

# Akşehir Gölünün Akşehir Çölüne Dönüşü Süreci ve Etki Eden Faktörler

Ali ÇATAL<sup>1</sup>

Orhan DENGİZ<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü, Ankara

<sup>2</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun

\*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail) : odengiz@omu.edu.tr

Geliş tarihi (Received) : 14.12.2014

Kabul tarihi (Accepted): 18.03.2015

## Öz

Bu çalışmada, İç Anadolu Bölgesi'nin güneybatısında Konya ve Afyonkarahisar illeri arasındaki Akarçay çöküntü havzasında yer alan Akşehir Gölü'nün Akşehir Çölü'ne dönüşü süreci ele alınmıştır. Türkiye'nin beşinci büyük gölü olarak ifade edilen Akşehir Gölü'nün, Akşehir Çölü'ne dönüşü sürecine etki eden faktörlerden, jeolojik olaylar, iklim, bitki örtüsü, yer altı ve yer üstü su kaynaklarının kullanımı, nüfus artışı gibi etkenler bir araya getirilerek, 40 yıllık süreçteki değişimler, uzaktan algılama yöntemi ile ortaya konulmaya çalışılmıştır. 1973-1984 yılları arasında, göl yüzey alanında (göl aynasında) çok az miktarda artış-azalmalar yaşanmış olup, bu değişimler, yıllık yağış miktarı ve buharlaşma ile doğru orantılıdır. 1984 yılına kadar doğal olaylar ve insanlar tarafından, göle ve göle su akımı sağlayan yer altı ve yer üstü sularına önemli sayılabilecek bir müdahalede olmamıştır. Bu nedenle, 1984 yılı değerleri eşik değer (göl yüzey alanı 360 km<sup>2</sup>) kabul edilerek çalışma yapılmıştır. 1984 yılından sonra; yağışların azalması, buharlaşma, gölü besleyen su kaynaklarının baraj ve gölet yapılmak suretiyle kesilmesi, tarımsal sulamanın bilinçsizce artması, kaçak ve kontrolsüzce açılan yer altı su kuyuları, fabrika ve organize sanayi bölgeleri kurulması, termal oteller, nüfus artışı ve dolayısıyla evsel su tüketiminin artması nedeniyle, gölü besleyen su kaynaklarının debisi sıfır noktasına kadar düşmüştür. İnsanlar tarafından yapılan bu tesisler, gölün yok oluş sürecinde %90-95 etkili olmuştur. Akşehir Gölü'nün alınacak tedbirlerle 1984 yılı değerlerine tekrar geri döndürülmesi mümkün müdür? Değildir. Çözüm nedir? İnsan eliyle yapılan bu tahribatın çözümü için, artık insanlar tarafından yapılabilecek bir şey kalmamıştır. Yağış miktarının bundan sonra 1.500 mm'lerde seyretmesi, bol yağışlarla, yapılan ve yapılmaya devam eden 65 adet baraj ve göletlerin tamamıyla dolması, artan suların da tekrar akarlara verilmesi ve göle ulaşması temenni edilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Akarçay Havzası, Akşehir Gölü, göl yüzey alanı değişimi, uzaktan algılama

## From Being Akşehir Lake to Being Akşehir Desert: The Process and the Influential Factors

### Abstract

This study addresses the process of turning of Akşehir Lake, located in Akarçay depression between Konya and Afyonkarahisar Provinces in south-west Central Anatolia Region, into Akşehir Desert. Compiling the factors contributing to turning of Akşehir Lake which is called as the 5th largest lake in Turkey, into Akşehir Desert, geological incidents, climate, flora, use of water under and above the ground, population growth, the evolutions during 40-year period have been revealed through remote perception method. Between 1973 and 1984, slight increases and decreases were observed on surface area of the lake, which were directly proportional to annual precipitation amount and vaporization. There had been no considerable intervention by the natural incidents and human beings, Until 1984, to the lake or to the

water, either under or above the ground, which provided water flow into the lake. Therefore, the study is based on the values of 1984 which has been considered as threshold value (surface area of the lake is 360 km<sup>2</sup>). In the aftermath of 1984, flow rate of the water sources feeding the lake went down to zero due to the following reasons: less precipitation, vaporization, embanking the water sources feeding the lake through building dams and ponds, increase in unconscious irrigation, water wells opened illegally and out of control, establishing factories and organized industry zones, thermal hotels, population growth, and thus, increase in domestic water consumption. These premises built by the human beings has had an 90-95% impact on the disappear of the lake. Is it possible to turn Akşehir Lake back to how it was in 1984 through taking some measures? No, it is not possible. What is the solution? This destruction caused by the human beings have left nothing for a possible recovery by human beings. One may hope that the precipitation amount will be around 1.500 mm., the above mentioned 65 dams and ponds will fill up due to high precipitation, the excess water will be given to the water courses again ending up in the lake.

**Key Words:** Akarçay Basin, Akşehir Lake, change in surface area of the lake, remote perception

## GİRİŞ

Çağımızın hızla gelişen uydu teknolojisi, artan yersel ve tayfsal ayırım gücü ile yeryüzü doğal kaynakları hakkında yerbilimcilerine, arazi kullanım planlamaclarına doğruluğu çok yüksek, gerçekçi ve güncel veriler sunmaktadır. Uydu teknolojisinin, 1970'li yıllardan itibaren yeryüzünün her bölgesini belirli zaman aralıklarında gözlemleyebilme özelliği, yeryüzünde olan değişiklikleri bir biçimde ortaya çıkarmaktadır. Bu bağlamda, uzaktan algılama teknikleri ile yeryüzü doğal kaynaklarında olan zamansal değişimler en kısa zaman diliminde ve gerçeğe yakın bir şekilde belirlenebilmektedir. Elmore (2000), California'da (U.S.A) Owens vadisindeki arazi kullanım ve arazi örtüsündeki değişimleri belirlerken Landsat TM ve ETM görüntülerini kullanmıştır. Allen vd., (1999), Güney Carolina'daki arazi kullanım değişimlerini belirlemişlerdir. Kıyasal kaynakların turizm, ticaret ve konut gelişmesi nedeniyle büyük bir değişime uğradığını saptamışlardır. Bolca vd. (2005) Küçük Menderes Deltası kıyı bölümündeki değişimleri incelemek amacıyla yaptıkları araştırmada yöreye ait 1/25000 ölçekli 1963 yılı topografik haritalardan, 1972 ve 1993 yılına ait hava fotoğrafları ile 2005 yılı Aster uydu görüntülerinden yararlanmışlardır. Ayrımlı zaman süreçlerine ait kıyı ve ovadaki jeomorfolojik ve toprak özelliklerindeki değişimler harita şekline getirilmiş ve bunlar arasındaki zamansal ayrımlılıklar ortaya konulmuştur. Sayler (1996), Taha gölündeki altı yıllık değişimi izlediği çalışmada, Landsat MSS ve Landsat TM görüntüleri kullanarak değişim haritaları üretmiştir. Bu haritalar üzerinde yanmış alanları, kesilen ormanlık alanları ve kuruyan göl alanlarını belirlemiştir. Yıldırım vd. (2001), Gebze'de 15 yıllık süreçte arazi örtüsü değişimini, Landsat TM ve Spot XS görüntüleri kullanarak belirlemişlerdir. Çalışma

sonucunda altı sınıftan oluşturulan arazi örtüsü haritalarının karşılaştırılması ile doğal özellikli arazi örtüsü sınıflarının (vegetasyon) giderek azaldığını, insan yapımı olan arazi örtüsü sınıflarının (endüstri, kent) ise artış gösterdiğini saptamışlardır.

Akşehir Gölü Havzası bölgelerin değişim (geçiş) noktasında olup, yılın değişik dönemlerinde, içinde bulunduğu İç Anadolu Bölgesinin karasal iklimi ile komşusu olduğu Ege ve Akdeniz Bölgeleri ikliminin bazı özelliklerini yaşamaktadır. Küresel iklim değişikliğinden göl havzası da etkilenmektedir. Bölge halen aktif fay hatlarından Sultandağı Fay Hattı üzerinde olup, sürekli tektonik hareketlere maruz kalmakta, yer kabuğunda kırık ve çatlaklar oluşmaktadır. Gölün içinde bulunduğu havzada bitki örtüsü ve hidrografik durum, tarımsal, evsel ve sanayi amaçlı su kullanımı, sanayi ve sanayi atıkları gibi insanlardan kaynaklanan nedenlerle, doğanın aleyhine olumsuz yönde etkilenmektedir.

Gölün yok olması ile ilgili olarak genellikle iklim değişikliği, kuraklık, bilinçsiz sulama gibi nedenler sayılmaktadır. Sanır (1948) "1933-1935 yılları arasında göl tamamen kurumuş ve gölün bulunduğu yerden arabalar gelip geçmiştir. O tarihlerde göl tabanından, kimileri hayvan otlatmak ve artetik su çıkarmak maksadıyla yararlanırken bazı kimseler de göl tabanında tarla açmışlardır" ifadesi yer almaktadır. Bu durumda gölün tamamen kurummasına iklim değişikliği ve kuraklık dışında da etken yada etkenlerin mevcut olduğu gerçeği orta çıkmaktadır.

Akşehir Gölü Havzasının oluşumu, jeolojisi, coğrafyası, iklimi, bitki örtüsü, hidrografyası ve insanlardan kaynaklanan nedenler belirlenerek, glasiyal dönemde 42 m su yüksekliği olan Akşehir

Gölünün bugünkü çöl haline dönüşmesi sürecinin incelenmesi bu çalışmanın ana amacını oluşturmaktadır. Havzanın fiziki değişiminde, jeomorfolojik etkilerin, iklim değişikliğinin ve hidrografik değişikliklerin (doğal nedenler ve insandan kaynaklanan) etkisinin uzaktan algılama (UA) yöntemiyle 40 yıllık bir süreçte yaşanan değişiklikler tespitini yapmak ve sonuçlarını ortaya koymak amacıyla çalışma yapılmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Araştırma Alanı Genel Tanımı

#### Araştırma alanı konumu

Akşehir Gölü, İç Anadolu Bölgesi'nin güneybatısında Konya-Afyonkarahisar illeri arasında yer alır. Akşehir Gölü Havzası, toplam drenaj alanı 7340 km<sup>2</sup> olan kapalı Akarçay Havzası'nın güneydoğu ucunu oluşturan bir alt havzadır. Akarçay Havzası, Afyonkarahisar ilinin batısındaki Sincanlı Ovası'ndan başlayarak kuzeybatı-güneydoğu istikametinde Akşehir - Tuzlukçu - Doğanhisar ilçelerine kadar uzanan büyük bir çöküntü havzasıdır. 38°33' K- 31°18' D ve 38°37' K- 31°32' D ve 38°35' K- 31°34' D ve 38°25' K- 31°25' D coğrafi koordinatları arasında yer almaktadır. Akşehir Gölünü doğrudan etkileyen ve gölden etkilenen Akşehir Alt Havzası ise yaklaşık 2375 km<sup>2</sup> lik alanı kaplamaktadır (Şekil 1).

#### Gölün oluşumu ve jeolojik durumu

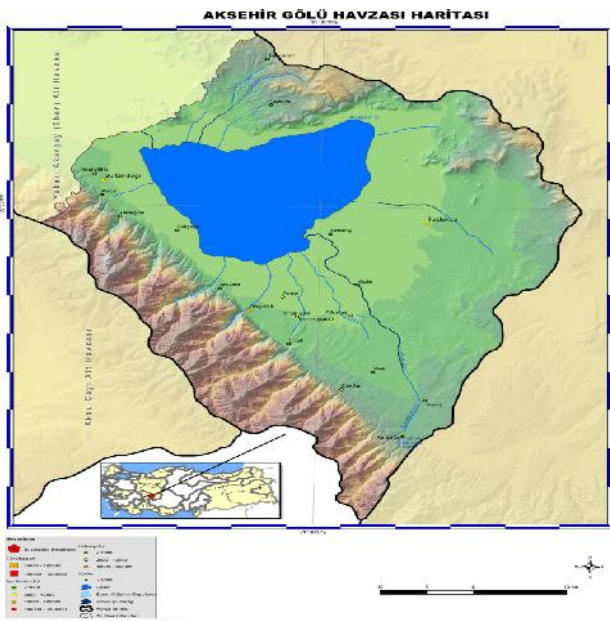
1945-1947 tarihinde Sanır (1948), yapmış

olduğu çalışmalarda Sultan Dağları'nın KB-GD yönünde uzanan bir antiklinal olduğunu, dağın en az 3 yükselme hamlesi ile yükseldiğini, Akşehir Gölü'nün kıyı kesimlerinde sekilerin olduğunu, bu sekilerin Akşehir Gölü'nün doğu kesimlerinde daha net gözlenebildiğini ve Akşehir Gölü'nün kuzeyinde falezlerin mevcut olduğunu açıklamıştır. Holosende meydana gelen erime ve birikme şekilleri mevcuttur. Söz konusu erime şekilleri daha çok yüksek kesimlerdeki karstik arazide meydana gelmişken; birikme şekilleri ise depresyon sahasında vücut bulmuştur. Eber-Akşehir depresyonunda, yeni birikinti konilerinde ve akarsu yataklarında rastlanılan holosene ait birikim şekilleri hala da oluşumlarına devam etmektedir. İnce bünyeli kum, kil, mil ve küçük ebatlı çakılların akarsularca Sultan Dağları'ndan depresyon sahasına taşınmasıyla teşekkül etmişlerdir. Eber Gölü'nün doğusu ve güneyi ile Akşehir Gölü'nün batısı ve kuzeyinde bulunan alüvyal topraklar holosende oluşmuştur (Atalay, 1977).

Sultan Dağları ile Emir Dağı platoları arasında kalan göl havzası senklinal (tektonik yan basınçların etkisiyle kıvrılma sonucu aşağı doğru çöken oluk) alanda buzul çağından sonra yaşanan iklim değişikliği ile eriyen buzullardan meydana gelmiştir. Göl düz zeminli tektonik ve kuaternere ait eski ve yeni alüvyonlarla çevrilidir. Doğru-batı genişliği 21 km ve kuzeydoğu-güneybatı genişliği 23 km dir. Dolu haliyle yaklaşık 360 km<sup>2</sup> büyüklüğündeki Akşehir Gölü, deniz seviyesinden 958 m. (1984 yılı itibarıyla) yükseklikte olup, ortalama derinliği 2.2 m, kuzey kesimlerin en derin yeri 7m güney kesimlerinde 1 m civarındadır. Coğrafya atlasları, yayımlanmış kitaplar, araştırma, tez ve dokümanlarda 353 km<sup>2</sup> alanı ve Türkiye'nin beşinci büyük gölü olarak ifade edilmektedir. Halihazırda göl alanı sıfır km<sup>2</sup>'ye yakındır.

#### Gölü besleyen yer üstü su kaynakları

Göl; doğal yağışlar ve Sultan Dağları'nda ilkbaharda eriyen kar ve yağmur sularının oluşturduğu çay/dereler ile beslenmektedir. Bunlar; Adıyan Suyu (Ortaköy); yıllık ortalama akım 58.18 hm<sup>3</sup>, yıllık ortalama debisi 1.84 m<sup>3</sup>/s, yaz aylarındaki durumu ise kurumaktadır. Engilli Deresi-Cankurtaran; yıllık ortalama akım 12.90 hm<sup>3</sup>, yıllık ortalama debisi 0.41 m<sup>3</sup>/s, yaz aylarındaki durumu ise kurumamaktadır. Tekke deresi-Akşehir-Karabulut; ölçüm yapılmamakta ve yaz aylarında kurumaktadır. Ayrıca, Nadir, Saray, Değirmenköy, Arslan Deresi, Dereçine, Çamözü, Gölçayır



Şekil 1. Akşehir Gölü haritası

Figure 1. Maps of Akşehir Lake

(Yasiyan), Ulupınar Köyleri ve Kasabalarından geçerek, ilkbahar ve kış aylarında göle ulaşan yaz aylarında kuruyan su akarları ile Eber Gölünün (hidrolik olarak iki göl birbirine bağlıdır) fazla suyunun doğal kanal yoluyla göle akmasından beslenmektedir (Tübitak-MAM, 2013).

Akarçay Havzası; Afyonkarahisar Sincanlı (Sinanpaşa) Ovasından başlayarak güney doğu yönünde Afyonkarahisar, Çobanlar, Çay, Sultandağı ve Akşehir Ovalarını içine alır. Havzanın ortasından Akarçay suyu akmaktadır. Havzanın batısından (başlangıç) doğu-güneydoğuya (bitiş) kotu; Sincanlı (Sinanpaşa) Ovası 1115 m Afyonkarahisar Ovası 1003 m Çobanlar ovası 986 m, Sultandağı Ovası-Eber Gölü 966 m. ve Akşehir Gölü 958 m dir. Akarçay kapalı havzasının en alçak yeri olan Akşehir Gölüne doğal su akışı olmaktadır. Yani havzanın batısındaki su doğal akım ile Akşehir Gölüne ulaşmaktadır. Akarçay Kapalı Havzasının en önemli yüzeysel su kaynağı Akarçay nehridir. Bunun haricindeki sular düşük debili olup yaz aylarının kurak geçmesi nedeniyle çoğu kez kurur veya suları çok azalır. Geçtikleri yerlerde sulamada kullanılırlar. Bunların çoğunu yan dereler teşkil eder. Akarçay'dan sonraki en önemli kol Kali Çayıdır. Kali Çayı Şuhut Ovasını geçtikten sonra yatağında bulunan Selevir Barajına girer ve sonrasında Akarçay Nehri ile birleşir.

DSİ tarafından 1964 yılından 2014 yılına kadar Akarçay Havzasına su akımı sağlayan tüm dere/çay ve su akarlarına baraj, gölet ve sulama tesisleri yapılmış veya inşasına başlanılmıştır. Bu tesislerin tamamının işleme açılması halinde, gölleri besleyen hiçbir kaynak kalmayacaktır.

### Yer altı suyu kaynakları

Akarçay Havzasında, DSİ tarafından 2014 yılına kadar yapılan yer altı suyu çalışmaları sonucunda, 221 kooperatifte 1288 kuyu ile 52250 ha saha işletmeye açılmış, 51 kooperatifte 143 kuyu ile 5800 ha sahanın ise planlaması tamamlanmıştır. Bunun yanında havzada, halk tarafından DSİ'den belge alınarak açılmış 2774 kuyu ile belge alınmadan ve bu nedenle kesin tespiti yapılamayan kaçak açılmış yaklaşık 1000 kuyu ile de münferit sulama yapılmaktadır (<https://www.dsi.gov.tr>, 2014).

### İklim

Akşehir İlçesi Kaymakamlık ve Belediyesi resmi internet sayfalarında bölgenin iklimi ile ilgili olarak; Bölgenin iklimi karasal iklimdir. Bunun yanında İç Anadolu ve İç Batı Anadolu iklimlerinin geçit yeridir. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve yağışlıdır.

Yağışlar daha çok kış ve ilkbahar aylarında düşer. Kışın sert günlerini baharı, yazı andıran günleri takip eder. Akşehir ve çevresi İç Anadolu bölgesinin en fazla yağış alan bölgelerinden birisidir. Yıllık sıcaklık ortalaması 12°C'dir (<http://www.aksehir.gov.tr>, [www.aksehir.bel.tr](http://www.aksehir.bel.tr), 2014)

Küresel iklim değişikliği nedeniyle, sıcaklık, yağış miktarı ve iklim tipinde bir değişiklik olup olmadığının yeniden incelenmesi gerektiği ortaya çıkmış, bu nedenle, Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü Akşehir İstasyonundan son 50 yıllık sıcaklık ve yağış değerleri temin edilerek, bölge iklimi ile ilgili olarak yeniden değerlendirme yapılmıştır.

Yapılan değerlendirme sonucu; bölgede, yılın Temmuz-Ağustos-Eylül ayları 15 mm, diğer aylarda ortalama 55-60 mm yağışlı, yağışlar kış aylarında kar, diğer aylarda yağmur şeklindedir. Son 50 yıl yağış ortalaması 572 mm dir. Yağışlar aylar ve yıllar itibariyle düzensizdir. Örneğin; 2001 yılında on bir ay boyunca düşük yağış olmuş son ayda ise önceki on bir aylık miktar kadar yağış olmuştur. Kış aylarında sıcaklık ortalama 3.5 °C, ilkbaharda 15 °C, yaz aylarında 23 °C ve sonbahar aylarında 13 °C dir. Yıllık sıcaklık ortalaması ise 12.0 °C dir. Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP, 2007) raporunda dünyada +2 °C lik bir ısınma ifade edilmiş ise de bölgede artış ya da azalma olmamıştır. Diğer taraftan yıllık yağış miktarında 118 mm bir azalma olmuştur. Halen doğal yağışlarla beslenen göl havzası için bu azalma çok önemlidir. Bölgenin iklimi; 50 yıllık meteoroloji verilerinin Erinç yöntemi ile değerlendirilmesi sonucu Yarı Kurak (Step) İklim sınıfındadır.

### Bitki örtüsü

Akşehir Gölü havzasının doğal bitki örtüsünde, yağış, sıcaklık, nem, yükselti ve toprak yapısı gibi faktörlerin etkisi görülür. Orman Bakanlığı araştırmalarında bölgede yükseklik basamağına göre 3 farklı flora kuşağı ayrılmıştır. Bu flora kuşağı; ova sahası ile kuzeyindeki Emirdağları üzerinde görülen step formasyonu, Sultan Dağları'nda görülen orman formasyonu ve Sultan Dağları'nın yüksek kesimlerinde görülen yayla (alpin) formasyonudur (<http://www.orman.gov.tr>, 2014).

### Erozyon

Göl seviyesinde yapılan ölçümler bir yandan göle dökülen akarsuların taşıdığı erozyon materyali, diğer taraftan kıyıların büyük bir kısmını teşkil eden aşınmaya karşı dirençsiz eski göl depolarının dalga

erozyonuyla aşındırılarak gölü doldurması sonucu sürekli olarak yükselmekte olduğunu göstermektedir (TUBİTAK MAM, 2013). Glasyal dönemde 42 m derinliğinde olan göl 1-2 metrelere kadar düşmüştür. Havza ölçeğinde görülen erozyonun temel sebepleri: Yanlış arazi idaresi, meyili yüksek arazilerin tarım alanı olarak kullanılması ve kontrolsüz ve bilinçsiz otlatma sonucu doğal örtü tahribatıdır. Erozyon sonucu, göl aynası genişleyerek su derinliği azalmış ve yüksek miktarda buharlaşmaya maruz kalmıştır. DSİ tarafından havzada su taşkınları ve toprak erozyonuna karşı önlem alınmaya başlanmıştır.

### **Nüfus, sanayi, tarımsal ve evsel amaçlı su kullanımı**

Akarçay havzasının nüfusu araştırma döneminin başında 616737 iken 2013 yılında 801009 olarak tespit edilmiştir. 40 yıllık süreçte nüfus artış oranı %30 dur. Gölü besleyen yer altı ve yer üstü su kaynakları, içme suyu, termal otel işletmeciliği, sanayi ve tarımsal amaçlı olarak kullanılmakta olup, son otuz yıl içerisinde 12 adet termal otel, 5 adet organize sanayi bölgesi, yaklaşık 20 adet orta ve büyük ölçekli fabrika işleme açılmıştır. Bu işletmeler kullandıkları suları arıtıp ya da arıtmayarak tekrar Akarçay'a ulaşacak şekilde doğaya bırakmaktadır. Yer üstü suları 5 baraj, 20 sulama göletinde tutularak tarımsal amaçlı sulama yapılmaktadır. DSİ tarafından açılıp kooperatifler aracılığı ile işletilen 1284 adet su kuyusunun her birinden ortalama 50 lt/sn miktarında su çıkartılarak sulama yapılmaktadır. Ruhsatsız olarak işletilen 1000 civarındaki su kuyusundan kullanılan su miktarı tespit edilememiştir. Gölü besleyen su kaynakları genellikle tarımsal amaçlı olarak kullanılmakta olup, tarımsal sulama tekniklerindeki teknolojik gelişmelere uyum sağlanamadığından, salma sulama yapılmaktadır. Yer altı ve yer üstü suları, bilinçsiz ve aşırı kullanım sonucu, buharlaşma nedeniyle tekrar yer altına dönmekte ve yer altı su rezervi de her geçen günde yok olmaktadır.

### **YÖNTEM**

Çalışma sahasına ait 50 yıllık yağış ve sıcaklık değerleri Akşehir Meteoroloji Müdürlüğünden, yer altı ve yer üstü su kullanım miktarları ile baraj ve gölet havzalarında tutulan su miktarları Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü resmi web sitesinden (<http://www.dsi.gov.tr/>), hava fotoğrafları Harita Genel Komutanlığından, yer hareketlerine ait bilgiler Kandilli Rasathanesi Müdürlüğü

kayıtlarından, CBS Kayıtları Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü MEGSİS' ten, demografik bilgiler Türkiye İstatistik Kurumu'ndan temin edilmiştir. Çalışma ağırlıklı olarak uzaktan algılama olduğu için ABD Jeoloji Araştırmaları (United States Geological Survey, USGS) web sitesinden (<http://www.usgs.gov/>), 1973-2014 yıllarına ait Landsat 1-5 MMS, Landsat 4-5 TM, Landsat 7 ETM+ Slc on/off, Landsat 8 OLI algılayıcıları ile oluşturulmuş 943 adet uydu görüntüsü incelenerek, maksimum yüzde beş bulut örtüsü olan görüntüler kullanılmıştır. Harita Genel Komutanlığı'ndan alınan ve 1 m'lik mekansal çözünürlüğe sahip 1953 yılına ait hava fotoğraflarının, ileriki yıllara ait çekimleri olmadığından Landsat uydu görüntüleri ile göl aynası değerlerinin karşılaştırılması yapılamamıştır.

Değişimin mekansal ve zamansal olarak izlenmesi, takibi ve değerlendirilmesi, değişim belirleme algoritmalarının birbirini takip eden farklı zamanlarda görüntülerin çekilmesi ile bir objede veya bir olaydaki değişimlerin takibi için uygulanmaktadır (Singh, 1989). Bu amaçla Landsat Uydu görüntülerindeki değişimlerin incelenmesi için, atmosferik farklılıkların giderilmesi, görüntü rektifikasyonu, mekansal ve spektral çözünürlüklerin eşitlenmesi, alansal değişimlerin sayısal olarak hesaplanması işlemleri Erdas Imagine ve ArcGIS programları ile yapılmıştır.

Yıllık bazda yapılan bu çalışmada kullanılan görüntüler ilkbahar, yaz ve sonbaharın aynı dönemleri (zaman dilimi) içerisinde yer almakta ve 40 yıllık bir süreyi kapsamaktadır. Bulutluluk veya uydu tarama bandından kaynaklanan nedenlerden dolayı, görüntü çekim tarihlerinde 10-15 günlük bir farklılık olabilmektedir. Her yılın görüntülerinde aynı zaman diliminin seçilmesinin nedeni, güneşin dünyaya mesafesi, faz açısı geometrisi ve sezonsal ortam benzerliği nedeni ile atmosferik koşulların ve iklimin benzer olmasıdır. Çalışma her bir yıl için yapılan temel bileşenler analizi için yapılan farklılık analizleri şeklinde yapılmıştır.

Değişim analizlerinde her bir yıla ait görüntüler için ana bileşenleri ayrı ayrı (yıllık bazda) değerlendirilmiş, gölde meydana gelen yüzey alanının değişiminde Landsat uydu görüntülerinin alındığı zaman aralığındaki (yıl), yağış, sıcaklık, yer hareketleri, nüfus değişimleri, tarımsal ve sanayi amaçlı su kullanımı, göl havzasında yapılan su tutmalarına (baraj, gölet, vb) ait veriler birlikte değerlendirilmiştir. 1973-1984 yılları arasında göl

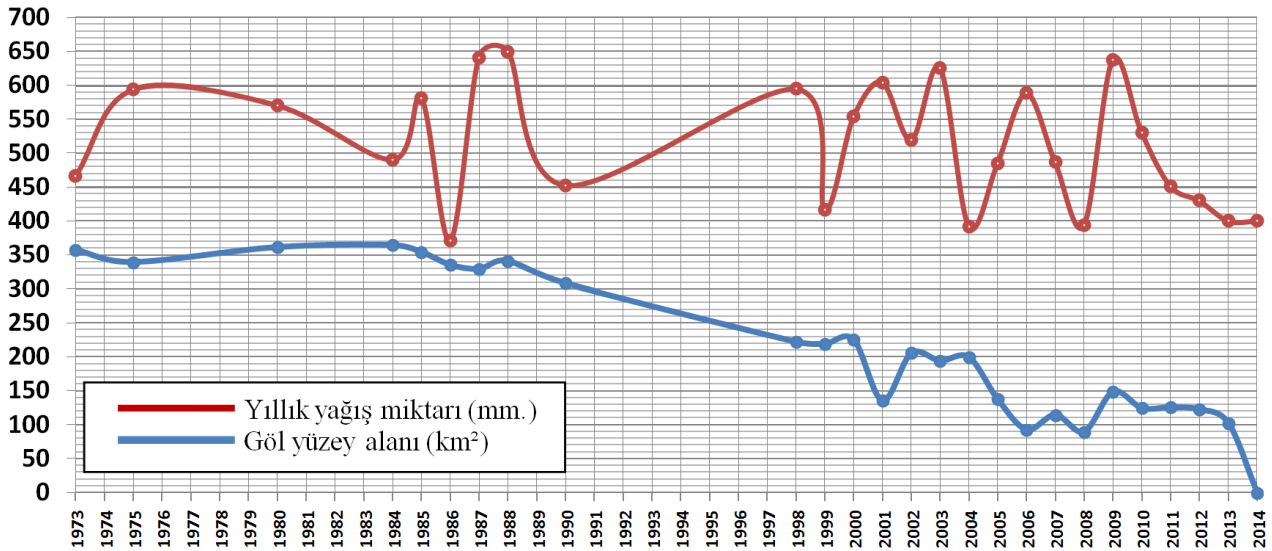
yüzey alanı verilerinin aritmetik ortalamasına göre standart sapma değerleri incelenmiş minimum standart sapma değeri içeren bu süreç verileri eşik değeri (1984 yılı) olarak belirlenmiştir.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Göl yüzey alanındaki (göl aynasındaki) değişimin izlenmesi ve değerlendirilmesi için, ilkbaharda yağışların ve kar erimesinin en yüksek olduğu, yazın buharlaşma ve yer üstü/altı sularının tarımsal/evsel/sanayi amaçlı kullanımın en yüksek olduğu, sonbaharda da su kullanımı ve buharlaşmanın en az olduğu zaman aralıklarındaki Landsat uydu görüntüleri ve sayısal veriler kullanılmıştır. Son 40 yıla ait, 943 adet uydu görüntüsü ve aylık yağış miktarı ortalamaları kullanılarak, yağış miktarı ve göl aynası değişimleri Şekil 2 ' de gösterilmiştir.

1984-2014 yılları arasında ise en düşük yağış miktarı 1986 yılında, en yüksek yağış miktarı ise 1988 ve 2003 yıllarında gerçekleşmiştir. Bölge

hemen hemen her yıl yağış almasına karşın, göl yüzey alanı sürekli azalma göstermiştir. 1973-1984 yılları arasında yıllık yağış miktarlarında  $\pm 150$  mm değişiklik olmasına rağmen, göl aynasında  $\pm 15$  km<sup>2</sup> lik bir değişim olmuştur. Daha sonraki yıllarda yağışlar artsa bile göl seviyesi sürekli olarak düşüş yaşamıştır. Bu düşüşün gerçekleşmesinde özellikle insan faaliyetlerinin göl havzasındaki olumsuz etkilerinin olduğu açıkça ortaya çıkmaktadır. Akarçay havzasının 40 yıllık süreç içerisinde %30 nüfus artış oranı, doğrudan ve dolaylı olarak göl üzerinde önemli olumsuz etkileri olduğu belirlenmiştir. Özellikle gölü besleyen yer altı ve yer üstü su kaynakları, içme suyu, termal otel işletmeciliği, sanayi için kullanılmakta olmasının yanı sıra yoğun tarımsal sulama amaçlı yapılan baraj, sulama göleti ve binlerle ifade edilen sulama kuyusu göletin beslenmesini büyük ölçüde engellemiştir. 1984-2014 yılları arası yağış miktarı ve sulama tesislerinin göl yüzey alanında meydana getirdiği değişim Çizelge 1' de verilmiştir.



Şekil 2. 1973-2014 yılları arası yüzey alanı ve yağış miktarı dağılım grafiği

Figure 2. Surface area and rainfall distribution graph between 1973-2014 years

Çizelge 1. 1984-2014 yılları arası yağış miktarı ve sulama tesislerinin göl yüzey alanında meydana getirdiği değişim

Table 1. Effect of rainfall amount between 1984-2014 and irrigation facilities on lake surface changing

YIL	Yağış (mm.)	Gölet Sayısı	Baraj Sayısı	Sulama Tesisi Sayısı	Deprem	Göl Yüzey Alanı (km <sup>2</sup> )
1984	490,7	YOK	3	2	YOK	365
1988	649,3	YOK	3	3	YOK	342
2000	553,8	9	3	7	36	229
2005	485,3	11	3	7	5	138
2010	530,8	16	5	7	5	125
2014	-	20	5	7	1	0

1984 yılından sonra Şekil 3 de görüldüğü üzere yağış miktarında artış olan dönemlerde de göl yüzey alanında küçülmeler sürekli olarak devam etmektedir. Yani yağış miktarının artmasıyla göl yüzey alanında da artış beklenirken tersine azalmalar meydana gelmiştir (1987-1988 yılı, 2000-2001 yılı, 2004-2005-2006 yılları gibi). Bazı dönemlerde de tam tersine yağış miktarının azalması durumunda yüzey alanında büyümeler meydana gelmiştir (1975-1984 yılları arası, 1999 yılı gibi).

Uydu görüntülerinden yapılan değerlendirmeler sonucu, en az değişimlerin yaşandığı 1973-1984 yılları arası baz alınarak göl yüzey alanının 360 km<sup>2</sup> ortalama değeri tespit edilmiştir. 1984 yılından itibaren göl yüzey alanı sürekli olarak azalıp 2014 yılı itibari ile özellikle temmuz ayı görünüsünde 0'a yaklaşmıştır. Düşüş periyodunda yağış ortalamasının 2-3 defa 1.5-2 kat artması nedeniyle, büyüme göstermiş (2001-2002-2003 yılları ve 2008-2009) ancak devamı yıllarda tekrar azalışa geçmiştir. Son 40 yıl için ayrı ayrı yapılan bu değerlendirmelerden 6 adedi Şekil 4'de verilmiştir. Şekil 3'de görüleceği üzere 1984 yılı ile 2014 yılları arasındaki göl yüzeyindeki değişim belirgin bir şekilde ortaya çıkmaktadır.

## SONUÇ

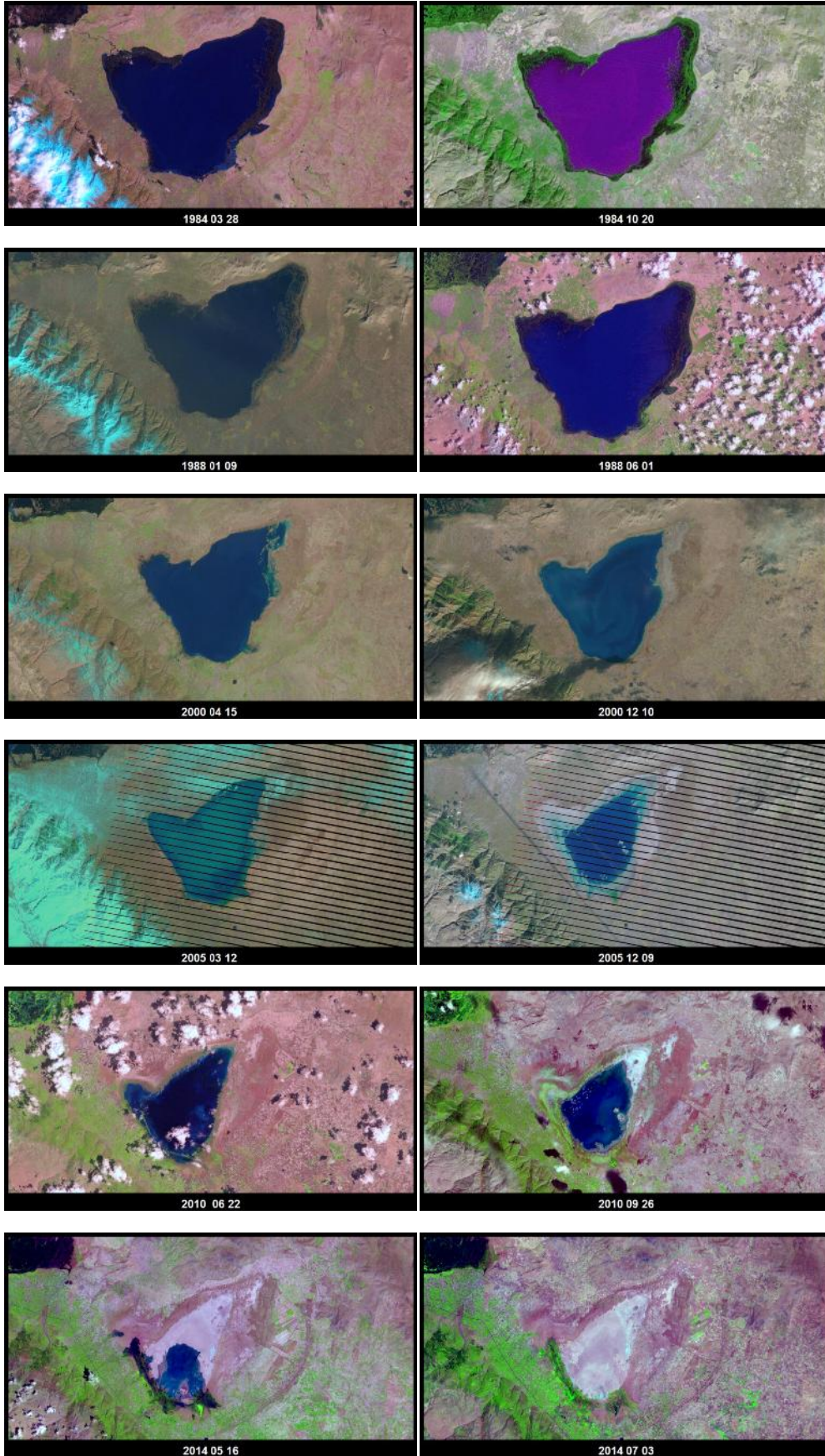
Türkiye'nin beşinci büyük gölü, olan Akşehir Gölü, İç Anadolu Bölgesinde Konya ve Afyonkarahisar illeri arasında, Akarçay kapalı havzasının güney-doğu ucunda, tektonik oluşumlar sonucu ortaya çıkan, halen aktif olan Sultan Dağları fay hattı üzerinde yer almaktadır. Akarçay havzasının batısındaki Sincanlı (Sinanpaşa) ovası 1115 m kotta, Akşehir Gölü Havzası ortalama 958 m kotta yer almaktadır. Dolayısıyla havzadaki her türlü yağış ve yer altından yer üstüne çıkan sular, doğal akım ile Akşehir Gölünde toplanması gerekmektedir. Göl, doğal yağışlar, genellikle yaz aylarında kuruyan dere ve çaylar, Akarçay Nehrinin Eber Gölüne akan fazla suları ile beslenmektedir.

Göl havzası Yarı Kurak (Step) İklim tipinde olup, yıllık sıcaklık ortalaması 12 °C dir. Bölgede uzun süreden beri aynı sıcaklık ortalaması yaşanmakta olup, münferit yıllar dışında aynı ortalama sıcaklık değerleri ölçülmektedir. 50 yıllık yağış ortalaması 572 mm olup, yıllık bazda ortalama 118 mm azalma mevcuttur.

Glasiyal dönemde 42 m derinliğe sahip göl, 1984 yılında ortalama 4-5 m ye kadar düşmüştür. Göle dökülen akarsuların taşıdığı erozyon materyali, diğer taraftan kıyıların büyük bir kısmını teşkil eden aşınmaya karşı dirençsiz eski göl depolarının dalga erozyonuyla aşındırılarak gölü doldurması halen devam etmektedir. Yağışların azalması, buharlaşma, gölü besleyen su kaynaklarının baraj ve gölet yapılmak suretiyle kesilmesi, tarımsal sulamanın bilinçsizce artması, kaçak ve kontrolsüzce açılan yer altı su kuyularının açılması, fabrika ve organize sanayi bölgeleri kurulması, termal oteller, nüfus artışı ve dolayısıyla evsel su tüketiminin artması nedeniyle göl seviyesi sürekli olarak azalmış ve yok olmuştur.

Yapılan analizlerde, iklim değişikliği (yağış miktarı), nüfus artışı, tektonik hareketler, erozyon, bitki örtüsü gibi hususlardaki değişimlerin göl alanının değişiminde fazla etkili olmadığı tespit edilmiştir. Baraj, gölet yapımı ve tarımsal sulama için yer altı sularının kontrolsüz kullanımı, gölün yok oluş sürecinde en büyük etken olmuştur. Bu durumun tahmini % 90-95 etkisi olduğu söylenebilir. Mevcut 5 adet baraj, 20 adet sulama göletine ilave olarak 41 adet daha sulama göleti inşa edilmesi, yani debisi ne olursa olsun tüm dere ve çayların sularının tutulup akarların kesilmesi Akşehir Gölünün çöl şeklinde devam edeceğini ortaya çıkarmaktadır. Göl alanının yıkanmış, tuzlu ve verimsiz toprağı tarım arazisi veya mera olarak da kullanılamayacağı için uydu görüntülerinde gri (kirlili) renkte yer almaya, çöl halinde görünümüne devam edecektir. Bu nedenle göle su akımı sağlayan akarların önüne yapılan baraj ve göletlerin azaltılması en azından 1984 yılındaki duruma yakın hale geri dönülmesi gerekmektedir.

Ayrıca çalışmada kullanılan uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri; yer yüzeyinin en dinamik unsurlarından birisi olan arazi üzerindeki meydana gelen değişimlerin geçmişten günümüze olan farklılıkların ortaya konulmasında ve gelecek hakkında yapılacak planlamalarda karar vericilere doğru ve hızlı bilgilerin ulaştırılmasında çok önemli rol aldıklarını göstermiştir. Bu çalışmada her ne kadar çözünürlük özelliği yeterince istenilen düzeyde olmayan Landsat uydusu kullanılmış olsa bile, uzun süreli veri seti olması (40 yıllık) ve bu süre içerisinde Akşehir Gölündeki belirgin farklılığı ortaya koyması açısından yararlı olmuştur. Fakat, bu gibi hassas çalışmalarda yüksek çözünürlüklü uydu verilerinin kullanılması daha yararlı olacaktır.



Şekil 3. 1984, 1988, 2000, 2005, 2010 ve 2014 yılı görüntüleri

Figure 3. Images in the 1984, 1988, 2000, 2005, 2010 ve 2014 years



## KAYNAKLAR

Allen J.R.M, Brandt U, Brauer A Hubberten H W, Huntley B, Keller J (1999). Rapid environmental changes in southern Europe during the last glacial period. *Nature*, 400, 740-743.

Atalay I (1978). Sultan Dağları, Akşehir ve Eber Göllerinin strüktürel, jeomorfolojik ve toprak erozyonu etüdü. Atatürk Üniversitesi Yay. , Erzurum.

Bahadır M (2013). Akşehir Gölü'nde Alansal Değişimlerin Uzaktan Algılama teknikleri ile belirlenmesi.

Bolca M, Altınbaş Ü. Kurucu Y, Esetlili M.T. (2005). Determination of Change Detection of Landscape of Küçük Menderes Delta Using GIS and Remote Sensing Techniques. *Journal of Applied Sciences, Asian Network for Scientific Information*, 5 (4), 659-665, ISSN 1607-8926.

Dönmez Y (1984). Umumi klimatoloji ve iklim çalışmaları İ.T.Ü. Yayın No: 2506, Coğrafya Enstitüsü Yayın No: 102.

Elmore J.A (2000). Land use and land cover change in Owens Valley, CA. Department of Geological Sciences, Brown University.

Erener A, Düzgün H.S.B (2009). Jeodezi ve coğrafi bilgi teknolojileri Anabilim Dalı, Ortadoğu Teknik Üniversitesi

Erinç S (2001). Jeomorfoloji II, Ders Yayınları, İstanbul.

Erinç S (1984). Klimatoloji ve Metotları, İ.T.Ü. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü, İstanbul.

Konyalı İ.H (1945). Nasreddin Hocanın Şehri Akşehir Tarihi, Turistik Kılavuz, İstanbul.

Kutlu S (2002). Akşehir ve Eber Gölleri Kapalı Havzasının Hidrografyası, Ankara Üniv. Sosyal Bilimler Enstitüsü Fiziki Coğrafya Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara

Öğdüm F, Kozan T, Bircan A, Bozbay E, Tüfekçi K (1991). Sultan Dağları ve çevresindeki havzaların jeomorfolojisi ve genç tektoniği. MTA, Rapor No: 9123.

Sanır F (1948). Sultan dağları'ndan Sakarya'ya ve Akşehir. Ulus Basımevi, Ankara.

Sayler K, Dwyer J , Zylstra G (1996). Landsat Pathfinder Data Sets For Landscape Change Analysis. Proceedings of International Geoscience And Remote Sensing Symposium. Lincoln, Nebraska, May 27-31.

Singh A (1989). Review article digital change detection techniques using remotely-sensed data. *International Journal of Remote Sensing* 10 (6); 989-1003.

Sönmez S (2006) Sultandağı (Afyon) İlçesinin Coğrafi Etüdü. S.Ü Yüksek Lisans Tezi.

Tübitak-MAM, (2013) Çevre Enstitüsü yetkililerince Akarçay Havzası'nın Havza Koruma Eylem Planı.

Tunçok K (2008).T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü Akarçay Havzası Koruma Eylem Planı.

Yıldırım H, Özel M E, Divan N J, Akça A (2001). Satellite Monitoring of Land Cover / Land Use Change Over 15 Years and its Impact on the Environment in Gebze / Kocaeli – Turkey *Turk J Agric For* 26 (2002) 161-170, TÜBİTAK.

<http://www.dsi.gov.tr>, 2014

<http://www.aksehir.gov.tr> , 2014

[http://www.aksehir.bel.tr.](http://www.aksehir.bel.tr), 2014

<http://www.orman.gov.tr>, 2014