Türk Coğrafya Dergisi
http://www.tcd.org.tr
Sayı 61: 31-44, İstanbul
Basılı ISSN 1302-5856 Elektronik ISSN 1308-9773



Hakemli Makale
Reviwed Article

Marmara Gölü Yakın Çevresindeki Arazi Kullanım Faaliyetlerinin Zamansal Değişimi (1975-2011) ve Göl Ekosistemine Etkileri

Temporal Change of Land Use Activities in Marmara Lake's Immediate Surrounding (1975-2011) and Effects on Ecosystem of the Lake

Ali Ekber GÜLERSOY*

* Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, Sosyal Bilgiler Eğitimi Anabilim Dalı, İzmir.

Geliş/Received: 19.08.2013
Kabul/Accepted: 15.11.2013

Sorumlu yazar/Correspondingauthor
(A.E. Gülersoy) gulersoy74@gmail.com

ÖZ

Doğal işlevleri-ekonomik değerleriyle yeryüzünün önemli ekosistemlerinden birisi olan sulak alanlar lokal ölçekte incelenmeli ve teknolojik imkanlardan yararlanarak bu alanların sürdürülebilirliği sağlanmalıdır. Bu çalışmada Marmara Gölü yakın çevresindeki arazi kullanım faaliyetlerinin zamansal değişimi, bu faaliyetlerin göl ekosistemine etkileri uzaktan algılama teknolojisi kullanılarak incelenmiştir. Araştırma sahasının % 64,3'ünü tarım, % 23,3'ünü orman, % 8,8'ini mera, % 2,8'ini su, % 0,4'ünü yerleşim, % 0,4'ünü sucul bitki alanları oluşturmaktadır. Sahada 1986-2011 yılları arasında arazi kullanımındaki en büyük değişim, % 173 oranında (598 ha) artışla yerleşim alanlarında yaşanmıştır. Buna karşın sucul bitki (% 21, 230 ha) ve mera alanlarındaki (% 18, 4508 ha) azalış dikkat çekmektedir. Marmara Gölü yakın çevresindeki arazi kullanımının göl ekosistemi üzerindeki etkileri; 1. Göl alanındaki değişmeler, 2. Ötrofikasyon, 3. Gölün doğal yapısına müdahale edilmesiyle ortaya çıkan değişimlerdir. 1975-2011 yılları arasında % 6 oranında (369 ha) küçülen göl tarımsal gübre-pestisitlerin göl haznesinde birikmesiyle son 20 yıl içerisinde ötrofik göl konumundan hipertrofik konuma geçmiştir. Gölün 1932-1953 yılları arasında DSİ'ce bir rezervuara dönüştürülmesi, onarılamaz sonuçlara yol açmış, göl suyunun biyolojik-fiziksel-kimyasal yapısı değişime uğramıştır. Göl etrafındaki sucul bitkilerin tarım alanları elde etmek vb. amaçlarla kesilmesi-yakılması-köklenmesi büyük ölçüde sığ alanlardan oluşan göl ekosisteminde derin yaralar açmıştır. Marmara Gölü gibi nadir bir ekosistemin sürdürülebilirliği, Gediz Havzası'nın bütününü ele alan interdisipliner çalışmalara paralel olarak, kurumlar üstü işbirliğini gerektirmektedir. Bu çerçevede; bir an önce gölden su alımı durdurulmalı, göle kirletici unsurlar taşıyan kanallar kapatılmalı ve göl yakın çevresiyle birlikte koruma altına alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Marmara Gölü Ekosistemi, Arazi Kullanımı, Uzaktan Algılama, Doğal Ortam Potansiyeli..

ABSTRACT

Wetlands which are one of the most important ecosystems of the earth with their natural functions-economical values should be examined on a locale scale and, sustainability of these areas should be provided by benefiting from technological opportunities. In these study, the temporal change of land use activities in Marmara Lake's immediate surroundings, and the effects of these studies on the lake's ecosystem were examined by using remote sensing technology. Areas of agriculture comprise 64,3% of, forest 23.3%, pasture 8.8%, water 2.8%, settlement 0.4%, and aquatic plant areas 0.4%, of study area . In the area the most greatest change in land use through the years of 1986-2011 was happened on settlement areas by an increase at the rate of 173%. On the other hand, decrease on areas of aquatic plant (21%, 230 ha) and of pasture (18%, 4508 ha) draws the attention. Effects of land use in immediate surroundings of Marmara Lake on the lake's ecosystem are; 1. Changes on the Lake area, 2. Eutrophication, 3. Changes emerging with intervening to natural structure of the lake. The lake which became smaller at the rate of 6 % (369 ha) through years of 1975-2011 switched from eutrophic lake into hypertrophic state within the last 20 years because of accumulating of agricultural fertilizer-pesticides on the lake reservoir. Turning the lake into a reservoir by DSI (State Hydraulic Works) through years of 1932-1953 caused to irrecoverable results, and biological-physical-

chemical structure of lake water underwent change. Cutting-burning-radicating of aquatic plants around the lake with the purpose of gaining cultivated areas etc. inflicted a deep wound on the lake ecosystem of which is largely composed shallow areas. The sustainability of a rare ecosystem such as Marmara Lake requires cooperation for supra-institutions in parallel with interdisciplinary studies handling Gediz Basin as a whole. Within this scope; water-taking from the lake should be stopped as immediate as possible, channels carrying pollutant items to the lake should be closed, and the lake along with its immediate surroundings should be put under protection
Keywords: Marmara Lake Ecosystem, Land Use, Remote Sensing, Potential for Natural Environment.

GİRİŞ

Sulak alanlar, yüz binlerce yıllık doğal süreçler sonucunda meydana gelmiş, zengin bitki ve hayvan türlerine sahip, bulunduğu bölgenin su rejimini düzenleyen ve rekreasyonel faaliyetlere sağladığı imkânlar nedeniyle yüksek bir ekonomik değere sahip sahalardır. Günlük yaşantımızda bataklık ya da sazlık olarak adlandırılan ve sahip olduğu biyolojik çeşitlilik nedeniyle dünyanın doğal zenginlik müzeleri olarak kabul edilen sulak alanlar; doğal işlevleri ve ekonomik değerleriyle yeryüzünün önemli ekosistemleri arasındadır (ARI ve DERİNÖZ, 2011: 42; ÇELİK ve GÜLERSOY, 2013: 192). Dünyada var olan canlı çeşidinin % 40'ının sulak alanlarda yaşadığı tahmin edilmektedir (İLHAN ve YÜCE, 2013: 4). Günümüzde artan nüfus, gıda ve sanayileşme ihtiyacına bağlı olarak sulak alanlarda dönüşü mümkün olmayan tahribatlar meydana gelmektedir.

Türkiye sulak alanlar bakımından Avrupa ve Ortadoğu ülkelerine göre daha zengindir. Türkiye, sulak alanların korunması ve akılcı kullanımına yönelik olarak 1971 yılında imzaya açılan Ramsar Sözleşmesi'ne, 1993 yılında taraf olmuştur. Fakat Ramsar Sözleşmesi'nin uygulanmasına yönelik ilk yönetmelik, 2002 yılında yayımlanarak yürürlüğe girmiştir (Sulak Alanlar ve İklim Değişikliği, 2013).

Türkiye'nin nüfus artış hızı (% 1,2) az da olsa dünya ortalamasının (% 1,1) üzerindedir. 2023 yılı için Türkiye nüfusunun 100 milyon olacağı tahmin edilmektedir. Bu veriler ışığında değerlendirilecek olursa, 2023 yılında kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 1125 m^3/ yıl olacaktır. 2030 yılına gelindiğinde ise kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı, su fakirliği üst değeri olan 1000 m^3/ yıl sınırına ulaşacak ve Türkiye su fakiri ülkeler arasında yerini alacaktır (İLHAN ve YÜCE, 2012: 7-8).

Türkiye'de, son 40 yılda 1 milyon 300 bin hektar (Marmara Denizi büyüklüğünde) sulak alan kuruma ve kirlenme gibi nedenlerle ekolojik ve ekonomik işlevini yitirmiştir. Bugüne kadar izlenen yanlış yönetim ve kullanım uygulamalarına, küresel iklim değişikliğinin etkileri de eklenince ülkemizde bulunan yaklaşık 1,2 milyon hektar sulak alanın geleceğinin güvende olduğu söylemek oldukça zordur (WWF, 2008: 9-12). 2030 yılında Türkiye'deki sulak alanların neredeyse tamamının yok olacağı tahmin edilmektedir (İLHAN ve YÜCE, 2012: 8). Farklı coğrafyalardaki (Çin'de Yangtze gölleri ve ABD'nde Washington Gölü vb.) sulak alanları konu alan çalışmalarda, ötrofikasyonun, bu alanların varlığını tehdit ettiği belirtilmektedir (EDMONDSON ve LEHMAN, 1981: 2; WANG ve WANG, 2009: 1445). Bu nedenle sulak alanların korunmasına yönelik hassasiyet dünya ölçeğinde arttırılmalı, bu konuda bilim insanlarının araştırma sonuçları kamuoyuna duyurulmalıdır.

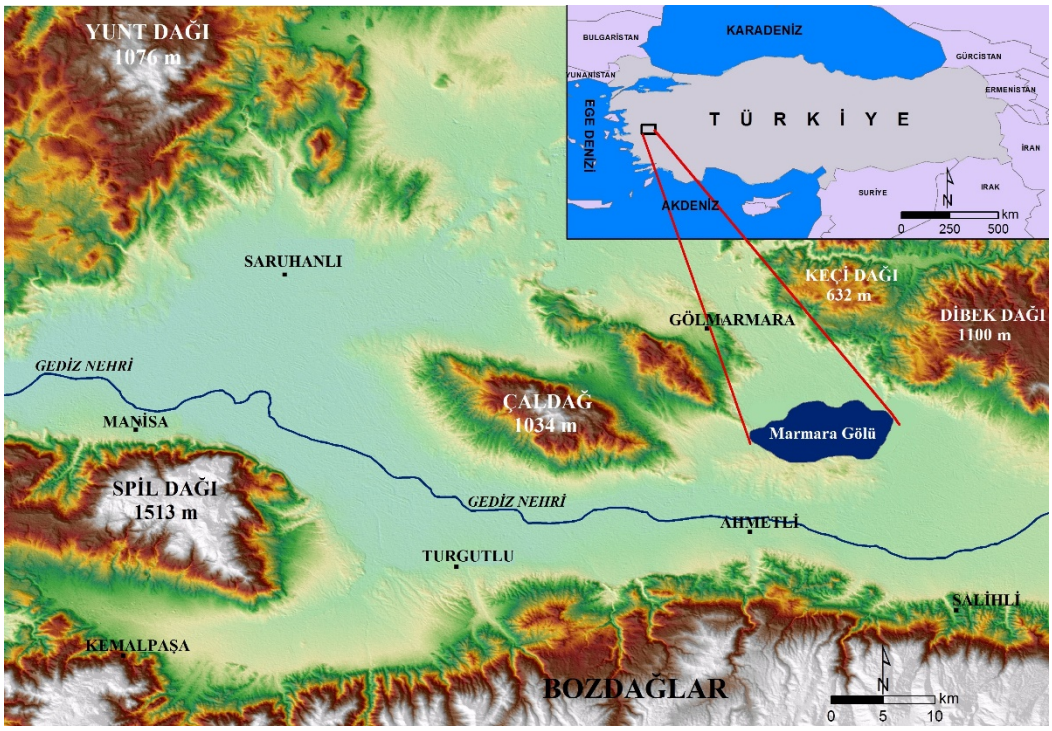
Dünyada ve ülkemizde sulak alanları etkileyen başlıca tehditler arasında; tarım ya da yerleşim amaçlı kurutmalar, sanayi, tarım ve yerleşim kaynaklı kirlilik, göllere yabancı balık türlerinin aşılanması, aşırı ve kaçak avlanma, yönetime ilişkin sorunlar gelmektedir. Bu çalışmada, Salihli ve Gölmarmara ilçeleri arasında yer alan (Şekil 1), Marmara Gölü'nün alansal değişimi ve çevresindeki arazi kullanım faaliyetlerinde meydana gelen değişim incelenmiştir. Buna ek olarak Marmara Gölü çevresindeki arazi kullanım faaliyetlerinin göl içerisindeki sucul bitkiler üzerine etkisi de analiz edilmiştir.

ARAŞTIRMA ALANI

Araştırmaya konu olan Marmara Gölü, Ege Bölgesi'nde, Manisa iline bağlı Gölmarmara ve Salihli ilçeleri arasında yer almaktadır. Göl, Gediz depresyonuna bağlanan kuzeybatı-güneydoğu yönlü fayların eseri bir çöküntü alanı içerisinde alüvyal set gölü niteliği taşımaktadır (Şekil 1).

Araştırma Alanının Doğal Ortam Özellikleri

Sahanın en yaşlı birimini Menderes Masifi'nin bir parçası olan ve gölün batısında yer alan Çaldağ (Bozdağ kütlesine ait) ve doğusunda yer alan Dibek Dağı teşkil etmektedir. Söz konusu alanlar gnays, mikaşist ve amfibolitlerden oluşmaktadır. Gölmarmara ilçesi güneyi, Marmara Gölü kuzeyi, Ozanca Köyü ve çevresinde ve Selendi Ovası'nın doğusunda Menderes Masifi'ni örten şistlerle birlikte mermerlere rastlamak mümkündür. Örtü şistleri Alt Paleozoik, mermerler ise Üst Paleozoik'de oluşmuştur. Paleozoik üzerine diskordant olarak gelen Mesozoik birimler (Jura-Kretase) başta kristalize kireçtaşları olmak üzere mermer, marn, kumtaşı, grovak, radyolarit ve ofiyolitlerden oluşmaktadır. Gri, esmer renkli, kompakt yapılı, sert ve keskin olan kristalize kireçtaşlarına Gölmarmara ilçesinin kuzeyinde ve Çal Dağı doğusunda rastlanmaktadır. Bu kayaçların hemen çevresinde yanal geçişli olarak kumtaşı, grovak, marn ve radyolaritler yer almaktadır. Genellikle plato görünümündeki bu sahalar, Çal Dağı batısında kırmızı marnlar ve sarı kumtaşından ibarettir. Gölmarmara ilçesinin kuzeyinde ve batısında Çal Dağı civarında ofiyolitlere; batısında Değnekler Köyü'nün yüksek kesimlerinde peridotit ve

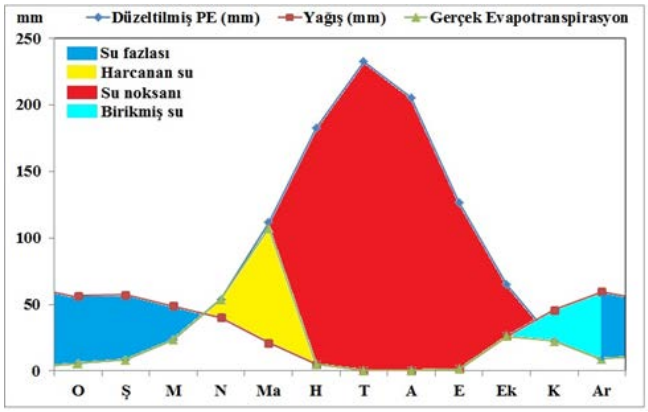


Şekil 1. Çalışma alanının lokasyon haritası.
Figure 1. *Location map of study area.*

piroksenitlere (bunlar yer yer serpantinleşmiştir) rastlanmaktadır. Araştırma alanında Neojen gölsel kireçtaşları (kireçtaşlarıyla arakatkılı konglomera, kumtaşı, kiltaşı, kum ve killer), Gölmarmara'dan Tigenli Köyü'ne kadar uzanan sahada, Çal Dağı'nın güney, güneydoğu kesimlerinde bulunmaktadır. Gölmarmara doğusunda Taşkuyucak Köyü'nden kuzeydoğuya doğru uzanan bir hat boyunca ve Marmara Gölü'nün hemen güneyinde (Bintepeler) Neojen arazilere rastlanmaktadır. Gediz depresyonuna bağlanan kuzeybatı-güneydoğu yönlü fayların eseri bir çöküntü alanı içerisinde, kuzeyde Kum Çayı ve güneyde Gediz nehrinin getirmiş olduğu alüvyonlara rastlamak mümkündür (ÇUKUR, 1992: 6-12).

Araştırma alanı jeomorfolojik açıdan yüksek alanlar (*Marmara Gölü'nün batısında yer alan Çaldağ-1034 m, doğusunda Dibek Dağ-1100 m, Keçi Dağı-632 m*), aşınım yüzeyleri (*Orta Miosen (DI) aşınım yüzeyleri: Dibek Dağı ve Çal Dağı'nın 300-400 m arasında kalan kesimleri; Alt Pliosen (DII) aşınım yüzeyleri: DI yüzeylerinin hemen altında ve bunların çevrelerinde 300-400 m'den daha alçak kesimler; Üst Pliyosen aşınım yüzeyleri: Çal Dağ ve Dibek Dağı'nın Gediz Ovası'na bakan yamaçlarda çok basık tepeler şeklinde; En Alt Pleistosen (DIV) aşınım yüzeyleri: kurak iklim şartları altında oluşan, ova tabanını çevreleyen fazla yüksek olmayan düzlükler*) ve alüvyal havza tabanı şeklinde üç kısma ayrılabilir (EROL, 1980: 8; ÇUKUR, 1992: 15-35). Kuzeybatıdan güneydoğuya doğru uzanan fayların sınırlandırdığı Gediz depresyonuna bağlanan bir çöküntü alanında bulunan Marmara Gölü, güneyde, batıda ve kuzeyde tepelerle çevrili; doğuda Gediz Ovası'na, kuzeybatıda da Akhisar Ovası'na açıktır. Göl, söz konusu ovalardan alüvyal setlerle ayrılmıştır (ARI ve DERİNÖZ, 2011: 44), (Şekil 1).

Marmara Gölü'nün yüzölçümü, yıl içindeki seviye değişimlerine bağlı olarak 3 200-6 800 ha arasında değişmektedir. Marmara Gölü'nün içerisinde yer aldığı çöküntü alanı, doğuda Keçidağ, güneyde Salihli Ovası, güneybatıda Bintepeler, batıda Çaldağ ve kuzeyinde ise Gölmarmara Ovası'yla (Akhisar Ovası'nın devamı) çevrilidir. En dar yeri 7 km, en geniş yeri 15 km olan Gölmarmara Ovası ‰ 8'lik bir eğimle kuzeybatıya doğru uzanır. Marmara Gölü bu ovanın orta kesimindedir. Gediz Havzası'nda Orta-Üst Miosen'de kurulmaya başlanan akarsu ağı, Pliosen sonu, Pleistosen başlarında Ege Karası'nın çökmesi sonucunda, yeni taban seviyesine göre organize olmuş ve Gediz depresyonu Ege Denizi'ne bağlanmıştır. Bu dönemde Kum Çayı, Akselendi Ovası'na doğru kapılarak yön değiştirmiş ve gücü azalan çay, hızlı bir biriktirmeye neden olmuştur. Söz konusu dönemde, güneyde yer alan Gediz ırmağının getirdiği alüvyonlar birikerek sahayı bir çanak konumuna dönüştürmüştür. Bu çanakta biriken sular Marmara Gölü'nü oluşturmuştur (HOŞGÖREN, 1983: 117; ATALAY, 1987: 214-217; GİRGİN, 2000: 81). Marmara Gölü'nün kuzeybatısında günümüzde terkedilmiş olan mermer ocakları yer alır. Göl adını buradan almış olup mermerlerden oluşan bu tepeye "Marmara Dağı" denilmiştir (GİRGİN, 2000: 81). Marmara Gölü doğal bir set gölü olmasına karşın, 1932 yılında başlatılan çalışmalarla (yapay kanallar ve setler aracılığıyla) baraj gölü fonksiyonu kazanmıştır. Kanal ve setler kış aylarında göl seviyesinin yükselmesini; sıcak-kurak yaz aylarında ise tarım alanlarının sulanmasını sağlamaktadır. Böylece sulak alana ekolojik işlevlerini kazandıran en önemli özelliklerinden biri olan mevsimsel salınım önemli ölçüde azaltılmıştır (ARI ve DERİNÖZ, 2011: 44-45). Kum Çayı 1950-1951 yıllarında DSİ'nin yaptığı çalışmalar sonucunda bir besleme kanalıyla Marmara Gölü'ne bağlanmıştır.



Şekil 2. Gölmarmara'nın su bilançosu.
Figure 2. *The water balance of Gölmarmara.*

Araştırma alanında genel olarak yarıkurak-yarınemli Akdeniz iklim koşulları hâkimdir. Nitekim Gölmarmara ve Salihli'nin yıllık sıcaklık ortalaması 16 ºC; Gölmarmara'nın yıllık ortalama yağış miktarı 566 mm, Salihli'nin ise 493 mm'dir (İzmir Meteoroloji 2. Bölge Müdürlüğü, 2013). Gölmarmara çevresinde kuzeye bakan yamaçlar cephesel faaliyetlere bağlı olarak sahanın diğer kısımlarına göre daha bol yağış almaktadır. Araştırma alanı, Erinç indisine göre, yarınemli ve park görünümlü kuru orman vejetasyonu; Thornthwaite yöntemine göreyse kurak ve az nemli, üçüncü dereceden mezotermal, kış mevsiminde çok kuvvetli su fazlası olan ve denizel şartlara yakın iklim tipine dâhildir. Thornthwaite yöntemiyle elde edilen sonuçlara göre, sahada Hazirandan Ekime kadar süren dönemde su yetersizliği ile beliren kurak bir dönem mevcuttur. Bu durum tarım alanlarının sulanması için gölden alınan su miktarının artmasına neden olmaktadır. Kasım-Mart döneminde ise yağış değerleri PE değerlerinin çok üzerinde olduğu için gölde ve göl çevresindeki topraklarda su birikir (Şekil 2). Gölün akaçlama sahasında (1780 km^2), yıldan yıla değişen yağış miktarları[1] ve sulu tarım faaliyetleri nedeniyle su seviyesi değişimi belirgindir. Nitekim kurak geçen yıllarda (1983, 1985, 1988, 1989, 1990, 1991, 2001, 2005, 2007, 2008) sulama ile çıkan su miktarı düşmekte; nemli geçen yıllarda (1989, 1981, 1982, 1984, 1986, 1987, 1994, 1999, 2004, 2009) ise sulamaya ayrılan su 100 hm^3'ü aşmaktadır (GİRGİN, 2000: 83; İzmir Meteoroloji 2. Bölge Müdürlüğü, 2013). 1980'lere kadar yarınemli iklim koşullarının egemen olduğu araştırma alanında, önce 1990'larda kurak-yarınemli, sonra 2000'lerin sonuna doğru yarıkurak koşulların etkili olmaya başladığı gözlenmektedir (TÜRKEŞ, 2011: 79). Antik dönemlerde yağış miktarlarındaki değişimin önüne geçebilmek için Lidya Kralı Gyges'in Marmara Gölü'nde su depolamak amacıyla projeler hazırlattığı bilinen bir gerçektir (HANFMANN, 1960: 503'den aktaran GİRGİN, 2000: 82).

Doğu-batı uzunluğu 10-11 km, eni 3-5 km dolayında olan Marmara Gölü su yüzey alanı, yaklaşık 56 km^2'lik bir alana sahiptir. Su yüzey alanına göre gölün derinliği 3-5 m, denizden ortalama yüksekliği ise 79 m'dir. Gediz Havzası içerisinde yer alan Marmara Gölü drenaj alanı geniş olmasına rağmen büyük ölçüde kurak iklim şartlarının etkisi altındadır. Göl ve çevresinde önemli su kaynaklarının eksikliği, besleme kanallarıyla taşınan suyla giderilmeye çalışılmıştır. Kurak geçen yıllarda gölden sulama ile çıkan su miktarı düşmekteyken, nemli geçen yıllarda ise sulamaya ayrılan su 100 hm^3'ü aşmaktadır. Göle yazın kuruyan derelerden ve Akpınar kaynaklarından gelen su 38 hm^3/yıl olmakla birlikte bu miktar yıldan yıla değişmektedir. Marmara Gölü'nün toplam su gelirlerinin (384,5 hm^3) % 10'u drenaj alanından, % 35'i Adalar regülatöründen gelen besleme kanalından ve % 55'i Kum Çayı kanal hattından sağlanmaktadır (DSİ, 2006: 17-34).

Marmara Gölü mevsimsel bir göl iken, 1951 yılında Gördes ile Kum çaylarının suyu göle yönlendirilmiştir. Gediz Nehri'nin suları da, Adala Regülatörü ile kontrol edilerek göle verilmeye başlanmıştır. Günümüzde Marmara Gölü'nün suları Devlet Su İşleri'nin Aşağı Gediz Sulama Projesi'nin 54 875 hektarlık "Ahmetli Sulaması" dâhilindeki tarım alanlarının büyük bir bölümünü sulamak için kullanılmaktadır. Göl, Menemen Sulaması'na da su sağlamaktadır. Gölün güneydoğu kenarı sedde ile yükseltilmiş ve sulamada faydalanmak için bir regülatör yapılmıştır. Kış aylarında, Kum Çayı ve Demirköprü Baraji'ndan ilave su aktarılmaktadır. DSİ Marmara Gölü Regülâtörü'nden 2006 yılında Gediz Nehri' ne bırakılan su miktarı, 328 x 106 m^3'tür. Güneydoğuda bulunan Adala Regülâtörü'nden göle uzatılan su kanalı, gölün en önemli su kaynaklarından birisini oluşturmaktadır. Güneybatıda yer alan DSİ su boşaltma kapakları ise, gölün ayağını oluşturmakta, aynı zamanda gölden tarım arazilerinin sulamasının sağlandığı ana kaynak özelliği taşımaktadır. Bunun yanı sıra, gölün suları kanallarla güneyde Salihli Ovası ve batıda Kum Çayı Havzası ovalarını sulamada değerlendirilmektedir. Gölün önceden acı olan suları, su verme ve alma işlemleri sonucunda tatlılaşmıştır. Gediz Nehri ile onun bir kolu olan Demrek Deresi'nden ve kuzeydeki Kum Çayı'ndan göle bağlanan kanallar yapılmış, gölün doğusundaki bataklık sahanın kenarına bir sedde çekilmiştir (DSİ, 2006: 17-34; ARI ve DERİNÖZ, 2011: 57). Bu kanallar akarsuların kabarık zamanlarında göle bol miktarda su taşımaktadır. Uluslararası öneme sahip sulak alan konumundaki Marmara Gölü, 2008 yılında "Sulak Alan Koruma Bölgesi" ilan edilmiştir (Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, 2013). Marmara Gölü'nde bu güne kadar tespit edilen kuş türleri arasında; Küçük Balaban (*Ixobrychus minutus*), Alaca Balıkçıl (*Ardeola ralloides*), Pasbaş Patka (*Aythya nyroca*), Mahmuzlu Kızkuşu (*Hoplopterus spinosus*), Bıyıklı Sumru (*Chlidonias hybridus*), Küçük Karabatak (*Phalacrocorax pygmaeus*), Tepeli Pelikan (*Pelecanus crispus*), Büyük Ak Balıkçıl (*Ardea alba*), Angıt (*Tadorna ferruginea*), Dikkuyruk (*Oxyura leucocephala*) ve Kılıçgaga (*Recurvirostra*) gibi çok sayıda su kuşu bulunur (Manisa Valiliği, 2013: 111).

Genel olarak "Yağmurlu Akdeniz Rejimi"ne sahip olan Gördes ve Kum çaylarındaki akım salınımları yağışa ve su kullanımına paralel olarak değişim göstermekte iken Marmara Gölü çıkışındaki akım değişimleri sulama ihtiyacına (yaz aylarında) paralel olarak yazın maksimum düzeye

[1]Bölgedeki yağış miktarları 3-5 yıllık dönemler halinde değişmektedir (Koçman, 1993: 75).

ulaşmakta, kışın su depolanmasına bağlı olarak minimum düzeyde[2] gerçekleşmektedir (DSİ, 2013).

Göl çevresinde kahverengi orman topraklarına Çal Dağ kütlesinin güney, güneydoğu kesimlerinde 300-400 m ile 800-1000 m'ye kadar yükseltilerde, Dibek Dağı'nın güney ve batı kesiminde; kırmızı Akdeniz topraklarına ise Gölmarmara'nın doğusunda kristalize kireçtaşları ve Çal Dağı kütlesi üzerinde yer alan mermerler üzerinde rastlanmaktadır. Neojen depoları üzerindeki kumlu-milli topraklar ve rendzinalar, Çal Dağı'nın güney yamaçlarında, Gölmarmara batısında dar bir şerit boyunca ve Marmara Gölü ve Dibek Dağı'nın güneyinde görülür. Gediz depresyonuna bağlanan kuzeybatı-güneydoğu yönlü bir depresyon alanı içerisinde, kuzeyde Kum Çayı ve güneyde Gediz nehrinin getirmiş olduğu alüvyonlardan oluşan alüvyal topraklara rastlamak mümkündür. Kolüvyal topraklar, Çal Dağı ve çevresinde, Gölmarmara-Şahinkayası Tepesi arasında, Dibek Dağı batı ve güney yamaçlarının ova ile kesiştiği yerlerde görülür. Litosoller, Çal Dağı ve Dibek Dağı'nın yüksek eğimli yerlerinde yayılış gösterir. Taşlık-kayalık sahalar ise Çal Dağı'nın kireçtaşlarından, Dibek Dağı'nın şistlerden ibaret yüksek kesimlerinde yer almaktadır (ÇUKUR, 1992: 113-125; ÇUKUR, 1998: 155-172; ATALAY, 2011: 400-454).

Araştırma alanının doğal vejetasyonu iklim şartlarını yansıtmaktadır. İnsan etkisinden uzak kesimlerde kızılçam (*Pinus brutia*)lardan oluşan orman topluluklarına rastlanır. Maki ve garigler Çal Dağı, Dibek Dağı kütlesi çevresinde güney yamaçlarda 800 metreye, Gölmarmara batısında ise 500-600 m'lere kadar çıkabilmektedir. Bu sahalar dâhilinde kermez meşesi (*Ouercus coccifera*), laden (*Cistus creticus*), menengiç (*Pistacia terebinthus*), sakız (*Pistacia lentiscus*), sandal (*Arbutus andrachne*), kocayemiş (*Arbutus unedo*), delice zeytin (*Olea europaea*), funda (*Erica arborea*), akçakesme (*Phillyrea latifolia*), böğürtlen (*Rubus sp.*), abdestbozan (*Sarcopoterium spinosum*) yayılış göstermektedir. Sıcaklığın yüksek, toprağın sığ olduğu bu alanlarda garig formasyonları daha yaygındır. Çal Dağı güney, güneydoğu ve doğu yamaçları boyunca delice (*Olea europaea*)'nin aşılanması ve dikim yoluyla oluşturulan zeytinliklere rastlamak mümkündür. Şahinkayası Tepesi ve Çal Dağı'nın yüksek kesimlerinde (600-700 m'den sonra) maki ve kızılçamlar, Dibek Dağı'nın Gölmarmara depresyonuna bakan yamaçları boyunca maki-garig ve kızılçamlar karışık birlikler oluşturmaktadır. Bu kütlenin güney yamaçlarında tarım alanları 200-300 m'lere kadar tırmandığı için çok dar bir şerit halinde garig-maki elementlerine rastlanılır. Bu şeridin üzerinde özellikle 500-550 m'den sonra meşe toplulukları görülmektedir. Çal Dağı'nın güneye bakan yamaçlarında 500-600 m'lerden 800-900 m'lere kadar kızılçam ormanları görülür. Dibek Dağı'nın batı ve güneye bakan yamaçlarında kızılçamlara makilerle karışık halde rastlanılır. Gölün doğusunda kalan Dibek Dağı ve Keçi Dağı kütlelerini oluşturan gnays ve şistler üzerinde katyon değişme kapasitesi düşük kaba bünyeli kumlu toprakların gelişmiş olması doğal vejetasyonun özellikle kızılçamların seyrekleşmesine neden olmuştur (ATALAY, 1987: 198-203; ÇUKUR, 1992: 131-136; ÇUKUR, 1998: 186-209). Göl çevresinde, Sazköy yakınlarında kamış (*Phragmites australis*), su içerisinde su biberi (*Polygonum amphibium*), *Potamogeton natans*, *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton nodosus*, *Potamogeton perfoliatus*, *Myriophyllum spicatum* ve *Ranunculus rionii* gibi bitkilere rastlamak mümkündür (SEÇMEN ve LEBLEBİCİ, 1982'den aktaran USTAOĞLU, 1989: 18). Araştırma alanı ekolojik açıdan Ege Bölgesi, Ege Alt (Kızılçam) Bölümü'nde yer almaktadır (ATALAY, 2002: 97-107).

Araştırma Alanının Beşeri ve Ekonomik Coğrafya Özellikleri

Tarıma uygun alanların varlığı ve iklim şartlarının uygunluğu yanında Ege'yi İç Anadolu'ya bağlayan doğal yolların Marmara Gölü ve çevresinden geçmesi, bu sahanın antik çağlardan günümüze 5000 yıldır Anadolu'nun sürekli yerleşim alanlarından birisi olmasına neden olmuştur. 25 yerleşim biriminin (1 ilçe, 1 belde ve 23 köy) bulunduğu araştırma alanının toplam nüfusu 21008 kişidir (TÜİK, 2013). Sahanın en büyük yerleşim birimi Gölmarmara (9699 kişi) iken en küçük yerleşim birimi Yunuslar Köyü (70 kişi)'dür. Araştırma alanının 1 km²'sinden yaklaşık 375 kişi yararlanmaktadır. Bu durum göl alanı üzerindeki antropojen baskıyı göstermesi açısından dikkate değerdir. Nüfusun % 46'sı Gölmarmara ilçe merkezinde, % 54'ü ise 1 belde ve 23 köyde toplanmıştır. İnceleme alanında 1970'lerden günümüze nüfus azalması söz konusudur. Nitekim Gölmarmara ilçe merkezi nüfusu 1970'den günümüze % 23 oranında (2955 kişi) azalmıştır. Değnekler, Ozanca ve Tiyenli köyleri dışındaki yerleşim birimlerinde de nüfuz azalması söz konudur. Bu durum doğal kaynakların bilinçli yönetilememesinin bir sonucu olarak değerlendirilebilir. İlçede 1930-1950 yılları arasında yurdumuza gelen Balkan göçmenleri nüfusun çoğunluğunu oluşturmaktadır. 1950'li yıllarda Doğu Anadolu'dan göç edenler Ozanca köyü ile merkez Kayapınar mahallesine yerleşmişlerdir. Ayrıca, zaman zaman çalışma amacıyla gelen geçici tarım işçilerinden de merkez İsmetpaşa ve Kayapınar mahallelerine yerleşenler olmuştur. Yörede Hacıbaştanlar, Kayaaltı, Dibekdere gibi Yörük köyleri de bulunmasına rağmen eski göçer kültürlerini kaybetmişlerdir. Ayrıca yöredeki Kılcanlar, Kemerdamları, Pazarköy ve Yeniköy'de yerel isimlendirmeyle 'manavlar' bulunmaktadır. Bunların, Anadolu'ya erken dönemlerde geldiği ve 17. yüzyıldan sonra da sahaya zorunlu olarak

[2]Marmara Gölü'ne su sağlayan Gördes Çayı'nda yıllık ortalama akım değeri 4-8 m^3/sn; yıllık ortalama maksimum akım 11-34 m^3/sn (Ocak-Şubat); yıllık ortalama minimum akım 0,02-0,08 m^3/sn (Ağustos-Eylül); maksimum akım 190-520 m^3/sn ve minimum akım "kuru" olarak gerçekleşmiştir. Kum Çayı'nda yıllık ortalama akım değeri 3-11 m^3/sn; yıllık ortalama maksimum akım 8-29 m^3/sn (Ocak); yıllık ortalama minimum akım 0,7-0,9 m^3/sn (Ağustos-Eylül); maksimum akım150-410 m^3/sn ve minimum akım "kuru" olarak rapor edilmiştir. Marmara Gölü ayağında (çıkışında) yıllık ortalama akım değeri 6-7 m^3/sn; yıllık ortalama maksimum akım 8-24 m^3/sn (Şubat, Ağustos); yıllık ortalama minimum akım 0,7-2 m^3/sn (Aralık); maksimum akım19-39 m^3/sn olarak belirtilmiştir.

yerleştirildikleri tahmin edilmektedir (ARI ve DERİNÖZ, 2011: 45).

Sahadaki köylerden Gölmarmara'ya bağlı olan Ayanlar, Beyler, Çamköy, Çömlekçi, Değnekler, Hacıbaştanlar, Hacıveliler, Hıroğlu, Kayaaltı, Kılcanlar, Ozanca, Taşkuyucak, Tiyenli, Yeniköy ve Yunuslar; Salihli'ye bağlı olan Tekelioğlu, Kendirlik, Çökelek, Pazarköy, Kemerdamları, Poyrazdamları ve Çapaklı; Ahmetli'ye bağlı olan Dibekdere ve Kestelli köylerinin geçim kaynakları arasında bitkisel ve hayvansal üretim ön plandadır. Göl etrafındaki yerleşmelerde sebze ve meyve üretimi gittikçe artmaktadır.

Gölmarmara ilçesinin % 12'sini I. sınıf, % 5'ini II. sınıf, % 7'sini III. sınıf, % 16'sını IV. sınıf, % 10'unu VI. sınıf, % 41'ini VII. sınıf ve % 9'unu da VIII. sınıf araziler oluşturmaktadır. Gölmarmara güneyinde Gediz depresyonuna açılan graben tabanında I. ve II. sınıf araziler; eğimin nispeten arttığı alanlarda III. sınıf; ova kenarlarında Gediz nehri ve kollarına karışan derelerin oluşturduğu birikinti konisi-yelpazeleri üzerinde IV. sınıf; Çal Dağı, Dibek Dağı-Keçi Dağı kütleleri üzerinde VI. ve özellikle VII. sınıf; taşlık-kumluk-bataklık-su yüzeylerinde ise VIII. sınıf araziler yer almaktadır (KHGM, 1998: 94). İlçede arazi kullanımı (2010) açısında ilk sırayı orman-maki alanları (% 48) alırken, onu sırasıyla tarım (% 35), diğer (bataklık-taşlık vb.) araziler (% 9), çayır-mera (% 7) ve yerleşim (% 1) alanları izlemektedir. Tarım alanlarının % 70'inde kuru, % 30'unda sulu tarım yapılmaktadır. Tarımsal arazi kullanımı açısından meyve alanları (% 42) ilk sıradayken, onu tarla (% 33) ve sebze (% 25) alanları izlemektedir (Manisa İl Tarım Müdürlüğü, 2013).

Araştırma sahasında göl seviyesinin düştüğü dönemlerden su seviyesinin yükselinceye kadar suyun çekildiği alanlarda yetişme dönemi kısa olan kavun, karpuz, sebze ve meyve tarımı yapılmaktaydı. Bu alanların istimlâkıyla söz konusu sahalarda yürütülen tarım faaliyetleri (özellikle kavun-karpuz) iç kesimlere kaydırılmıştır. Gölün ve göle su taşıyan kanalların varlığıyla sahada ürün çeşitliliği artmıştır. Göle bakan yamaçlarda genellikle üzüm ve zeytin tarım ön plandayken, göl etrafındaki düzlüklerde pamuk, mısır ve son yıllarda sebze (biber, domates, patlıcan vb.) yetiştiriciliği ön plandadır. Hazine arazilerinde kavun-karpuz tarımına izin verilmesiyle birlikte yöre bostan tarımında ön sıralarda yer almaya başlamış ve bu ürünler Avrupa ülkelerine ihraç edilmiştir. Marmara Gölü güneyindeki Tekelioğlu Köyü ülkemizde ekolojik tarım uygulayan ilk yerleşim birimleri arasındadır. Bir Alman firması olan Rapunzel, 1989'dan günümüze köyde organik tarım uygulamalarını desteklemekte ve elde edilen ürünler (üzüm, pamuk, susam, bakliyat, tahıl, kapari) Almanya ve Fransa'ya ihraç edilmektedir. İnceleme alanında buğday ekili alanlar içerisinde ön sıralarda yer alır. Pamuk (3000 da), üzüm (620 ha), tütün (430 da) ve zeytin (169 ha) yetiştirilen diğer ürünlerdir. Pamuk tarımı yörede hala önemli olduğu için Salihli, Gölmarmara ve Ahmetli'de çırçır, iplik-dokuma ve tekstil fabrikaları açılmıştır (GİRGİN, 2000: 94-95; ARI ve DERİNÖZ, 2011: 48-49).

Gölün batı, kuzeyinde bulunan çayırlık alanlarda daha çok melez sığır türleri yetiştirilmekte iken geri plandaki nispeten yüksek engebeli makilik alanlarda küçükbaş hayvan (koyun ve az sayıda kıl keçisi) yetiştirilmektedir.

Ortalama 3-4 m derinliğe sahip olan Marmara Gölü'nde balıkçılık, Gölmarmara Su Ürünleri Üretim ve Değerlendirme Kooperatifi tarafından kontrol edilmektedir. Sazan, yayın, turna, yılan ve Marmara balığı avlanan balıklar içerisindedir. 1990'dan günümüze balık üretimi giderek azalmaktadır. Balıkçılık yapılan yerleşmeler; Yeniköy, Kılcanlar, Hacıveliler (Gölmarmara), Tekelioğlu, Pazarköy, Kemerdamları (Salihli)'dır. Tutulan balıklar Ahmetli, Salihli ve Akhisar'a kadar gönderilmektedir (GİRGİN, 2000: 92-93; ARI ve DERİNÖZ, 2011: 49-53).

Göl çevresindeki diğer bir ekonomik faaliyet yasal olarak sınırlı sayıda insanın yaptığı saz kesimidir. Ekim-Aralık ayları arasında toplam saz alanının % 25'i kesilmektedir. Kesilen sazlar hasır, sepet, sele vb. yapımında; hayvan barınaklarının çatılarını örtmede vb. kullanılmaktadır.

Tarıma dayalı sanayileşmenin gelişme gösterdiği araştırma alanında Gölmarmara, Değnekler ve Kayaaltı civarında kahverengi mermerler ekonomik değer taşımaktadır.

AMAÇ ve YÖNTEM

Bu çalışmada, 1975-2011 yıllarını kapsayan 36 yıllık süreçte Marmara gölü çevresindeki arazi kullanımında meydana gelen değişim incelenmiştir. Aynı zamanda "söz konusu yıllar arası arazi örtüsü/kullanımında meydana gelen değişim göl ekosistemi üzerine nasıl bir etkide bulunmuştur?" sorusunun cevabı aranmıştır. Bu çerçevede göl alanı ve yakın çevresine ait 1975, 1986, 1995, 2002 ve 2011 yıllarına ait Landsat TM görüntüler incelenmiştir. Görüntülerin tümünün Temmuz ayına ait olmasına özellikle dikkat edilmiştir. Araziden GPS ve Google Earth yardımı ile alınan referans noktaları doğrultusunda, 2011 yılına ait görüntüye geometrik düzeltme uygulanmıştır. Daha sonra 2011 yılına ait görüntü referans alınarak "image to image metodu" ile 1975, 1986, 1995 ve 2002 yıllarına ait görüntüler geometrik ve radyometrik olarak düzeltilmiştir. Son olarak görüntülere Erdas 9.2 yazılımı üzerinde kontrollü sınıflandırma uygulanmış ve göl alanı manuel olarak sayısallaştırılmıştır. Oluşturulan arazi kullanım haritaları 6 sınıftan oluşmaktadır. Maksimum Benzerlik (Maksimum Likelihood) metoduna göre sınıflandırılan görüntülerin kappa istatistik metoduna göre genel doğruluk oranı, 1986 yılına ait görüntüde 0.84, 1995 yılına ait görüntüde 0.89, 2002 yılına ait görüntüde 0.86 ve 2011 yılına ait görüntüde 0.88 olarak tespit edilmiştir. Bilindiği gibi doğruluk analizi, sınıflama sonucunda belirlenmiş olan piksel değerlerinin, referans kabul edilen noktalarla istatistiksel olarak karşılaştırılmasına dayalı bir kontrol etme yöntemidir. Bu analiz sonucunda, yapılan sınıflandırmanın sağlıklı olup olmadığı anlaşılmaktadır.

1986, 1995, 2002 ve 2011 yılları arasını kapsayan 25 yıllık süreçteki arazi kullanımı ve tarımsal ürün desenindeki değişimi incelemek amacı ile görüntülerden Normalize Fark

Bitki İndeksleri (NDVI) elde edilmiştir. NDVI, yakın infrared band ile görünür bölgedeki kırmızı bandın birbirinden çıkarılıp daha sonra iki bandın toplamına bölünmesi ile elde edilen normalize edilmiş değerleri ifade eder. NDVI görüntüler şu formül ile hesaplanır:

$$NDVI = \frac{Yakın\ Infrared\ band - Kırmızı\ Band}{Yakın\ Infrared\ band + Kırmızı\ band}$$

Bu formül –1 ila 1 arasında değişen NDVI değerlerini üretir, negatif değerler su, kar, bulut ve bitkiden yoksun nemli alanları ifade eder. Diğer taraftan pozitif değerler de bitki örtüsünün varlığını gösterir (KARABULUT, 2006: 31).

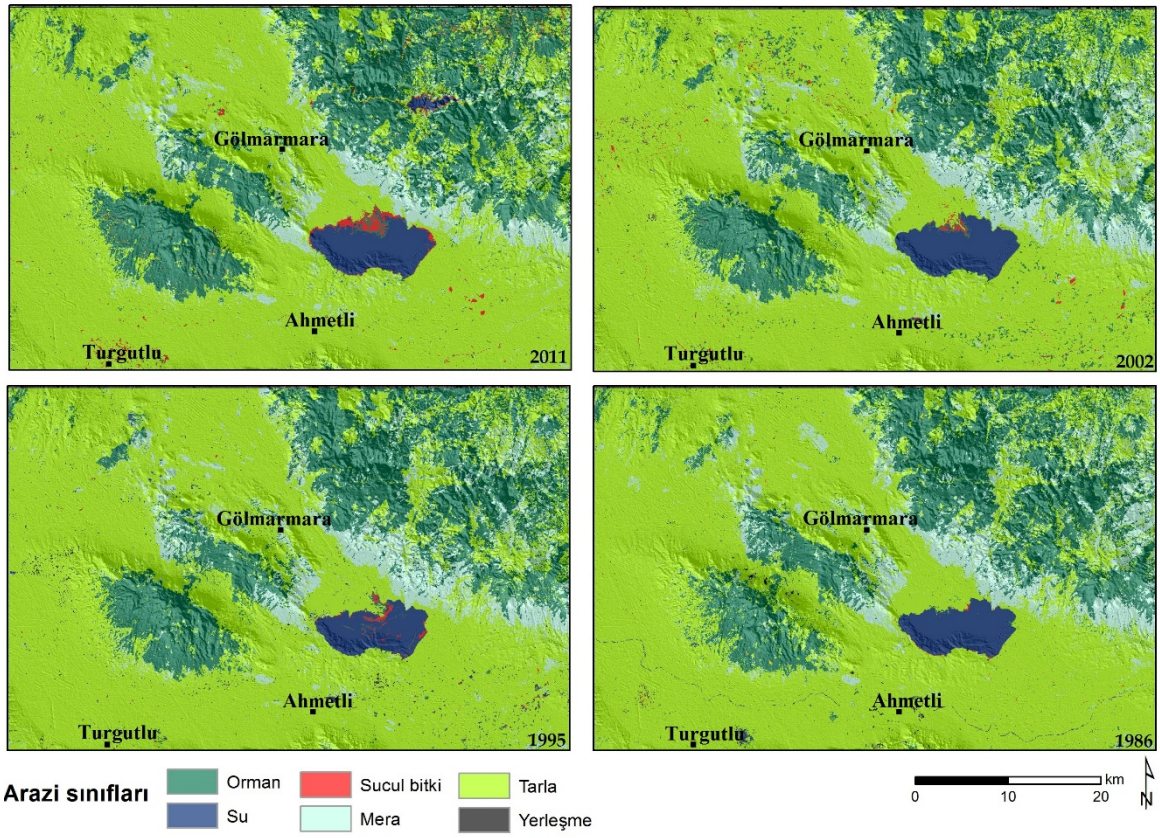
BULGULAR ve TARTIŞMA

Arazi kullanım faaliyetlerinin Marmara Gölü sulak alan ekosistemi üzerindeki etkilerin ele almadan önce araştırma alanındaki arazi kullanımının 1986-2011 yılları arasındaki zamansal değişimini ele almakta yarar vardır.

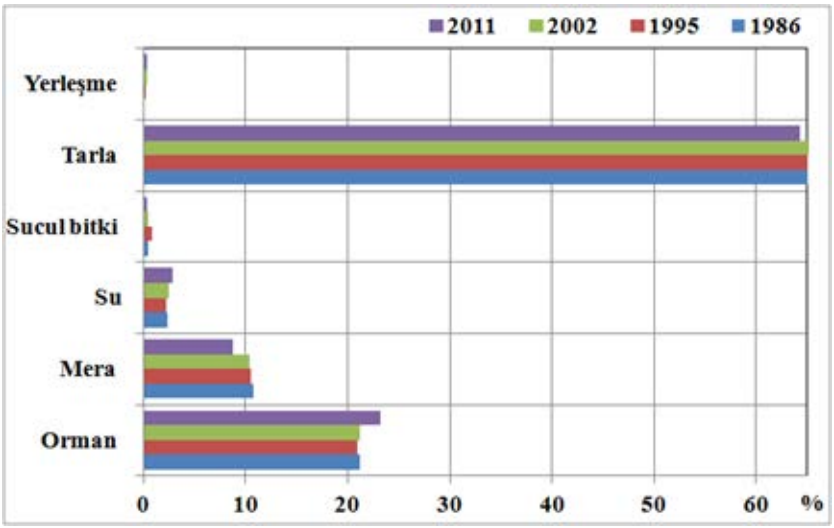
Marmara Gölü ve Yakın Çevresinde Arazi Kullanımın Zamansal Değişimi (1986-2011)

Araştırma alanında 1986-2011 yılları arasında en büyük değişim, % 173 oranında (598 ha) artışla yerleşim alanlarında yaşanmıştır. Yerleşim alanlarını % 18'lik bir artışla (989 ha) su alanları, % 10'luk artışla (4738 ha) orman alanları izlemektedir. Buna karşın sucul bitki alanları % 21 oranında (230 ha), mera alanları % 18 oranında (4508 ha), tarla alanları ise % 1 oranında (1587 ha) azalmıştır. Geçen 26 yılda yerleşim alanlarının genişlemesi nüfus artışına paralel bir eğilim göstermiştir. Göl yüzey alanının genişlemesi, çiftçilerin gölden aşırı su çekimine karşı göle Kum Çayı ve Demirköprü Barajı'ndan su pompalanması ve bir süre gölden su tahliyesinin durdurulmasıyla ilgilidir. Orman alanları artışı, İzmir Orman Bölge Müdürlüğü'nün ağaçlandırma çalışmaları yanında tarım faaliyetlerinin ovaya yönelmesi ve dağlık alanlardaki nüfusun ilçe ve il merkezine göç etmesiyle alakalıdır. Sucul bitki alanlarındaki azalış göle söz konusu kaynaklardan su pompalanması yanında sulu tarım faaliyetlerinin hızlanmasına paralel olarak gölden çıkan suyun artmasıyla ilgilidir. Mera alanlarındaki azalış meraların tarım alanlarına, yer yer ormana ve yerleşim alanlarına dönüştürülmesi sonucunda gerçekleşmiştir. Tarım alanlarında önemsenmeyecek kadar bir azalış yaşansa da, araştırma alanında tarım alanları, arazi kullanım deseninin en önemli unsuru olmuştur. 1995 yılında aşırı su çekimine bağlı olarak göl yüzey alanının küçülmesi ve gölün sığlaşması nedeniyle sucul bitkilerin göl yüzeyinde hızla çoğalması (% 92, 1012 ha) dikkat çekicidir.

Günümüzde araştırma alanının (230 000 ha) % 64,3'ünü tarım, % 23,3'ünü orman, % 8,8'ini mera, % 2,8'ini su, % 0,4'ünü yerleşim ve % 0,4'ünü sucul bitki alanları oluşturmaktadır (Şekil 3 ve 4; Tablo 1).



Şekil 3. Marmara Gölü ve yakın çevresinde arazi kullanım durumunun 1986-2011 yılları arasındaki değişimi.
Figure 3. *The change of land use situation in Marmara Lake and its immediate surroundings through the years of 1986-2011.*



Şekil 4. Marmara Gölü ve yakın çevresinde arazi kullanım durumunun 1986-2011 yılları arasındaki değişimi (%, ha).
Figure 4. *The change of land use situation in Marmara Lake and its immediate surroundings through the years of 1986-2011 (%, ha).*

Tablo 1. Marmara Gölü ve yakın çevresinde arazi kullanım durumunun 1986-2011 yılları arasındaki değişimi (%, ha).
Table 1. *The change of land use situation in Marmara Lake and its immediate surroundings through the years of 1986-2011 (%, ha).*

	Orman		Mera		Su		Sucul bitki		Tarla		Yerleşme	
Yıl	(%)	ha	(%)	ha	(%)	ha	(%)	ha	(%)	ha	(%)	ha
1986	21,2	48760	10,76	24748	2,38	5474	0,48	1104	65,03	149569	0,15	345
1995	20,95	48185	10,5	24150	2,27	5221	0,92	2116	65,1	149730	0,26	598
2002	21,19	48737	10,38	23874	2,43	5589	0,44	1012	65,2	149960	0,36	828
2011	23,26	53498	8,8	20240	2,81	6463	0,38	874	64,34	147982	0,41	943

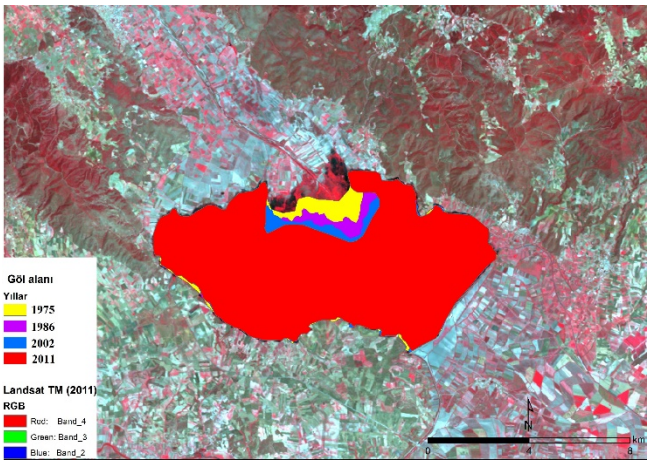
Marmara Gölü ve Yakın Çevresindeki Arazi Kullanımın Göl Ekosistemine Etkileri

Marmara Gölü yakın çevresindeki arazi kullanımının göl ekosistemi üzerindeki etkilerini birkaç başlık altında toplamak mümkündür. Bunlar; 1. Göl alanındaki değişmeler, 2. Sucul bitkilerde görülen zamansal-niteliksel-niceliksel değişim (ötrofikasyon), 3. Gölün doğal yapısına müdahale edilmesiyle (rezervuara dönüştürülmesi vb.) ortaya çıkan değişimdir.

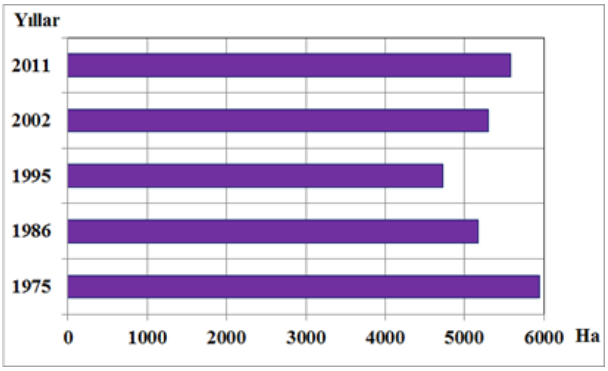
1. Göl alanındaki değişmeler: Şekil 5, 6 ve tablo 2 incelendiğinde göl alanında 1975-1986 yılları arasında % 13 (781 ha), 1986-1995 yılları arasında % 9 (437 ha) oranında bir küçülme; 1995-2002 yılları arasında % 11 (569 ha) ve 2002-2011 yılları arasında % 5 (280 ha) oranında bir büyüme gerçekleştiği görülmektedir. Başka bir deyişle Marmara Göl alanı 1975-2011 yılları arasında % 6 oranında (369 ha) küçülmüştür. 1932-1953 yılları arasında yapılan çalışmalar sonucunda bir rezervuara dönüşen göl yöredeki tarımsal faaliyetlerin niteliği ve niceliğini değiştirmiştir. 1960'lı yıllarda maksimum dolum kapasitesine ulaşmıştır (6800 ha). Sulu tarım faaliyetlerinin öne çıkmasıyla 1975 yılından 1990'lı yıllara kadar gölden ve gölü besleyen kanallardan tarımsal sulama amacıyla aşırı su çekilmiştir. Nitekim 1988-1991 döneminde göle giren suyun % 117'si tahliye edilmiş ve bunun sonucunda göl düzeyi 73 metreye inmiş doğal denge bozulmuştur. 1993 yılı yaz mevsiminde, kurak geçen 2 yılın ardından çiftçilerin pompajla su alması sonucunda, gölün çok büyük bir kısmı kurumuş ve göl şu ana kadar bilinen en küçük halini almıştır. Bunlar sonucunda, daha çok gölün kuzey ve kuzeybatısında bulunan geniş sazlık ve bataklıkların yayılım alanlarında su seviyesine bağlı olan değişmeler gözlenmiştir. Bu durumun çözümü için Demirköprü Barajı'ndan göle 5 hm^3 su aktarılmıştır. Göldeki balık ölümlerinin devam etmesi nedeniyle 1994-1995 yıllarında gölden sulama için su bırakılmamıştır. 1995-2002 yılları ve 2002-2011 yılları arasında görülen artış kış mevsiminde yağışlardan ve kanallardan gelen suyun depolanıp yaz mevsiminde kontrollü olarak verilmesiyle ilgilidir. 2012 yılında Gördes Barajı'nın devreye girmesi, Marmara Gölü'nün beslenme kaynaklarından birisini (Gördes Çayı) devre dışı bırakmıştır. Böyle olmakla birlikte, bu baraj uzun vadede göl üzerindeki sulama baskısını azaltabilecektir. Nitekim Marmara Gölü, Ahmetli ve Akpınar sulama sistemleri yanında Menemen Sulaması'na da su sağlamaktadır. Marmara Göl alanının 1975-2011 yılları arasında küçülmesi, göl üzerindeki antropojen baskının açık bir göstergesidir. O yıllardan günümüze yaz aylarındaki buharlaşmanın ve kuraklığın[3] daha şiddetli olmasının göl üzerinde belirgin bir etkisi bulunsa da, asıl etken gittikçe artan sulu tarım faaliyetlerine (Gölmarmara ve çevresinde kavun-karpuz üreti-

[3]Kurak geçen yıllarda İzmir'e içme suyu sağlayan Gördes Barajı'ndan ve Demirköprü Barajı'ndan göle su verilememektedir.

minin hızlanması) paralel olarak gölden ve gölü besleyen kaynaklardan aşırı su çekilmesidir. DSİ tarafından gölün eski haline getirilmeye çalışmalarında bir ölçüde başarılı olunmuş ancak, göl bundan 20-30 yıl kadar önceki doğal haline bir daha döndürülememiş, göl çevresinde bulunan köylülerin yaşam biçimi değişmiştir. Nitekim yöre halkı göldeki balıkçılığın (göl sazan balığıyla ünlüdür) neredeyse sona erdiğini, midyeler, kurbağalar ve su yılanlarının suyun azalmasından önemli ölçüde etkilendiğini ifade etmektedir (Şekil 5, 6 ve Tablo 2).



Şekil 5. Marmara Gölü alanında 1975-2011 yılları arasında görülen değişim.
Figure 5. *The change that were seen on Marmara Lake area through the years of 1975-2011.*



Şekil 6. Marmara Gölü alanında 1975-2011 yılları arasında görülen değişim (ha).
Figure 6. *The change that were seen on Marmara Lake area through the years of 1975-2011 (ha).*

Tablo 2. Marmara Gölü alanında 1975-2011 yılları arasında görülen değişim (ha).
Table 2. *The change that were seen on Marmara Lake area through the years of 1975-2011. (ha).*

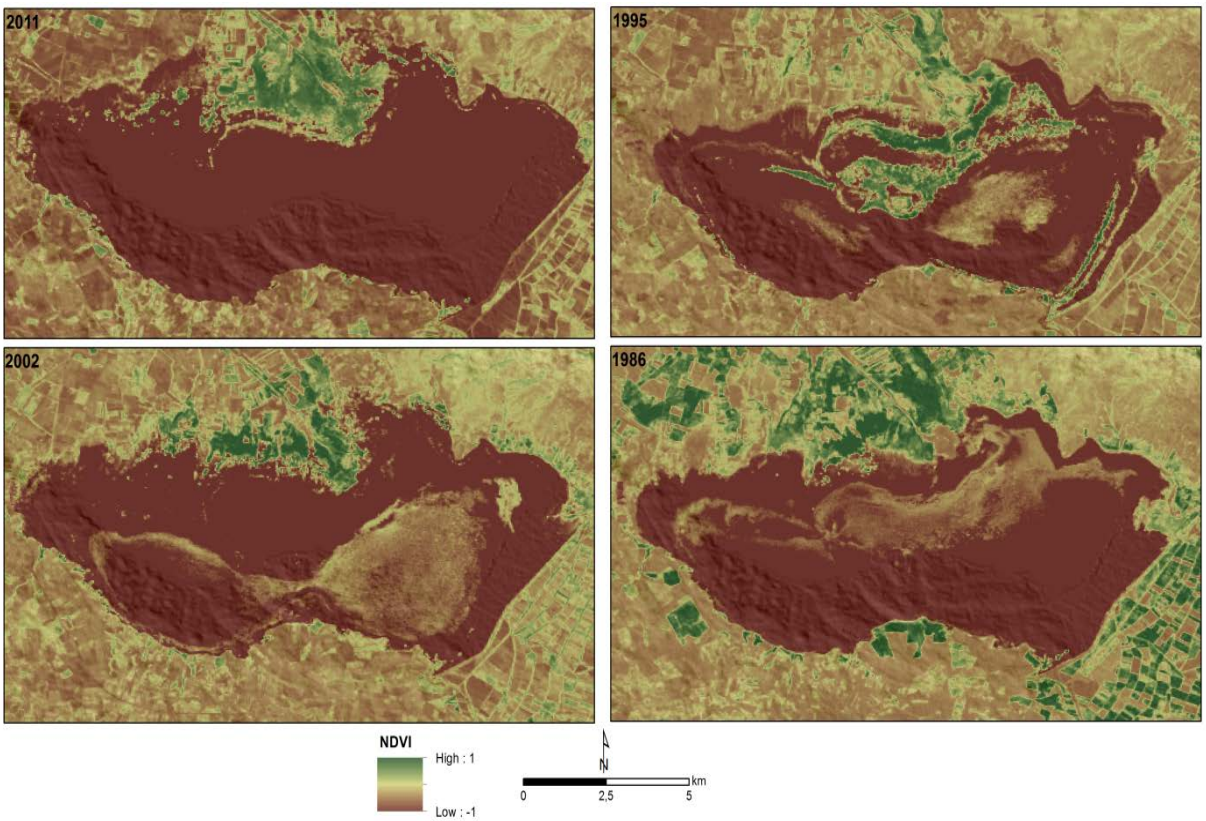
Yıl	Göl alanı (ha)
1975	5949
1986	5168
1995	4731
2002	5300
2011	5580

2. Sucul bitkilerde görülen zamansal-niteliksel-niceliksel değişim (ötrofikasyon): Göl ortamına değişik kaynaklardan ulaşan azot, fosfor ve karbon gibi temel besin elementlerinin dağılımına göre göller oligotrofik, ötrofik ve hipertrofik[4] şeklinde üç grupta toplanmaktadır (KOCATAŞ, 2010: 392-393).

Marmara Gölü sığ ve bol miktarda mineral madde içermesi nedeniyle ötrof (eutrof) göller grubuna dâhil edilmiştir (GİRGİN, 2000: 94; USTAOĞLU, 1989: 148). Ancak Yıldız vd. (2007) tarafından yapılan bir araştırmanın sonucuna göre Marmara Gölü hipertrofik göl niteliği taşımaktadır (YILDIZ, vd., 2007: 121). Marmara Gölü, son 20 yıl içerisinde ötrofik göl konumundan, (mikroskobik bitki ve alglerin aşırı derece çoğalması ve göl tabanında, kıyılarda birikmesi sonucu bataklaşarak yok olmaya yüz tuttuğu) hipertrofik konuma geçmiştir. Bu durumun en önemli nedeni göl çevresindeki tarımsal etkinliklerde kullanılan gübrelerden kaynaklanan fosfat ve potasyum gibi bitki besin tuzlarıdır. Göl çevresinde geleneksel tarımdan ticari tarıma geçişle birlikte, bitki besin maddelerinin kullanımı bilinçsiz ve denetimsiz bir şekilde artmıştır. Göl yakınındaki tarımsal arazilerde kullanılan bu gübreler pestisitlerle birlikte toprakta birikmekte ve özellikle yağışın arttığı kış aylarında yağmur sularıyla göle taşınmaktadır. Söz konusu tuzlarla beslenen su bitkileri hızlı bir şekilde büyüyerek sudaki oksijeni tüketmekte ve su içindeki çözünmüş oksijen ihtiyacı artmaktadır. Buna ek olarak göle kavuşan akarsuların getirdiği sediment, gölün derinliğini azaltmaktadır. Bütün bunlar biyolojik kirlenmeyi (otlanma) artırarak, su bitkilerinin gölü istila etmesine yol açmaktadır (Şekil 7, 8; Tablo 3; Foto 1). Bu durum balıkçılık faaliyetlerini olumsuz yönde etkilemektedir. Nitekim atılan ağların iyice oturmaması ve yıpranması, tutulan balık miktarında düşmelere neden olmaktadır.

Şekil 7, 8 ve tablo 3 incelendiğinde Marmara Gölü'ndeki sucul bitkilerin 1986-1995 yılları arasında % 59 oranında (1183 ha) arttığı, 1995-2002 yılları arasında % 30 oranında (948 ha) ve 2002-2011 yılları arasında ise % 33 (736 ha) oranında azaldığı görülmektedir. 1986-1995 yıllarındaki artış, 1990'lı yıllar sonrası (özellikle 1993 yılında) gölden aşırı su çekilmesine paralel olarak gölün kurumaya yüz tutmasının ardından, Demirköprü Barajı'ndan göle su aktarılması ve 1994-1995 yıllarında gölden su bırakılmamasıyla ilgilidir. Belirtilmesi gereken bir başka durum aynı dönemde göl kenarlarındaki saz kesiminin, sazların yakılmasının ve

[4]I. Oligotrofik: Besleyici madde girişi çok az olduğundan, göl tabanında organik madde birikimi oldukça azdır,
II. Ötrofik: Su toplama havzalarından evsel, endüstriyel ve tarımsal faaliyetler sonucu gelen besin elementlerinin fazlalığı nedeniyle üretim ve indirgenme dengesi bozulur. Göl tabanına çöken ve zamanla parçalanan maddeler için oksijenin tüketilmesi balık yaşamını olumsuz etkiler,
III. Hipertrofik: Ötrofik göl durumunda gerekli önlemler alınmadığı zaman hipertrofik konuma geçilir. Bu gibi göller mikroskobik bitki ve alglerin aşırı derece çoğalması ve göl tabanına ve kıyılara birikmesi sonucu bataklaşarak yok olmak üzeredir (Kocataş, 2010: 392-393).



Şekil 7. 1986-2011 yılları arasında Marmara Gölü'nde sucul bitkilerin yayılış alanlarının değişimi. Göl içerisinde açık kahve-rengiyle gösterilen sığ alanlar, ötrofikasyonun ilerleyen yıllarda öncelikle yaşanabileceği sahalardır.
Figure 7. *The change of spreading areas of aquatic plants in Marmara Lake through the years of 1986-2011. Shallow areas that are shown in fawn coloured within the lake are the areas where eutrophication may be first of all experienced in the next years.*



Şekil 8. Marmara Gölü'nün kuzeyi ve kuzeybatısında sucul bitkilerin gelişimi ile tarım alanları ilişkisi.
Figure 8. *Relation between aquatic plants' development and agriculture areas in the north of and northwest of Marmara Lake.*

Tablo 3. 1986-2011 yılları arasında Marmara Gölü'nde sucul bitkilerin yayılış alanlarının değişimi (ha).
Table 3. *The change of spreading areas of aquatic plants on Marmara Lake through the years of 1986-2011 (ha).*

Yıl	Sucul Bitki (%)	Sucul Bitki (ha)
1986	28,75	2012,5
1995	45,65	3195,5
2002	32,11	2247,7
2011	21,59	1511,3

hayvan otlatılmasının[5] (subasar araziler istimlâk edilmiştir) yasaklanmasıdır. Bu süre zarfında göldeki sirkülasyon zayıflamış ve ötrofikasyonun hızlanmasıyla sucul bitkiler hızla göl yüzeyine yayılmıştır. Marmara Gölü'ndeki sucul bitkilerin 1995-2002 yılları ve 2002-2011 yılları arasındaki azalışı, gölün su bilançosuyla ilgilidir. 1990'lı yılların ortalarından itibaren Gölmarmara ilçesinin kavun-karpuz üretiminde ön plana çıkmak istemesi ve mısır, domates, sebze üretiminin artışı, gölden alınan su miktarının artmasına neden olmuştur. Söz konusu çıkış su sirkülasyonunu hızlandırmış, zaten sığ olan gölde sucul bitki üretimini kısıtlamıştır. Bu kısıtlama da kuzeyden ve doğudan göle karışan besleme kanallarının getirmiş olduğu sedimentlerin azalmasının da etkili olduğu söylenebilir. Belirtilmesi gereken önemli konulardan birisi de 1990'lı yılların sonuna doğru göldeki otlanmanın artması ve sazlıkların genişlemesi üzerine, Hacıveliler, Yeniköy, Sazköy, Kemerdamları ve Pazarköy Muhtarlıklarına sazların kesilmesi için Doğa Koruma ve Milli Parklar Müdürlüğü'nce izin verilmesidir. Günümüzde her yıl sözü edilen sazlıkların % 25'i köylülerce kesilmektedir.

3. Gölün doğal yapısına müdahale edilmesiyle (rezervuara dönüştürülmesi vb.) ortaya çıkan değişim: Mevsimlik, hafif tuzlu doğal bir göl niteliğinde olan Marmara Gölü, 1932-1953 yılları arasında DSİ tarafından yapılan çalışmalar sonucunda bir rezervuara dönüştürülmüştür. Bu çalışmalar sonucunda gölün tuzlu olan suyu tatlılaşmıştır. Bu dönüştürmenin yol açtığı sorunların çözümü için alanda yeni düzenlemeler yapılmıştır. Bütüncül bakış açısından uzak söz konusu düzenlemeler, geri döndürülemez problemlere neden olmuş ve alanın sürdürülebilir kullanımını engellemiştir. Nitekim gölün rezervuara dönüştürülmesiyle gölün kuruması önlenmiş görünse de bu müdahale gölde onarılmaz tahribatlara neden olmuş, göl suyunun biyolojik-fiziksel-kimyasal yapısı değişime uğramıştır. Biyolojik değişim sonucunda göl önce ötrof son 20 yıllık süreçte ise hipertrofik bir nitelik kazanmıştır.

Kütahya il sınırları içindeki Murat ve Şaphane Dağları'ndan doğan ve Kütahya, Uşak, Manisa illerinden geçen Gediz nehri ve kollarına çevresindeki yerleşim birimlerinden evsel, endüstriyel ve tarımsal kirleticiler karışmaktadır. Göl çevresinden yüzeysel ve yeraltı suyu akışıyla, Gediz'in kollarından kanallarla (herhangi bir arıtma tesisi mevcut değildir) göle gelen tarımsal, evsel ve endüstriyel kirleticiler, göldeki canlı hayatını kısıtlamakta ve tarımsal ürünlerde verim düşüklüğüne neden olmaktadır (Foto 1).

Marmara Gölü'ne kuzeyde Gördes (Kum) Çayı, doğuda Demirköprü Barajı'ndan regülatörler aracılığıyla su aktarılmaktadır. Bu süreçte gölün doğal su bileşimini bozan sular, Gördes (20 battaniye, 35 zeytin işleme), Demirci (13 halı fabrikası, 1 süt ve süt ürünleri), Selendi (1 mezbahane, 1 süt ve süt ürünleri), Kula (63 deri fabrikası, 1 süt ürünleri, 2 yiyecek fabrikası), Gölmarmara (3 tekstil fabrikası, 1 zeytinyağı fabrikası), Köprübaşı ve Şaphane (atık sular) çevresinden gelmektedir. Göle su sağlayan Gediz Nehri Havzası'ndaki merkez ilçelerde kanalizasyon tesisi mevcut olmasına karşın Gediz, Gölmarmara ve Kula (inşa halinde) ilçe merkezleri dışında diğer yerleşim birimlerinde atık su arıtma tesisi bulunmamaktadır. Nitekim Demirköprü Barajı'ndan gelen su, inorganik kirlilik parametreleri (kurşun, baryum) açısından çok kirlenmiş (IV. sınıf) su niteliğindedir (Manisa Valiliği, 2013: 161-163).

Ustaoğlu (1993) ve Yıldız vd. (2007) tarafından yapılan çalışmaların sonuçları kıyaslandığında; 1993 yılına göre 2001-2002 yıllarında göl sıcaklığının (yaklaşık 1 ºC) arttığı, çözünmüş oksijen miktarının düştüğü (2-8 mg/l) görülmektedir. Bu sonuçlar dahi göl ekosisteminin antropojen müdahalelerle (tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan kirleticiler, göle aktarılan suların kirlilik taşıması vb.) değişim gösterdiğinin açık göstergesidir (USTAOĞLU, 1993: 18-44; YILDIZ vd., 2007: 123).

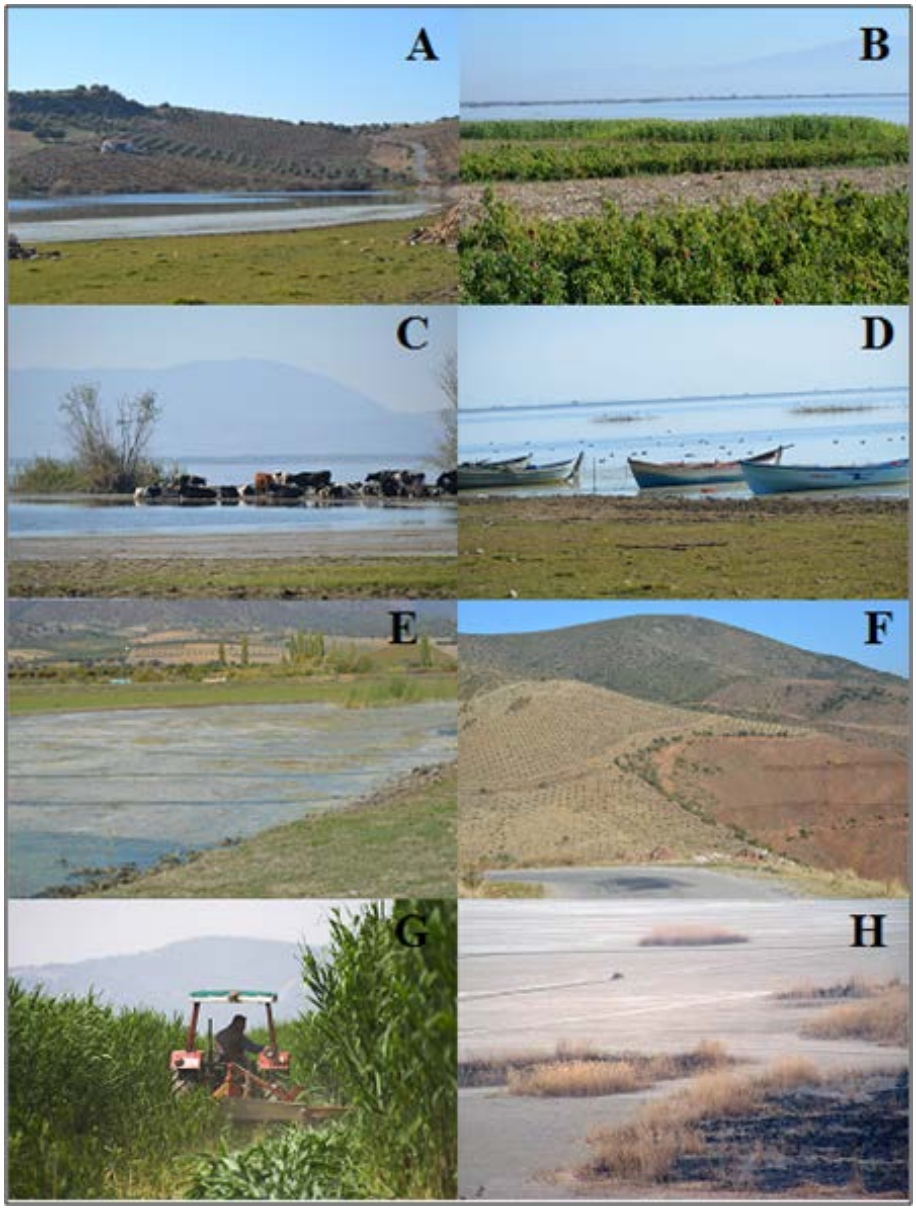
Ticari tarımsal faaliyetlerle birlikte yoğun olarak kullanılmaya başlanan pestisitler (böceklere karşı kullanılan insectisit ve yabancı otlara karşı kullanılan herbisitler) göl çevresindeki topraklarda birikmiş ve yıkanma yoluyla yüzey ve taban sularını kirletmiştir. Söz konusu tarımsal ilaçlar (özellikle de DDT, aldrin, dieldrin, endrin, klordone ve heptaklor), vücutlarında yağ depolayan hayvanların (özellikle balıkların) üreme ve büyüme hızlarını durdurmuş, zehirlenmelere, hatta toplu ölümlere neden olmuştur (KOCATAŞ, 2010: 460-471).

DSİ tarafından gölün rezervuara dönüştürülmesinin bir diğer sonucu, göl seviyesinin hemen her yıl değişmesine bağlı olarak alanda üreyen kuş popülasyonlarının sürekliliğinin engellenmesidir (Doğa Derneği, 2013). Antropojen müdahalenin bir diğer sonucu, Gediz kanalı yoluyla, göle Akça ve Kolyoz (*Scomber Japanicus*) balıklarının gelmesi ve diğer balıklara zarar veren İsrail Sazanının (*Carassius gibelio*) göle bırakılmasıdır (GİRGİN, 2000: 90).

Gölün batı kenarından geçen Salihli-Akhisar karayolu güzergâhı, özellikle de yük taşıtları (tır, kamyon, kamyonet vb.) açısından oldukça işlek bir güzergâhtır. Fazla su dolumu ve yağışlı mevsimlerdeki su seviye yükselmeleri neticesinde, zaman zaman sular karayoluna kadar ulaşmakta ve taşıtlar sular üzerinden gelip geçmektedir. Bunun sonucunda taşıtlardan zaman zaman düşen çeşitli malzemeler (gübre, mermer tozu, tuğla ve kiremit, bitkisel ve hayvansal atıklar vs.) ve taşıtlardan sızan çeşitli kimyasallar (benzin, mazot, motor yağı vs.) suyla birlikte göle karışmaktadır. Bu durum özellikle de gölün batı ve güneybatı kıyılarında daha yaygın olarak görülmekte ve göl açısından önemli bir sorun teşkil etmektedir (ARI ve DERİNÖZ, 2011: 58).

Göle müdahale edilmesinin bir diğer sonucu siltasyondur. Gölü besleyen iki kanaldan biri kuzeyden, diğeri de doğudan göle girmektedir. Söz konusu kanalların taşıdığı

[5]Gölde otlayan hayvanlar sazlarla beslenirken, dolaştıkları sahalarda balık ve kuşların hareket edebileceği açık su yüzeylerinin açılmasına neden oluyorlardı.



Fotoğraf 1. A. Gölün kuzeydoğusunda Kemerdamları köyü ve Yeniköy arasında palamut meşeleri ve makiler traşlanarak zeytinlikler oluşturulmaktadır (2013), **B.** Göl kuzeyinde Gölbaşı Mahallesi mevkiinde olduğu gibi, suların çekilmesiyle ortaya çıkan geniş alanlarda mısır, sebze ve pamuk tarımı yapılmaktadır (2013), **C.** Kemerdamları köyü yakınlarında görüldüğü gibi, göl kenarları otlak olarak kullanılmaktadır. Bu durum, köylülerin de belirttiği üzere, göl sularının hayvan dışkı ve idrarlarıyla kirlenmesine neden olmaktadır (2013), **D.** Göl çevresinde, balıkçılık eskisi kadar yoğun olarak yapılmasa da, hala önemli bir uğraştır. (2013), **E.** Günümüzde göl çevresindeki yerleşim birimleri büyük ölçüde kanalizasyon altyapısına sahip olmuştur. Ancak Kemerdamları köyü örneğinde olduğu gibi, kanalizasyon atıkları göle karışan derelere veya kanallara akıtılmakta ve bu durum gölde ötrofikasyona neden olmaktadır (2013), **F.** Marmara Gölü kuzeydoğusunda yer alan Keçi Dağı üzerinde palamut meşesi ormanları traşlanarak zeytinlikler oluşturulmaktadır. Bu durum, mevsimlik derelerle, göle, daha fazla sediment taşınmasına ve gölün sığlaşmasına neden olmaktadır (2013), **G.** Marmara Gölü'nün kuzeydoğusunda sazların yakılması ekosistemde derin yaralar açmaktadır (2008), **H.** Göl kenarında tarım alanı açmak amacıyla yapılan saz kesimi (2008), (GÜL, 2008; GÜLERSOY, 2013).

Photo 1. A. *Olive groves are created by planing Turkish oaks and maquis between Kemerdamları village and Yeniköy in the northwest of the lake (2013), B. The agriculture of corn, vegetable and cotton are being engaged on wide areas which emerged with regressing of waters, as is in Gölbaşı District vicinity in the north of the lake (2013),* ***C.*** *As is seen near Kemerdamları village, lakeshores are being used as pasture. This situation causes, as villagers also have stated, lake waters to be polluted by animal scats and urines (2013),* ***D.*** *Around the lake, fishery is still an important occupation even though it has not been made as intensively as before (2013),* ***E.*** *At the present time residential units around the lake have largely possessed sewage infrastructure. But, as is in Kemerdamları village case, sewage wastes are being drained to rivulets or channels, which merge with the lake, and this situation causes to eutrophication in the lake (2013),* ***F.*** *Olive groves are created by planing Turkish oak forests over Keçidağı Mountain where is located in the northeast of Marmara Lake. This*

*situation causes more sediment to be transported by seasonal rivulets to the lake, and the lake to get shallow. (2013),**G.** Burning reeds in the northeast of Marmara Lake inflicts deep wounds on ecosystem (2008), **H.** Reed cutting for which is done purpose of opening agriculture area by the lakeshore (2008), (GÜL, 2008; GÜLERSOY, 2013).*

sedimentler göl tabanında birikmektedir. Bu sedimentler gölün su hacmini % 75 oranında azaltmıştır (DSİ, 1994'ten aktaran GİRGİN, 2000: 94).

Gölün su rejimine sürekli müdahale edilmesi sonucunda su seviyesi düşmektedir. Suyun çekildiği alanlarda tarım arazileri açılmakta, kaçak avcılık hızlanmakta, su kuşlarının ürediği sazlıklar kurumakta, yakılmakta, kesilmekte ve balık ölümleri yaşanmaktadır. Su seviyesinin düştüğü dönemlerde göl içerisinde adacıklar oluşmakta ve bu adacıklar kuşlarca üreme bölgesi olarak kullanılmaktadır. Özellikle kış mevsiminde yoğunlaşan avcılık göl çevresindeki kuş türleri için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Suların çekildiği dönemde özellikle tarım arazisi açmak amacıyla sazlar yakılmakta ve kesilmektedir. Göl kıyısındaki tatlı su bitkilerinin üzerinde yer aldığı toprakların verimliliğinden faydalanmak isteyenler, traktörlerle tatlı su bitkilerini topraktan kazımaktadırlar. Suların çekildiği alanlarda yetişen taze otlar yoğun bir otlatma baskısıyla karşı karşıyadır. Söz konusu faaliyet, bazı kuş türlerinin doğal ortamlarını terk etmelerine ve bir daha bu sahaya gelmemelerine neden olmaktadır (GÜL, 2008: 150-155).

Değinilmesi gereken bir diğer nokta, Kum Çayı'nın Marmara Gölü'ne yönlendirilmesi sonucunda gölde Kum Çayı'ndan gelen kanalın oluşturduğu deltanın günden güne gelişmesidir. Bu süreçte çayın eski yatağındaki kumullar rüzgârlarla taşınarak Akselendi Ovası güneyindeki tarım arazilerini istila etmiştir (ÖNER ve MUTLUER, 1993: 134; TAĞIL, 2007: 1839).

Sonuç olarak, Marmara Gölü sulak alanının tarımsal faaliyetler için su kaynağı olarak görülmesi geri dönülemez sonuçlara yol açmıştır. Ülkemizde sulak alanların korunması hususunda, yasal mevzuatın düzenlenmesi yanında, önemli gelişmeler yaşanırken, Marmara Gölü'nde geçmişten günümüze değişen, sucul ekosistemin doğal yapısı olmuştur[6]. Nitekim 50 yıl öncesinde insan iriliğinde balıkların sazlar arasında dolaştığı gölde (SARAÇOĞLU, 1990: 424), balık popülasyonu günümüze kadar tedrici olarak azalmıştır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Sahip olduğu biyolojik çeşitlilik nedeniyle dünyanın doğal zenginlik müzeleri olarak kabul edilen sulak alanlar; doğal işlevleri ve ekonomik değerleriyle yeryüzünün en önemli ekosistemleridir. Türkiye'de, son 40 yılda 1300000 ha (Marmara Denizi büyüklüğünde) sulak alan kuruma ve kirlenme gibi nedenlerle ekolojik ve ekonomik işlevini yitirmiştir. Böylesine önem taşıyan sulak alanlar, havza ölçeğinde incelenmeli ve teknolojik imkânlardan yararlanarak bu alanların sürdürülebilirliği sağlanmalıdır. Başka bir deyişle, sulak alanlar üzerindeki antropojen baskının ve bunun neden olduğu olumsuz değişimlerin izlenmesi için uzaktan algılama teknolojisi kullanılmalı ve elde edilen sonuçlar çerçevesinde çözüm önerileri geliştirilmelidir.

Marmara Gölü yakın çevresindeki arazi kullanım faaliyetlerinin zamansal değişimi ve bu faaliyetlerin göl ekosistemine etkilerinin ele alındığı bu çalışmada dikkat çekici sonuçlara ulaşılmıştır.

İnceleme sahasının % 64,3'ünü tarım, % 23,3'ünü orman, % 8,8'ini mera, % 2,8'ini su, % 0,4'ünü yerleşim ve % 0,4'ünü sucul bitki alanları oluşturmaktadır.

Araştırma sahasında 1986-2011 yılları arasında arazi kullanımındaki en büyük değişim, % 173 oranında (598 ha) artışla yerleşim alanlarında yaşanmıştır. Buna karşın sucul bitki (% 21, 230 ha) ve mera alanlarındaki (% 18, 4508 ha) azalış dikkat çekmektedir. Marmara Gölü yakın çevresindeki arazi kullanımının göl ekosistemi üzerindeki etkileri; 1. Göl alanındaki değişmeler, 2. Ötrofikasyon, 3. Gölün doğal yapısına müdahale edilmesiyle ortaya çıkan değişimlerdir. 1975-2011 yılları arasında % 6 oranında (369 ha) küçülen göl tarımsal gübre ve pestisitlerin göl haznesinde birikmesiyle son 20 yıl içerisinde ötrofik göl konumundan hipertrofik konuma geçmiştir. Gölün 1932-1953 yılları arasında DSİ tarafından yapılan çalışmalar sonucunda bir rezervuara dönüştürülmesi, onarılamaz sonuçlara yol açmış ve göl suyunun biyolojik-fiziksel-kimyasal yapısı değişime uğramıştır. Göl etrafındaki sucul bitkilerin tarım alanları elde etmek vb. amaçlarla (özellikle sazların) kesilmesi, yakılması ve köklenmesi büyük ölçüde sığ alanlardan oluşan göl ekosisteminde derin yaralar açmıştır.

Marmara Gölü gibi nadir ekosistemlerin sürdürülebilirliği ve koruma-kullanma dengesi kurumlar üstü işbirliğini gerektirmektedir. Göl, Gediz Havzası'nın bütününü ele alan interdisipliner çalışmalara paralel olarak rehabilite edilmelidir. Bu çerçevede; bir an önce gölden su alımı durdurulmalı, göle kirletici unsurlar taşıyan kanallar kapatılmalı ve göl yakın çevresiyle birlikte "doğal miras alanı" ilan edilerek koruma altına alınmalıdır.

[6]Marmara Gölü Yönetimi ve Kirlilik Denetimi Fizibilite Etüt Çalışmasıyla (1997-1999) suyun yönetiminin sağlanması, verimli kullanımının bütün tüketiciler için belirlenmesi, ayrıca bugüne kadar farklı kurum ve kuruluşlarca yürütülen çalışmalarda birliktelik sağlanması, uzun vadede yönetim ve maddi konulara çözüm bulunması amaçlanmıştır.

KAYNAKLAR

ARI, Y. ve DERİNÖZ, B. (2011). Bir Sulak Alan Nasıl Yönetilmez? Kültürel Ekolojik Perspektif ile Marmara Gölü (Manisa) Örneği, Coğrafi Bilimler Dergisi, 9(1), s. 41-60.

ATALAY, İ. (1987). Türkiye Jeomorfolojisine Giriş, E.Ü. Edebiyat Fakültesi Yayınları No: 9, İzmir.

ATALAY, İ. (2002). Türkiye'nin Ekolojik Bölgeleri, Meta Basımevi, İzmir.

ÇELİK, M.A. ve GÜLERSOY, A.E. (2013). Işıklı Gölü (Çivril-Denizli) Çevresindeki Arazi Kullanım Faaliyetlerinin Göl Üzerine Etkilerinin İncelenmesi, SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi, 26, s. 191-200.

ÇUKUR, H. (1992). Orta Gediz Havzası'nın Fiziki Coğrafyası, DEÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İzmir.

ÇUKUR, H. (1998). Ege Bölümü'nün Ekosistemleri, D.E.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İzmir.

DSİ. (2006). DSİ 2. Bölge Müdürlüğü Marmara Gölü Fizibilite Raporu, İzmir.

EDMONDSON, W.T. and LEHMAN, J.T. (1981). The effect of changes in the nutrient income on the condition of Lake Washington, Limnology and Oceanography, 26 (1), p. 1-29, Canmore, Alberta, Canada.

EROL, O. (1979). Türkiye'de Neojen ve Kuvaterner Aşınım Dönemleri Bu Dönemlerin Aşınım Yüzeyleri İle Yaşıt (Korelan) Tortulara Göre Belirlenmesi, Jeomorfolojisi Dergisi, 8, s. 1-40, Ankara.

GİRGİN, M. (2000). Marmara Gölü, Doğu Coğrafya Dergisi, 3, s. 77-103.

GÜL, O. (2008). Marmara Gölü (Manisa) Kuş Türleri Popülasyonlarının Tespiti ve Alanı Etkileyen Çevresel Faktörlerin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İzmir.

HOŞGÖREN, M.Y. (1983). Akhisar Havzası, İ.Ü. Edebiyat Fakültesi Yayınları No: 3088, İstanbul.

KOCATAŞ, A. (2010). Ekoloji Çevre Biyolojisi, 11. Baskı, E.Ü. Basımevi, İzmir.

KOÇMAN, A. (1993). İnsan Faaliyetleri ve Çevre Üzerine Etkileri Açısından Ege Ovalarının İklimi, E.Ü. Edeb. Fak. Yay. No: 73, İzmir.

KHGM (1998). Manisa İli Arazi Varlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.

MANİSA VALİLİĞİ (2013). Manisa İl Çevre Durum Raporu (2011), T.C. Manisa Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Manisa.

ÖNER, E. ve MUTLUER, M. (1993). Akselendi Ovasında Kumul Oluşumu ve Buna Bağlı Çevre Sorunları, Ege Coğrafya Dergisi, 7, s. 133-160.

SARAÇOĞLU, H. (1990). Bitki Örtüsü, Akarsular ve Göller, Öğretmen Kitapları Dizisi, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul.

TAĞIL, Ş. (2007). Monitor Land Degradation Phenomena Through Landscape Metrics and NDVI: Gördes, Kavacık, Ilıcak, Kumçay and Marmara Lake Basins (Turkey), Journal of Applied Sciences, 7(14), p. 1827-1842.

TÜRKEŞ, M. (2011). Akhisar ve Manisa Yörelerinin Yağış ve Kuraklık İndisi Dizilerindeki Değişimlerin Hidroklimatolojik ve Zaman Dizisi Çözümlemesi ve Sonuçların Çölleşme Açısından Coğrafi Bireşimi, Coğrafi Bilimler Dergisi, 9(1), s. 79-99.

USTAOĞLU, M. R. (1989). Marmara Gölünün (Salihli) Zooplanktonu Üzerinde Araştırmalar, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayımlanmamış Doktora Tezi, İzmir.

WANG, H. & WANG, H. (2009). Mitigation of lake eutrophication: Loosen nitrogen control and focus on phosphorus abatement, Progress in Natural Science, 19, p. 1445-1451.

WWF (2008). Türkiye'deki Ramsar Alanları Değerlendirme Raporu.

YILDIZ, Ş., ALTINDAĞ, A. ve ERGÖNÜL, M.B. (2007). "Seasonal Fluctuations in the Zooplankton Composition of a Eutrophic Lake: Lake Marmara (Manisa, Turkey)". Turkish Journal of Zoology, (31), p. 121-126.

İnternet Kaynakları

DOĞA DERNEĞİ (2013).
<http://www.dogadernegi.org/userfiles/pagefiles/yayinlarimiz/03_EGE.pdf>. 08.06.2013

DSİ (Devlet Su İşleri) (2013).
<http://www.dsi.gov.tr>. 06.06.2013

İZMİR METEOROLOJİ 2. BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ (2013).
<http://www.izmir.mgm.gov.tr>. 07.06.2013

MANİSA İL TARIM MÜDÜRLÜĞÜ (2013).
<http://www.manisatarim.gov.tr>. 06.06.2013

DOĞA KORUMA VE MİLLİ PARKLAR GENEL MÜDÜRLÜĞÜ (2013).
<http://www.milliparklar.gov.tr>. 06.06.2013

İLHAN, A., YÜCE, N. (2013).
<http://www.suhakki.org/2013/01/turkiyenin-sulak-alanlari/>. 06.06.2013

SULAK ALANLAR VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ (2013).
<http://www.sulakalanlarveiklim.com>. 07.06.2013

TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) (2013).
<http://www.tuik.gov.tr>. 06.06.2013