

# ÇOK ZAMANLI UYDU GÖRÜNTÜLERİ İLE AKŞEHİR GÖLÜ DEĞİŞİM ANALİZİ

A. Z. Mutlu<sup>a</sup>, B. Kazancı<sup>a</sup>, A. Y. Özçetin<sup>a</sup>, F. B. Sarıyılmaz<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Merkez, Gümüşhane – ahmet07zekimutlu@gmail.com, burakkazanci61@gmail.com, yusuf.2729@hotmail.com, sariyilmazbasak@gmail.com

**ANAHTAR KELİMELELER:** Akşehir Gölü, değişim belirleme, kontrolsüz sınıflandırma, NDWI, MNDWI, NDWI<sub>GAO</sub>

## ÖZET:

Akşehir Gölü, Konya ile Afyon arasında, Konya'nın Akşehir ilçesi sınırları içerisinde yer alan, dağların arasındaki çöküntüye yağmur ve kar sularının birikmesiyle oluşmuş bir göldür. Bu çalışmanın amacı Akşehir Gölü'nde zamana bağlı olarak meydana gelen değişimlerin uydu görüntüleri ve uzaktan algılama yöntemleri kullanılarak belirlenmesidir. Çalışma amacıyla yönelik olarak 1995, 2010 ve 2018 tarihli 3 adet LANDSAT görüntüsü kullanılmıştır. Görüntülere kontrolsüz olarak sınıflandırma işlemi ile NDWI, MNDWI ve NDWI<sub>GAO</sub> bant oranlama yöntemleri uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda Akşehir Gölü'nün 23 yıllık değişimi tespit edilmiş ve yöntem karşılaştırması yapılmıştır.

**KEY WORDS:** Akşehir Lake, change determination, unsupervised classification, NDWI, MNDWI, NDWI<sub>GAO</sub>

## ABSTRACT:

Akşehir Lake, between Konya and Afyon, located in the district of Konya Akşehir, is a lake formed by the accumulation of rain and snow in the collapse between the mountains. The aim of this study is to determine the changes in time in Akşehir Lake by using satellite images and remote sensing methods. For the purpose of study, 1995, 2010 and 2018 dated 3 LANDSAT images were used. Unsupervised classification method and NDWI, MNDWI and NDWI<sub>GAO</sub> band ratio methods were applied to the images. As a result of the study, 23 years change of Akşehir Lake was determined and the methods were compared.

## 1. GİRİŞ

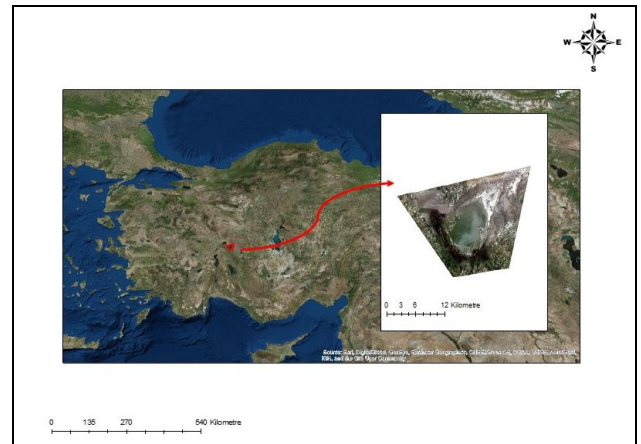
Meydana gelmekte olan iklim değişikliğinin etkisi ülkemizde de hissedilmektedir. Önemli su havzaları, barajlar ve göller kuraklık etkisi altındadır. Tüm dünyada (McFeeters, 2013; Erener ve Shirzad, 2016; Bhardwaj ve diğerleri, 2015; ) ve ülkemizde (Erberk vd., 2000; Terzi, 2004; Özcan, 2007; Yaman, 2007; Şener, 2010; Yetmen, 2013, Yiğit vd., 2015; Sarıyılmaz vd., 2015; Turgut, 2016, Keskin, 2017; Gordana Kaplan, 2017) kuraklık ve su kaynaklarının incelenmesi ile ilgili olarak çok çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Çevre gözlemlerinin yapıldığı bu çalışmalarda sıklıkla sınıflandırma ve bant oranlama yöntemlerinden yararlanılmıştır.

Akşehir Gölü LANDSAT görüntüleri kullanılarak yapılan bu çalışmada sınıflandırma ve bant oranlama yöntemleri kullanılarak geçmişten günümüze meydana gelen değişim miktarı ve yönü belirlenmiştir. Çalışmada öncelikle kontrolsüz sınıflandırma işlemi ile görüntülerde belirlenen alanda kara ve su ayırımı gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada ayrıca kontrolsüz sınıflandırma işlemi kullanılarak bölgenin arazi örtüsü ve arazi kullanımı sınıfları (AÖAK) da CORINE sınıflandırma sisteminin ilk seviyesi dikkate alınarak belirlenmiştir. Sonuç görüntülere doğruluk analizi işlemi uygulanmış ve analiz sonuçlarının kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğu görülmüştür. AÖAK sınıflarının belirlenmesinin ardından yıllar içerisinde bu sınıflarda meydana gelen değişimin miktarı ve yönü de araştırılmıştır. AÖAK sınıflarında meydana gelen değişimlerin ortaya çıkarılmasına yönelik olarak bant oranlama yöntemlerinden faydalanılmasını araştırmak amacıyla literatürde

su tematik sınıfı için geliştirilmiş 3 farklı yaklaşım seçilmiş ve görüntülerdeki su tematik sınıfı bu yaklaşımlar kullanılarak belirlenmiştir.

## 2. ÇALIŞMA ALANI

Çalışmaya konu olan Akşehir Gölü, Konya ile Afyon illeri arasında, Konya'nın Akşehir ilçesi sınırları içerisinde yer alır (Şekil 1). Göl, Sultan Dağları'ndan inen mevsimlik kar ve yağmur suları ile beslenmektedir ve suyunun dışarı akmasını sağlayacak bir gideri bulunmamaktadır. Bölgede sıcak ve kurak iklim koşulları hakim olması sebebiyle buharlaşma miktarı oldukça fazladır. Gölün suyu tuzludur (Url-1, 2019).



Şekil 1. Çalışma alanı

### 3. VERİ

Akşehir Gölü'nde meydana gelen AÖAK değişimlerinin belirlenebilmesi için ilkbahar mevsimine ait 1995 ve 2010 tarihli LANDSAT 4-5 ETM görüntüleri ve 2018 tarihli LANDSAT 8 OLI görüntüleri kullanılmıştır. Görüntüler 30 m mekansal çözünürlükte ve UTM WGS 84 datum ve koordinat sistemindedir.

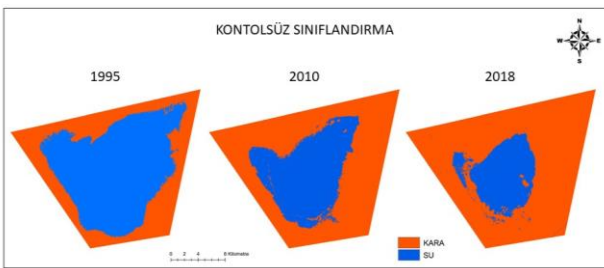
### 4. YÖNTEM

#### 4.1 Kontrolsüz Sınıflandırma ve Doğruluk Analizi

Birçok bilim dalında bir karar verme yöntemi olarak kullanılan sınıflandırma yöntemi, uzaktan algılamada da arazi örtüsü ve arazi kullanımını belirlemek için yaygın olarak kullanılır. Sınıflandırmanın temel amacı; özellik uzayında aynı özellikleri gösteren nesnelerin aynı grup altında toplanarak görüntüler üzerinden tematik harita üretme işlemidir. Uzaktan algılamada kontrollü ve kontrolsüz olmak üzere iki yaklaşım yöntemi vardır (Doğan, 2008; Kalkan ve Maktav, 2010).

Piksellerden oluşan optik görüntüde her piksel bir yansıtım değerine sahiptir. Kontrolsüz sınıflandırma işleminde görüntü piksel yansıtım değerlerinden yararlanılarak belirlenen sınıf sayısına göre spektral kümeler ayrılır. Piksellerin atandığı kümelerin her biri arazi üzerinde belirli bir tematik sınıfa karşılık gelmektedir (Lillesand vd., 2004; Çetin ve Musaoğlu, 2008). Yüksek mekansal çözünürlüklü görüntüler, google haritalar ve arazi çalışmaları ile elde edilen yersel veriler gibi kaynaklar kullanılarak oluşturulan sınıfların arazi üzerinde temsil ettiği tematik sınıflar bu kümeleme işleminin sonrasında belirlenir. Kontrolsüz sınıflandırma işlemi sonucunda oluşan sınıflar spektral sınıflardır.

Bu çalışmada görüntülerin sınıflandırılması için bir kontrolsüz sınıflandırma algoritması olan ISODATA yöntemi kullanılmıştır. Görüntüler kontrolsüz sınıflandırma ile öncelikle kara ve su olarak iki tematik sınıfa ayrılmış ve zamana bağlı olarak su tematik sınıfında meydana gelen değişim ortaya çıkarılmıştır. Kara ve su ayırımına ilişkin kontrolsüz sınıflandırılmış görüntüler Şekil 2'de verilmiştir.



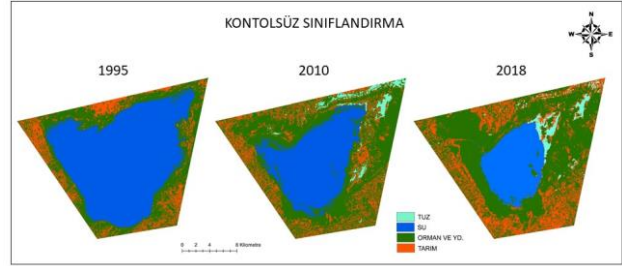
Şekil 2. Kontrolsüz sınıflandırma ile kara ve su ayırımı

Bu işlem sonucunda 1995 yılında 24431.3 hektar olan su tematik sınıfı alanının 2010 yılında 12532.5 hektara ve ardından 2018 yılında 7597.8 hektara düştüğü belirlenmiştir. 1995 yılından 2018 yılına kadar geçen zamanda su varlığı tematik sınıfında %69 oranında bir azalma meydana gelmiştir.

Çalışmanın devam eden aşamasında bölgedeki AÖAK yine kontrolsüz sınıflandırma yöntemi ve ISODATA algoritması ile belirlenmiştir.

AÖAK sınıflarının belirlenmesine yönelik olarak literatürde çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Bu yöntemler, ANDERSON,

FAO, CORINE ve LUCAS yöntemleridir (Anderson vd., 1976; Di Gregorio ve diğerleri, 2016, Çivi ve diğerleri, 2009, Sariyılmaz ve Musaoğlu, 2016). Bu çalışmada CORINE sınıflandırma sisteminin birinci seviyesi temel alınmıştır. Buna göre su varlığı, tarım alanları ve orman ve yarı doğal alanlar sınıfları oluşturulmuştur. Ancak, tuz da bölgede önemli ölçüde yer tutan ve dikkate değer bir yeryüzü nesnesi olarak ortaya çıkmaktadır AÖAK sınıflarını gösteren kontrolsüz sınıflandırma sonuçları Şekil -3'de verilmiştir.



Şekil 3. Arazi örtüsü ve arazi kullanımını sınıfları

Tablo 1'de 1995, 2010 ve 2018 tarihli görüntülerde kontrolsüz sınıflandırma işlemi ile belirlenen arazi örtüsü ve arazi kullanımı sınıflarının kapladıkları alanlar yüzde dağılımı olarak verilmektedir.

Tarih Alan	1995	2010	2018
Su Varlığı	%61	%32	%19
Orman ve YDA	%27	%48	%55
Tarım Alanları	%12	%15	%22
Tuz	0	%5	%4

Tablo 1. AÖAK sınıflarının dağılımı

Sınıflandırma işlemi ile üretilen tematik haritaların güvenilirliği için doğruluklarının test edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla kullanılan en yaygın yöntem hata matrisi yöntemidir (Congalton ve Green, 2008; Kumar, 2012). Hata matrisi yöntemi ile kontrolsüz sınıflandırma yaklaşımı kullanılarak üretilen tematik haritaların genel doğrulukları ve kappa istatistik sayıları hesaplanmıştır. Analizler sonucunda elde edilen değerlerin kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğu görülmüştür.

Kara ve su olmak üzere iki sınıf halinde üretilmiş tematik haritalar için kappa istatistik değerleri ve genel doğruluklar Tablo 2'de, AÖAK sınıflarını gösteren tematik haritalar için kappa istatistik değerleri ve genel doğruluklar da Tablo 3'te verilmiştir.

Tarih	Kappa İstatistik Değeri	Genel Doğruluk (%)
1995	0,9830	99
2010	1,0000	100
2018	0,9881	99

Tablo 2. Kara ve su için doğruluk analizi sonuçları

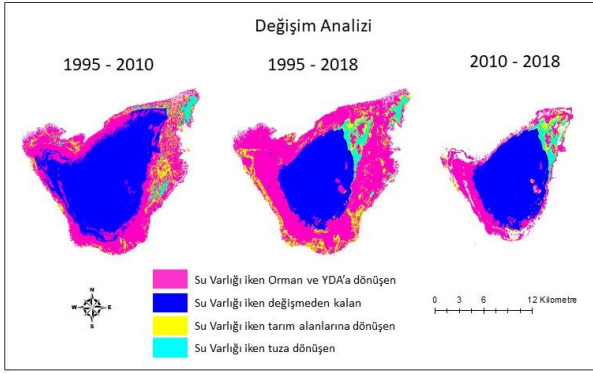
Tarih	Kappa İstatistik Değeri	Genel Doğruluk (%)
1995	0,9186	96
2010	0,8793	92
2018	0,9155	94

Tablo 3. AÖAK için doğruluk analizi sonuçları

## 4.2 Değişim Belirleme

Çalışma alanı içerisinde AÖAK sınıflarının nasıl değişim gösterdiğinin belirlenebilmesi için görüntü matrisleri birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Bu şekilde değişimin yönünü ve miktarını belirlemek mümkün olmuştur.

Değişim analizi sonuçları Şekil 4'te gösterilmektedir. Yıllara göre belirlenen değişimler alansal olarak da sırasıyla Tablo 4, Tablo 5 ve Tablo 6'da gösterilmektedir.



Şekil 4. Değişim analizi sonuçları

Tablo 4 incelendiğinde, 1995 yılında su varlığı olan alanların yaklaşık % 52'sinin 2010 yılında da yine su olarak kaldığı, ancak yaklaşık %38'lik kısmının orman ve yarı doğal alanlar sınıfına, %7'lik kısmının tarım alanları sınıfına ve yaklaşık %3'lük bir kısmın tuz sınıfına dönüştüğü görülmektedir.

Sınıf Numarası		Alan (ha)	% Değişim
1995	2010		
<b>SU VARLIĞI (1)</b>			
1	1	12532,10	%51,29
1	2	9405,45	%38,49
1	3	1825,02	%7,47
1	4	668,70	%2,75
<b>ORMAN VE YARI DOĞAL ALANLAR (2)</b>			
2	1	0,36	%0,02
2	2	7578,36	%69,71
2	3	2807,10	%25,82
2	4	484,02	%4,45
<b>TARIM ALANLARI (3)</b>			
3	1	0	0
3	2	2701,08	%60,53
3	3	1600,29	%35,86
3	4	161,10	%3,61

Tablo 4. 1995 ve 2010 yılları arasındaki değişim

Tablo 5 incelendiğinde, 2010 yılında su varlığı olan alanların yaklaşık %61'inin 2018 yılında da yine su olarak kaldığı, ancak yaklaşık %30'luk kısmının orman ve yarı doğal alanlar sınıfına, %6'lık kısmının tarım alanları sınıfına ve yaklaşık %6'lık bir kısmın tuz sınıfına dönüştüğü görülmektedir.

Tablo 6 incelendiğinde, 1995 yılında su varlığı olan alanların yaklaşık % 31'inin 2018 yılında da yine su olarak kaldığı, ancak yaklaşık %53'lük kısmının orman ve yarı doğal alanlar sınıfına, %10'luk kısmının tarım alanları sınıfına ve yaklaşık %5'lik bir kısmın tuz sınıfına dönüştüğü görülmektedir.

Sınıf Numarası		Alan (ha)	% Değişim
2010	2018		
<b>SU VARLIĞI (1)</b>			
1	1	7561,80	%60,33
1	2	3643,83	%29,07
1	3	643,86	%5,16
1	4	683,01	%5,44
<b>ORMAN VE YARI DOĞAL ALANLAR (2)</b>			
2	1	27,99	%0,15
2	2	13975,30	%70,99
2	3	5478,48	%27,83
2	4	203,13	%1,03
<b>TARIM ALANLARI (3)</b>			
3	1	8,01	%0,14
3	2	3984,66	%63,93
3	3	2202,93	%35,34
3	4	36,81	%0,59
<b>TUZ (4)</b>			
4	1	0	0
4	2	396,90	%30,22
4	3	493,47	%37,55
4	4	432,45	%32,23

Tablo 5. 2010 ve 2018 yılları arasındaki değişim

Sınıf Numarası		Alan (ha)	% Değişim
1995	2018		
<b>SU VARLIĞI (1)</b>			
1	1	7580,52	%31,04
1	2	13168,90	%53,90
1	3	2580,57	%10,56
1	4	1101,33	%4,50
<b>ORMAN VE YARI DOĞAL ALANLAR (2)</b>			
2	1	10,80	%0,09
2	2	6379,11	%58,68
2	3	4296,06	%39,54
2	4	183,87	%1,69
<b>TARIM ALANLARI (3)</b>			
3	1	6,48	%0,15
3	2	2452,68	%54,96
3	3	1942,11	%43,52
3	4	61,2	%1,37

Tablo 6. 1995 ve 2018 yılları arasındaki değişim

## 4.3 Bant Oranlama Yöntemleri

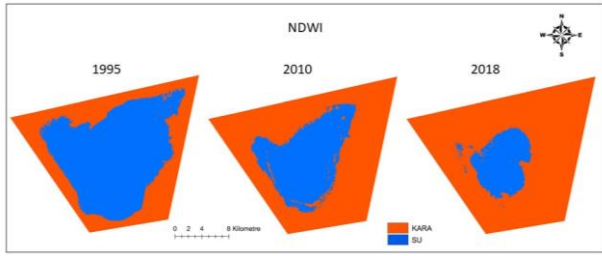
Görüntüyü oluşturan bantlar bir spektral aralıkta görüntüyü temsil eder. Farklı spektral aralıkları temsil eden bantlara aritmetik işlemler uygulaması sonucu yeni bir görüntü elde edilir. Elde edilen sonuç görüntü üzerinden bir nesnenin özneliliğini vurgulamak mümkündür. Bu çalışmada NDWI, MNDWI, NDWI<sub>GAO</sub> bant oranlama yöntemleri kullanılmıştır (Bhardwaj ve diğ., 2015). Elde edilen sonuçlar kontrolsüz sınıflandırma sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

### 4.3.1 NDWI:

Normalize edilmiş fark su indeksi (NDWI) uzaktan algılama görüntülerinde yeşil bant ve yakın kızıl ötesi bantlarını kullanarak açık su yüzeylerinin tesbitinde kullanılır. İndeks formül olarak

$$NDWI = \frac{GREEN-NIR}{GREEN+NIR} \quad (1)$$

ile ifade edilir (Xu, 2006).



Şekil5. NDWI indeks sonuçları

Tablo 7’de 1995, 2010 ve 2018 tarihli görüntülerde normalize edilmiş fark su indeksi (NDWI) ile su ve kara alanlarının kapladıkları alanlar hektar ve yüzde dağılımı olarak verilmektedir.

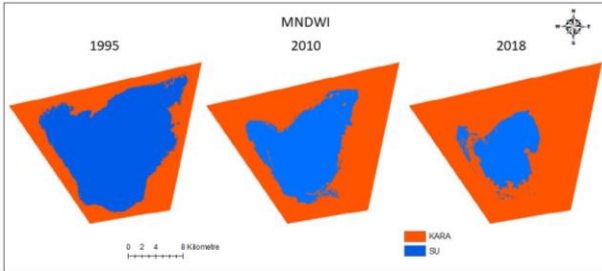
	1995	2010	2018
Hektar	24009.66	12871.98	6057.09
%	60	32	15

Tablo 7. MNDWI indeks sonuçları

#### 4.3.2 MNDWI:

NDWI’in oluşturma aşamasındaki yakın kızılötesi (NIR) bandının, yerine orta kızılötesi bantla (MIR) değiştirilerek toprak ve yerleşik arazinin etkisini azaltmak ve su çıkarımını iyileştirmek amacıyla, modifiye edilmiş NDWI (MNDWI) kullanılmaktadır (Dervişoğlu, 2018). İndeks formül olarak  $MNDWI = \frac{GREEN - MIR}{GREEN + MIR}$  (2)

olarak gösterilir (McFeeteres, 1996).



Şekil6. MNDWI indeks sonuçları

Tablo 8’de 1995, 2010 ve 2018 tarihli görüntülerde modifiye normalize edilmiş fark su indeksi (MNDWI) ile su ve kara alanlarının kapladıkları alanlar hektar ve yüzde dağılımı olarak verilmektedir.

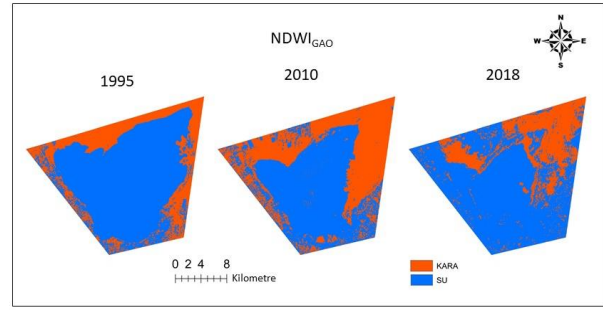
	1995	2010	2018
Hektar	24607.98	14745.51	8336.52
%	62	37	21

Tablo 8 MNDWI indeks sonuçları

#### 4.3.3 NDW<sub>GAO</sub>:

Bu indeks, yakın kızıl ötesi (NIR) ve orta kızıl ötesi (MIR) bantlar kullanılarak özellikle bitkilerin su konsantrasyonunu belirlemesi ve taşkın izlenmesi için üretilmiştir (Yılmaz, 2016; Dervişoğlu, 2018).

İndeks formül olarak  $NDW_{GAO} = \frac{NIR - MIR}{NIR + MIR}$  (3) gösterilir (Gao, 1996).



Şekil 7. NDW<sub>GAO</sub> indeksi sonuçları

Tablo 9’da 1995, 2010 ve 2018 tarihli görüntülerde normalize edilmiş fark su indeksi Gao (NDW<sub>GAO</sub>) ile su ve kara alanlarının kapladıkları alanlar hektar ve yüzde dağılımı olarak verilmektedir.

	1995	2010	2018
Hektar	27926.37	22547.16	31427.08
%	70	57	74

Tablo 9. NDW<sub>GAO</sub> indeksi sonuçları

## 5. SONUÇLAR

Bu çalışmada sıcak ve kurak iklim koşullarından etkilenmesi sebebiyle su miktarında önemli değişimler meydana gelen Akşehir Gölü uygulama alanı olarak seçilmiştir. Gölün su miktarındaki değişimler ile gölün etrafındaki alanlarda meydana gelen AÖAK kullanımı değişimleri uzaktan algılama verileri ve uzaktan algılama yöntemleri kullanılarak incelenmiştir.

Çalışmanın amacına uygun olarak 1995, 2010 ve 2018 tarihli görüntüler sınıflandırılmış ve bölgeye ait tematik sınıflarda yıllar boyunca meydana gelen değişimin yönü ve miktarı belirlenmiştir.

Sınıflandırma sonuçları incelendiğinde 1995 yılından 2018 yılına kadar geçen sürede Akşehir Gölü’ndeki su miktarının yaklaşık %69 oranında azaldığı belirlenmiştir. Bunun yanında gölün etrafında çalışma alanı olarak belirlenen bölgede 1995 yılından 2018 yılına kadar geçen sürede orman ve yarı doğal alanlar sınıfında yaklaşık %103’lük ve tarım alanlarında da yaklaşık %83’lük bir artış meydana gelmiştir. Ayrıca 2010 ve 2018 tarihli görüntülerde suyun çekildiği alanlarda %5 ve %4 oranında tuz tematik sınıfı belirlenmiştir.

Akşehir Gölü’ndeki su miktarında meydana gelen değişimin belirlenmesi ve yöntem karşılaştırılması yapılabilmesi amacıyla literatürde karşılaşılan çeşitli su indeksleri ile çalışılmıştır.

NDWI bant oranlama yaklaşımı ile elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde 1995 yılından 2018 yılına kadar geçen sürede su tematik sınıfının yaklaşık %75 oranında azaldığı, MNDWI bant oranlama yaklaşımı ile elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde 1995 yılından 2018 yılına kadar geçen sürede su tematik sınıfının yaklaşık %66 oranında azaldığı ve NDW<sub>GAO</sub> bant oranlama yaklaşımı ile elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde su tematik sınıfının yaklaşık %5 oranında artışı belirlenmiştir.

Bant oranlama yöntemleri ile elde edilen sonuçlar kontrolsüz sınıflandırma sonuçları ile karşılaştırıldığında su tematik sınıfını belirlemede en başarılı bant oranlama yönteminin MNDWI olduğu anlaşılmıştır. NDWI bant oranlama yaklaşımı ile de

sınıflandırma sonuçlarına yakın sonuçlar elde edilmiştir ancak bu yöntem MNDWI kadar ikna edici sonuçlar üretememiştir. Bunun yanında sınıflandırma sonuçları ile en fazla uyumsuz olan sonuçlar NDWI<sub>GAO</sub> bant oranlama yaklaşımı ile ulaşılan sonuçlardır. Bunun sebebi bu yöntemin genellikle taşkın hallerinde ve bitki su konsantrasyonunun belirlenmesi çalışmalarında kullanılan bir yöntem olmasıdır.

Bu çalışma ile Akşehir Gölü'ndeki su miktarının değişimi uzaktan algılama verileri ve uzaktan algılama yöntemleri kullanılarak incelenmiş, yöntem karşılaştırılması yapılmış ve kuraklığın doğal çevreye olan etkileri araştırılmıştır.

#### KAYNAKLAR

- Anderson, J. R., Hardy, E. E., Roach, J. T. and Witmer, R. E., 1976, A Land Use and Land Cover Classification System for Use with Remote Sensor Data, *Geological*
- Bhardwaj, A., Singh, M. K., Joshi, P. K., Singh, S., Sam, L., Gupta, R. D., & Kumar, R. (2015). A lake detection algorithm (LDA) using Landsat 8 data: a comparative approach in glacial environment. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 38, 150-163.
- Congalton, R.G., Green, K. (2008). Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices, CRC Press.
- Çetin, M. ve Musaoglu, N., 2008, İbrelî orman türlerinin hiperspektral uydu görüntüsü ile ayırt edilebilirliğinin araştırılması, *İTÜ Dergisi/d, Mühendislik*, Cilt: 7, Sayı: 5, 34 – 40.
- Çivi, A., Akgündüz, E., Kalaycı, K., İnan, Ç., Sarıca, E. ve Toru, E., 2009, CORINE (Coordination of Information on the Environment) Projesi, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 02 – 06 Kasım 2009, İzmir.
- Dervişoğlu, A., 2018. Sulak Alanların Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri İle İrdelenmesi: Akgöl Örneği, İstanbul Teknik Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Di Gregorio, A., Henry, M., Donegan, E., Finegold, Y., Latham, J., Jonckheere, I., ve Cumani, R., 2016, LandCover Classification System Software version 3, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, <http://www.fao.org/3/a-i5232e.pdf>, (24.08.2016).
- Doğan, İ., 2008, Uzaktan algılama verileri ile kıyı çizgisi değişiminin zamansal olarak belirlenmesi: Alaçatı örneği, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü , İstanbul.
- Erberk, F.S., Maktav, D., Taberner, M., Akgün, H., 2000. Monitoring The Changes At The Büyükçekmece Lake, İstanbul, Using Multitemporal Satellite, 2nd ICGESA International Conference on GIS for Earth Science Applications, 11-14 September 2000, Menemen-İzmir, Turkey.
- Erener, A. Ve Shirzad, M. R., 2016. Remote sensing And GIS Application on Change detection in Coastal Zone of Amu Darya at Emam Sahep district of Kunduz in North of Afghanistan, [http://akademikpersonel.kocaeli.edu.tr/arzu.erener/bildiri/arzu.erener03.08.2016\\_12.55.10bildiri.pdf](http://akademikpersonel.kocaeli.edu.tr/arzu.erener/bildiri/arzu.erener03.08.2016_12.55.10bildiri.pdf). Alındığı Tarih: 21.04.2019
- Gao, B. (1996). NDWI—A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. *Remote Sensing of Environment*, 58, 257–266.
- Gordana Kaplan, G., Avdan, U., Avdan, Z., Y., Yıldız, N., D., 2016, Landsat Uydu Görüntüleri Kullanılarak Kuraklık İzlenilmesi (Akşehir Örneği), Adana.
- Kalkan, K., Maktav, D., 2013, Kentsel Gelişim İçin Potansiyel Açık Alanların Belirlenmesinde Nesne Tabanlı Sınıflandırma Yöntemi İle Transfer Edilebilir Kural Dizisi Oluşturulması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Keskin, M., E., Aksoy, Y., R., Aksoy, S., A., Yılmazkoç, B., 2017, Göl Seviyesi Tespiti: Eğirdir Gölü, Araştırma Makalesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Kumar, M., Digital Image Processing, Photogrammetry and Remote Sensing Division Indian Institute of Remote Sensing, Dehra Dun, Satellite Remote Sensing and GIS Applications in Agricultural Meteorology 81-102, <http://www.wamis.org/agm/pubs/agm8/Paper-5.pdf> date: 05.12.2012.
- Lillesand, T.M., Kiefer, R.W. ve Chipman, J.W., 2004, Remote Sensing and Image Interpretation. 5th Edition, Wiley, USA.
- 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*, 1996. 17(7): p. 1425-1432.
- McFeeters, S.K. 2013. Using the Normalized Difference Water Index (NDWI) within a Geographic Information System to Detect Swimming Pools for Mosquito Abatement: A Practical Approach, *Remote Sensing*. 5, 3544-3561.
- Özcan, O. (2007). Sakarya Nehri Alt Havzası'nın Taşkın Riski Analizinin Uzaktan Algılama ve CBS ile Belirlenmesi. İstanbul.
- Sarıyılmaz, F.B. ve Musaoğlu, N., 2016. Uydu Görüntülerinden Üretilen Arazi Örtüsü / Kullanımı Haritalarında Doğruluk Analizi: Lucas Metodolojisi, 6. Uzaktan Algılama-Cbs Sempozyumu, 5-7 Ekim 2016, Adana.
- Sarıyılmaz, F.B., Musaoğlu, N., Tanık, A. Ve Kılıç, F.G., 2015. İstanbul Sazlıdere Havzası'nın Zamansal Değişim Analizi, Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği Teknik Sempozyumu, Konya.
- Şener, Ş., 2010. Eğirdir Göl Suyu ve Dip Sedimanlarının Hidrojeokimyasal İncelenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 348 s., Isparta.
- Terzi, Ö., 2004. Eğirdir Gölü'ne Ait Buharlaştırma Modellerinin Geliştirilmesi ve Uygulaması, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 124 s., Isparta.
- Turgut, A., 2016, Küçükönder, M., 2016, Kahramanmaraş İli Barajlarında Landsat 8 (OLI) Kullanılarak Su Kalitesinin İzlenmesi, Uzaktan Algılama-Cbs Sempozyumu, Adana.

Url-1 <https://www.goller.gen.tr/aksehir-golu.html>, Alındığı Tarih: 21.04.2019

Yiğit, F., Fethi, F., Y., İleri, Ö., Avcı, K., M., Kocadere, B., 2015, Eğirdir ve Beyşehir Göllerinin Uydu Verileri ve Topoğrafik Harita Yardımıyla Kıyı Çizgisi Değişimleri, Doğal Kaynak ve Ekoloji Bülteni 2015.

Yaman, E., 2007. Eğirdir ve Kovada Göl Havzası Oluşumu ve Hidrolojik Değerlendirilmesi. Eğirdir Gölü Yönetim Planı Çalışmayı, 22 Mayıs, Isparta.

Yetmen, H., 2013. Türkiye'nin Kuraklık Analizi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 194 s., Ankara.

Yılmaz, M., 2016, Taşkın Riski Ön Değerlendirmesinde Uzaktan Algılama Sistemlerinin Kullanılabilirliği: Meriç Nehrinde Uygulanması, Ankara.

Xu, H., 2006, Modification of Normalised Difference Water Index (NDWI) to Enhance Open Water Features in Remotely Sensed Imagery, Fuzhou Fujian, China.