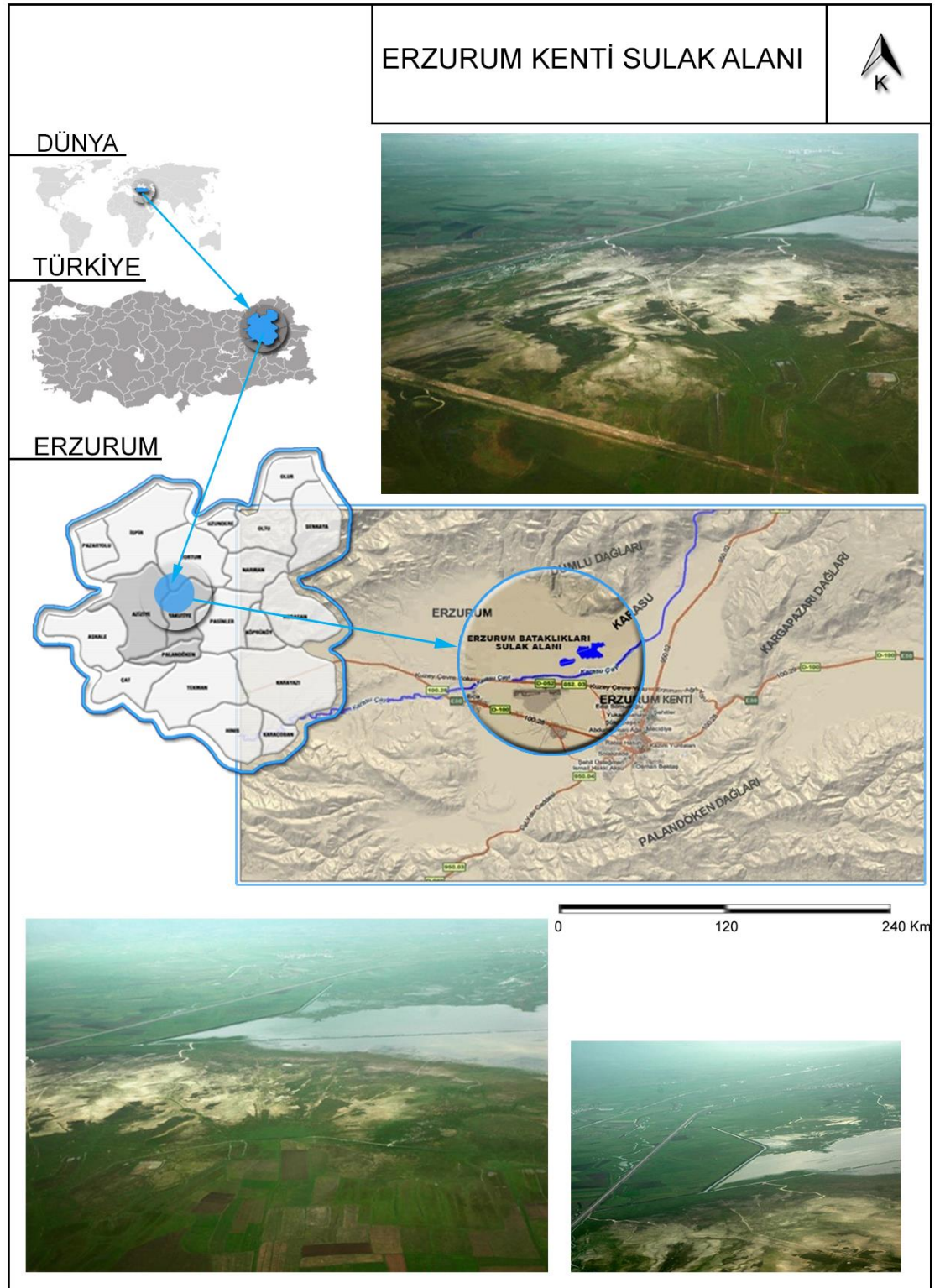
Yılmaz vd (2017) yaptıkları çalışmada Kuzeydoğu Anadolu'daki kuş yollarındaki 38 sulak alanları ıslak alan büyüklüğü, mevcut kuş türü, yerel çevre üzerindeki olumlu ve olumsuz etkileri açısından değerlendirmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Erzurum kentinin bitişiğinde bulunan Erzurum Bataklıkları; kent merkezine göre 3 km kuzeyde bulunmaktadır. Alanın ortasından Fırat nehrinin iki kolundan biri olan Karasu nehri geçmektedir. Sulak alanlar geçici ve sürekli bataklıklar, ıslak çayırılık alanlar ve tarım yapılan alanlardan oluşmaktadır. Erzurum Sulak alanı 1950’li yıllarda açılan iki adet su toplama kanalının Karasu’ya bağlanmasıyla su biriken veya toplanan kısmı bugünkü duruma gelmiştir. Özellikle Nisan ayı ortalarında en büyük halini gösteren göl, tarım alanlarını koruma amaçlı küçük kanallarla Karasu’ya aktarılmaktadır.

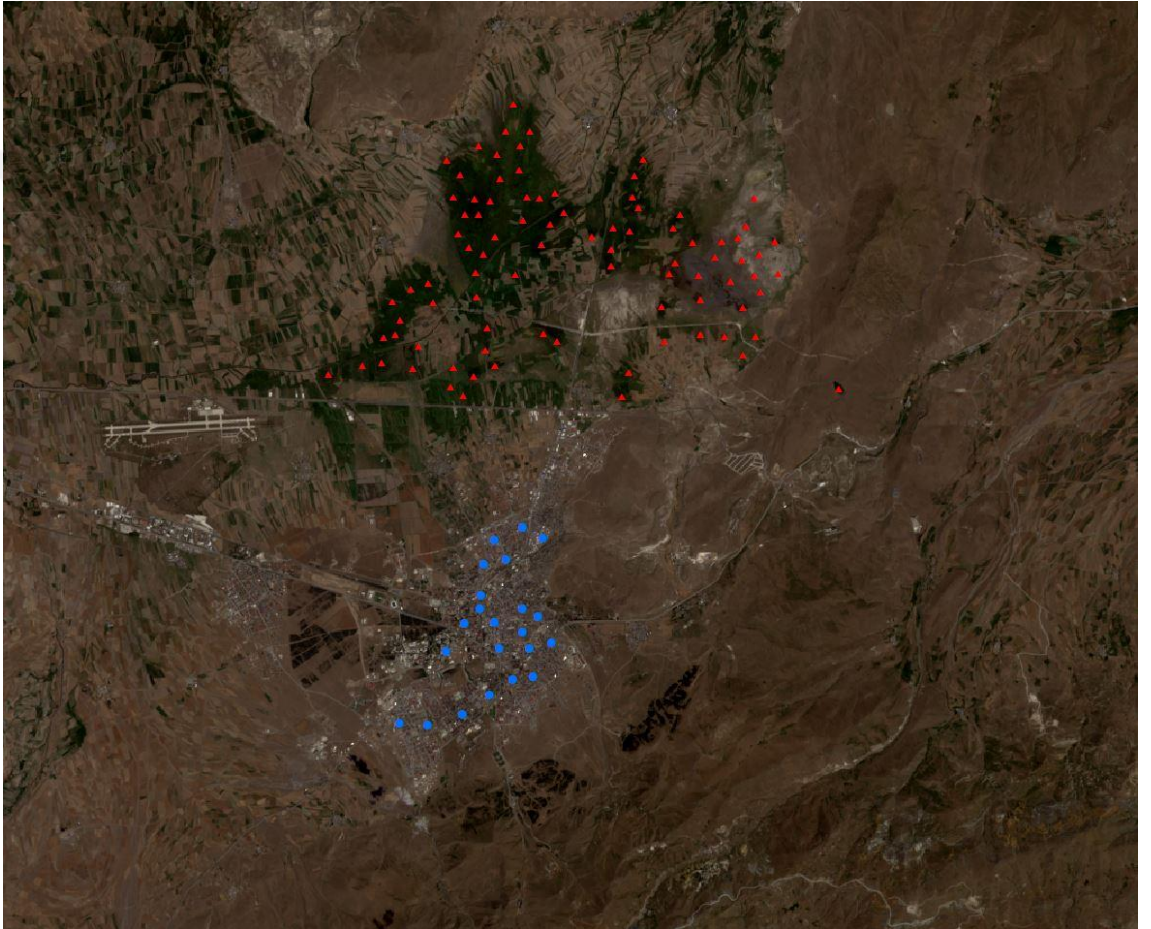
Erzurum Ovasının ortasında bulunan ve etrafı dağlarla çevrili, ovanın en düşük rakımlı alanında yer alan sulak alan, Önemli Kuş Alanı (ÖKA) olarak da kayıtlara geçmiştir. Sulak alanın en düşük noktası 1720 m rakıma sahiptir ve 10.000 ha’lık bir alanı kaplamaktadır. Ayrıca sulak alan çevresinde 10 köy bulunmakta ve aynı zamanda Erzurum Kuzey Çevre Yolu ile Erzurum Havalimanı ile bitişik sayılabilecek bir noktada yer almaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Çalışma alanının görüntüsü

3.2. Yöntem

Alanda meydana gelen değişimlerin net olarak belirlenmesi için Sulak alan kısmına 100 tane, Kentsel ortama 50 tane noktasal veri eklenmiştir. Noktasal veriler zonal istatistik metodu ile değerlendirilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan verilerin noktasal dağılımı

3.2.1. Sulak alana ait uydu görüntüsü termal band analizleri

Yöntem olarak uydu görüntülerinden yararlanılarak Termal Band Analizi, Normalize Edilmiş Bitki İndeksi (NDVI) ve Normalize Edilmiş Su İndeksi (NDWI) yapılmıştır. Çalışmada kullanılan uydu görüntüsü ve kullanılan yöntemler aşağıda verilmiştir.

3.2.1.a. Çalışmada kullanılan uydu görüntüsü ve yöntem

Çalışmada LANDSAT 8 ve LANDSAT 5 uydu görüntüsü kullanılmıştır. Uydu görüntülerine ait genel bilgiler <https://landsat.usgs.gov/what-are-band-designations-landsat-satellites> ve <http://portal.netcad.com.tr/pages/viewpage.action?pageId=111477859> sitelerinden temin edilmiştir. İlk LANDSAT uydusu 1972 yılında uzaya gönderilmiştir. İlk kuşak 3 uydudan oluşmaktadır. Bu uydular iki sensör taşımaktadır. İkinci kuşak LANDSAT uyduları LANDSAT 4 ile başlayarak Thematic Mapper (TM) adında yeni bir cihazla donatılarak 1982’de fırlatılmıştır. LANDSAT 6 1993 yılında düşünce LANDSAT 7 Mart 1999’da fırlatılmıştır. LANDSAT verileri, sivil, eğitim, ticari, askeri ve endüstriyel amaçlı kullanılmaktadır. Coğrafya, ormancılık, ziraat, kaynak yönetimi, haritalama, su kalitesi, jeoloji ve oşinografi gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

Landsat 8 uydu görüntüsü; LANDSAT 8 uydusu yiyecek, su ve orman gibi insanların geçim kaynağı olan kaynakların düzenlenmesi, izlenmesi ve anlaşılmasında önemli bir rol üstlenmiştir. LANDSAT 8 uydusu görünür ve yakın-infrared(kızılötesi) (VNIR), kısa dalga infrared(SWIR) ve termal infrared(TIR) aralıklarında görüntü almakta olup, spektral aralığa bağlı olarak 15 ile 100 m. arasında bir orta uzaysal çözünürlüğe sahiptir.

LANDSAT 8, OLI (Operational Land Imager) ve TIRS (Thermal Infrared Sensor) sensörlerine sahiptir. OLI, dokuz adet spektral band (Coastal/Aerosol + VNIR + SWIR + PAN + CIRRUS)olarak veri toplamaktadır. TIRS sensörü ise iki adet termal banda sahiptir. Bu sensörler sinyal-gürültü radyometrik performansı 12 bit üzerinde radyometrik çözünürlük sağlamaktadır. Landsat 8 uydusu, 15 metreden 100 metreye kadar farklı çözünürlüklere sahip görüntüler sağlamaktadır. Landsat 8 uydu platformundan dokuz spektral bantta veri sağlanabilmektedir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Landsat 8 - OLI algılayıcına ait spektral bantlar ve mekânsal çözünürlükleri

Bant Adı	Dalga Boyu (µm)	Konumsal Çözünürlük (m)
Bant 1 - Kıyı/Aerosol	0.433 - 0.453	30
Bant 2 – Mavi	0.450 - 0.515	30
Bant 3 –Green	0.525 - 0.600	30
Bant 4 – Red	0.630 - 0.680	30
Bant 5 - Yakın Kızılötesi (NIR)	0.845 - 0.885	30
Bant 6 - Kısa Dalga Kızılötesi (SWIR 1)	1.560 - 1.660	30
Bant 7 - Kısa Dalga Kızılötesi (SWIR 1)	2.100 - 2.300	30
Bant 8 - Pankromatik (PAN)	0.500 - 0.680	15
Bant 9 – Cirrus	1.360 - 1.390	30

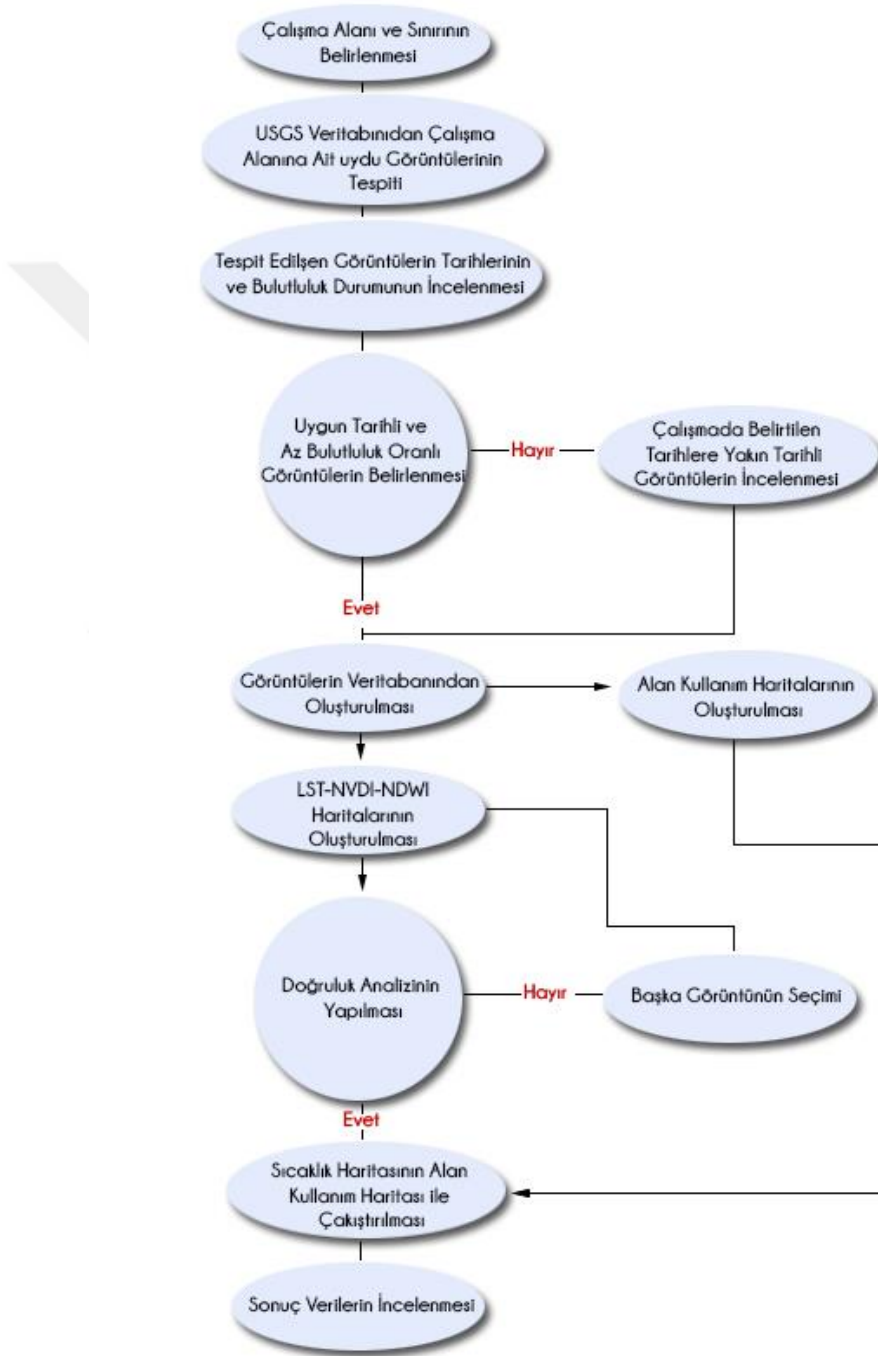
Landsat 5 Uydu Görüntüsü; Landsat 5 uydu görüntüsü 6 bantdan oluşmakta ve 30 m çözünürlüğe sahip olmaktadır.Bant özellikleri Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Landsat 5 uydu görüntü özellikleri

Landsat 4-5	Bands	Wavelength (micrometers)	Resolution (meters)
Thematic Mapper (TM)	Band 1 - Blue	0.45-0.52	30
	Band 2 - Green	0.52-0.60	30
	Band 3 - Red	0.63-0.69	30
	Band 4 - Near Infrared (NIR)	0.76-0.90	30
	Band 5 - Shortwave Infrared (SWIR) 1	1.55-1.75	30
	Band 6 - Thermal	10.40-12.50	120* (30)
	Band 7 - Shortwave Infrared (SWIR) 2	2.08-2.35	30

Uydu görüntüleri ile yapılacak işlemlerde en önemli aşama uygun görüntü seçim işlemidir. Uygun görüntü belirlendikten sonra analizler belirlenen görüntüler ile gerçekleştirilecektir.

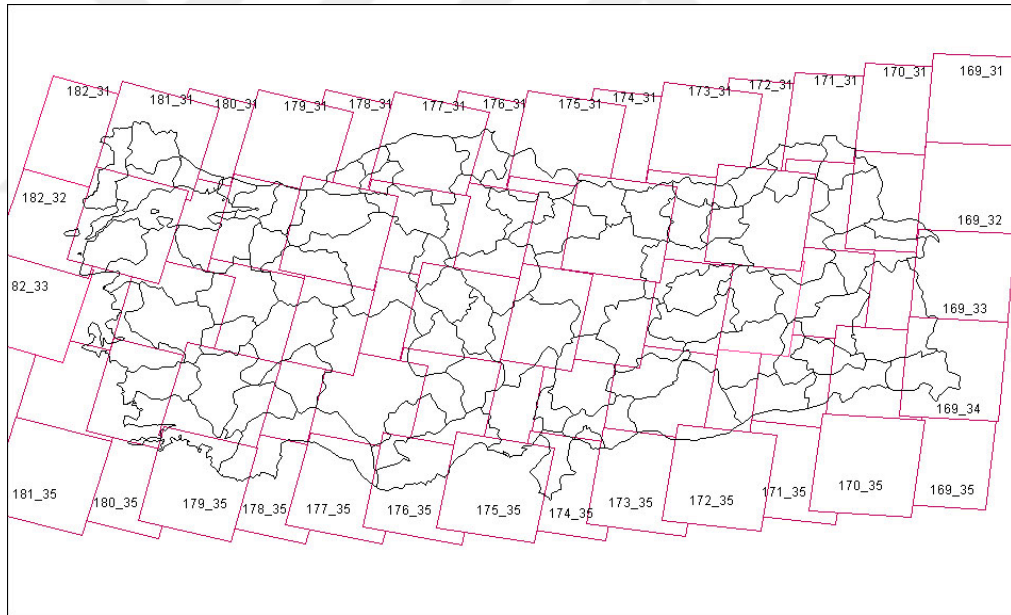
Landsat uydu görüntüleri, tüm <https://earthexplorer.usgs.gov/> sitesinde ücretsiz olarak sağlanmaktadır. Çalışmada uydu görüntüleri kullanılarak oluşturulan LST, NDVI, NDWI ve alan kullanımı haritası için Şekil 3.3'deki işlem adımları kullanılmıştır.



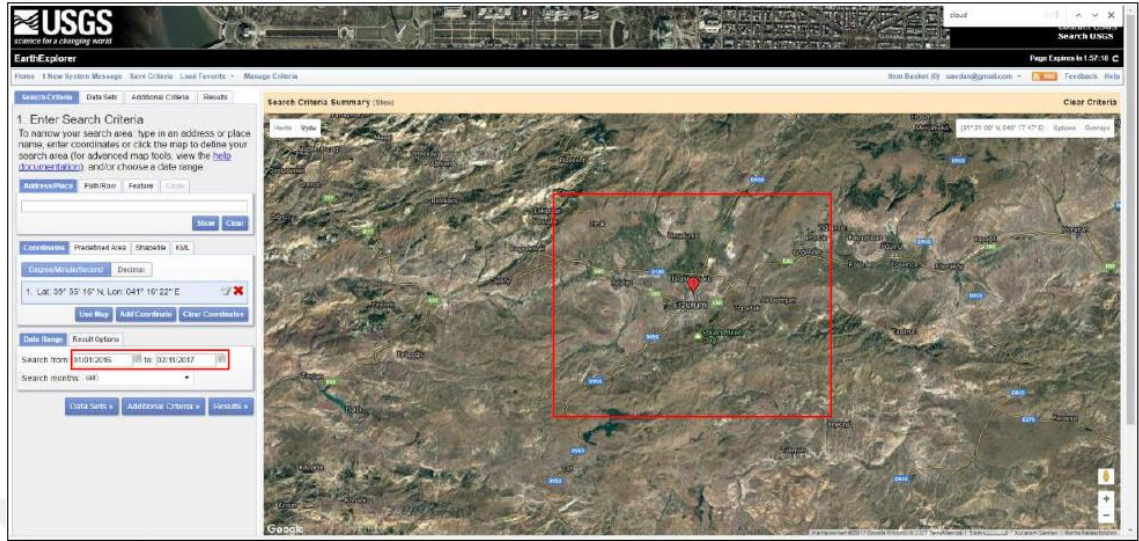
Şekil 3.3. Çalışma kapsamında yapılan Analizlerin işlem adımları

3.2.1.b. USGS Veritabanından çalışma alanına ait uydu görüntülerinin tespiti

Uydu görüntülerinin seçiminde görüntüler, <https://earthexplorer.usgs.gov/> adresinden indirilebilmektedir. Web sitesinden belirlenen çalışma alanı sınırı çizerek ya da path ve row değerleri ile görüntüler indirilebilir. Erzurum çalışma alanı 172 path ve 32 row değerlerine sahiptir (Şekil 3.4). Çalışma kapsamında Landsat 8 ve Landsat 5 uydu görüntüleri 1998 ve 2017 aralığında farklı tarihlerde uydu görüntüleri kullanılmıştır (Şekil 3.5) (Çizelge 3.3). Görüntü seçimi yapılacak alan ve tarih belirlendikten sonra veri seti sekmesinden, Landsat 8 ve Landsat 5 uydu görüntüleri bulutluluk oranı ve mevsimsel özellikler dikkate alınarak seçilmiştir. Landsat 8 ve Landsat 5 uyduları Erzurum'un (Path: 172, Row:32) üzerinden 16 günde bir geçmektedir.



Şekil 3.4. Landsat 5-7 Path Row haritası (Anonim 2017k)



Şekil 3.5. Çalışma alanının Uydu görüntülerinin belirlenmesi (Anonim 2017’den üretilmiştir.)

Landsat 8 uydusu, Erzurum’un (Path: 172, Row:32) üzerinden 16 günde bir geçmektedir.

Çizelge 3.3. 2016-2013 tarihleri arasındaki görüntüler ve bulutluluk oranı

Görüntü Tarihi	Uydu Sistemi
17/Temmuz/2017	Landsat 8
04/Haziran/2013	Landsat 8
04/Haziran/2007	Landsat 5
25/Haziran/2003	Landsat 5
11/Haziran/1998	Landsat 5

3.2.1.c. Sıcaklık haritasının oluşturulması

Uydu görüntüsüne ait yüzey sıcaklık verileri Landsat TM uydu görüntüsünün termal band (10.45-12.42 μm) verisi kullanılarak elde edilmiştir. İlk olarak termal band (Band

6) sayısal görüntüleri (DN) spectral radians (L_λ) değerine dönüştürülmüştür. Bu dönüşüm için aşağıdaki formül kullanılmıştır (Chander *et al.* 2007; Barsi *et al.* 2007).

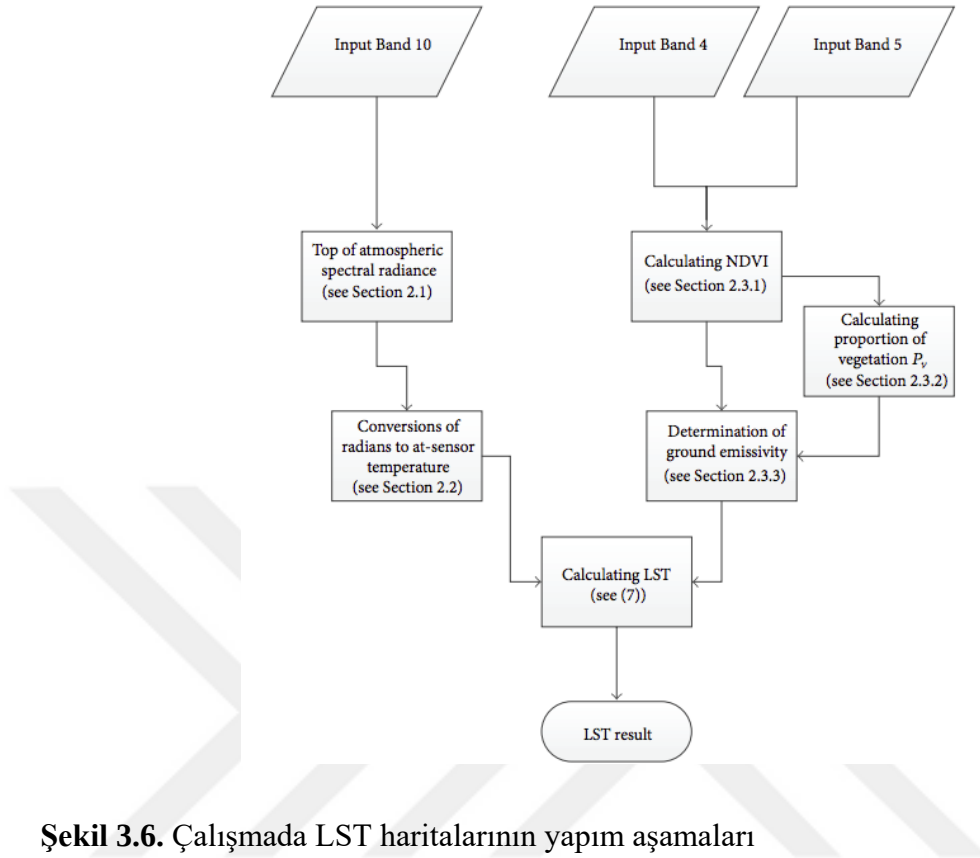
$$L_\lambda = \left(\frac{LMAX_\lambda - LMIX_\lambda}{Q_{calmax} - Q_{calmin}} \right) (Q_{cal} - Q_{calmin}) + LMIX_\lambda$$

Bir sonraki adım olarak spectral radians (L_λ) değerinin sensor sıcaklık değerlerine (TB) dönüştürülmesidir. Bu dönüşüm için aşağıdaki formül kullanılmıştır (Chander *et al.* 2003; NASA 2004).

$$T_B = \frac{K_2}{\ln(1 + K_1/L_\lambda)}$$

Doğru sıcaklık değerlerinin elde edilmesi için çalışma alanının spectral emissivity (ϵ) değerlerine ihtiyaç duyulmaktadır (Weng *et al.* 2004; Li *et al.* 2012). Emissivity değerleri Normalize Edilmiş Bitki İndeks (NDVI) değeri kullanılarak elde edilmiştir (Vandegriend and Owe 1993; Sobrino *et al.* 2004). NDVI değerleri ve Emissivity (ϵ) değerleri kullanılarak sonuç sıcaklık değerleri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Artis and Carnahan 1982). Çalışmaya ait akış şeması Avdan ve Jovanovska (2016)'dan alınarak yapılmıştır (Şekil 3.6).

$$T = \frac{T_B}{1 + (\lambda \times T_B / \alpha) \times \ln \epsilon}$$



Şekil 3.6. Çalışmada LST haritalarının yapım aşamaları

Normalize Edilmiş Bitki İndeks (NDVI) Haritasının Oluşturulması; Uydu görüntülerinde, bitkilerin ölçülebilir hale getirebilmek için **NDVI** (Normalized Difference Vegetation Index – Normalize edilmiş farksal bitki indexi) kullanılmaktadır. Yaprak yoğunluğu fazla olan alanların, klorofilin yakın kızılötesi enerjiyi yansıtmaya ve kırmızı ışıyı soğurma özellikleri sayesinde görece az yaprak barındıran alanlardan ayrılmasını sağlayan NDVI gelmektedir. NDVI, bitki örtüsü ile kaplı alanları çıplak alanlardan ayırt etmek amacı ile araştırmacılar tarafından sıklıkla kullanılmıştır (Thanapura *et al.* 2007; Kandemir 2010; Yıldız vd 2012). NDVI bitki örtüsünden yayılan radyasyonun, diğer kaynaklardan yansıyan radyasyona oranıdır. Belirli bir noktada gözlemlenen kırmızı radyasyon miktarı sıfıra yaklaştıkça o noktadaki NDVI değeri +1'e yaklaşır. Belirli bir noktadaki gözlemlenen yakın-kızılötesi(NIR) radyasyon miktarı sıfıra yaklaştıkça, o noktadaki NDVI değeri -1'e yaklaşır . Bitki örtüsünün varlığını gösteren +1 ile hiç bitki örtüsü olmadığını gösteren -1 arasında değişen ölçektir. Aşağıda NDVI'ın formülü verilmiştir.

$$\text{NDVI} = (\text{band2} - \text{band1}) / (\text{band1} + \text{band2}).$$

Normalize Edilmiş Su İndeks (NDWI) Haritasının Oluşturulması; NDWI su alanlarının değişim analizinde kullanılmaktadır. Ayrıca kuraklık izlenmesinde kayıp su alanlarının hesaplanmasında da NDWI kullanılır (Gao *et al.* 2011; Omut and Corner 2012; Kaplan vd 2016).

Çalışmada NDWI indeksini hesaplamak için McFeeters (1996)'ın, yeşil bant ve yakın kızılötesi bant kullanılmıştır. Sıfırdan büyük değerler Landsat 5 ve Landsat 8 için su alanı olarak kabul edilmiştir. Aşağıda NDWI'nin formülü verilmiştir.

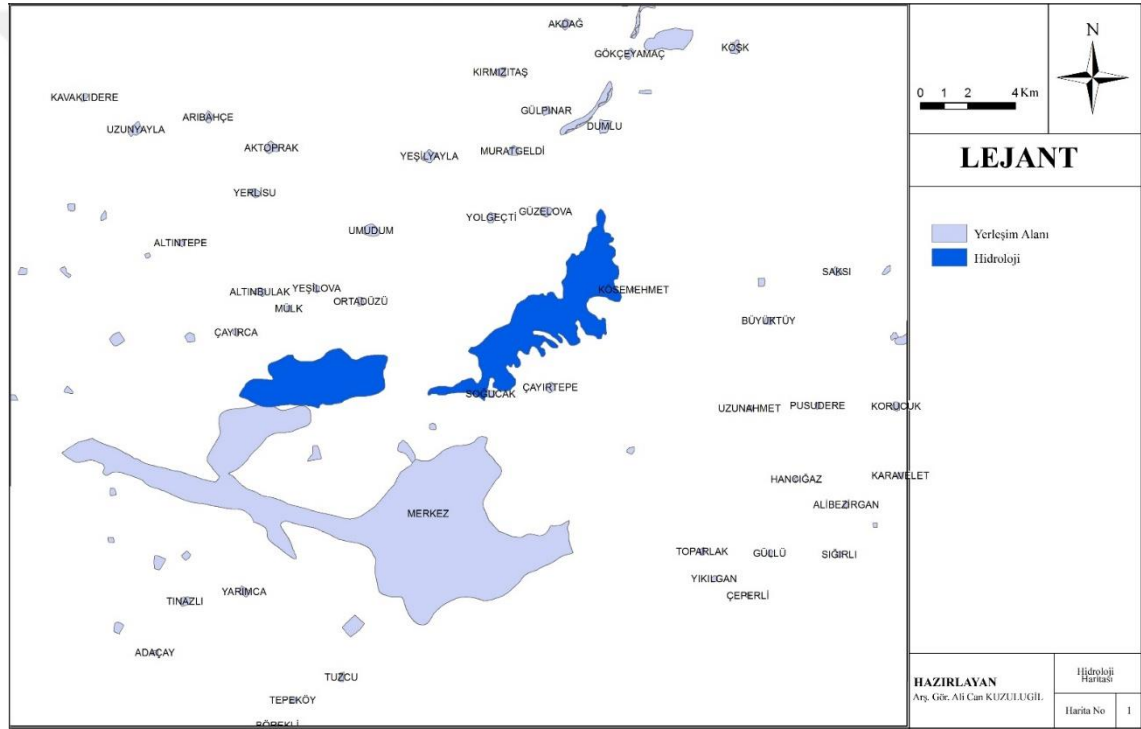
$$\text{NDWI} = (\text{TM4} - \text{TM5}) / (\text{TM4} + \text{TM5})$$

3.2.1.d. Çalışma alanına ait diğer görüntülerin oluşturulması

Çalışma alanına ait uydu görüntü analizleri için Erdas Imagine yazılımı, uydu görüntülerinin istatistiksel analizi ve sonuç haritaları oluşturmak için ARC GIS 10.3 yazılımı kullanılmıştır. Coğrafi verileri bir araya getirmek, değerlendirmek ve haritaları oluşturmak için ARC GIS 10.3 paket program kullanılarak çalışma alanına ait Bakı, Eğim, Erozyon sınıfları, Hidroloji, Arazi kullanım yetenek sınıfları ve Alan kullanım tipleri ve Toprak grupları haritaları elde edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Mevsimsel sulak alanlar (3,291.3 ha) çalışma alanının %3'lük kısmını oluşturmaktadır (Çizelge 4.1). Sulak alanlar Bataklıklar, Çayırılar ve mayıs ve haziran aylarında en geniş sınırlarına ulaşabilen mevsimlik sulak bölgeden oluşmaktadır. Bu alanda tarımsal faaliyetlerin gerçekleştirilebilmesi için sular, su toplama kanalları ile Karasu nehrine taşınmaktadır (Şekil 4.1).

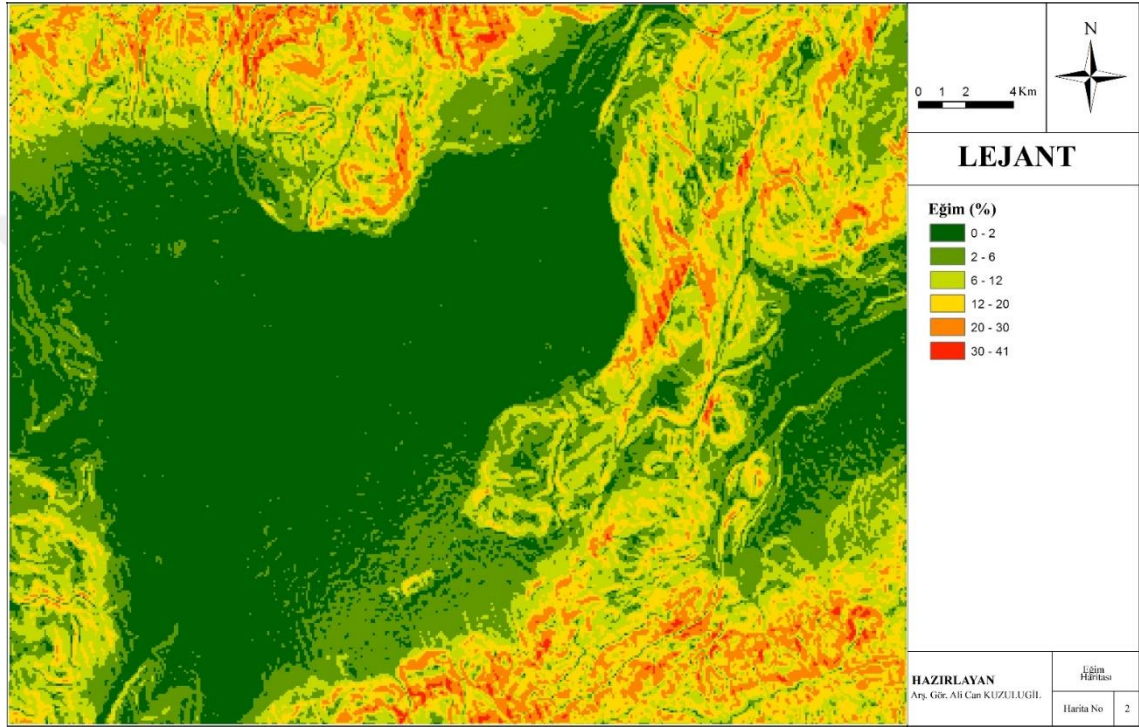


Şekil 4.1. Çalışma alanına ait hidroloji haritası

Çizelge 4.1. Çalışma alanı su varlığı

Değerlendirme Faktörü	Değerlendirme Birimi	Alan (ha)
Hidroloji	Sulak alan	3.291,3
	Diğer	117.321,7

Eğim haritası incelendiği zaman çalışma alanı 6 farklı eğim grubundan oluşmakta ve eğimin %0-2 olduğu düz ve neredeyse düze yakın (48,586.5 ha,) olduğu alanlar tüm alanın yaklaşık %40'ı kadardır. Bununla beraber eğimin %30-41 olduğu alanlar ise 905.4 ha'lık alandan oluşmaktadır (Şekil 4.2), (Çizelge 4.2).

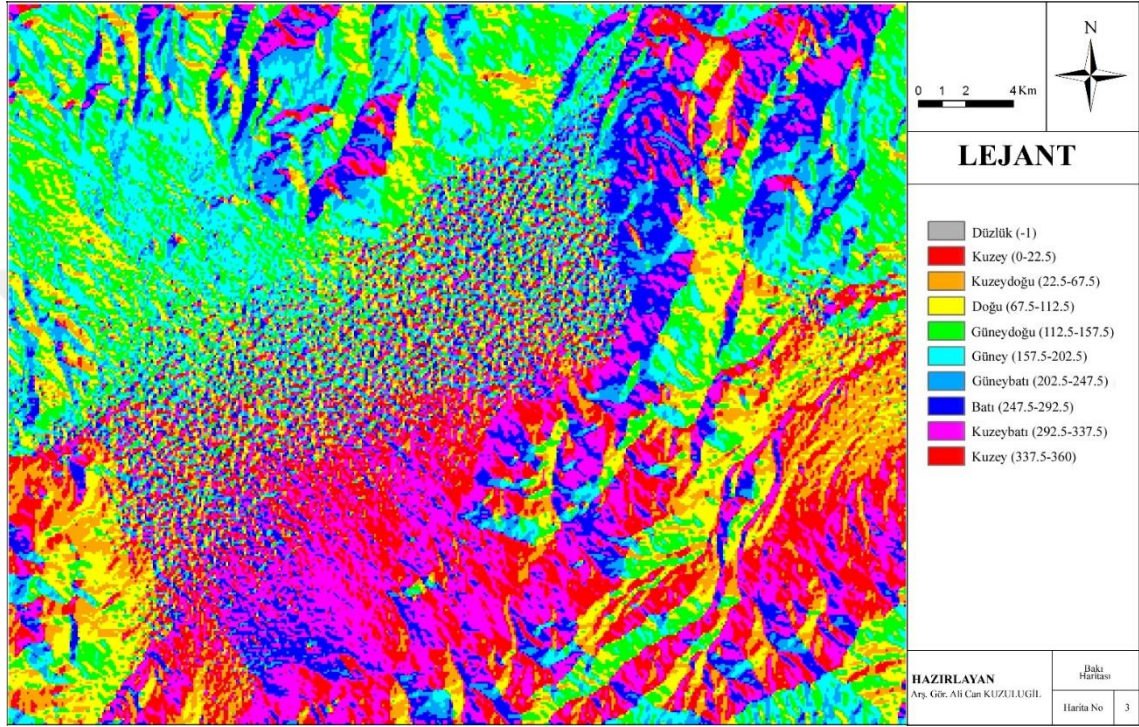


Şekil 4.2. Çalışma alanına ait eğim haritası

Çizelge 4.2. Çalışma alanı eğim tablosu

Değerlendirme Faktörü	Değerlendirme Birimi	Alan (ha)
Eğim	%0-2	48.586,5
	%2-6	23.805,5
	%6-12	21.871,4
	%12-20	18.738,7
	%20-30	7.350,1
	>%30	905,4

Bakı analizlerinden elde edilen verilere göre; Çalışma alanının yaklaşık %15'i Güney (18,141.3 ha) bakarlı olup, yaklaşık %2'lik kısmı ise kuzey (1,940.7 ha) bakılıdır (Şekil 4.3), (Çizelge 4.3).

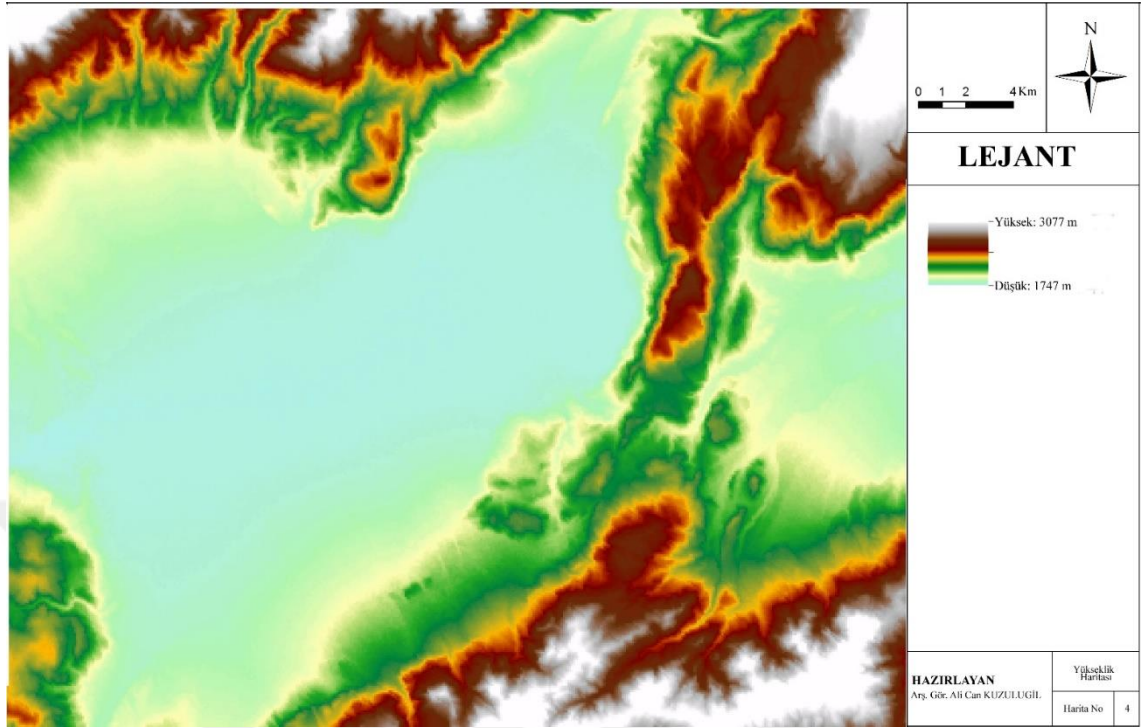


Şekil 4.3. Çalışma alanına ait bakı haritası

Çizelge 4.3. Çalışma alanına ait bakılar tablosu

Değerlendirme Faktörü	Değerlendirme Birimi	Alan (ha)
Bakı	G	18.141,3
	KD, D, GD, GB, B,KB	103.765,5
	B	1.940,7

Yükseklik haritasına bakıldığında; arazinin, dağlık alanlar ve geniş düzlüklerden oluştuğu gözlenmektedir. Yüksekliğin 1747-2000 m arasında değiştiği geniş düzlükler çalışma alanı içinde 76,665.3 ha'lık yer kaplamaktadır (Şekil 4.4), (Çizelge 4.4).

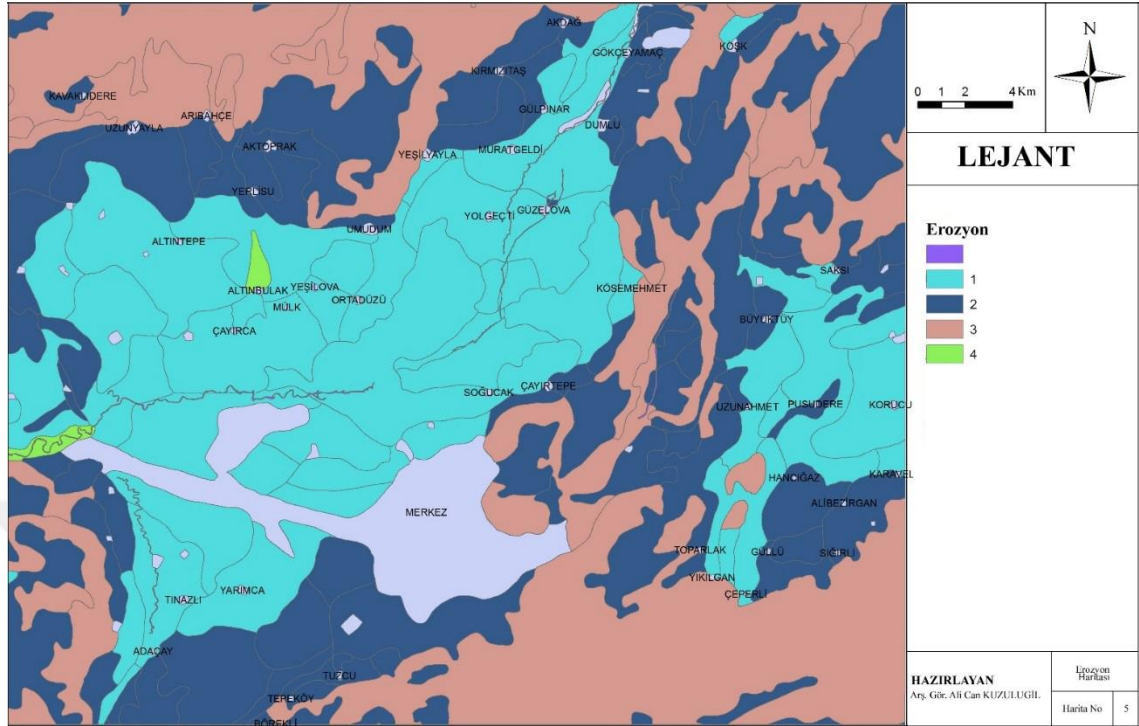


Şekil 4.4. Çalışma alanına ait yükseklik haritası

Çizelge 4.4. Çalışma alanı Yükseklik ve Alan çizelgesi

Değerlendirme Faktörü	Değerlendirme Birimi	Alan (ha)
Yükseklik	1747-2000 m	76.665,3
	2000-2500 m	35.258,8
	2500-3000 m	8.389,4

Erozyon risk haritaları ele alınacak olursa en riskli bölgeler 4 numaralı erozyonun en şiddetli olduğu alanlardır. Ayrıca 39,055.4 ha'lık alanı oluşturan 1 numaralı alanlar erozyon riskinin düşük olduğu neredeyse olmadığı alanlar olarak görülmektedir (Şekil 4.5), (Çizelge 4.5).

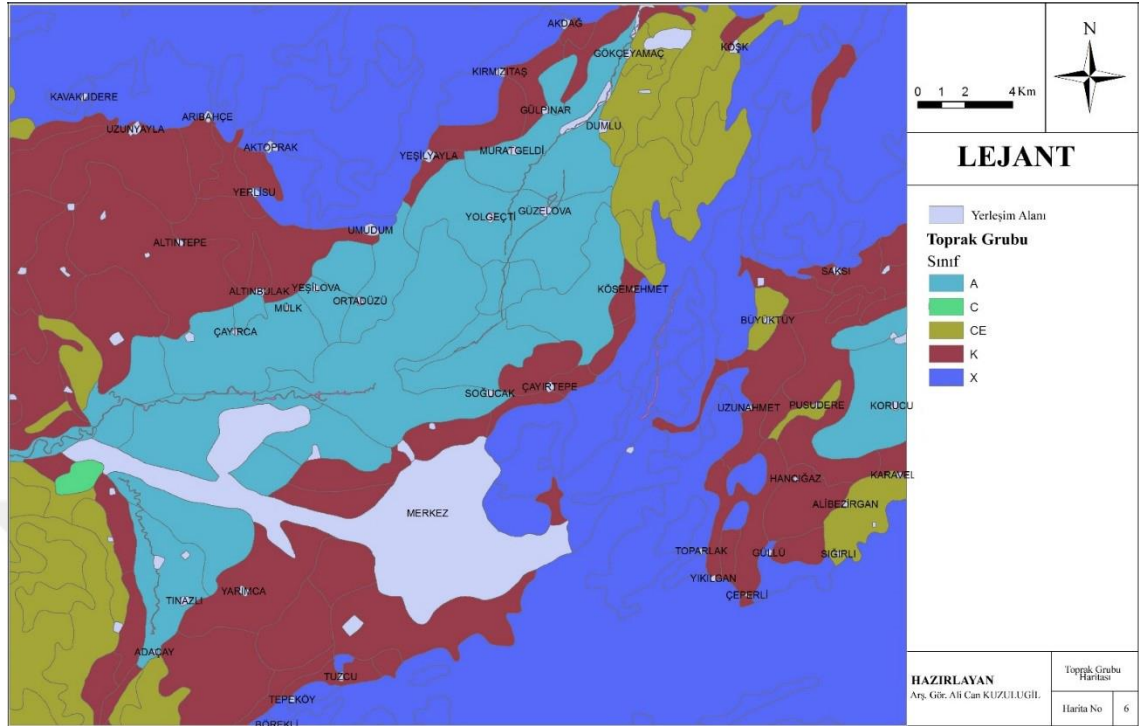


Şekil 4.5. Çalışma alanına ait erozyon haritası

Çizelge 4.5. Çalışma alanına ait erozyon risk çizelgesi

Değerlendirme Faktörü	Değerlendirme Birimi	Alan (ha)
Erozyon	1(yok/hafif)	39,055.4
	2 (orta düzeyde)	36,636.9
	3 (şiddetli)	33,964.4
	4 (çok şiddetli)	373.4

Çalışma alanı büyük toprak grupları Corine arazi sınıflamasına göre belirlenmiştir. Elde edilen haritalardaki verilere bakıldığı zaman Alüvyal topraklar (23,465.5 ha) toplam alanın yaklaşık %21'ini oluşturmaktadır, yine haritalardan elde edilen verilere göre bazaltik topraklar (45,104.4 ha) tüm çalışma alanı içindeki en büyük yüz ölçümüne sahip toprak grubunu oluşturmaktadır (Şekil 4.6), (Çizelge 4.6).



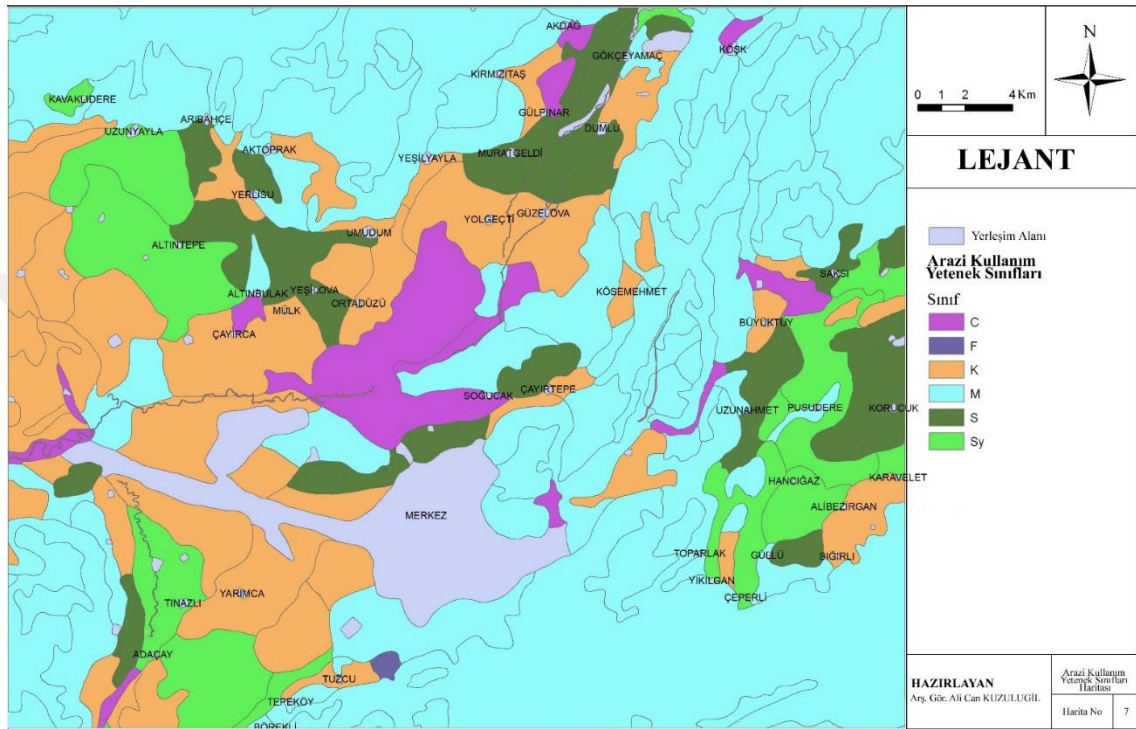
Şekil 4.6. Çalışma alanına ait toprak grupları haritası

Çizelge 4.6. Çalışma alanına ait büyük toprak grupları çizelgesi

Değerlendirme Faktörü	Değerlendirme Birimi	Alan (ha)
Toprak Grupları	A(Alüvyal topraklar)	23,465.5
	C(Tuzlu alkali topraklar)	204.6
	CE(Kumral topraklar)	11,310.0
	K(Kolüvyal topraklar)	30,873.6
	X(Bazaltik topraklar)	45,104.4

Arazi yetenek sınıflarına bakıldığı zaman; Erzurum kentinde tarım ve hayvancılığın yoğun olarak yapıldığı çalışma alanında, otlaklar (58,453.5 ha) genellikle dağlık bölgelerde yer almaktadır ve arazinin %54'lük kısmını oluşturmaktadır. Arazinin yaklaşık %42'lik bölümünde ise Yerleşim alanları, Çayırılar, Tarım arazileri ve mevsimsel sulak bölgeler bulunmaktadır. Sulu (11,125.1 ha) ve kuru (23,331.8 ha)

tarımın yapıldığı alanlar toplam arazinin %32’lik kısmını oluşturmaktadır. Bunların yanı sıra; Çalışma alanı sınırları içerisinde fundalıklar (109.7 ha) bulunmaktadır ve arazinin yaklaşık %1’ine denk gelmektedir (Şekil 4.7), (Çizelge 4.7).

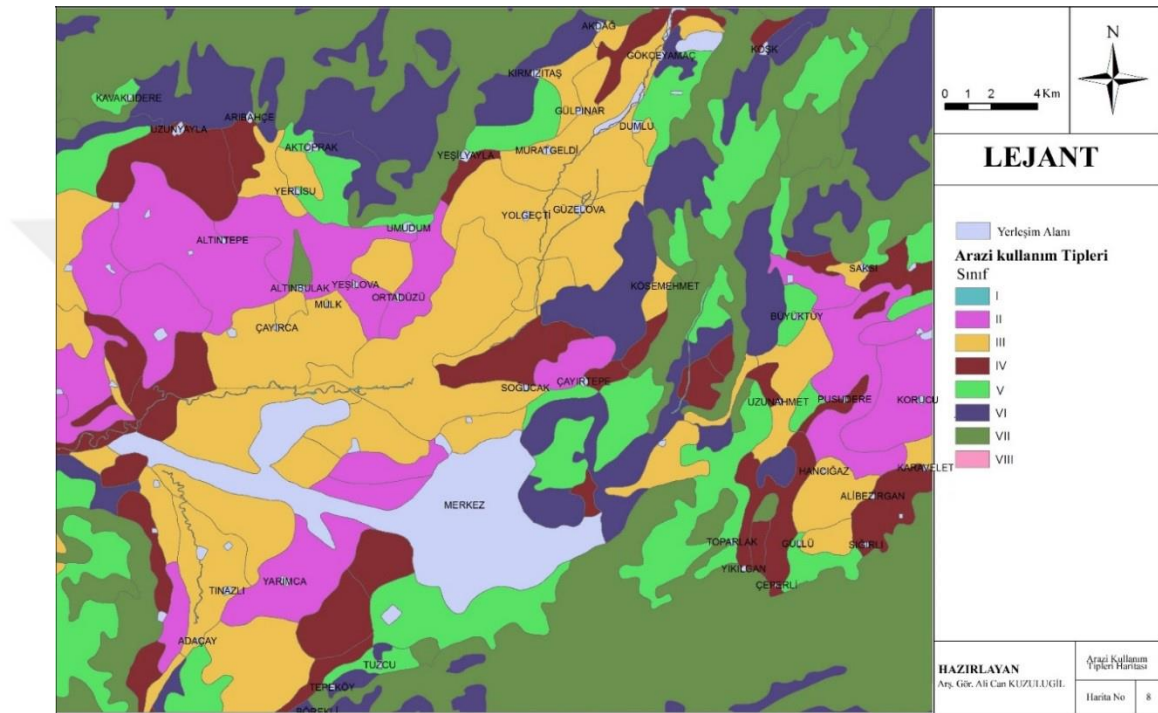


Şekil 4.7. Çalışma alanına arazi kullanım yetenek sınıfları haritası

Çizelge 4.7. Çalışma alanine ait arazi kullanım yetenek sınıfları tablosu

Değerlendirme Faktörü	Değerlendirme Birimi	Alan (ha)
Arazi yetenek sınıfları	C (Çayır)	5.690,2
	F (Fundalık)	109.7
	K Kuru tarım (nadas)	23.331,8
	M (Otlak)	58.453,5
	S (Sulak alan)	10.074,1
	Sy (Sulu tarım)(elverişsiz)	11.125,1

Çalışma alanı sınırları içinde yapılan arazi kullanım tipleri sınıflamasına göre; 8 farklı oluşmaktadır. Arazi kullanım tiplerinin en büyük yüz ölçümüne sahip olanı toplam alanın %27'lik kısmını oluşturan 7. sınıf arazi tipi olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.8), (Çizelge 4.8).

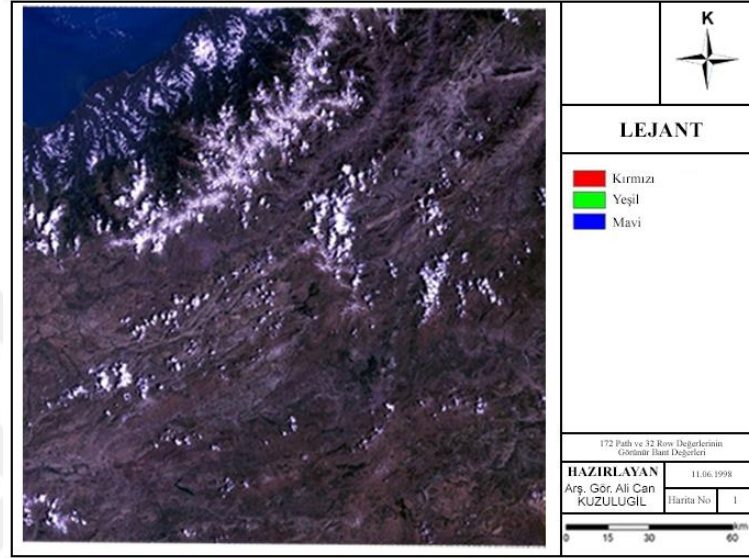


Şekil 4.8. Çalışma alanına ait kullanım tipleri haritası

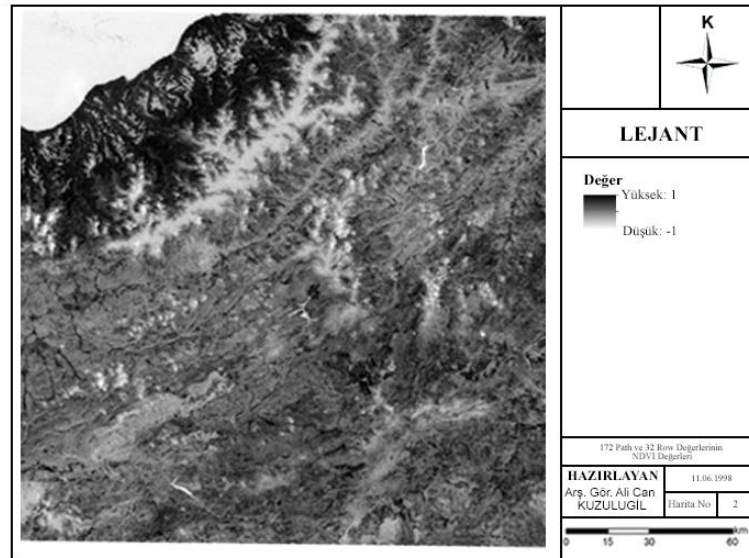
Çizelge 4.8. Çalışma alanine ait arazi kullanım tipleri haritası

Değerlendirme Faktörü	Değerlendirme Birimi	Alan (ha)
Arazi kullanım tipleri	1. Sınıf	16.350,9
	2. Sınıf	24.571,0
	3. Sınıf	11.134,0
	4. Sınıf	13.310,4
	5. Sınıf	0
	6. Sınıf	15.806,7
	7. Sınıf	29.785,0
	8. Sınıf	120,7

Erzurum çalışma alanı 172 path ve 32 row değerlerine sahiptir. Bu alana ait indirilen uydu görüntüsünün görünür bant değerleri Şekil 4.9'da verilmiştir. 11-06-1998 tarihine ait Landsat uydu görüntüsünden elde edilen NDVI haritası Şekil 4.10'da verilmiştir.

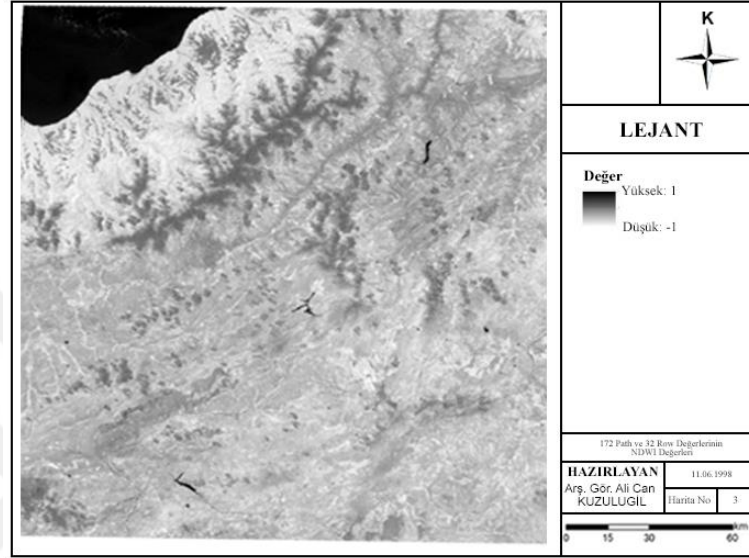


Şekil 4.9. 11-06-1998 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin görünür bant değerleri

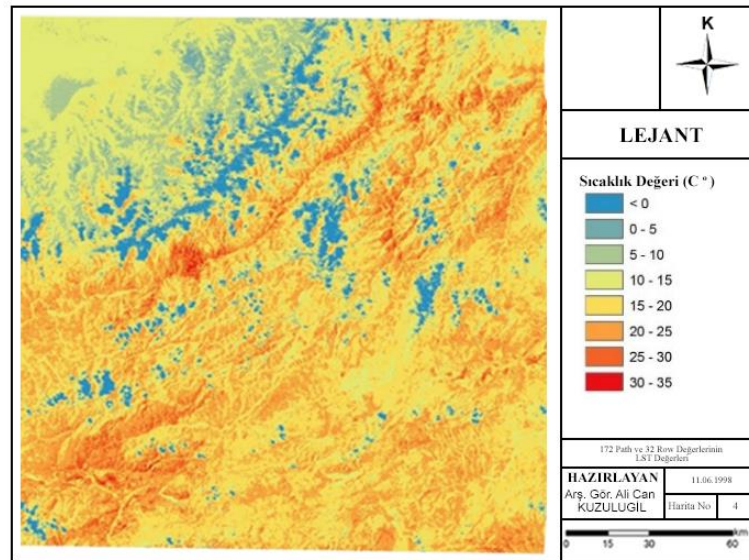


Şekil 4.10. 11-06-1998 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin NDVI analizi

11-06-1998 tarihine ait Landsat uydu görüntüsünden elde edilen NDWI haritası Şekil 4.11’de verilmiştir. 11-06-1998 tarihine ait Landsat uydu görüntüsünden elde edilen LST haritası Şekil 4.12’de verilmiştir.

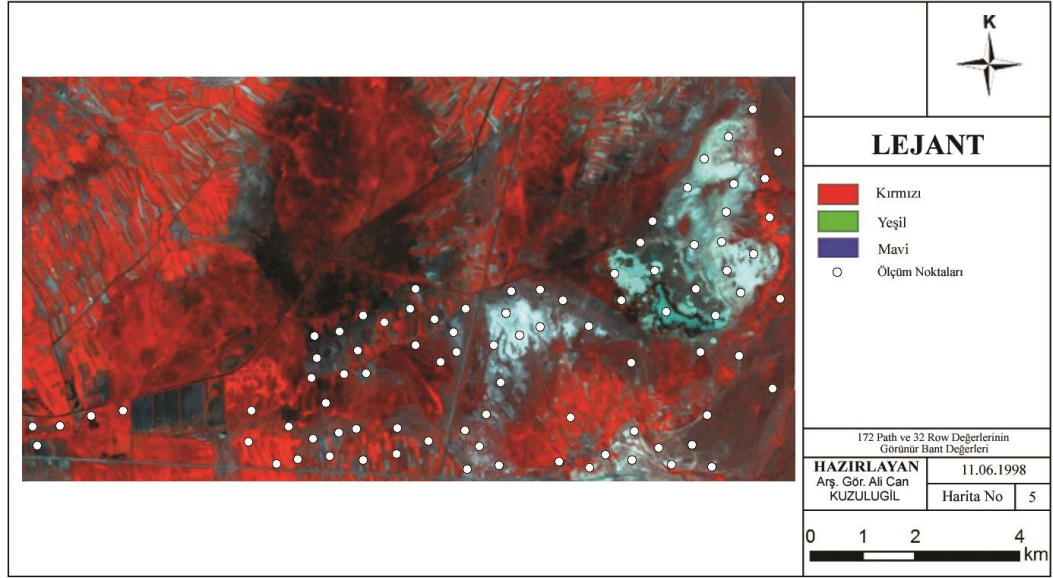


Şekil 4.11. 11-06-1998 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin NDWI analizi

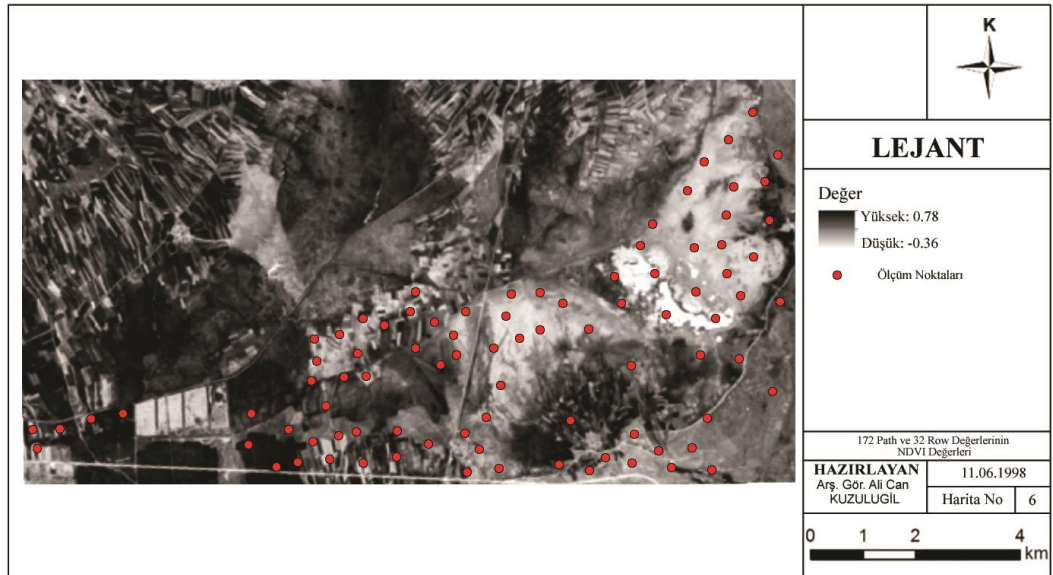


Şekil 4.12. 11-06-1998 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin LST analizi

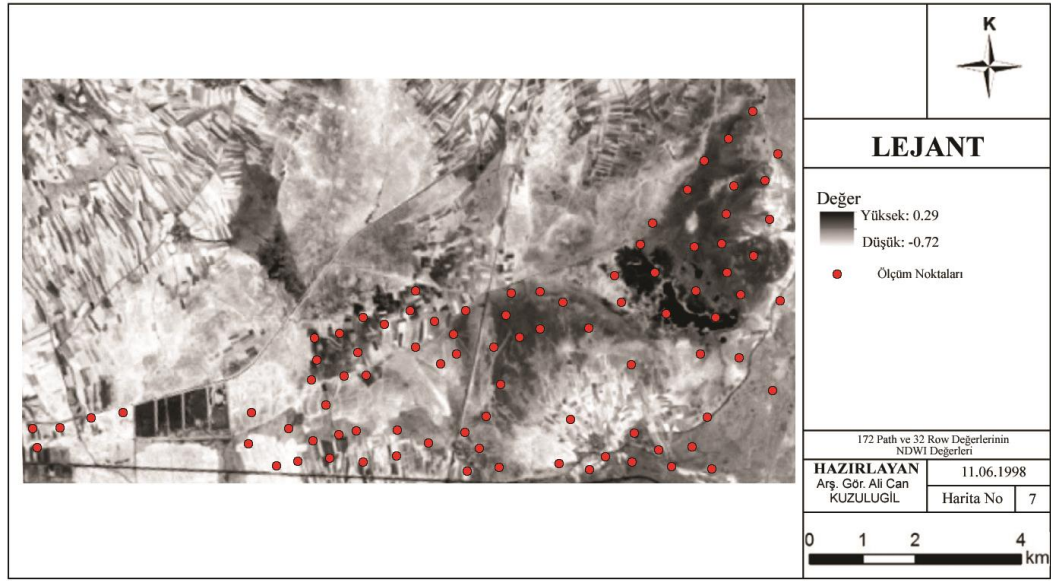
Yukarıda elde edilen haritalardan çalışma sınırına göre haritalar kesilerek çalışma alanı (Şekil 4.13), NDVI (Şekil 4.14), NDWI (Şekil 4.15) ve LST (Şekil 4.16) haritaları oluşturulmuştur.



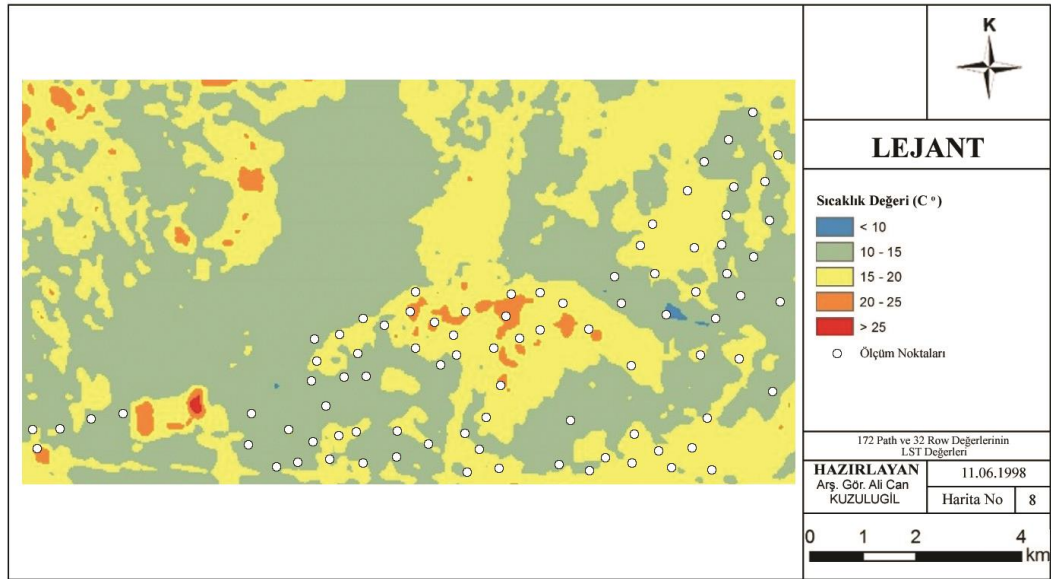
Şekil 4.13. Çalışma alanının 11 -06-1998 görünür bant değeri



Şekil 4.14. Çalışma alanının 11 -06-1998 NDVI haritası



Şekil 4.15. Çalışma alanının 11 -06-1998 NDWI haritası



Şekil 4.16. Çalışma alanının 11 -06-1998 LST haritası

LST, NVDI ve NDWI arasındaki korelasyon incelenecek olursa diğer karşılaştırmalara göre sıcaklık ve su yüzeyi daha anlamlı bir bağlantı ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.9). Sulak alanın maksimum ve minimum sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) değerleri yerleşim alanına göre daha düşüktür ve bu durum sıcak yaz aylarında sulak alanın kent iklimine olumlu etkisini göstermektedir.

Çizelge 4.9. Çalışma alanına ait LST-NDVI-NDWI arasındaki korelasyon

Yıl	LST-NDVI	LST-NDWI	NDVI-NDWI
1998	-0,54453	0,479146	-0,9860784

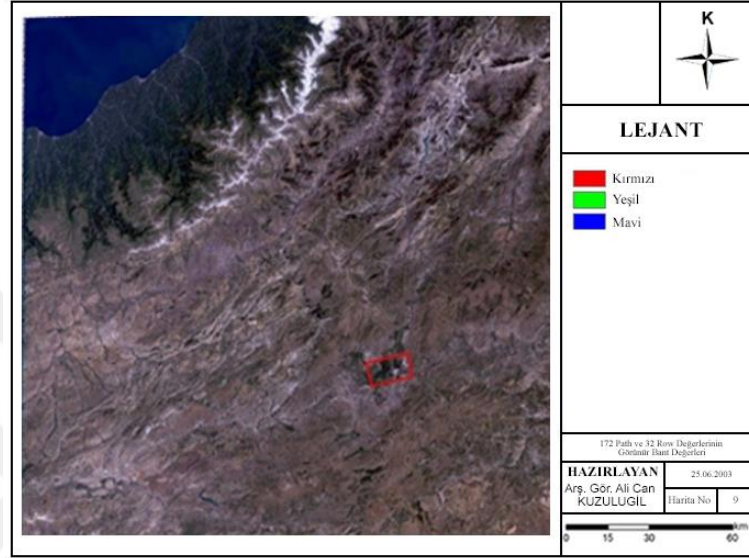
1998 yılına ait verilerden üretilen NDVI, NDWI ve LST analizleri aşağıda yer alan tabloda değerlendirilmiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. 1998 yılına ait Sulak Alan istatistiksel veriler

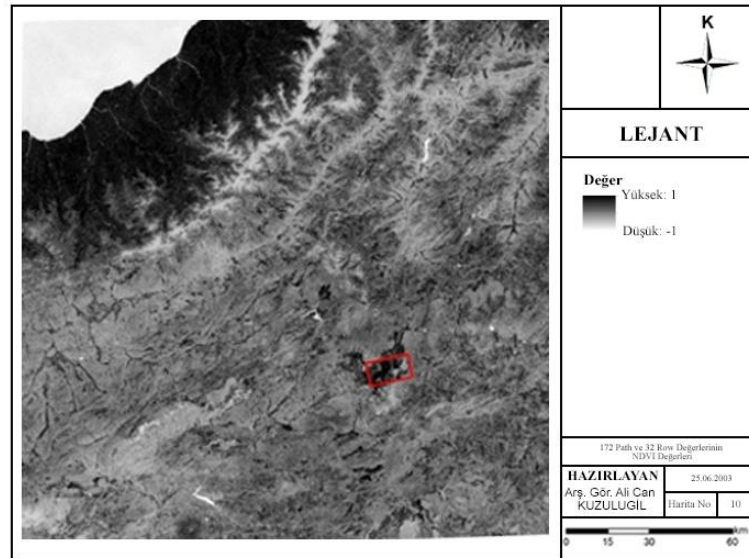
Yıl		Analizler	Min.	Max.	Mean
1998	Sulak Alan	NDVI	-0,33	0,73	0,47
		NDWI	-0,66	0,27	-0,44
		LST	9,44	22,91	13,53
	Yerleşim	NDVI	-0,32	0,52	0,14
		NDWI	-0,50	-0,04	-0,20
		LST	9,93	24,52	21,09

1998 yılı için yapılan haritalarda, sulak alan ve yerleşim alanındaki NDVI ve NDWI analizlerinden elde edilen sonuçlara göre; Sulak alanlarda en yüksek 0,73 ve en düşük -0,33' lük NDVI değerleri elde edilmiştir. Bu durum daha düşük yüz ölçümüne sahip kent merkezinde en yüksek 0,52 ve en düşük -0,32'lik analiz değerleri tespit edilmiştir. Aynı yıldan alınan sonuçlar doğrultusunda sulak alandaki en yüksek NDWI analiz değeri 0,27 en düşük değeri ise -0,66 olarak bulunmuştur. Yerleşim yerindeki en düşük ve en yüksek analiz değerleri -0,50 ve -0,04 olarak saptanmıştır. LST verileri sulak alan için maksimum 22,91°C ve minimum 9,44°C değerindedir. Yerleşim alanı için ise değerler, maksimum 24,52°C ve minimum 9,93°C'dir.

25-06-2003 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin görünür bant değerleri Şekil 4.17’de verilmiştir. 25-06-2003 tarihine ait Landsat uydu görüntüsünden elde edilen NDVI haritası Şekil 4.18’de verilmiştir.

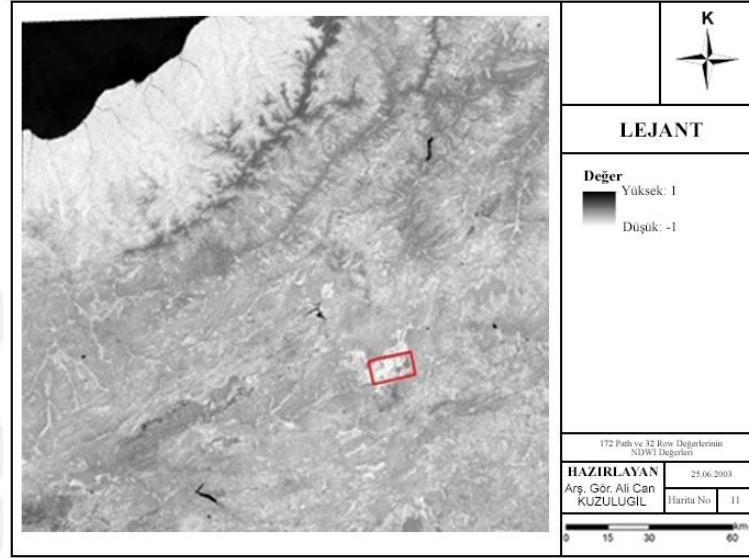


Şekil 4.17. 25-06-2003 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin görünür bant değerleri

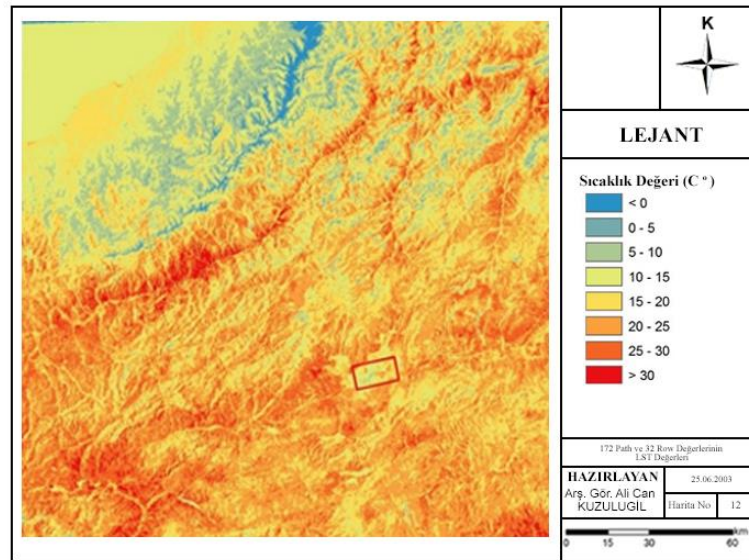


Şekil 4.18. 25-06-2003 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin NDVI analizi

25-06-2003 tarihine ait Landsat uydu görüntüsünden elde edilen NDWI haritası Şekil 4.19’da verilmiştir. 25-06-2003 tarihine ait Landsat uydu görüntüsünden elde edilen LST haritası Şekil 4.20’de verilmiştir.

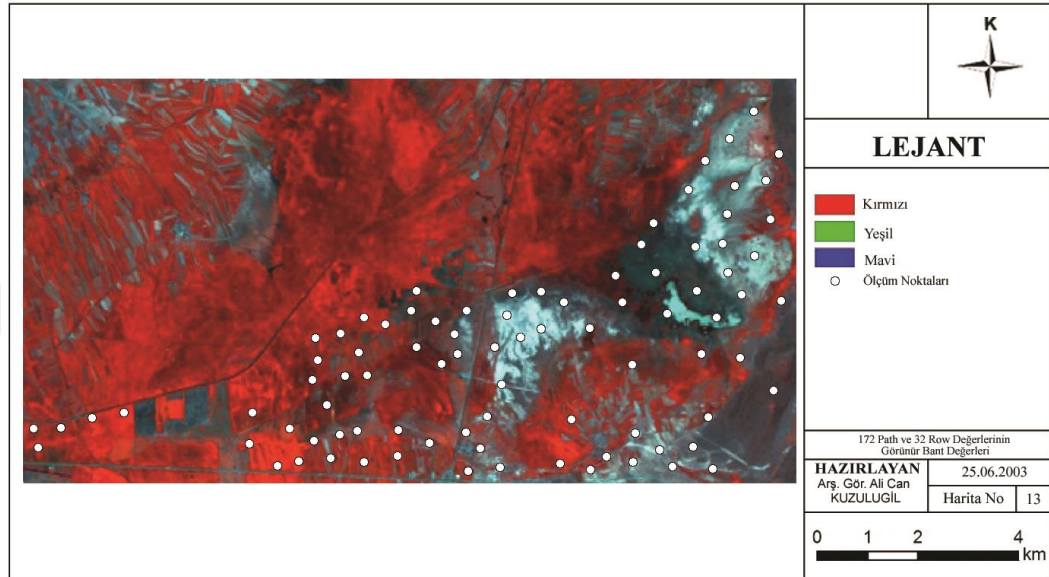


Şekil 4.19. 25-06-2003 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin NDWI analizi

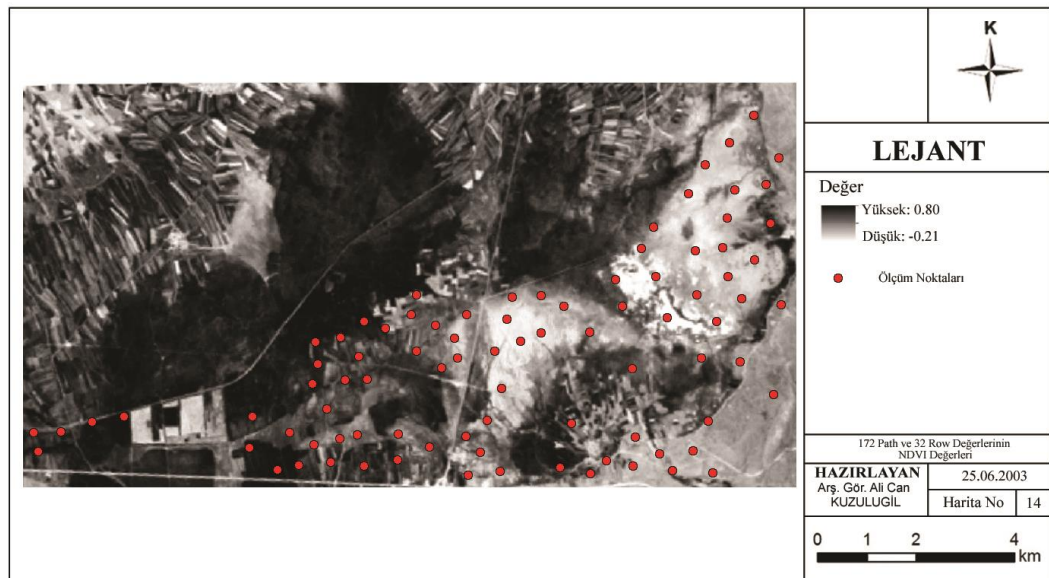


Şekil 4.20. 25-06-2003 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin LST analizi

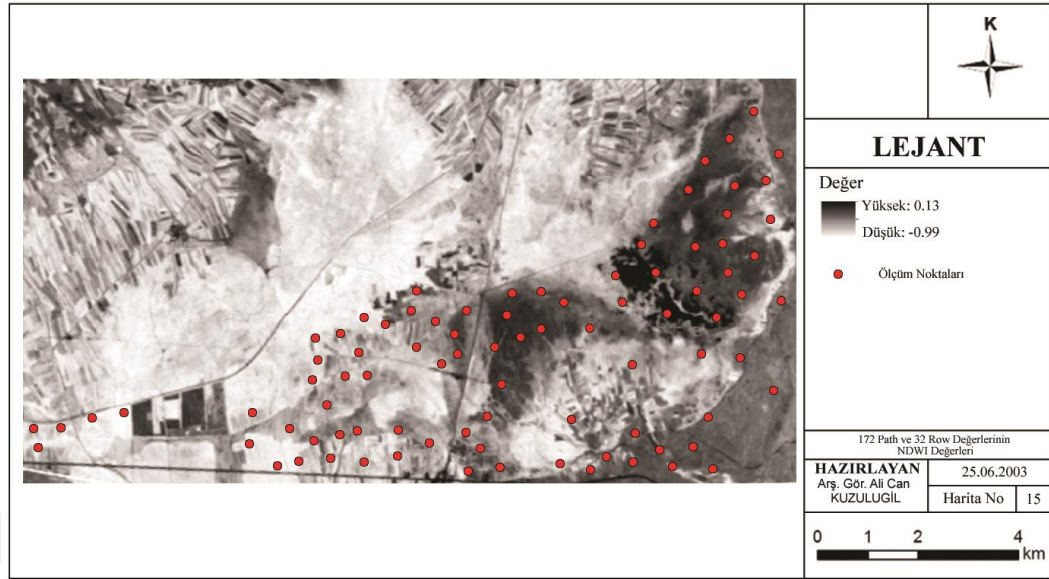
Yukarıda elde edilen haritalardan çalışma sınırına göre haritalar kesilerek çalışma alanı (Şekil 4.21), NDVI(Şekil 4.22), NDWI(Şekil 4.23) ve LST(Şekil 4.24) haritaları oluşturulmuştur.



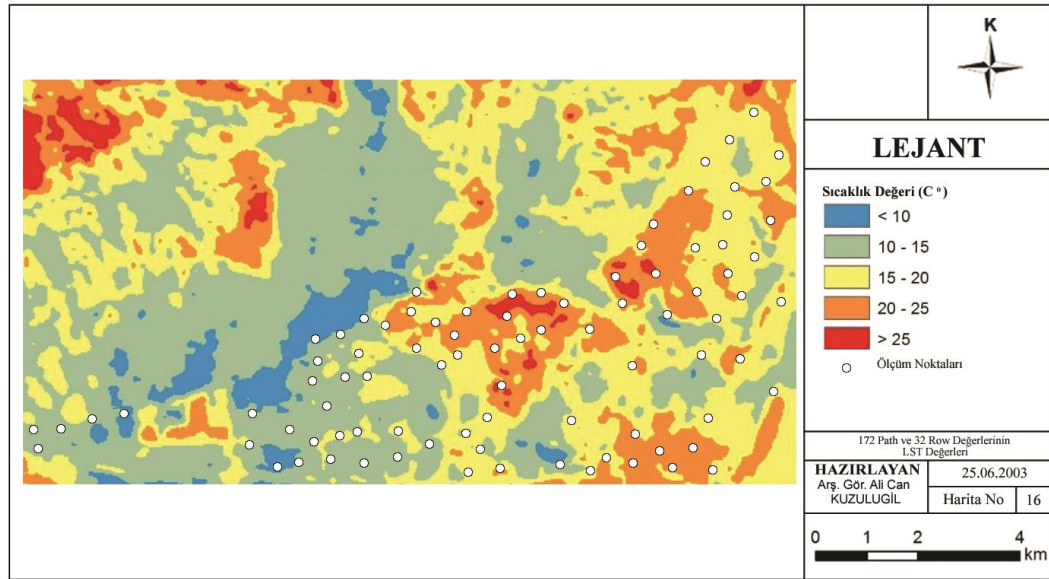
Şekil 4.21. Çalışma alanının 25-06-2003 görünür bant değeri



Şekil 4.22. Çalışma alanının 25-06-2003 NDVI haritası



Şekil 4.23. Çalışma alanının 25-06-2003 NDWI haritası



Şekil 4.24. Çalışma alanının 25-06-2003 LST haritası

2003 yılına ait verilerle elde edilen haritalara göre sıcaklık ve su yüzeyi arasında anlamlı bir ilişki görülmektedir (Çizelge 4.11). Yerleşim alanı ve Sulak alanları kıyasalanırsa, en yüksek sıcaklık değerleri arasında $4,58^{\circ}\text{C}$ ile en düşük sıcaklıklar arasında $1,49^{\circ}\text{C}$ derece fark bulunmaktadır.

Çizelge 4.11. Çalışma alanına ait LST-NDVI-NDWI arasındaki korelasyon

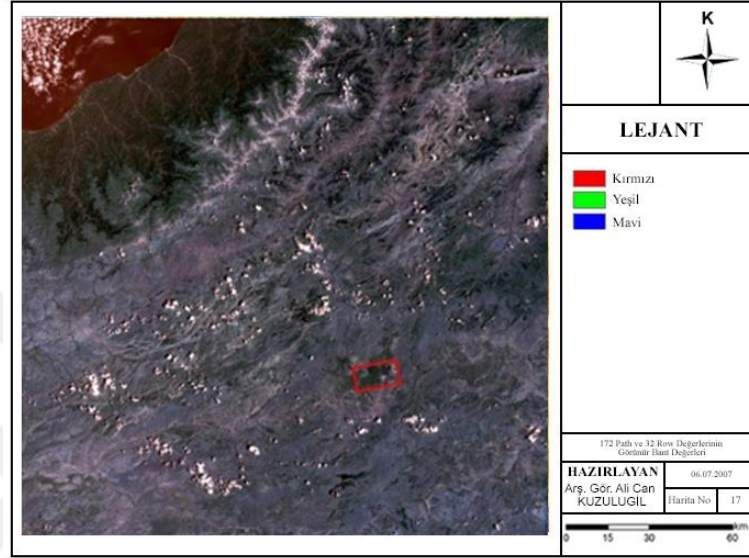
Yıl	Correlation Coefficient		
	LST-NDVI	LST-NDWI	NDVI-NDWI
2003	-0,56948	0,78631	-0,9912705

Çizelge 4.12. 2003 yılına ait Sulak Alan istatistiksel veriler

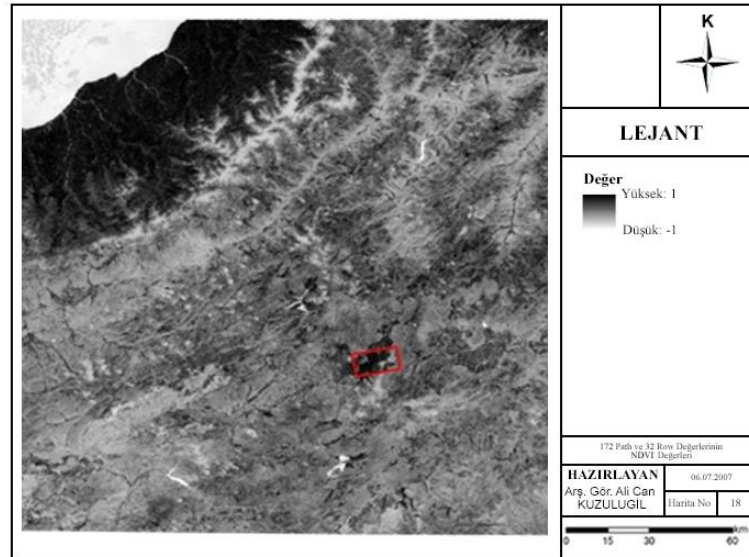
Yıl		Analizler	Min.	Max.	Mean
2003	Sulak Alan	NDVI	-0,17	0,76	0,55
		NDWI	-0,71	0,08	-0,53
		LST	8,46	26,23	13,65
	Yerleşim	NDVI	-0,07	0,64	0,10
		NDWI	-0,70	0,00	-0,19
		LST	6,97	30,81	22,21

2003 yılında yapılan NDVI, NDWI ve LST analizlerine göre; Sulak alanlar için elde edilen NDVI değerleri maksimum 0,76 ve minimum -0,17 değerindedir. Yerleşim alanları için maksimum değer 0,64 iken, minimum değer -0,07 'dir. Sulak alanda NDWI analizleri incelendiğinde tespit edilen maksimum değer 0,08 ve minimum değer -0,71 olarak bulunmuştur. Ancak yerleşim alanındaki değer ise 0,00 olduğu görülmektedir. LTS analizlerine bakıldığı zaman yerleşim alanının daha sıcak olduğu gözlenmektedir (Çizelge 4.12). NDVI değeri pratik olarak +1 ile -1 değerleri arasındadır. Yeşil bitki örtüsünün fazla olduğu alanlarda indeks değeri +1'e yaklaşır. NDWI indeksinde ise bu durum tam tersidir. Eksi değerlere yaklaştıkça alanın su olması durumu azalır. 2003 yılı NDVI (0,55) ve NDWI(-0,53) ortalamasına bakıldığında sulak alanın yeşil alan olduğu belirlenmiştir. Kentsel alanlar NDVI (0,10) ise sert yüzeyler olarak belirlenmiştir.

06-07-2007 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin görünür bant değerleri Şekil 4.25’ te verilmiştir. 06-07-2007 tarihine ait Landsat uydu görüntüsünden elde edilen NDVI haritası Şekil 4.26’da verilmiştir.

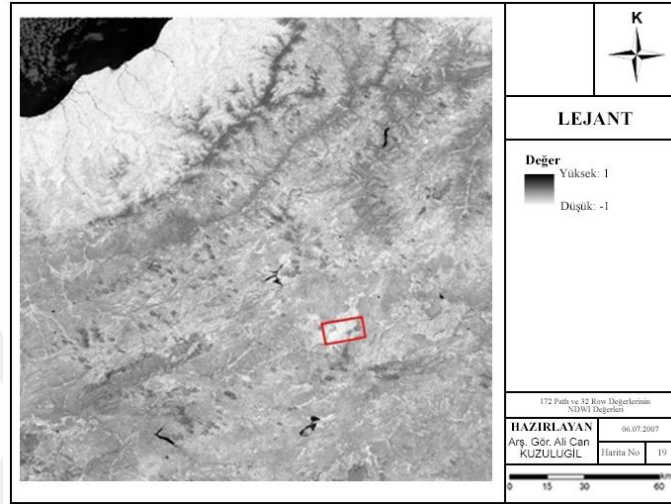


Şekil 4.25. 06-07-2007 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin görünür bant değerleri

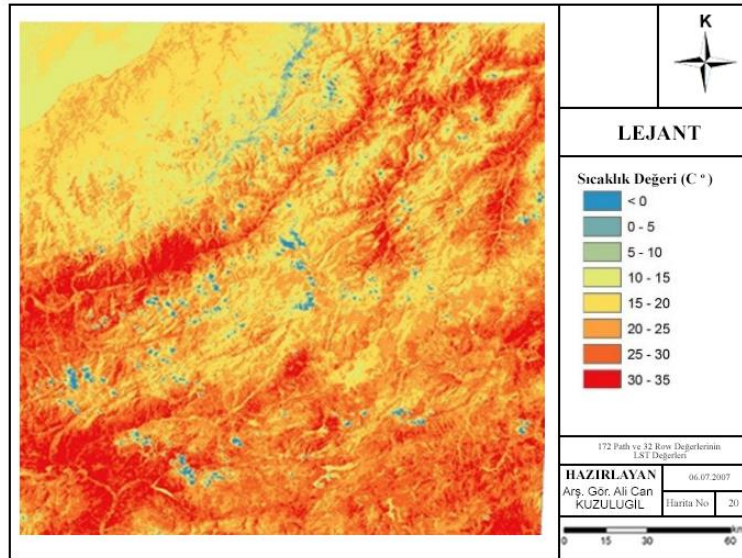


Şekil 4.26. 06-07-2007 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin NDVI analizi

06-07-2007 tarihine ait Landsat uydu görüntüsünden elde edilen NDWI haritası Şekil 4.27’de verilmiştir. 06-07-2007 tarihine ait Landsat uydu görüntüsünden elde edilen LST haritası Şekil 4.28’de verilmiştir.

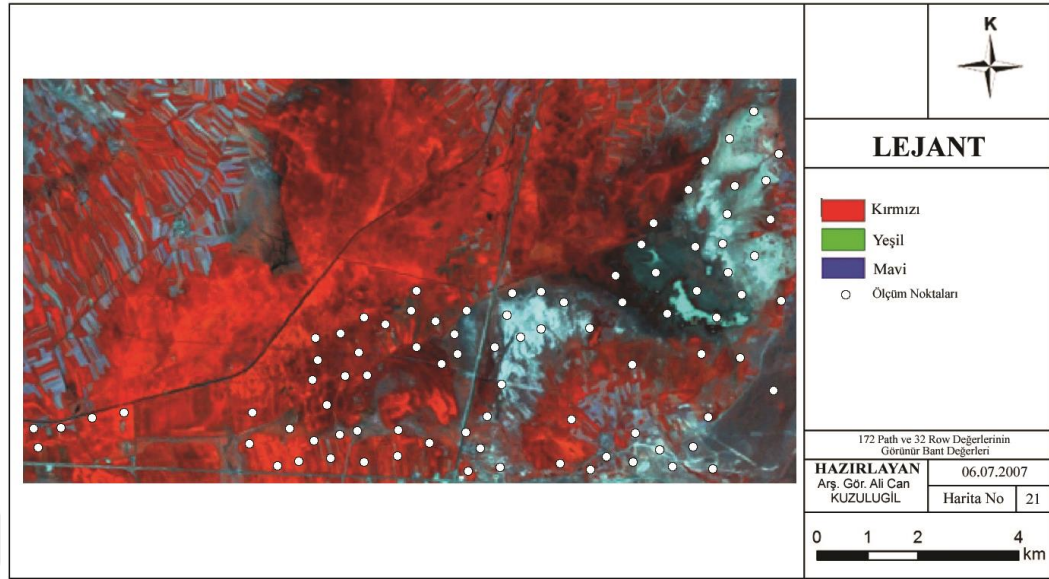


Şekil 4.27. 06-07-2007 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin NDWI analizi

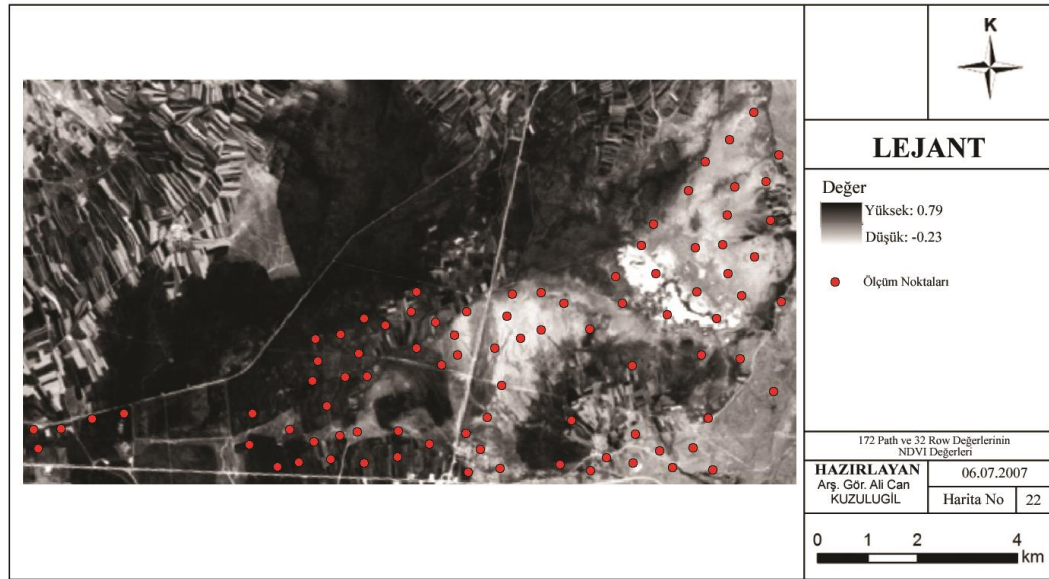


Şekil 4.28. 06-07-2007 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin LST analizi

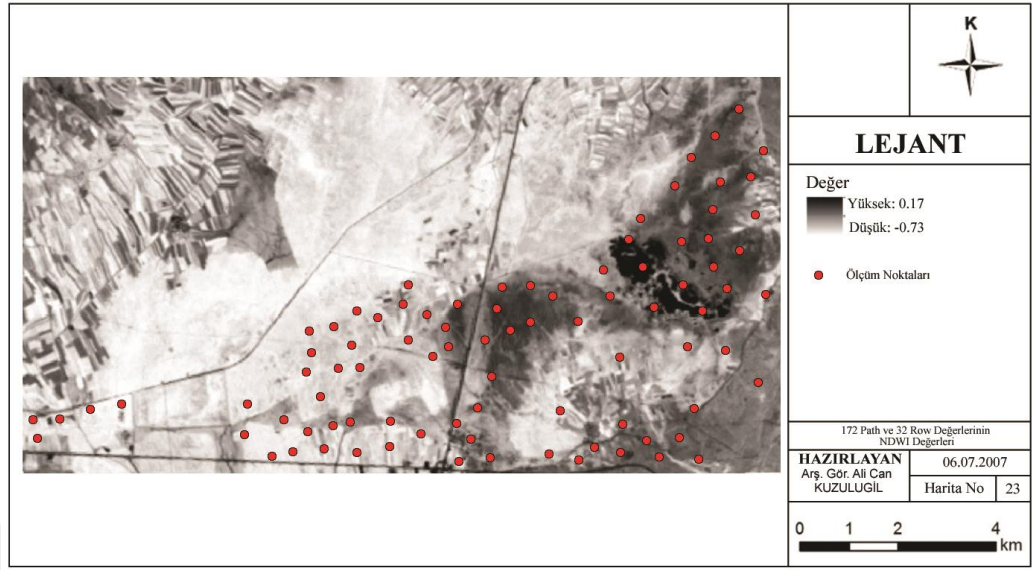
Yukarıda elde edilen haritalardan çalışma sınırına göre haritalar kesilerek çalışma alanı (Şekil 4.29), NDVI(Şekil 4.30), NDWI(Şekil 4.31) ve LST(Şekil 4.32) haritaları oluşturulmuştur.



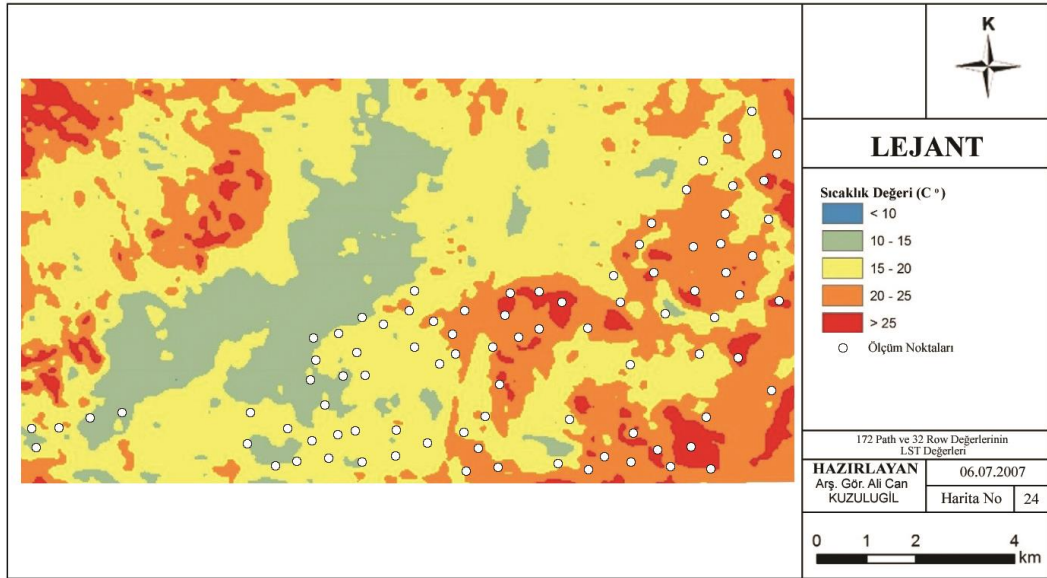
Şekil 4.29. Çalışma alanının 06-07-2007 görünür bant değeri



Şekil 4.30. Çalışma alanının 06-07-2007 NDVI haritası



Şekil 4.31. Çalışma alanının 06-07-2007 NDWI haritası



Şekil 4.32. Çalışma alanının 06-07-2007 LST haritası

2007 yılında elde edilen veriler değerlendirildiği zaman korelasyon karşılaştırmasında LST ve NDWI arasındaki ilişki anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.13). Bu durum kent yakınında yer alan sulak alanın kent iklimine etkisini ortaya koymaktadır.

Çizelge 4.13. Çalışma alanına ait LST-NDVI-NDWI arasındaki korelasyon

	Correlation Coefficient		
Yıl	LST-NDVI	LST-NDWI	NDVI-NDWI
2007	-0.80809	0.777769	-0.9912366

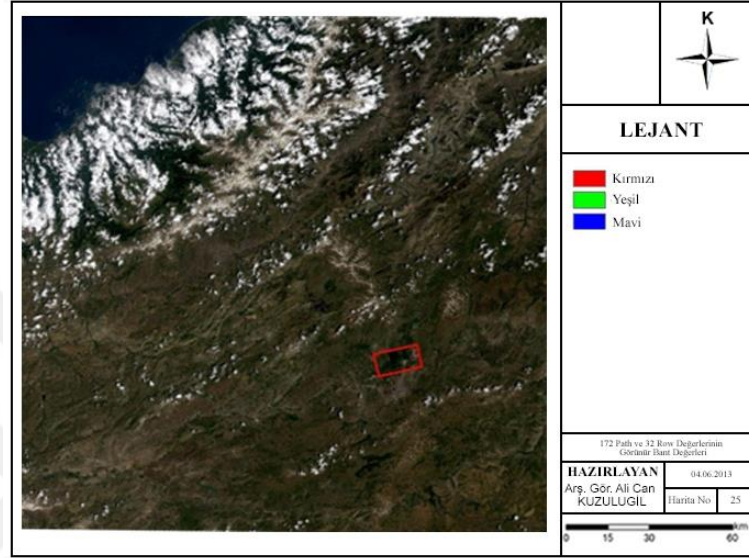
2007 yıllarına ait analiz verileri incelendiği zaman NDVI değerlerine göre; Sulak alanda bitki varlığının en yüksek olduğu seviye (0,75) ve en düşük değeri (-0,18) olarak belirlenmiştir. NDWI analizlerine göre su varlığı (0,18) sulak alanlarda görülmektedir,. LST analizleri Sulak alanda maksimum sıcaklığın 25,80°C ve minimum değerin ise 13, 28°C olduğu belirlenmiştir. Yerleşim alanında yüksek değer 29,57°C ve minimum değer ise 12,81°C'dir (Çizelge 4.14).

LTS analizlerine bakıldığı zaman yerleşim alanının daha sıcak olduğu gözlenmektedir (Çizelge 4.14). NDVI değeri pratik olarak +1 ile -1 değerleri arasındadır. Yeşil bitki örtüsünün fazla olduğu alanlarda indeks değeri +1'e yaklaşır. NDWI indeksinde ise bu durum tam tersidir. Eksi değerlere yaklaştıkça alanın su olması durumu azalır. 2007 yılı NDVI (0,57) ve NDWI(-0,53) ortalamasına bakıldığında sulak alanın yeşil alan olduğu belirlenmiştir. Kentsel alanların NDVI değeri (0,08) ise sert yüzeyler olarak belirlenmiştir.

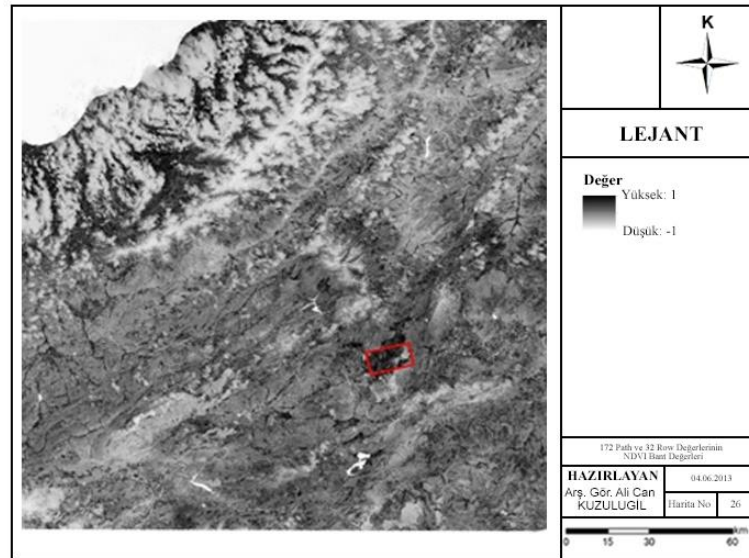
Çizelge 4.14. 2007 yılına ait Sulak Alan istatistiksel veriler

Yıl		Analizler	Min.	Max.	Mean
2007	Sulak Alan	NDVI	-0,18	0,75	0,57
		NDWI	-0,70	0,18	-0,53
		LST	13,28	25,80	16,67
	Yerleşim	NDVI	-0,06	0,33	0,08
		NDWI	-0,34	-0,01	-0,17
		LST	12,81	29,57	25,43

04-06-2013 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin görünür bant değerleri Şekil 4.33’de verilmiştir. 04-06-2013 tarihine ait Landsat uydu görüntüsünden elde edilen NDVI haritası Şekil 4.34’de verilmiştir.

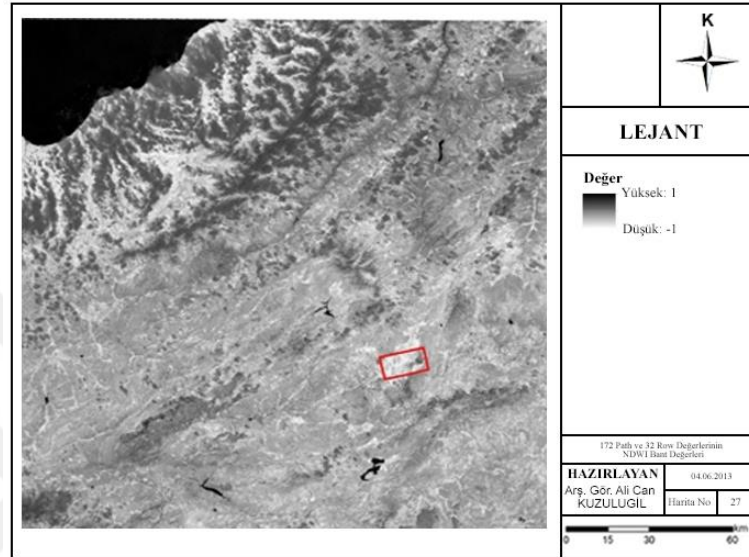


Şekil 4.33. 04-06-2013 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin görünür bant değerleri

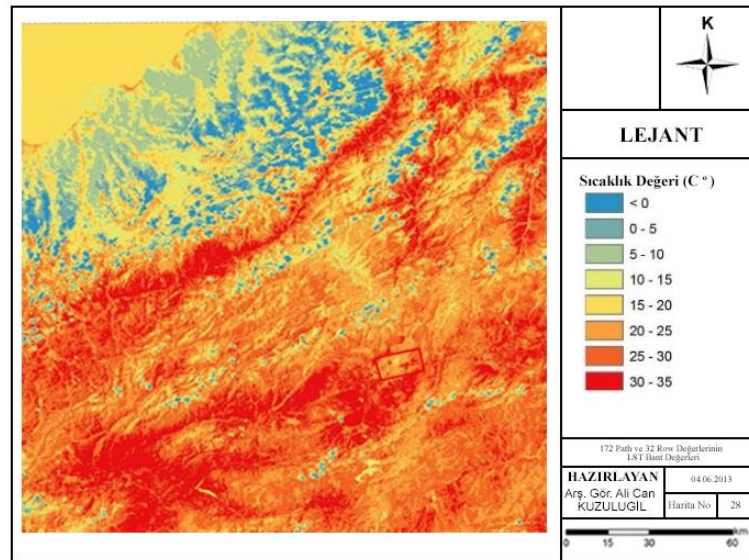


Şekil 4.34. 04-06-2013 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin NDVI analizi

04-06-2013 tarihine ait Landsat uydu görüntüsünden elde edilen NDWI haritası Şekil 4.35’de verilmiştir. 04-06-2013 tarihine ait Landsat uydu görüntüsünden elde edilen LST haritası Şekil 4.36’da verilmiştir.

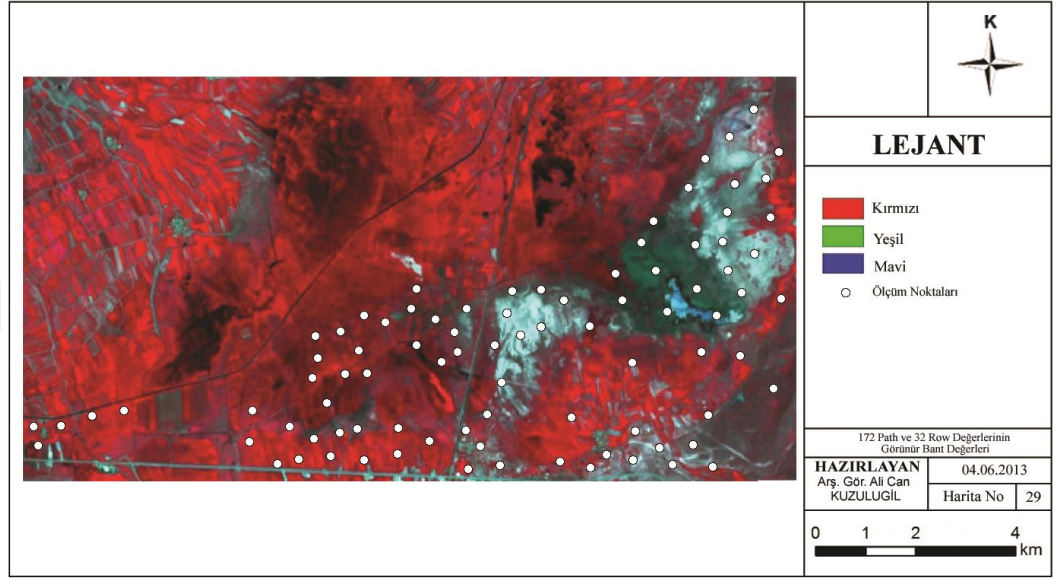


Şekil 4.35. 04-06-2013 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin NDWI analizi

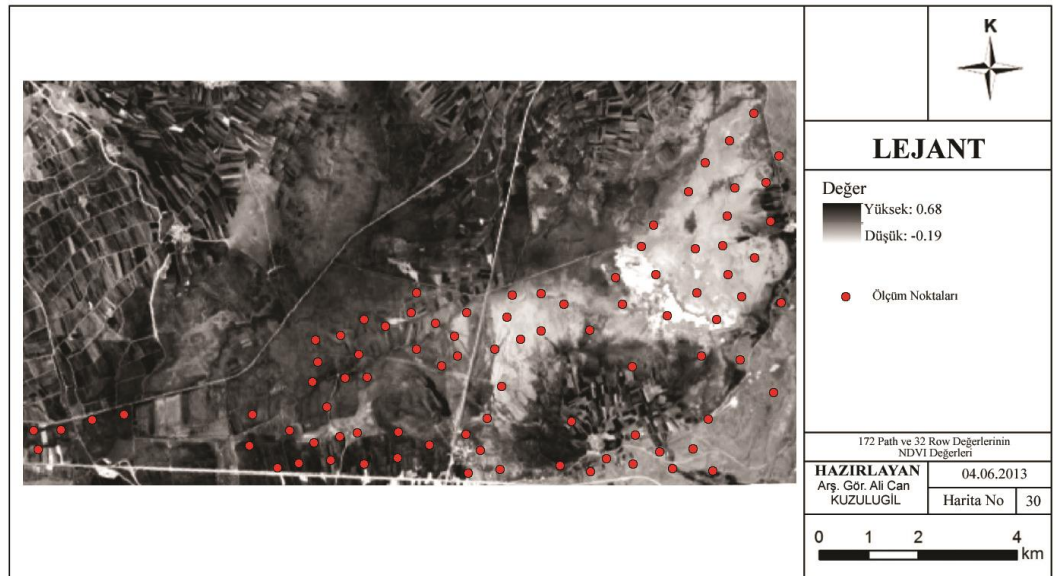


Şekil 4.36. 04-06-2013 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin LST analizi

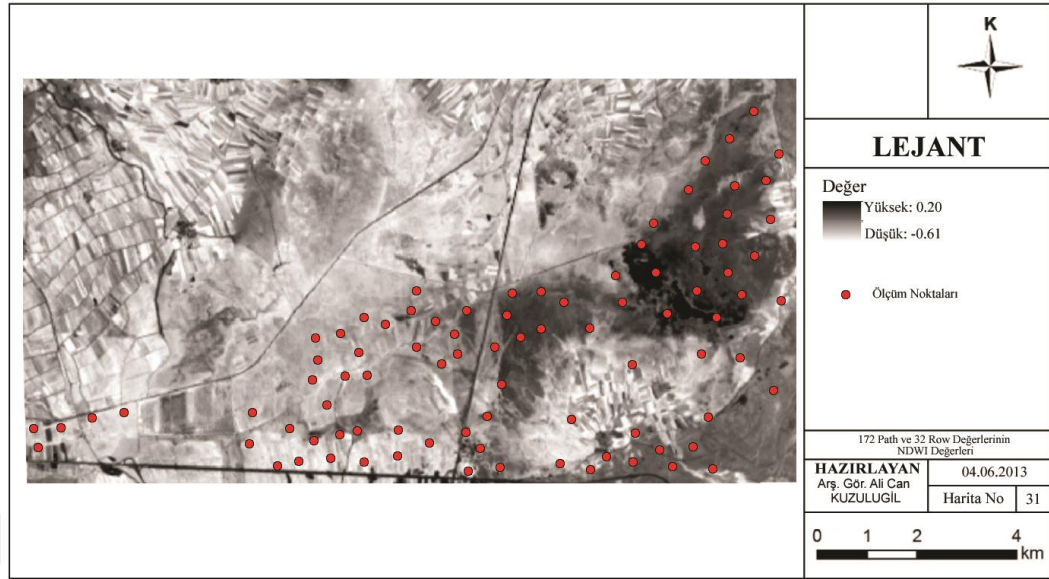
Yukarıda elde edilen haritalardan çalışma sınırına göre haritalar kesilerek çalışma alanı (Şekil 4.37), NDVI(Şekil 4.38), NDWI(Şekil 4.39) ve LST (Şekil 4.40) haritaları oluşturulmuştur.



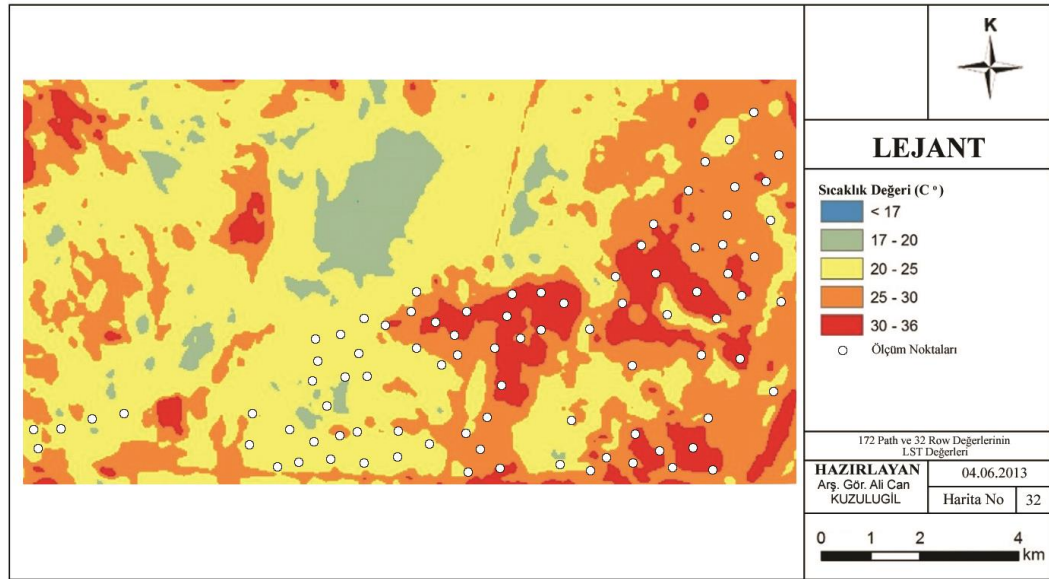
Şekil 4.37. Çalışma alanının 04-06-2013 görünür bant değeri



Şekil 4.38. Çalışma alanının 04-06-2013 NDVI haritası



Şekil 4.39. Çalışma alanının 04-06-2013 NDWI haritası



Şekil 4.40. Çalışma alanının 04-06-2013 LST haritası

2013 yılı korelasyon değerlerine bakıldığı zaman LST ve NDWI arasında anlamlı bir ilişki olduğu ortaya çıkmaktadır (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. Çalışma alanına ait LST-NDVI-NDWI arasındaki korelasyon

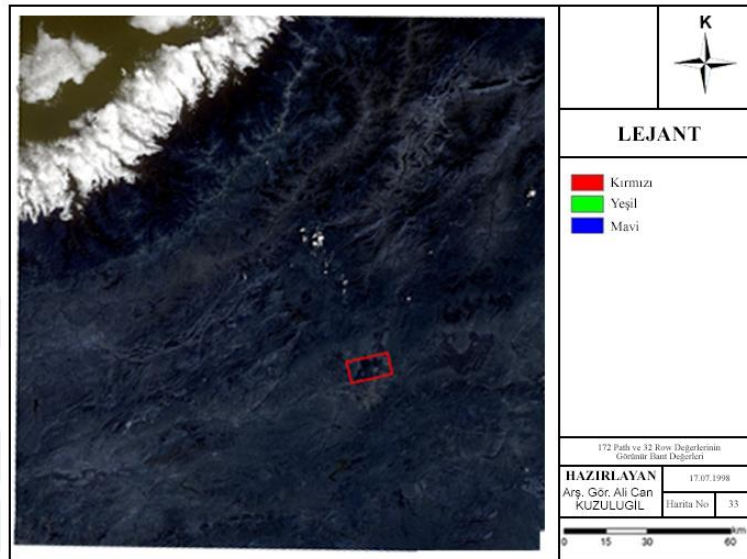
Correlation Coefficient			
Yıl	LST-NDVI	LST-NDWI	NDVI-NDWI
2013	-0.73037	0.702753	-0.9944444

2013 yılı verilerine bakıldığı zaman NDVI, NDWI ve LST'nin sulak alandaki değerlerinden LST değerinin, maksimum 34,47°C ve minimum 17,93°C olduğu görülmektedir. Bu yıla ait yerleşim alanı verilerine bakıldığı zaman ise NDVI analizlerinin en yüksek değeri 0,62 ,düşük değeri ise -0,15'dir.. Haritalardan elde edilen NDWI değerleri ise sulak alanda -0,55 en düşük ve en yüksek 0,30 olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.16). NDVI (0,42) ve NDWI(-0,37) değerleri incelendiğinde 2013 yılında sulak alan ortalamasa bu alanların yeşil alan olduğunu belirlemiştir.

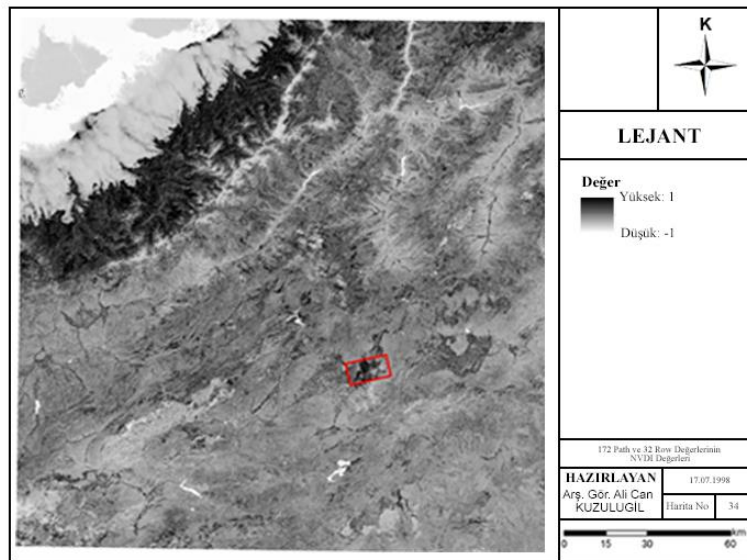
Çizelge 4.16. 2013 yılına ait Sulak Alan istatistiksel veriler

Yıl		Analizler	Min.	Max.	Mean
2013	Sulak Alan	NDVI	-0,15	0,62	0,42
		NDWI	-0,55	0,15	-0,37
		LST	17,93	34,47	23,04
	Yerleşim	NDVI	-0,03	0,30	0,11
		NDWI	-0,30	0,06	-0,14
		LST	17,47	34,95	30,14

Erzurum çalışma alanı 172 path ve 32 row değerlerine sahiptir. Bu alana ait indirilen uydu görüntüsünün görünür bant değerleri Şekil 4.41’de verilmiştir. 17-07-2017 tarihine ait Landsat uydu görüntüsünden elde edilen NDVI haritası Şekil 4.42’de verilmiştir.

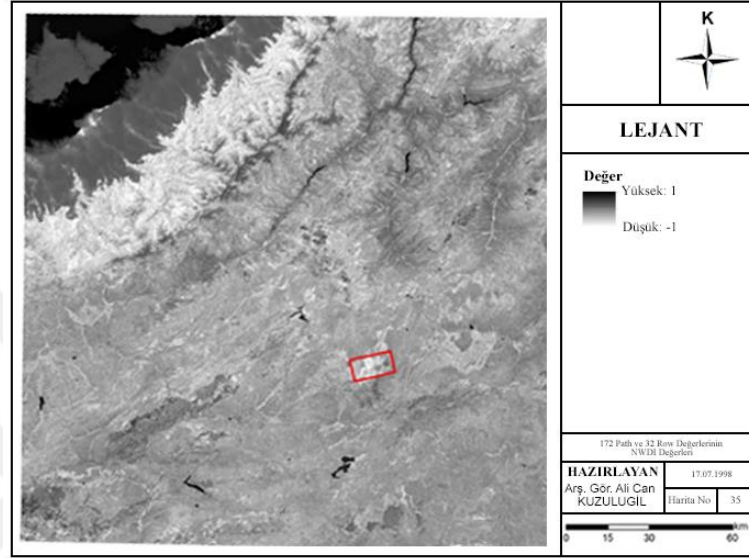


Şekil 4.41. 17-07-2017 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin görünür bant değerleri

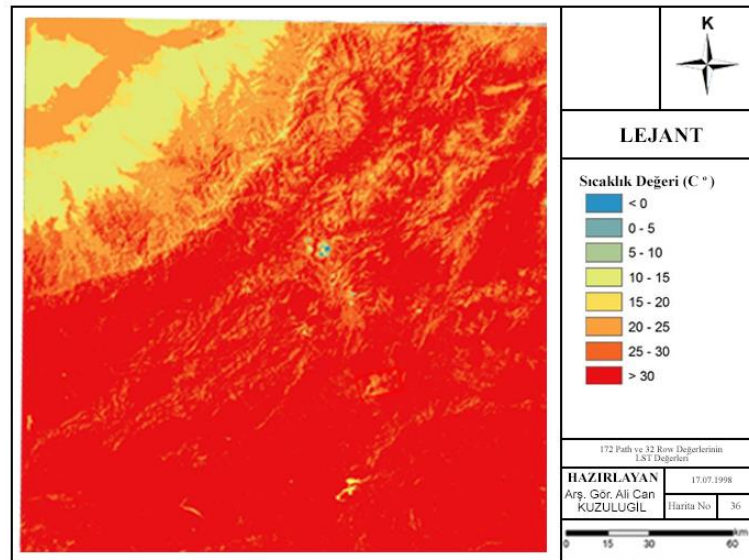


Şekil 4.42. 17-07-2017 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin NDVI analizi

17-07-2017 tarihine ait Landsat uydu görüntüsünden elde edilen NDWI haritası Şekil 4.43’de verilmiştir. 17-07-2017 tarihine ait Landsat uydu görüntüsünden elde edilen LST haritası Şekil 4.44’de verilmiştir.

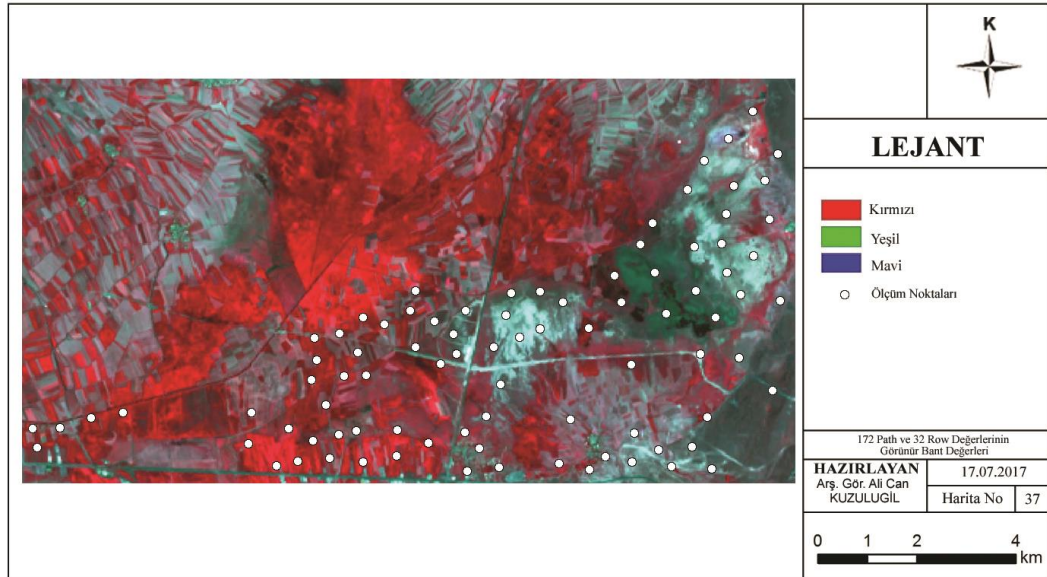


Şekil 4.43. 17-07-2017 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin NDWI analizi

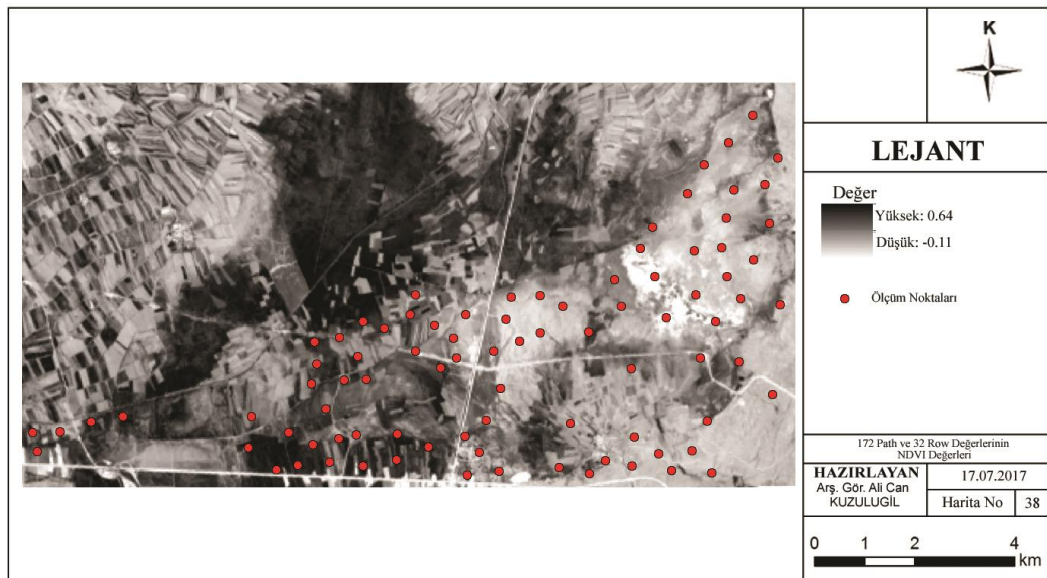


Şekil 4.44. 17-07-2017 tarihine ait 172 path ve 32 row değerlerinin LST analizi

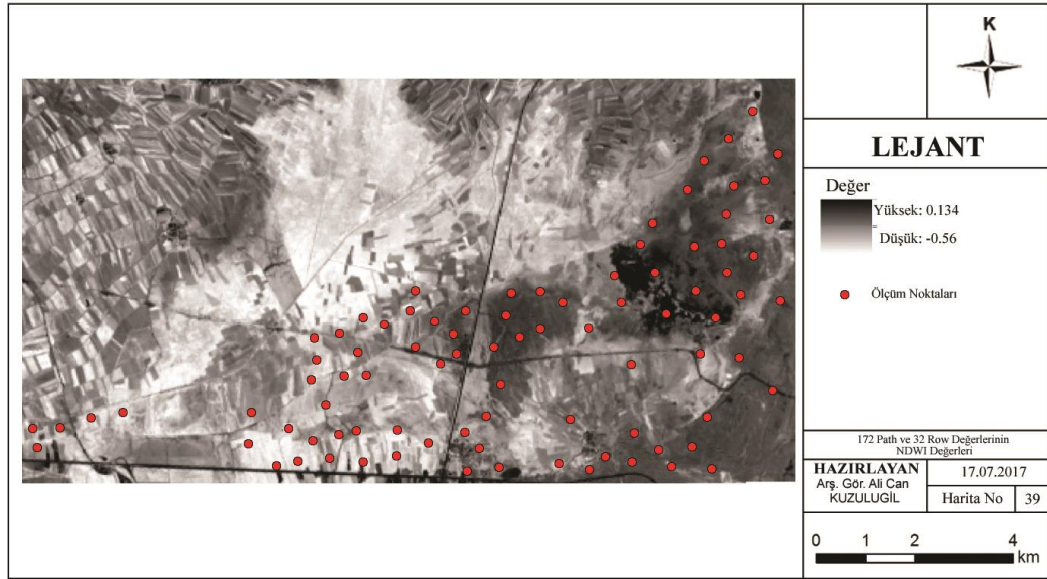
Yukarıda elde edilen haritalardan çalışma sınırına göre haritalar kesilerek çalışma alanı (Şekil 4.45), NDVI (Şekil 4.46), NDWI (Şekil 4.47) ve LST (Şekil 4.48) haritaları oluşturulmuştur.



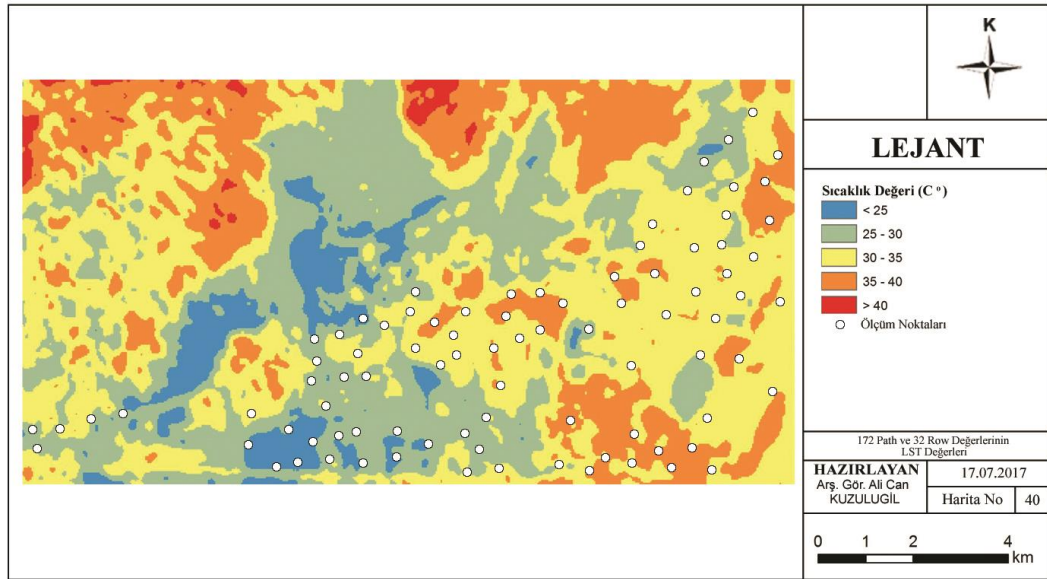
Şekil 4.45. Çalışma alanının 17-07-2017 görünür bant değeri



Şekil 4.46. Çalışma alanının 17-07-2017 NDVI haritası



Şekil 4.47. Çalışma alanının 17-07-2017 NDWI haritası



Şekil 4.48. Çalışma alanının 17-07-2017 LST haritası

2017 yılına ait verilerin korelasyon tablosunda karşılaştırılmasıyla elde edilen veriler LST ve NDWI değerleri arasında bir ilişki olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. Çalışma alanına ait LST-NDVI-NDWI arasındaki korelasyon

Yıl	LST-NDVI	LST-NDWI	NDVI-NDWI
2017	-0.78084	0.728844	-0.9868107

2017 yılı verileriyle üretilmiş haritalar incelendiği zaman sulak alanın NDVI değeri, 0,04 ile 0,59 en düşük ve en yüksek olarak bulunmuştur. Aynı yıla ait NDWI değerleri ise -0,04 maksimum ve -0,53 minimum değerlerindedir (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18. 2017 yılına ait Sulak Alan istatistiksel veriler

Yıl		Analizler	Min.	Max.	Mean
2017	Sulak Alan	NDVI	0,04	0,59	0,41
		NDWI	-0,53	-0,04	-0,38
		LST	22,30	35,96	27,66
	Yerleşim	NDVI	0,03	0,31	0,10
		NDWI	-0,28	-0,05	-0,13
		LST	22,98	37,16	33,88

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Dünya nüfusu tarih boyunca sürekli artmıştır. Ancak bu artış ilk zamanlar yavaş iken günümüze doğru hızlanmıştır. 2050 yılında dünya nüfusunun 10 milyara ulaşacağı tahmin edilmektedir (UNPD 2012). Streutker (2003) ve Zhang *et al.* (2010) gibi pek çok çalışmada kentleşmenin artmasıyla hava ve yüzey sıcaklığının da arttığını göstermiştir. Artan sıcaklık, kentsel dokuda da problemler oluşturmaktadır. Kentsel doku kırsal alandan bir kaç derece sıcaktır, bu sıcaklık farkı artıkça, kentsel ısı adası adı verilen sıcaklık değişimi oluşmaktadır (Jaafar 2011). Kentsel ısı adası oluşmasını nedenleri, enerji transferi, termal koşullar, nem koşulları ve hava sirkülasyon gibi değişimlerini gösterdiği farklılıklardır. Bu farklılık kentsel ile kırsal arasındaki farkı meydana getirir (Oke 1981). Matson *et al.* (1978)'e göre kentsel ve kırsal doku arasındaki sıcaklık farkları 2.6 ile 6.5°C arasında değişirken, Unger (1997) ise bu farkı Macaristan'da yaptığı çalışmada 1.5 ile 2.0°C arasında belirlemiştir.

Eliasson and Svensson (2003), Chen *et al.* (2006), Zhou *et al.* (2014) gibi pek çok çalışma alan kullanım biçiminin ısı adalarını etkilediğini belirlemiştir. Yıldız vd (2014), su yüzeyleri diğer alan kullanımlarına göre daha soğuk bulunmuştur. Xu *et al.* (2010) Çin'de yaptıkları çalışmada, suyun insane konforuna etkisini belirlemek için Huansha Gölü'nün ısı indeksi hesaplanmıştır. Sonuçta suyun 10 ile 20 m yakın alanlarının termal konfor değerleri taşıdığını bulmuşlardır. Yıldız vd (2013), Çoruh Nehri vadi tabanından yamaçlara doğru, sudan uzaklaştıkça iklimin değiştiğini belirlenmiştir. Türkeş (1994) ise küresel ısınmanın nedeni olarak su kaynaklarının zayıflamasını göstermiştir.

Çalışmada 1998, 2003, 2007, 2013 ve 2017 yıllarına ait uydu görüntüleri kullanılarak, Erzurum ovası sulak alanında oluşan sınırsal değişimin kentsel ısı adasına etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yüzey sıcaklığında var olan bu değişimin NDVI ve NDWI indeksleri ile de ilişkisine bakılarak su yüzeyindeki değişim anlamlı olarak ilişkili bulunmuştur (Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1. Çalışma alanına ait LST-NDVI-NDWI arasındaki korelasyon

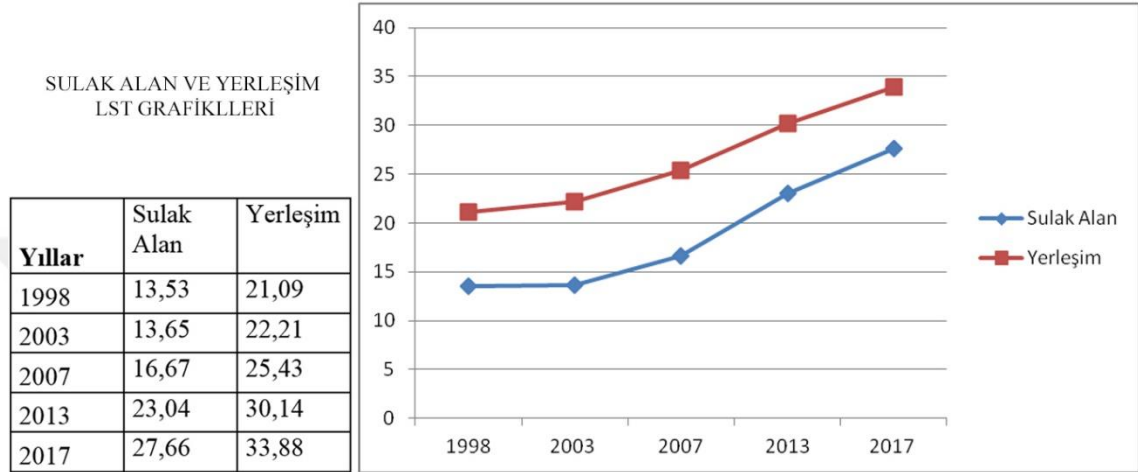
Correlation Coefficient			
Yıl	LST-NDVI	LST-NDWI	NDVI-NDWI
1998	-0.54453	0.479146	-0.9860784
2003	-0.80032	0.78631	-0.9912705
2007	-0.80809	0.777769	-0.9912366
2013	-0.73037	0.702753	-0.9944444
2017	-0.78084	0.728844	-0.9868107

Çalışmada yıllar içerisinde sıcaklık değerlerinde artış olduğu görülmektedir. Bu artış kentsel dokuda çok daha belirgin olarak değişmiştir. Bu değişime bağlı olarak NDVI değerleri incelendiğinde sulak alan olması gerekenen NDVI değeri yeşil alan olarak belirlenmiştir. NDWI değeri ise bu ilişkiyi doğrulamıştır (Çizelge 5.2).

Çizelge 5.2. Çalışma alanına ait LST-NDVI-NDWI ortalama değerleri

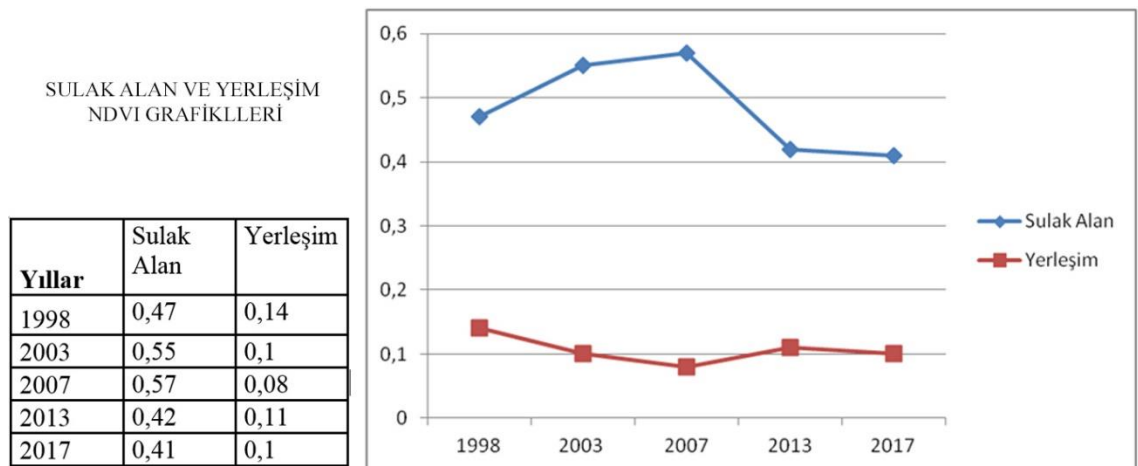
Yıllar	Alan	LST (°C)	NDWI	NDVI
1998	Sulak Alan	13,53	-0,44	0,47
	Yerleşim	21,09	-0,20	0,14
2003	Sulak Alan	13,65	-0,53	0,55
	Yerleşim	22,21	-0,19	0,10
2007	Sulak Alan	16,67	-0,53	0,57
	Yerleşim	25,43	-0,17	0,08
2013	Sulak Alan	23,04	-0,37	0,42
	Yerleşim	30,14	-0,14	0,11
2017	Sulak Alan	27,66	-0,38	0,41
	Yerleşim	33,88	-0,13	0,10

Erzurum ovası sulak alanının ve Erzurum kent merkezinin yıllar içerisinde sıcaklık değeri artmıştır. Sulak alanın su alanlarında meydana gelen değişim bu etkiyi artırmıştır (Şekil 5.1).



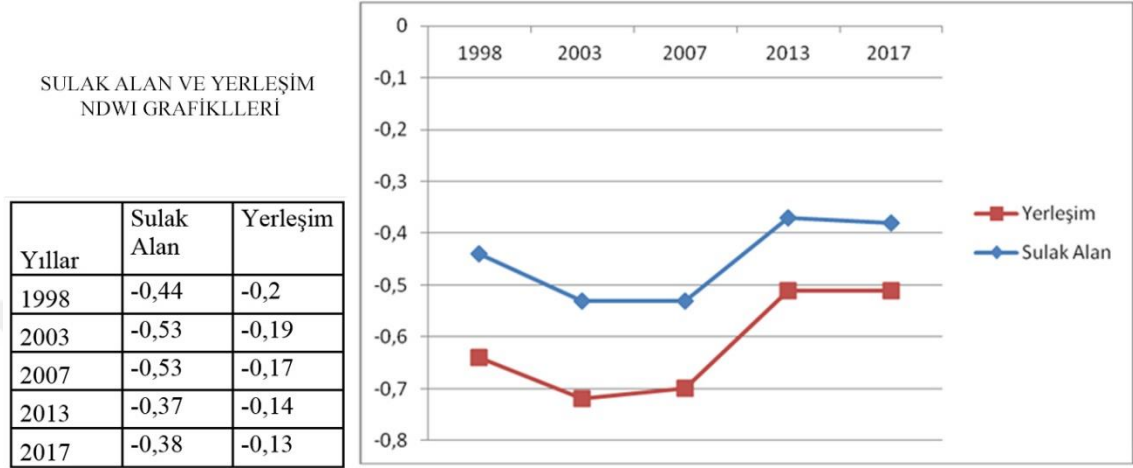
Şekil 5.1. Sulak alan ve Yerleşim alanına ait ortalama LST grafikleri

NDVI değerlerine bakıldığında sulak alan değerlerinin bütün yıllarda 0,15 den büyük olduğu görülmektedir. Bu da sulak alanların artık yeşil alan olduğunu göstermektedir (Şekil 5.2).



Şekil 5.2. Sulak alan ve Yerleşim alanına ait ortalama NDVI grafikleri

NDWI indekslerine bakıldığında ise, su yüzeylerinin kaybolduğu daha net olarak görülmektedir (Şekil 5.3).



Şekil 5.3. Sulak alan ve Yerleşim alanına ait ortalama NDWI grafikleri

Erzurum Bataklığı mevsimsel bir sulak alandır. Sulak alan kuş göç yolu üzerinde önemli bir nokta konumundadır. Su yüzeyinin var olduğu nisan-haziran aylarında alanın sahip olduğu yüzey sıcaklık değerleri kente olumlu etkide bulunmaktadır. Ancak elde edilen NDVI ve NDWI değerlerine bakıldığında sulak alanın iklim değişikliğine de bağlı olarak sulak alan vasfını yitirdiği, alansal olarak küçüldüğü ve bu alanların çayırılık alana dönüştüğü belirlenmiştir. Sulak alanların sayısız faydası düşünüldüğünde bu küçülme önemli bir çevre sorunu olarak değerlendirilmelidir.

Geleceğe dönük planlamaların yapılabilmesi ya da çevresel etkilerin net olarak ortaya koyulabilmesi için, özellikle su kaynaklarında meydana gelen değişim izleme çalışmaları kaynak veri oluşturulması açısından önemli çalışmalardır. yapılacak bu ekolojik planlama çalışmalarında ise uydu görüntüsünden elde edilen bilgilerin kullanılması, planlamanın doğruluğunu, güncelliğini ve güvenilirliğini destekleyecektir.

Doğal kaynaklarda ve iklimde meydana gelen kontrolsüz değişim, geri kazanımı olmayan kayıpların oluşmasına sebebiyet verebilmektedir. Bu nedenle, plansız gelişimi

önlemek ve izleyebilmek amacıyla zamansal değişim tespit edilmeli ve gerekli planlamalar yapılmalıdır.

Özellikle yerel yönetimlerin doğru alan kullanım kararlarını alabilmesi için elde edilecek verilerin sağlıklı ve güncel olması önemlidir. Yapılan bu çalışmalar planlama aşamasında verilecek kararlar için envanter niteliği taşımaktadır. İnsanların yaşam standartlarının artırılması için daha konforlu ve daha yaşanabilir ortamlara ihtiyaç duyulmaktadır.



KAYNAKLAR

- Adger, W. N. ve C. Luttrell. 2000. Property rights and the utilisation of wetlands. *Ecological Economics*, 35 (2000):75-89.
- Adner, R., Kapoor, R., 2010. Value creation in innovation ecosystems: how the structure of technological interdependence affects firm performance in new technology generations. *Strateg. Manag. J.* 31 (3), 306–333 (Mar).
- Allan J.D., Flecker A.S., Biodiversity conservation in running waters, *Bioscience*, 43 (1993) 32-43.
- Anlı A. S., Polat H.V., Semiz G. D.,(2011) Kırşehir İli Kuraklığının Analizi ve Sulak Alanlara Etkisi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, ANKARA, II. Türkiye Sulak Alanlar Kongresi, 2011, <http://sulakalanlarkongresi.org>
- Anonim 2017. URL-1, 2017. sutema.org.tr | tema.org.tr • wilo.com.tr • wilo-stiftung.de. Erişim tarihi: 12.12.2017.
- Anonim 2017a. URL-2, 2017. <https://awkwardbotany.com/2013/05/19/wetlands/>. Erişim tarihi: 12.12.2017.
- Anonim 2017b. http://kayseri.ormansu.gov.tr/Kayseri/AnaSayfa/milli_parklar_ana_sayfa/sultan_sazligi_ana_sayfa/sultan_sazligi_tanitim.aspx?sflang=tr. Erişim tarihi: 12.12.2017.
- Anonim 2017c. <https://i.ytimg.com/vi/rf3avyjH0w8/maxresdefault.jpg>. Erişim tarihi: 10.12.2016.
- Anonim 2017g. <http://cdn.yeniakit.com.tr/images/detail/1505639164-1a1a0c.jpg> Erişim tarihi: 21.08.2017
- Anonim 2017h. <https://i.pinimg.com/564x/96/3a/d3/963ad37db40f24ca09dda5f89e7a7e6a--sultan-national-parks.jpg> Erişim tarihi: 21.10.2017
- Anonim 2017ı. http://www.anayurtgazetesi.com/haber_resim/Gediz-bunu-hak-ediyor-657925.jpg Erişim tarihi: 21.10.2017
- Anonim 2017j. <http://www.konyaninsesi.com.tr/cicekli-edremit-sazligi-yeniden-hayat-bulacak-329494h.htm> Erişim tarihi: 14.10.2017
- Anonim 2017k. http://www.nik.com.tr/content/sistem/17pathrow_map.jpg Erişim tarihi: 14.10.2017
- Anonim 2017l. <https://earthexplorer.usgs.gov/> Erişim tarihi: 02.12.2017
- Anonim2017d. <https://us.123rf.com/450wm/bunynos/bunynos1207/bunynos120700022/14499690-parque-nacional-de-camargue-francia--patrimonio-de-la-humanidad--camarga-una-llanura-aluvial-en-el-d.jpg?ver=6> Erişim tarihi: 08.11.2017
- Anonim2017e.<http://www.indonesiatravelingguide.com/wpcontent/uploads/2010/11/wasur-national-park.jpg> Erişim tarihi: 13.07.2017
- Anonim 2017f. <http://noquiero.es/blog/wp-content/uploads/2016/10/19TophoneymoondestinationBarbaracortes.jpg> Erişim tarihi: 02.01.2017
- Applications, 11-14 September 2000, Menemen-İzmir, Turkey
- Areas. Remote Sensing of Environment, 1982. 12(4): p. 313-329.
- Arı, Y., & Derinöz, B., 2011. Bir Sulak Alan Nasıl Yönetilmez? Kültürel Ekolojik Perspektif ile Marmara Gölü (Manisa) Örneği. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 9(1), 41-60.

- Artis, D.A. and W.H. Carnahan, Survey of Emissivity Variability in Thermography of Urban
- Aşur, F., 2017. Van Kenti Yakın Çevresi Kıyı Alanı Örneğinde Sulak Alanlar ve Görsel Peyzaj Kalite Değerlendirmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 4(4): 506–515,
- Avdan, U.ve G. Jovanovska, 2016. Algorithm for Automated Mapping of Land Surface Temperature Using LANDSAT 8 Satellite Data, *Journal of Sensors* Volume Article ID 1480307, 8 pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2016/1480307>
- Azzolina, N.A., Siegel, D.I., Brower, J.C., Samson, S.D., Ozt, I., 2007. Can the HGM classification of small, non-peat forming wetlands distinguish wetlands from surface water geochemistry? *Wetlands* 27, 884–893.
- Barbara J. Morehouse J. B., 2000. Climate impacts on urbanwater resources in the southwes the importance of context,journal of the american water resources association vol. 36, no. 2 n, <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1752-1688.2000.tb04266.x/epdf> Paper No.99067
- Barsi, J.A., *et al.*, Radiometric calibration status of Landsat-7 and Landsat-5 - art. no. 67441F.
- Basin of Lake Victoria using ancillary data and remote sensing *International Journal of Applied Earth Observationand Geoinformation*, 21:32-42
- Benke A.C., 1990. A perspective on America vanishing streams, *Journal of the North American Benthological Society*, 9: 77-88.
- Bettini, G., 2013. Climate Barbarians at the Gate? A critique of apocalyptic narratives on ‘climate refugees’. *Geoforum* 45, 63–72. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoforum.2012.09.009>.
- Brinson, M. M., 1993. A hydrogeomorphic classification for wetlands. US Army Corps of Engineers Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS, USA. Wetlands Research Program Technical, Report WRP-DE-4.
- Brooks, R., Brinson, M., Havens, K., Hershner, C., Rheinhardt, R., Wardrop, D., Whigham, D., Jacobs, A., Rubbo, J., 2011. Proposed Hydrogeomorphic classification for wetlands of the Mid-Atlantic Region, USA. *Wetlands* 31, 207–219.
- Burgoon, P. S., Reddy, K. R., DeBusk, T. A., & Koopman, B., 1991. Vegetated submerged beds with artificial substrates. II: N and P removal. *Journal of Environmental Engineering*, 117(4), 408-424.
- Çağırankaya, S. S, Meriç, Dr. B. T. 2013. Sulak Alanlar Orman ve Su İşleri Bakanlığı-Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Hassas Alanlar Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Çağırankaya, S. S, Meriç, Dr. B. T. 2013a. Türkiye’nin Önemli Sulak Alanları: Ramsar Alanlarımız, Orman ve Su İşleri Bakanlığı-Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Hassas Alanlar Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Çalışkan, V., 2003. Amik Ovası ve Amik gölü: Bir sulak alanı kurutma deneyiminin günümüze ulaşan etkileri. *Türk Coğrafya Dergisi*, (41).
- Çelik D.Ş., 2011. Sultan Sazlığı’nda Su Seviyeleri ve İklimsel Faktörler Arasındaki İlişkilerin Yapay Sinir Ağları Yaklaşımı İle Modellenmesi, II. Türkiye Sulak Alanlar Kongresi, 2011, Kırşehir / TÜRKİYE <http://sulakalanlarkongresi.org>
- Çelik, M. A., & Gülersoy, A. E., 2013. Işıklı Gölü (Çivril-Denizli) Çevresindeki Arazi Kullanım Faaliyetlerinin Göl Üzerine Etkilerinin İncelenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2013(29).

- Çepel, N. 1995: Çevre ve İnsan -I. Alım Kitaplar, İstanbul.
- Chander, G. and B. Markham, Revised Landsat-5 TM radiometric calibration procedures and
- Chander, G., B.L. Markham, and J.A. Barsi, Revised Landsat-5 thematic mapper radiometric
- Chang-chun, S. O. N. G., 2003. Influence of Global Climate Change on Wetlands [J]. Wetland Science, 2, 007.
- Chen, A., Sui, X., Wang, D., Liao, W., Ge, H., & Tao, J., 2016. Landscape and avifauna changes as an indicator of Yellow River Delta Wetland restoration. Ecological Engineering, 86, 162-173.
- Chen. X.-L.. Zhao. H.-M.. Li. P.-X.. and Yin. Z.-Y., 2006. Remote sensing image-based analysis of the relationship between urban heat island and land use/cover changes. Remote Sens. Environ.. 104(2). 133–146.
- Çiftçi, H., Kaplan, Ş. Ş., Köseoğlu, H., Karakaya, E., & Kitiş, M. (2007). Yapay Sulak Alanlarda Atıksu Arıtımı ve Ekolojik Yaşam. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 23(1-2), 149-160.
- Cole, C.A., Brooks, R.P., Shaffer, P.W., Kentula, M.E., 2002. Comparison of hydrology of wetlands in Pennsylvania and Oregon (USA) as an indicator of transferability of Hydrogeomorphic (HGM) functional models between regions. Environ. Manage. 30, 265–278.
- Cole, C.A., Cirno, C., Wardrop, D., Brooks, R.P., Peterson-Smith, J., 2008. Transferability of an HGM wetland classification scheme to a longitudinal gradient of the central appalachian moutains: initial hydrological results. Wetlands 28, 439–449.
- Comenetz, J., Caviedes, C., 2002. Climate variability, political crises, and historical population displacements in Ethiopia. Environ. Hazards 4, 113–127. <http://dx.doi.org/10.1016/j.hazards.2003.08.001>.
- Cowardin, L.M., Carter, V., Golet, F.C., LaRoe, E.T., 1979. Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States. US Fish and Wildlife Service, Washington, DC, USA. FWS/OBS-79/31.
- Craig, P., Dieppe, P., Macintyre, S., Michie, S., Nazareth, I., & Petticrew, M. (2008). Developing and evaluating complex interventions: the new Medical Research Council guidance. Bmj, 337, a1655.
- Cushman, S.A.and Wallin, D.O., 2000. Rates and Patterns of Landscape Change in The Central Sikhote-Alin Mountains, Russian Far East. Landscape Ecology, Volume 15, Issue 7, 2000, Pages 643-659
- Demir M., Yıldız D. N., Irmak M. A.,Yılmaz H., Yılmaz S. , Özer S., 2011. Sulak Alanların Sürdürülebilirliği İçin Ekosisteme Bütüncül Yaklaşım: Erzurum Örneği, II. Türkiye Sulak Alanlar Kongresi, 22-24 Haziran 2011
- Dinç U, S. Şenol, İ. Yeğingil, M. A. Çullu., 1995. Göksu Deltası Arazi Kullanım Haritasının SPOT Uydu Verileri Kullanılarak Hazırlanması. İlhan Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu. Cilt 1. 1995
- Dobson A.P., Bradshaw A.D., Baker A.J.M., 1997. Hopes for the future: restoration ecology and conservation biology, Science, 277, 515-521.
- Doygun, H., & Berberoğlu, S., 2001. Kıyı Alanlarında Sürdürülebilir Yönetim Modeli Önerisi. Türkiye Kıyıları, 11-20.
- Doygun, H., Oğuz, H., Atak, B. K., & Nurlu, E., 2011. Alan Kullanım Değişimlerinin Doğal Karakterli Kıyı Alanları Üzerindeki Etkilerinin Uzaktan Algılama ve CBS

- Yardımla İncelenmesi: Çiğli/İzmir Örneği, I. Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, Kahramanmaraş.
- Drummond, M. A., Auch, R. F., Karstensen, K. A., Sayler, K. L., Taylor, J. L., & Loveland, T. R., 2012. Land change variability and human–environment dynamics in the United States Great Plains. *Land Use Policy*, 29(3), 710-723.
- Dugan, P.J., 1990. Sulak Alanların Korunması- Güncel Konular ve Gerekli Çalışmalar Üzerine Bir İnceleme. Türkçe Çevirisi: DHKD. İstanbul.
- Durmuş A., Adızel Ö., Uzun Y., Özgökçe F., Koçak M.K., Koçak Ö., Demirel K., Behçet L., Keleş A., 2011. Van İli Sulak Alan Biyoçeşitliliği, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı, Türkiye Sulak Alanlar Kongresi
- Ecosystem, 2017. In OxfordDictionaries.com. Retrieved from. <https://en.oxforddictionaries.com/definition/ecosystem>.
- Efe, R., ve Demir, S., 2007. Tuz gölü (Karataş) Çevresinde Arazi Kullanımı Değişiminin Kumullara Etkisi, *Türk Coğrafya Dergisi*, Sayı, 48, s. 59-72
- Eisavi V., Yazdi, A.M., Niknezhad, S.A. (2016). Spatial and temporal modeling of wetland surface temperature using Landsat-8 imageries in Sulduz, Iran. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University* 66(1): 46-58.
- Eliasson. I. and Svensson. M. K. 2003. Spatial air temperature variations and urban land use—A statistical approach. *Meteorol. Appl.* 10(02). 135–149.
- Ellenberg, H., 1973. Ziele und Stand der Ökosystemforschung. In *Ökosystemforschung* (pp. 1-31). Springer Berlin Heidelberg.
- Emerton, I., 1998 Economic Tools For Valuing Wetlands In Africa (http://cmsdata.iucn.org/downloads/02e_economic_tools_for_valuing_wetlands.pdf)
- Erberk, F.S., Maktav, D., Taberner, M., Akgün, H., 2000. Monitoring The Changes At The Büyükçekmece Lake, İstanbul, Using Multitemporal Satellite, 2nd ICGESA International Conference on GIS for Earth Science
- Erdem, O., 2016. Sulak Alanların İşlev ve Değerleri. TC Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Doğa koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü.
- Erdem, O., 2007. Sulakalan Yönetim Planlaması Rehberi, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü Kuş Araştırmaları Derneği, Sulakalan Yönetim Planı, Ankara.
- Euliss Jr., N.H., LaBaugh, J.W., Fredrickson, L.H., Mushet, D.M., Swanson, G.A., Winter, T.C., Rosenberry, D.O., Nelson, R.D., 2004. The wetland continuum: a conceptual framework for interpreting biological studies. *Wetlands* 24, 448–458.
- Euliss Jr., N.H., Wrubleski, D.A., Mushet, D.M., 1999. Wetlands of the prairie pothole region: invertebrate species composition, ecology, and management. In: Batzer, D.P., Rader, R.B., Wissinger, S.A. (Eds.), *Invertebrates in Freshwater Wetlands of North America: Ecology and Management*. John Wiley and Sons Inc, New York, NY, pp. 471–514.
- Euliss, N. H., Mushet, D. M., Newton, W. E., Otto, C. R., Nelson, R. D., LaBaugh, J. W., & Rosenberry, D. O., 2014. Placing prairie pothole wetlands along spatial and temporal continua to improve integration of wetland function in ecological investigations. *Journal of hydrology*, 513, 490-503.
- Gao, B. C., 1995. "A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space." *Imaging Spectrometry* 2480: 225-236.

- Gearheart, R. A., Finney, B. A., Lang, M. M., & Anderson, J., 1999. Free water surface wetlands for wastewater treatment: A technology assessment. US Environmental Protection Agency, Office of Water Management, US Bureau of Reclamation, Phoenix, AZ.
- Gearheart, R. A., Klopp, F., & Allen, G., 1989. Constructed free surface wetlands to treat and receive wastewater: pilot project to full scale. *Constructed Wetlands for Wastewater Treatment*. Lewis Publishers, Chelsea, MI, 121-138.
- Gilman, K., 1994. *Hydrology and wetland conservation*. Chichester. Wiley.
- Gleick, P. H., & Chalecki, E. L., 1999. The impacts of climatic changes for water resources of the Colorado and Sacramento- San Joaquin river basins. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 35(6), 1429-1441.
- Görecelioğlu E., 2002. *Peyzaj Onarım Tekniği*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul Üniversitesi Yayın No. 4351, Orman Fakültesi, Yayın No. 470, İstanbul.
- Görmez, K. (1997) *Çevre Sorunları ve Türkiye*, 2. Basım, Gazi Kitabevi Yayınları, No: 45, Ankara.
- Gül, A., Yılmaztürk, A., Caran, Ş., Ünal, Y., Örucü, Ö.K., Berberoğlu, E., 2015. Burdur Gölü ve Çevresinde Ekosistem Üzerindeki Çevresel Etkiler Ve Stratejik Mekânsal Çözümler. *Uluslararası Burdur Deprem ve Çevre Sempozyumu 7-9 May 2015*, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur-Türkiye
- Güldal, V., & Ağırlioğlu, N., 1994. Baraj haznelerinin iklime etkisi: Keban barajı. *Su ve Toprak Kaynaklarını Geliştirme Konferansı*, 12-14.
- Gülersoy, A. E., 2013. Marmara Gölü yakın çevresindeki arazi kullanım faaliyetlerinin zamansal değişimi (1975-2011) ve göl ekosistemlerine etkileri. *Türk Coğrafya Dergisi*, (61).
- Güleyüz E., 2016. *Büyük Melen Nehri Havzasında Peyzaj Onarımı ve Yönetim Stratejilerinin Geliştirilmesi*, Düzce Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Güney, E., 1995. Türkiye'de sulak alanların çevre sorunları. *Türk Coğrafya Dergisi*, (30).
- Haktanir, K., S. 1998. *Cevre Kirliligi*, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın No: 1503, Ders Kitabı: 457
- Hartman, W. H., Richardson, C. J., Vilgalys, R., & Bruland, G. L., 2008. Environmental and anthropogenic controls over bacterial communities in wetland soils. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(46), 17842-17847.
- Headey, D.D., Jayne, T.S., 2014. Adaptation to land constraints: is Africa different? *Food Policy* 48, 18–33. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodpol.2014.05.005>.
- Ikiel, C., Ustaoglu, B., Dutucu, A.A., Kilic, D.E., 2013. Remote sensing and GIS-based integrated analysis of land cover change in Duzce plain and its surroundings (north western Turkey). *Environ. Monit. Assess.* 185, 1699–1709.
- IPCC. 1996a. *Climate Change 1995, The Science of Climate Change*. Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Houghton J, T., *et al.*, eds., WMO/UNEP. Cambridge University Press, New York.
- Jaafar B. Said I. Rasidi MH. 2011. Evaluating the Impact of Vertical Greenery System on Cooling Effect on High Rise Buildings and Surroundings: A Review. In: *Proceedings of the 12th International Conference on Sustainable Environment and Architecture*. Indonesia;P. 8.

- Ji, G., Zhi, W., Tan, Y., 2012. Association of nitrogen micro-cycle functional genes insubsurface wastewater infiltration systems. *Ecol. Eng.* 44, 269–277.
- Kaczmarek, Z., 1996. Climate change impacts on the water supply system in the Warta River Catchment, Poland. *International Journal of Water Resources Development*, 12(2), 165-180.
- Kadıoğlu, M., Satılmış, S., & Özgüler, H., 1994. Büyük su yapılarının çevre iklimine etkisi. *Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı*, 12-14.
- Kandemir E., 2010. Uzaktan Algılama Tekniğinde NDVI Değerleri İle Doğal Bitki Örtüsü Tür Dağılımı Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.Yüksek Lisans Tezi
- Kaplan G., U.Avdan, Z. Y Avdan, N. D Yıldız, Landsat Uydu Görüntüleri Kullanılarak Kuraklık İzlenmesi, Akşehir Gölü Örneği, uzalcbs.org/wp-content/uploads/2016/11/2016_1034.pdf
- Kapoor, R., Lee, J.M., 2013. Coordinating and competing in ecosystems: how organizational forms shape new technology investments. *Strateg. Manag. J.* 34 (3), 274–296 Mar.
- Keeney, D. R., 1973. The nitrogen cycle in sediment-water systems. *Journal of environmental Quality*, 2(1), 15-29.
- Kesici, E., Kesici, C., 2006. Eğirdir Gölü (Isparta)’nın Doğal Yapısına Yapılan Müdahalelerin Gölün Ekolojik Yapısına Etkileri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23, (1/1): 99-103.
- Kıymaz S., Ertek A., 2011. Seyfe Gölü Yüzey Su Kalitesinin Farklı Gözlem Yıllarındaki Değişimleri, Ahi Evran Üniversitesi, Kırşehir Meslek Yüksek Okulu, KIRŞEHİR 2 Süleyman Demirel Üniversitesi- Ziraat Fakültesi, <http://sulakalanlarkongresi.org>
- Korkanç, Y.S., 2004. Sulak Alanların Havza Sistemi İçindeki Yeri, ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi , 2004 6(6). url: <http://bof.bartın.edu.tr/journal/1302-0056/2002-03-04/2004/Cilt6/Sayi6/117-126.pdf>.
- Lackey, R.T.1998. Seven Pillars of Ecosystem Management. Elsevier Science, Landscape and Urban Planning 40; 21-30.
- Larson, D. 1995. Effects of climate on numbers of northern prairie wetlands. *Climatic Change* 30:169–180. Crossref, Google Scholar
- Matson. M., McClain. E.P., McGinnis. D.F. & Pritchard. J.A.. 1978. Satellite Detection of urban heat islands. *Mon. Wea. Rev.* 106. pp. 1725-1734.
- McFeeters, S. K., 1996. "The use of the normalized difference water index (NDWI) in the delineation of openwater features." *International Journal of Remote Sensing* 17(7): 1425-1432.
- Meixer M.S., Brain M.B., Water M.T., 2009. Predicting barrier passage and habitat suitability for migratory fish species, *Ecological Modelling*, 220, 2782-2791.
- Meyer, A.D., Gaba, V., Colwell, K.A., 2005. Organizing far from equilibrium: nonlinear change in organizational fields. *Organ. Sci.* 16 (5), 456–473 (Sep-Oct).
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and human well being: wetlands and water synthesis. Washington, DC: Water Resources Institute.
- Mitsch, W. J., & Gosselink, J. G., 1993. *Wetlands* (2nd edn). New York: Van Nostrand Reinhold.
- Munger, J. W., 2004. Atmospheric methane its role in the global environment. *Agricultural and Forest Meteorology*, 122, 125–126.

- NASA, Landsat Project Science Office: Landsat 7. Science Data Users Handbook, Chapter11. http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/pdfs/Landsat7_Handbook.pdf, 2004.
- National Research Council 1992. Restoration of aquatic ecosystems: science, technology, and public policy. National Academies Press.
- Nichols, D. S., 1983. Capacity of natural wetlands to remove nutrients from wastewater. *Journal (Water Pollution Control Federation)*, 495-505.
- Oke. T.R.. 1981. Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: comparison of scale model and field observations. *Journal of Climatology*. (1); pp.237-254.
- Omute, P., R. Corner, and J.L. Awange, 2012. The use of NDVI and its Derivatives for Monitoring Lake Victoria's Water Level and Drought Conditions. *Water Resources Management*, 2012. 26(6): p. 1591-1613.
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2013. Sulak Alanlar, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2016. Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Sulak Alan Yönetim Planları
- Orr, B. 1997. Land Use Change on Michigan's Lake Superior Shoreline: Integrating Land Tenure and Land Cover Type Data, *Journal of Great Lakes Research*, 23(3): 328-338
- ORSAM, 2011. Ortadoğu Stratejik Araştırmalar Merkezi, Türkiye’de ve İsrail’de Yapay Sulak Alanlar ile Atıksu Arıtımı ve Atık suyun Sulama Amaçlı Olarak Tekrar Kullanımı, ORSAM Su Araştırmaları Programı Rapor No: 8, Ankara.
- Öztürk, K. (2002). Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye’ye Olası Etkileri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(1).
- Paerl, H.W., Paul, V.J., 2012. Climate change: links to global expansion of harmful cyanobacteria. *Water Research* 46: 1349–1363, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2011.08.002>
- Parish, F., & Looi, C., 1999. Wetlands, biodiversity and climate change. In *Options and Needs for Enhanced Linkage between the Ramsar Convention on Wetlands, Convention on Biological Diversity and UN Framework Convention on Climate Change*. Global Environment Network.
- Petersen R.C., The RCE- a riparian, channel, and environmental inventory for small streams in the agricultural landscape, *Freshwater Biology*, (1992) 295-306.
- Pierce, L., 2009. Big losses in ecosystem niches: how core firm decisions drive complementary product shakeouts. *Strateg. Manag. J.* 30 (3), 323–347 (Mar).
- Poiani, K. A., W. C. Johnson, G. A. Swanson, and T. C. Winter. 1996. Climate change and northern prairie wetlands: Simulations of long-term dynamics. *Limnology and Oceanography* 41:871–881. Crossref, Google Scholar
- Ramsar Convention Bureau 2001. *Wetlands values and functions*. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Bureau.
- Ramsar Convention Secretariat 2013. *The Ramsar Convention Manual: A guide to the Convention on Wetlands (Ramsar, Iran, 1971) (6th edn)*. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat.
- Reddy, K. R., & Smith, W. H., 1987. Aquatic plants for water treatment and resource recovery. In *Conference on Research and Applications of Aquatic Plants for Water Treatment and Resource Recovery*, Orlando, Fla.(USA), 1986. Magnolia Publishing Inc..

- Reuveny, R., 2007. Climate change-induced migration and violent conflict. *Polit. Geogr.* 26, 656–673. <http://dx.doi.org/10.1016/j.polgeo.2007.05.001>.
- Roger and Golden Inc. 1987. Environmental assessment Handbook, Maryland Department of Natural Resources Pennsylvania, U.S.A.
- Russi, D., Brink, P. T. & Badura, T. 2013. The economics of ecosystems and biodiversity for water and wetlands. London: IEEP.
- Sakalauskas, L., 2010. Editorial: Sustainability models and indicators. *Technol. Econ.Dev. Econ.* 16, 567–577.
- Sayler, K., Dwyer, J., and Zylstra, G. 1996. Landsat Pathfinder Data Sets For Landscape Change Analysis.Proceedings of International Geoscience And Remote Sensing Symposium. Lincoln, Nebraska, May 27-31, 1996.
- Şen, Z., 2005. İklim Değişikliği ve Su Kaynaklarına Etkisi. 22 Mart Dünya Su Günü,"İklim Değişikliğinin Su Ve Enerji Kaynaklarımıza Etkisi"Paneli.
- Sırdaş, S., & Şen, Z. (2010). Meteorolojik kuraklık modellemesi ve Türkiye uygulaması. *İtü Dergisi/d*, 2(2).
- Sönmez M. E., Aytuk C., 2011. Akyatan Lagünü Çevresinde Arazi Kullanımındaki Değişimlerin Zamansal İncelenmesi Ve Ekosistem Üzerindeki Olumsuz Etkilerinin Belirlenmesi, Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi
- Sönmez, M. E., & Aytuk, C., 2011. Akyatan Lagünü Çevresinde Arazi Kullanımındaki Değişimlerin Zamansal İncelenmesi ve Ekosistem Üzerindeki Olumsuz Etkilerinin Belirlenmesi. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(1), 25-39.
- Steissberg, T.E., Hook, S.J., Schladow, S.G., 2005. Measuring surface currents in lakes with high spatial resolution thermal infrared imagery. *Geophysical Research Letters* 32: L11402, doi: <http://dx.doi.org/10.1029/2005GL022912>
- Stein, S.M. ve Gelburd D. 1998. Healthy Ecosystems and Sustainable economies: the federal interagency ecosystem management initiative. Elsevier Science, *Landscape and Urban Planning* 40; 73-80.
- Streutker. D. R. 2003. Satellite-measured growth of the urban heat island of Houston. *Texas. Remote Sens. Environ.* 85(3). 282–289.
- Sui, X., Chen, L., Chen, A., Wang, D., Wang, W., Ge, H., Ji, G., 2015. Assessment of tem-poral and spatial landscape and avifauna changes in the Yellow River wetlandnatural reserves in 1990–2013, China. *Ecol. Eng.* 84, 520–531.
- Sun G., Amatya D.M., McNulty S.G., Skaggs W.R., Hughes J., 2000. Climate Change Impacts on the Hydrology and Productivity of a Pine plantation, *journal of the american water resources association* vol. 36, no.2 April 2000 <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1752-1688.2000.tb04274.x/epdf>
- Tağıl, Ş., 2007. “Quantifying The Change Detection Of The Uluabat Wetland, Turkey, By Use Of Landsat Images (Landsat Görüntüleri Kullanarak Uluabat Sulak Alanında Değişimin Yönünü Ölçme)” *Ekoloji Dergisi*, Sayı 16-64,s. 9-20.
- Takai, Y., 1970. The mechanism of methane formation in flooded paddy soil. *Soil Science & Plant Nutrition*, 16, 238–244.
- Tapan, D.Ş., 2008. Türkiye'deki Ramsar Alanları Değerlendirme Raporu. WWF - Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı), İstanbul.
- Teece, D.J., 2007. Explicating dynamic capabilities: the nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. *Strateg. Manag. J.* 28 (13), 1319–1350 (Dec).

- Thanapura, P., Helder, D. L., Burckhard, S., *et al.*, 2007. Mapping urban land cover using QuickBird NDVI and GIS spatial modeling for runoff coefficient determination. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 73, 1, 57-65
- Thut, R. N., 1990. Utilization of artificial marshes for treatment of pulp mill effluent. *Tappi journal (USA)*.
- Tiner, R.W., 2011. Predicting wetland functions at the landscape scale for coastal Georgia using NWIPlus data. US Fish and Wildlife Service, National Wetlands Inventory Program, Region 5, Hadley, MA. In cooperation with the Georgia Department of Natural Resources, Coastal Resources Division and Atkins North America, Raleigh, NC.
- Tiner, R.W., McGuckin, K., Roghair, L.D., Weaver, S., Christie, J., 2013. Wetlands onestop mapping: providing easy online access to geospatial data on wetlands and soils and related information. *Wetland Sci. Practice* 30, 22–30.
- Tırıl, A., 2004. Türkiye'nin Sulak Alanları ve Su Kuşları, KEBİKEÇ İnsan Bilimleri İçin Kaynak Araştırmaları Dergisi, 2004 Yılı: 9 Sayı: 18, Ankara.
- Tokatlı, C., Köse, E., Uğurluoğlu, A., Çiçek, A., Emiroğlu, Ö., 2014. Use Of Geographic Information System (GIS) To Evaluate The Water Quality Of Gala Lake (Edirne). *Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, Sigma* 32, 490-501.
- Tonbul, S., 1990. Elazığ ve çevresinin iklim özellikleri ve Keban barajının yöre iklimi üzerine olan etkileri. Fırat Üniversitesi Coğrafya Sempozyumu 14–15 Nisan 1986 Elazığ.
- Tsujimoto, M., Kajikawa, Y., Tomita, J., & Matsumoto, Y., 2017. A review of the ecosystem concept—Towards coherent ecosystem design. *Technological Forecasting and Social Change*.
- TÜBİTAK MAM, 2011. Türkiye Bilimsel Ve Teknolojik Araştırma Kurumu, Marmara Araştırma Merkezi Çevre Enstitüsü, Yapay Sulakalanlar El Kitabı, Gebze/Kocaeli.
- Tülek, B., & Barış, M. E., 2014. Kent içi ve yakın çevresindeki su kıyısı rekreasyon alanlarının ekolojik kriterler açısından değerlendirilmesi: Mavi Göl örneği. *Journal of Agriculture Faculty of Uludağ University*, 28(2), 13-26.
- Türkeş M., Altan G., 2011. Tödürge Gölü Sulak Alanı (Sivas) Yöresinin Hidroklimatoloji ve İklim Değişimleri Açısından İncelenmesi, Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, II. Türkiye Sulak Alanlar Kongresi, 2011, <http://sulakalanlarkongresi.org>
- Türkeş, M. 1994. Artan sera etkisinin Türkiye üzerindeki etkileri, TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, 321, 71, Ankara.
- Uğış, A., Akkuzu, E., Evcin, Ö., 2016. Kastamonu Yöresi Beyler ve Karaçomak Barajı Gölü Sucul Kuşları. *Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 2016, 16 (2): 447-462
- Unger J.. 1997. Urban Climatology-Urban Climatology os Szeged. *Acta Climatologica University. Szegediensis*. 31B (Urban Climate special issue). 1997. 69pp.
- United Nations Population Division of the Department of Economic and Social Affairs (UNPD). (2012). World urbanization prospects: The 2011 revision. United Nations. New York.
- USEPA, N., 2000. Constructed wetlands treatment of municipal wastewaters.
- Uzun, M., 2014. Hersek Deltasında (Yalova) Kıyı Çizgisi-Kıyı Alanı Değişimleri ve Etkileri. *Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı, Doğu Coğrafya Dergisi*, 19, (32); 27 – 48.

- Van der Valk, A.G., Davis, C.B., 1978. The role of seed banks in the vegetation dynamics of prairie glacial marshes. *Ecology* 59, 322–335.
- Verhoeven, J. T., & Meuleman, A. F., 1999. Wetlands for wastewater treatment: opportunities and limitations. *Ecological engineering*, 12(1), 5-12.
- Vymazal, J. (Ed). 1998. *Constructed wetlands for wastewater treatment in Europe*. Backhuys Publ.
- Wasige J. E., T. A. Groen, E. Smaling, V. Jetten, 2013. Monitoring basin-scale land cover changes in Kagera
- Watson, R. T., Zinyowera, M. C., & Moss, R. H., 1996. Climate change 1995. Impacts, adaptations and mitigation of climate change: Scientific-technical analyses.
- Were K.O., Ø.B. Dick, B.R. Singh, 2013. Remotely sensing the spatial and temporal land cover changes in Eastern Mau forest reserve and Lake Nakuru drainage basin, Kenya *Applied Geography*, 41:75-86
- Williams, M. (1990) *Wetlands: A Threatened Landscape*, Cambridge and Oxford: Blackwell.
- Winter, T. C. 2000. The vulnerability of wetlands to climate change: A hydrologic landscape perspective. *Journal of the American Water Resources Association* 36:305–311. Crossref, Google Scholar
- Winter, T.C., Rosenberry, D.O., 1998. Hydrology of prairie pothole wetlands during drought and deluge: a 17-year study of the Cottonwood Lake wetland complex in North Dakota in the perspective of longer term measured and Proxy hydrological records. *Clim. Change* 40, 189–209.
- WMO, 2016. WMO statement on the status of the global climate in 2016.
- Wolter P. T., C. A. Johnston, G. J. Niemi, 2006. Land Use Land Cover Change in the U.S. Great Lakes Basin 1992 to 2001, *Journal of Great Lakes Research*, 32 (3):607-628
- Xu, J., Wei, Q., Huang, X., Zhu, X., Li, G., 2010. Evaluation of human thermal comfort near urban waterbody during summer. *Building And Environment*, 45(4), 1072-1080.
- Yenil, Ü. (2010). Zir deresi ekolojik iyileştirme ve peyzaj yönetim modeli. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.
- Yeşilata, B., Bulut, H., & Yeşilnacar, M. İ. (2004). Gap Bölgesinde Sıcaklık ve Nem Parametrelerindeki Baraj Gölü Kaynaklı Değişim Trendinin Araştırılması. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, (83), 21-31.
- Yıldız D. N., Demir M., Yılmaz S., Özer S.İrmak M.A., 2011. Havza Yönetimde Alan Kullanım Planlamasının Önemi: Tortum Çayı Havzası Örneği, Atatürk Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Türkiye Sulak Alanlar Kongresi, 22-24 Haziran 2011
- Yıldız Demircioğlu N., Avdan U., Yılmaz S., Dagliyar A., Matzarakis A., 2014. Thermal Band Analysis of Different Land Uses in Urban Spaces and its Effects on Bioclimatic Comfort. 3rd Int. Conf. on Countermeasures to Urban Heat Island. 13/10/2014
- Yıldız H., A. Mermer, E. Ünal, F. Akbaş, 2012. Türkiye Bitki Örtüsünün NDVI Verileri ile Zamansal ve Mekansal Analizi Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 21(2).
- Yıldız. ND., Avdan. U. Yılmaz. S.. 2013. Çoruh Nehri Vadi Tabanı İklim Özelliklerinin Termal Bantla Analizi. 6th Atmospheric Science Symposium – ATMOS.24-26 April. ITU. İstanbul

- Yılmaz, M., 2010. Karapınar çevresinde yeraltı suyu seviye değişimlerinin yaratmış olduğu çevre sorunları. Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi, 2(2), 145-163.
- Zhang, K., Wang, R., Shen, C., and Da, L. 2010. Temporal and spatial characteristics of the urban heat island during rapid urbanization in Shanghai, China. Environ. Monit. Assess., 169(1-4), 101-112
- Zhi, W., Ji, G., 2014. Quantitative response relationships between nitrogen transformation rates and nitrogen functional genes in a tidal flow constructed wetland under C/N ratio constraints. Water Res. 64, 32-41.
- Zhou, W., Qian, Y., Li, X., Li, W., and Han, L., 2014. Relationships between land cover and the surface urban heat island: Seasonal variability and effects of spatial and thematic resolution of land cover data on predicting land surface temperatures. Landscape Ecol 29(1), 153-167.

ÖZGEÇMİŞ

1989 yılında doğdu. İlköğretim ve ortaöğretim eğitimlerini Erzurum’da tamamladı. 2012 yılında İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı bölümünde mezun oldu ve 2015 Aralık ayında beri Atatürk Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümünde araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır. Evlidir.

