



Uzaktan Algılama Teknikler ile Akşehir Gölü'ndeki Alansal Değişiminin İzlenmesi

Elif Büşra ÇAĞLAYAN¹, Furkan EREL¹, Emre Batuhan SAMUR¹, Metin DENİZ¹, Mohammad Asef MOBARİZ¹, Gordana KAPLAN²

¹ Eskişehir Teknik Üniversitesi, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ABD Eskişehir, Türkiye

² Eskişehir Teknik Üniversitesi, Yer ve Uzay Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, Türkiye

Anahtar Kelimeler

Uzaktan Algılama
Derin Öğrenme
Kuraklık
NDWI

ÖZ

Su alanlarının haritalanması ve izlenmesi için son yıllarda, uzaktan algılama ve derin öğrenme yöntemleri ve teknikleri, başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Bu çalışmada Akşehir Gölü'nün uzun yıllık dönemde seviyesinde ve alanında meydana gelen değişimler coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama verileri ve teknikleri ile incelenmiştir. Bu çalışmada Landsat görüntüleri kullanılmıştır. Göl yarı kurak iklimin etkileri altında bulunmaktadır. Gölün su miktarının artışı yağışlar, dereler, kar erimeleri ve yer altı suları sağlar, azalışını ise yeraltı suyu çekimleri, derelerin sulamada ve içme suyu olarak değerlendirilmesi, buharlaşma ve sulamada yararlanma oluşturur. Analiz aşamasında, Normalleştirilmiş Fark Su İndeksi (NDWI), Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) indeksleri ve derin öğrenme yöntemleri kullanarak kuraklık tespit edilmiştir. 1985'ten, 2020'ye kadar, elde edilen sonuçlar, Akşehir Gölü'nün su sınırının ve su kütesinin önemli bir derecede azaldığını göstermiştir. NDWI kullanılarak yapılan analizler sonucunda; 1985 yılında gölün sınırı 366.6 km² iken, 2020 yılında gölün sınırı 36.9 km² olarak tespit edilmiştir. Sonuçlara göre, derin öğrenme bant oranlama tekniklerine başarılı bir alternatif olarak değerlendirilebilir. Bu çalışma su alanlarındaki alansal değişimleri uzaktan algılama verileri ve teknikleriyle yüksek doğrulukla belirlenebileceğinin önemli bir örneğidir.

Monitoring Akşehir Lake's Area Changes Using Remote Sensing Techniques

Keywords:

Remote sensing
Deep Learning
Drought monitoring
NDWI

ABSTRACT

In recent years, remote sensing and deep learning methods and techniques have been successfully used for mapping and monitoring water area changes. In this study, the changes occurring in the level and area of the Akşehir Lake in the long-term period were examined by geographic information systems and remote sensing techniques. In this study, we used Landsat imagery. The lake is under the effects of a semi-arid climate. The increase in the amount of water of the lake is provided by precipitation, streams, snow melting and groundwater, and its decrease is groundwater draft, utilization of streams as irrigation and drinking water, and utilization in evaporation and irrigation. During the analysis phase, drought was determined using indices such as Normalized Difference Water Index (NDWI), Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and deep learning techniques. The results obtained from 1985 to 2020 showed that the water limit and water body of Akşehir Lake decreased significantly. As a result of the analyzes made using the NDWI; While the border of the lake was 366.6 km² in 1985, the border of the lake was determined as 36.9 km² in 2020. This study is an important example that monitoring changes in water areas can be determined with high accuracy using remote sensing data and techniques.

Sorumlu Yazar

(elifbusrac@gmail.com) ORCID ID 0000-0002-4781-8374
(furkanerel.1@hotmail.com) ORCID ID 0000-0002-6239-782X
(emrebatuhansamur@gmail.com) ORCID ID 0000-0002-4378-3944
(metindeniz@hotmail.com) ORCID ID 0000-0001-9026-6176
(m.asefmobariz@gmail.com) ORCID ID 0000-0001-8002-1327
(kaplangorde@gmail.com) ORCID ID 0000-0001-7522-9924

Kaynak Göster(APA);

Çağlayan E B, Erel F, Samur E B, Deniz M, Mobariz M A & Kaplan G (2020). Uzaktan Algılama Teknikler ile Akşehir Gölü'ndeki Alansal Değişiminin İzlenmesi. Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi, 2(2); 70-76

1. GİRİŞ

Su, ekolojik ve toplumsal aktivitelerin ayrılmaz bir parçası ve yaşamın kaynağıdır. Yeryüzündeki değerli doğal kaynakların başında gelen su dünyada ve Türkiye’de yoğun biçimde kullanılmaktadır. Özellikle yarı-kurak iklime sahip, yıllık yağışın belirli mevsimlerde gerçekleştiği Türkiye gibi ülkelerde sürdürülebilir su kaynakları yönetimi gün geçtikçe daha da önem kazanmaktadır. Su, yeryüzünün en zengin ve en üretken ekosistemlerinden biridir (Kaplan vd., 2020).

Çağımızın hızla gelişen uydu teknolojisi, artan yersel ve tayfsal ayırım gücü ile yeryüzü doğal kaynakları hakkında yerbilimcilerine, arazi kullanım planlamacılarına 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. Bu nedenle kıyı alanlarının periyodik olarak izlenmesi ve değişimlerin analiz edilmesi gerekmektedir (Çatal ve Dengiz, 2015).

Su kaynaklarını izleme; planlama, sürdürülebilir kalkınma ve değişim analizleri açısından büyük önem taşımaktadır. Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) açısından doğru ve güncel veri elde edinmek için çok önemli bir parametredir. Uzaktan algılama ile çalışan bilim insanlarına veri kaynağı olarak en önemli katkı Landsat programıdır. Landsat programı, uzaktan algılamanın bir bilim dalı olarak büyüme ve kabul edilmesi için önemli bir katkı olmuştur (Sabins Jr, 1987). Landsat uydu görüntüleri; tarım, haritacılık, jeoloji, ormancılık, bölgesel planlama, eğitim ve daha birçok küresel değişim araştırma ve uygulama için önemli bir kaynaktır. Landsat verileri “EarthExplorer” web sitesinden ücretsiz olarak indirilebilmektedir. Uzaktan algılamada kullanılan matematiksel birçok spektral endeksler (McFeeters, 1996; Pettorelli vd., 2005) Landsat uydu görüntüleri kullanarak elde edilmiş ve farklı alanlarda kullanılmaktadır. Su alanlarının değişim analizinde kullanılan Normalleştirilmiş Fark Su İndeksi (NDWI) kuraklık izlenmesi için kullanılabilir bir endekstir. Su kuraklık izleme için kullanılan diğer endekslerin yanı sıra (Omute vd., 2012) NDWI kayıp su alanlarının hesaplanması için de kullanılabilir. Ayrıca son yıllarda uzaktan algılama çalışmalarında derin öğrenme de önemli yer almaktadır. Birçok çalışmada derin öğrenme teknikleri ile kıyı çizgisi, su kenarı ve su alanları çıkarmaya yönelik çalışmalar yapılmıştır (Acharya vd., 2019; Erdem vd., 2018).

Meydana gelen iklim değişikliklerinin neden olduğu kuraklık sorunu, su kaynaklarının etkin yönetiminin sağlanmasını zorunlu hale getirmiştir. Bu etkin kullanımın gerçekleşmesi için, bilgilerin

klasik yöntemlerden ziyade hızlı, ekonomik ve yüksek doğrulukta su yönetim planlama ve politikalarına aktarılması gerekmektedir. Farklı kullanımların etkisine ve ani değişimlere açık olan su kaynaklarının da, değişim izleme çalışmalarında kullanılması, hızlı ve doğru plan kararlarının alınmasında önemli rol oynamaktadır (Efe ve Demir, 2007; Emanuel, 2018; Kaplan ve Avdan, 2017; Wang vd., 2019).

Bu çalışmada Akşehir Gölü’ndeki zamana bağlı değişiklikler incelenmiştir. Bu amaçla, NDWI ve Normalleştirilmiş fark bitki örtüsü endeksi (NDVI) endeksleri kullanılmıştır. Ek olarak derin öğrenme teknikleri de değerlendirilmiştir. Kıyı çıkarımı ve su alanı tespiti uzaktan algılamanın temel uğraş alanları arasında yer almaktadır. Kural bazlı algoritmalar ile birçok çözüm mevcuttur. Bunlar belirli kombinasyonların hesaplanması ile ve sabit eşik değerlerine göre sınıflama yapmaktadırlar. Bazı durumlarda istenmeyen sonuçlar üretebilmektedirler. Örneğin NDWI hesaplamasında bazen bulutlu alanların gölgeleri de sulu alan olarak değer vermektedir. Güncel çalışmalar derin öğrenme algoritmalarının sınıflama, nesne çıkarımı yapma konusunda kural bazlı algoritmalara uygun bir alternatif çözüm olduklarını göstermektedir.

Bu bağlamda Akşehir Gölü üzerinde NDWI ve Derin öğrenme sonuçlarını karşılaştırılacak bir çalışma amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında farklı bant kombinasyonları ile su yüzey alanı tespiti yapılması hedeflenmiştir. Bu çalışma; Akşehir Gölü’ndeki su seviyesinin ekonomik ve hızlı tespit edilmesi, su kaynaklarının etkin yönetimine katkı sağlayacaktır. Bu çalışmada; Türkiye’nin Orta Anadolu bölgesinde yer alan Akşehir Gölü’nü izlemek için 1994 – 2020 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri analiz edilmiştir.

2. YÖNTEM

2.1. Çalışma alanı

Bu çalışmada Akşehir Gölü ve çevresi incelenmiştir. Akşehir Gölü, ülkemizde Sultan Dağları ile Emir Dağı arasındaki çöküntü alanında yer alan, Akşehir İlçe’sine 10,2 km uzaklıkta bulunan ve yaz aylarında sıcak ve kurak, kış aylarında ise soğuk ve yağışlı iklimin görüldüğü karasal iklimin egemen olduğu, Konya ve Afyonkarahisar il sınırları içerisinde yer alan ve küresel ısınmanın etkilerine bağlı olarak kuraklık derecesinin de etkili olduğu Türkiye’nin beşinci büyük gölü konumundadır. İdari olarak Konya ve Afyonkarahisar illeri sınırları içerisinde yer almaktadır. Kapalı bir havzada bulunduğundan dışarıya akıntısı yoktur. Akşehir gölünün özellikleri Tablo-1’de verilmiştir (Elmacı ve Obalı, 1998).

Tablo 1. Akşehir Gölü Özellikleri

AKŞEHİR GÖLÜ	
KONUM	İç Anadolu Bölgesi, Türkiye
KOORDİNAT	37°47'0''K, 31°33'0''D
UZUNLUK	39 km
GENİŞLİK	20 km
YÜZÖLÇÜMÜ	353 km ²
ORTALAMA DERİNLİK	171m
EN DERİN NOKTASI	8 m
YÜZEY RAKIMI	954

2.2. Veri

Akşehir gölününün 1984 yılından günümüze kadar olan fiziksel değişiminin incelenmesi için tamamen Landsat uydu görüntülerinden yararlanılmış olup gerekli veriler Earth Explorer (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) sitesinden Level-2 olarak temin edilmiştir.

Çalışmada kullanılan görüntüler, mevsimsel değişimlerden etkilenmemek için bulutsuz ve açık bir ay olan Ağustos ayından seçilmiştir. Çalışma alanı 1681.5 km² olarak belirlenmiştir. Ek olarak mevsimsel değişim analizi için 1987 ve 2019 yılları için bahar ve sonbahar görüntüleri de incelenmiştir. Kullanılan görüntüler Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Çalışmada kullanılan uydu görüntüleri

Sensör	Tarih	Bulutluluk Oranı	Path/Row
Landsat 5	13.05.1984	10.00	178/33
Landsat 5	04.10.1984	2.00	178/33
Landsat 5	07.12.1984	0.00	178/33
Landsat 5	20.08.1985	0.00	178/33
Landsat 5	02.08.1990	0.00	178/33
Landsat 5	13.08.2000	1.00	178/33
Landsat 5	23.07.2004	0.00	178/33
Landsat 5	22.08.2009	0.00	178/33
Landsat 8	20.08.2014	5.74	178/33
Landsat 8	14.05.2019	8.04	178/33
Landsat 8	02.08.2019	0.64	178/33
Landsat 8	06.11.2019	0.09	178/33

2.3. Yöntem

Bu çalışmanın ana amacı Akşehir Gölü'ndeki zamansal değişimi tespit etmektir. Su alanı hesaplamak için literatürde sık kullanılan spektral indeks olan, NDWI kullanılmıştır. NDWI indeksini hesaplamak için Landsat'ın yeşil bant ve yakın kızılötesi band kullanılmıştır. Formülü aşağıda verilmiştir. NDWI değerlerine üç sınır verilmiştir; sıfırdan küçük değerler su olmayan alanlar olarak sınıflandırılmış, 0 - 0,2 arasındaki değerler sığ su alanlar olarak belirlenmiş, 0,2'den büyük değerler ise su alanlar olarak sınıflandırılmıştır (Kaplan vd., 2019).

$$NDWI = \frac{Yeşil - YKÖ}{Yeşil + YKÖ}$$

Ayrıca, gölün etrafındaki alansal değişimler için NDVI kullanılmıştır. NDVI formülü aşağıda verilmiştir.

$$NDVI = \frac{YKÖ - Kırmızı}{YKÖ + Kırmızı}$$

NDVI değerleri dört farklı sınırlarla sınıflandırılmıştır. Sıfırdan küçük değerler çıplak arazi, 0 - 0,2 çıplak tarım alan, 0,2 - 0,5 yeşil alanlar ve 0,5'ten büyük yoğun yeşil alanlar (Avdan ve Jovanovska, 2016).

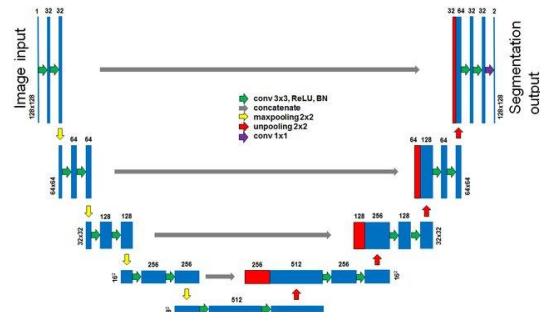
2.4. Derin Öğrenme

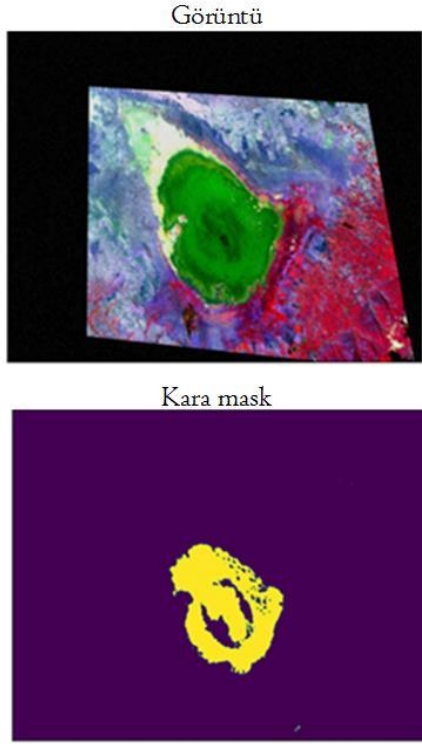
Derin öğrenme, makine öğrenmesi sınıflarından bir tanesidir. Temel olarak, verinin temsilinden öğrenmeye dayanmaktadır. Üst düzeydeki özellikler, alt düzeydekilerden türetilerek hiyerarşik bir temsil oluşturulmakta ve bu temsil; soyutlamanın farklı düzeylerine karşılık olan birden çok temsil seviyesini öğrenmektedir (Song ve Lee, 2013).

CNN (Convolutional Neural Network) ise nesne çıkarımı için özelleşmiş olan derin öğrenme algoritmasıdır. Görüntüleri daha küçük parçaları bölüp bu parçalar üzerinde özel filtreler uygulayarak nesnelerin hatlarını belirginleştirmeyi amaçlamaktadır. U-net bir CNN algoritmasıdır. Genel CNN yapısına ilaveten görüntüleri küçültüp filtreledikten sonra büyük resmi tekrar bir araya getirir (Şekil 2) (Krizhevsky ve Hinton, 2012).

Veri hazırlama aşamasında eos.com download api kullanılarak veri temini sağlanmıştır. Toplamda 2013-2020 tarihleri arasında 86 adet uydu görüntüsü indirilmiştir. Rastgele seçilen 76 tane görüntü ağı eğitmek için, kalan 10 tanesi de test için kullanılmıştır.

NDWI hesaplaması sonucunda 3 sınıf için anlamlı değerler üretilmektedir. -1 ile 0 arası kara, 0.01 ile 0.2 arası sığ su ve 0.21 ile 1 arası da derin suyu temsil eder. Sonraki adımda veri çoğaltma işlemi yapılmıştır. 86 görüntünün yetersiz olmasından dolayı eğitim sırasında orijinal görüntü üzerinde bozma işlemi uygulanarak her seferinde farklı görüntüler elde edilmiştir. Şekil 3'te görüntü bozma örneği gösterilmiştir.

**Şekil 2.** U-net model yapısı (Nguyen vd., 2017).

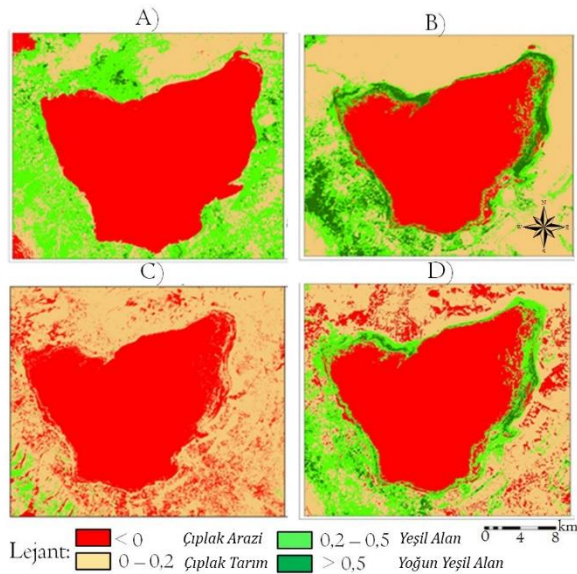


Şekil 3. Veri Çoğaltma Örneği

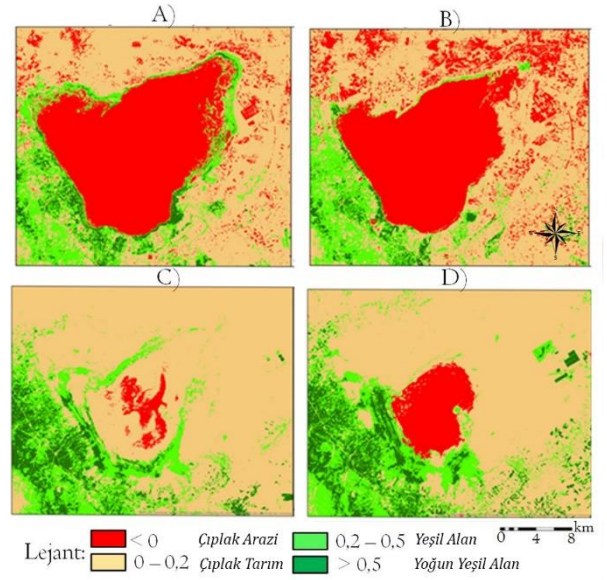
3. SONUÇLAR

3.1. NDVI Analizleri

Şekil 4'te 1984 yılına ait mevsimsel NDVI değişimleri gösterilmiştir. NDVI değerleri dört farklı sınırlarla sınıflandırılmıştır. Sıfırdan küçük değerler çıplak arazi, 0 – 0,2 çıplak tarım alan, 0,2 – 0,5 yeşil alanlar ve 0,5'ten büyük yoğun yeşil alanlar. Aynı sınıflar yıllara bağlı değişim için de kullanılmıştır. Sonuçlar Şekil 5'te gösterilmiştir.



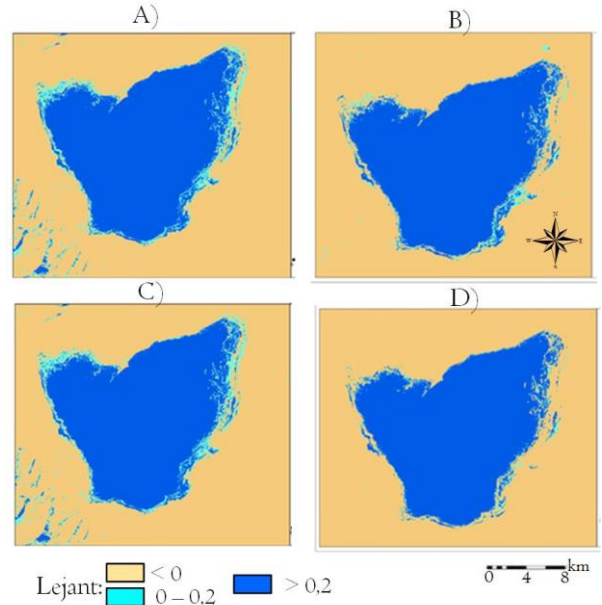
Şekil 4. 1984 mevsimsel NDVI analizleri: A) Mayıs; B) Ekim; C) Aralık; D) Ağustos



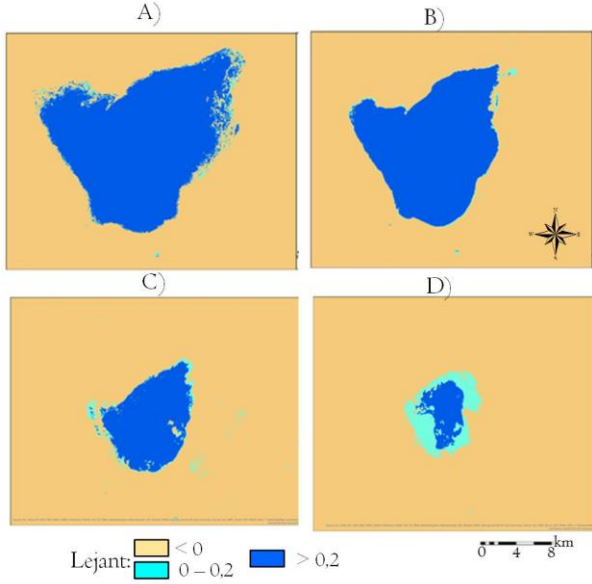
Şekil 5. Yıllara bağlı NDVI analizleri: A) Ağustos 1990; B) Ağustos 2000; C) Ağustos 2009; D) Ağustos 2019.

3.2. NDWI Analizleri

Şekil 6'da 1984 yılına ait mevsimsel NDWI değişimleri gösterilmiştir. NDWI değerleri üç farklı sınırlarla sınıflandırılmıştır. Sıfırdan küçük değerler su olmayan alanlar olarak sınıflandırılmış, 0 – 0,2 arasındaki değerler sığ su alanlar olarak belirlenmiş, 0,2'den büyük değerle ise su alanlar olarak sınıflandırılmıştır. Aynı sınıflar yıllara bağlı değişimi için de kullanılmıştır. Sonuçlar Şekil 7'de gösterilmiştir.



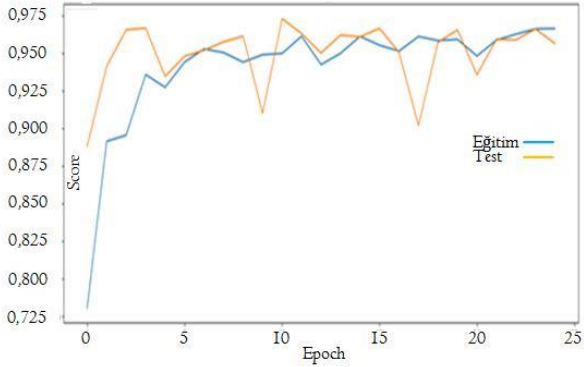
Şekil 6. 1984 mevsimsel NDWI analizleri: A) Mayıs; B) Ekim; C) Aralık; D) Ağustos



Şekil 7. Yıllara bağlı NDWI analizleri: A) Ağustos 1990; B) Ağustos 2000; C) Ağustos 2009; D) Ağustos 2019.

3.3. Derin Öğrenme Sonuçları

Eğitim sonucunda beklenen kara sınıfı %96 oranında doğru tespit edilmiştir. 25 döngü yapılmasına rağmen 5. döngü sonunda zirveye yakın sonuçlar elde edilmiştir (Şekil 8).

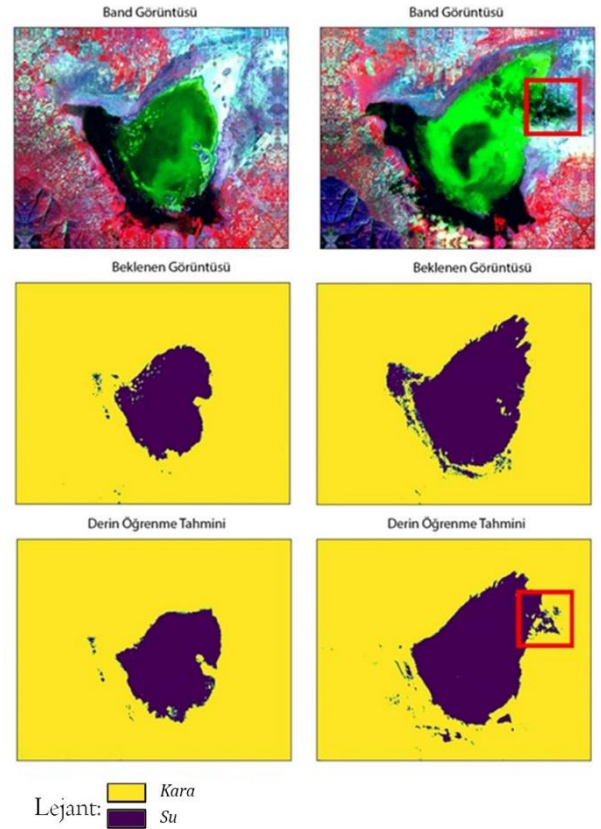


Şekil 8. Derin Öğrenme Sonuç Grafiği

Kara ya da su olmayan yerleri sınıflandırma %96,03 göstermiştir. Buna karşılık algoritmanın sığ ve derin su sınıflarının ayırımında zorlandığı görülmüştür. Sığ ve derin su sınıflarının ayırımındaki elde edilen sonuçlarda %60 başarı oranı geçilememiştir.

Kıyı çizgisi çıkarımı yapmak için NDWI hesabı yerine derin öğrenme başarılı bir alternatif olarak değerlendirilebilir. U-Net algoritması sınırlı veri (86 adet görüntü) ve donanım (i5 8400 ve 16GB ram) ile başarılı sonuçlar üretmiştir.

Farklı bantlar kombine edilerek ve güçlü donanımlı bilgisayarlarda daha yüksek oranlı sonuçlar elde edilebilir.



Şekil 9. Yukarıdan aşağı bant görüntüsü, beklenen görüntü ve derin öğrenme tahmini

4. Tartışma

Akşehir Gölü ülkemizin göller yöresi olarak bilinen Sultandağları'nın kuzeyinde yer alan tektonik oluşumlu bir göldür. Gölün bir gideğeni olmadığı için suları tuzludur. Gölün en önemli besleyenleri konumundaki akarsuların debilerinde uzun yıllık dönemde azalma dikkati çekmiştir. Bununla birlikte sulamalı tarım alanlarının genişlemesi ile artan su kullanımı gölün bütçesini olumsuz yönde etkilemiştir.

Çalışmada 1984, 1990, 2000, 2004, 2009, 2014, 2019, 2020 yıllarına ait uydu görüntüleri kullanılarak, Akşehir Gölü'nün su ve tarım alanında meydana gelen değişikliklerin belirlenmesi hedeflenmiştir.

NDVI analizi 1984 ve 2020 yılları arasında kapsamakta olup 1985 yılından 2014 yılına kadar tarım alanının çalışma alanı içinde %14 civarında yer kapladığı tespit edilmiş, 2019 yılında tarım alanının %19,3 seviyesine geldiği tespit edilmiştir.

Bu çalışmada göl alanının en geniş olduğu dönem 1985 yılı 295 km² olduğu görülürken en dar olduğu dönemin 2019 yılı 57 km² alana sahip olduğu tespit edilmiştir. NDWI sonucunda su alanının 1985'ten itibaren her beş senede %3 azaldığı tespit edilmiştir. 2009 yılına kadar göl alanında %3 oranında düşüş görülürken 2009 yılında 97,4 km² olan göl alanı 2014 yılı itibari ile 146 km² ye yükselerek 48,6 km² artış göstermiştir. 2014'e kadar küresel ısınmaya, yağış azlığına ve buharlaşmaya bağlı su kaybı daha az miktarda görülürken 2014

yılıın Ağustos ayında %8,7 olan su alanının 2019 yılı Ağustos ayında %3,4'e düştüğü tespit edilmiştir. 2014, 2019 yılları arasındaki göldeki su alanının azalmasındaki diğer bir etkenin tarım alanlarındaki %5 oranındaki artış miktarı olduğu tespit edilmiştir. Tarımda sulama çalışmaları için kullanılan kaçak kuyuların açılması bu yıllar arasında etkisini daha çok göstermiştir. Yaklaşık 35 yıl içerisinde Akşehir gölü çevresindeki yerleşim merkezlerindeki nüfus artışı ve sanayi, fabrika bölgelerinin kurulması göldeki su miktarının azalmasında önemli bir etken olarak gösterilebilir. NDVI ve NDWI'dan elde edilen sonuçlar Şekil 10'da karşılaştırılmıştır.



Şekil 10. Tarım ve su alanı tarihsel değişimi

Akşehir Gölü'ndeki bu hızlı alan kaybının önlenmesi mümkün olmamakla birlikte yavaşlaması anlamında bazı önlemlerin alınması gerekmektedir. Çünkü yağışın azalması, buharlaşmanın ve sıcaklığın artması doğal beslenme dengesinin bozulmasında önemli rol oynamaktadır. Sadece iklim elemanlarındaki bu değişiklikler gölün seviye ve alan kayıplarını açıklamak için yeterli değildir. Bu nedenle beşeri müdahalelerin önemi daha da artmaktadır.

Bölgede salma yapılmakta ve yüzeye bırakılan suyun bir kısmı toprağa sızmakta önemli bir kısmı ise buharlaşmaktadır. Bu nedenle tarımda damlama sulama yöntemine geçiş yapılması önerilmektedir.

1992 yılından itibaren kontrol altına alınan ve o günden bu yana çeşitli çalışmalar ve ilgili bakanlıklar tarafından desteklenen Akşehir gölü 1 Kasım 2018 tarihli Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile kesin korunacak hassas alan olarak ilan edilerek ilçede faaliyete başlayan Atık Su Arıtma Tesisinden arıtılan suyun verilmesiyle beslenmeye başlandı. Bu kararnameye destek ile gelecek yıllar adına Akşehir gölünün eski günlerine ulaşabilmesi için Atık Su Arıtma tesislerinin sayısının artırılması, kurulan tesislerin gelişen teknolojiler ile birlikte yenilenmesini ve kaçak su kuyularının açılmasının engellenmesini önemli olduğunu düşünmekteyiz.

BİLGİLENDİRME/TEŞEKKÜR

Bu çalışma Eskişehir Teknik Üniversitesi Studio-I ders kapsamında yapılmıştır. Tüm hocalara değerli yorumlar ve katkılar için teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- Acharya, T.D., Subedi, A. ve Lee, D.H., (2019). Evaluation of Machine Learning Algorithms for Surface Water Extraction in a Landsat 8 Scene of Nepal. *Sensors*, 19(12): 2769.
- Avdan, U. ve Jovanovska, G., (2016). Algorithm for automated mapping of land surface temperature using LANDSAT 8 satellite data. *Journal of Sensors*, 2016.
- Çatal, A, and Orhan D. (2015) "From Being Akşehir Lake to Being Akşehir Desert: The Process and the Influential Factors." *Toprak Su Dergisi* 4.1: 18-26.
- Efe, R. ve Demir, S., (2007). Tuz Gölü (Karataş) çevresinde arazi kullanımı değişiminin kumullara etkisi. *Türk Coğrafya Dergisi*(48): 59-72.
- Elmacı, A. ve Obalı, O., (1998). Akşehir Gölü Kıyı Bölgesi Alp Florası. *Journal Of Biology*, 22: 81-98.
- Emanuel, R.E., (2018). Climate change in the Lumbee River watershed and potential impacts on the Lumbee tribe of North Carolina. *Journal of Contemporary Water Research & Education*, 163(1): 79-93.
- Erdem, F., Derinpinar, M.A., Nasirzadehdizaji, R., Selen, O., Şeker, D.Z. ve Bayram, B., (2018). Rastgele Orman Yöntemi Kullanılarak Kıyı Çizgisi Çıkarımı İstanbul Örneği. *Geomatik*, 3(2): 100-107.
- Kaplan, G. ve Avdan, U., (2017). Water extraction technique in mountainous areas from satellite images. *Journal of Applied Remote Sensing*, 11(4): 046002.
- Kaplan, G., Avdan, Z., Avdan, U. ve Jovanovska, T., (2020). Monitoring Shared International Waters with Remote Sensing Data. *Resilience*, 4(1): 77-88.
- Kaplan, G., Avdan, Z.Y. ve Avdan, U., (2019). Mapping and monitoring wetland dynamics using thermal, optical, and SAR remote sensing data. *Wetlands Management: Assessing Risk and Sustainable Solutions*, 87.
- Krizhevsky, A, Ilya S, and Geoffrey E. H (2012). "Imagenet classification with deep convolutional neural networks." *Advances in neural information processing systems*.
- McFeeters, S.K., (1996). The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *International Journal of Remote Sensing*, 17(7): 1425-1432.
- Nguyen, T., Bui, V., Lam, V., Raub, C.B., Chang, L.-C. ve Nehmetallah, G., (2017). Automatic phase aberration compensation for digital holographic microscopy based on deep learning background detection. *Optics express*, 25(13): 15043-15057.
- Omute, P., Corner, R. ve Awange, J.L., (2012). The use of NDVI and its derivatives for monitoring Lake Victoria's water level and drought conditions.

Water resources management, 26(6): 1591-1613.
Pettorelli, N., Vik, J.O., Mysterud, A., Gaillard, J.-M., Tucker, C.J. ve Stenseth, N.C., (2005). Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. *Trends in ecology & evolution*, 20(9): 503-510.
Sabins Jr, F.F., (1987). *Remote sensing--principles and interpretation*. WH Freeman and company.

Song H. A. ve Lee, S. Y., (2013). Hierarchical representation using NMF. *International conference on neural information processing*, 466-473.
Wang, Y., Ma, J., Xiao, X., Wang, X., Dai, S. ve Zhao, B., (2019). Long-Term Dynamic of Poyang Lake Surface Water: A Mapping Work Based on the Google Earth Engine Cloud Platform. *Remote Sensing*, 11(3): 313.



© Author(s) 2021. This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>