



## Balıkgöl (Ağrı) Kıyılarında Arazi Örtüsü/Kullanımının Zamansal Değişimi (1989-2021)

*Temporal Change of Land Cover/Use on the Coasts of Balıkgöl (Ağrı) (1989-2021)*

Mehtap Bayrak<sup>\*a</sup>, Adem Yulu<sup>b</sup>, Yahya Öztürk<sup>c</sup>

### Makale Bilgisi

Araştırma Makalesi

DOI:

10.33688/aucbd.1063557

Makale Geçmişi:

Geliş: 26.01.2022

Kabul: 18.04.2022

Anahtar Kelimeler:

Arazi örtüsü/kullanımı  
değişimi

Coğrafi bilgi sistemleri

Rekreasyonel faaliyetler

Puyravaud formülü

Balıkgöl (Ağrı)

### Öz

*Arazi örtüsü/kullanımında meydana gelen hızlı değişimlerin tespit edilmesi, geleceğe yönelik planlı-sürdürülebilir bir arazi kullanımının belirlenmesinde son derece önemlidir. Bu çalışma, Balıkgöl (Ağrı) kıyılarında 1989 ve 2021 yılları arasında yer alan arazi örtüsü/kullanım değişimlerini ortaya koymak amacı ile uydu görüntüleri ve arazi gözlemlerinden faydalanılarak hazırlanmıştır. Tespit edilen sonuçlara göre Balıkgöl kıyılarında özellikle rekreasyonel faaliyetlere bağlı olarak işlevsel değişimlerin ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Mera alanlarının 1989 yılında kıyılarda geniş bir alan kapladığı, 2021 yılında ise fiziki coğrafya koşullarının elverişli olduğu kıyı yakınında yer alan yerleşmeler çevresinde, 100 metrelik dar bir alanda tarımsal faaliyetlerin yapıldığı tespit edilmiştir. Çalışmada, en son aşamada Puyravaud formülü kullanılarak her bir arazi örtüsü tipi için yıllık değişim oranları hesaplanmıştır. Her bir arazi kullanım özelliği için değerler benzer hassasiyetle oranlanmış, Kappa İndisi kullanılarak doğruluk analizi yapılmıştır.*

### Article Info

Research Article

DOI:

10.33688/aucbd.1063557

Article History:

Received: 26.01.2022

Accepted: 18.04.2022

Keywords:

Land cover/use change

GIS

Recreational activities

Puyravaud formula

Balıkgöl (Ağrı)

### Abstract

*Detection of rapid changes in land cover/use is extremely important in determining a planned-sustainable land use for the future. In this study, between the years of 1989 and 2021 on the shores of Balıkgöl (Ağrı) was examined by using satellite images and field observations in order to reveal the land cover/use changes. According to the determined results, it has been observed that functional changes occur on the shores of Balıkgöl, especially due to recreational activities. It was determined that the pasture areas covered a large area on the coast in 1989, and in 2021, agricultural activities were carried out in a narrow area of 100 meters around the settlements located near the coast, where the physical geography conditions were favorable. In the study, annual change rates for each land cover type were calculated by using the Puyravaud formula at the last stage. The values for each land use feature were proportioned with similar precision, and accuracy analysis was performed using the Kappa Index.*

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: mehtap.bayrak@istanbul.edu.tr.

<sup>a</sup> İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, İstanbul/Türkiye, <http://orcid.org/0000-0001-8167-4696>.

<sup>b</sup> İğdır Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, İğdır/Türkiye, <http://orcid.org/0000-0001-8037-259X>.

<sup>c</sup> Van Yüzcüncü Yıl Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Van/Türkiye, <http://orcid.org/0000-0003-0376-0868>.

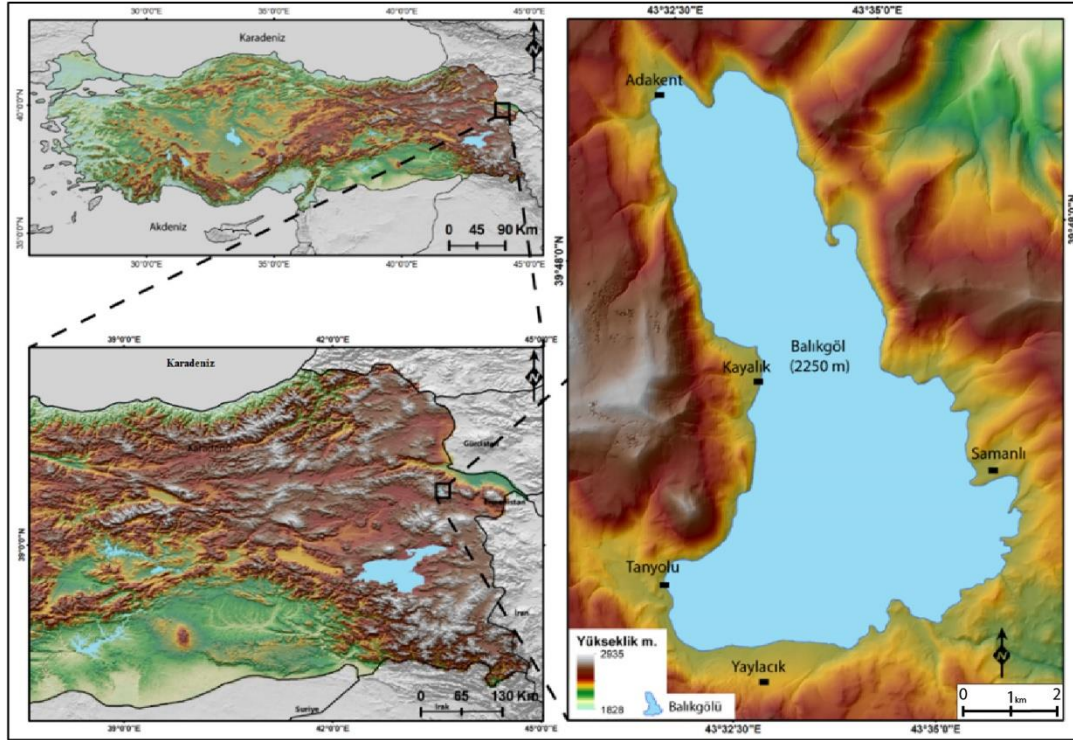
## 1. Giriş

Yeryüzünde artan nüfus baskısı, teknolojik gelişmeler ve çeşitlenen ekonomik faaliyetler; sosyal, ekonomik ve demografik değişimlerin yanı sıra arazi örtüsünün de değiştirilmesine neden olmaktadır (Bayar, 2003; Gözenç, 1974; Munsı vd., 2010). Fiziki mekân olarak arazi ve arazi kullanımı, sürekli bir değişim göstermekle birlikte çeşitli kullanım biçimleriyle tarihin eski dönemlerinden bu yana insanlığın yararlandığı ve önem verdiği temel kaynaklardan biri olmuştur (Garipağaoğlu ve Duman, 2018). Özellikle tarımsal faaliyetlerin yerkürenin farklı bölgelerinde yaygınlaşmasıyla birlikte arazi kullanımındaki değişimin örnekleri de çoğalmıştır (Lowdermilk, 2014). Örneğin Neolitik insanların göllerdeki negatif seviye değişimlerine bağlı olarak dağlık alanlardan göl kıyılarına inmesi, buraları yerleşme sahası ve tarımsal alan olarak kullanması (Erol, 1972) bakır madeni üretimi için ormanlık alanları tahrip etmesi (Atalay, 2005) arazi örtüsünde gelişen antropojenik değişimlerin belki de en eski örneklerini yansıtmaktadır. Bunun yanı sıra sömürgeleşmenin kurumsallaşarak yaygınlaşması Güney Amerika örneğinde olduğu gibi farklı bölgelerde geniş ölçekli mekânsal değişimlerin ortaya çıkmasına da zemin hazırlamıştır (Wulf, 2017). Ancak özellikle Sanayi Devrimi'nden bu yana teknoloji alanında yaşanan gelişmeler ve buna koşut olarak hızlı nüfus artışı ve değişen talepler, arazinin kullanım biçiminde de değişimler üretmiş ve arazinin farklı formlarda yeniden üretilmesine neden olmuştur. Bunun doğal sonucu olarak dünya ölçeğinde arazinin mekânsal kullanımında alansal ve işlevsel değişimler gerçekleşmiş, bu durumun göz ardı edilemeyecek boyuta varmasıyla da arazi örtüsünün sürdürülebilir kullanımına yönelik çalışmalar hız kazanmıştır. 1980'lerden itibaren dramatik bir şekilde hızlanan, biyolojik çeşitlilik kaybının önemli itici güçlerinden olan arazi kullanımı değişimleri (Calzada vd. 2008; Eraso vd., 2013; Metzger vd., 2006) sadece doğal kaynak olan toprağın değerlendirilmesinde farklılık oluşturmakla kalmamakta, yerküre üzerinde gelişen çevresel değişimin ve ekosistem sağlığının önemli bir bileşeni olmaktadır (Munsı vd., 2010; Turner vd., 1994). Bayar ve Karabacak'ın (2017) da belirttiği gibi arazi kullanımındaki değişimler ekosistemde işleyişi ve biyoçeşitliliği (Meyer ve Turner, 1994; Sala vd., 2000), toprak bozulmasını (Tolba vd., 1992); küresel, bölgesel ve yerel iklimik değişimleri (Chase vd., 2000; Houghton vd., 1999) de etkilemektedir. Sınırlı bir alan olan arazi, artan nüfus baskısı altında değişimlere maruz kalabildiği için (Canpolat ve Dağlı, 2020) son yıllarda özellikle nüfusun yoğun olduğu bölgelerde antropojenik müdahalelerden dolayı tarım ve mera sahalarında negatif alansal, şehirselleşme yapıda ise pozitif alansal değişimlerin gerçekleştiği kaydedilmiştir (Abrantes vd., 2016; Bayar, 2004; Gomes vd., 2019).

Uzay teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak uydu görüntülerinden arazi kullanımının takip edilebilmesi ve bunun arazi kullanımına dair çalışmalara entegre edilebilmesiyle (Peiman, 2011; Schulz vd., 2010; Tovar vd., 2013; Vittek vd., 2014) arazi kullanımı çalışmaları farklı bir boyut kazanmıştır. Türkiye'de de özellikle 1950'lerden itibaren araziden yararlanmaya, arazinin kullanım biçimini ortaya koymaya ve araziye sınıflandırmaya yönelik çeşitli çalışmalar üretilmiştir (Arınç, 2003; Atalay, 1989; Bayar, 2004; Elmastaş, 2008; Erol, 1959; Erol, 1977; Gözenç, 1974; Özçağlar, 1994; Özçağlar vd., 2006; Tunçdilek, 1985; Yiğitbaşıoğlu, 1993). Arazi örtüsünde yıllar arasında gelişen mekânsal farklılıkların kaydını tutan ve uydu görüntülerinden elde edilen verilerin işlenmesiyle üretilen çalışmalar ise Türkiye'de özellikle 2000'li yıllardan sonra üretilmeye başlanmıştır (Bayar ve Karabacak, 2017; Canpolat ve Dağlı, 2020; Dengiz ve Turan, 2014; Esen, 2017; Garipağaoğlu ve Duman, 2018; Genç vd.,

2010; Kaçmaz ve Döker, 2021; Kara ve Karatepe, 2012; Özdemir ve Bahadır, 2008; Uzun ve Somuncu, 2013). Bunun nedeni olarak uzay teknolojisinde önemli gelişmelerin olmasının yanı sıra bu yıllardan sonra Türkiye'nin sosyal hayatında köklü değişimlerin gerçekleşmesi, kentleşme hızının artmasına bağlı olarak yeni yerleşim yerlerinin kurulması ya da mevcut olanların yatay yönde gelişim sağlaması gibi durumlar gösterilebilir.

Arazi kullanımında değişimlerin görüldüğü alanlardan biri de kıyılardır. Kıyı alanları, tarihin ilk dönemlerinde besin üretim alanı olarak değerlendirilirken daha sonraları sanayi ve ticaret alanları kimliği kazanmıştır, ancak son yıllarda kıyıların turistik mekanlara dönüştüğü de görülmektedir (Erkal, 2015). Göl ekosistemlerinin kıyı sektöründe rekreasyon faaliyetlerinin gelişmesine bağlı olarak artan antropojenik baskı, kıyı alanlarında arazi kullanımı değişimlerine yol açmıştır. Bu çalışmanın da temel amacı; Anadolu'nun en yüksek göllerinden biri olan (2250 m) ve Doğu Anadolu Bölgesi'nde Ağrı ili idari sınırları içinde bulunan (Şekil 1) Balıkgöl kıyılarında meydana gelen arazi örtüsü değişiminin uydu görüntüleri kullanılarak analizi olmuştur. Nitekim Balıkgöl kıyılarında, son yıllarda artan rekreasyonel faaliyetler sonucu arazi kullanımı değişimleri gözlenmektedir. Gölün, bölgedeki başlıca turizm çekicilikleri arasında olmasından dolayı göl kıyılarının doğal yapısının değiştirilerek turizme açıldığı; bununla birlikte kıyının doğal peyzajının kaybolarak yapılaşmaya maruz kaldığı görülmektedir.



Şekil 1. Araştırma alanının coğrafi konumu.

Balıkgöl çevresinde tektonizma, jeomorfoloji, göl faunası ve turizme yönelik çalışmalar yapılmış olmakla birlikte (Arpat vd., 1977; Emre vd., 2012; Emre vd., 2013; Emre vd., 2016; Ergen ve Sümengen, 2018; Kocaman ve Kaya, 2014; Öztürk, 2020; Şaroğlu, 1985; Şaroğlu vd., 1987; Tuncay ve Sümengen, 2018) literatürde Balıkgöl kıyısında arazi kullanımına ve bu kullanımın mekânsal-zamansal

değişimine yer verilmemiştir. Dolayısıyla çalışmada literatürdeki bu eksiklikleri gidermek ve Balıkgöl kıyılarının sürdürülebilir kullanımına yönelik farkındalık oluşturmak da amaçlanmaktadır. Nitekim sahip oldukları kaynak değerleri bakımından önemli sulak alanlardan biri olan göllerin yakın çevresinde meydana gelen arazi örtüsü değişimleri bu su varlıklarının sürekli izlenmesini gerekli kılmaktadır.

## 2. Amaç ve Kapsam

Bu araştırmada Balıkgöl kıyı kesiminde yer alan arazi kullanım özellikleri ve arazi kullanımında meydana gelen değişimlerin (1989-2021 yılları arasında) ortaya konulması amaçlanmaktadır. Özellikle çalışmada 2018 yılı sonrasında Balıkgöl kıyı kesiminde artış gösteren rekreasyonel faaliyetlerin alansal gelişimi ve bu gelişimin Balıkgöl ve kıyıları üzerindeki etkisinin ortaya konulması hedeflenmektedir. Araştırma alanı olarak Balıkgöl kıyılarının tercih edilmesinde en önemli sebep rekreasyonel faaliyetler ile Balıkgöl kıyılarında meydana gelen antropojenik değişimler ve bu değişimlerin ortaya çıkardığı çevre sorunlarının tespit edilmesi, bu sorunlara çözüm önerisi sunmaktır. Tanınırlığı son yıllarda artan göl ve çevresi ile ilgili literatüre katkı sunan akademik çalışmalar henüz pek yoktur. Bu çalışma ile aynı zamanda akademik literatüre Türkiye için önemli sulak alanlardan biri olan Balıkgöl ile ilgili katkı sağlamak, Türkiye'deki birçok sulak alan gibi Balıkgöl'ün de önemine vurgu yapmak bu gölün tercih edilme sebepleri arasında yer almaktadır.

Çalışma alanı olarak Balıkgöl dar kıyı şeridinin tercih edilmesindeki amaç ise antropojenik baskının en fazla kıyı şeridi üzerinde olması, yerleşme ve tarım alanları haricinde rekreasyonel alanların göl üzerindeki etkisinin en fazla kıyı şeridinde yoğunlaşması ve göl çevresinin iklim şartları ve engebeli morfolojik yapısının özellikle yamaçlarda arazi kullanım türlerini sınırlandırması oluşturmaktadır.

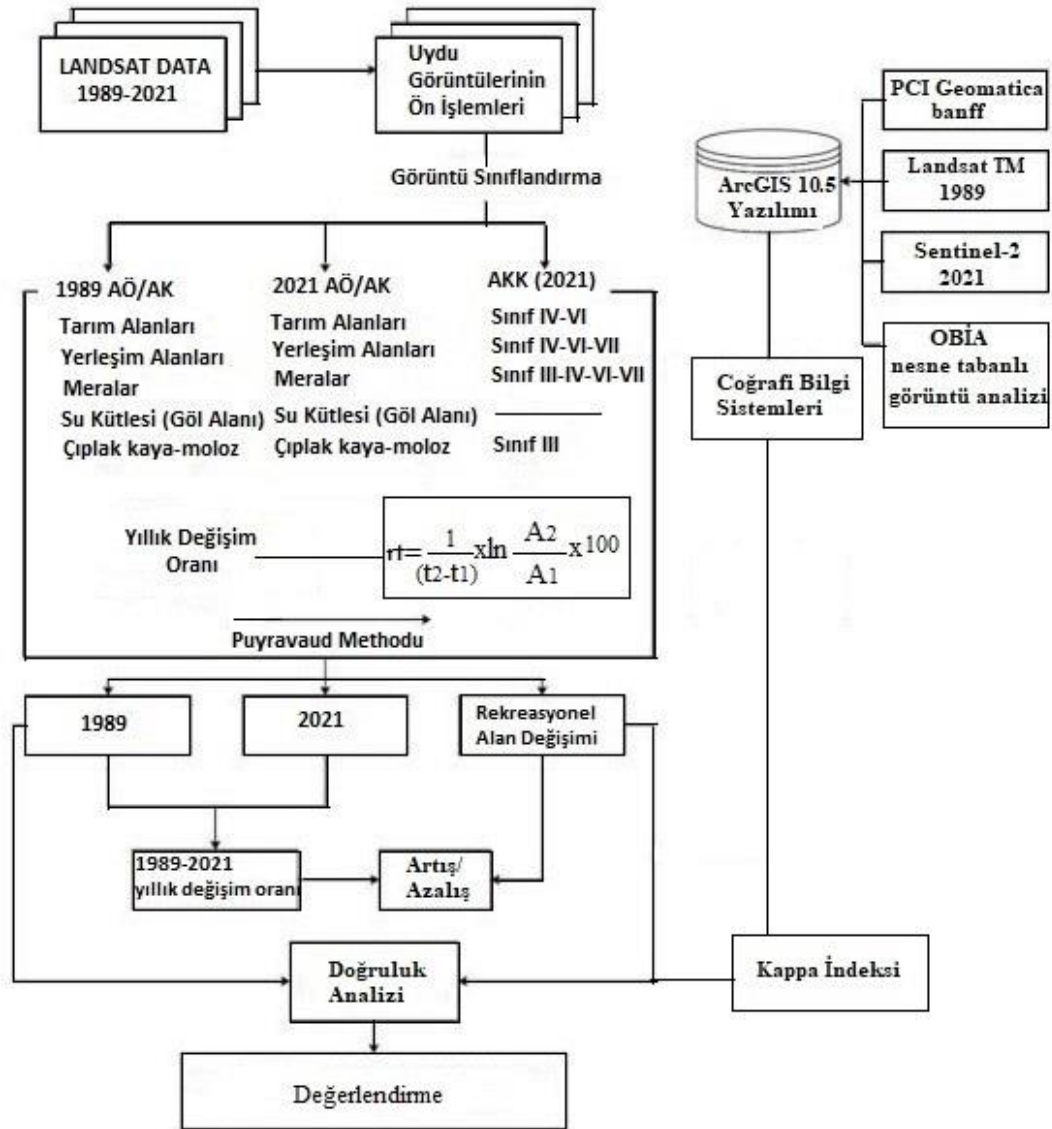
## 3. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UZAL) teknolojileri temel alınmıştır. Bu kapsamda, haritalama aşamalarının gerçekleştirilmesi ve gerekli istatistik bilgilerin elde edilmesi amacıyla ArcGIS 10.5 programı kullanılırken, arazi kullanım türlerinin dağılışının belirlenmesinde ise PCI Geomatica Banff deneme sürümü kullanılarak OBIA (nesne tabanlı görüntü analizi) gerçekleştirilmiştir. Haritalama ve çıktı işlemlerinin tamamı WGS84 38. Zon dikkate alınarak yapılmıştır. Çalışmada iki farklı döneme ait arazi kullanım türlerinin belirlenmesi yada tespit edilmesi amacıyla 31/08/1989 tarihli Landsat TM ve 11/10/2021 tarihli Sentinel-2 uydu görüntüsü kullanılmıştır. Kullanılan uydu görüntülerinden Landsat TM görüntüsü 30 m çözünürlükte iken Sentinel-2 görüntüsü 10 m'dir. 1989 yılına ait en iyi görüntü sağlayan ulaşılabilir uydu görüntüsü Landsat TM 30 m çözünürlükte iken, 2021 yılına ait en iyi görüntü sağlayan ve en güncel görüntü Sentimental 10 m çözünürlükte uydu görüntüsü olarak belirlenmiş, çalışmada bu nedenle tercih edilmişlerdir. Uydu görüntülerinin sayısallaştırılması sonucunda 1989 ve 2021 yılları arasında arazi kullanımındaki farklılıklar ortaya konulmuştur. Arazi kullanım kabileyeti sınıflarına ait veriler ise Tarım Reformu Genel Müdürlüğü'nden elde edilen 1/25.000 ölçekli sayısal toprak verileri kullanılarak elde edilmiş olup, altlık olarak kullanılan veriler ise Harita Genel Müdürlüğü'ne ait 1/25.000 ölçekli topografya haritalarıdır.

Çalışmada doğruluk analizi Kappa İndisi kullanılarak ortaya konulmuştur. Doğruluk analizi için doğruluk noktaları random point, yani rastgele atılan kontrol noktaları üzerinden alınan sonuçlara göre

karşılaştırılarak elde edilmiştir. Bu kontrol noktaları her bir arazi sınıfının alansal dağılışı ile orantılı olarak belirlenmiştir.

Çalışmada nicel verilerin yanı sıra nitel verilerden de faydalanılmış ve çalışmaya ait iş akış şeması oluşturulmuştur (Şekil 2). Çalışma ve konu alanına yönelik geniş bir literatür taraması yapılmış, 2020 ve 2021 yıllarında ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde çok sayıda arazi gözlemleri gerçekleştirilmiştir. Bu arazi çalışmaları sırasında arazinin kullanım biçimleri yerinde görülmüş ve insansız hava araçlarıyla fotoğraf çekimleri gerçekleştirilmiştir. 2021 yılı Eylül ayında yapılan arazi gözlemlerinden elde edilen veriler 2021 yılı arazi kullanım haritasına işlenmiş ve alandaki arazi kullanımına ait yorumlamalar yapılmıştır.



Şekil 2. Çalışmada uygulanan iş akış şeması.

Çalışmada ayrıca arazi kullanımında meydana gelen değişimin yıllık artış oranlarını tespit etmek, bu yıllık oranlar üzerinden gelecek yıllarda ne gibi değişimlerin olacağını belirleyebilmek amacı ile Puyravaud'un (2003) geliştirdiği formül kullanılmıştır. Bu formülle her bir arazi kullanım türü için ayrı ayrı yıllık değişim oranları hesaplanmıştır (Şekil 2).

Bu formüle göre;

$$rt = \frac{1}{(t_2-t_1)} \times \ln \frac{(A_2)}{(A_1)}$$

rt: yıllık değişim oranı

t<sub>1</sub>: başlangıç zamanı

t<sub>2</sub>: bitiş zamanı

A<sub>1</sub>: Baştaki arazi örtüsü miktarı

A<sub>2</sub>: Sonraki arazi örtüsü miktarını, temsil etmektedir.

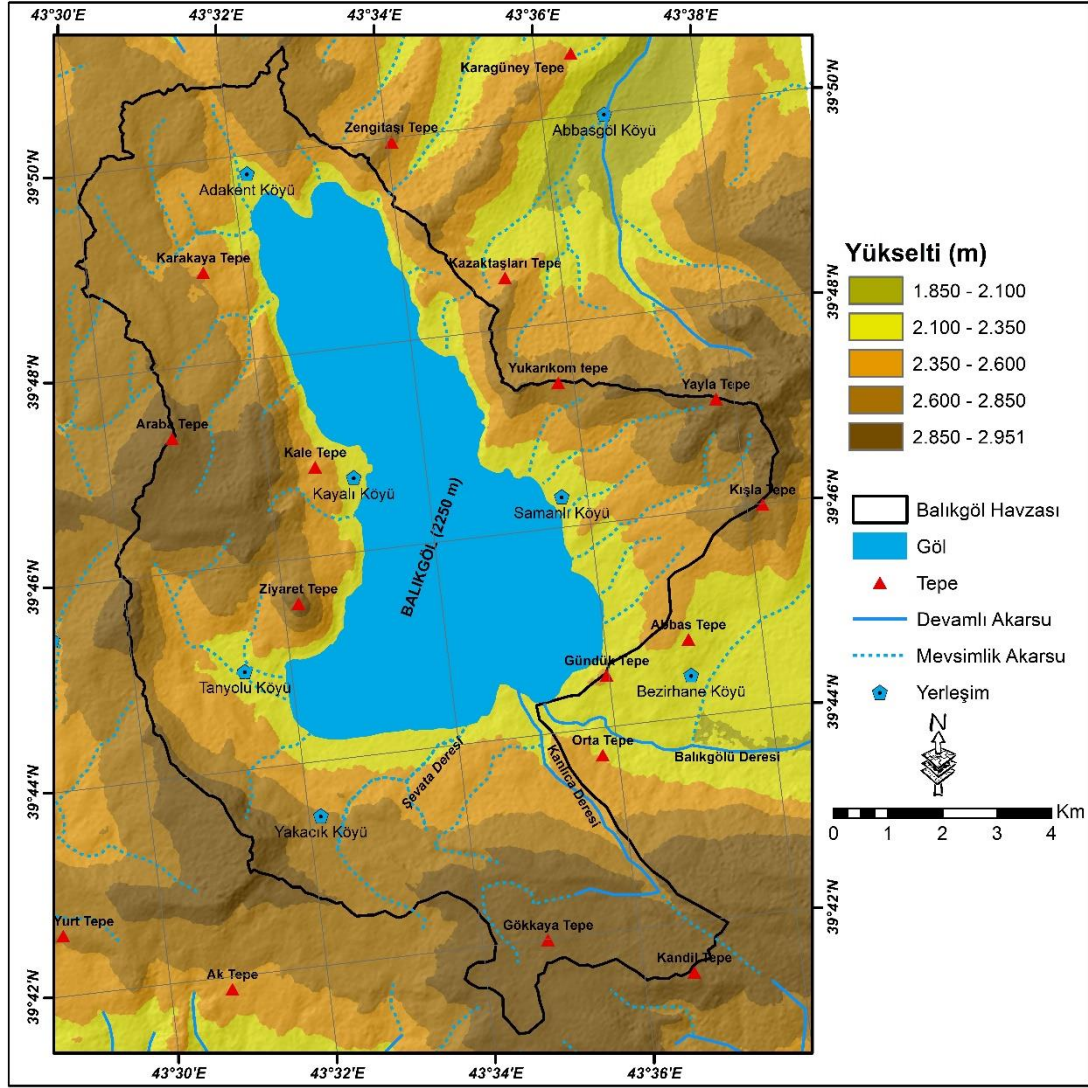
#### 4. Bölgesel Ortam

Çalışma alanını oluşturan Balıkgöl ve çevresi, Doğu Anadolu'da neotektonik dönemde gelişen sağ yanal atımlı fay zonlarından biri olan Balıkgöl Fay Zonu (BFZ) tarafından denetlenmektedir. BFZ, gelişmiş bir fay sistemi halinde baskın KB-GD doğrultusuyla İran topraklarına kadar uzanmaktadır ve yaklaşık 100 km uzunluğa sahiptir (Arpat vd. 1977; Berberiyen, 1976; Emre vd., 2012; Emre vd., 2013; Emre vd., 2016; Şaroğlu, 1985; Şaroğlu vd., 1987). Bölge sismisitesini ve morfolojisini denetleyen BFZ, aynı zamanda Balıkgöl çanağını da şekillendirmiştir. Nitekim Balıkgöl, literatürde belirtildiği gibi salt lav set gölü değil; BFZ ve Pliyo-Kuvaterner volkanizmasına bağlı polijenik gelişim göstermiş karakteristik bir karma (tektono-volkanik set) göl özelliğine sahiptir (Öztürk, 2020). Balıkgöl çevresinde hâkim litoloji Pliyo-Kuvaterner volkanizmasının andezitleridir (Ergen ve Sümengen, 2018; Tuncay ve Sümengen, 2018). Söz konusu litolojiye Durak Dağı, Mozik Dağı ve Balıkgölü Dağı gibi volkanik çıkış merkezleri kaynaklık etmiştir. Gölün güneyinde üst Kretase-Eosen yaşlı fliş formasyonları ve yer yer Eosen yaşlı karbonatlar da (Ergen ve Sümengen, 2018; Tuncay ve Sümengen, 2018) yüzeylenmektedir. Balıkgöl çevresindeki bazı vadi tabanlarında ise flüvyal süreçlere bağlı olarak Kuvaterner alüvyonları görülmektedir.

Balıkgöl, yaklaşık olarak 2250 metre yüzey yükseltisiyle Anadolu'da yer alan en yüksek rakımlı göllerden biridir. Yaklaşık 34 km<sup>2</sup> yüzey alanına sahip olan göl (Öztürk, 2020), kabaca KB-GD uzanımlı bir çanak morfolojisine sahiptir (Şekil 3). Yüksek Doğu Anadolu Volkan Platosu üzerinde konumlanmış olan Balıkgöl, birçok volkanik yükselim alanıyla kuşatılmıştır. Pliyo-Kuvaterner'de volkanik çıkış merkezleri olan Durak Dağı, Mozik Dağı, Balıkgöl Dağı, Ziyaret Dağı ve Perilidağ gibi yükselimler (Şekil 3) bölgedeki sarp topoğrafyanın başlıca jeomorfik ünitelerini oluşturmaktadır.

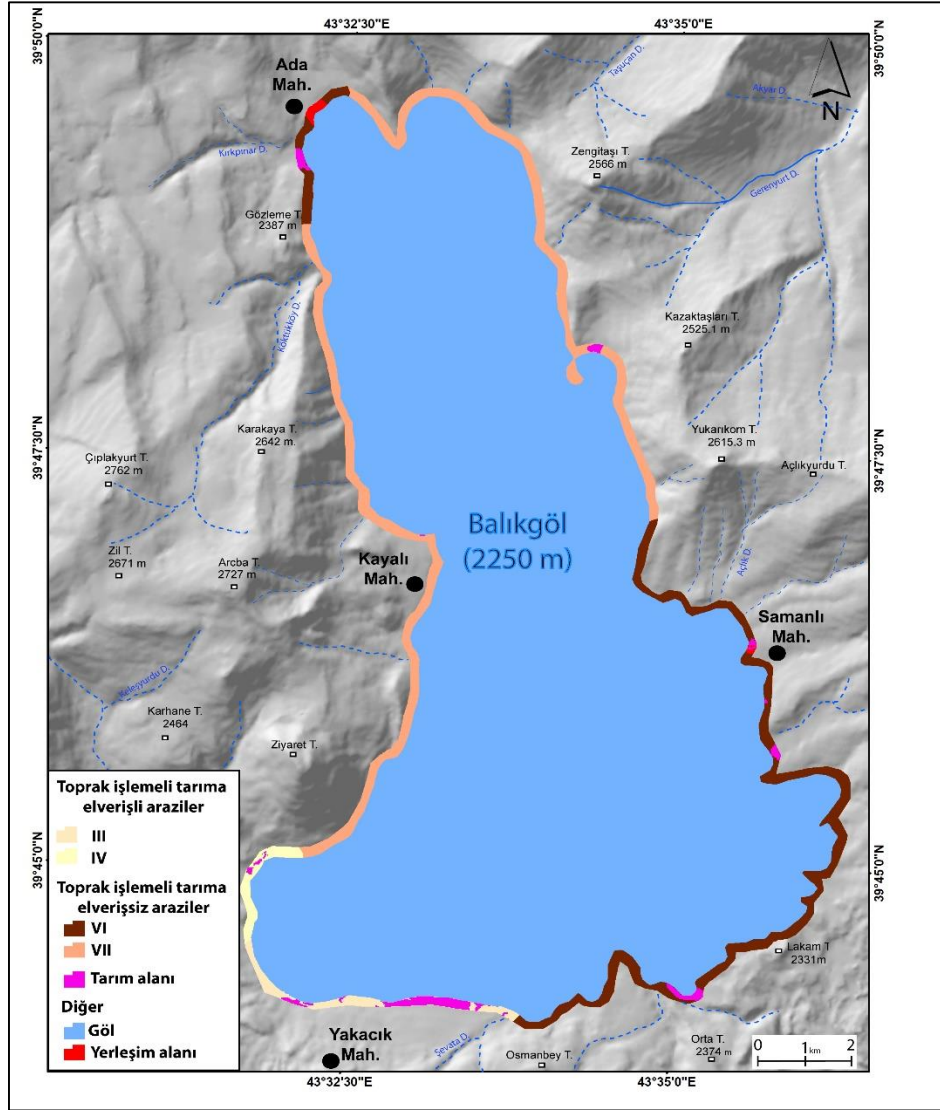
Balıkgöl çevresinde iklimin en karakteristik özelliği şiddetli karasallıktır. Yıllık ve günlük sıcaklık farkının fazla olduğu göl çevresinde, kışlar uzun ve kar yağışlıdır. Yaz döneminin kısa olduğu bölgede hâkim vejetasyon örtüsünü ise antropojenik stepler oluştururken, özellikle yüksek kesimlerde alpin çayırlar geniş sahalarda dağılım göstermektedir. Bölgede hâkim toprak tipini volkanik kayalar üzerinde gelişen andezit ana kayadan oluşan topraklar temsil etmektedir. Ancak gölün güneybatısında Balıkgölü Deresi Vadisi'nde alüvyal toprakların yoğunluğu gözlenirken, göl kıyılarında mikro deltalar üzerinde de alüvyal topraklara rastlanılmaktadır. Balıkgöl, büyük oranda yeraltı su kaynaklarından, mevsimlik/yıllık akarsulardan ve eriyen kar sularından beslenmektedir. Yüzeyi yılın büyük kısmında

donan gölün fazla suları güneydeki gideğenden Balıkgözü Deresi adıyla dışa akıtılmakta, önce Doğubayazıt Sazlığı'na ardından Aras Nehri'ne karışmaktadır. Dolayısıyla Balıkgöl hidrografik anlamda Aras Nehri Havzası'na bağlı açık bir havza özelliği sunmaktadır, bu yüzden göl suları tatlıdır. Balıkgöl Havzası (Şekil 3) alanı yaklaşık olarak 120 km<sup>2</sup> dir ve havzada sentripetal karakterde drenaj özellikleri baskındır.



Şekil 3. Balıkgöl Havzası'nın fiziki haritası.

Balıkgöl kıyıları arazi kullanım kabiliyet sınıfları bakımından değerlendirildiğinde göl kıyılarındaki "toprak işlemeli tarıma elverişsiz araziler" in 2,97 km<sup>2</sup> ile % 7,7'lik bir yüz ölçümde VI. ve VII. sınıf arazilere sahip olduğu, "toprak işlemeli tarıma uygun alanlar" in ise 1,16 km<sup>2</sup> ile % 1,1'lik bir yüz ölçümde III. ve IV. sınıf arazilere sahip olduğu gözlemlenmiştir. Arazi kullanım kabiliyet sınıflarının Balıkgöl kıyılarındaki değerlendirilmesindeki temel sebep toprağın ve kıyı alanının korunmasına yöneliktir (Şekil 4).



Şekil 4. Balıkgöl kıyılarında arazi kullanım kabiliyet sınıfları.

Temel toprak etütlerine dayanarak hazırlanan arazi kullanım kabiliyet sınıflarında VI. ve VII. sınıf araziler mera, orman ve doğal hayata uygun alanları temsil etmektedir ve bu alanlar işlemeli tarım için uygun olmayan alanları oluşturmaktadır. Balıkgöl kıyılarında işlemeli tarım için uygun olmayan bu alanlar mera alanlarına karşılık gelmektedir (Şekil 4). Toprak işlemeli tarıma uygun olan araziler ise ilk dört sınıfı kapsamaktadır. Balıkgöl kıyılarında sadece III. ve IV. sınıf tarıma uygun alanlar görülmekte, bu alanlar verimliliği düşük, taşlı, kötü drenajlı, orta eğimli alanlara karşılık gelmektedir. Şekil 4'e göre değerlendirme yapıldığında gölün güneyinde Şevata Deresi'nin göle döküldüğü ağız kısmında tarıma elverişli arazi üzerinde rekreasyon faaliyetlerinin sürdürüldüğü de görülmektedir. Diğer rekreasyon faaliyetleri ise mera alanlarını içine alan tarıma elverişsiz VI. ve VII. sınıf araziler üzerinde göl kıyılarında gerçekleştirilmektedir. Yakacık Mahallesi kuzeyinde tarımsal faaliyet dar bir alanda tarıma uygun arazi üzerinde sürdürülürken, Samanlı ve Adakent mahalleleri güneyinde tarımsal faaliyet yine dar bir alanda tarıma elverişsiz VI. sınıf araziler üzerinde gerçekleştirilmektedir (Şekil 4).



## 5. Analiz ve Bulgular

### 5.1. Balıkgöl Kıyılarında Rekreatyonel Kullanımlar

Balıkgöl çevresi, her ne kadar doğal bir rekreatyon alanı olarak eskiden beri yöre halkı tarafından kullanılmış olsa da ilk rekreatyon tesisi 1980’li yıllarda gölün güneyinde kurulmuştur. Yeme-içme kolaylıklarına dayanan bu tesisin açılmasıyla rekreatyon faaliyetleri sınırlı da olsa başlamıştır. Ancak, 1990’lı yıllarda bölgede güvenlik problemleri ve bununla bağlantılı sorunlar nedeniyle rekreatyon faaliyetleri kesintiye uğramıştır. 2000’li yıllara kadar oldukça sınırlı bir şekilde gelişme gösteren rekreatyon faaliyetleri özellikle 2018’den sonra ciddi anlamda gelişme göstermiştir. Bu gelişmede ise güvenlik problemleriyle bağlantılı sorunların büyük oranda giderilmesi ve Balıkgöl’e bağlanan kara ulaşım ağının iyileştirilmesi önemli bir rol oynamıştır. Bu tür olumlu gelişmeler göle gelen rekreatyonist sayısının artmasına neden olsa da bu konuda kesin bir resmi rakamdan bahsetmek mümkün değildir. Göl çevresinde rekreatyonel faaliyetler genellikle Haziran ayında başlamakta, Eylül ayına kadar devam etmektedir.



**Foto 1.** Balıkgöl kıyılarında giderek artan rekreatyon kullanımlarından görünüm, a: gölün güneyinde inşa edilen tesis. (burada plansız yapılaşmadan dolayı rekreatyonel faaliyetlerle hayvancılık faaliyetlerinin iç içe girdiği görülmektedir). b: gölün kuzeydoğusunda inşa edilen bungalov evler. c: gölün kuzeyinde Adakent Mahallesi doğusunda inşa edilen çardaklar.

2018 yılından itibaren başlangıçta gölün güneyinde (Yaylacık Mahallesi) rekreasyonistler için kurulan çardaklara ve tesise (Foto 1a) yönelik yoğun ilgi, gölün batı, kuzey ve doğusunda da yeni çardakların kurulmasına zemin hazırlamıştır. Örneğin, gölün batısında Kayalık Mahallesi'nin yanında ve gölün kuzeyinde Adakent Mahallesi doğusunda (Foto 1c; Foto 2c) onlarca yeni çardak kurulmuştur. Yerel planlamalardan tamamen uzak bir şekilde kurulan bu çardak temelli yapılanmaların yanı sıra 2020 yılında gölün kuzeydoğusunda (Foto 1b) daha büyük ölçekli tesisler de açılmıştır. Bungalov evler söz konusu alanda kıyının peyzajına damgasını vururken hemen sahil şeridinde ise onlarca yeni çardak (Foto 2b) kurulmuştur.



**Foto 2.** a: Gölün güneyinde rekreasyonistlerden geriye kalan çöpler. b: gölün kuzeydoğu kıyılarında giderek yaygınlaşan çardaklar. c: gölün kuzeyinde çardaklar.

Rekreasyon kullanımlarının bölgesel ve yerel planlamalardan tamamen uzak bir şekilde artması, Balıkgöl'ün 2020 yılında Bakanlar Kurulu tarafından "Doğal Sit-Nitelikli Doğal Koruma Alanı" olarak ilan edilmesine zemin hazırlamıştır. Balıkgöl, her ne kadar koruma alanı olarak belirlenmiş olsa da son yıllarda giderek artan rekreasyon faaliyetlerine bağlı olarak çevresel bozulmanın ilk işaretleri sayılan bazı sorunlar ile karşı karşıyadır. Rekreasyonistlerin geride bıraktığı atıklar çoğu zaman rüzgârın da etkisiyle göle taşınmakta, gölün kirlenmesine neden olmaktadır (Foto 2a). Göl sularının kimyasal özelliklerinin değişimi konusunda yapılmış henüz bir kirlilik çalışmasına yapılan araştırmalarda rastlanılmamıştır. Fakat göl çevrelerinde yer alan atıklar her daim göl sularının kirlenmesine yol açmıştır. Balıkgöl kıyılarında yapılan tesislere ait, çardak ve kamp alanlarında henüz sağlam bir altyapı oluşumu söz konusu değildir (Foto 2c). Altyapı sorunları ortadan kaldırıldığında özellikle kanalizasyon

atıklarından sızan suların gölün kirlenmesine neden olmasını engelleyecek tedbirlerin öncelikli bir plan çerçevesinde alınması gerekmektedir.

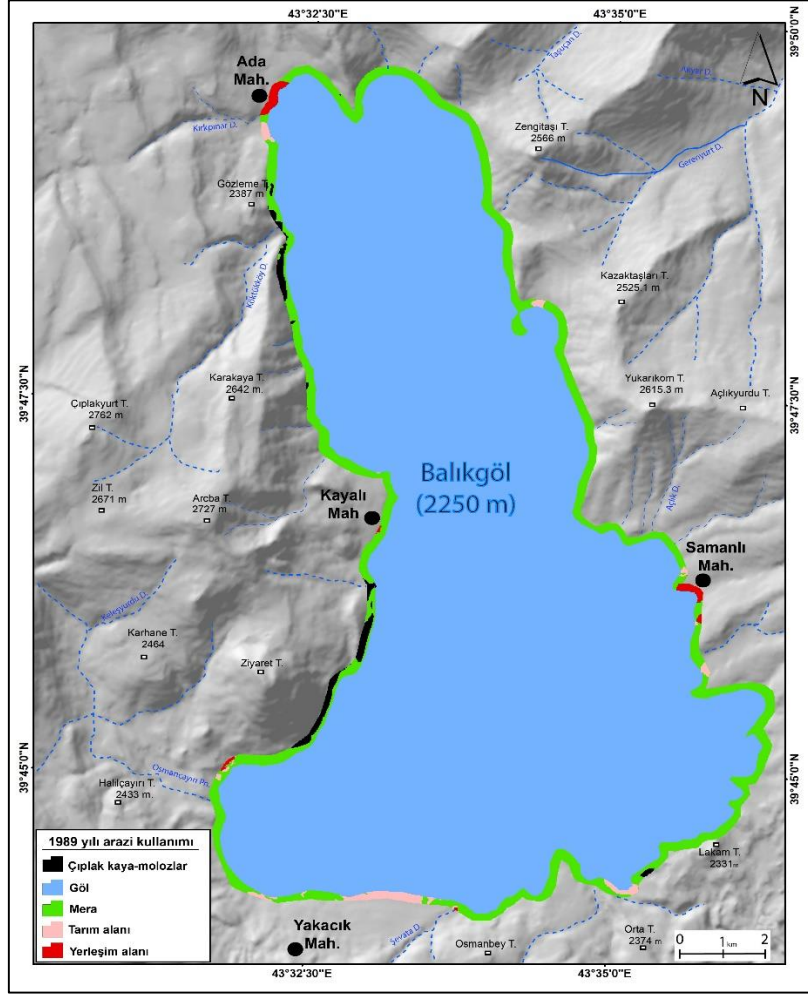
Gölün farklı lokasyonlarında özellikle yerel halkın kurduğu tesislerle arazi kullanımında gösterdikleri değişim örnekleri, giderek artarken rekreasyon alanına yönelik yapılaşma, doğal çevre üzerindeki baskının şiddetini de göstermektedir. Nitekim, milyonlarca yıl içerisinde doğanın kendi dinamikleriyle evrilen kıyı peyzajı yakın zamanda iş araçlarının müdahalesiyle değiştirilerek antropojenik bir görünüm kazanmaktadır. Balıkgöl'e ulaşım, kıyı alanının ardından geride hemen yükselen yamaçlar nedeniyle oldukça güçtür. Ağrı'dan ve Balıkgöl'e sınır oluşturan Iğdır ilinden göle ulaşım göl yakın çevresindeki yerleşmelerden itibaren toprak yollar ile sağlanmaktadır. Yamaçlarda açılan yeni toprak yollardan (Foto 2b) çıkan harfiyatlar ise büyük iş makineleri ile göl çevresinden uzaklaştırılmak yerine gölün herhangi bir alanına dökülmektedir. Bu faaliyetler göl çevresindeki yamaçlarda yer alan doğal çayırılıkların tahribatının yanı sıra morfolojik yapının da değişmesine neden olmaktadır. Rekreasyonel faaliyetlerin gerçekleştirilmesi için bu antropojenik değişimlerin devam etmesi kaçınılmaz bir sonudur. Fakat çevre peyzajı açısından ilgili belediye bu konuda gerekli yasal düzenlemeleri belli bir plan çerçevesinde işleve sokmalıdır. Plan ve yasal düzenlemelerdeki eksiklikler giderilmez ise göl kıyı ve yamaçlarında gelişigüzel çevresel düzenlemeler artış gösterecektir.

2019 Ağrı ili çevre durum raporuna göre, Balıkgöl kullanım amacı nedeni ile henüz sulamaya açılmadığı için gölden çekilen su miktarı tespit edilmemiştir (webdosya.csb.gov.tr). Fakat gölden resmi raporlarda yer almayan yerel su kullanımları mevcuttur. Bu kullanım şu an göl su alanında ciddi bir değişiklik oluşturmamaktadır. Fakat gelecek yıllarda rekreasyonel faaliyetlerin yıllık artış oranı aynı hızda devam ederse, özellikle tesislerde kullanılmak üzere gölden yararlanılacak ve göl su seviyesi bu durumdan etkilenecektir.

## **5.2. Balıkgöl Kıyılarında Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsü Değişimleri**

### **5.2.1. 1989 Yılı Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsü**

1989 yılına ait uydu görüntülerinden elde edilen verilere göre, Balıkgöl kıyılarında farklı arazi kullanım türleri tespit edilmiştir. Bu yılda Balıkgöl su kütlesi alanı 34,94 km<sup>2</sup> olarak belirlenmiş, bu alanın çalışma sınırları içindeki oranının % 90,9 olduğu görülmektedir. 1989 yılında mera alanları kıyıdaki arazi kullanım alanları arasında 2.71 km<sup>2</sup> ile en fazla yayılış alanına sahip alanları oluştururken, bu alanların arazi kullanım alanları içindeki oransal değerinin % 7 olduğu görülmektedir. Bu durum 1989 yılında göl kıyılarının büyük oranda mera sahaları olduğunu göstermektedir (Şekil 5, Çizelge 1). Meraların yayılış gösterdiği alanlar ise arazi örtüsü tipi bakımından doğal çayırılıkların yayılış gösterdiği alanlara denk gelmektedir.



Şekil 5. Balıkgöl kıyıları 1989 yılı arazi örtüsü/kullanım haritası.

1989 yılı uydu görüntüsü verilerine göre Balıkgöl kıyılarında bir diğer arazi kullanım türünü ise Yakacık Mahallesi kuzeydoğusu ve kuzeybatısında, Ada ve Samanlı mahalleleri güneyinde dar bir alanda yapılan kuru tarım (arpa ve buğday) faaliyetleri oluşturmaktadır. Balıkgöl kıyılarında tarım alanlarının arazi kullanımı içindeki payı % 1,3 ile mera alanlarından sonra ikinci sırada yer alsa da bu alanlar göl kıyılarında yok denecek kadar azdır. Diğer arazi kullanım türlerini ise bu yılda % 0,3 ile yerleşim alanı, % 0,5 ile çıplak kayalık ve moloz alanları oluşturmaktadır (Şekil 5, Çizelge 1).

Çizelge 1. Balıkgöl 1989 yılı arazi kullanımı alansal veriler.

Arazi Kullanım Şekli	Alan (km <sup>2</sup> )	Yüzde (%)
Tarım alanı	0,49	1,3
Yerleşim alanı	0,119	0,3
Meralar	2,71	7,0
Su kütlesi (göl alanı)	34,94	90,9
Çıplak kaya-molozlar	0,2	0,5
<b>Toplam</b>	<b>38,46</b>	<b>100</b>

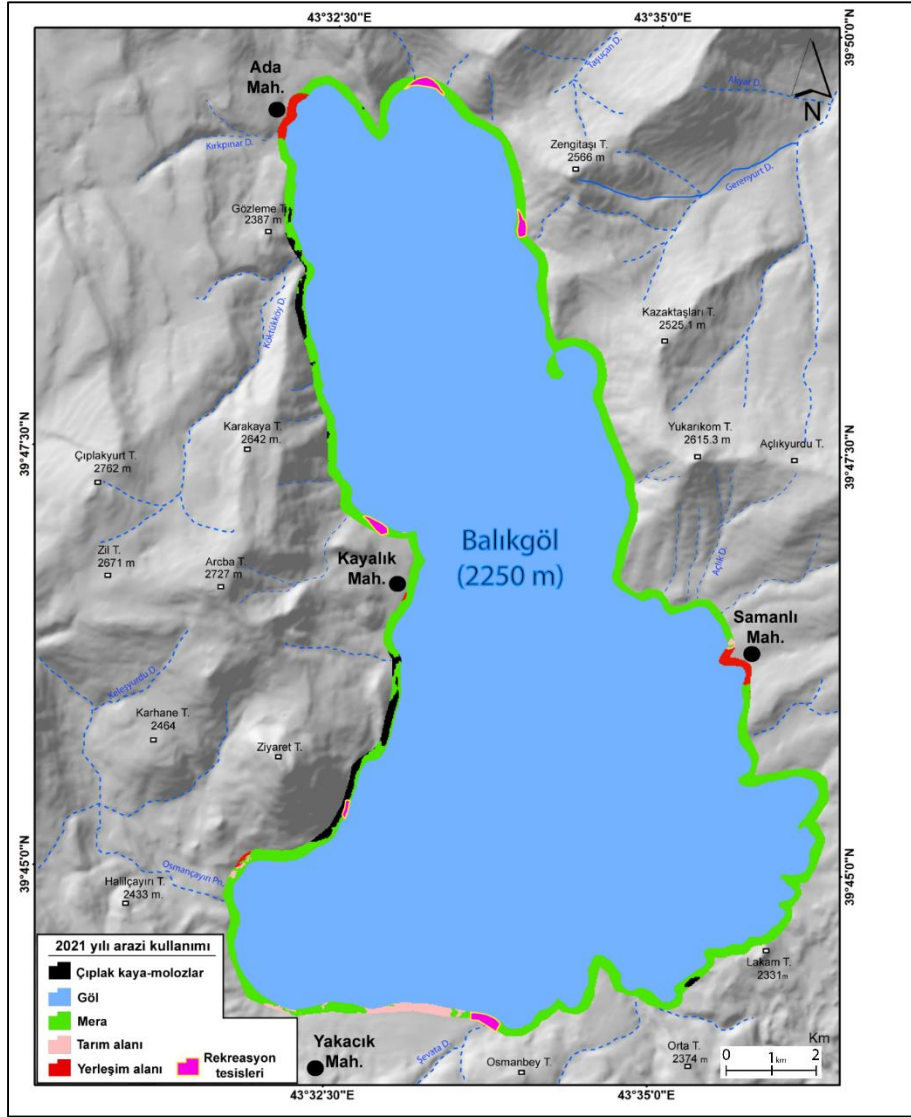
Elde edilen tüm değerler dikkate alınarak yapılan doğruluk analizi sonuçlarına göre 1989 yılı için Kappa indeksi % 0.85 olarak bulunmuştur. Sınıflama hassaslığı bakımından her bir arazi örtüsü birimine dair tüm değerler benzer hassasiyetle oranlanmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. 1989 yılına ait doğruluk analizi sonuçları.

1989	Referans Toplamı	Sınıflandırma Toplamı	Doğru Nokta	Üretici Doruluğu	Kullanıcı Doğruluğu
Tarım alanı	40	39	33	% 82.50	84.62
Yerleşim alanı	18	16	12	% 66.67	75.00
Meralar	36	40	29	% 80.56	72.50
Su kütlesi (göl alanı)	2	2	2	% 100.00	100.00
Çıplak kaya-molozlar	4	3	3	% 75.00	100.00
<b>Toplam</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>79</b>	<b>% 79.00</b>	<b>79.00</b>
<i>Ortalama sınıflandırma doğruluğu</i>				<b>% 80.62</b>	<b>85.15</b>
<i>Ortalama Kappa</i>				<b>0.85</b>	

### 5.2.2. 2021 Yılı Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsü

2021 yılı uydu görüntülerinden ve arazi çalışmalarından elde edilen verilerden hareketle çalışma alanında rekreasyon alanlarının farklı bir arazi kullanım türü olarak yayılış gösterdiği tespit edilmiştir. 2021 yılında da göl alanı 34,94 km<sup>2</sup> ile değişkenlik göstermezken, 0,17 km<sup>2</sup>'lik bir oran ile mera alanlarında çok az da olsa bir artış söz konusudur (Şekil 6, Çizelge 3). Çalışma alanında toplam arazi kullanım alanları içinde mera alanları yaklaşık olarak 2.88 km<sup>2</sup> ile % 7.5 oranında bir alan kaplarken, rekreasyon alanları % 0,5'lik bir alan kaplamaktadır. Balıkgöl kıyılarında arazi kullanım faaliyetleri genel olarak rekreasyonel faaliyetler şeklinde yapılmakta ve turistik tesisler çardaklar, bungalovlar ve birkaç restourant işletmesinden oluşmaktadır. Göl kıyılarında rekreasyonel faaliyetler güneyde Yakacık Mahallesi kuzeydoğusunda Şevata Deresi'nin göle döküldüğü kıyı kesiminde, gölün batısında Ziyaret Tepe'nin doğu yamaçları ile göl arasındaki kıyıda, Kayalı Mahallesi kuzeyindeki göl kıyısında, gölün kuzeyinde ve doğusunda yayılış göstermektedir (Şekil 6). Balıkgöl kıyılarında yine dar bir alanda yayılış gösteren tarım alanlarının arazi kullanımını içindeki payı % 0,3 ile azalma eğiliminde iken, yerleşim alanları yayılış alanı % 0,3 ile aynı kalmıştır. Göl kıyılarında çıplak kayalık ve moloz alanları ise % 0,5 alan kaplamaktadır (Şekil 6, Çizelge 3).



Şekil 6. Balıkgöl kıyıları 2021 yılı arazi kullanım haritası.

Çizelge 3. Balıkgöl 2021 yılı arazi kullanımını alansal veriler.

Arazi Kullanım Şekli	Alan (km <sup>2</sup> )	Yüzde (%)
Tarım alanı	0,122	0,3
Yerleşim alanı	0,124	0,3
Meralar	2,88	7,5
Rekreasyon alanı	0,194	0,5
Su kütlesi (göl alanı)	34,94	90,9
Çıplak kaya-molozlar	0,2	0,5
<b>Toplam</b>	<b>38,46</b>	<b>100</b>

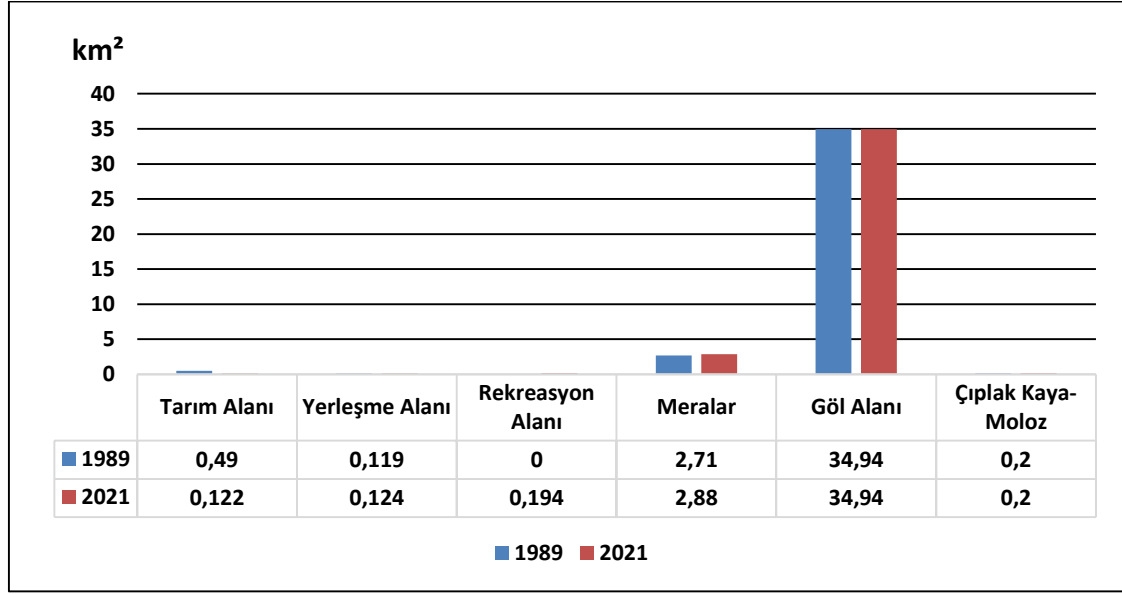
2021 yılında her bir arazi örtüsü için yapılan doğruluk analizi sonuçlarına göre Kappa İndeksi % 0.87 oranına sahiptir. Landsat TM uydu görüntüsüne ait değerlerin 2021 yılına göre % 85'e düştüğü tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. 2021 yılına ait doğruluk analizi sonuçları.

2021	Referans Toplamı	Sınıflandırma Toplamı	Doğru Nokta	Üretici Doruluğu	Kullanıcı Doğruluğu
Tarım alanı	35	40	30	% 82.70	75.00
Yerleşim alanı	20	15	15	% 75.00	100.00
Meralar	32	25	27	% 84.37	108.00
Su kütlesi (göl alanı)	5	10	5	% 100.00	50.00
Çıplak kaya-molozlar	8	10	7	% 87.50	70.00
<b>Toplam</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>84</b>	<b>% 84.00</b>	<b>84.00</b>
<i>Ortalama sınıflandırma doğruluğu</i>				<b>% 86.10</b>	<b>81.17</b>
<i>Ortalama Kappa</i>				<b>0.87</b>	

### 5.3. 1989-2021 Yıllarında Balıkgöl ve Kıyılarında Arazi Örtüsü/Kullanım Değişimi

Balıkgöl kıyılarında 32 yıllık zaman aralığında (1989-2021 arası) arazi kullanım özelliklerinde rekreasyon alanlarının gelişmesi hariç çok büyük değişimler görülmemektedir. Göl alanı sabit kalırken göl kıyılarındaki rekreasyon alanlarında % 100 artış görülmektedir. Meralarda % 6,3, yerleşim alanında ise % 4,2 oranında az da olsa bir artış söz konusudur (Çizelge 5). Tarımsal faaliyetler göl çevresinde sadece Yakacık ve Samanlı mahallelerinde yaşayan nüfus tarafından kendi ihtiyaçlarını karşılamak amacı ile çok dar bir alanda geleneksel tarım yöntemleri ile gerçekleştirilmektedir. Göl kıyılarında tarımsal faaliyetlerin sınırlı olmasının temel nedeni iklimsel özellikler olmakla birlikte bunda topoğrafyanın olumsuz etkisi de söz konusudur. Bu nedenle yöre halkının temel geçim kaynağı küçükbaş hayvancılık ve balıkçılık faaliyetleri olmuştur. Küçükbaş hayvancılık faaliyetlerine bağlı olarak mera alanları (0,17 km<sup>2</sup>) az da olsa artış göstermiştir (Şekil 7). Mera alanlarının artış gösterdiği alanlar doğal bitki örtüsünün (doğal çayırliklar) tahrip edildiği alanlardır.



Şekil 7. Balıkgöl kıyılarında arazi örtüsü/ kullanımının 1989 ve 2021 yıllarındaki dağılımı.

Çizelge 5. Balıkgöl kıyılarında 1989-2021 yılları arasındaki arazi kullanım/arazi örtüsü değişimi.

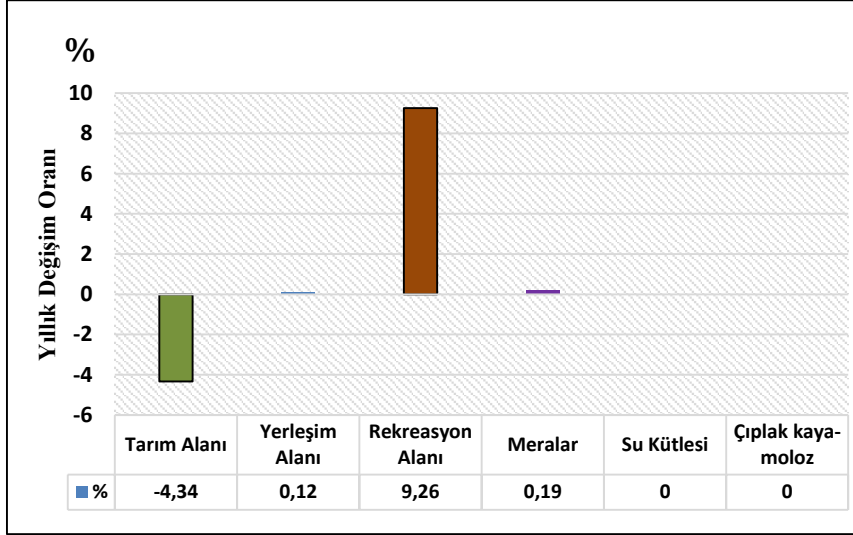
Arazi Kullanım Türü	1989 Yılı Alan (km <sup>2</sup> )	2021 Yılı Alan (km <sup>2</sup> )	Artış/Azalış Alan (km <sup>2</sup> )	Artış/Azalış Oranı (%)
Tarım alanı	0,49	0,122	-0,37	-75,1%
Yerleşim alanı	0,119	0,124	0,005	4,2%
Rekreasyon alanı	-	0,194	0,194	100%
Meralar	2,71	2,88	0,17	6,3%
Su kütlesi (göl alanı)	34,94	34,94	-	-
Çıplak kaya-molozlar	0,2	0,2	-	-
<b>Genel toplam</b>	<b>38,46</b>	<b>38,46</b>		

Puyravaud formülünün (2003) kullanılma amacı ormansızlaşmanın yıllık oranını hesaplamak olsa da güncel çalışmalarda bu formül arazi örtüsü yıllık değişim oranları için de sıkça kullanılmaya başlanmıştır (Bayar ve Karabacak, 2017). Balıkgöl kıyılarında Puyravaud formülüne göre elde edilen verilere göre, 1989 yılından 2021 yılına kadar geçen 32 yıllık süre içerisinde, arazi örtüsü tiplerinin yıllık değişim oranı hesaplandığında tarım alanlarının yılda yaklaşık olarak % -4,34 oranında azaldığı, yerleşim alanlarının yılda yaklaşık olarak % 0,12 büyüme gösterdiği tespit edilmiştir. Mera alanları ise yılda % 0,19 artış gösterirken, göl alanında ve kullanılmayan alanlarda (çıplak kaya-molozlar) herhangi bir değişim söz konusu değildir. Rekreasyon alanların yıllık değişim oranında ise 32 yıllık süreçte % 9,26 büyüme gerçekleştiği tespit edilmiştir. Rekreasyonel alanlarda gerçekleşen yıllık değişim oranının yüksek oranda tespit edilmesi 1989 yılından 2010 yılına kadar Balıkgöl kıyılarında rekreasyonel faaliyetlerin yok denecek kadar az olmasından kaynaklanmaktadır (Çizelge 6, Şekil 8). Balıkgöl kıyılarında rekreasyonel faaliyetlerin yoğun olarak yapılmaya başlaması son 10 yıllık süreçte gerçekleşmiştir.



**Çizelge 6:** Balıkgöl ve kıyılarında 1989-2021 yılları arasındaki arazi kullanım türlerinin yıllık değişim oranları.

Arazi Kullanım Türü	1989 Yılı Alan (km <sup>2</sup> )	2021 Yılı Alan (km <sup>2</sup> )	Yıllık Değişim Oranı
Tarım alanı	0,49	0,122	-4,34
Yerleşim alanı	0,119	0,124	0,12
Rekreasyon alanı	0,01	0,194	9,26
Meralar	2,71	2,88	0,19
Su kütlesi (göl alanı)	34,94	34,94	0
Çıplak kaya-molozlar	0,2	0,2	0
<b>Genel toplam</b>	<b>38,46</b>	<b>38,46</b>	<b>-</b>



**Şekil 8.** Balıkgöl ve kıyılarında 1989-2021 yılları arasındaki arazi kullanım türlerinin yıllık değişim oranlarına göre dağılımı.

## 6. Sonuç-Öneriler

Balıkgöl kıyılarında 1989-2021 yılları arasında meydana gelen arazi örtüsü değişiminin ele alındığı bu çalışmada, göl kıyılarında rekreasyon faaliyetlerine bağlı olarak işlevsel değişimlerin olduğu görülmektedir. Nitekim özellikle 2015'ten sonra kıyılarda yapılmaya başlanan rekreasyonel tesisler kıyılarda farklı bir kullanım biçimini ortaya çıkarmıştır. Gölün güneyinde, batısında, kuzeyinde ve doğusunda kurulan rekreasyonel tesisler kıyı ve göl üzerinde antropojenik bir baskıyı da meydana getirmiş, özellikle rekreasyonistlerin katı ve sıvı atıkları kıyılarda çevresel kirliliğe neden olmuştur. Ayrıca tesislerin plansız şekilde inşa edilmesi görsel kirliliğe de neden olmaktadır.

Uydu görüntülerinden elde edilen verilere göre 1989 yılında kıyıların büyük oranda mera sahası olduğu, tarımsal faaliyetlerin ise dar alanlarda yapıldığı görülmektedir. Ancak 2021'e doğru tarımda makineleşme ile birlikte gölün uzak kıyılarında tarımsal alanlar genişlerken gölün ilk 100 metrelik

kıyısında tarım alanlarının daraldığı tespit edilmiş, bu alanların gününbirlik rekreasyonel faaliyetlerin yapıldığı mekânlara dönüştüğü görülmüştür.

Türkiye’de yapılan bazı çalışmalarda göl seviyelerinin son yıllarda daraldığına değinilmiştir. Ancak Balıkgöl’de son 32 yılı (1989-2021 arası) kapsayan uydu görüntülerinin analizinde herhangi bir seviye değişmesi bulgusuna rastlanmamıştır. Bu durum, Balıkgöl Havzası’nda kuraklığın alansal yayılımını etkileyecek kadar gerçekleşmediğini gösteren bir parametre olması açısından önemlidir.

Çalışmada her bir arazi örtüsü birimi benzer hassasiyetle oranlanmış ve doğruluk analizi yapılmıştır. Doğruluk analizleri için Kappa İndeksi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, ortalama doğruluk oranlarının 0.85 ve toplam doğruluk oranlarının % 80’in üzerinde olması yapılan sınıflandırmanın güvenilir olduğunu göstermektedir (Koç ve Yener, 2001).

Puyravaud formülüne göre Balıkgöl kıyılarında arazi örtüsünün yıllık değişim oranları hesaplanmıştır. Yıllık değişim oranlarının hesaplanmasında asıl amaç Balıkgöl kıyılarında arazi örtüsündeki değişimin hızını ortaya koymaktır. Balıkgöl kıyılarında 32 yıllık süreçte yıllık değişim oranlarına göre tarım alanları azalma eğilimi gösterirken, yerleşim alanlarında az da olsa bir artış eğilimi vardır. Göl alanında bir değişim söz konusu değilken, kıyılarda yapılan rekreasyonel faaliyetler son yıllarda ciddi bir büyüme oranı göstermiştir.

Balıkgöl kıyılarında en büyük ve en çok turist çeken tesis, gölün güneyinde Yakacık Mahallesi’nin hemen kuzeydoğusunda bulunan tesisdir. Bu tesis büyük oranda, güneydeki Mozik (Arı) Dağı’nın yüksek kesimlerinden kaynaklanan suların kuzeye akarak oluşturduğu Şevata Deresi’nin göl kıyılarında geliştirdiği delta üzerinde inşa edilmiştir. Verimli delta topraklarının tarımsal üretim amaçlı kullanılması gerekirken bu alanın rekreasyon faaliyetlerine açılması arazinin yanlış kullanımına başka bir örnektir.

Göl çevresinde gerçekleştirilen rekreasyonel faaliyetlerin oluşturacağı olumsuz çevresel etkiler dikkate alındığında arazi kullanımı ve koruma ilişkisi arasındaki denge de göz önünde bulundurularak geleceğe yönelik yönetsel amaçlar kesin bir şekilde belirlenmeli ve planlaması yapılmalıdır. Çevresel, sosyal ve kültürel etkilerin önceden tahmin edilebilir olması, göl ve çevresinde sürdürülebilir bir yönetimin sağlanmasını kolaylaştıracaktır.

Balıkgöl kıyıları ve ekosistemini korumaya yönelik temiz çevre ve temiz su anlayışı için çevrede bulunan çöplerin düzenli olarak toplatılması, atık ve çöp temizleme çalışmalarının ilgili belediyelerce gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Balıkgöl kıyılarında yaz aylarında yoğun olarak gerçekleştirilen rekreasyonel faaliyetler için etkin bir arıtma tesisinin kurulması, yapılan turistik tesis ve bungalov alanları için altyapı hizmetlerinin planlı bir şekilde gerçekleştirilmesi önemlidir.

Balıkgöl için mevcut durumda su yönetim modeline gerek olmasa da, suyun kirlenmesi durumuna karşı su kalite modellemesi oluşturulması, özellikle rekreasyonel faaliyetlerin yoğunlaştığı Adakent Mahallesi doğusundaki çardak alanlarında, Kayalı Mahallesi kuzey ve güneyi, Yakacık Mahallesi’nin Balıkgöl kıyılarında kurulan çardak ve turistik tesislerin yoğunlaştığı kısımlarda Devlet Su İşleri ve ilgili üniversitelerce her yıl su kirlilik analizi yapılmalı, Balıkgöl ekosistemi koruma altına alınmalıdır.

Balıkgöl'e ulaşım toprak yollar ile yapılmaktadır. Yol inşa çalışmalarında çıkan harfiyatlar ilgili kurumlar tarafından farklı alanlara taşınmalı, göl doğal görünümünün bozulması engellenmelidir. Ülkemiz için önemli kuş alanlarından biri olan Balıkgöl içinde bulunan adada barınan kadife ördek popülasyonu, gölde yetişen kırmızı benekli alabalık ve çeşitli hayvan türleri bakımından zengindir. Gölde yerel halk tarafından yapılan balıkçılık faaliyetleri yasal bir plan içinde yapılmalı aşırı avlanma engellenmelidir. Göl şehir merkezinden ve gelişmiş bölgelerden uzak olması nedeniyle kampçılar ve yerel halk tarafından bilinmemektedir. Göl çevresinin bölgenin kalkınması bakımından eko-turizm alanı olarak tanıtılması, fakat öncelikli yasal koruma çerçevesinde rasyonel bir plan ile turistik gelişmelerin izlenmesi gerekmektedir.



## Temporal Change in Land Cover/Land Use on the Coasts of Balıkgöl (Ağrı) (1989-2021)

Mehtap Bayrak\*<sup>a</sup>, Adem Yulu<sup>b</sup>, Yahya Öztürk<sup>c</sup>

Submitted: 26.01.2022

Accepted: 18.04.2022

### EXTENDED ABSTRACT

#### 1. Introduction

The ever-increasing population pressure on earth, technological developments, and diversified economic activities result in social, economic, and demographic changes as well as change in land cover (Bayar, 2003; Gözenç, 1974; Munsu et al., 2010). Although land as a physical space and land use has constantly changed, it has been one of the main resources the humanity has benefited from and attached importance with various forms of use since the ancient periods of history (Garipağaoğlu and Duman, 2018). Changes in the land use, one of the important drivers of biodiversity loss, which have dramatically accelerated since the 1980s (Calzada et al., 2008; Eraso et al., 2013; Metzger et al., 2006), not only induce a difference in the land utilization as a natural resource, but also become an important component of the environmental change and ecosystem health on the earth (Munsu et al., 2010; Turner et al., 1994). As suggested by Bayar and Karabacak (2017), changes in land use also affect the functioning and biodiversity of the ecosystem (Meyer and Turner, 1994; Sala et al., 2000), soil degradation (Tolba et al., 1992), and global, regional, and local climatic changes (Chase et al., 2000; Houghton et al., 1999). Along with the advancements in space technology, monitoring of land use based on satellite images and incorporating the same into land use studies (Peiman, 2011; Schulz et al., 2010; Tovar et al., 2013; Vittek et al., 2014) added a different dimension to the land use studies. There are a number of studies in Turkey, especially since the 1950s, on land utilization, land uses, and classification of land (Arınc, 2003; Atalay, 1989; Bayar, 2004; Elmastaş, 2008; Erol, 1959; Erol, 1977; Gözenç, 1974; Özçağlar, 1994; Özçağlar et al., 2006; Tunçdilek, 1985; Yiğitbaşıoğlu, 1993). Studies that keep a record of spatial differences in the land cover over years based on processing data obtained from satellite images have been conducted especially after the 2000s in Turkey (Bayar and Karabacak, 2017; Canpolat and Dağlı, 2020; Dengiz and Turan, 2014; Esen, 2017; Garipağaoğlu and Duman, 2018; Genç et al., 2010; Kaçmaz and Döker, 2021; Kara and Karatepe, 2012; Özdemir and Bahadır, 2008; Uzun and Somuncu, 2013).

\* **Corresponding Author:** mehtap.bayrak@istanbul.edu.tr

<sup>a</sup> İstanbul University, Faculty of Literature, Geography Department, İstanbul/Turkey, <http://orcid.org/0000-0001-8167-4696>.

<sup>b</sup> Iğdır University, Faculty of Science and Literature, Geography Department, Iğdır/Turkey, <http://orcid.org/0000-0001-8037-259X>.

<sup>c</sup>Van Yüzüncüyıl University, Social Sciences Institute, Van/Turkey, <http://orcid.org/0000-0003-0376-0868>.

The changes in land use are also observed on the coasts. Increased anthropogenic pressure due to the recreational activities on the shores of the lake has paved the way for changes in the land use on coastal areas. The present study aimed to analyze the changes in the land cover/land use on the banks of Balıkgöl based on satellite images, which is one of the highest lakes in Anatolia (2250 m) and located within the Ağrı Provincial administration borders in the Eastern Anatolia Region (Figure 1). There is no study on the land use on the coast of Balıkgöl and the spatial-temporal changes in the foregoing uses, although there are studies in the relevant literature on the tectonism, geomorphology, and lake fauna of Balıkgöl and its surroundings (Arpat et al., 1977; Emre et al., 2012; Emre et al., 2013; Emre et al., 2016; Ergen and Sümengen, 2018; Öztürk, 2020; Şaroğlu, 1985; Şaroğlu et al., 1987; Tuncay and Sümengen, 2018). Accordingly, another aim of the present study was to contribute to the literature and to raise awareness about the sustainable use of the banks of Balıkgöl.

The Puyravaud formula (2003) was used to calculate the annual rate of increase in land cover/land use for the purposes of the study. Although the Puyravaud formula (2003) was intended for calculation of the annual rate of deforestation, the said formula has been frequently used for annual rate of change by the recent studies as well (Bayar and Karabacak, 2017).

Recent changes in land use are observed as a result of the increased recreational activities on the banks of Balıkgöl. The fact that the lake is one of the main tourism attractions in the region has led to the opening of the lake to tourism and inflicted changes in the natural land cover, and accordingly the natural landscape of the coast is lost and exposed to development. The highest annual rate of increase in the coastal areas of Balıkgöl is seen in the recreational use according to the Puyravaud formula.

## **2. Methodology**

The present study sought answers to the following research questions: ‘What has changed in the characteristics of land use on the banks of Balıkgöl between the years 1989-2021?’, ‘Which land use type has seen the highest rate of change?’, ‘What is the annual rate of change by the types of land use based on the Puyravaud formula?’, ‘How have these changes affected the banks of the lake?’, and ‘What can be suggested as solutions for the adverse changes in the land use?’.

The Balıkgöl banks example was specifically selected for the purposes of the study with an aim to contribute to the recognition of Balıkgöl and to investigate the effects of recreational activities on the banks of the lake, which have seen a significant increase in the recent years. The present study aimed is to suggest solutions to those problems upon investigation of the anthropogenic changes on the shores of Balıkgöl and the resultant environmental consequences.

The Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing (UZAL) technologies were used in the study for the purposes of the mapping, data processing, and editing processes. An object-based image analysis (OBIA) was performed using the trial version of PCI Geomatica Banff to investigate the distribution of land use types based on the ArcGIS 10.4 software. The maps were developed based on the digitization of images belonging to two different time periods from the Landsat TM (30 meters resolution) dated 31/08/1989 and the Sentinel-2 satellites (10 meters resolution) dated 11/10/2021, taking WGS84 Zone 38 into consideration. The 1989 Landsat TM 30 m resolution and 2021

Sentimental 10 m resolution satellite images were the available satellite images, which provided the best image quality, and therefore, those used in the study. The differences in land cover/land use were mapped combining the digitized data, field observations, and literature reviews. The Kappa Index was used for the accuracy analysis of each land cover, and accuracy points were obtained based on random points, that is, upon comparison of the results from control points randomly assigned in proportion to the distribution of each land class.

The reference data was used for the informative properties of the region along with the 1/25.000-scale digitized land data from the General Directorate of Agricultural Reform for the purposes of land use capability classification and the 1/25.000-scale topographic maps from the General Directorate of Mapping for being used as a basis.

In the study, the annual increase rates of the change in land use were calculated pursuant to the formula developed by Puyravaud (2003) and predictive suggestions were made as to what changes would be expected on the banks of Balıkgöl in the forthcoming years.

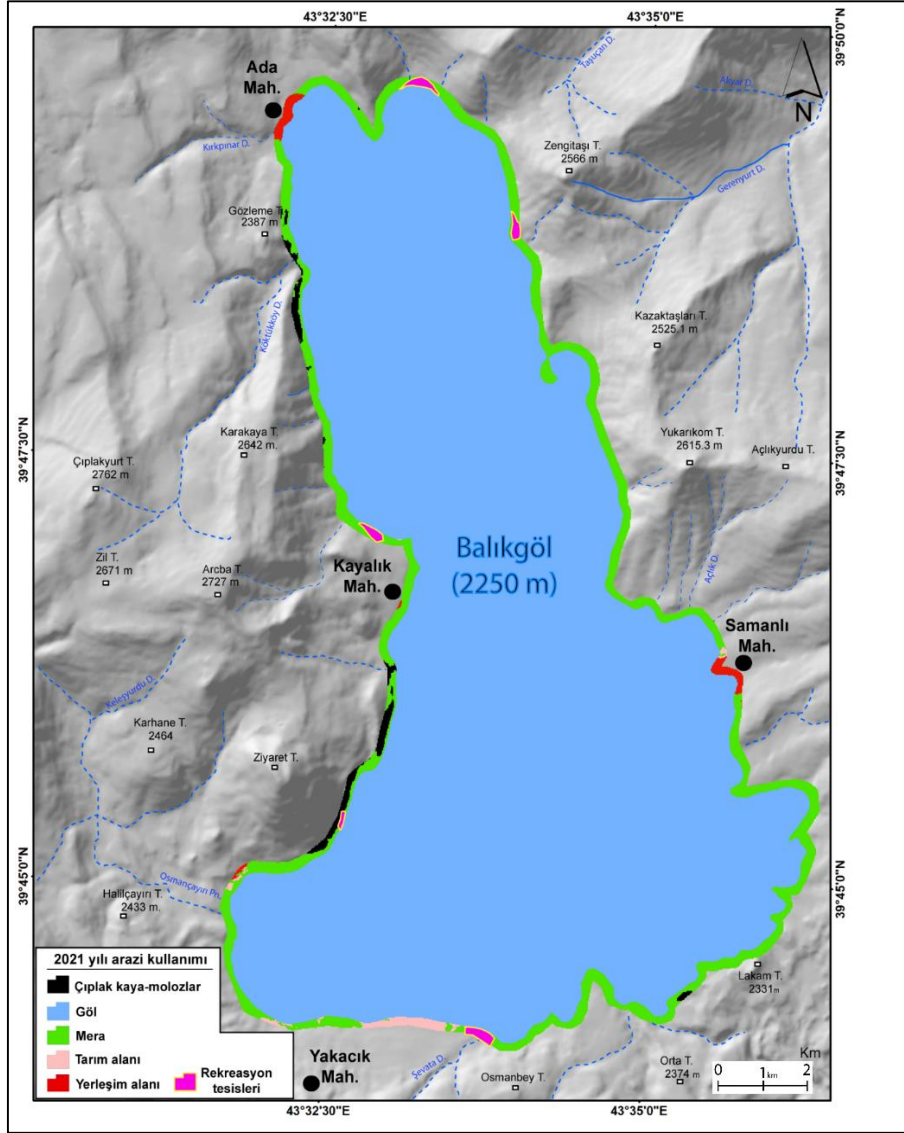
### 3. Results

#### 3.1. Changes in the Land Cover/Land Use on the Coasts of Balıkgöl (1989-2021)

In 1989 and 2021, the Balıkgöl water area was measured as 34.94 km<sup>2</sup>, and that 90.9% of this area was included in the scope of the study, and there was no observed change in the water mass. The pasture areas have seen the highest rate of increase with 7% (2.71 km<sup>2</sup>) in 1989, and 7.5% (2.88 km<sup>2</sup>) and in 2021 as regards the distribution of the types of land cover. Those areas overlapped the range of natural meadows. The share of agricultural lands in the land use was 1.3 percent in 1989 following the pasture areas, nevertheless, these areas were almost non-existent on the coastline of the lake. As of 1989, there was dry farming (barley and wheat) across the agricultural areas spread towards a narrow area in the northeast and northwest of Yakacık Neighborhood and in the south of Ada and Samanlı neighborhoods on the Balıkgöl coastline. In 2021, the share of agricultural lands in land use tended to decrease by 0.3%. As of 1989, the residential areas and bare rocky-debris areas accounted for 0.3% and 0.5%, respectively, of the other land use types. In 2021, the residential (0.3%) and bare rocky-debris (0.5%) areas, which had spread to a narrow area, remained unchanged compared to the 1980 coverage. In 2021, the recreation areas saw a 100% increase compared to 1989, with a land ratio of 0.5% (Table 1, Figure 1).

**Table 1.** Change in land use/land cover on the coasts of Balıkgöl between 1989-2021.

Land Use Type	Area as of 1989 (km <sup>2</sup> )	Area as of 2021 (km <sup>2</sup> )	Increase/Decrease Area (km <sup>2</sup> )	Increase/Decrease Rate (%)
Agricultural field	0.49	0.122	-0.37	-75.1%
Residential area	0.119	0.124	0.005	4,2%
Recreational area	-	0.194	0.194	100%
Pasture areas	2.71	2.88	0.17	6.3%
Body of water (lake area)	34.94	34.94	-	-
Bare rock-debris	0.2	0.2	-	-
<b>General total</b>	<b>38.46</b>	<b>38.46</b>		



**Figure 1.** Balıkgöl coasts land use map, 2021.  
(Recreational activity areas on the coasts of Balıkgöl, which increased remarkably after 2018).

As of 2021, the recreational areas included touristic facilities, gazebos, bungalows, and several restaurants. The recreational areas tended to spread in the northeast of Yakacık District, the coastal section, where Şevata Stream emptied into the lake, on the coast between the eastern slopes of Ziyaret Tepe and the lake to the west, on the shore of Kayalık District, and on the east of Adakent District (Figure 1).

As a result of the accuracy analysis, the Kappa index for 1989 and 2021, was 0.85% and 0.87%, respectively. As regards the precision of classification, each land cover unit values were proportioned with similar precision, and it was found that the value pertaining to the Landsat TM satellite image decreased to 85% compared to 2021.

**Table 2:** The annual rates of change in the types of land use by year in Balıkgöl and its coasts between 1989-2021.

Land Use Type	Area as of 1989 (km <sup>2</sup> )	Area as of 2021 (km <sup>2</sup> )	Annual Rate of Change
Agricultural field	0.49	0.122	-4.34
Residential area	0.119	0.124	0.12
Recreational area	0.01	0.194	9.26
Pasture areas	2.71	2.88	0.19
Body of water (lake area)	34.94	34.94	0
Bare rock-debris	0.2	0.2	0
<b>General total</b>	<b>38.46</b>	<b>38.46</b>	<b>-</b>

As a result of the calculations based on the Puyravaud formula, the agricultural areas decreased by approximately -4.34% per year, where the residential areas increased by 0.12%, pasture areas by 0.19%, and recreational areas by 9.26%, and there was no change in the lake area and unused areas (bare rock-debris) upon the calculation of the annual rate of change in the types of land cover over 32 years from 1989 to 2021 (Table 2).



**Photo 1.** Views from the recreational uses on the banks of Balıkgöl, a: Recreational and livestock activities held concurrently due to unplanned development in the south of the lake. b: Bungalow houses built in the northeast of the lake. c: Gazebos built in the east of Adakent Neighborhood to the north of the lake.



#### **4. Conclusion**

As a result of the study, the type of land use with the highest rate of change was the recreational areas on the coasts of Balıkgöl. The gazebos, businesses, and bungalow houses in the east of Adakent Neighborhood, on the coasts of Kayalı Neighborhood, and in the vicinity of the Yakacık Neighborhood were built unplanned and deteriorated the natural landscape around the coasts of Balıkgöl.

It was found that the agricultural area on the coasts of Balıkgöl decreased by 75.1%, where the pasture, residential, and recreational areas expanded by 6.3%, 4.2%, and 100%, respectively, to the natural meadows from 1989 to 2021. The lake water mass remained unchanged. Therefore, it can be suggested that the extent of lake water use for agricultural irrigation, drinking, or utility purposes was not at serious levels.

In the study, accuracy analyses were performed by proportioning each land cover unit with a similar precision. According to the results of the accuracy analyses using the Kappa Index, the average accuracy rates of  $>0.85$  and the total accuracy rates of  $>80\%$  were indicative of the fact that the classification was reliable.

The Puyravaud formula was used to calculate the annual rate of change in the land cover. According to the study data, the annual rate of change in agricultural areas indicated a decrease by -4.34, and where the same rates for the residential, pasture, and recreational areas indicated an expansion of 0.12, 0.19, and 9.25, respectively, across the 32-year period. A review of the ratios suggested that the recreational areas saw the highest increase by area on the coasts of the lake.

Based on the results of field observations and quantitative data, the fertile delta formed by the Şevata Stream to the south of the lake was more prevalently used for the recreational purposes compared to agricultural activities. The intensive recreational activities cause pollution in the lake environment. There is no planned infrastructure service yet available for the touristic facilities, bungalows, and camping areas. The dirt roads, which were made in order to access the lake, and the indiscriminate disposal of the excavated soil from the road construction around the lake deteriorate the natural landscape. Legislation aimed to protect the lake shore ecosystem has recently begun to be developed, nevertheless, the lake still does not have a full official conservation status. In addition, local people and the visitors to the lake are not environmentally aware.

In order to protect the coasts of Balıkgöl and its ecosystem, it is necessary that the ongoing recreational activities are based on a plan within the framework of priority legal protection, awareness of the local people and recreationists, who visit to the lake, is raised, legal regulation governing the hunting activities in the lake is introduced, garbage is regularly collected around Balıkgöl by relevant institutions and organizations, the lake environment is regularly cleaned, a waste treatment plant and infrastructure system is put in place for recreational activities, and the lake is promoted as an eco-tourism destination with an aim to contribute economic development.

## Referanslar/References

- Abrantes, P., Fontes, I., Gomes, E., Rocha, J. (2016). Compliance of land cover changes with municipal land use planning: Evidence from the Lisbon Metropolitan Region (1990-2007). *Land Use Policy*, 51, 120–134. doi: 10.1016/j.landusepol.2015.10.023
- Ağrı Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü (2020). *Ağrı İli 2019 Yılı Çevre Durum Raporu*, [https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/agri\\_2019\\_-cdr-20201012094805.pdf](https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/agri_2019_-cdr-20201012094805.pdf), Erişim Tarihi: 08.04.2022.
- Arınç, K. (2003). Ekolojik yönleriyle Bursa Ovası'nda arazi kullanışlılığı ve çevresel etki değerlendirmesi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 10, 81-113. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ataunidcd/issue/2451/30953> adresinden alındı.
- Arpat, E., Şaroğlu, F., İz, H.E. (1977). 1976 Çaldıran depremi. *Yeryuvarı ve İnsan*, 2 (1). 29-41.
- Atalay, İ. (1989). Türkiye' de kır yerleşmelerinin arazi degradasyonu üzerindeki etkileri. *Coğrafya Araştırmaları Dergisi*, 1 (1), 91-101.
- Atalay, İ. (2005). Kuvaterner'deki İklim Değişimlerinin Türkiye Doğal Ortamı Üzerine Etkileri. *Türkiye Kuvaterner Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, Haziran, İstanbul, 121-128, 2-5.
- Bayar, R. (2003). Arazi kullanımı-nüfus ilişkisi: Anamur örneği. *Coğrafi Bilimler Dergisi*. 1 (1), 97-116. doi: 10.1501/Cogbil\_0000000023
- Bayar, R. (2004). Cumhuriyet döneminde Türkiye'nin arazi bölünüşü ve tarım alanlarındaki değişimler. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 2 (1), 41-55. doi: 10.1501/Cogbil\_0000000039
- Bayar, R., Karabacak, K. (2017). Ankara İli Arazi Örtüsü Değişimi (2000-2012). *Coğrafi Bilimler Dergisi*. 15 (1), 59-76. doi: 10.1501/Cogbil\_0000000181
- Berberiyan, M. (1976). Seismotectonic map of Iran scale 1/2.500.000. M. Berberiyani (ed). In Contribution of the Seismotectonics of Iran (Part 3), *Geology Survey Report*, Iran, 397-418.
- Calzada, L, Meave, J. A., Bonfil, C., Figueroa, F. (2008). Lands at risk: Land use/land cover change in two contrasting tropical dry regions of Mexico. *Applied Geography*, 99, 22-30. doi: 0.1016/j.apgeog.2018.07.021
- Canpolat, A. F., Dağlı, D. (2020). Change in land use in Elazığ province (2006-2018) and the simulation of 2030. *International Journal of Geography and Geography Education (IGGE)*, 42, 702-723. doi: 10.32003/igge.746668
- Chase, T.N., Pielke, R.A., Kittel, T.G.F., Nemani, R.R., Running, S.W. (1999). Simulated impacts of historical land cover changes on global climate in northern winter. *Climate Dynamics*, 16, 93-105. doi: 10.1007/s003820050007
- Dengiz, O., Demirağ Turan, İ. (2014). Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistem teknikleri kullanılarak arazi örtüsü / arazi kullanımı zamansal değişimin belirlenmesi: Samsun Merkez İlçesi örneği (1984-2011). *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 1 (1), 78-90. doi: 10.19159/tutad.45474
- Elmastaş, N. (2008). Kahta Çayı Havzası'nda arazi kullanımı. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 6 (2), 159-190. doi: 10.1501/Cogbil\_0000000088
- Emre, Ö., Duman, T.Y., Özalp, S. Elmacı, H., Olgun, S. (2012). *1:250.000 ölçekli Türkiye Diri Fay Haritası Serisi Ağrı (NJ 38-1) Paftası*, Seri No: 51. Ankara: MTA Yayınları.
- Emre, Ö., Duman, T. Y., Özalp, S. Elmacı, H., Olgun, S., Şaroğlu, F. (2013). Active Fault Map of Turkey with an Explanatory Text 1:1.250.000 scale. *General Directorate of Mineral Research and Exploration, Special Publication Series*, 30.
- Emre, Ö., Duman, T. Y., Özalp, S. Şaroğlu, F., Olgun Ş., Elmacı, H., Çan, T. (2016). Active fault database of Turkey. *Bulletin of Earthquake Engineering*, (16), 3229-3275. doi: 10.1007/s10518-016-0041-2
- Eraso, N. R., Armenteras-Pascual D., Alumbrosos, J., R. (2013). Land use and land cover change in the Colombian Andes: Dynamics and future scenarios, *Journal of Land Use Science*. 8 (2),154-174. doi:10.1080/1747423X.2011.650228
- Ergen, A., Sümengen, M. (2018). *1:100.000 ölçekli Ağrı İ50 Paftası*. Ankara: MTA Yayınları.

- Erkal, T. (2015). Kıyı yönetimi açısından Türkiye'de yapılan kıyı jeomorfolojisi çalışmalarının değerlendirilmesi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 65, 23-34. doi: 10.17211/tcd.41995.
- Erol, O. (1959). Mihaliççık Dağları'nın jeomorfolojisi ve araziden faydalanma. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 17, 519-531. <http://dtcfdergisi.ankara.edu.tr/index.php/dtcf/article/view/4240> adresinden alındı.
- Erol, O. (1972). Konya, Tuzgölü ve Burdur Havzaları'ndaki plüvyal göllerin çekilme safhalarının jeomorfolojik delilleri. *Coğrafya Araştırmaları Dergisi*, 3-4, 13-52.
- Erol, O. (1977). Türkiye'deki kıyı kullanım sorunlarına jeomorfolojik yaklaşım. *Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Türkiye Coğrafya Dergisi*, 6, 93-122. [http://tucaum.ankara.edu.tr/wp-content/uploads/sites/280/2015/08/tucaum6\\_6.pdf](http://tucaum.ankara.edu.tr/wp-content/uploads/sites/280/2015/08/tucaum6_6.pdf) adresinden alındı
- Esen, F. (2017). Bingöl İli arazi kullanım özelliklerinin Corine sistemine göre analizi ve sürdürülebilir arazi kullanım önerileri. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5 (41), 162-181. doi: 10.16992/ASOS.11975
- Garipağaoğlu, N., Duman, E. (2018). Çatalca İlçesi'nin arazi kullanımında meydana gelen değişimler (1987-2016). *Marmara Coğrafya Dergisi*, 37, 219-232. doi: 10.14781/mcd.386372
- Genç, L., Saçan, M., Turhan, H., Aşar, B. (2010). Arazi örtüsünün Landsat TM uydu görüntüleri yardımıyla belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 16, 213-224. doi: 10.1501/Tarimbil\_0000001140
- Gomes, E., Abrantes, P., Banos, A., Rocha, J., Buxton, M. (2019). Farming under urban pressure: Farmers' land use and land cover change intentions. *Applied Geography*, 102, 58-70. doi: 10.1016/j.apgeog.2018.12.009
- Gözenç, S. (1974). Arazinin kullanılması ve değerlendirilmesinin coğrafi yönden tetkiki. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, 20-21, 169-180.
- Houghton, R.A., Hackler, J.L., Lawrence, K.T. (1999). The U.S. carbon budget: Contribution from land-use change. *Science*, 285, 574-578. doi: 10.1126/science.285.5427.574
- Kaçmaz, M., Döker, M.F. (2021). Sapanca Gölü Havzası'nda arazi kullanımı ve mekânsal değişim. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 19 (1), 161-194. doi: 10.33688/aucbd.872216
- Kara, F., Karatepe, A. (2012). Uzaktan algılama teknolojileri ile Beykoz İlçesi (1986-2011) arazi kullanımı değişim analizi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 25, 378-389. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3292> adresinden alındı.
- Kocaman, S., Kaya F. (2014). *Ağrı İlinin Turizm Coğrafyası*. Erzurum: Zafer Medya Yayınları.
- Koç, A., Yener, H. (2001). Uzaktan algılama verileriyle İstanbul çevresi ormanlarının alansal ve yapısal değişikliklerinin saptanması. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, 51(2), 17-36. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/174875> adresinden alındı.
- Lowdermilk, W, C. (2014). *Conquest of the Land Through 7000 Years*. Create Space Independent Publishing Platform, U.S. Department of Agriculture Soil Conservation Services.
- Metzger, M. J., Rounsevell, M. D. A., Acosta-Michlik, L., Leemans, R., Schröter, D. (2006). The vulnerability of ecosystem services to land use change. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 114, 69-85. doi: 10.1016/j.agee.2005.11.025.
- Meyer, W. B., Turner, B. L. (1994). *Changes in Land Use and Land Cover: A Global Perspective*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Munsi, M., Malaviya, S., Oinam, G., Joshi, P. K. (2010). A landscape approach for quantifying land-use and land-cover change (1976-2006) in middle Himalaya. *Regional Environmental Change*, 10, 145-155. doi:10.1007/s10113-009-0101-0
- Özçağlar, A. (1994). Çarşamba Ovası ve yakın çevresinde araziden yararlanma. *Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 3, 93-128. <http://tucaum.ankara.edu.tr/turkiye-cografyasi-arastirma-ve-uygulama-merkezi-dergisi/> adresinden alındı

- Özçağlar, A., Özgür, E. M., Somuncu, M., Bayar, R., Yılmaz, M., Yüceşahin, M. M., Yavan, N., Akpınar, N., Karadeniz, N. (2006). Çamlıhemşin ilçesinde doğal ve beşerî kaynak tespitine bağlı olarak geliştirilen arazi kullanım kararları. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 4 (1), 1-27. doi: 10.1501/Cogbil\_0000000060
- Özdemir, M. A., Bahadır, M. (2008). Yalova ilinde arazi kullanımının zamansal değişimi. *Coğrafya Dergisi*, 17: 1-15. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/231222> adresinden alındı.
- Öztürk, Y. (2020). Aktif fayların tanımlanmasında jeomorfik belirteçlerin rolü: Balıkgöl fay zonu örneği (Ağrı). *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, (5), 101-117. doi: 10.46453/jader.771204.
- Peiman, R. (2011). Pre-classification and post-classification change-detection techniques to monitor land-cover and land-use change using multi-temporal Landsat imagery: a case study on Pisa Province in Italy. *International Journal of Remote Sensing*, 32 (15), 4365-4381. doi: 10.1080/01431161.2010.486806.
- Puyravaud, J.P. (2003). Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. *Forest Ecology and Management*, 177, 593-596. doi: 10.1016/S0378-1127(02)00335-3.
- Sala, O.E., Chapin, F.S., Armesto, J.J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber-Sanwald, E., Huenneke, L.F., Jackson, R.B., Kinzig, A., Leemans, R., Lodge, D.M., Mooney, H.A., Oesterheld, M., Poff, N.L., Sykes, M.T., Walker, B.H., Walker, M., Wall, D.H. (2000). Biodiversity: Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287, 1770-1774. doi: 10.1126/science.287.5459.1770.
- Schulz, J.J., Cayuela, L., Echeverria, C., Salas, J., Maria, J., Benayas, R. (2010). Monitoring land cover change of the dryland forest landscape of Central Chile (1975–2008). *Applied Geography*, 30, 436-447. doi: 10.1016/j.apgeog.2009.12.003.
- Şaroğlu, F. (1985). Doğu Anadolu'nun neotektonik dönemde jeolojik ve yapısal evrimi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yayınlanmamış Doktora Tezi. İstanbul.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö., Boray, A. (1987). *Türkiye'nin Diri Fayları ve Depremselliği*. Rapor No: 8174. Ankara: MTA.
- Tolba, M. K., El-Kholy, O. A. (1992). *The World Environment 1972–1992: Two Decades of Challenge*. London: Chapman & Hall.
- Tovar, C., Seijmonsbergen, A. C., Duivenvoorden, J. F. (2013). Monitoring land use and land cover change in mountain regions: An example in the Jalca grasslands of the Peruvian Andes. *Landscape and Urban Planning*, 112: 40-49. doi: 10.1016/j.landurbplan.2012.12.003.
- Tuncay, E., Sümengen, M. (2018). *1:100.000 ölçekli Doğubayazıt İ51 Paftası*. Ankara: MTA Yayınları.
- Tunçdilek, N. (1985). *Türkiye'de relief şekilleri ve arazi kullanımı. İÜ Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Yayınları*. 3, 1-192.
- Turner, B. L., Meyer, W. B., Skole, D. L. (1994). Global land-use/land-cover change: towards an integrated study, *Ambio*, 23 (1), 91-95. <https://asu.pure.elsevier.com/en/publications/global-land-useland-cover-change-towards-an-integrated-study>
- Uzun, A., Somuncu, M. (2013). Madra Dağı ve çevresinin arazi örtüsü kullanımındaki zamansal değişimin uzaktan algılama yöntemi ile değerlendirilmesi. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16 (30), 1-21. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/baunsobed/issue/50175/645682>.
- Vitteck, M., Brink, A., Donnay, C., Simonetti, D., Desclé, B. (2014). Land cover change monitoring using Landsat MSS/TM satellite image data over West Africa between 1975 and 1990. *Remote Sensing*, 6, 658-676. doi:10.3390/rs6010658
- Wulf, A. (2017). *Doğanın Keşfi. Alexander von Humboldt'un Yeni Dünyası*. İstanbul: Ayrıntı Yayınları.
- Yiğitbaşıoğlu, H. (1993). Konya-Çumra Havzası'nda arazi kullanım özellikleri ve başlıca sorunları. *Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 8, 149-167. [http://tucaum.ankara.edu.tr/wp-content/uploads/sites/280/2015/08/tucaum8\\_8.pdf](http://tucaum.ankara.edu.tr/wp-content/uploads/sites/280/2015/08/tucaum8_8.pdf) adresinden alındı.