



**T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**TUZ GÖLÜ ALT HAVZASI'NDA YAPILMASI DÜŞÜNÜLEN YENİ TUZ
SAHALARININ VE DOĞALGAZ DEPOLAMA TESİSLERİNİN ÇEVRESEL
ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Caner ZORLU

DANIŞMAN

Doç. Dr. Semih EKERCİN

AKSARAY, 2013

T.C.

AKSARAY ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KABUL ve ONAY BELGESİ

Caner ZORLU 'nun Tuz Gölü Alt Havzası'nda Yapılması Düşünülen Yeni Tuz Sahalarının ve Doğalgaz Depolama Tesislerinin Çevresel Etkilerinin Araştırılması başlıklı lisansüstü tez çalışması, aşağıdaki jüri tarafından Harita Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Doç. Dr. Semih EKERCİN (Aksaray Üniversitesi)

Üye : Doç. Dr. Hakan KARABÖRK (Selçuk Üniversitesi)

Üye : Doç. Dr. Hacı Murat YILMAZ (Aksaray Üniversitesi)

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu' nun 21.06.2013 tarih ve 2013/23-03 sayılı kararı ile onaylanmıştır.



Doç. Dr. Selçuk REİS
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Konya İlinin kuzeydoğusunda, Aksaray İlinin kuzeybatısında ve Ankara İlinin güneydoğusunda yer alan Tuz Gölü, 1665 km²' lik bir alana sahip olup Ortalama derinliği 0.7 m, tuz kalınlığı 1-30 cm' dir. Tuz Gölü Türkiye'deki tuz ihtiyacının yaklaşık %50'sini karşılamasına rağmen Türkiye'yi tuz ihraç eden bir ülke olmaktan kurtaramamaktadır.

Biz bu çalışmamızda yok olma tehlikesi taşıyan Tuz Gölü'nü gelecek nesillere kavuşturabilmek için karşı karşıya kaldığı tehlikeleri incelendi ve bunlarla ilgili alınabilecek önlemler araştırıldı.

Bu zorlu süreçte araştırmamıza destek veren MGS proje ekibinden Burcu KUZ'a WWF Türkiye ekibinden Mustafa Özgür BERKE' ye ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nde görevli Harita Mühendisi Erdem Erdi 'ye teşekkürlerimi sunarım.

AKSARAY, 2013

Caner ZORLU

TEŞEKKÜR

Öncelikle bu tez çalışmamda üstün bilgi ve becerisinden yararlandığım; bana maddi ve manevi yardımını hiç esirgemeyen danışmanım Sevgili Hocam Sayın Doç. Dr. Semih EKERCİN'e (Aksaray Üniversitesi) ve bugünlere gelmemde büyük emeği olan değerli hocam Harita Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın Doç. Dr. Saffet ERDOĞAN a (Afyon Kocatepe Üniversitesi) ve bana yardımcı olan çalışma arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım (Etimesgut Belediyesi Plan ve Proje Müdürlüğü).

Hep arkamda olduklarını bildiğim bugünlere gelmemde büyük emekleri olan başta annem Yurdanur ZORLU ve babam Harita Mühendisi Yusufu Cemalettin ZORLU' ya olmak üzere her iki ailemin tüm fertlerine müteşekkirim.

Beni varlığıyla mutlu eden benim en büyük destekçim; hayat arkadaşım Yüksek Malzeme Mühendisi Elif Beyza ZORLU' ya ve gülüşüyle mutlu olduğum sevgili oğlum Yusuf ZORLU' ya teşekkür ederim.

2013

Caner ZORLU

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	i
TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
SİMGELER DİZİNİ	ix
KISALTMALAR DİZİNİ.....	x
1.GİRİŞ	1
2.GENEL BİLGİLER	3
2.1. Bölgenin Özellikleri.....	3
2.2. Dünyadan Örnekler	3
2.3. Türkiye’den Örnekler	5
3.MALZEME VE YÖNTEM	7
3.1. Uzaktan Algılama	7
3.1.1. Çözünürlük	7
3.1.2. Uydu sistemleri	9
3.2. Uzaktan Algılamanın Geçmişi ve Gelişimi:	13
3.3. Elektromanyetik Enerji	14
3.4. Elektromanyetik Spektrum	15
3.4.1. Görülebilir ışın bölgesi (0,4-0,7 µm).....	16
3.4.2 Yakın kızılötesi bölgesi (0,7-1,3 µm)	16
3.4.3. Kızılötesi bölgesi (1,3 µm’den daha fazlası).....	17
3.5. Cisimlerin spektral yansıtma özellikleri.....	18
3.5.1. Bitkilerin spektral yansıtması	18
3.5.2. Zeminlerin spektral yansıtması.....	19
3.5.3. Suyun spektral yansıtması.....	19
3.6. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Entegrasyonu	20
4. ÇALIŞMA BÖLGESİNDE YAPILAN UYGULAMA	22
4.1. Arazi Çalışması	22
4.2. Büro Çalışması	22
5.ARAŞTIRMA SONUÇLARI.....	23

5.1. Çalışma Alanı	23
5.2. Bölgenin Jeolojik Özellikleri	25
5.3. Bölgenin Hidrojeolojik Özellikleri.....	25
5.4. İklim Koşulları	26
5.4.1. Konya Kapalı Havzası iklimsel verilerin değerlendirilmesi.....	27
5.4.2. Yer altı suları ve iklimsel verilerin bağlantısının değerlendirilmesi..	30
5.5. Peçeneközü Deresi	31
5.6. Tuz Sahaları	35
5.6.1. Mevcut tuz işletmeleri	35
5.6.2. Yeni açılacak tuz işletmeleri.....	36
5.7. Doğalgaz Depolama Tesis.....	40
5.8. Tuz Gölü ve Çevresine Ait Sulak Alanların Zamansal Değişim Analizi ..	43
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	46
ÖZGEÇMİŞ	52

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TUZ GÖLÜ ALT HAVZASI'NDA YAPILMASI DÜŞÜNÜLEN YENİ TUZ SAHALARININ VE DOĞALGAZ DEPOLAMA TESİSLERİNİN ÇEVRESEL ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Caner ZORLU

T.C.

Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Semih EKERCİN

Tuz Gölü yüzölçümü bakımından Türkiye'nin ikinci büyük gölüdür. Türkiye'nin tuz ihtiyacının %50'sinden fazlası bu gölden sağlanır. Göl kuzeyde dar bir körfez şeklinde olup, güneye doğru genişlemektedir. Son yıllarda kuzeydeki dar körfez ihaleyle Tuz işletmelerine açılmış ve bu dar körfezin üzerine birçok işletme kendi tuz sahalarını açmıştır. Gölün kuzeyi ile güneyi arasında tek geçiş noktası olan bu bölgede, özellikle yaz aylarında göl ikiye bölünme tehlikesi ile karşı karşıya kalmıştır. Bunun yanında gölü kuzeyden besleyen tek akarsu olan Peçeneközü deresi üzerinde kurulan Baraj derenin kurumasına sebep olmuştur.

Ayrıca Tuz Gölü'nün güneyinde Doğalgaz Depolama Tesisi kurulmaktadır. Yeraltında bulunan tuz domlarını su ile eriterek odalar açmak yöntemine dayalı bu Doğalgaz Depolama Tesisi için, yer altı suları ve Hirfanlı barajından su temini yapılacaktır. Kullanılan tuzlu suların ise Tuz Gölü'ne boşaltılması düşünülmektedir. Tüm bu çalışmaları sebep sonuç ilişkileri ile incelenmiş ve bu konuda öneriler ele alınmıştır.

Gölün etrafının bataklık şeklinde olması ve Konya Kapalı Havzasında çok geniş alanlarda kullanım olanağı sunması sebebiyle Uzaktan Algılama verileri kullanılmıştır. Tuz Gölü'nün de içinde olduğu Konya Kapalı Havzası'na ait eş zamanlı Landsat 5, Landsat 7 ve EO-1 uydu verileri kullanılarak arazideki değişimler incelenmiştir. Daha sonra bu veriler yersel veriler ile karşılaştırılmıştır.

Bu bilgiler, Konya Kapalı Havzasındaki sulak alanların 1984-2011 periyotunda %30 oranında küçüldüğünü ortaya koymuştur. Tuz Gölü ise %70 oranında küçülerek bu değişimden en çok etkilenen göl olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca kuzey güney geçiş noktasında yeni açılan tuz sahalarına ait tonlarca taş ve kum yığını kuzey-güney geçişini engelleyeceğinden, 1987 senesinden günümüze %70'lere varan küçülme gösteren Tuz Gölü adeta ikiye bölünerek, yok oluşu hızlanacaktır. Türkiye'nin beyaz bir incisi olan Tuz Gölü'nü doğal yapısına uygun bir şekilde gelecek nesillere aktarabilmek için yapılması gereken çalışmalar ele alınmıştır.

2013, 51 Sayfa

Anahtar Kelimeler : Tuz Gölü, Peçeneközü Deresi, Yok olma, Doğalgaz Depolama Tesisi.

ABSTRACT

Master of Science Thesis

INVESTIGATION OF ENVIRONMENTAL EFFECTS OF NEW SALT FIELDS AND NATURAL GAS STORAGE FACILITIES THAT ARE PLANNED TO BE BUILT ON TUZ GÖLÜ SUBBASIN

Caner ZORLU

T.R.

Aksaray University Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Survey Engineering

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Semih EKERCİN

Tuz Gölü (Salt Lake) is the second largest lake of Turkey. More than 50% of Turkey's salt demand is obtained from this lake. The lake is like a narrow bay in the north, widening towards south. In the recent years, the narrow bay in the north was opened to the salt companies and these companies established worksites on the lake by creating their own salt fields. In this only passage point between the north and the south of the lake, especially in the summer months, the lake faces the danger of separating into two. In addition, the dam that was built on Peçeneközü creek, the only waterstream that feeds the lake from the north, has caused this creek to dry up.

Furthermore, a natural gas storage facility is being built to the south of Tuz Gölü. Because the facility's storage chambers will be created by melting underground salt domes using water, the required water will be supplied from underground water reserves and Hirfanlı dam. Resulting salty water will be released to the lake. All this work has been investigated with the cause-and-effect relationships, and suggestions about this matter has been addressed.

Remote Detection data was used due to the swamp-like vicinity of the lake and possibility of utilizing this in large fields of Konya Closed Basin. Using simultaneous satellite data of Konya Closed Basin, which also contains Tuz Gölü, from Landsat 5, Landsat 7, and EO-1 satellites, the changes in the terrain was investigated. Later, this data was compared with terrestrial data.

This information revealed that the wetlands in Konya Closed Basin has decreased 30% during the period of 1984-2011. Tuz Gölü has shrunk 70% and is the most affected lake from this change. Besides, because tons of rock and sand mound that belongs to the newly-opened salt fields in the north-south passage point of the lake precludes the passage from the north to the south, Tuz Gölü, showing up to 70% decrease in its size from 1987 to date, will separate into two and its disappearance will be accelerated. Work needed to be done for the transfer of Turkey's white pearl Tuz Gölü in its natural structure to future generations was discussed.

2013, 51 Pages

Keywords : Tuz Gölü (Salt Lake), Peçeneközü River, Disappearance, Natural Gas Storage Facilities.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Farklı uzaysal çözünürlüğe sahip uydu görüntüleri Eminönü, İstanbul	8
Şekil 3.2. Landsat 7 Uydu Yörüngeleri	11
Şekil 3.3. EO-1 uydusunun genel görünümü	12
Şekil 3.4. EO-1 – Landsat 7 karşılaştırması	13
Şekil 3.5. Elektromanyetik enerji ile yeryüzü özellikleri arasındaki enerji etkileşimi	15
Şekil 3.6. Elektromanyetik spektrum.....	15
Şekil 3.7. Bitki örtüsü, toprak ve suyun spektral yansıtım eğrileri	19
Şekil 3.8. Su ile örtülü bir bölge üzerinde, bir uzaktan algılama sistemi tarafından kaydedilen elektromanyetik enerjinin bileşenleri	20
Şekil 5.1. Çalışma Bölgesine ait Landsat 7 Uydu Görüntüsü.....	24
Şekil 5.2. Yeni açılan tuz sahaları bölgesi Akiferde Yeraltısuyu Seviyesi Değişimi	26
Şekil 5.3. Tuz Gölü’ndeki doğal su dengesi	27
Şekil 5.4. İstasyon Konumları Haritası.....	28
Şekil 5.6. Ortalama Sıcaklık Değişim Grafiği.....	29
Şekil 5.7. 2008 yılında DSİ Hatı 9434 nolu Rasat Kuyusu Statik Seviyesi	30
Şekil 5.9. A)Peçenek Deresi Landsat 5 Uydusu Haziran 2006 yılı Görüntüsü B)Peçenek Barajı Landsat 5 Uydusu Kasım 2012 Görüntüsü C) Peçenek Deresi Arazi Çalışması Son Durumu	32
Şekil 5.10. A)1999 yılı Ağustos ayı Peçenekközü deresi ile Tuz Gölü’nün birleştiği nokta baraj yapılmadan önceki hali B)2012 yılı ayı Ağustos Peçenek deresi Tuz Gölü ile birleştiği nokta baraj yapıldıktan sonraki hali C)Arazi Çalışması Mayıs 2013 derenin son durumu	34
Şekil 5.11. Tuzlaların Genel Görünümü.	35
Şekil 5.12: Yeni açılacak tuz sahaları EO-1 Uydusu Uydu Görüntüsü.....	36
Şekil 5.13. A)Tuz Sahaları Landsat 7 2003 Uydu Görüntüsü B) Arazi Çalışması Seddelerden Görünüm C) Arazi Çalışması	37
Şekil 5.14. Batı Kıyıları Çölleşme.....	38
Şekil 5.15. 2003 tarihli Landsat 7 A-B Noktaları Konum Haritası.	39
Şekil 5.16. Tuz Gölü Doğu-Batı Arası Kot Farkı.....	39
Şekil 5.17. 2013 Mart ayı EO-1 Uydu Görüntüsü Yeni Açılan Tuz Sahaları Kuzey-Güney Geçiş Noktası Uydu Görüntüsü	40
Şekil 5.18. Yer altı Gaz Depolama Tesisi Uydu Görüntüsü	42
Şekil 5.19. Yıllara Göre Sulak Alanların Değişimi	44
Şekil 5.20. 1984 yılı Tuz Gölü Uydu Görüntüsü ile Tuz Gölünün Zamansal Değişimi	45

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Landsat Uydu Sistemleri Teknik Özellikleri	10
Çizelge 3.2. LANDSAT-TM sisteminin spektral çözünürlüğü	11
Çizelge 3.3. EO-1 Uydu Özellikleri	13
Çizelge 5.1. Konya Kapalı Havzası Yağış Miktarları.	29

SİMGELER DİZİNİ

P: Yağışın Yüzdesi

Etpc : Buharlaşıma

KISALTMALAR DİZİNİ

PAN: Panchromatic

LISS-III : Linear Imaging Self-scanning Sensör

WiFS : Wide Field Sensör

IRS : Indian Remote Sensing

LANDSAT : Land Satellite

MSS : Multispectral Scanner System

NASA : National Aeronautics and Space Administration

GPS : Global Positioning System

CBS : Coğrafi Bilgi Sistemi

SAR : Synthetic Aperture Radar

RADAR : Radio Detection and Ranging

TM : Thematic Mapper

DSİ : Devlet Su İşleri

MTA : Maden Tetkik Arama

EMS : Elektromanyetik Spektrum

USGS : United States Geological Survey

ÇED : Çevresel Etki Değerlendirme

WWF : Dünya Doğayı Koruma Vakfı

YDGBT : Yer altı Gaz Depolama Tesisi

KKH : Konya Kapalı Havzası

1.GİRİŞ

Bölgenin en büyük gölü konumundaki Tuz Gölü, dağlardan gelen suların Konya Havzası'nda birikmesiyle oluşmuştur. Göl çok yüksek bir oranda tuz ihtiva eder. Yaz aylarında göl diye herhangi bir su birikintisi kalmaz, göl suyu yaz aylarında neredeyse tamamen kurur. Yaz sonlarında göl, yaklaşık kalınlığı 30-35 cm yi bulan tuz tabakasıyla örtülü kalır.

Yüzölçümü yaklaşık 7.500 km² olan Tuz Gölü, kapalı bir havza gölü olup dışarı ile bağlantısı yoktur. Yağış alanı geniş olmasına rağmen gölü besleyen dereler küçüktür ve yazın birçoğu kuru durumdadır.

Tuz Gölü'nün derinliği gölün neredeyse tamamında 40 cm' yi geçmemektedir. Suyun bol olduğu ilkbahar aylarında gölalanı 164-200 hektara ulaşır. Bu bölge buharlaşmanın yüksek olması ve Türkiye'nin en az yağış alan yeri olduğu için akarsu bakımından çok fakirdir. 7500 kilometrekarelik yüzeyiyle Türkiye'nin ikinci büyük gölü olan Tuz Gölü'nün tek benzeri Amerika Birleşik Devletlerinde bulunan Salar de Uyuni Gölü'dür.

Göle dökülen en önemli akarsular Peçeneközü Deresi ve Melendiz Çayı'dır. Fakat son yıllarda Peçeneközü Deresi üzerine baraj yapılma kararı alınmıştır. Peçenek Barajı 2009 yılında DSİ tarafından tamamlanmış ve baraj su tutmaya başlamıştır; bu su tutma hiç suyu bırakmama şekline dönüştüğü için göle artık Peçeneközü Deresi'nin katkısı olamamaktadır.

Peçeneközü Deresi 2003 yılında MTA Genel Müdürlüğü tarafından yapılan analiz sonuçlarına göre, fekal koliform açısından 4. sınıf su sınıfına girmektedir. Yani içilmesi sakıncalı sular sınıfındadır.

Ayrıca çalışmalarımızda gördük ki maalesef yıllardan beri Tuz Gölüne dökülen en büyük akarsu, aslında Konya'nın şehir kanalizasyonuydu. Bir milyonu gecen şehir nüfusunun sanayi artıklarını da taşıyan şehir kanalizasyonu bize yıllardan beri hastalık olarak geri dönmekteydi. Arıtma tesisi yapılana kadar kanalizasyon doğrudan Tuz Gölü'ne boşaltılmıştır. Bu konuda birçok kurumlar çeşitli araştırmalar yaparak kendi imkânları içinde sorunları incelemişler ve tonlarca zararlı maddenin göle doğru taşındığını göstermişlerdir.

Gölde eskiden beri mevcut olan üç tuz yatağı bir yılda bir milyonu aşkın ton, yani Türkiye'nin toplam ihtiyacının yüzde 50'si kadar tuz üretmektedir. Üstelik tuz üretimi bu seviyede olmasına rağmen Türkiye yinede yurtdışından tuz ihraç etmektedir. Yeni tuz sahalarının açılmasıyla ihracat biraz daha düşecektir.

Tuz Gölü'nde bulunan, eskiden Tekel İdaresi tarafından işletilen 2001 yılında özelleşmiş olan Kayacık, Yavşan ve Kaldırım Tuzlalarından senelik ortalama 100-200 ton tuz elde edilir. Bu tuzlardan kristal hâlinde iyi cins tuz üretilir. Ağustos 2011 tarihinde ise ihale edilerek 10 adet yeni tuzla sahaları firmalara tuz üretmek üzere tahsis edilmiştir.

Tuz Gölü ve çevresindeki su bütçesi göz önüne alındığında, Tuz Gölü içerisinde açılacak yeni tuz sahaları rezervuar, beslenme alanı ve havzanın tabii dengesini etkileyecektir. Gölün kuzey kesiminde yeni yapılacak tuz sahaları, gölün kuzeyinden güneyine su geçişini engelleyecektir. Tuz havuzları hazırlamak amacıyla göle boşaltılacak olan milyonlarca ton toprak ve taş, gölün tabii dengesini bozacaktır.

Büyük oranda yer altı suyu ile beslenen Tuz Gölü'nde yeni tuz sahalarının gölden kontrolsüz bir şekilde su çekmesi engellenemezse büyük oranda yer altı suları ile beslenen gölün su dengelerini bozacaktır. DSİ 4. Bölge Müdürlüğü tarafından yapılan yer altı suyu statik ölçümlerinde havzada su seviyesinin sürekli düşmekte olduğu gözlemlenmektedir.

Uzaktan algılama yeryüzünde bir olayın veya bir durumun fiziki temas olmadan algılanması ve bu verilerin yorumlanması şeklinde tanımlanır. Bu çalışmada uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri entegrasyonu ile İç Anadolu Bölgesinin beyaz bir incisi olan Tuz Gölü ve yakın çevresi, eş-zamanlı ölçmeler ve çok zamanlı uydu verileri kullanılarak analiz edilmiştir. Yapılan kapsamlı literatür taraması ve arazi çalışmaları, Tuz Gölü ve çevresinde görülen kuraklık ve kirlilik konularında acilen önlem alınması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu çalışma Tuz Göl'ümüzün gelecek nesillere tabii yapısına uygun olarak kavuşturmak için planlanmış ve gerçekleştirilmiştir.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. Bölgenin Özellikleri

Tuz Gölü, Ankara, Konya, Aksaray illeri sınırlarında kalmakta ve su toplama alanı 20200 km²'dir. Yüzölçümü ise 7500 km² olup; Tuz Gölü bu özellikleriyle Türkiye'nin 2. büyük gölüdür. Türkiye'nin 2. büyük gölü olmasına rağmen gölün birçok bölümünde derinlik 50 cm' yi bile bulmamaktadır. Bir gölün tuzlu ya da tatlı sulu olması bölgeye düşen yağışlarla ilgilidir. Yağış çok kuraklaşma az ise tatlı su, yağış az kuraklaşma çok ise tuzlu su olarak depolanmaktadır.

Tuz Gölü'nü besleyen kaynaklar, doğuda Şereflikoçhisar'dan geçen Peçenek Deresi, güneyde Eski'den göle giren Bağlıca ve Kırkdalik Dereleri ile Eşmekaya kaynakları, güneybatıda Tersakan ayağı ile batıda Cihanbeyli'den gelen İnsuyu deresidir.

2.2. Dünyadan Örnekler

İspanya: Tagus-Segura Sulama Hattı

Dünya Doğal Yaşamı Koruma Vakfı'nın araştırmalarına göre Tagus, Iberian Yarımadası'nda bulunan en uzun nehirdir. Toplam uzunluğu 1,038 km'dir. Tagus ile Segura arasında 280 km uzunluğunda bir sulama hattı inşa edilmiştir. Segura'nın bu sulama hattı ile can bulabilmesi için bu kanal yapılmıştır. Bu kanal üzerinde birçok Hidroenerji Santrali ve sulama kanalları açılmıştır

Aslında çok büyük bir alanın sulamasını sağlamak amacıyla kurulan bu su hattı kapasitesinden çok fazla miktarda arazi sulanınca bu sefer su açığı ortaya çıkmıştır. Suyu alan havzadaki su açığı sorunu daha da büyümüş neredeyse tamamen bu suya bağlı hale gelmiştir. Hükümet bu karışıklıkları giderebilmek için deniz suyunu arıtarak kullanma durumunda kalmıştır.

Avustralya: Karlı Dağlar (Snowy Mountains) Projesi

Dünya Doğal Yaşamı Koruma Vakfı'nın araştırmalarına göre Güneydoğu Avustralyada uygulanan ve dünyanın en büyük projelerinden biri olan Karlı Dağlar Projesinde amaç, Karlı Dağlar'dan doğan üç ırmaktan biri olan güney yamaçlarından akan Snowy Irmağı sularının, kuzeye ve batıya doğru akan Murray ve Murrumbidgee Irmaklarına yönlendirilerek yağışın az bulunduğu kuzey ve batı kesimlerindeki kuraklığı gidererek ürün verimliliğini artırmaktır.

Yapımı 25 yıl süren bu proje ile 16 büyük baraj, 7 hidroelektrik santrali ve 80 km' lik su kanalları inşa edilmiştir. Bu projeye Murray-Darling Havzası'nda yılda 1 milyar 100 milyon m³ su elde edilmiş ve yılda 145 milyon dolar katma değer elde

edilmiştir. Proje ile birlikte açılan yollar yılda 3 milyon turisti bölgeye çekmiş, yıllık 118 milyon dolar gelir getirmiş ve istihdamı da artırmıştır.

Ancak bu proje Snowy Irmağını kötü etkilemiştir. Irmak debisi eskisine göre %1'e kadar düşmüş ve sulak alanların kaybına yol açmıştır. Akarsu kanalları egzotik ağaçlar tarafından istila edilerek akarsu kanalları dolmuştur. Akarsu ağzına tuzlu su girişi olmasıyla birlikte göçmen balık nüfusu da düşmüştür. Aşağı havza yerleşimindeki turizm de azalmıştır.

Aral Gölü

Aral Gölü Kazakistan ile Özbekistan sınırları içinde olan bir göldür. Hatalı tarım politikaları sebebiyle çok büyük çevre felaketi yaşamıştır. Gölün kıyı çizgisi 150 km içeri çekilmiştir. Gölün de küçülmesi sonucunda gölün tuz oranı artmıştır.

1961 yılında Aral'ın denizden yüksekliği 53 metre, derinliği 16 metre, en derin noktası ise 69 metre idi. Göl'ün uzunluğu 492 km, eni ise 292 km civarında idi. Aral Gölü yakın döneme kadar dünyanın 4. en büyük gölü konumundayken, bugün çevre sorunlarından dolayı kurumaya yüz tutmuş durumdadır. Aral Gölü, iki büyük nehir olan Amuderya ve Siriderya nehirlerinden beslenmekteydi. Bu nehirlerin sulama ve pamuk üretiminde aşırı ve yanlış kullanımının yanı sıra Türkmenistan'da Amuderya üzerinde Karakum Kanalı'nın inşa edilmesi ve Karaboğaz Körfezi'nin girişinin kapatılması Aral'a akan su kaynaklarının azalmasının en önemli nedenlerindendir. Pamir Dağları'ndan Aral'a doğru paralel olarak akan Amuderya ve Siriderya nehirlerinin sularının %75'e varan düzeylerde azalması sonucunda Aral Gölü hâlihazırda ikiye bölünmüş durumdadır (Karaağaçlı, 2013).

Göl'ün güney kısmı Büyük Aral, kuzey kısmı ise Küçük Aral olarak adlandırılmıştır. 33 bin km² genişliğe sahip kuzey bölgesinin hemen hemen tümü kurumuştur. Birleşmiş Milletler kaynaklarına göre Aral Gölü 100 km geriye çekilmiş, suyun kuruması aşamasında Göl'ün tabanı tuzlu bir çöle dönüşmüş, Göl'deki yaşam zinciri zedelenmiş ve bölgedeki bütün canlılar yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalmıştır. Bazı rakamlara göre 1950'lerden 1980'lere kadar olan dönemde Özbekistan'da sulama altında olan arazilerin miktarı 2 milyon 280 bin hektardan, 3 milyon 480 bin hektara yükselmiştir. Bu 30 yıl zarfında Özbekistan pamuk üretimi 2 katına çıkarak rekor bir rakam olan yıllık 5 milyon tona ulaşmıştır. Aynı dönemlerde pirinç üretiminde de önemli bir artış yaşanmıştır. Bu bilinçsiz kullanım sonucunda Siriderya Nehri'nin Göl'e akışı tamamen durmuş, Amuderya'nın ise çok küçük bir kısmı Aral'a ulaşabilir hale gelmiştir (Karaağaçlı, 2013).

Aral'ın kurumaya yüz tutmasıyla birlikte çevresel koşulların değişmesi iklimi de değiştirmiş, hava sıcaklığı ve mevsimler arası dengeler bozulmuş ve havadaki nem oranı aşırı derecede düşmüştür. Neticede bölgenin bitki örtüsü ve canlıları olumsuz etkilenmiştir. Bölgedeki ormanların büyük zarar gördüğü, hatta orman arazilerinin ancak 5'te 1'inin canlılığını sürdürdüğü, yerel canlıların ise 4'te 1'inin ayakta kaldığı açıklanmıştır. Bölgenin geçim kaynağı olan balıkçılık tamamen bitmiş ve Göl kıyısındaki en önemli balıkçılık limanlarından olan "Muinak" hayalet kasabaya dönüşmüş, kentteki dev konserve fabrikası harabeye çevrilmiş, balıkçı tekneleri paslanarak çürümeye terk edilmiştir. Kum fırtınaları sonucunda tarım ilaçlarından artakalan zehirli atıklar civardaki bütün tarım arazilerini kullanılmaz hale getirmiştir (Soviet Census Reports for 1926 and 1989).

Bu doğrultuda beş Orta Asya cumhuriyeti -Özbekistan, Tacikistan, Kazakistan, Türkmenistan ve Kırgızistan 1992 yılında Uluslararası Aral Gölü'nü Kurtarma ve Koruma Komitesi'ni oluşturmuştur. Çalışmalar sonucunda söz konusu ülkeler tarafından 1994 yılında Uluslararası Aral Gölü Çevre Sorunları Komitesi ve Göl'ün yeniden canlandırılması için Uluslararası Aral Gölü Kurtarma Fonu oluşturulmuştur. Aral'a kıyıdaş ülkeler yani Özbekistan ve Kazakistan ulusal ekonomilerine zarar gelmeden Aral'dan aldıkları su miktarını azaltmaya, böylece Göl'e akan su miktarını artırmayı hedeflemiştir. Bazı hesaplamalara göre, yıllık ortalama 11 milyar m³ fazladan su Aral Gölü'ne dökülmelidir (Karaağaçlı, 2013).

Tüm bu çabalar sonuç vermeye başlamıştır. Yapılan hesaplamalara göre 2020 yılına kadar Aral Gölü 5 metre yüksekliğe kavuşacaktır.

2.3. Türkiye'den Örnekler

Düden (Kulu) Gölü

Kulu Gölü, Tuz Gölü'nün kuzey batısında, Kulu ilçe merkezinin 5 km doğusunda yer alan sığ bir göldür. Suları hafif tuzludur, başlıca su girişi batıdaki Kulu Deresi yoluyla gerçekleşmektedir. Çıkışı yoktur. Göl çevresinde küçük pınarlar da suları ile gölü beslerler. Kıyı bitki örtüsü, Kulu Deresi ve küçük pınarların göle karıştığı noktalar dışında çok zayıftır. Güneyde, sık sazlıklarla çevrili, tatlı suyun hâkim olduğu bir bölüm bulunmaktadır. Koruma alanı, Kulu Gölü'nün yanı sıra güneyindeki Küçük Göl isimli bu tatlı su gölü ve onların çevresindeki sulak alan ve bozkırlardan oluşur. (URL-1).

Kulu Gölü'nde dokuz küçük ada bulunmaktadır. Bu adaların bir kısmında deniz kuşlarının üreme kolonileri bulunur. Adaların çoğu ilkbaharda otlarla kaplanır. Göl çevresinde sulak çayır ve yavşan bozkırları uzanır (URL-1).

Yıllarca Tuz Gölü'ne dökülen Değirmenözü Deresi üzerine baraj yapıp Düden Gölü'ne çevrilmiştir. Bu durum Tuz gölün batı kısmındaki (kıyılarındaki) çoraklığın artmasına neden olmaktadır. Alandaki bir diğer önemli tehdit ise göldeki su seviyesinin düşmesidir. Konya Kapalı Havzası'ndaki yeraltı ve yer üstü kaynaklarının aşırı tüketimi son yıllarda Kulu Gölü'nü de etkilemeye başlamıştır. 2006 yılındaki yoğun kar yağışına rağmen Ağustos ayında Kulu Gölü, neredeyse tümüyle kurumuştur. Su seviyesinin düşmesi sonucu adalar birbirine bağlanmış ve kuşların üremesi durmuştur (URL-1).

Kulu ilçesinin arıtılmamış atıkları ve çöpleri göle karışan Kulu Deresi'ne atılmaktadır. Kulu Belediyesi, gölün turistik önemini artırmak için, göle ulaşan yolları geliştirmek, göl çevresine bir yol açıp ağaçlandırma yapmak ve kuş gözlem kuleleri inşa etmek istemektedir. Böyle bir girişimin, kıyıya oldukça yakın olan adalarda üreyen martı ve sumru kolonilerini ve tatlı su bölümünde üreyen ördekleri olumsuz yönde etkileyeceği açıktır. Bu durum, göldeki avcılık baskısını da artıracaktır. Göl çevresindeki tarım alanlarında sağlıklı yöntemler kullanılmadığı için rüzgar erozyonu ortaya çıkmıştır (URL-1).

Fakat son yıllarda Belediye gölü besleyen su kaynaklarından Değirmenözü Deresi'nde 3 yıl süren 3 bin metrelik bir ıslah çalışması yaparken, dere yoluyla göle akıtılan ve gölün doğal dengesini bozan atıklar için 2008 yılında yapılan arıtma tesisiyle gölün nefes almasını temin etti. Kulu Kaymakamlığı da bölgede avlanmayı yasaklarken izinsiz açılan su kuyularını mühürledi. Ayrıca Değirmenözü Deresi'nden tarım arazilerinin sulanmasına da izin verilmiyor. Tüm bu çalışmalar neticesinde Gölün yeniden hayatıyet kazanması için alınan tedbirler netice vermeye başlamıştır (URL-2).

3.MALZEME VE YÖNTEM

3.1. Uzaktan Algılama

Uzaktan algılama, cisimler ile fiziksel bir temasta bulunmaksızın onlar hakkında verilerin elde edilmesi, onların tanınması, çevrelerinden ayırt edilmesi ve bu bilgilerin görüntü şeklinde oluşturulması bilimidir.

Doğal kaynakların saptanması, envanterlerinin çıkartılması, bu kaynakların planlı olarak kullanılması ve ekolojik dengenin korunması bir ülkenin gelişmişliğinde ele alınan önemli ölçütlerdendir. Dünyadaki doğa olaylarının izlenmesi, karşılaşılabilecek sorunları çözme ve karar verme sürecinde yardımcı bilgilerin üretilmesi ve yönetilmesinde uzaktan algılama disiplininin kullanılması, elde edilen bilgilerin takibi ve kontrolü için son derece önemlidir. Ülkelerin doğal kaynaklarının mevcut varlıklarının ve potansiyellerinin belirlenmesi, zamansal değişimlerinin izlenmesi, güncelleştirilmesi amacıyla yapılacak çalışmalarda, yersel çalışma destekli, amaca uygun uzaktan algılama verilerinin kullanılması doğru, hızlı ve düşük maliyetli veri/bilgi elde edilmesi açısından çok büyük önem taşımaktadır (Musaoğlu, 1999).

Günümüzde çoğu disiplinler için, güvenilir bir altlık olması nedeniyle uzaktan algılama, vazgeçilmez bir kaynak olmuştur. Uzaktan algılama uydu verileri yardımıyla bilgiye çok kısa sürede, güvenilir ve ekonomik bir şekilde ulaşılabilir. Bunun sonucunda yapılacak çalışmalar ve alınacak önlemler kısa sürede planlanabilmektedir. Büyük doğa olaylarının uzaktan algılama yöntemleriyle izlenmesi, verdiği veya verebileceği zararların tekrerrür etmemesi ve minimum zararlar son bulması açısından önemlidir (Altuntaş ve Çorumoğlu, 2002).

Günümüzde arazi kullanımı değişimlerinin belirlenmesinde ve rakamsal sorgulamalarında uzaktan algılamadan yararlanılmaktadır. Yöntem sadece sorgulamayı değil aynı zamanda sürecin izlenmesine de olanak tanımaktadır. Uydu teknolojilerinin her geçen gün daha fazla gelişmesi, çözünürlüklerinin artması analizlerin daha kolay ve hassas yapılmasına imkân vermektedir. İnsan kullanımının fiziki ortama yön verdiği, etki derecesinin katlanarak arttığı 21. yüzyılda teknolojik gelişmeler her bilim dalında olduğu gibi coğrafyada da yoğun olarak etkisini hissettirmektedir. Uzaktan algılama ile dönemsel değişimlerin belirlenmesi ve izlenmesi coğrafi mekâna yönelik planlama ve yönetim stratejilerine kolaylık sağlamaktadır (Özdemir ve Bahadır, 2010).

3.1.1. Çözünürlük

Çözünürlük, ekranda bulunan piksel sayısını ya da görüntüdeki bir pikselin yeryüzündeki karşılığını ifade etmektedir. Uzaktan algılama uygulamalarında dört farklı çözünürlük tanımlanmaktadır:

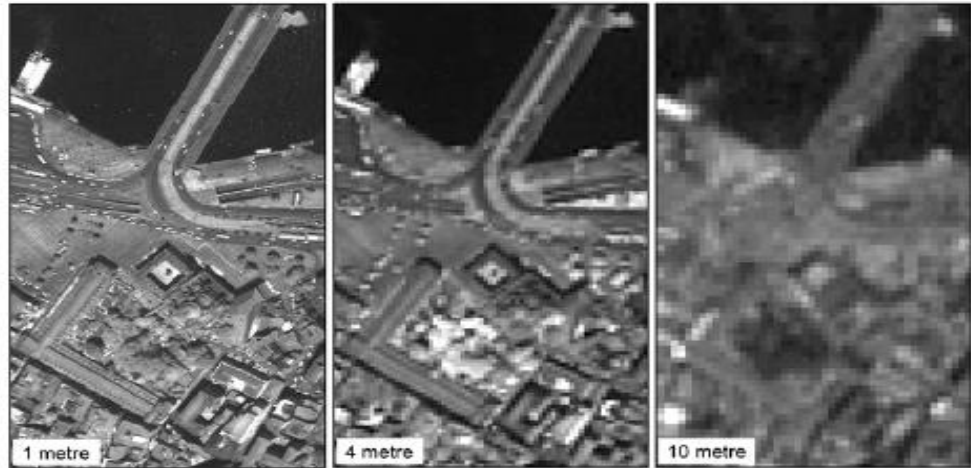
- Spektral Çözünürlük
- Uzaysal Çözünürlük
- Radyometrik Çözünürlük
- Zamansal Çözünürlük

Spektral çözünürlük, algılayıcının algılamayı yaptığı dalga boyu aralığını ifade eder. Örneğin LANDSAT TM' in (Tematik Haritalayıcı) 1. bandı görünür bölgedeki 0,45 ve 0,52 μm (mavi) arasındaki enerjiyi kaydederken 2. bant 0,52 ile 0,60 μm (yeşil) arasındaki enerjiyi kaydeder (Aksoy, 2001).

Uzaysal çözünürlük, her bir pikselin yeryüzünde temsil ettiği alanı veya algılayıcının kaydedebileceği en küçük cismin ölçüsünü ifade eder (Şekil 3.1.). Eğer cisim bu ölçüden küçükse algılayıcı tarafından kaydedilemez, fakat cismin spektral yansıtım değeri, o alandaki bütün cisimlerin spektral yansıtım değerlerinin ortalaması olarak kaydedilir (Özkan, 2000).

Radyometrik Çözünürlük, görüntü bandının kaç gri tondan oluştuğuna dair çözünürlük olarak tanımlanabilir. Örneğin 8 bitten oluşan bir görüntüde 0 ile 255 arasında değişen 256 farklı parlaklık düzeyinden oluşmaktadır.

Zamansal çözünürlük, dünya üzerindeki bir bölgenin sensörler yardımıyla algıladığı görüntünün sıklığına işaret etmektedir. Sensörler, belirli zaman aralığında aynı hedef bölgeyi görüntülemektedir. Her uydunun aynı bölgeyi görüntüleyeceği süre farklıdır. Örneğin bu süre; Landsat uydusu için 16 gün, Spot uydusu için 26 gün ve NOAA AVHRR meteoroloji uydusu için ise 12 saattir



Şekil 3.1. Farklı uzaysal çözünürlüğe sahip uydu görüntüleri Eminönü, İstanbul (Ekercin, 2007).

3.1.2. Uydu sistemleri

Gerek topoğrafik ve tematik haritaların yapılmasında gerekse güncelleştirme çalışmalarında, uzaktan algılama görüntüleri hız, doğruluk ve maliyet açısından büyük kazanımlar sağlamaktadır. Uydu yüksekliğinin sağladığı sinoptik görüş, uydu algılayıcılarının hareket hızı ve kullanılan spektral bant sayısı nedeniyle çok büyük miktarda veri üretilmektedir (Özkan, 2000)

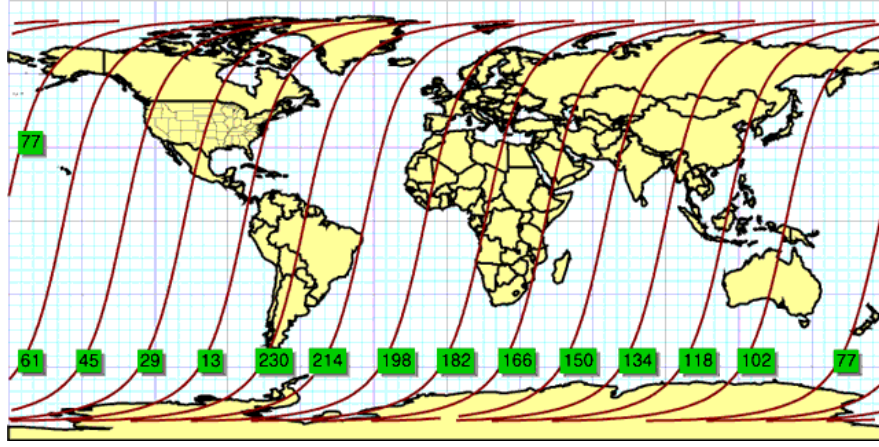
3.1.2.1. LANDSAT uydu sistemi

Yeryüzündeki doğal kaynakların araştırılması amacıyla NASA (National Aeronautical Space Administration-Ulusal Havacılık Dairesi) tarafından uzaya fırlatılan LANDSAT uyduları dizisinden ilki 23 Temmuz 1972 yılında uzaya fırlatılmıştır. Başlangıçta adı ERTS (Earth Resources Technology Satellite-Yeryüzü Kaynakları Teknoloji Uydusu) olan bu uydunun adı 01 Ocak 1975 tarihinde Landsat-1 olarak değiştirilmiştir. 1975’de Landsat 2, 1978’de Landsat 3, 1982’de Landsat 4, 1984’de Landsat 5 ve 1999’de Landsat 7 uyduları fırlatılmıştır. Halen Landsat 4, Landsat 5 ve (Mayıs 2003’te kısmen arızalanan) Landsat 7 uyduları işlevlerini sürdürmektedirler (Ekercin, 2007).

Birinci nesil uydular adını alan ilk 3 uydu, dönen ışınlı vidikon kamera (RBV) ve çok spektrumlu tarayıcı (MSS) sistemleri taşımaktaydı. İkinci nesil uydular ise RBV kameralardaki teknik problemler nedeniyle, MSS ve sonradan geliştirilen tematik haritalayıcı (TM) sistemlerini taşımaktadırlar. Landsat 1, Landsat 2 ve Landsat 3 uyduları yeryüzünden 705 km yükseklikte algılama yapmaktaydı. Landsat 4 ve Landsat 5 ise yeryüzünden 900 km yükseklikte, yaklaşık kutupsal/güneşle senkronize algılama yaptığından, yeryüzünün görüntüsü 16 günde bir, aynı bölgelerde her zaman aynı saatte algılanır. MSS sisteminin uzaysal çözünürlüğü, 59*79 m, anlık görüş alanı ise 79*79 m’ dir. MSS görüntülerinin radyometrik çözünürlüğü 6 bittir fakat 8 bit olarak kaydedilirler. TM görüntülerinin radyometrik çözünürlüğü ise 8 bittir (Harris, 1987; Lillesand ve diğ. 2004; Musaoğlu, 1999).

Çizelge 3.1. Landsat Uydu Sistemleri Teknik Özellikleri (Aksoy, 2001).

Uydu	LANDSAT-1	LANDSAT-2	LANDSAT-3	LANDSAT-4	LANDSAT-5	LANDSAT-6	LANDSAT-7	LANDSAT-8
Fırlatılış Tarihi	23.07.1972	22.01.1975	05.03.1978	16.07.1982	01.03.1984	05.10.1993	15.04.1999	
Algılama Sistemi	RBV MSS	RBV MSS	RBV MSS	MSS TM	MSS TM	ETM	ETM+	
Uzaysal Çözünürlüğü	80 m 80 m	80 m 80 m	40 m 80 m 237 m (Isıl Bant)	80 m 30 m 120 m (Isıl Bant)	80 m 30 m 120 m (Isıl Bant)		15 m (Pankromatik Bant) 30 m (Çok Spektrumlu Bant) 60 m (Çok Spektrumlu Isıl Bant)	
Yörüngesi	Kutupsal Güneşle Senkronize	Kutupsal Güneşle Senkronize	Kutupsal Güneşle Senkronize	Kutupsal Güneşle Senkronize	Kutupsal Güneşle Senkronize		Kutupsal Güneşle Senkronize	
Tarama Genişliği	185 km	185 km	185 km	185 km	185 km		183 km	
Uçuş Yüksekliği	907-915 km	907-915 km	907-915 km	705 km	705 km		705 km	
Eğim Açısı	99,2°	99.2°	99.2°	98.2°	98.2°		98.2°	
Dönme Periyodu	103 dakika	103 dakika	103 dakika	99 dakika	99 dakika		99 dakika	
Tekrarlama Zamanı	18 Gün	18 Gün	18 Gün	18 Gün	18 Gün		18 Gün	
Bugünkü Durumu	06.01.1978'de görevini tamamlamıştır	25.02.1982'de görevini tamamlamıştır	31.03.1983'de görevini tamamlamıştır	14.12.1993'de görevini tamamlamıştır	Yörüngesinde	Yörüngesinde kaybolmuş	Yörüngesinde	Hazırlık Aşamasında



Şekil 3.2. Landsat 7 Uydu Yörüngeleri (URL-3).

3.1.2.2. LANDSAT-TM sistemi

TM sistemi çok spektrumlu bir tarayıcıdır. TM algılayıcılar MSS algılayıcılarından daha fazla radyometrik bilgi sağlamaktadır. TM sistemi radyometrik çözünürlüğü 8 bittir. Elektromanyetik spektrumun görünür, yansıyan kızılötesi, orta kızıl ötesi ve ısı kızıl ötesi bölgelerinde algılama yapmakta olup, elektromanyetik ışıyım 7 bantta oluşmaktadır (Çizelge 3.2.). Isıl bant dışında kalan diğer bantlarda, her bantta 16 detektör bulunmakta olup bu bantların uzaysal çözünürlükleri 30 m dir. Uzaysal çözünürlüğün 120 m olduğu ısı bantta ise 4 detektör ile algılama yapılmaktadır.(URL-4)

Çizelge 3.2. LANDSAT-TM sisteminin spektral çözünürlüğü (Aksoy, 2001).

BANT	Dalga Boyu	(μm)
1	Mavi	(0.45-0.52)
2	Yeşil	(0.52-0.60)
3	Kırmızı	(0.63-0.69)
4	Yakın Kızılötesi	(0.76-0.90)
5	Orta Kızılötesi	(1.55-1.75)
6	Isıl Kızılötesi	(10.40-12.50)
7	Orta Kızılötesi	(2.08-2.35)

3.1.2.3. LANDSAT-ETM+ sistemi

Sonuncu LANDSAT uydu sistemi olan LANDSAT-7, ETM+ tarayıcısına sahiptir. ETM+ sistemi, 705 km yükseklikten yeryüzünü 183 km genişliğinde tarayabilmektedir. Pankromatik bantta Piksel büyüklüğü 15 m yakın ve orta kızılötesi bantlarda 30 m ve kızılötesi bantta 60 m olarak tarayabilmektedir (URL-4).

3.1.2.4. Earth Observing-1 uydusu

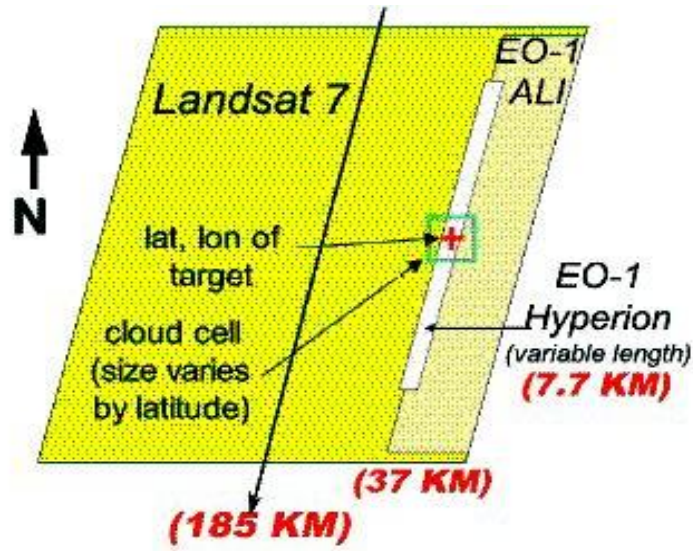
NASA Yer Gözlem Uydusu EO-1 (Earth Observing-1), 21 Kasım 2000 tarihinde toprak gelişiminin gözlemini sağlamak için tasarlanmıştır. Ayrıca, düşük maliyetli ve küçük bir kütleye sahip olan bir uydudur. EO-1 gerçek misyonunu başarıyla 2001 Kasım ayında sona ermiştir. Fakat uzaktan algılama araştırma ve bilimsel komiteleri bu uydu üzerinden görüntü verisi alma isteklerini belirtmeleri üzerine EO-1 üzerinden bilgi alınmasına devam edilmesi için NASA ve USGS arasında bir anlaşma sağlanmıştır (URL-5).

EO-1 uydusu, Landsat 7 uydusunu 1 dakika ara ile takip etmektedir. ALI sensörüne ait görüntüler Landsat 7 ETM+ görüntüsünün beşte biri genişliğindedir. Hyperion sensörü şerit şeklinde 7.7 km genişlikli (cross-track) görüntüler halinde elde etmektedir. Sensörler üzerinden görüntüler kullanıcı isteği doğrultusunda 42 km veya 185km uzunluğunda alınabilir. Bu uzunluk Landsat 7 ETM+ görüntü uzunluğuna eşittir (URL-5).

Hyperion sensörü ile EO-1 uydusunda detaylı bir sınıflandırma imkânı mümkün olacaktır.



Şekil 3.3. EO-1 uydusunun genel görünümü (URL-6).



Şekil 3.4. EO-1 – Landsat 7 karşılaştırması (URL-7).

Çizelge 3.3. EO-1 Uydu Özellikleri (URL-5).

Başlangıç ve Sonlanma Tarihi		2000-halen yörüngesindedir
Yersel Çözünürlük (m)	ALI	10m Pan, 30m MS
	HYPERION	30
Radyometrik Çözünürlük (bit)		16
Şerit Genişliği (km)	ALI	37
	HYPERION	7.7
Bantlar (µm)	ALI	Pan:0.48-0.69 Multi:0.433-0.453,0.45-0.515,0.525-0.605,0.63-0.69 0.775-0.805,0.845-0.89,1.2-1.3,1.55-1.75,2.08-2.35
	HYPERION	220 bant (0.4-2.5µm- hyperspektral)
Görüntüleme Sıklığı (gün)		16 (7/9)

3.2. Uzaktan Algılamanın Geçmişi ve Gelişimi:

Uzaktan Algılama, Coğrafik Bilgi Sistemleri metodolojisinde kullanılan veri kaynaklarından en önemlisidir. İnsanlığın varlığı ile beraber yapılmaya başlanmıştır. Bu dönemde insanoğlunun yüksek bir yerden çevresini gözlemlemesi ve yaşama ile ilgili gereksinimlerin karşılama yolunda ön değerlendirme yapması, fikir edinmesi, bilgi toplaması aslında uzaktan algılamanın ilk uygulamalarıdır. Daha sonra ilk fotoğraf kameralarının ortaya çıkması uzaktan algılama için yeni bir dönemin başlangıcı olmuştur. Böylece uzaktan algılama ile ilgili belge ve kayıt aşamasına geçilmiştir.

Özellikle 2. Dünya Savaşı'nda düşman kuvvetleri hakkında istihbarat amaçlı, uçaklardan çekilen hava fotoğrafları, uzaktan algılamanın farkında olmadan uygulanan gerçek çalışmalarıdır. Modern anlamda uzaktan algılama kavramı 1950'li yılların başlarında gündeme gelmiştir. Özellikle 1970'li yıllardan itibaren de bu alanda çok önemli mesafeler alınmıştır. Kullanılan alet araç ve teknolojilerde ciddi gelişmeler gösterilmiştir. Bu gelişmelere bağlı olarak uzaktan algılama uygulamaları da çok geniş bir kullanım yelpazesi içinde uygulama bulmuştur (Turoğlu, 2000).

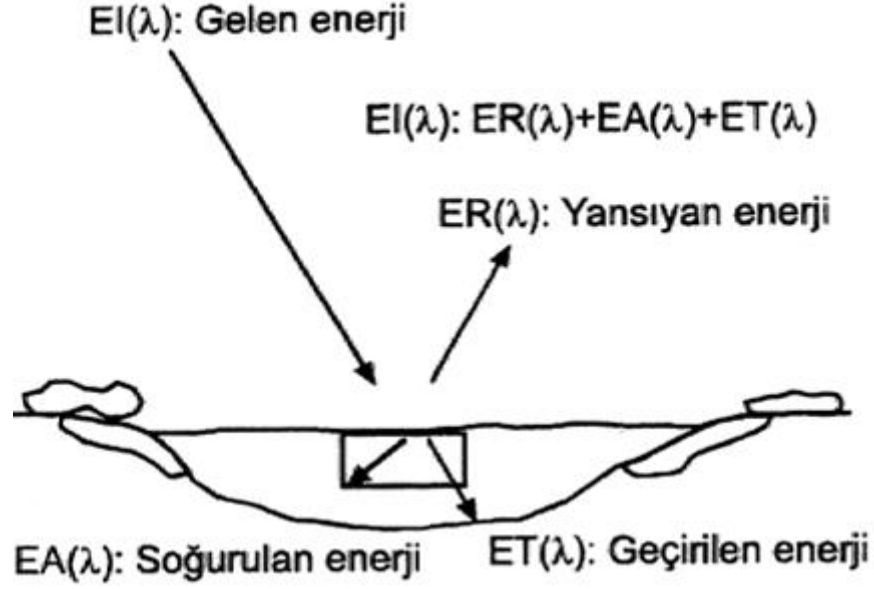
Uzaktan algılama yoluyla elde edilmiş görüntüler yeryüzüne ait birçok bilgiyi içinde barındırır. Bu bilgiler yeryüzünden yansıyan elektromanyetik enerjinin uyduların alıcıları tarafından algılanarak çeşitli bantlara kaydedilmesi yoluyla toplanır. Her bir bantta o bandın hassasiyet gösterdiği özelliklere ait yansıma değerleri bulunur. Birden fazla bant bir araya gelerek bir görüntü oluşturabildiği gibi, tek bir banttan oluşan görüntüler de mevcuttur (Çelik ve ark., 2004).

Uydu görüntülerinin başlıca özelliği, hava fotoğraflarına oranla çok geniş yeryüzü alanlarını kaplaması ve topografyaya ilişkin büyük çapta konumsal veri içermesidir. Uydu görüntülerinin Sayısal Coğrafi Veri Tabanları ve CBS içindeki etkinliği ve kullanım oranı her gün hızla artmaktadır (Özbalmumcu 1996, Önder 1998).

3.3. Elektromanyetik Enerji

Uzaktan algılamayı anlayabilmek için öncelikle Elektromanyetik enerjiyi bilmek zorundayız. Elektromanyetik enerji, ışık hızı ile harmonik dalgalar ile hareket eden bütün şekilleri kapsamaktadır. En bilinen elektromanyetik enerji şekli güneş ışığıdır. Fakat günümüzdeki bilimsel araştırmalar sonucunda daha birçok elektromanyetik enerji şekli bulunmuş ve insanlığın hizmetine sunulmuştur. X ışınları, kızıl ve morötesi ışınlar, ısı, radyo ve televizyon dalgaları birer elektromanyetik enerji şeklidir. Günümüzde de birçok modern araçlar, örneğin bilgisayarlar, televizyon ve radyolar, mobil telefonlar, mikrodalga fırınlar, uydular gibi benzeri araçlar elektromanyetik enerji ile çalışmaktadır (Aksoy, 2001).

Bir cisme veya yüzeye bir kaynaktan gelen enerji geçirilir, yutulur ve/veya yansıtılır. Şekil 3.5. de görülen bu durum cisim ve enerji arasındaki etkileşimi göstermektedir.



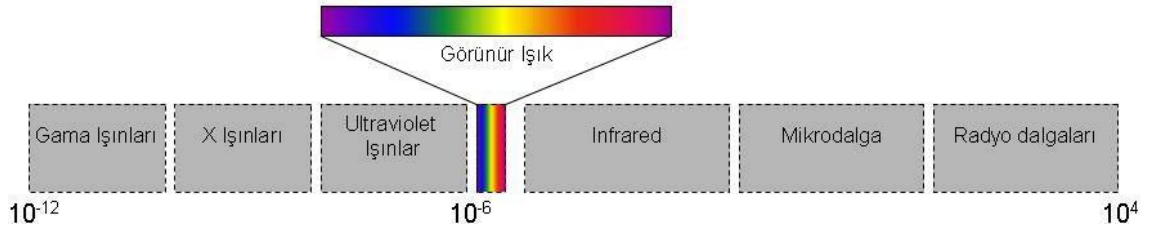
Şekil 3.5. Elektromanyetik enerji ile yeryüzü özellikleri arasındaki enerji etkileşimi (Lillesand ve Kiefer, 1994).

Uzaktan algılamada dalga uzunluğu ve cismin ısisına bağılı olarak ışıyan enerji miktarı önemlidir. Elektromanyetik enerji katı, sıvı, veya gaz şeklindeki cisimlerle temasta şiddet, doğrultu, dalga uzunluğu, polarizasyon ve faz farkı bakımlarından birçok değişikliğe uğramaktadır. Uzaktan algılamada bu değişiklikler saptanıp, kayıt edilmektedir. Bu işlem sonucu ortaya çıkan görüntü ve veriler kayıt edilen elektromanyetik ışıyımında değişikliğe neden olan cisim özelliklerinin belirlenmesi için yorumlanmaktadır (Örmeci, 1987).

3.4. Elektromanyetik Spektrum

Elektromanyetik spektrum, gamma ve x ışınları 10^{-12} dalga boyundan başlayıp x ışınlarıyla devam eden, 10^6 dalga boyutlarına uzanan radyo dalgalarını içine alan uzun dalga boylarına kadar uzanır. Dalga boylarının tamamı, elektromanyetik spektrum (EMS) olarak bilinir (Şekil 3.6.).

Elektromanyetik üç bölüme ayrılmaktadır: Görünür Işın Bölgesi, Yakın Kızılötesi Bölgesi, Kızılötesi Bölgesi 'dir.



Şekil 3.6. Elektromanyetik spektrum.

3.4.1. Görülebilir ışın bölgesi (0,4-0,7 µm)

Görünür bölgede (0,4-0,7 µm) yaprakların pigmentasyonu dominant faktördür. Burada yansıma klorofil, karoten, ksantofil ve antosyanis gibi yaprak pigmentleri tarafından kontrol edilir. Görünür spektrumun mavi ve kırmızı bölgelerinde yansıtım çok düşüktür. Çünkü yapraktaki klorofil, yaklaşık olarak 0,45 ile 0,65 µm arasında merkezlenmiş bu dalga boyu bantlarından gelen enerjinin çoğunu yutmaktadır. İki klorofil-yutma bandı arasındaki dalga boylarında bağıl bir yutma kaybı, yaklaşık 0.54 µm de bir yansıtım tepe noktası oluşmasına neden olur ki, bu yeşil dalga bölgesidir. İşte bu dalga boylarındaki düşük yutulma; normal, sağlıklı yaprakların gözümüze görünmesine neden olmaktadır. Eğer bir bitki stres altında ise ve klorofil üretimi azaldıysa, klorofil-yutma bantlarında daha az yutulma olmakta ve özellikle spektrumun kırmızı bölgesinde daha fazla bir yansıtıma sahip olacaklarından, sarımsı veya "klorotik" renkte gözükecektir (Matkav ve Sunar, 1991).

Bu bölgede bitki yapraklarındaki pigmentlerin ışığı fazla soğurmaları nedeniyle düşük yansıma olmaktadır, bu nedenle 0,4-0,7 µm bölgesi pigment soğurma dilimi olarak tanımlanır. Soğurma özellikle mavi ve kırmızı ışığın bitki yapraklarında süredenen fotosentez işleminde kullanılmasından ileri gelmektedir. Yeşil dalga enerjisinin önemli bir miktarı ise geri yansıtılmaktadır. Bunun sonucu olarak, yasayan bitkiler yeşil görünmektedir (Duran, 2007).

Klorofil dışında ilgilenilen diğer pigmentlerden Karotenler ve ksantofiller (sarı pigmentler) genellikle yeşil yapraklarda bulunur ancak spektrumun mavi bölgesinde bir yutma bandına sahiptir. Bir bitki yaşlandıkça klorofil genellikle kaybolur. Bu da karotenlerin ve ksantofillerin dominant olmasına neden olur ki ağaç yapraklarının sonbaharda sarı renk almasının temel nedeni budur. Aynı şekilde sonbaharda klorofil üretimi azaldığında bazı ağaçlar fazlaca antosyanin üretir ve bunun sonucunda da yaprakları açık kırmızı görünüm alır (Matkav ve Sunar, 1991).

3.4.2 Yakın kızılötesi bölgesi (0,7-1,3 µm)

Spektrumun bu bölgesinde soğurulma çok az, yansıma çok yüksek olduğundan bitki türüne bağlı olarak arasında yansıma oranı (%30-70) değişmektedir. Geri kalan enerjinin yüksek bir miktarı ise yaprak içine iletilmektedir. Soğurulma ise spektrumun bu bölgesinde minimum olmaktadır. 0,3-1,3 µm dalga boyları arasında bitkiden yansıma, daha çok bitki yapraklarının içyapısından etkilenmektedir. Bitki türlerinin içyapı yönünden önemli farklılıklar göstermesi nedeniyle, bu bölgedeki yansıma ölçümleri, görülebilir dalga boylarında aynı görülen bitki türlerini dahi ayırt etmeye olanak sağlar (Duran, 2007).

Sağlıklı yeşil bitki örtüsü, yakın kızılötesi bölgesinde (0,7—1,3 μm), görünür dalga boyları ile karşılaştırıldığında, çok yüksek yansıtım (yaklaşık: %45'den %50'ye kadar), çok yüksek geçirgenlik (yaklaşık: %45'den %50'ye kadar) ve çok düşük yutulma (%5'den az) ile karakterize edilmektedir. Bitki yapraklarının iç (hücre) yapısı çok karmaşıktır. Yakın kızılötesi bölgesindeki yansıtımı kontrol altında tutan en önemli etken bu içyapıdır. Yaprak yapısı bitki türleri için çok farklılık gösterdiğinden, buna bağlı yansıtımadaki farklılıklardan yararlanılarak türleri ayırt etmek mümkün olmaktadır. Ayrıca hücre yapısındaki herhangi bir bozulma veya değişiklik yansıtma özelliğini de değiştirdiğinden bitki hastalıklarını da saptamak kolaylaşmaktadır (Duran, 2007).

1,3 μm 'den 0,7 μm 'ye doğru spektrumun yakın kızılötesi bölümünden görünür bölgeye gitmekte olduğumuz için sağlıklı vejetasyonda meydana gelen yansıma artmaktadır. 0,7-1,3 μm 'deki bitkilerin yansıma oranları birinci olarak bitki yapraklarının içyapılarından olmaktadır. Bu yapı bitki türlerinde oldukça değişken olduğu için, yansımanın bu bölgede ölçülmesi bitki türleri arasındaki tanımlamaları kolaylaştırmaktadır. Burada görünür bölgedeki dalga boyları çok benzer olsa bile, bu işlemler çok kolay gerçekleştirilmektedir. Benzer şekilde, bitkilerin çoğu bu bölgede yansımalarını çok değişik şekillerde yapmaktadır ve alıcıların bölge düzenlemeleri sık sık vejetasyon etkilerini belirlemede kullanılmaktadır (Lillesand, 1990).

Çok sayıda yaprak tabakası, tek bir yaprak yansıtımı ile karşılaştırıldığında, spektrumun yakın kızılötesi bölgesinde (%85'e kadar) daha yüksek yansıma neden olmaktadır. Bunun nedeni toplamsal (aditif) yansıtımdır. İlk (en üst) yaprak tabakasından geçirilen ve ikinci bir tabakadan yansıyan enerji, ilk tabakadan kısmen tekrar geçirilir. Örneğin, kendisine gelen yakın kızılötesi enerjinin %50'sini yansıtan ve yaklaşık %50'sini geçiren bir yaprak göz önüne alınırsa; geçirilen enerji, ikinci yaprak tabakasına gelir ve burada bunun yarısı (ilk enerjinin %25'i) tekrar geçirilir ve yarısı da yansıtılır. Daha sonra bu yansıyan enerji, bu enerjinin yarısını (yani orijinalinin %12,5'i) geçiren ve yarısını yansıtan en üst yaprak tabakasından tekrar geçer. Bu iki tabakalı örnekte, en üst yaprak tabakasından gelen toplam enerji, içeri giren enerjinin %65'i olmaktadır (Matkav ve Sunar, 1991).

3.4.3. Kızılötesi bölgesi (1,3 μm 'den daha fazlası)

Orta kızılötesi bölgesinde (1,3-2,7 μm) bitkilerin su muhtevası spektral yansımaya etki eder. 1,4 μm , 1,9 μm , 2,7 μm yakınında oluşan güçlü su yutma bantları, yeşil bitki örtüsünün spektral duyarlılığında dominanttır. Yansıma eğrisi bu kısımlarda çukurluklar gösterir. Orta kızılötesi dalga boylarında yansıtım tepe noktaları ve su

yutma bantları arasında, yaklaşık 1,6 μm ile 2,2 μm de oluşur. Gelen güneş enerjisinin bitki örtüsü tarafından yutulma derecesi yaprakta mevcut su miktarının bir fonksiyonudur. Yansıtma ile yapraktaki su muhtevası ters orantılı olup, su muhtevası da yaprak kalınlığı ile orantılıdır. Yaprakların nem oranı azaldıkça, orta kızıl ötesi bölgesindeki yansıtım artar. Yapraklar nem kaybettikçe hücre yapılarında oluşan değişim yakın kızılötesi yansıtımı da etkiler (Matkav ve Sunar, 1991).

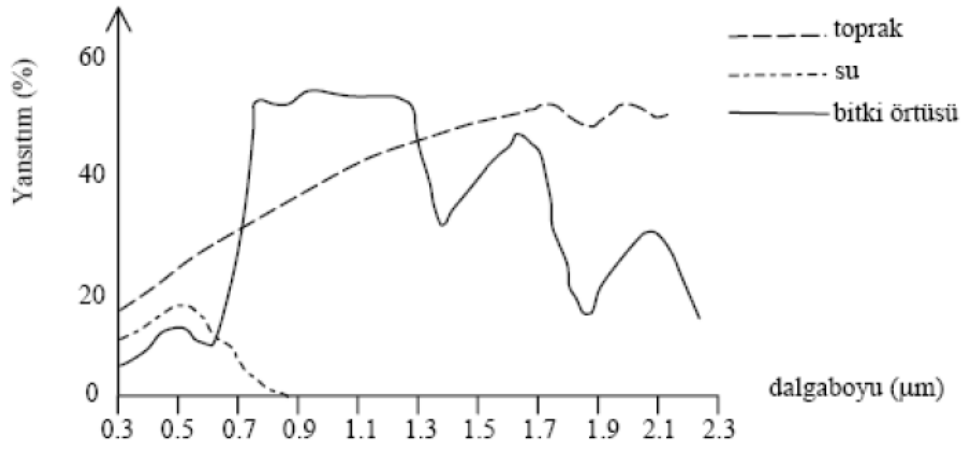
3.5. Cisimlerin spektral yansıtma özellikleri

Bir cisme ulaşan ışınım yansıtılır, yutulur ve geçirilir (Şekil 3.5). Enerjinin kaybolmayacağı, ancak şekil değiştireceği göz önüne alınarak cisme gelen toplam enerji, cisim yüzeyi tarafından yansıtılan, cisim tarafından geçirilen ve yutulan enerjilerin toplamına eşittir (Paine ve Kiser, 2003).

Spektral yansıtma özellikleri belirli spektral bölgelerde açık bir şekilde farklılık gösteren cisimler bu bölgelere duyarlı uzaktan algılama görüntülerinde farklı gri renk tonu ve renklerde gözükürler. Bu bakımdan cisimlere ait spektral yansıtma özelliklerinin bilinmesi, spektral bant seçiminde önemli rol oynar (Ekercin, 2007).

3.5.1. Bitkilerin spektral yansıtması

Bitkilerin spektrumun görünür, yakın kızılötesi ve orta kızılötesi bölgelerindeki yansıtımında büyük farklar vardır. Görünür dalga boylarında yaprakların pigmentasyonu hâkim etmektedir. Gelen enerjinin çoğu yutulur ve geri kalanı yansıtılır. Yaprakların iç strüktürü yakın kızıl ötesinin yansıtım derecesini kontrol eder ki burada gelen enerjinin yaklaşık yarısı yaprak tarafından yansıtılır, yaklaşık yarısı geçirilir ve çok azı da yutulur. Bitki örtüsünün toplam nem muhtevası, gelen enerjinin çoğu yapraktaki su tarafından yutulacak ve geri kalanı yansıtılacak şekilde orta kızıl ötesi yansıtımı kontrol eder. 0,98–1,20 μm dalga uzunlukları arasında çalışan algılayıcılarla hücre yapısında değişikliğe neden olan bitki hastalıklarını belirlemek mümkündür (Örmeci, 1987).



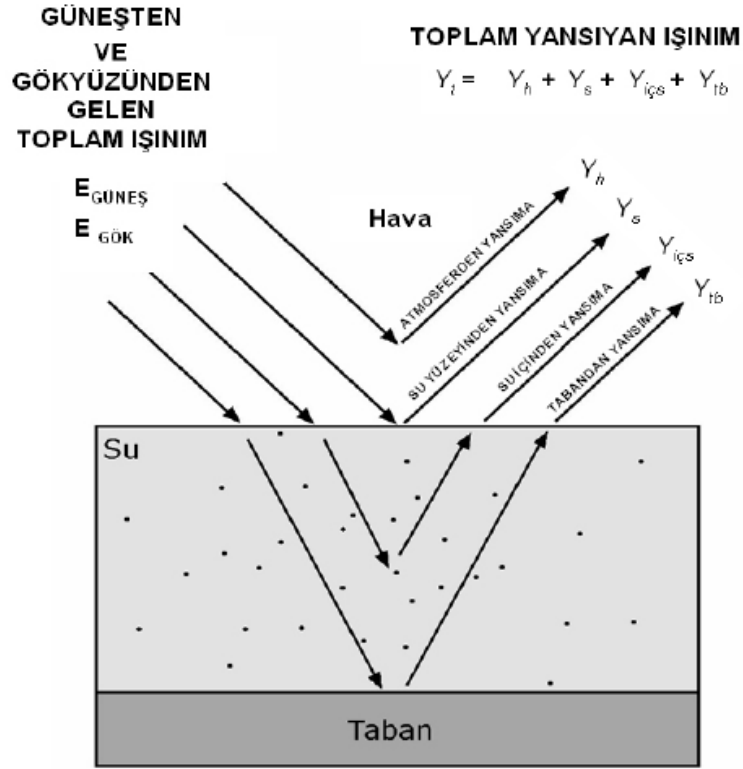
Şekil 3.7. Bitki örtüsü, toprak ve suyun spektral yansıtım eğrileri (Akça ve Doğan, 2002).

3.5.2. Zeminlerin spektral yansıtması

Zeminlerin spektral yansıtımalarında, sadece yansıtma ve yutma söz konusudur. Zeminin üst tabakasının bileşimi, yansıtma özelliklerini etkiler. Zeminlerin yansıtma özellikleri, zeminin su muhtevasına, zemini oluşturan minerallerin cinsine, yapısına, dokusuna, yüzey pürüzsüzlüğüne ve zeminin organik madde bileşimine bağlıdır. Zeminlerde su muhtevası arttıkça, yansıtım azalır ve zeminler koyu renkte görünürler. Zeminlerde suyun bulunmaması durumunda, zeminin yapısı önem kazanır. Kaba dokulu zeminler0 yüzey pürüzlülüğündeki artış nedeniyle koyu, organik madde miktarındaki artış, spektral yansıtımda azalmaya neden olur. Isıl kızılötesi bölgede, su muhtevası fazla olan bölgeler, buharlaşma nedeniyle soğuyacaklarından, koyu renk tonlarında görünürler (Musaoğlu, 1999).

3.5.3. Suyun spektral yansıtması

Suyun spektral duyarlılığı gelen ışınımın dalga boyuna bağlıdır. Su ışınımı yansıtır, soğurur, kırarak geçirir veya saçır. Işınım su yüzeyinden, su içindeki askıdaki maddelerden ve su tabanından yansıyabilir. Işınımın soğurulması ve geçirilmesi, su içindeki organik ve inorganik maddelere bağlıdır. Saçılma ise mavi dalga boylarında olduğu için derin ve temiz suların rengi mavidir. Berrak bir suyun geçirim özellikleri saf suyun geçirim özelliğine benzemesine rağmen, bulanıklık derecesinin artması suyun geçirgenliğini azaltır. Bulanık su içerisinde askıda bulunan maddeler suyun spektral özelliğini etkilemektedir. Bulanık su, berrak sudan daha yüksek bir yansıtma özelliği gösterir. Su ile örtülü bir bölge üzerinde, bir uzaktan algılama sistemi tarafından kaydedilen elektromanyetik enerjinin bileşenleri Şekil 3.8. 'de gösterilmektedir.



Şekil 3.8. Su ile örtülü bir bölge üzerinde, bir uzaktan algılama sistemi tarafından kaydedilen elektromanyetik enerjinin bileşenleri (Jensen, 2000).

3.6. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Entegrasyonu

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yeryüzündeki fiziki ve beşeri olayları konu olarak içine alan, çok geniş anlamda karmaşık bir bilgi yoğunluğu ile uğraşmaktadır. Bütün bu bilgilere sahip olup, onlardan daha fazla yararlanmak ve coğrafi olaylar arasındaki ilişkileri anlayıp yorumlamak için mutlak suretle organize edilmiş düzeneğe diğer bir deyişle bilgi sistemine ihtiyaç duyulur. Gelişen bilgi teknolojisi ile bir anlamda bu ihtiyaç giderilmiş, “coğrafya”, “bilgi” ve “sistem” kelimelerinden oluşan ve coğrafyayı konu alan CBS kavramı ortaya çıkmıştır (Yomralıoğlu, 2000).

Çok çeşitli tanımları olmasına rağmen CBS’yi, coğrafyayı meydana getiren fiziki ve beşeri olaylara ait bilgilerin toplanması, saklanması, işlenmesi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bir bütünlük içerisinde gerçekleştiren bir bilgi sistemi olarak tanımlamak mümkündür (Yıldırım ve diğ., 2004; Üstün ve Ekercin, 2004).

CBS beş ana bileşenden meydana gelmektedir. Bunlar; donanım, yazılım, veri, insan ve metottur. CBS ’nin çalışmasını mümkün kılan bilgisayar ve buna bağlı yan ürünlerin bütünü donanım olarak adlandırılır. Yazılım coğrafik bilgileri depolamak, analiz etmek ve görüntülemek gibi fonksiyonları kullanıcıya sağlamak üzere yüksek düzeyli programlama dilleri ile gerçekleştirilen algoritmalarlardır. Coğrafi varlıkların sahip oldukları özellikler ile coğrafi olayların karakterleri veri olarak adlandırılır (Ekercin, 2007).

CBS'nin en son bileşeni olan metod ise, kurum içi veya kurumlar arasında coğrafi verilerin toplanması, işlenmesi ve kullanıcıya sunulmasındaki standart yöntemlerdir. Kısacası verinin bilgiye dönüştürülmesinde kullanılan yöntemlerin bütünüdür (Bausmith and Leinhardt, 1998).

4. ÇALIŞMA BÖLGESİNDE YAPILAN UYGULAMA

Çalışmanın uygulama kısmında yapılan kapsamlı arazi çalışmaları 2013 yılı Mayıs ayında gerçekleştirilmiştir.

4.1. Arazi Çalışması

Mayıs-2013'te yapılan arazi çalışmasında, yaz mevsiminde Tuz Gölü'ne boşaltılan noktasal ve noktasal olmayan kirletici kaynaklar ve yeni açılan tuz sahalarının gelişim süreci yerinde izlenmiştir.

Peçeneközü Barajı ayrıntılı olarak incelenmiş Peçenek Deresi'nin Tuz Gölü güzergahı boyunca suya rastlanılmamıştır. İncelenilen noktalar ile ilgili fotoğraflar çekilmiş ve el-tipi GPS ile koordinatları belirlenmiştir.

4.2. Büro Çalışması

Bu çalışmanın uygulama bölümü Windows 7 İşletim Sistemi altında çalışan Arcgis programı ve bu programların çeşitli modülleri yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada kullanılan uydu görüntüleri USGS adresinde bulunan uydu verileri yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

Bu kullanılan uydu görüntülerinin kullanıma hazır hale getirilmesi USGS tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan her görüntü için farklı filtreler denenmiştir. Bu bölümde eş-zamanlı uzaktan algılama verileri kullanılarak elde edilen sonuçlar, su ile örtülü alanların uydu verisi ile belirlenmesi işleminde sağlıklı bir hesaplamanın yapılabilmesi için en uygun spektral aralığın sadece termal bantların olduğu bölge olduğunu göstermiştir. Çünkü su ile kaplı alanlar termal bantta siyah diğer alanlar ise gri tonlarda gözükmektedir.

1984, 2003, 2010 ve 2011 yıllarına ait Landsat-5 TM uydusuna ait termal bantlar kullanılarak, gerçekleştirilen çalışmada Konya Kapalı Havzasında bulunan Tuz Gölü de dahil olmak üzere irili ufaklı toplam 29 sulak alanlara ait kıyı çizgisi değişimleri irdelenmiştir. Bu işlem esnasında, suyla kaplı alanlara ait (raster) sınıflar, vektörlere dönüştürülerek (raster-vector conversion) kıyı çizgileri elde edilmiştir. Değişimi gösteren piksellerin alansan değeri hesaplanarak 1984 yılından günümüze kadar Tuz Gölü %70 leri geçen oranda küçüldüğü havza genelindeki sulak alanların ise %30'a yakın kısmının yok olduğu ortaya çıkmıştır:

5.ARAŞTIRMA SONUÇLARI

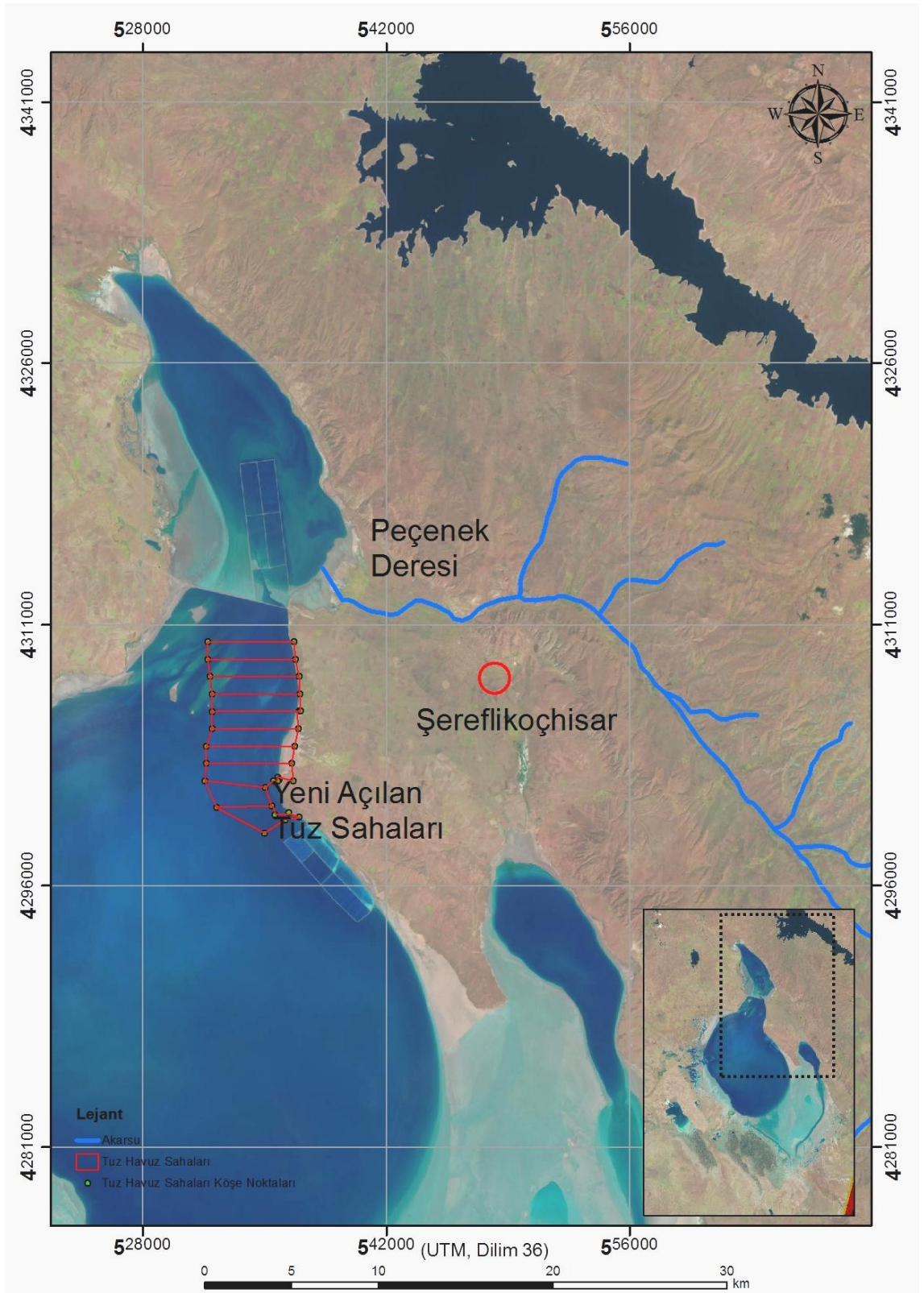
5.1. Çalışma Alanı

Tuz gölü kışın kapladığı geniş su alanı ile su kuşları için önemli bir kışlama bölgesidir. Uluslararası kriterlere göre A sınıfına giren bir sulak alandır. Tuz Gölü Havzası 14.09.2000 tarih ve 2000/1381 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Bakanlar Kurulu Kararıyla Özel Çevre Koruma Bölgesi olarak tespit ve ilan edilmiştir.08.08.2002 tarih ve 2002/4512 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan Bakanlar Kurulu kararıyla Özel Çevre Koruma Bölgesi’nin sınırları 7414 km² ‘ye genişlemiştir.

Ayrıca Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı tarafından hazırlanan rapor incelendiğinde Konya Kapalı Havzasındaki yeraltı suyu kullanımının ana besleniminin 2 katı düzeyinde olduğunu göstermektedir. Bu durumun bir sonucu olarak 1970’li yıllardan günümüze havzadaki yeraltı suyu statik seviyesi her yıl hızla alçalmaktadır (Şekil 5.7.).

DSİ 4. Bölge Müdürlüğü tarafından 2008 yılında hazırlanan yer altı suları hakkındaki çalışmaya göre Konya Kapalı Havzasında bulunan 93500 kuyunun 66000’e yakını ne yazık ki ruhsatsız kuyulardan oluşmaktadır. Havzada bulunan ruhsatsız kuyulardan çekilen su yeraltı suyu seviyesinin aşırı düşmesine neden olmaktadır.

Tuz Gölü’nün doğusunda bulunan Ekecek Dağı (2133m) Peçeneközü Deresini besleyememektedir. Gölün kuzeyini kuraklıktan etkilenmemesini sağlayan Peçeneközü deresi temel unsur olmasına rağmen Peçenek Barajı’nın yapılması sulama kanallarının açılması neticesinde dere ilkbahar aylarında bile kurumuş durumdadır. Gölü kuzeyden besleyen kalan tek akarsu artık besleyemez duruma gelmiştir.



Şekil 5.1. Çalışma Bölgesine ait Landsat 7 Uydu Görüntüsü.

Tuz Gölü'nün batı kıyılarından göle ulaşan iki kaynak, Cihanbeyli'den gelen İnsuyu Deresi ve Kulu'dan gelen Değirmenözü Dereleridir. Bu derelerin her ikisinin de yatakları değiştirilerek, İnsuyu Deresi Cihanbeyli'de oluşturulan gölete (1992), Değirmenözü Deresi de Düden Gölü'ne çevrilmiştir. Bu durum gölün batı kısmındaki (kıyılarındaki) çoraklığın artmasına neden olmaktadır.

Melendiz suyu çiftlik yöresinden doğar, Aksaray civarında Ulurmak adını alır. 1957 ila 1962 yılları arasında, Aksaray'ın kenarında bulunan Ulurmak Nehri zerine Mamasın Barajı inşa edilmiş olup, sulama ve su temini amacıyla kullanılmaktadır. Melendiz ayının yıllık ortalama akımı 155 hm³ olup bu miktarın baraj inşaatından önce yaklaşık 124 hm³' göle ulaşmakta iken 1962 yılında Mamasın barajının işletmeye açılışından sonra Tuz Gölü'ne ulaşan miktar 21 hm³ 'e kadar düşmüştür (Ekercin, 2007).

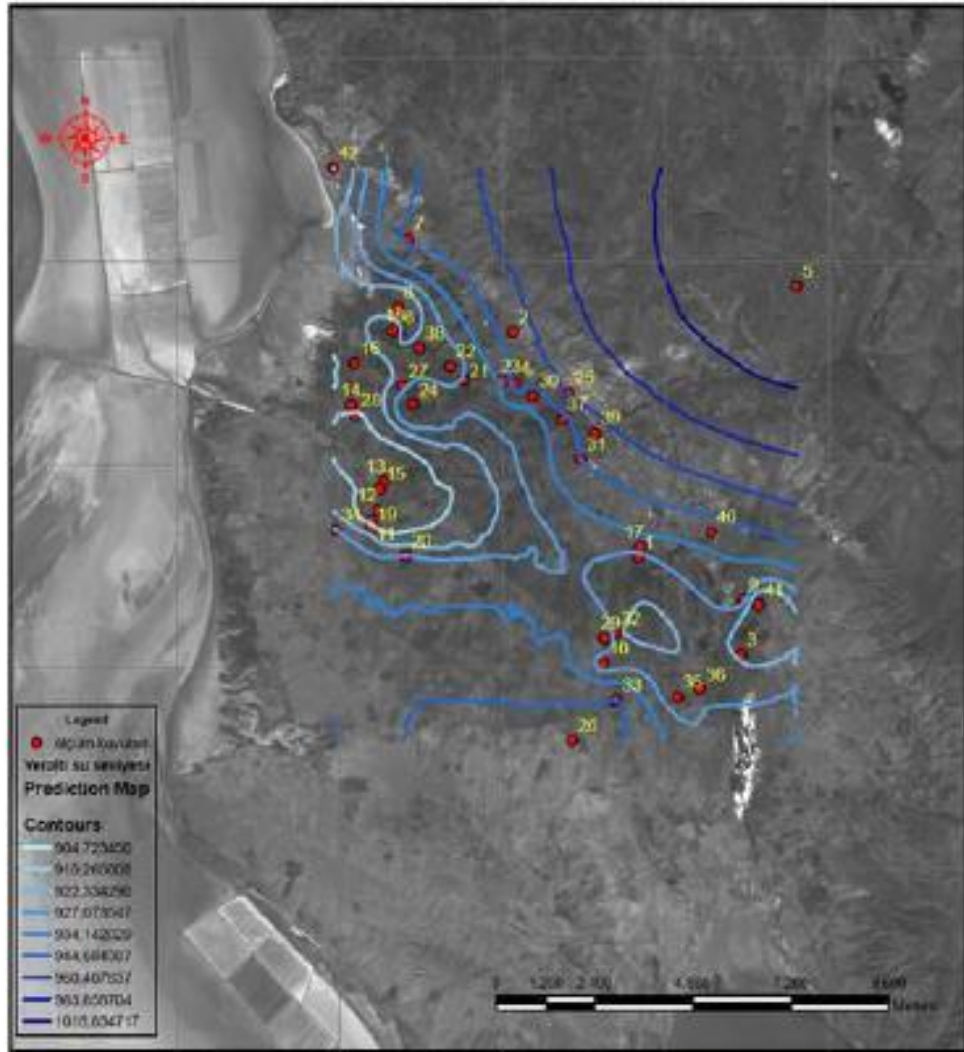
5.2. Bölgenin Jeolojik zellikleri

Tuzgölü Havzası, genelde KB-GD gidişli, büyük faylarla karakterize edilen bir depolanma alanıdır. Geç Kretase-Kuvaterner yaşlı sedimanları; kuzeyde Galatya volkanitleri, kuzeydoğuda ankırı-Çorum Havzası, doğuda Kırşehir Kristalen Masifi, güney ve güneybatıda Bolkardağı Birliği, batıda Bozdağlar ve kuzeybatıda ise Sakarya Kıtası'na ait birimler sınırlamaktadır. Söz konusu çökelme döneminde, havzanın kuzeydoğudan ankırı-orum ve güneydoğudan Ereğli-Ulukışla havzaları ile bağlantıları olması nedeniyle jeolojik olarak bu sınırları çizmek zordur. Tuz Gölü Havzası' nın temelini, Haymana-Polatlı bölümünde Ankara Karmaşığı içerisinde yaralan Geç Triyas yaşlı Temirz formasyonu, Geç Jura-Erken Kretase yaşlı Mollaresul formasyonu ve Kampaniyen ncesi yerleşim yaşına sahip ofiyolitler oluşturmaktadır (Sonel ve diğ., 1995).

5.3. Bölgenin Hidrojeolojik zellikleri

Tuz Gölü, özellikle kiş aylarındaki yağışlar ve yağışların getirdiği yzeyssel sular ile beslenir. Gle ulaşan su tabandaki tuzu çözer ve yüksek konsantrasyonlu tuzlu su oluşur. Tuz retimi de bu yüksek konsantrasyonlu tuzlu suyun işletmelerdeki buharlaştırma havuzlarına alınması ve ısı akısı altında buharlaştırılarak tuzun çökeltilmesi yöntemine dayanarak yapılır.

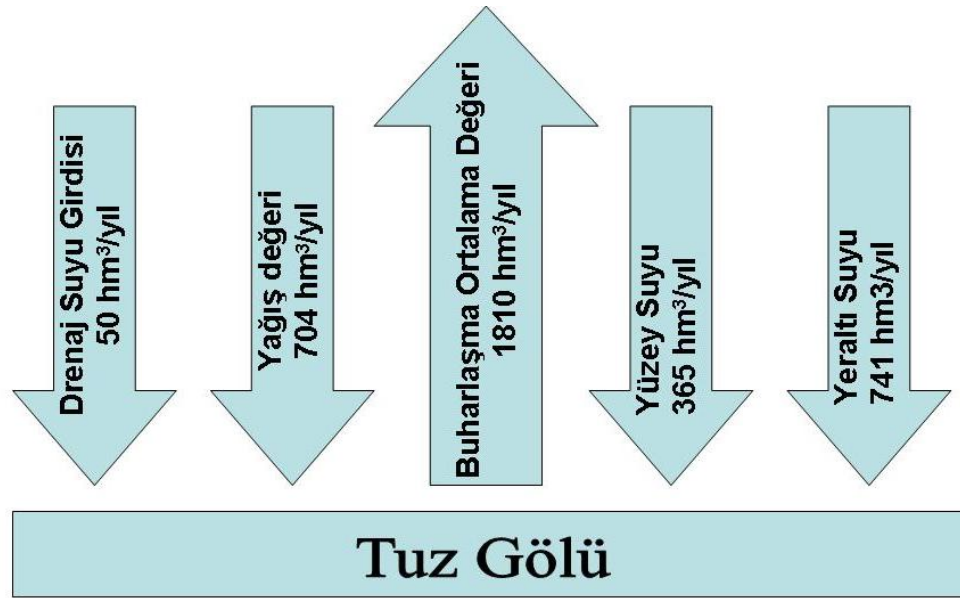
Tuz glnn başlıca su kaynakları; göle düşen yıllık yağışlar, tuz gölü alt havzasında oluşan yzeyssel akaçlama, güneyde bulunan Konya Alt Havzası Neojen Akiflerinin Eşmekaya Sazlıkları ve dolayındaki boşalımı ve gl tabanındaki gzeler vasıtasıyla göle giren derin tuzlu yeraltı sularıdır. Gölde tuzun oluşması her yıl göle giren suların tamamen buharlaşmasına bağlıdır. Tuz gölü havzasında yaz aylarında sıcaklığın oldukça yüksek, atmosferik nemin ise düşük olmasından dolayı yüzey buharlaşması miktarı çok büyüktür. Havzada yağışların %60'ı buharlaşarak yok olmaktadır (izelge 5.1.). Bu buharlaşma düzeyi yıllar arasında %10 düzeyinde azalmakta veya çoğalmaktadır. Bu nedenle yılda ken tuz miktarı yıllık yağışlara ve buna bağlı göle giren su miktarına bağlıdır.



Şekil 5.2. Yeni açılan tuz sahaları bölgesi Akiferde Yeraltı suyu Seviyesi Değişimi (Özerdemler ÇED, 2012).

5.4. İklim Koşulları

Bölgenin çevresi yüksek dağlarla çevrili olduğundan, denizlerin nemli ılıman havası bölgeye sokulamaz. Bu nedenle Tuz Gölü ve Havzasında, yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlı karasal iklim hâkimdir. Bölgede, doğuya doğru gidildikçe yüksekliğin artmasına bağlı olarak karasallık derecesi artar ve kış sıcaklıkları çok düşük değerlere ulaşır. İç Anadolu, ülkemizin en az yağış alan bölgesidir. Ortalama yağış 400 mm civarındadır. Bölge, en fazla yağışı ilkbahar aylarında sağanak halinde alır. En kurak mevsim yazdır. Yazların kurak olması ve yaz kuraklığının erken başlaması sebze türü bitkiler üzerinde olumsuz etki yapar. Bölgenin ve ülkemizin en az yağış alan bölgesi Tuz Gölü çevresidir (320 mm) (Ekercin, 2007).



Şekil 5.3. Tuz Gölü'ndeki doğal su dengesi (ÖÇKKB, 2001).

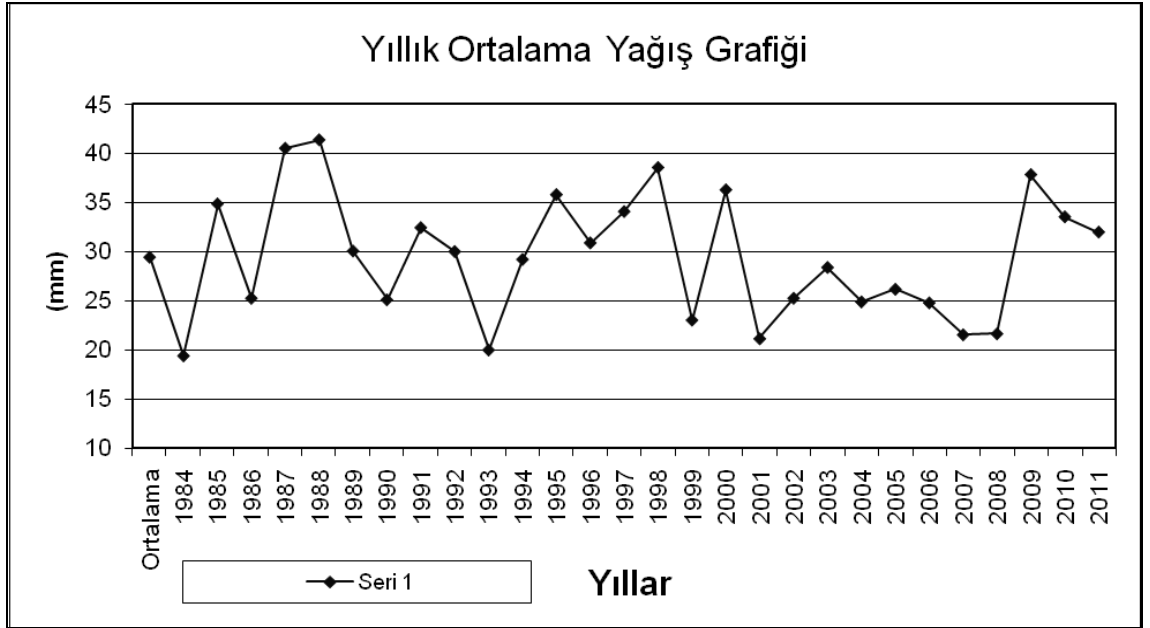
Genellikle, bu bölgeye düşen yağışlardan yeraltına süzülen su miktarı, yağışların %1'ine karşılık geldiğini göstermiştir. Su girdileri arasında en büyük paya sahip olan ve kontrol edilebilen bileşen, $741 \text{ hm}^3/\text{yıl}$ ile yer altı sularıdır. Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı tarafından hazırlanan raporda, yeraltı suyu miktarının 1974'te $1000 \text{ hm}^3/\text{yıl}$ iken 1995 yılında $741 \text{ hm}^3/\text{yıl}$ düştüğünü göstermektedir (Ekercin, 2007).

5.4.1. Konya Kapalı Havzası iklimsel verilerin değerlendirilmesi

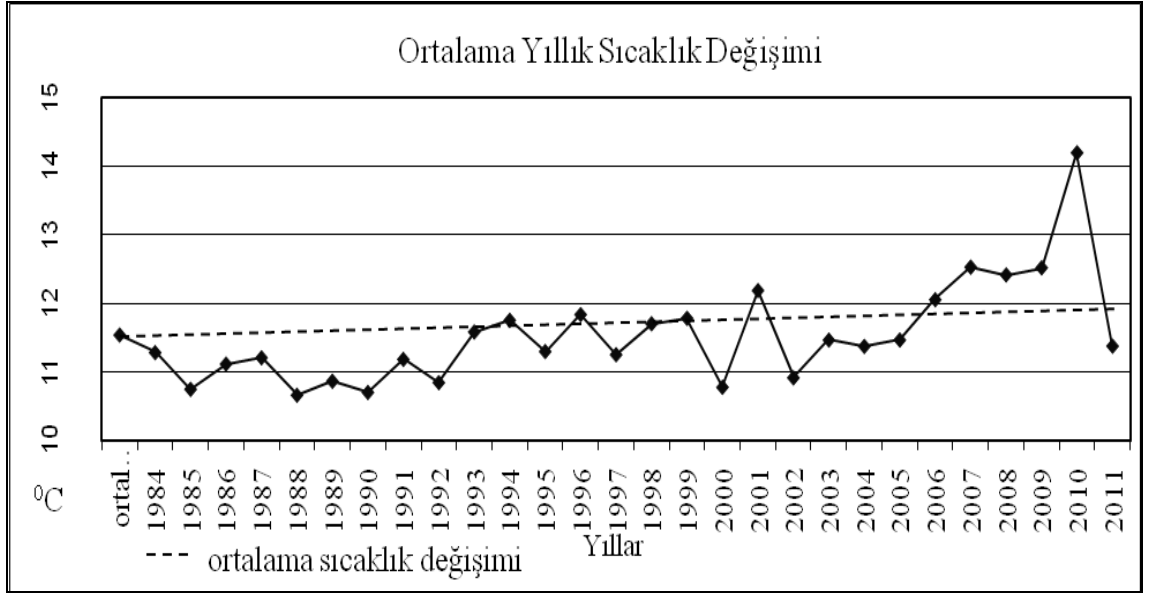
Konya Kapalı Havzası'nda bulunan Aksaray ve Cihanbeyli (Şekil 5.4.) meteoroloji istasyonlarının ortalama verilerine göre 2011 yılı verilerine göre, havzadaki en düşük sıcaklık Ocak ayında -7°C civarında olup, en yüksek sıcaklık Ağustos ayında 29°C civarındadır (Şekil 5.5.). 2011 yılı verilerine göre, havzadaki en düşük yağış 0 mm ile Temmuz ayında, en fazla yağış ise 118.4 mm ile Haziran ayında gerçekleşmiştir (Şekil 5.6.).



Şekil 5.4. İstasyon Konumları Haritası.



Şekil 5.5. Yıllık Ortalama Yağış Grafiği.



Şekil 5.6. Ortalama Sıcaklık Değişim Grafiği.

Çizelge 5.1. Konya Kapalı Havzası Yağış Miktarları.

İlçe adı	Yağış (P)		Buharlaştırma – Terleme (Etpc)	Yağışın yüzdesi (P= %Etpc)
1984	Aksaray	208 mm	122 mm	%59 Etpc
	Karaman	220 mm	136 mm	%62 Etpc
	Cihanbeyli	179 mm	109 mm	%61 Etpc
İlçe adı	Yağış (P)		Buharlaştırma – Terleme (Etpc)	Yağışın yüzdesi (P= %Etpc)
2011	Aksaray	368mm	160 mm	% 43 Etpc
	Karaman	341 mm	206 mm	% 60 Etpc
	Cihanbeyli	796 mm	310 mm	% 39 Etpc

Havzada, yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlı karasal iklim hâkimdir. Bölgenin ve ülkemizin en az yağış alan bölgesi Tuz Gölü çevresidir İç Anadolu Bölgesi, en fazla yağış ilkbahar aylarında yağar. En kurak mevsim yazdır. 3 Havza genelinde 2011 yılı ortalama sıcaklık değerleri karşılaştırıldığında, Buharlaştırma-terleme yağışın %60'ini geçmekte olduğu belirlenmiştir.. Bu durum, buharlaşmayla

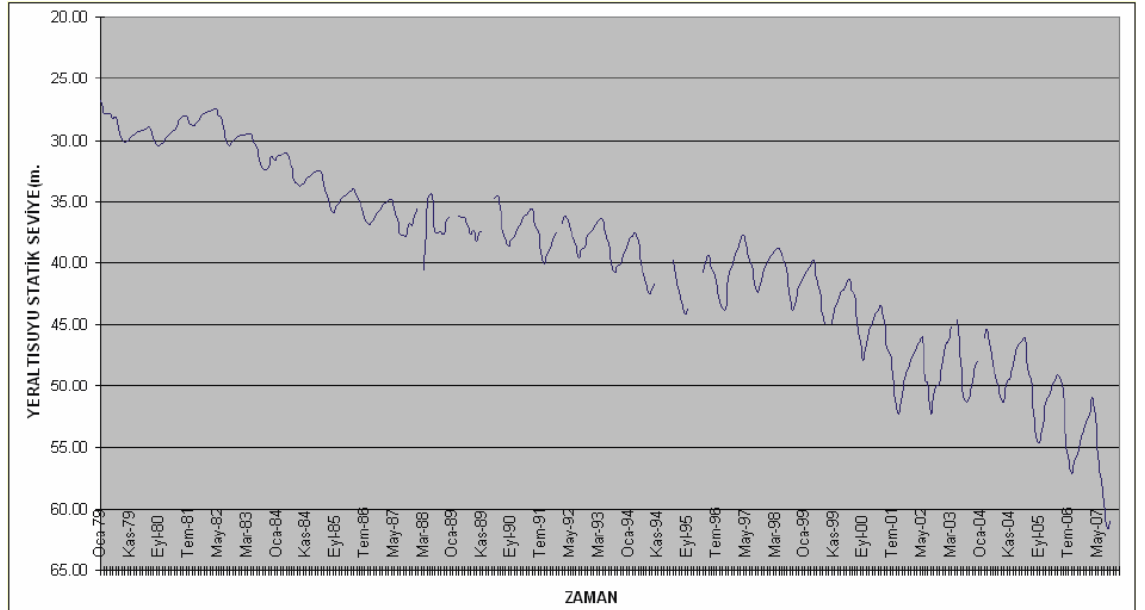
mevcut yerüstünde bulunan suların kaybedilmesine yol açar. %60 bu anlamda çok yüksek bir değerdir.

Yağışların bu kadar az olması buharlaşmanın bu kadar yüksek olmasının sebebi; denizden gelen hava dalgasının etrafta bulunan yüksek dağlardan içeri girememesinden kaynaklanmaktadır.

5.4.2. Yer altı suları ve iklimsel verilerin bağlantısının değerlendirilmesi

Konya Kapalı Havzasında yer alan yer alan 8 tane sondaj kuyusundan 1979 yılından günümüze kadar yeraltı suyu statik seviye gözlemi DSİ 4. Bölge Müdürlüğü tarafından yapılmıştır. Normal durumda, yer altı suyu seviyesi yağış miktarına paralel olarak değişmesi gerekmektedir.

Fakat söz konusu değişim yağış miktarları yıldan yıla değişim göstermesi gerekmesine rağmen yeraltı suyu seviyesi genel anlamda sürekli azalmaktadır (Şekil 5.7.). Herhangi bir yapay etki olmaması durumunda yeraltı suyu değişimi yağışlara bağlı olarak değişmesi gerekmektedir. Bu durum gösteriyor ki söz konusu bölgede kontrolsüz bir şekilde yer altı suyu kullanılmaktadır.

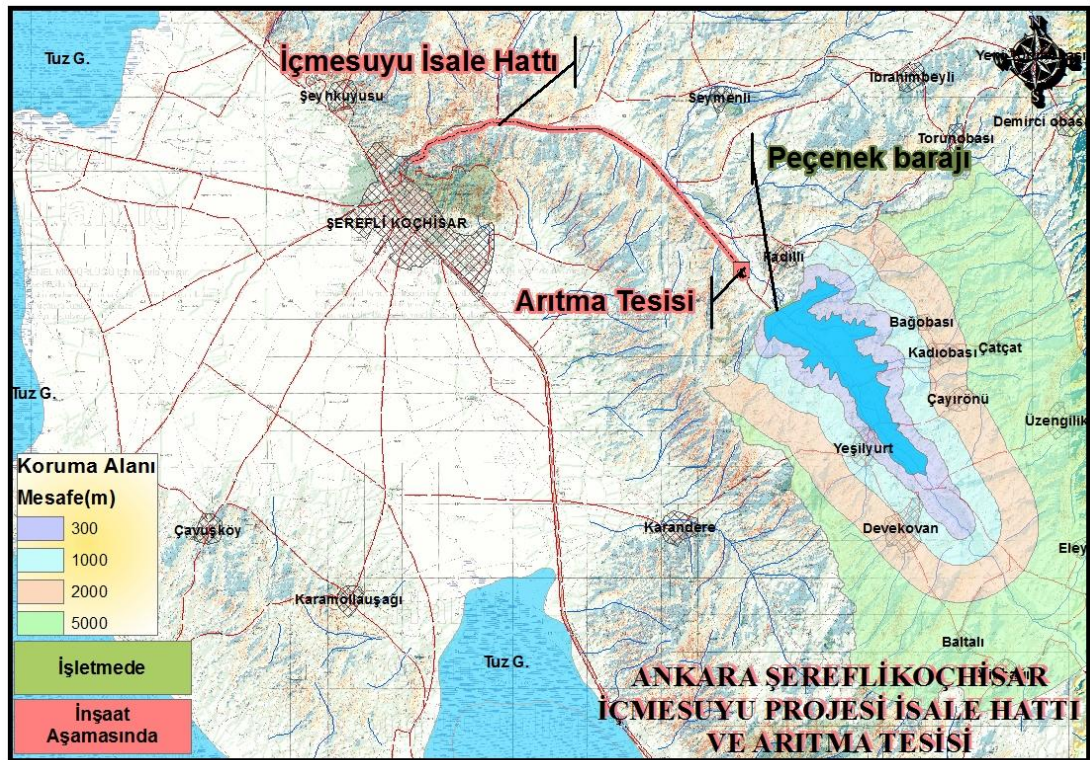


Şekil 5.7. 2008 yılında DSİ Hatıp9434 nolu Rasat Kuyusu Statik Seviyesi (DSİ 4. Bölge Müdürlüğü Master Sunum,2008).

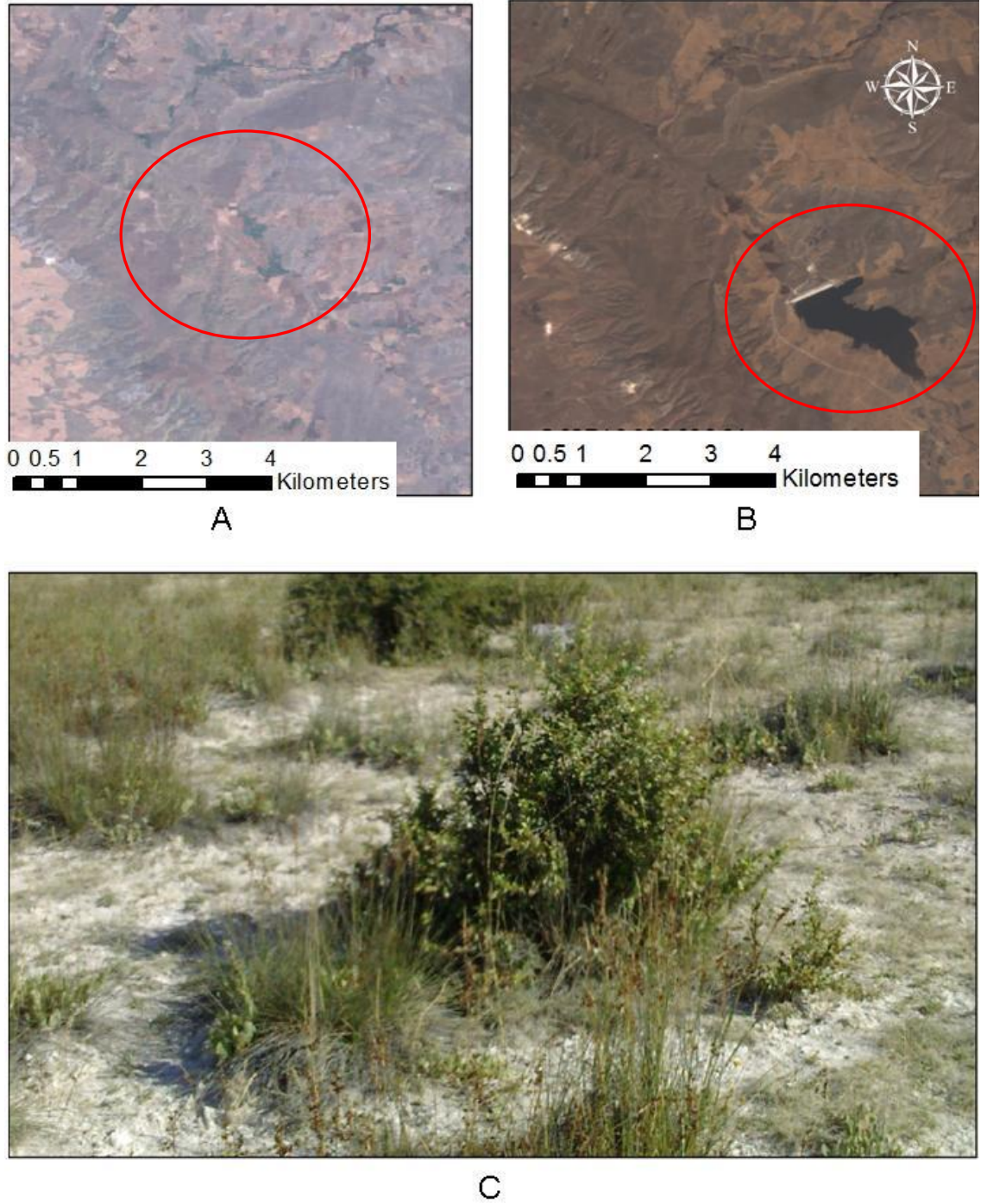
5.5. Peçenekközü Deresi

Peçenek Deresi, Aksaray'a bağlı Ortaköy ilçesinin Güneybatısındaki Tozcluburun, Abdullahaga, Hacıisa, Hanoba ve Peçenek yaylalarından Çukurarkaç Dere adıyla doğar, Kuzeybatıya doğru akarken sağ taraftan Özdere ve Alışar dereyi alır. Peçenekboğazı deresi adıyla Kuzeybatıya akmaya devam ederek Devekovan köyünün yaklaşık 1.5 km Kuzeydoğusunda baraj gölüne girer. Bu noktadan sonra Peçenek deresi adını alır. Baraj aksının mansabında sağdan Akpınar dere, Derigözü deresi, Hasanoğlu deresi, Selkesiği deresini alarak Şereflikoçhisar ilçe merkezinden geçip, ilçenin yaklaşık 6.5 km Batısında denizden yüksekliği 905 m olan Tuz Gölüne Kaldırım Tuzlası üretim sahalarının bulunduğu kuzey göl bölgesinde dökülür. Bol miktarda su akıtan derenin debisi yaklaşık $1,2 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'dir (DSİ ÇED, 2007).

DSİ verilerine göre Peçenekközü Deresinin 20 yıllık akım değerleri yılda 17-47 milyon m^3 arasında değişen miktardaki suyu kuzey göl sahasına boşalttığı görülmektedir. Peçenek Barajı ve sulama hattı ile Şereflikoçhisar İlçesi civarında bulunan tarım alanlarının sulaması, içme ve kullanma suyunun teminini sağlayacaktır.



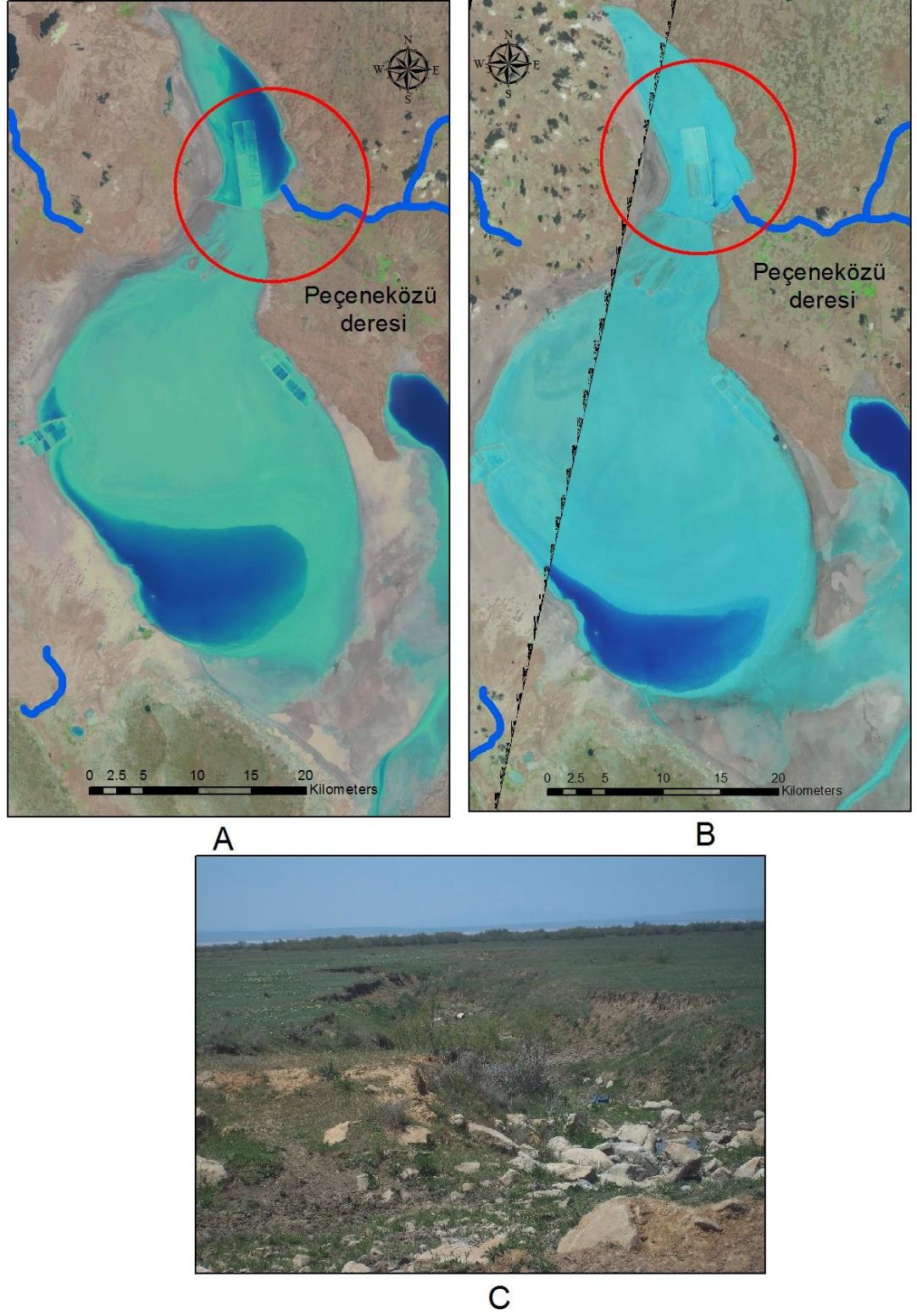
Şekil 5.8. Peçenek Barajı ve İçme Suyu Haritası (DSİ ÇED, 2007)



Şekil 5.9. A)Peçenek Deresi Landsat 5 Uydusu Haziran 2006 yılı Görüntüsü B)Peçenek Barajı Landsat 5 Uydusu Kasım 2012 Görüntüsü C) Peçenek Deresi Arazi Çalışması Son Durumu

Peçenek Barajı 2009 yılından itibaren su tutmaya başlamıştır. Yapılan arazi çalışmamızda ise (01.05.2013) ilkbahar aylarında olmamıza rağmen dere tamamen kurumuş durumdadır. Yapılan barajdan su geçişine izin verilmemektedir. 1999 yılı ve 2012 yılı Ağustos aylarında incelediğim uydu görüntülerinde bu durum açıkça görülmektedir (Şekil 5.10.). Yapılacak çalışmalar neticesinde suya hasret bir konumda olan Şereflikoçhisar ilçesi ve etrafı suya kavuşacaktır. Ama gölü kuzeyden besleyen

kalmış son akarsuya da darbe vurulmuş olacaktır. Bir yılda yaklaşık 17-47 milyon m³ arasında bir su taşıdığı tahmin edilen bu dere artık su taşıyamamaktadır. Acil olarak burada önlem alınması gerekmektedir. Barajın suyun tamamını tutması engellenmelidir. Diğer bir deyişle burada Tuz Gölü'nü de düşünerek hareket etmek bir zorunluluktur.



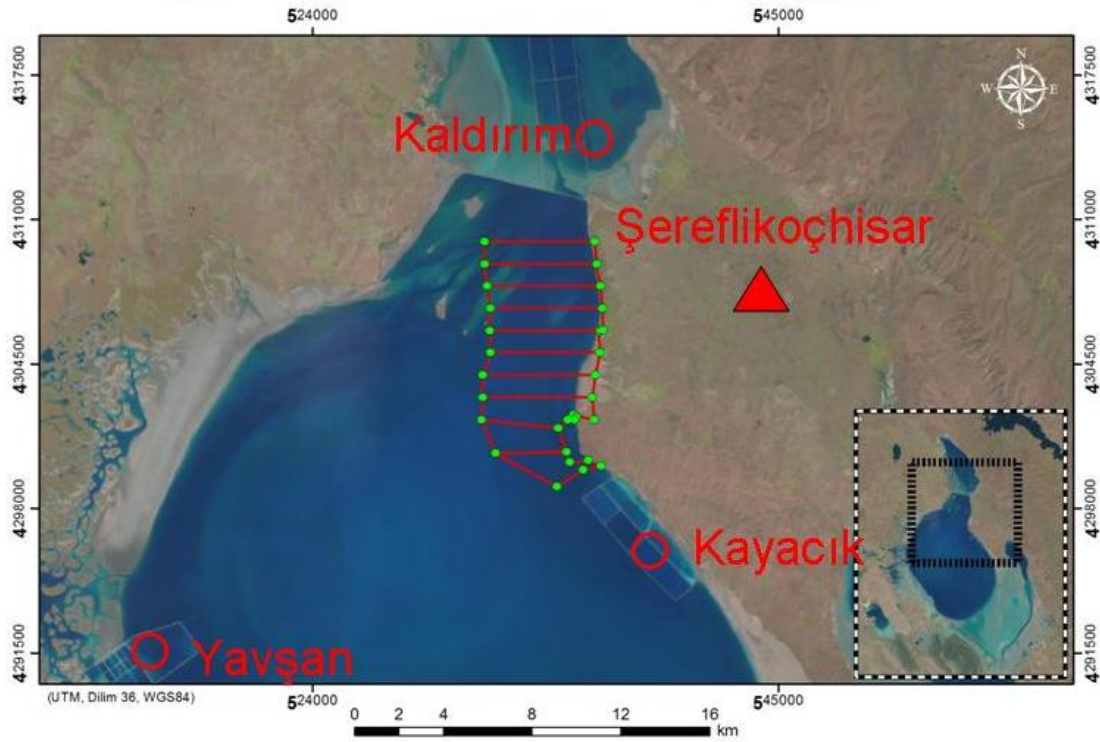
Şekil 5.10. A)1999 yılı Ağustos ayı Peçeneközü deresi Tuz Gölü ile birleştiği nokta baraj yapılmadan önceki hali B)2012 yılı Ağustos ayı Peçenek deresi Tuz Gölü ile birleştiği nokta baraj yapıldıktan sonraki hali C)Arazi çalışması Mayıs 2013 derenin son durumu

5.6. Tuz Sahaları

5.6.1. Mevcut tuz işletmeleri

Tuz Gölü'nde su derinliği, neredeyse tamamında 50 cm 'yi bulmayan bir su tabakası ile kaplı olup göl tabanı 1-30 cm arasında ince tuz tabakası ile kaplıdır. Tuz Gölü'nde bulunan T.C. TEKEK Genel Müdürlüğü tarafından kurulan (ve 2005 yılında tamamı özelleştirilen) 3 adet tuz işletmesinden (Şekil 5.11.) yılda yaklaşık 750.000-1.000.000 ton arasında tuz elde edilmektedir ki bu miktar Türkiye'nin tuz ihtiyacının yaklaşık %50'lik bir kısmına tekabül etmektedir.

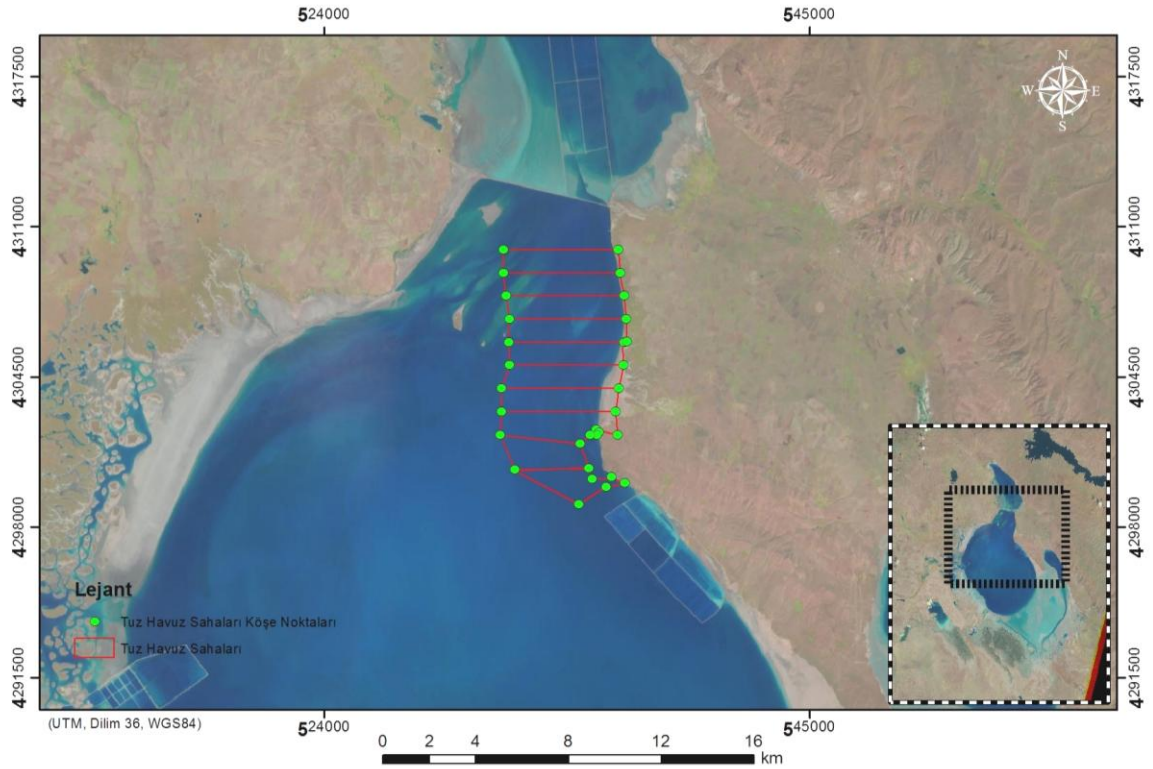
Şu anda tuz üretimi 3 tuzladan (Kaldırım, Kayacık ve Yavşan tuzlaları) karşılanmaktadır. Kaldırım ve Kayacık Tuzlaları arasında kalan 10 adet “Yeni Tuzla Alanı” belirlenerek, Ağustos 2011 tarihinde ihale edilmiştir. 20.04.2011 tarih ve 5940 sayılı Ankara Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu kararına göre “tuz üretim alanı olarak ihale edilmesi isteminin uygun olduğuna” karar verilmiştir. İhalesi edilerek sahiplerini bulan 10 tuzlanın toplam alanı 4.845 hektar (48,45 km²) olup, bu tuzlalar yaklaşık toplam 29 km²lik kısımda üretim yapılacaktır



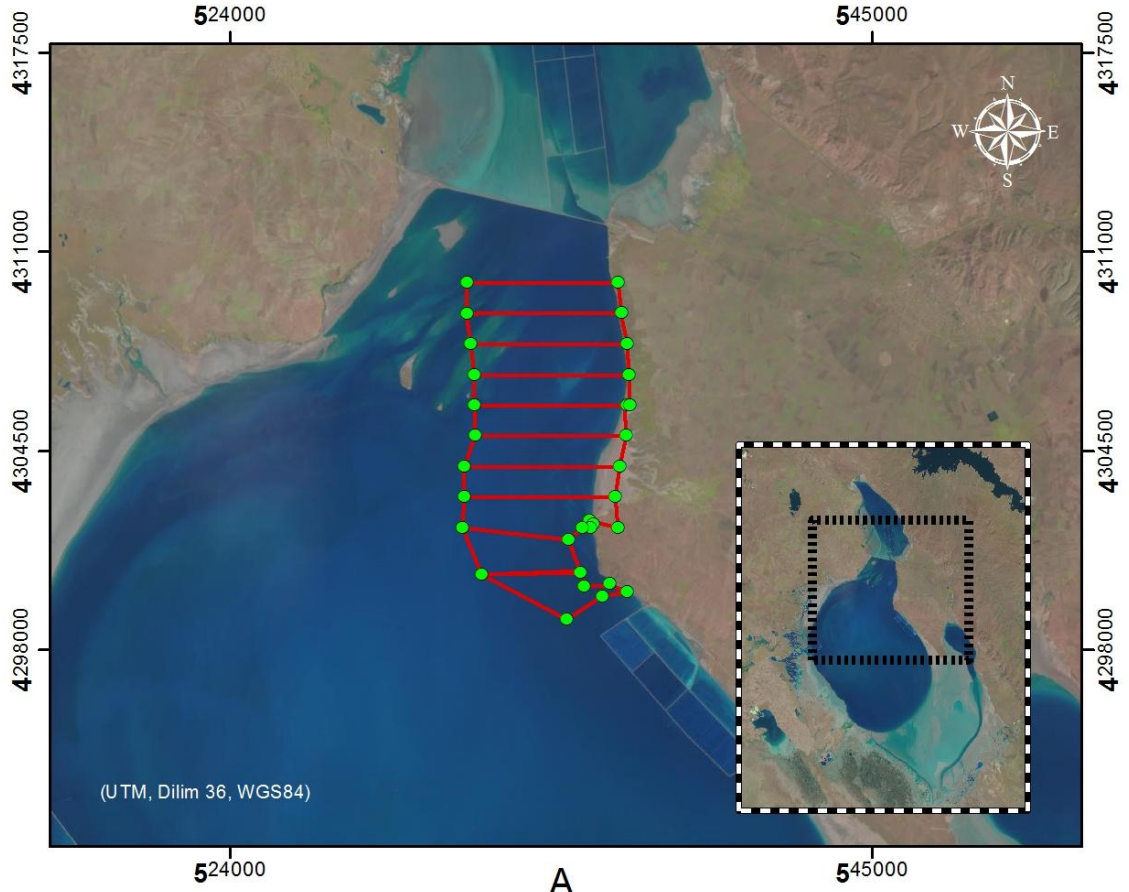
Şekil 5.11. Tuzlaların Genel Görünümü.

5.6.2. Yeni açılacak tuz işletmeleri

Türkiye’de tuz stratejik öneme sahip ürünler arasında sayılmış Tekel adı altında faaliyet gösteren Devlet kurumunun bünyesinde çıkartılmıştır. 3078 sayılı Tuz Kanunu’nun 2. maddesinde Tuz İşletmelerinde üretilen ham tuz 140 santigrat derecede kurutulduğu takdirde en aşağı %95 klorsodyumu ihtiva eden ve zehirli mürekkabattan arı bulunan madde olarak tanımlanmıştır. Tuz İşletmelerinde üretilen ham tuza ilişkin başkaca bir sınırlama veya standart bulunmamaktadır. 3078 sayılı Tuz Kanunu’nun 26.06.2001 tarihinde yürürlükten kaldırılmış ve tuz, Maden Kanunu kapsamına alınmıştır. Bu nispetle 2001 yılında mevcut tuzlalar özelleşmiş Ağustos 2011 tarihinde ise ihale edilerek 10 adet yeni tuzla sahaları firmalara tuz üretmek üzere tahsis edilmiştir. Bir firmaya ait gelir-gider tablolarını incelemem sonucunda gördüm ki; söz konusu üretim sahasında bir yıllık kar oranı %106 olarak karlı bir yatırım olanağı da sunmaktadır:



Şekil 5.12: Yeni açılacak tuz sahaları EO-1 Uydusu Uydu Görüntüsü.



A



B

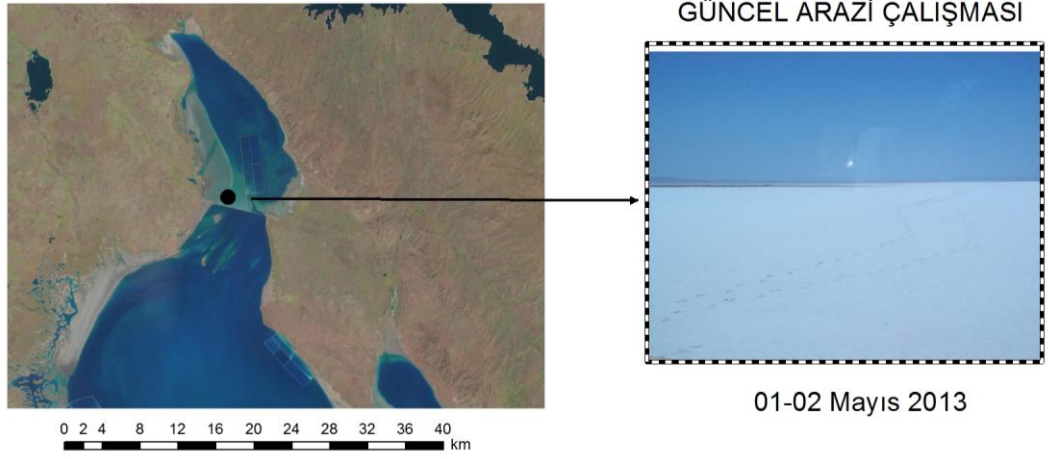


C

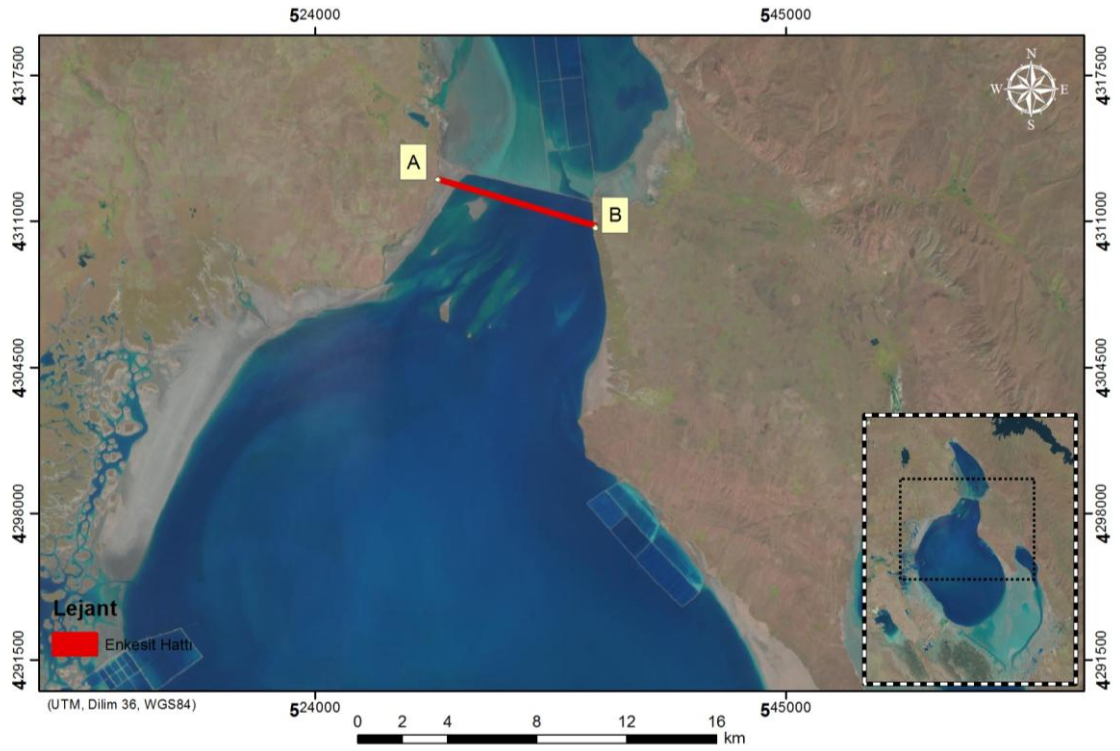
Şekil 5.13. A)Tuz Sahaları Landsat 7 2003 Uydu Görüntüsü B) Arazi Çalışması Seddelerden Görünüm C) Arazi Çalışması

İklimsel değişiklikler ve kuraklığa bağlı olarak Tuz Gölü'nün 1984-2011 yılları arasında %80 küçüldüğü bilinmektedir. Bu nedenle de göldeki su rezervinin ve su kalitesinin korunması açısından oldukça önem taşımaktadır.

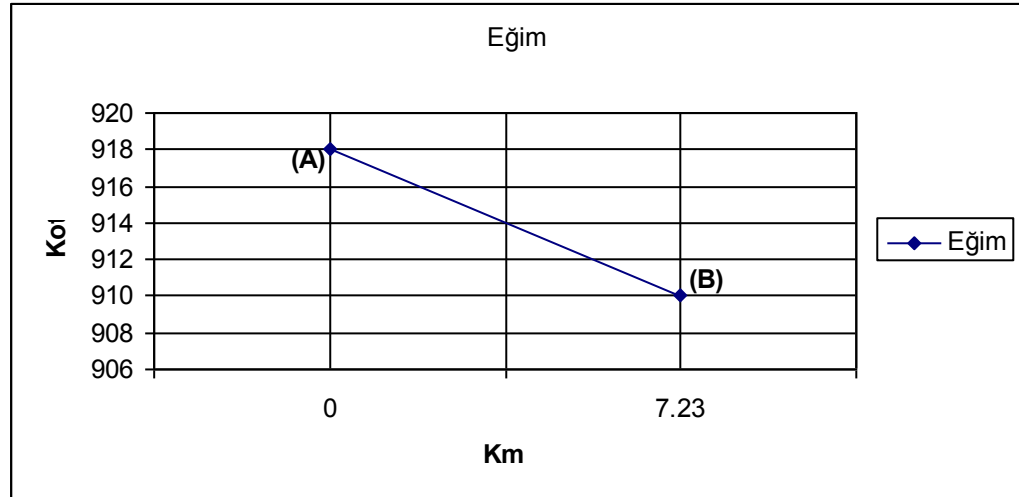
01-02 Mayıs.2013 tarihinde yapılan arazi çalışmasında, yerinde yapılan gözlemler ile bölgede, ince bir boğaz şeklinde olan kısmının Batı kıyılarında çölleşmenin had safhada olduğu bataklık bir zemine dönüştüğü tespit edilmiştir (Şekil 5.14.).



Şekil 5.14. Batı Kıyıları Çölleşme.



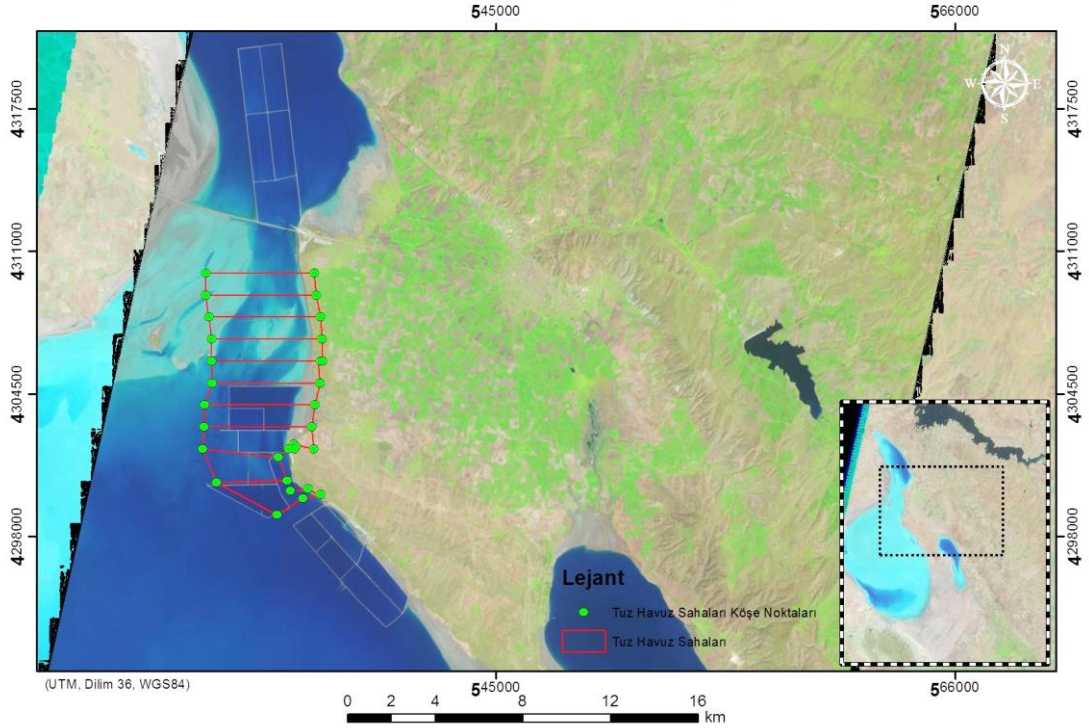
Şekil 5.15. 2003 tarihli Landsat 7 A-B Noktaları Konum Haritası.



Şekil 5.16. Tuz Gölü Doğu-Batı Arası Kot Farkı.

Tuz Gölü'nde tuz üretimi, gölde biriken suyun buharlaşarak tuzun kristalleşmesi esasına dayanmaktadır. Tuz gölü içerisinde yeni tuzla açılması ile tuz gölü ve çevresi su bütçesi göz önüne alındığında, rezervuar, beslenme alanı ve havzanın tabii dengesi etkilenecektir. Yeni yapılacak tuz sahalarının gölün kuzeyinden güneyine su geçişini engelleyecektir. Milyonlarca ton toprak ve taş havuzları hazırlamak amacıyla göle boşaltılacaktır. Bu gölün tabii dengesini bozacaktır.

TUZ GÖLÜ'NE AÇILACAK TUZ SAHALARI



Şekil 5.17. 2013 Mart ayı EO-1 Uydu Görüntüsü Yeni Açılan Tuz Sahaları Kuzey-Güney Geçiş Noktası Uydu Görüntüsü

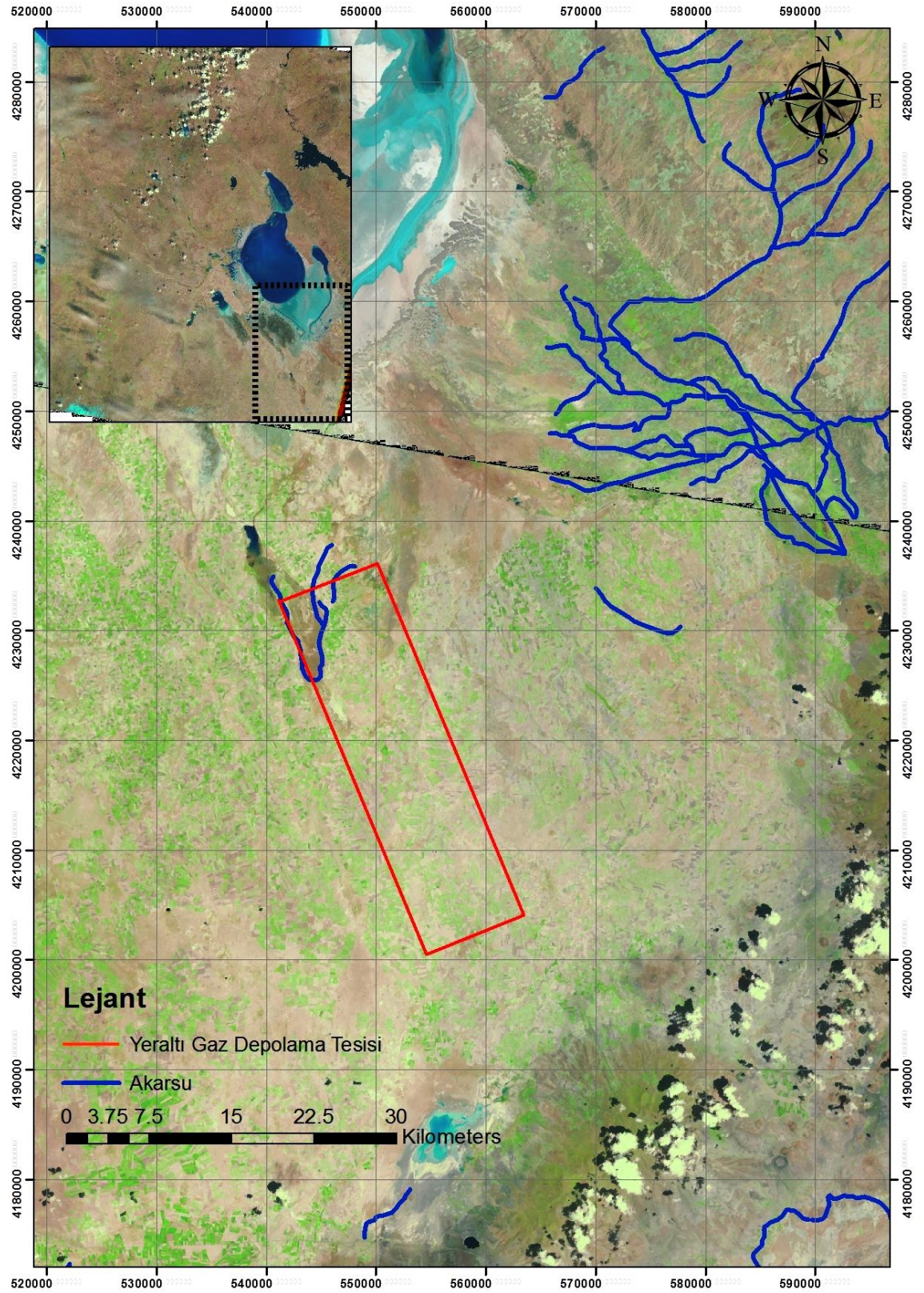
Ayrıca Şekil 5.17. 'te görüldüğü gibi gölün kuzeyinden güneyine su geçişi sadece doğu kıyılarından olmaktadır. Çünkü gölün doğu-batı enkesiti batı kısmına doğru eğimlidir (Şekil 5.16.). Yani sular azalmaya başladığında kuzey-güney geçişi yeni açılacak tuzlalar kesiminden geçmektedir. Bu nedenle gölün doğu kıyılarına açılacak yeni tuz sahaları, gölün tamamen iki parçaya ayrılmasına ve güneyinin zamanla tamamen kurumasına neden olacaktır. Ayrıca 2006 yılında özelleşen bir tuz işletmesinin DSİ 4. Bölge Müdürlüğü'nün yazdığı yazıda gözle görünen bir şekilde her yıl göl seviyesinin azaldığı artık Ocak-Haziran ayları arasında yer altı suyu kullanımı olmadan üretim yapılamadığı belirtilmektedir. Üstelik yeni açılan tuz işletmeleri şartname gereği her yıl kotalı bir üretim tamamlamak zorundadır. Bu durum ise sürekli azalan yer altı sularının kullanımına yol açarsa büyük oranda yer altı suyu ile beslenen “Tuz Gölü yok oluş sürecini” hızlandıracaktır. Bu nedenlerle su bütçelerinin dengelerinin korunması büyük önem arz etmektedir.

5.7. Doğalgaz Depolama Tesisi

Dünyanın en büyük stratejik yer altı zenginliği olan petrolü doğalgaz takip etmektedir. Stratejik öneme sahip bu enerji kaynağı son yıllarda teknolojinin de gelişmesiyle elektriğe olan talebi arttırmış, doğalgaz ile enerji üretiminde büyük artışlar yaşanmıştır. Tüm bunların yanında hava kirliliğinin de tehlikeli boyutlara ulaşması sonucunda konut ve sanayi sektöründe doğalgaz kullanımı artış göstermiştir.

Botaş 'ın 2008 yılı verilerine göre doğalgaz tüketiminin yalnızca % 4'ü depolanabilmektedir. Bu da yoğun kış şartlarında 15 günlük bir doğalgaz tüketimine denk gelmektedir. Üstelik elektrik üretimin %50'lere varan oranda doğalgaz'dan üretildiği hesaba katılınca ne kadar dışa bağımlı olduğumuz ortaya çıkmaktadır. Bu gibi veriler alternatif enerji ve doğalgaz depolama tesislerinin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Proje kapsamında, Tuz Gölü'nün yaklaşık 40 km. güneyindeki Aksaray İli, Sultanhanı Beldesi yakınlarında yerin yaklaşık 1.100 ile 1.400 m. altında bulunan tuz yapılarında doğal gaz depolanması amacıyla, her birinin fiziksel hacmi 630.000 m³ olan (yaklaşık 500 milyon m³ çalışma gazı), toplam 12 kaverna (suni mağara) oluşturulacaktır. 12 kavernanın tamamlanması ile yaklaşık toplam 1 milyar m³ çalışma gazı kapasitesine ulaşılacak ve günlük maksimum 40 milyon m³ gaz Türkiye doğal gaz şebekesine verilebilecektir. 2015-2016 yılında 6 adet depodan oluşan birinci aşamanın, 2018-2019 yıllarında ise ikinci aşamanın tamamlanarak Tuz Gölü doğal gaz yer altı depolama projesi kapsamındaki tesislerin bir bütün olarak devreye alınması planlanmaktadır. (BOTAŞ, 2010)



Şekil 5.18. Yer altı Gaz Depolama Tesisi Uydu Görüntüsü

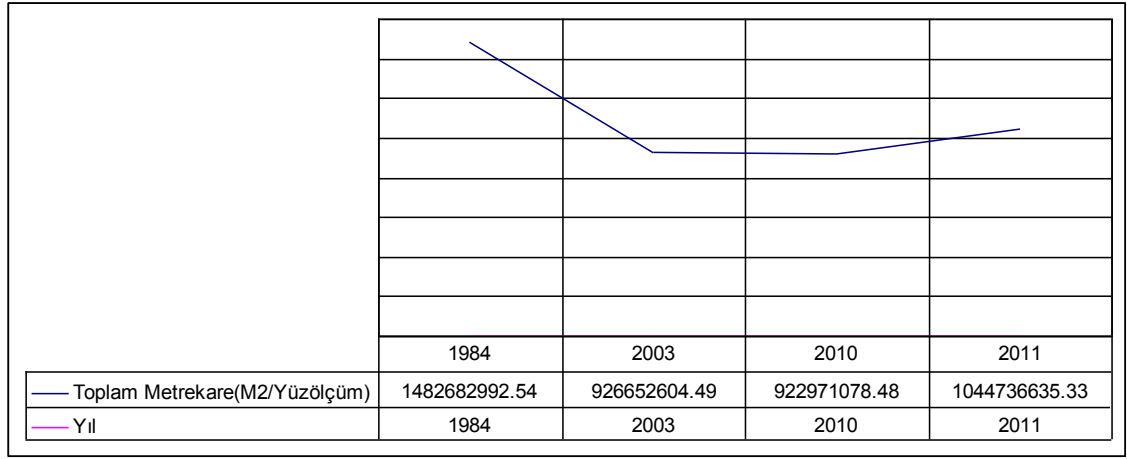
Yer altı gaz depolama tesisi yapılması için Tuz Gölü'nün güneyinde (Şekil 5.18.) bulunan sahada yeraltında bulunan tuz domları yer altı suları ve Hirfanlı barajından temin edilecek su ile eritilip çıkan tuzlu suyun liç testi yapılarak Tuz Gölü'ne aktarılması düşünülmektedir. Yıllık 5.000.000 m³ yer altı suyu kullanımına DSI

tarafından izin verilmiştir. Fakat Botaş bu miktarın yeterli olmadığı projeye hız kazandırmak amacıyla kapasitenin 2 katına çıkması gerektiğini savunmaktadır. Bu sebeple Hirfanlı barajından su temini yapılacaktır. Fakat alarm durumunda olan yer altı suları (Şekil 5.7.) ve havza ölçeğinde su dengelerinin bozulacağını öngörmekteyiz. Çalışmalar tez hazırlama esnasında başlamış olup 2 adet kavernanın inşaatı tamamlanmıştır.

5.8. Tuz Gölü ve Çevresine Ait Sulak Alanların Zamansal Değişim Analizi

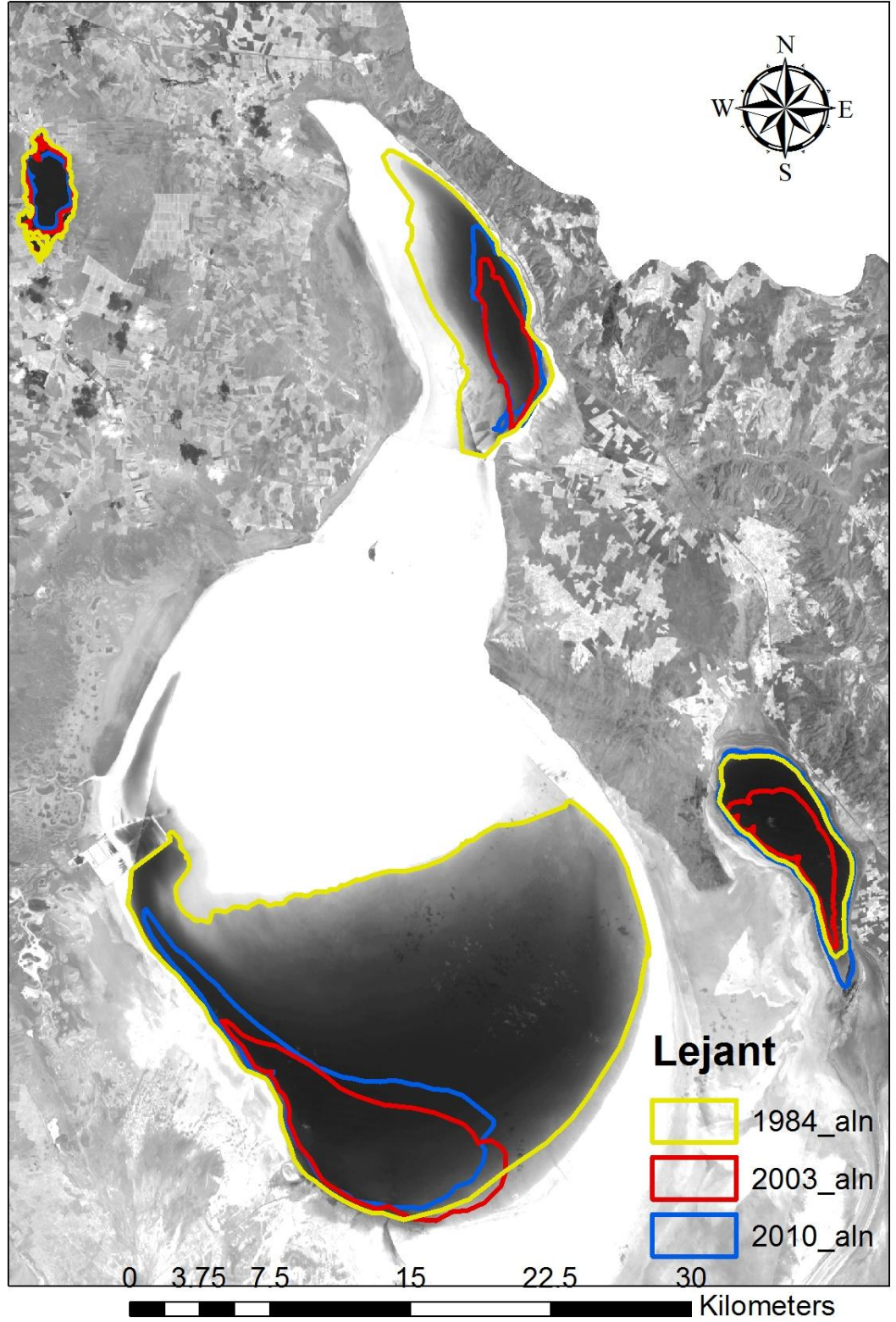
Bu bölümde eş-zamanlı uzaktan algılama verileri kullanılarak elde edilen sonuçlar, su ile örtülü alanların uydu verisi ile belirlenmesi işleminde sağlıklı bir hesaplamanın yapılabilmesi için en uygun spektral aralığın sadece termal bantların olduğu bölge olduğunu göstermiştir. Çünkü su ile kaplı alanlar termal bantta siyah diğer alanlar ise gri tonlarda gözükmektedir. Konya Kapalı Havzasında bulunan göllerdeki su ile örtülü alanlarda meydana gelen değişimin, Landsat-5 TM verileri kullanılarak 1984 ve 2011 yılları arasında Konya Kapalı Havzasındaki suyla kaplı alanların zamansal değişimi incelenmiştir

Landsat-5 TM uydusuna ait termal bantlar kullanılarak, gerçekleştirilen çalışmalarda Konya Kapalı Havzasında bulunan Tuz Gölü de dahil olmak üzere irili ufaklı toplam 29 sulak alanlara ait kıyı çizgisi değişimleri irdelenmiştir. 1984, 2003 ve 2010,2011 yıllarına ait Landsat TM uydu verileri kullanıldığı Bu işlem sonrasında, elde edilen suyla kaplı alanlara ait (raster) sınıflar, vektörlere dönüştürülerek (raster-vector conversion) kıyı çizgileri elde edilmiştir. Konya Kapalı Havzası içerisinde bulunan söz konusu sulak alanların 26 yıllık periyot içerisinde kuraklıktan çok ciddi derecede etkilendiği Şekil 5.19. 'da açıkça görülmektedir. Düden ve Bolluk Göllerinde kıyı çizgisi değişimlerinin 1km'yi geçtiği belirlenmiştir. Bunların dışında Tersakan Gölü'nün tarımsal alanların en yoğun olduğu bölgede bulunduğunu hatırlamakta yarar vardır.



Şekil 5.19. Yıllara Göre Sulak Alanların Değişimi

Bununla birlikte 2003-2010 arasındaki 1984 beri küçülmekte olan sulak alanların sert düşüşü durmuş yaşanan yağmurlar sonucu burada geçici bir iyileşme sonucunu doğurmuştur. Tuz Gölü’ de son 27 yıllık periyot içerisinde yaklaşık %80’leri bulan oranda küçülmüştür (Şekil 5.20.).



Şekil 5.20. 1984 yılı Tuz Gölü Uydu Görüntüsü ile Tuz Gölünün Zamansal Değişimi.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Konya Kapalı Havzasındaki Sulak Alanların Zamansal Değişiminin incelenmesi ile elde edilen sonuçlar,

2008 yılı itibarı ile DSİ IV. Bölge Müdürlüğü'ne bağlı sınırlar dâhilinde açılan toplam 93.948 adet sondaj kuyusundan 66.808 adedi belgesiz (kaçak) olarak açılmıştır. Konya Kapalı Havzası'nda kaçak açılan sondaj kuyuları tüm kuyuların % 70'i kadardır. Dolayısıyla, havzanın yer altı suları “alarm” durumundadır. Bu kuyular acilen kontrol altına alınmalıdır.

Konya Kapalı Havzası genelinde sulanan alanların yarısından fazlasında çok su isteyen meyve ve sebzeler yetiştirilmektedir. Üstelik bu meyve ve sebzelere salma sulama sistemi kullanılarak su kullanımı gerçekleşmekte bu da alması gereken su miktarından ürün deseni ve damla sulama sistemine bağlı olarak %80'den daha fazla su kullanıldığını ifade etmektedir.

Ayrıca Konya Kapalı Havzasında Meteorolojik veriler ve çok zamanlı uydu görüntüleri ile Konya Kapalı Havzası incelenmiş, Konya Kapalı Havzasını besleyen su kaynaklarının mevcut durumu belirlenmiş ve uydu görüntülerinin kullanımının gerekliliği açıklanmıştır. Yapılan araştırmalar, Konya Kapalı Havzasını besleyen yeraltı sularının kontrolsüz şekilde kullanımı sonucunda, suyla kaplı alanlarda azalmaya neden olduğunu göstermiştir. Yeraltı suları konusunda en önemli husus, meteorolojik olaylardan farklı olarak, kontrol edilebilir ya da kontrolsüz kullanımının önlenabilir olmasıdır.

Tuz Gölü'nü besleyen akarsuların incelenmesi ile elde edilen sonuçlar,

Tuz Gölü'nün batı kıyılarından göle ulaşan iki temel kaynak, Cihanbeyli'den gelen İnsuyu Deresi ve Kulu'dan gelen Değirmenözü Dereleridir. Bu derelerin her ikisinin de yatakları değiştirilerek, İnsuyu Deresi Cihanbeyli'de oluşturulan gölete (1992), Değirmenözü Deresi de Düden Gölü'ne çevrilmiştir. Bu durum Konya Kapalı Havzasının batı kısmındaki (kıyılarındaki) çoraklığın artmasına neden olmaktadır. Kontrollü bir şekilde bu bölgelerde Tuz Gölü'ne su salınması sağlanmalıdır.

Konya Kapalı Havzasında bulunan Tuz Gölü'nü güneyden besleyen Eşmekaya Sazlıklarındaki (Bağlıca Kaynakları) su miktarının oldukça azaldığı tespit edilmiştir.

Konya Kapalı Havzası, Özel Koruma Alanı içerisinde bulunan Düden (Kulu), Tersakan ve Bolluk Göllerine ait kıyı çizgisi değişimleri incelenmiştir. Söz konusu göllerin 26 yıllık periyot içerisinde kuraklıktan çok ciddi derecede etkilendiği, Düden ve Bolluk Göllerinde kıyı çizgisi değişimlerinin 1km'yi geçtiği belirlenmiştir.,

Peçeneközü deresi ile ilgili arazi çalışmasında göle ulaşan herhangi bir akarsuya rastlanılmamıştır. Peçenek Barajı tarafından tüm su tutulmaktadır. Hâlbuki kontrollü bir şekilde su tutularak bu kuruma engellenebilir.

İklimsel Verilerin Analiz Edilmesi ile elde edilen sonuçlar,

Mevcut durumdaki bütün bu sıkıntıların yanı sıra küresel iklim değişikliğinin Konya Havzası'nı gelecek yıllarda olumsuz yönde etkilemesi beklenmektedir. Konya Kapalı Havzasına ait 3 adet meteorolojik istasyona ait ortalama sıcaklık verileri 1984-2011 periyotlarında incelenmiş ortalama sıcaklıklarda 0.2 ile 1.5 °C artış olduğu saptanmıştır. Bilimsel verilere göre, sıcaklıklardaki 1 derecelik artış, iklime bağlı afetlerin meydana gelme ihtimalini de yüzde 30 oranında artırmaktadır.

Sıcaklık değişimlerinin incelenmesi aşamasında karşılaşılan en dikkat çekici nokta, 5 yaz ayı Mayıs-Haziran-Temmuz-Ağustos-Eylül sıcaklık değerlerindeki artışın yıllık ortalama sıcaklık değerlerindeki artıştan daha da fazla olmasıdır. Bu noktada yaz kuraklığından söz edilebilir. Tuz Gölü Havzasında yaz kuraklığı son yıllarda artış göstermektedir.

Toplam yağış miktarlarında meydana gelen değişimler incelenmiştir. Buharlaşma-terleme (Etpc) miktarlarında %60'ları bulan artış yaşanmıştır. Bunun bir sonucu olarak ise Konya Havzası'nda önümüzdeki 50 yılda yüzey suyunda % 65, yer altı suyunda %54 azalma olacağı ve havzadaki toplam kullanılabilir su miktarında (toplam su bütçesinde) %56 azalma olacağı öngörülmektedir.

Yer altı Gaz Depolama Tesisi'nin incelenmesi ile elde edilen sonuçlar,

Yer altı Gaz Depolama Tesisi 'nde Hirfanlı Barajı'ndan çekilip Tuz Gölü'ne deşarj edilecek tuzlu su, yapılan bilimsel analizler ve araştırmalara göre aynı karakteristik özelliklere sahiptir. Tuz Gölü su rezervleri bir can suyuna kavuşmakla birlikte havza genelinde doğal su yapısı etkilenecektir. Proje ayrıca Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından verilen ÇED Olumlu Belgesi almıştır.

Yeni açılan tuz sahalarının incelenmesi ile elde edilen sonuçlar,

Yeni tuz sahalarının açılmasıyla birlikte gölün kuzey-güney geçiş noktasında olan bölge 1 metrede neredeyse 30 ton'u bulan miktarda toprakla kapatılarak gölün doğal dengesi bozulacaktır. Üstelik bu seddelerin üstü de neredeyse 70 cm'i bulan miktarda 2 yüzü taşla kaplanacaktır. Üstelik doğu-batı yönünde düşey eğim batı yönüne eğimlidir. Bu eğimde bulunan yeni tuz sahaları gölün kuzey-güney su geçişini engelleyecektir.

Ayrıca yeni tuz sahalarının açılmasıyla üretimde yeraltısuyu kullanılmasının önüne geçilmesi sağlanmalıdır. Yeni oluşan havuzların yerel hidrojeolojik işleyişi

etkilememesi sağlanmalıdır. İşletme faaliyetleri esnasında yeraltısuyu kirletmesinin önüne geçilmesi ürünün stoklanması ve nakliyesi sırasında oluşabilecek kirlenme için önlem alınması ise bir zorunluluktur.

TBMM araştırma komisyonunun 2005 yılı raporuna göre, Tuz Gölü Havzası'nda 16 bin yer altı su kuyusu bulunmaktadır. Bunların Tuz Gölü Havzası'nda 6 bin ruhsatlı, 10 bin civarında kaçak kuyu bulunmaktadır. Bu hususta DSİ 4. Bölge Müdürlüğü tarafından ölçümler yapılmış olup yer altı su seviyesi sürekli azalmaktadır.

1990'li yıllardan itibaren açılan ruhsatlı ve kaçak kuyular nedeniyle hızla Tuz Gölü su kaybı yaşamış ve küçülmüştür. 2009 yılında MTA tarafından 2009 yılında yapılan bir araştırmaya göre 2006 yılında 7 Ağustos'ta çekilen uydu fotoğrafında, sadece Tuz Gölü'nün güney batısında küçük bir alanda su görülmektedir, 2006 yılı Ağustos ayında, Havza'da, bu su kütlesini etkileyebilecek herhangi bir anormal yağış söz konusu değildir. Bu bakımdan gölün güney kesimindeki bu sirkülasyon büyük olasılıkla Konya şehrinden gelen atıkların göle ulaşması sonucunda oluşmuş olmalıdır

Bugünkü koşullar devam ederse 2020 yılında Tuz Gölü'nün tamamen kuruması beklenmektedir. Kaçak kuyuların önlenememesi halinde, bu süre daha da öne çekilebilir.

Bu tez çalışmasında elde edilen sonuçlara ilave olarak;

- Tuz sahalarının kontrolsüz olarak gölden su alımı engellenmelidir.
- Mevcut yer altı su rezervine dokunulması engellenmelidir.
- Mevcut yeraltı su rezervlerinin sürekli azalmasından dolayı çiftçiler bilgilendirilmelidir.
- Salma sulama yöntemi yerine damla sulama yöntemi kullanılmalıdır.
- Kirletici kaynakların analizi yapılarak insan sağlığı için tehdit oluşturan (kanalizasyonların derelere boşaltılması vb.) durumların önlemlerinin alınmalıdır.
- Tuz gölünün mevcut su rezervini ve potansiyelinin araştırılması, göle su girdilerinin belirlenmesi amacıyla hidrojeolojik model oluşturulması gereklidir.
- Peçenek barajı ve Düden (kulu) göllerinden Tuz Gölü'ne kontrollü bir şekilde suların serbest bırakılması gerekmektedir.
- Yeni açılan tuz sahalarında göle dökülen toprak ve taşların ilgili kurumlarca denetiminin sağlanması gereklidir.
- Yeni açılan tuz sahalarının olduğu bölgede yeni tuz sahalarının açılması engellenmelidir.

Bu ve benzeri önlemler Tuz Gölü'nün daha iyi anlaşılmasına ve problemlerin çözümüne katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Akça, D., Doğan, S., 2002. Sayısal Görüntülerde Ana Bileşenler Dönüşümü, Harita Dergisi, 129, 1-15
- Aksoy, H. T., 2001. Çok Zamanlı Uydu Görüntü Verileriyle Kentsel Gelişim Analizi: Bursa Osmangazi Belediyesi Yüksek Lisans Tezi
- Altuntaş, C. ve Çorumluoğlu, Ö., 2002. Uzaktan Algılama Görüntülerinde Digital Görüntü İşleme ve Rsimage Yazılımı, Selçuk Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Öğretiminde 30. Yıl Sempozyumu, 16-18 Konya.
- ATLAS Petrol Gaz İthalat İhracat Pazarlama Ticaret A.Ş. Tuz Gölü Yeraltı Doğal Gaz Depolama Tesisi Çevresel Etki Değerlendirmesi Başvuru Dosyası (hazırlayan DOKAY-ÇED Çevre Mühendisliği Ltd. Şti.)
- Bausmith, J.M., Leinhardt, G., 1998. Middle School Students' Map Construction Understanding Complex Spatial Displays, Journal of Geography, 97, 93-107.
- BOTAŞ Faaliyet Raporu, 2010.
- Çelik M., Saygın Ö., Süer A., Kınacı O., Günay E., Çaçtaş E., Dal F., 2004. Şehir Planlamada Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Çalışmaları. Türkiye 3. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri Bildirisi. Fatih Üniversitesi, İstanbul.
- Duran C., 2007. Uzaktan Algılama Teknikleri ile Bitki Örtüsü Analizi, Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü DOA DERGİSİ (Journal of DOA)
- DSİ IV. Bölge Müdürlüğü, 2008. DSİ IV. Bölge Müdürlüğü Projeleri ve Konya Kapalı Havzası Master Plan Çalışmaları Sunumu
- Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Ankara V. Bölge Müdürlüğü, 2008. Peçenek Barajı Sulaması Peçenek Barajı Sulaması Planlama Revizyonu ve Proje Yapımı İş Nihai Çed Raporu (hazırlayan AKAR-SU Mühendislik Müş.Ltd.Şti.-SU/YAPI Mühendislik ve Müşavirlik A.Ş. Konsorsiyumu)
- Ekercin, S., 2007. Uzaktan Algılama Ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Entegrasyonu İle Tuz Gölü Ve Yakın Çevresinin Zamana Bağlı Değişim Analizi Doktora Tezi İstanbul Teknik Üniversitesi İSTANBUL
- Goodchild, M.F., 2001. Metrics of scale in remote sensing and GIS, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 3, 114-120.
- Harris, R., 1987. Satellite Remote Sensing: An Introduction, Routledge & Kegan Paul Press. New York
- İşlem Şirketler Grubu, 2002. Uzaktan Algılama-1 Eğitim Dokümanı.
- Jensen, J.R., 2000. Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective, Prentice Hall Press. Upper Saddle River.

- Jaiswal, R.K., Mukherjee, S., Raju, K.D., Saxena, R., 2002. Forest fire risk zone mapping from satellite imagery and GIS, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 4, 1-10.
- Karaağaçlı Doç. Dr. A., 2013. Bilge Adamlar Stratejik Araştırmalar Merkezi İnternet Sitesi Makaleleri.
- Lillesand, T. M., 1990. Remote Sensing and Geographic Information Systems, Forest Science, Chapter 13.
- Lillesand, T.M. ve Kiefer, R.W., 1994. Remote Sensing and Image Interpretation, 3rd. Ed. John Wiley&Sons, Inc. 750s.
- Matkav, D., Sunar, F., 1991. Uzaktan Algılama-Kantitatif Yaklaşım.
- MTA Genel Müdürlüğü, 2009. Tuz Gölü Havzası Çevresel Veri Envanterinin Hazırlanması ve Gölün Koruma Alanı Son Sınırının Belirlenmesi
- Musaoğlu, N., 1999. Elektro-Optik ve Aktif Mikrodalga Algılayıcılardan Elde Edilen Uydu Verilerinden Orman Alanlarında Mescere Tiplerinin ve Yetiştirme Ortamı Birimlerinin Belirlenme Olanakları, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi.
- ÖÇKKB, 2001. Tuz Gölü Entegre Çevre Projesi Fizibilite Çalışması, Nihai Rapor, İdom, Inclam, Iberinsa, ÖÇKKB (T.C. Çevre Bakanlığı, Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı), Ankara.
- Önder M., 1998. Uydu Görüntülerinden Elde Edilen Sayısal Ortofotoların Coğrafi Bilgi Sistemi İçindeki Etkinliği, Harita Dergisi, 120, s. 10-19.
- Örmeci C.,1987., Uzaktan Algılama (Temel Esaslar ve Algılama Sistemleri),İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, İstanbul
- Özbalmumcu M., 1996. Coğrafi Bilgi Sistemi Oluşturulması İçin Veri Kaynakları, Yöntemleri ve Sistemlerinin Araştırılması, CBS Sempozyumu Bildirisi, İstanbul. S. 99-107.
- Özdemir M. A., 1975-2005. Muhammet BAHADIR,2010:Uzaktan Algılama ile Acıgöl Havzasında Arazi Kullanımının Zamansal Değişimi Analizi Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi
- Özerdemler Madencilik San. ve Tic. AŞ. 2012: 201101183 (ER: 3270281) Ruhsat Numaralı Tuz Üretimi ÇED RAPORU (hazırlayan MGS Proje).
- Özkan C., 2000. Uzaktan Algılama verileriyle orman yangını analizi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü
- Paine, D. P., Kiser, J.D., 2003. Aerial Photography and Image Interpretation, John Wiley & Sons Pres. New Jersey
- Remote Sensing-A Quantitative Approach; Swain/Davis), Çeviri Kitap, Hürriyet Ofset, İstanbul

Sonel, N., Kulke, H., Sarı, A., Acar, A., Ayyıldız, T., Kadioğlu, Y., Özkul, M., Yıldız, A., Doğan, U., Habo, M., Paeghe, W., ve Doğan, M., 1995. Tuzgölü havzasının jeolojisi ve hidrokarbon potansiyelinin değerlendirilmesi projesi TPAO 1. Faaliyet Raporu, 27s

Soviet Census Reports for 1926 and 1989.

Turoğlu, H. 2000. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel Esasları, Acar Matbaacılık ve Yayıncılık Hizmetleri A.Ş. İstanbul. 246 s.

WWF Görüş Bildirisi, 2012. Havzalar Arası Su Transferi

Yalçın M., Belge Gazetesi

Yıldırım, Ü., Özdemir, M.A., Döker, M.F., (2004), Dijital Türkiye Atlası, 3. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, İstanbul, Türkiye, Ekim 2004, 1-10.

Yomralıoğlu, T., 2000. Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar, Seçil Ofset, İstanbul.

URL-1 T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü Hassas Alanlar Dairesi Başkanlığı Sulak Alanlar Şube Müdürlüğü Web Sitesi <http://www.turkiyesulakalanlari.com/kulu-duden-golu-konya/>

URL-2 <http://www.timeturk.com/tr/2013/04/17/kurudugu-icin-kuslarin-terk-ettigi-duden-golu-yeniden-eski-ihtisamina-kavusuyor.html>

URL-3 LANDSAT 7 Yörüngeleri
http://academic.emporia.edu/aberjame/remote/landsat/landsat_tech.htm

URL-4 <http://landsat7.usgs.gov>

URL-5 <http://www.nik.com.tr>

URL-6 <http://space.skyrocket.de>

URL-7 <http://www.usgs.gov>

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Caner ZORLU

Doğum Yılı : 1986

Eğitim Bilgileri (Kurum ve Yıl)

Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi - Harita Mühendisliği - 2009

Yüksek Lisans : Aksaray Üniversitesi - Harita Mühendisliği - 2013

Doktora : -

İletişim Bilgileri

Adres : Etimesgut Belediyesi Plan ve Proje Md.Etimesgut/ANKARA

Telefon : 530-323 88 99

E-posta : czorlu@etimesgut.bel.tr

