



Landsat uydu görüntüleri kullanılarak Mogan Gölü'nün su yüzeyi ve arazi örtü değişiminin belirlenmesi

Hilal Özçalık*¹, Ahmet Tarık Torun¹, Süleyman Sefa Bilgilioğlu¹

Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği, Aksaray, Türkiye

Anahtar Kelimeler

Uzaktan Algılama
Mogan Gölü
Su Yüzey Alanı Değişimi
Arazi Örtü Değişimi

ÖZ

Uydu teknolojilerinin gelişmesi ile Uzaktan Algılama (UA) kullanıcısı her geçen gün artmaktadır. UA arazi örtüsü ve kullanımının tespit edilmesi, su kaynakları yönetimi, değişim analizi vb. olmak üzere birçok kullanım alanına sahiptir. UA teknikleriyle elde edilen veriler, özellikle arazi örtüsü kullanımının zamansal değişiminin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Arazi örtü değişiminin kullanımında, o alanın zamanla başka arazi kullanımı ve bitki örtüsü sınıflarına dönüşüp dönüşmediği gözlemlenmektedir. Su kaynaklarının izlenmesi, korunması ve optimum kullanım koşullarının değerlendirilmesi çalışmalarında uzaktan algılama teknolojilerinden de yararlanılmaktadır. Bu teknolojiler, su kaynakları ile ilgili araştırmalarda karar verme ve yönetim konularında önemli altlık oluşturmaktadır. Ayrıca, su kaynaklarındaki zamansal değişimlerin belirlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması aşamasında da uzaktan algılama çok önemli avantajlar sağlamaktadır. Bu çalışmada da Ankara'ya 20 km uzaklıkta bulunan Gölbaşı ilçesinde yer alan Mogan Gölü ve çevresinin Landsat uydu görüntüleri kullanılarak su yüzeyi ve arazi örtüsünün değişim analizi belirlenmiştir. Çalışma alanına ait 1998-2010 yılları arası üç periyot olacak şekilde Landsat TM5 uydu görüntüleri ve 2019 yılına ait Landsat 8 OLI_TIRS uydu görüntüsü kullanılmıştır. Metot olarak kontrolsüz ve kontrollü sınıflandırma (en çok benzerlik) yöntemleri kullanılarak su yüzey alanları, yapay yüzeyler, tarım alanları, ormanlık ve doğal alanlar olmak üzere 4 adet sınıf belirlenmiştir. Bölgeye ait alansal değişim incelenmiş ve yıllara göre değişimler birbiriyle karşılaştırılmıştır.

Determination of the water surface and land cover change of lake Mogan using landsat satellite imagery

Keywords

Remote Sensing
Mogan Lake
Water Surface Area Change
Land Cover Change

ABSTRACT

With the development of satellite technologies, the number of Remote Sensing (RS) users is increasing every day. RS has many uses area such as land cover/use detection, water resources management, change analysis, etc. The data obtained with UA techniques are widely used especially in determining the temporal change of land cover/use. In the use of land cover change, it is observed whether that area has been transformed into other land use and vegetation classes over time. Remote sensing technologies are also used in the monitoring, protection and evaluation of optimum usage conditions of water resources. These technologies form an important basis for decision making and management in research related to water resources. In addition, remote sensing provides very important advantages in determining time changes in water resources and taking necessary measures. In this study, to determine the water surface and land change analysis by using Landsat satellite images of Mogan Lake and its surroundings in Gölbaşı district, which is 20 km away from Ankara. Landsat TM5 satellite images and Landsat 8 OLI_TIRS satellite images for 2019 were used in three periods between 1998 and 2010. By using unsupervised and supervised classification (maximum likelihood) methods, four classes, wetlands, artificial surfaces, agricultural areas, forestry and natural areas, were determined. The spatial change of the region is examined and the changes are compared with each other.

*Sorumlu Yazar

(ozcalikhilal98@gmail.com) ORCID ID 0000-0002-0944-9221
(ahmettarik.torun@gmail.com) ORCID ID 0000-0002-7927-4703
(sefa.bilgilioğlu@gmail.com) ORCID ID 0000-0002-0881-0396

Kaynak Göster(APA);

Özçalık H, Torun A T & Bilgilioğlu S S (2020). Landsat uydu görüntüleri kullanılarak Mogan Gölü'nün su yüzeyi ve arazi örtü değişiminin belirlenmesi. Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi, 2(2), 77-84

1. GİRİŞ

Sulak alanlar, yeryüzünün en zengin ve en üretken ekosistemlerini oluşturmaktadır. Bu alanlar yöre insanlarına ve ülkenin geneline geniş yelpazede hizmet veren oldukça karmaşık doğal sistemlerdir ve yeryüzündeki başka hiçbir ekosistemle karşılaştırılmayacak ölçüde işlev ve değerlere sahiptir. Birçok sulak alan sistemi insan topluluklarının hayatta kalmaları ve gelişmeleri için kritik öneme sahip olmuştur (Ridd and Liu, 1998). Sulak alanlar aynı zamanda yeraltı sularını besleyerek veya boşaltarak, taban suyunu dengeleyerek, sel sularını depolayarak, taşkınları kontrol ederek, kıyılarda deniz suyunun girişini önleyerek buldukları bölgenin su rejimini düzenler. Buldukları yörede nem oranını yükselterek, başta yağış ve sıcaklık olmak üzere yerel iklim elemanları üzerinde de olumlu etki yaparlar (Yağmur, 2018).

Ramsar Sözleşmesi kriterlerine göre Türkiye’de 200’e yakın alan, uluslararası öneme sahip sulak alan olarak tespit edilmiştir. Ancak Sözleşme kapsamında sadece 14 adet sulak alan bulunmaktadır. Bunlar; Manyas Kuş Gölü, Akyatan Lagünü, Gediz Deltası, Göksu Deltası, Kızılırmak Deltası, Kızören Obruğu, Burdur Gölü, Kuyucuk Gölü, Seyfe Gölü, Nemrut Kalderası, Uluabat Gölü, Meke Gölü, Sultan Sazlığı ve Yumurtalık Lagünüdür (URL-1). Ülkemizdeki sulak alanların uluslararası düzeyde önem taşımasının asıl nedeni; Batı Palearktık Bölgedeki kuş göç yollarından en önemli ikisinin Türkiye üzerinden geçmesidir.

Mogan-Eymir Gölleri ve sulak alanları kuşlar tarafından barınma, üreme, konaklama amaçlı kullanılan ve ülkemizde Ramsar’a aday gösterilen önemli kuş alanlarından biridir. Bölgede 83 farklı kuş türü tespit edilmiştir. Ayrıca; 3 tane iki yaşamlı türü, 25 tane memeli, 12 tane sürüngen, 13 tane balık ve 493 tane bitki türü bölgede yaşamakta olup bitki türlerinden 47 tanesi endemiktir. Türkiye'nin taraf olduğu Bern Sözleşmesi Annex II’de (Kesinlikle Korunması Gerekli Türler Listesi) yer alan alacabalıkçıl (*Ardeola ralloides*) ve küçük balaban (*Ixobrychus minutus*), dikkuş (*Oxyura leucocephala*) ve küçük kerkenez (*Falco naumanni*) bu alanda korunması gereken mutlak türlerdir. Alanda üreyen ve nesli tehlike altında olan kuş türleri arasında alacabalıkçıl (*Ardeola ralloides*), balaban (*Botaurus stellaris*), küçük balaban (*Ixobrychus minutus*), macar ördeği (*Netta rufina*), elmabaş patka (*Aythya ferina*), pasbaş patka (*Aythya nyroca*) ve dikkuş (*Oxyura leucocephala*) yer alır. Alandaki nesli tehlike altında olan diğer bir tür ise küçük kerkenezdir (*Falco naumanni*). Bölgeyi karakterize eden bitki türleri olarak, *Crataegus dikmensis* (Dikmen alıcı), *Rannunculus isthmicus* (Düğün çiçeği), *Papaver rhoeas* (Gelincik) *Amygdalus orientalis* (Badem), *Xeranthemum annuum* (Ölmez otu) ve *Centaurea tchitatcheffii* (Yanardöner veya peygamber çiçeği) sayılabilir. Bunlardan *Centaurea tchitatcheffii* (Yanardöner

veya peygamber çiçeği) sınırlı bir alanda yayılış göstermekte olup bu alanların mutlak koruma zonu olarak korunması gereği ortaya çıkmaktadır.

Ankara metropolünün ortalama 20 km. güneyinde, Gölbaşı ilçesi sınırlarında yer alan ve bu nedenle yoğun bir kentsel-endüstriyel kirlilik baskısı altında bulunan Mogan-Eymir Gölleri ile yakın çevresinde bulunan sulak alanlar, ekolojik ve rekreasyonel önemleri nedeniyle, Çevre Kanununun 9. maddesine dayanılarak 22.10.1990 tarih ve 90/1117 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile “Gölbaşı Özel Çevre Koruma Bölgesi (ÖKÇB)” olarak tespit ve ilan edilmiştir (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı [ÇŞB], 1990). Ülkemiz açısından oldukça öneme sahip olan Mogan gölü ve çevresindeki alanların tabiki korunması açısından oldukça önemlidir.

Ülkemizde ve dünyada sulak alanların izlenmesi, değişimlerinin belirlenmesi ve bu alanlardaki arazi kullanım durumlarının gösterilmesinde uzaktan algılama teknolojisi etkin bir şekilde kullanılmaktadır (Sun vd. 2012; Rokni vd. 2014; Musaoğlu vd., 2018; Mutlu vd., 2020; Torun ve Gündüz, 2020).

Uzaktan algılama, cisimlerle direkt olarak temas etmeksizin, cisimlerin fiziksel özellikleri hakkında bilgi elde etme bilimi olarak tanımlanmaktadır (Çölkesen, 2009). Uzaktan algılama, yeryüzünden yansıyan elektromanyetik enerjinin, elektromanyetik spektrumun belirli bölgelerinde algılama yapan sensörler aracılığı ile kaydedilmesi esasına dayanmaktadır (Torun, 2015). Uzaktan algılama biliminde en önemli görüntü işleme tekniklerinden biri sınıflandırma işlemidir. Çok bantlı görüntü sınıflandırması, uzaktan algılama görüntülerinden tematik bilgi elde etmek için en çok kullanılan yöntemlerden biridir. Görüntü sınıflandırması, arazi örtüsü türleri (örneğin; su, tarım, orman, bitki örtüsü vb.) spektral yansıma değerlerinin, bir spektral desen tanımlama teorisi ile analiz edilerek görüntünün benzer spektral sınıflara ayrılmasıdır. Diğer bir deyişle, sınıflandırma işlemi; bir görüntüyü oluşturan piksellerin niteliklerini belirlemektedir (Türker, 1999). Sınıflandırmada amaç, uydu görüntülerindeki her pikseli spektral özelliklerine göre farklı gruplara ayırmak ve pikseli yansıma değerlerine göre yeryüzünde karşılık geldiği kümeye atamaktır. Kısaca; alanı kapsayan sınıflar ve konulara göre bütün pikselleri ayırtmaktadır (Kavzoğlu ve Çölkesen, 2010).

Bu çalışmada, Landsat 5 ve Landsat 8 uydu görüntüleri kullanılarak 1998-2019 yılları arasında Mogan Gölünde meydana gelen su yüzeyi ve arazi örtüsü değişimleri izlenmiştir. Bu amaç doğrultusunda elde edilen görüntüler sınıflandırma işlemlerine tabii tutularak arazi örtüsü haritaları elde edilmiştir. Farklı yıllardan elde edilen bu veriler değişim analizleri ile değerlendirilerek, belirtilen yıllar arasında meydana gelen değişim gün yüzüne çıkarılmıştır.

2.ÇALIŞMA ALANI

Mogan- Eymir Gölleri ve sulak alanları kuşlar tarafından barınma, üreme, konaklama amaçlı kullanılan ve ülkemizde Ramsar'a aday gösterilen önemli kuş alanlarından birisidir (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 1990). Gölbaşı, Ankara sınırları içinde yaklaşık 20 km. güneyde Ankara - Konya karayolu ve Ankara çevre yolu ile bağlanmış, erişilebilirliği kolay bir yerleşim birimidir. Mogan Gölü Havzası su kaynakları, yüzey şekilleri, yer ve toprak yapısı, iklim özellikleri, biyolojik zenginlikleri ile sucul ve karasal ekosistemlerin kompleks bir bütün oluşturduğu hassas bir ekolojik sistemdir. Havzada temel ekonomik faaliyet tarım olmakla birlikte Mogan Gölü ve çevresi rekreasyon ve turizm alanı olarak kullanılmaktadır. Mogan Gölü civarında yerleşim yoğunluğu giderek artmaktadır. Endüstriyel faaliyetler de Gölbaşı ilçe merkezi civarında yoğunlaşmıştır.

Gölbaşı Özel Çevre Koruma Bölgesi 274 km² alana sahiptir. Bölge içerisinde 10 adet köy bulunmaktadır. Bu köylerin doğrudan veya dolaylı olarak göl ile sosyal ve ekonomik ilişkileri vardır. Gölün bulunduğu vadi, İmrahor Vadisi ve Elmadağ Vadiler Sistemi, su ortamı ile birlikte, hava koridoru olma özellikleri nedeni ile iklim stabilizasyonu açısından Ankara kenti için büyük önem taşımaktadır (Aydoğuş, 1998; Uğur, 2009).

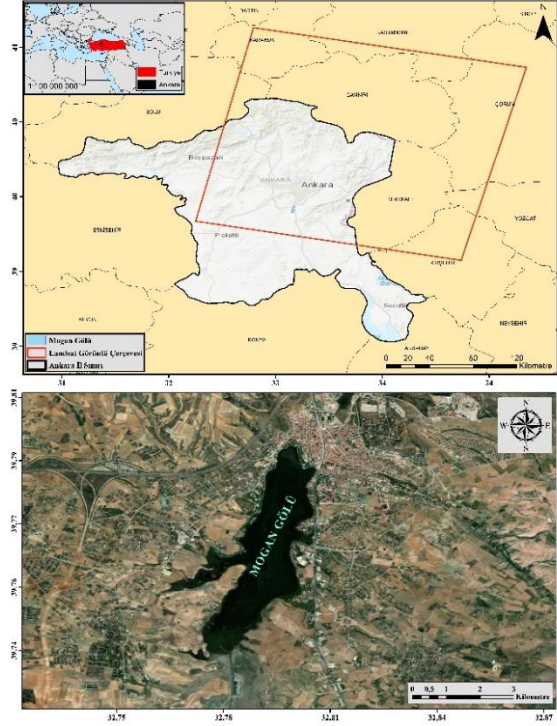
Mogan gölü, sıg yüksekliği olan doğal bir alüvyon baraj gölüdür ve en derin noktasında 969 m ve 972.5 ila 973.5 m arasında değişen bir su yüzeyi yüksekliğine sahiptir ve maksimum su derinliği 4,5 m dir. Toplam su yüzeyi yaklaşık 6 km²'lik bir alanı kaplamakla birlikte ekosistem, çevre sulak alanlar dâhil, yaklaşık 20 km²'lik bir alanı kaplamaktadır. Yatay havza ekosistem alanı 925.4 km²'dir. Kuzeyden göle akan ana akarsuyun yanında, doğu-batı yönlerinden de göle uzanan akarsular bulunmaktadır. Bölgede yıllık ortalama yağış miktarı 375 mm ve yıllık ortalama buharlaşma 1.476 mm'dir. Yağışların çoğu kış aylarında yağmur ve kar şeklinde yağar. Yıllık ortalama sıcaklık 11.7 °C'dir (Özemesi, 1996).

Açık gölalanı ve bunu çevreleyen sazlık, ıslak çayır, kuru tarımsal alan, koruluk ve yapay ağaçlık alanlardan oluşur. Köklü su bitkilerinin bulunduğu göl besin açısından oldukça zengindir. Göl kıyıları taş ve kum zeminlidir. Genişliği 100 metreyi bulan sazlık alanlarda küçük göl aynaları bulunur (URL-2). Su kalitesini koruyan sualtı bitkileri ve hayvansal planktonlar bakımından çok zengindir (Beklioğlu, 2000). Şekil 1'de çalışma alanının konumu harita üzerinde gösterilmiştir.

3.KULLANILAN VERİLER

Çalışmada uydu görüntüleri kullanılarak Mogan Gölü su yüzeyi alanı ve çevresinde bulunan arazi örtüsü kullanımı değişimi gözlemlenmiştir. Bu bağlamda Landsat 5 TM ve Landsat 8 OLI-TIRS sensörlerinden elde edilen uydu görüntüleri

kullanılmıştır. 1972 yılından beri aktif olarak farklı algılayıcılar ile uydu görüntüleri üreten Landsat sistemi, uzun dönemli arazi değişimlerinin izlenmesinde önemli avantajlara sahiptir (Gülci vd., 2019).



Şekil 1. Mogan Gölü'nün konumu

1998-2010 yıllarına ait Landsat 5 TM ve 2019 yılına ait Landsat 8 OLI-TIRS verileri çalışmanın ana görüntü verileri olarak kullanılmıştır. Uydu görüntüleri USGS (United States Geological Survey) tarafından ücretsiz olarak temin edilebilmektedir.

Görüntüler seçilirken farklı yıllardaki görüntülerin mümkün olduğunca aynı aylarda seçilmesine dikkat edilmiştir. Bunun nedeni ise aynı ayda hava koşullarının yaklaşık aynı olmasıdır. Çoğunlukla bulutluluk oranının az olduğu yaz ayları tercih edilmiştir. Çünkü bulut ve atmosferdeki nemlilik oranı görüntü kalitesini doğrudan etkilemektedir. Ayrıca, görüntü işleme adımları ERDAS Imagine yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tablo 1'de, kullanılan uydu görüntüleri ve teknik özellikleri verilmiştir.

Tablo 1. Kullanılan uydu görüntüleri ve teknik özellikleri

Sensör	Görüntü Çekim Tarihi	Yörünge/satır (Path/row)	Konumsal Çözünürlük (m)
Landsat 5 TM	16.07.1998	177/32	30
	24.07.2001	177/32	30
	30.06.2004	177/32	30
	25.07.2007	177/32	30
	17.07.2010	177/32	30
Landsat 8 OLI-TIRS	10.07.2019	177/32	30

Çalışmada sınıflandırma doğruluklarının belirlenmesi adına Google Earth görüntülerinden faydalanılmıştır. Dünya üzerindeki uydulardan sürekli ve düzenli olarak yüksek çözünürlüklü veri temin edebilen bu sistem, arazi örtüsü değişimindeki farklılıkların ortaya çıkarılmasında kullanıcılara büyük kolaylıklar sağlamaktadır.

4. YÖNTEM

4.1. Görüntü Ön İşleme Adımları

USGS'in internet adresi (<http://earthexplorer.usgs.gov/>) üzerinden elde edilen görüntüler kullanıcılara ham veri halinde sunulmaktadır. Bu çalışmada geometrik olarak düzeltilmiş seviyede görüntüler kullanılmıştır. Elde edilen veriler, sensörün algıladığı her bir bant için ayrı ayrı depolanmaktadır. Çok renkli görüntü oluşturmak amacıyla indirilen görüntünün bant birleştirme işlemleri yapılmıştır. Bu çalışmanın amacı doğrultusunda Kırmızı-Yeşil-Mavi ve Yakın Kızılötesi bantlar (Landsat 5 için TM1-TM2-TM3-TM4, Landsat 8 için Bant 2-Band 3- Band 4-Bant 5) birleştirilerek çok renkli bir görüntü oluşması sağlanmıştır.

Çalışmada kullanılan uydu görüntüleri tarama genişliği bakımından oldukça büyük bir çerçeveye sahiptir. Uzaktan algılanmış bu tür verilerde tüm görüntü üzerinde çalışmak zaman, performans ve iş gücü bakımından kayıplara neden olabilmektedir. Çalışmada istenilen bölgenin görüntü verisinden kesilip çıkarılmak sureti ile çalışılması, hem yazılım performansını daha verimli kullanmayı sağlayacak hem de görüntü işleme esnasında harcanan zaman kaybının önüne geçecektir. Uydu görüntüleri üzerinden Mogan Gölü ve çevresini kapsayacak yaklaşık 50 km²'lik bir alan kesilerek, sonraki çalışmalar kesilmiş görüntü üzerinden yapılmıştır.

4.2. Görüntü Sınıflandırma

Görüntü sınıflandırma, görüntüyü oluşturan her bir pikselin spektral değerlerinin görüntüdeki diğer piksellerle karşılaştırılarak benzer piksellerin belirlenen sınıflara veya belirtilen sınıf sayısına ayrılması işlemi olarak tanımlanabilir (Campbell, 1996). Sınıflandırma işleminde asıl amaç, yeryüzünde benzer spektral özelliğe sahip verilerin aynı grup altında toplanması ve ayırt edilebilirliğin artırılmasıdır (Torun vd., 2017).

Görüntü üzerinde ortaya çıkarılacak arazi sınıfları kullanıcı tarafından belirlenebileceği gibi, rastgele, sadece sınıf sayısı belirlenerek de yapılabilir (Lillesand vd. 2007). Sınıflandırma işlemlerinde, sınıf sınırlarına kullanıcı müdahalesi olmadan gerçekleştirilen sınıflandırmalar kontrolsüz sınıflandırma olarak adlandırılırken, sınıf sınırlarının bir eğitim seti ile belirlenerek yapıldığı sınıflandırmalar ise kontrollü sınıflandırma olarak adlandırılmaktadır.

Kontrolsüz sınıflandırma işleminde kullanıcı, küme ve iterasyon sayısı belirler. Küme merkezleri

geçici olarak hesaplanır ve pikseller uygun sınıflara yerleştirilir. Bu tür sınıflandırma işlemlerinde piksellerin atanacağı sınıflar belirli algoritmalar aracılığı ile (ISODATA, K-Means vb.) sınıf sayısına göre belirlendikten sonra, görüntü üzerindeki tüm pikseller sınıflandırılana kadar bir döngü içerisinde devam eder.

Kontrollü sınıflandırmada, kullanıcı tarafından belirlenen eğitim verileri aracılığı ile belirli sınıf sayısında bir sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmektedir. (Lillesand vd., 2007). Belirlenen spektral sınıf aralıklarında olan tüm nesnel aynı grupta toplanır. Bu sınıflandırma tekniğinde önemli olan nokta, kullanıcının kendi tecrübeleri veya arazi gözlemlerine dayalı bilgilerinin eğitim verisi olarak kullanılması ve diğer tüm piksellerin bu bilgilere dayalı olarak sınıflandırılmasıdır. Kontrollü sınıflandırma işleminde birçok sınıflandırma algoritması (En çok benzerlik, en kısa mesafe, mahalobis uzaklığı, paralelkenar yöntemi, yapay sinir ağları vb.) kullanılmaktadır. En çok benzerlik yöntemi literatürde en sık kullanılan kontrollü sınıflandırma algoritmasıdır (Strahler, 1980, Ayhan vd., 2003; Torun, 2015). Bu yöntem, sınıflar için eş olasılık eğrilerinin tanımlanmasına ve sınıflandırılacak piksellerin üyelik olasılığı en yüksek olan sınıfa atanması ilkesine dayanır. En çok benzerlik sınıflandırma yönteminin etkinliği, her spektral sınıf için ortalama vektör ile kovaryans matrisin doğru biçimde tahmin edilmesine bağlı olmaktadır (Oruç vd., 2007).

4.3 Doğruluk Analizi

Doğruluk analizi, eğitim verisi olarak kullanılan veriler haricinde, üretilen verinin istatistiksel olarak doğruluğunun kontrol edilmesi amacı ile, arazi örtüsü hakkında kesin bilgiler veren veya arazi gözlemlerine dayalı test verilerinin karşılaştırılması işlemi olarak tanımlanmaktadır (Foody, 2002).

Doğruluk analizlerinde temel olarak eğitim verileri ile sınıflandırılmış bir görüntüdeki test verilerinin doğru sınıflandırılıp sınıflandırılmadığı kontrol edilir ve bu karşılaştırmaya göre bir hata matrisi oluşturulur. Bu matris her bir sınıfın ne kadar doğru sınıflandırıldığı hakkında bilgi verirken aynı zamanda birbirlerine karışan pikseller hakkında da sonuçlar verir.

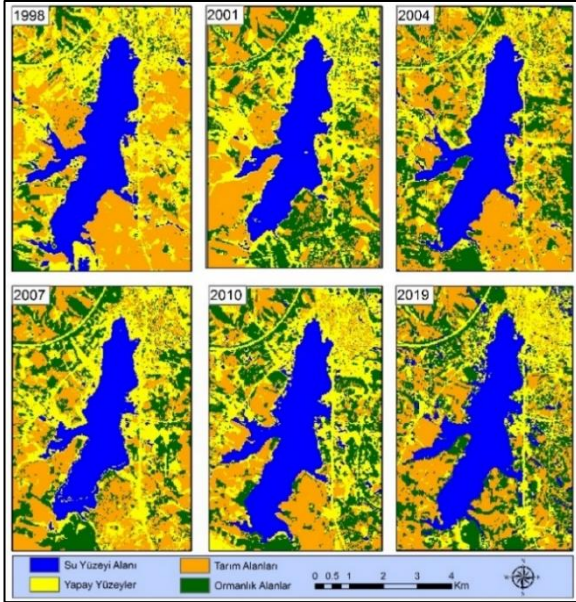
4.3. Değişim Belirleme

Uzaktan algılamada çok zamanlı uydu verilerinin kullanılmasındaki ana amaçlardan biri değişim belirleme çalışmalarıdır. Farklı zamanlarda algılanan görüntüler aracılığı ile değişim belirleme çalışmaları yapılabilmektedir. Bu, çalışılan alan ile ilgili geçmişten günümüze bilgi vermenin yanında gelecek planlamalarında da etkili bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda görüntü işleme adımlarından geçirilip, bilgi çıkarımı yapılan görüntüler birbirleri ile zamansal olarak karşılaştırılarak zaman içerisinde alanda meydana

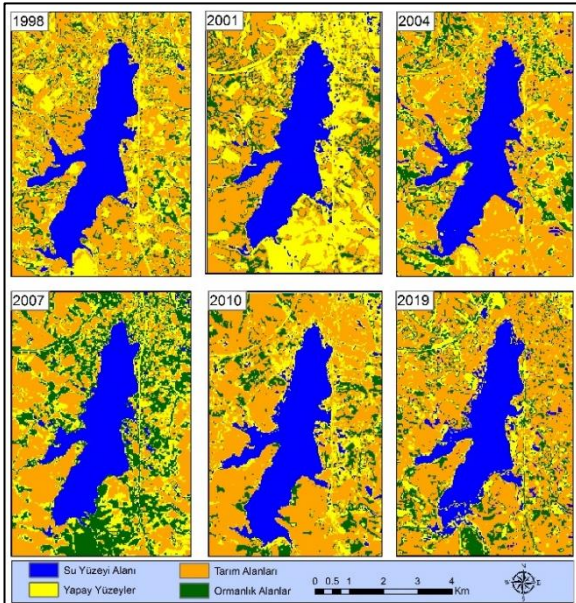
gelen değişimler gözlemlenebilmektedir. Uzaktan algılanmış görüntülerde bu işlem, sınıflandırılan piksellerden elde edilen alan hesaplamalarının karşılaştırılması ve bu değerlerin yorumlanması ile yapılmaktadır.

5. BULGULAR

Çalışmada belirlenen alan için kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırma işlemleri için kontrolsüz sınıflandırma işlemlerinden elde edilen 4 adet sınıf kontrollü sınıflandırma işlemlerinde de eğitim verisi olarak kullanılmıştır. Kullanılan arazi örtüsü sınıfları; su yüzey alanı, yapay yüzeyler, tarım alanları ve ormanlık ve doğal alanlardır. Şekil 2 ve Şekil 3'te kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma işlemleri sonucunda ortaya çıkan tematik haritalar verilmiştir.



Şekil 2. Kontrollü sınıflandırma sonuç haritası



Şekil 3. Kontrolsüz sınıflandırma sonuç haritası

Sınıflandırılma işleminin ardından görüntülerin doğruluğu test edilmiştir. Yapılan doğruluk analizi ile elde edilen genel doğruluk değerleri ve kappa kat sayıları Tablo 2'de gösterilmiştir. Doğruluk analizlerinin yapılmasında referans veri olarak yüksek çözünürlüklü Google Earth uydu görüntülerinden yararlanılmıştır. Elde edilen değerlerin kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğu belirlenmiş ve uygulamaya devam edilmesine karar verilmiştir.

Tablo 2. Doğruluk analizi sonuçları

Yıllar	Genel Doğruluk (%)	Kappa Katsayısı
1998	85.00	0.6591
2001	75.00	0.6454
2004	80.00	0.7315
2007	85.00	0.7880
2010	85.00	0.7710
2019	83.00	0.7806

Doğruluk analizi işleminin ardından, havzada yıllar içerisinde meydana gelen değişimin belirlenmesi amacıyla sınıflandırılmış görüntüler karşılaştırılmıştır. Tablo 3 ve Tablo 4'te kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma sonucunda elde edilen arazi örtüsü değişimleri gösterilmiştir.

Doğruluk analizi sonuçları incelendiğinde genel sınıflandırma doğruluğu en düşük %80 ile 2001 yılında, en yüksek %90 doğrulukla 2007 yılında gözlemlenmiştir. Mogan Gölü'nde en yüksek su yüzey alanı 989.01 ha ile 1998 yılında tespit edilmiştir. En düşük su yüzey alanı ise 692.28 ha ile 2007 yılında tespit edilmiştir. Yapay yüzeyler arazi örtüsü sınıfında ise en yüksek 2009.43 ha ile 1998 yılına, en az 685.8 ha ile 2010 yılına ait olduğu tespit edilmiştir. Tarım alanlarına ait arazi örtüsü sınıfında en yüksek 2761.92 ile 1998 yılında, en az 1216.98 ha ile 2001 yılında tespit edilmiştir. Ormanlık ve doğal alanlara ait arazi örtüsü sınıfı incelendiğinde ise 2004 yılında 575.37 ha gözlenen alan, 2019 yılında 1126.44 ha olarak gözlemlenmiştir. Şekil 4 ve Şekil 5'te arazi örtüsü sınıflarının yıllar arasındaki değişiminin ha cinsinden grafikleri gösterilmiştir.

Kontrollü sınıflandırma işlemine ait Şekil 4'teki grafik incelendiğinde su yüzey alanının 2007 yılında en düşük seviyede olduğu görülebilmektedir. Buna karşılık 1998 ve 2019 yılları arasında yüksek ve birbirine yakın bir seviyede olduğu anlaşılmaktadır.

Kontrolsüz sınıflandırma işlemine ait Şekil 5 incelendiğinde 2010 yılında su yüzey alanı seviyesi en yüksek oranda iken 2007 yılında en az oranda olduğu görülmektedir.

1998-2007 su yılları arasında yapılan gözlemlere göre Mogan Gölü'ne yüzeysel olarak giren (akım, yağış) suların yaklaşık %70'i Mart, Nisan ve Mayıs aylarında sağlanmaktadır. Haziran ayı başında göl seviyesi maksimuma ulaşmakta ve göle giren suların %90'nı bu ay itibarıyla sağlanmaktadır. 1998-2007 yılları arasında yapılan gözlemlere göre ortalama en yüksek su kotları Haziran ayı başlarında 973.30 m. civarında gerçekleşmiştir. Haziran ayı biyolojik aktivitenin en

yoğun olduğu dönemdir. Haziran sonlarına doğru sıcaklık artışına bağlı buharlaşma ile birlikte göle giren sular azalmakta seviye Eylül-Ekim-Kasım aylarında en alt kotlara inmektedir (972.00 m.).

Mogan ve Eymir gölleri havzasında son yıllardaki kuraklıklardan dolayı beslenmeler

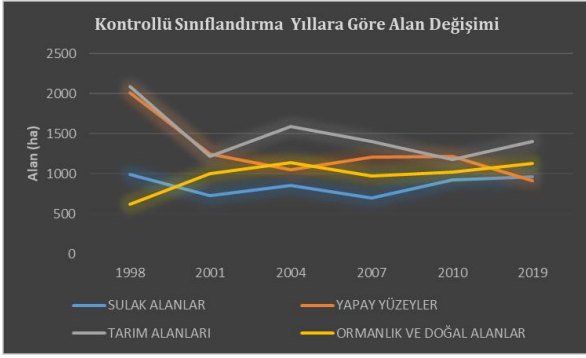
kayıpları karşılayamadığından su seviyeleri düşmektedir. 1997 su yılından itibaren yapılan gözlemlere göre gölün seviyesi en kurak yıl olan 2001 su yılı seviyesinin altına düşmüş durumdadır.

Tablo 3.Kontrollü sınıflandırma sonuçlarına ait alan ve % değişimi

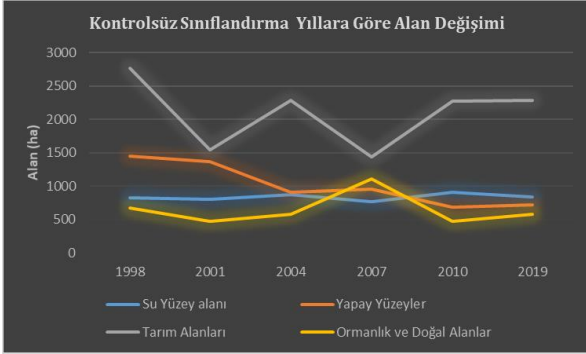
Yıllar	Sulak Alanlar	Yapay Yüzeyler	Tarım Alanları	Ormanlık ve Doğal Alanlar
1998	829,08	1145.67	2761.92	671.13
1998-2001 Alan Değişimi	-25,11	-75.6	-1221.84	-199.17
1998-2001 % Değişim	-3,03%	-5.23%	-44.24%	-29.68%
2001	803,97	1370.07	1540.08	471.96
2001-2004 Alan Değişimi	65,07	-461.7	743.94	103.41
2001-2004 % Değişim	8,09%	-33.70%	48.31%	21.91%
2004	869,04	908.37	2284.02	575.37
2004-2007 Alan Değişimi	-98,55	48.26	-847.8	530.64
2004-2007 % Değişim	-11,34%	5.29%	-37.12%	92.23%
2007	770,49	956.43	1436.22	1106.01
2007-2010 Alan Değişimi	141,48	-270.63	839.97	-641.25
2007-2010 % Değişim	18,36%	-28.30%	58.48%	-57.98%
2010	911,97	685.8	2276.19	464.76
2010-2019 Alan Değişimi	-78,57	28.35	6.66	114.3
2010-2019 % Değişim	-8,62%	4.13%	0.29%	24.59%
2019	833,4	714.15	2282.85	579.06
1998-2019 Alan Değişimi	4,32	-332.55	-479.07	-92.07
1998-2019 % Değişim	0,52%	-50.22%	-17.35%	-13.72%
1998	829,08	1145.67	2761.92	671.13

Tablo 4.Kontrolsüz sınıflandırma sonuçlarına ait alan ve % değişimi

Yıllar	Sulak Alanlar	Yapay Yüzeyler	Tarım Alanları	Ormanlık ve Doğal Alanlar
1998	989.01	2009.43	2087.37	621.99
1998-2001 Alan Değişimi	-264.96	-765.63	-870.39	379.26
1998-2001 % Değişim	-26.79%	-38.10%	-41.70%	60.98%
2001	724.05	1243.8	1216.98	1001.25
2001-2004 Alan Değişimi	131.13	-189.9	369.72	139.77
2001-2004 % Değişim	18.11%	-15.27%	30.38%	13.96%
2004	855.18	1053.9	1586.7	1141.02
2004-2007 Alan Değişimi	-162.9	150.66	-182.7	-172.71
2004-2007 % Değişim	-19.05%	14.30%	-11.51%	-15.14%
2007	692.28	1204.56	1404	968.01
2007-2010 Alan Değişimi	231.75	16.65	-231.12	52.29
2007-2010 % Değişim	33.48%	1.38%	-16.46%	5.40%
2010	924.03	1221.21	1172.88	1020.6
2010-2019 Alan Değişimi	39.78	-306.54	231.66	105.84
2010-2019 % Değişim	4.31%	-25.10%	19.75%	10.37%
2019	963.81	914.67	1404.54	1126.44
1998-2019 Alan Değişimi	-25.2	-1094.76	-682.83	504.45
1998-2019 % Değişim	-2.55%	-54.48%	-32.71%	81.10%
1998	989.01	2009.43	2087.37	621.99



Şekil 4. Kontrollü sınıflandırma sonucunda arazi örtüsü sınıflarının alansal dağılımı



Şekil 5. Kontrollü sınıflandırma sonucunda arazi örtüsü sınıflarının alansal dağılımı

Mogan Gölü 2001 su yılında da beslenme azlığından (kuraklıktan) dolayı önceki yıllardaki su yönetimine bağlı olarak 2002 su yılının Ekim ve Kasım aylarında 972,00 m seviyesinin altına inmiştir. 2001 Kasım ayına 972,94 m. seviyeye başlayan göl yağışların başlamasıyla birlikte seviye artışına başlamıştır. Bu artış ile birlikte Mogan gölü için kritik seviye olan 972,50 m seviyesini Şubat ayının ortalarında aşmıştır.

2002-2003-2004 su yılları gölün su seviyesinin kritik seviye üzerinde kalması için yeterli beslenmeyi sağlayabilmiştir. 2005 su yılının kurak geçmesi 2006 su yılındaki beslenmeyle belli ölçüde dengelenmişti. Ancak 2007 su yılının da kurak geçmesi ve 2008 su yılında kurak olarak devam etmesi gölün seviyesinin 972,00 m seviyesinin altına doğru inmekte olduğu gerçeğini ortaya koymuştur. Göl 2001 su yılı sonunda düştüğü 972.00 m seviyesinin altına 2007 su yılında tekrar düşmüştür. 2008 su yılında göl yağışlarla birlikte ancak 20 cm'lik bir artı beslenme sağlayabilmiştir. Yaz mevsimiyle birlikte buharlaşma kayıpları sonucu göl seviyesi tekrardan düşmeye devam etmiştir (Uğur, 2009).

6. SONUÇLAR

Bu çalışmada Ankara'nın havza sistemi ve kentin ekolojik sürdürülebilirliğini destekleyen önemli doğal alanlardan biri olan Mogan Gölü'nün zamana göre değişimleri incelenmiştir. 1998, 2001, 2004, 2007, 2010 tarihli Landsat 5 TM ve 2019 tarihli Landsat 8 OLI-TIRS görüntülerine kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma işlemleri yapılmış ve

bölgeye ait meydana gelen değişimin büyüklüğü belirlenmiştir. Kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma işleminde farklı sonuçların elde edilmesinin sebebi ise kontrolsüz sınıflandırmada piksellerin kullanıcı müdahalesi olmadan algoritmalar yardımı ile otomatik olarak kümelendirilmesi temelinde dayanırken kontrollü sınıflandırmada kullanıcı müdahalesi olması nedeniyle sonuçların farklı çıkmasına sebep olmaktadır.

Kontrollü sınıflandırmada her bir görüntü elemanı (piksel), hesaplanan olasılık değerlerine göre en çok benzer olduğu sınıfa atanmaktadır (Özkan, 2001). Burada da Maksimum benzerlik algoritması ile kullanılarak oluşturulan kontrollü sınıflandırılmış alanlarda sınıflandırma sonucunda tarım alanları ile kentsel yeşil alanların benzer spektral özelliklere sahip olması nedeniyle karışmış olduğu görülmektedir. Aynı durum, yol ile açık alanlar sınıfı için de geçerlidir.

Mogan Gölü'nün kapladığı alan her yıl için farklılık göstermiştir. Mogan Gölü'nde en yüksek sulak alanlar 911.97 ha ile 2010 yılında tespit edilmiştir. En düşük sulak alanlar ise 770.49 ha ile 2007 yılında tespit edilmiştir. 1998 yılından 2001 yılına kadar olan süreçte göl alanında yaklaşık %3.03 oranında azalma görülmüştür. 2001 yılından 2004 yılına kadar göl alanında %8.09 oranında bir artış, 2004 yılından 2007 yılına kadar %11.34 oranında azalma, 2007 yılından 2010 yılına kadar %18.36 oranında artış, 2010 dan 2019 yılına kadar ise %8.62 oranında bir azalma görülmektedir. 1998 yılından 2019 yılına kadar olan 21 yıllık süreçte ise göl alanında %0.52 oranında bir artış görülmektedir.

Sonuç olarak göl ve yakın çevresinin bulunduğu alanlarda bölgenin ekolojisi üzerindeki etkileri, iklimine etkisi, bitki örtüsüne etkisi, rekreasyon faaliyetlerin ve planlanması gibi etkilerinin ortaya konulmasında uzaktan algılama faydalı veriler sağlamaktadır.

KAYNAKÇA

- Aydoğuş, S. (1995) Gölbaşı Bölgesinde Ekolojik Planlama Yaklaşımı, Mogan ve Eymir Gölleri 1.Çevre Kurultay, Ankara
- Ayhan, E., Karşı, F., Tunç E., (2003). Uzaktan Algılanmış Görüntülerde Sınıflandırma ve Analiz, Harita Dergisi.
- Beklioğlu, M. (2000). Göllerin Ekolojik Özelliklerinin ve Su Kalitesinin Bozulması İyileştirilmesi: Eymir ve Mogan Gölleri. Türkiye Mühendislik Haberleri, 409,200/5.
- Bozduman, Ş. (2019). Sınıflandırma yöntemiyle sulak alanların değişimi analizi: Dipsiz Lagün örneği. Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi, 1(1), 16-20.
- Campbell, J.B., (1996). Introduction to Remote Sensing, Guilford Press, New York, 621 s.
- Çölkesen, İ., (2009). Uzaktan Algılamada İleri Sınıflandırma Tekniklerinin Karşılaştırılması ve Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Gebze İleri

- teknoloji Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze.
- Foody, G. M. (2002). Status of land cover classification accuracy assessment. *Remote sensing of environment*, 80(1), 185-201.
- Gölbasi -Tabiat Varlıklarını Koruma-Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (1990, 10 22). Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü: <https://tvk.csb.gov.tr/golbasi-i-394>
- Gülci, S., Gülci, N., & Yüksel, K. (2019). Aslantaş Baraj Gölü ve Çevresinin Su Yüzey Alanı ve Arazi Örtüsü Değişiminin Landsat Uydu Görüntüleri Kullanılarak İzlenmesi. *İğdir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1), 100-110.
- Gülçin, D. (2018). Arazi Kullanımlarının Sınıflandırılmasında Piksel ve Obje Tabanlı Sınıflandırmanın Karşılaştırılması. *Adnan Menderes Üniversitesi Dergisi*, 42-49.
- Kavzoğlu, T., & Çölkesen, İ. (2010). Karar ağaçları ile uydu görüntülerinin sınıflandırılması: Kocaeli örneği. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2(1), 36-45.
- Lillesand, T.M., Kiefer, R.W., Chipman, J.W., (2007). *Remote Sensing and Image Interpretation 6th Edition*, John Wiley & Sons Pres. New York.
- Musaoglu, N., Tanik, A., Gumusay, M. U., Dervisoglu, A., Bilgilioglu, B. B., Yagmur, N., Bakırman, T., Baran, D. and Gokdag, M. F. (2018). Long-term Monitoring of Wetlands via Remote Sensing and GIS: A case study from Turkey. In *Proceedings of The International Conference on Climate Change (Vol. 2, No. 1, 11-21)*.
- Mutlu, A., Kazancı, B., Özçetin, A., Sarıyılmaz, F. (2020). Akşehir gölü zamansal değişiminin bant oranlama yöntemleri ile belirlenmesi. *Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi* 2 (1) , 22-28.
- Oruç, M., Marangoz, A. M., & Karakış, S. (2007). Pan-Sharp Landsat 7 Etm+ Görüntüsü Kullanılarak Piksel-Tabanlı Ve Nesne-Tabanlı Sınıflandırma Yaklaşımlarının Karşılaştırılması, 11. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, ODTÜ, Ankara, 02-06.
- Özesmi, U. (1996). *Ecology And Politics Of Rehabilitation: Mogan Lake Wetland Ecosystem*, Ankara, Turkey. An International Perspective On Wetland Rehabilitation, 181-187.
- Özkan, C. (2001). *Uydu görüntü verisinin yapay sinir ağları ile sınıflandırılması (Doctoral dissertation, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul)*.
- Ridd, M. K., & Liu, J. (1998). A comparison of four algorithms for change detection in an urban environment. *Remote sensing of environment*, 63(2), 95-100.
- Rokni, K., Ahmad, A., Selamat, A., & Hazini, S. (2014). *Water Feature Extraction And Change Detection Using Multitemporal Landsat Imagery. Remote Sensing*, 6(5), 4173-4189.
- Strahler, A. H., (1980). The use of prior probabilities in maximum likelihood classification of remotely sensed data, *Remote Sens. Environ.*, vol. 10, no. 2, 135-163.
- Sun, F., Sun, W., Chen, J., And Gong, P. (2012). Comparison And Improvement Of Methods For Identifying Water Bodies In Remotely Sensed Imagery. *International Journal Of Remote Sensing*, 33(21), 6854-6875.
- Torun A.T., (2015). Yapay arı koloni algoritmasının tarım alanlarının sınıflandırılmasında kullanılabilirliğinin irdelenmesi. Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray Üniversitesi.
- Torun, A. T., & Gündüz, H. İ. (2020). Comparison Of Different Classification Algorithms For The Detection Of Changes On Water Bodies; Karakaya Dam Lake. *Turkish Journal Of Geosciences*, 1(1), 26-33.
- Torun, A. T., Ekercin, S., Gezgin, C., (2017). Ysa ile optimize edilmiş yapay arı koloni algoritmasının landsat uydu görüntülerinin sınıflandırılmasında kullanılabilirliğinin araştırılması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17(4), 86-93.
- Türker, M. (1999). Uzaktan Algılama Görüntülerinin Sınıflandırılması İşleminde Yardımcı Verilerin Kullanılması Teknikleri. *Harita Dergisi*, 1-10.
- Uğur, S. (2009). Doğal Su Yüzeyleri Çevresinde Oluşturulan Büyük Ölçekli Parkların Ekolojik Kriterler Açısından İrdelenmesi: Mogan Parkı Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara Üniversitesi.
- URL-1: Türkiye'nin Sulak Alanları. (2013). [https://www.suhakki.org/2013/01/turkiyenin-sulak- Alanlari/#:~:text=Ancak%20S%C3%B6zle%C5%9Fme%20kapsam%C4%B1nda%20sadece%202013,var%20\(Bkz%20harita%201\)](https://www.suhakki.org/2013/01/turkiyenin-sulak- Alanlari/#:~:text=Ancak%20S%C3%B6zle%C5%9Fme%20kapsam%C4%B1nda%20sadece%202013,var%20(Bkz%20harita%201)).
- URL-2: Türkiye Sulak Alanları. <http://www.turkiyesulakalanlari.com/mogan-golu-ankara/>
- USGS (United States Geological Survey. EarthExplorer-Home: <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- Uysal, M. M. (2012). Landsat Uydu Görüntüleri Kullanılarak Afyonkarahisar İli Şehir Gelişiminin Belirlenmesi. IV. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu (UZAL-CBS 2012) Zonguldak.
- Yağmur, N., (2018). Ramsar alanlarının uzaktan algılama yöntemleri ile zamansal analizi - Meke Maarı örneği. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İTÜ.

