



Sapanca Gölü Havzası'nda Arazi Kullanımı ve Mekânsal Değişim

Land Use and Spatial Change in Sapanca Lake Basin *

Muhammet Kaçmaz^{*a}, Mehmet Fatih Döker^b

Makale Bilgisi

Araştırma Makalesi

DOI:

10.33688/aucbd.872216

Makale Geçmişi:

Geliş: 01.02.2021

Kabul: 05.04.2021

Anahtar Kelimeler:

Coğrafya

Arazi Kullanımı

Coğrafi Bilgi Sistemleri

Mekânsal Değişim

Sapanca Gölü Havzası

Öz

Türkiye'nin önemli göl havzalarından biri olan Sapanca Gölü Havzası 1990'lı yılların başlarına kadar kırsal niteliği ile öne çıkmakta iken günümüzde şehrsel faaliyetlerin yoğun olarak yaşandığı bir havza haline gelmiştir. Sapanca Gölü güneyinden TEM otoyolunun geçmesi ile birlikte hız kazanan şehrsel faaliyetlere ek olarak havzanın turizm açısından bir cazibe merkezi haline gelmiş olması havzanın arazi örtüsü ve kullanım yapısında önemli değişikliklere neden olmuştur. Havzada yer alan şehrsel ve kırsal yerleşmelerin genişlemesi, ikinci konut ve turistik tesis yapımının artması havzanın taşıma kapasitesini zorlamakta ve doğal ortamın tahrip edilmesine yol açmaktadır. Bu çalışmada Sapanca Gölü Havzası'nın güncel arazi örtüsü ve kullanım yapısı incelenmiş olup 1985-2020 yılları arasında meydana gelen değişim uydu görüntüleri üzerinden coğrafi bilgi sistemleri ile analiz edilmiştir. Havza içerisinde kullanım oranı 1985 yılında %2,27 olan yerleşim alanları 2020 yılında %8,28 ulaştığı tespit edilmiştir. Havza genelinde nüfus yoğunluğunun km²'ye 250 kişiye kadar çıktığı ve havzanın güneyinde yer alan Sapanca şehrinde ise km²'de 1500 kişiyi bulduğu görülmüştür.

Article Info

Research Article

DOI:

10.33688/aucbd.872216

Article History:

Received: 01.02.2021

Accepted: 05.04.2021

Keywords:

Geography

Land Use

Geographic Information

Systems

Spatial Change

Sapanca Lake Basin

Abstract

While the Lake Sapanca Basin, which is one of the significant lake basins of Turkey, had been prominent with its rural character until the early 1990s, it has now become a basin where urban activities are intensely experienced. In addition to urban activities that gained momentum with the TEM highway passing by the south of Lake Sapanca, the fact that the basin has become a center of attraction in terms of tourism has led to significant changes in the land cover and land use structure of the basin. Expansion of the urban and rural settlements in the basin and the increase in the construction of second housing and touristic facilities challenge the carrying capacity of the basin and lead to destruction of the natural environment. In this study, the current land cover and land use structure of the Lake Sapanca Basin was examined, and the change that occurred in the period of 1985-2020 was analyzed with geographic information systems over satellite images. It has been determined that the utilization rate in the basin was 2.27% in 1985 and reached 8.28% in 2020. It was observed that the population density reached up to 250 people per km² in the basin in general and became 1500 people per km² in the Sapanca city in the south of the basin.

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: mkacmaz@sakarya.edu.tr

^a Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Sakarya/Türkiye, <http://orcid.org/0000-0003-1062-8881>.

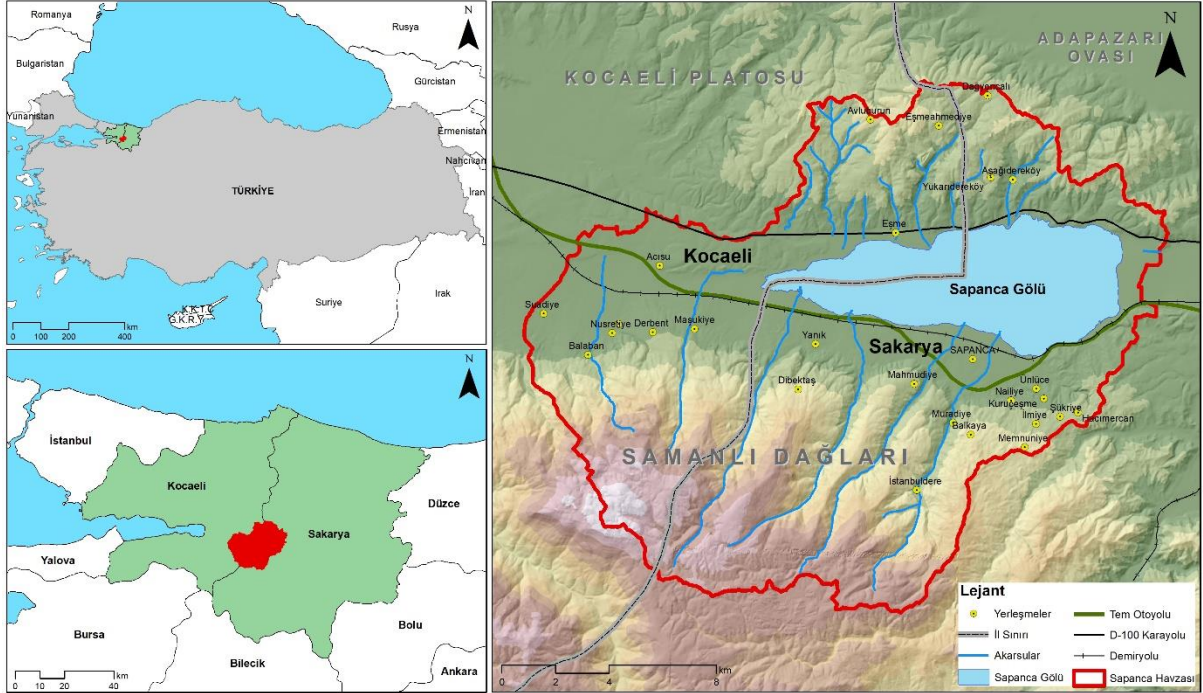
^b Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Sakarya/Türkiye, <http://orcid.org/0000-0002-0414-0428>.

*Bu makale "Sapanca Gölü Havzası Arazi Kullanımı ve Mekânsal Değişim" adlı doktora tezinden veriler ve bilgiler güncelleştirilerek hazırlanmıştır.

1. Giriş

Sapanca Gölü Havzası, Marmara Bölgesi'nin doğusunda Sakarya ve Kocaeli illeri sınırları içerisinde yer almaktadır. Havzanın %58,7'si Sakarya ili sınırları içerisinde kalmakla birlikte yerleşim alanlarının %62,5'i, orman alanlarının %61,7'si, tarım alanlarının %36,7'si, su kütesinin ise %79'u Sakarya ili sınırları içerisinde (Şekil 1).

Türkiye'nin sanayileşme ve şehirleşme açısından en gelişmiş bölgesi içerisinde yer alan Sapanca Gölü ülkemizin önemli tatlı su kaynaklarından biridir. İçilebilir ve kullanılabilir nitelikte olan su kaynaklarının önemi sadece ülkemiz açısından değil tüm dünya açısından gittikçe daha fazla önem kazanmaktadır. Birleşmiş Milletler'in 2015 yılında düzenlediği Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi'nde insanlığın ortak geleceği için önem arz eden 17 hedef arasında temiz su ve sudaki yaşam iki ana hedef olarak yer almaktadır (UN, 2020). Ayrıca yoksulluk, açlık, sağlıklı bireyler, temiz enerji, sanayi, sürdürülebilirlik ve şehrsel yaşam, iklim gibi diğer başlıkların da su ile ilişkilendirilebilir olduğu düşünülürse su, dünya ve insanlık gündeminin en önemli maddelerinden biri olmaya devam edecektir.



Şekil 1. Sapanca Gölü Havzası lokasyon haritası

Nüfus artışına bağlı olarak gelişen hızlı ve plansız kentleşme, sanayileşme ve tarımsal faaliyetler yanlış arazi kullanımlarının sebepleri arasında yer almakta ayrıca küresel ısınma dünyada ve ülkemizde su stresinin artmasına neden olmaktadır. Bunlara ek olarak suyun doğru ve planlı kullanımı açısından çoğu havzada sürdürülebilir yönetim anlayışının benimsenmemesi hayati derecede önemli su kaynaklarının hızla tüketilmesine ya da kirlenmesine neden olmaktadır. Gelecekteki güç dengelerinin "suya hâkimiyet" ile belirleneceği (Karadağ, 2008) de hesaba katıldığında suyun aynı zamanda stratejik bir kaynak olduğu da ortaya çıkacaktır. Bu durumda su havzaları hem yaşamsal hem stratejik olarak önemle takip edilmesi gereken doğal ortam olarak önem arz etmektedir. Lakin su havzalarının önemine

uygun bir biçimde korunduğu ve işletildiğini söylemek mümkün görünmemektedir. Gülersoy'un (2014) yanlış arazi kullanım nedenleri olarak belirlediği 13 maddeden birçoğunu havzada görmek mümkündür. Bunlardan özellikle aşırı ve kontrolsüz nüfus artışı, hatalı tarım ve kalkınma politikaları, tarım alanlarının yerleşime açılması ve sanayi tesisleri kurulması, orman alanlarının tahrip edilmesi, yolların verimli tarım alanlarından geçirilmesi, yerleşim alanlarının (kır-kent) belirli bir plan dâhilinde gelişmemesi maddeleri havzanın arazi kullanım yapısındaki değişimlerin de temel nedenleri arasında yer almaktadır. Dünya Kaynakları Enstitüsü'nün (WRI) 2040 yılında dünyada su stresi yaşayacak ülkelere dair yapmış olduğu projeksiyonda Türkiye'yi son derece yüksek riskli grupta görmekte olup, en riskli 33 ülke arasında Türkiye'yi 27.sırada gösterdiği de hesaba katıldığında Türkiye'de gelecek nesillere sağlıklı ve yeterli su bırakılabilmesi için kaynakların çok iyi korunup, akılcı kullanılması gerekmektedir (WRI, 2015).

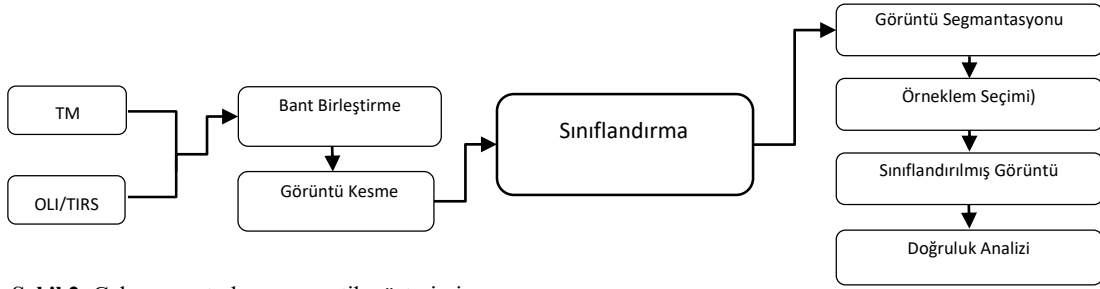
Tüm bu gelişmeler su kaynaklarının geliştirilmesi ve yönetiminde yeni yaklaşımların ve kavramların gündeme gelmesine neden olmuştur. Bu anlamda ülkemizde yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının sahip olduğu ekonomik potansiyelin sürdürülebilir bir yaklaşımla ele alınması büyük önem taşımaktadır. Sürdürülebilir su kaynakları yönetimi ise, uygun kurumsal mekanizma, katılımcı yönetim, araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin sürekliliği ve uygun teknolojilerin seçimi ile mümkündür. Sekizinci 5 Yıllık Kalkınma Programında (DPT, 2001) "*Çevre için kalkınmadan, kalkınma için çevreden vazgeçilmez*" prensibinden hareketle teknoloji-ekonomi-çevre yaklaşımı doğrultusunda uygun teknolojiler kullanılarak koruma-kullanma dengesinin sağlanması sonucu çevre ile uyumlu projelerin geliştirilmesi tavsiye edilmiştir. On Birinci Kalkınma Planı'nda (2019) ise hızla artan nüfusun, şehirleşmenin, ekonomik faaliyetlerin ve çeşitlenen tüketim alışkanlıklarının çevre ve doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı arttırdığı belirtilmiştir. Çevre kirliliği, iklim değişikliği, çölleşme, ormansızlaşma, biyolojik çeşitlilik kaybı, kuraklık gibi çevre problemlerinin her geçen gün insan yaşamını ve kalkınma sürecini belirgin bir şekilde etkilediği ifade edilen planda talebin ve tüketimin arttığı dünyada sürdürülebilir çevre ve doğal kaynak yönetimi ile yaşanabilir kentlerin inşasının önem kazandığı belirtilmiştir. Ancak özellikle kalkınma için çevreden vazgeçilmiş bazı havzalarda bugün geri dönüşü mümkün olmayan hasarlar verilmiştir. Diğer bir sorun olarak ülkemizde herhangi bir su kaynağının korunması ve kullanılması ile ilgili çok sayıda merkezi ya da yerel kurum ve kuruluş vardır. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü gibi kurum ve kuruluşlar kendi teşkilat kanunları uyarınca ve yasal dayanaklar çerçevesinde görev yapmaktadır. Bu kurumların çoğu birbirinden bağımsız ve birbirleriyle koordine olmadan çalışma yürüttükleri için kaynak ve emek israfına yol açmaktadırlar. Böyle bir durumda tüm aktörlerin katılımcı olarak yer aldığı sürdürülebilir bir planlama yapmak oldukça zorlaşmaktadır. Nitekim havza planlaması, şehirselleşme ve kırsal yerleşmeleri, tarım ve orman alanlarını, sanayi tesislerini, iletişim ve haberleşme ağlarını, çeşitli hizmet sektörlerini ve rekreasyonel alanları içine alan bütünleşik sosyal, ekonomik, biyofiziksel ve aynı zamanda dinamik bir sistemdir (Bilen, 2009). Havzalar kendine özgü doğal (jeolojik, jeomorfolojik, hidrolojik, iklim, bitki örtüsü, yaban yaşamı vb.), sosyokültürel ve ekonomik özelliklere (arazi kullanımı, ulaşım, idari, nüfus, alt yapı, ekonomi vb.) sahip olan karmaşık sistemlerdir. Havza içerisinde yer alan her doğal ve beşeri unsurun diğeri üzerinde olumlu ya da olumsuz etkisi söz konusudur. Bu durumda havzayı bir sistem olarak ele almak ve bu sistem unsurlarının birbirine olan etkisini belirleyerek analiz etmek havzalarının sürdürülebilirliği açısından gereklidir. Gerek

hidrolojik açıdan gerekse beşeri ve ekonomik faaliyetlere ev sahipliği yapması açısından göl havzaları da sürdürülebilir bir yönetim planı çerçevesinde yönetilmek zorundadır. Buna karşın göl havzaları, özellikle çevresinde sanayileşme ve şehirleşme faaliyetleri fazla ise, yoğun bir kullanım baskısı ile karşı karşıya kalmakta ve doğal ortam tahrip edilmektedir. Gölleri bu baskıdan kurtarmak amacıyla bilimsel anlamda birçok girişim başlamış olmakla birlikte, göller ile ilgili problemlerin kısa vadede çözülmesi oldukça zordur. Zira göllerin korunması ve uygun yönetilmesi oldukça karmaşık doğal ve beşeri sistemlerin düzenlenmesini gerektirdiğinden, böyle bir yapının oluşturulması için yerel ve ulusal kararlılık gerekmektedir. Uluslararası Göl Çevre Komitesi (ILEC, 2005) göllerin 5 büyük problem ile karşı karşıya kaldığını ifade etmektedir. Bunlar; su seviyesinin düşmesi, balıklaşma, asitleşme, zehirli atıklar, ötrofikasyon olarak belirtilmiştir. Belirtilen bu problemlerden bazıları doğal bir süreç olarak ortaya çıkabileceği gibi genelde havzanın aşırı kullanımı ile yakından ilgilidir. Dolayısı ile bu problemleri azaltmak ve ortadan kaldırmak için havzaların arazi kullanım yapılarını iyi bilmek, mümkün olan tüm düzenlemeleri ekonomik kaygı duymadan gerçekleştirmek ve sürdürülebilir bir yönetim modeli oluşturmak gerekmektedir. Zira göllerin yanlış arazi kullanımı ve yönetimi dolayısıyla kaybettiği doğal özelliklerinin ekonomik açıdan değeri düşünüldüğünde ona yapılan yatırımları fazlası ile hak ettiği ortaya çıkacaktır. Günümüzde arazi örtüsü ve kullanım değişimlerinin belirlenmesinde uydu verilerinden faydalanılarak yapılan analizler, değişimin daha doğru ve hızlı bir şekilde ortaya konmasını mümkün kılmaktadır (Çoşkun, Algancı ve Usta, 2008). Ülkemizde özellikle 1980 sonrasında meydana gelen hızlı şehirleşmenin su havzaları üzerindeki baskısını, zamansal çözünürlükleri yüksek uydu verileri ile takip etmek mümkündür. Bu çalışmada Sapanca Gölü Havzası'nda 1985-2020 yılları arasında meydana gelen arazi örtüsü ve kullanım değişimi Landsat uydu verileri kullanılarak izlenmiştir. Ortaya çıkan sonuçlar sürdürülebilir havza yönetimi ve koruması açısından önemli altlık verilerin oluşmasını sağlamıştır.

2. Materyal Yöntem

Çalışmada Sapanca Gölü Havzası'nın fiziki ve beşeri coğrafya özelliklerinin değerlendirilmesinde ihtiyaç duyulan analiz ve haritaların üretilmesinde temel veri kaynağı olarak 1/25000 ölçekli topografya haritaları kullanılmıştır. Bunun yanı sıra MTA 1:100.000 ölçekli jeoloji haritasından faydalanılmıştır. Havzadaki arazi örtüsü ve kullanım değişiminin tespit edilmesinde ise geçmişe yönelik düzenli bir veri setine sahip olan Landsat uydu görüntülerinden yararlanılmıştır. İlgili Landsat uydu görüntüleri United States Geological Survey (USGS)'in araştırmacılara ücretsiz olarak sunduğu internet sayfasından indirilmiştir (USGS, 2020). Çalışmada kullanılan uydu görüntülerinin sınıflandırma metodolojisi ve işlem adımları Şekil 2'de gösterilmiştir.

Çalışma alanında Landsat-5 TM algılayıcısına ait 10 Temmuz 1985, 06 Temmuz 1995 ve 18 Haziran 2005 ile Landsat-8 OLI/TIRS algılayıcısına ait 08 Haziran 2020 tarihli görüntüler işlenmiştir. Sınıflandırma sonuçlarının mevsimsel şartlardan etkilenmemesi adına görüntüler seçilirken birbirine benzer aylardan elde edilen veriler tercih edilmiştir. Bu uydulardan sağlanan görüntülerin yersel çözünürlüğü 30 metredir. Sınıflandırma sonuçlarını etkileyen önemli faktörlerden biri de bulutluluk oranıdır. Bu oranın sıfır değerine yakın olduğu görüntüler kullanılmıştır (Çizelge 1). Çalışma sahasına ait görüntülerin ön işleme ve sınıflandırma işlemleri için ArcGIS Pro 2.5 yazılımı kullanılmıştır.



Şekil 2. Çalışma metodunun şematik gösterimi

Uzaktan algılamada çoklu spektral bantlar, arazi kullanımı ve arazi örtüsü izleme, değişim tespiti ve şehirleşme süreci vb. olmak üzere çeşitli amaçlar için yaygın olarak kullanılmaktadır (Chen, 2007; Koomen, 2007; Schowengerdt, 2007). Sapanca Gölü havzasındaki arazi örtüsü ve kullanımının mekânsal gelişim süreci incelendiğinde doğal bitki örtüsünün tahrip edildiği açıkça görülmektedir. Bu kapsamda bir sahanın arazi örtüsü değişimini izlemek için en verimli bant kombinasyonunu belirlemek gerekir (Yu ve diğerleri, 2019). Seçilen yıllara ait uydu görüntülerinden SWIR1, SWIR2 ve RED bantları şehirselleşme ve bitki örtüsü değişimi için en etkili sonucu vermektedir (Butler, 2013). Söz konusu bantlara ait yansıma değerleri çizelge 2’de verilmiştir. Seçilen bantlar birleştirildikten sonra çalışma sahasına göre kesilmiş ve Sapanca Gölü Havzası’na ait görüntüler elde edilmiştir.

Çizelge 1. Uydu görüntülerinin özellikleri ve kullanılan bantlar

Algılayıcı Türü	Tarih	Path	Row	Çözünürlük	Bulutluk	Bantlar
Landsat-8 OLI-TIRS	08 Haziran 2020	179	032	30 m	%1.81	7,6,4 (False Color)
Landsat-5 TM	18 Haziran 2005	179	032	30 m	%0	7,5,3 (False Color)
Landsat-5 TM	06 Temmuz 1995	179	032	30 m	%0	7,5,3 (False Color)
Landsat-5 TM	10 Temmuz 1985	179	032	30 m	%0	7,5,3 (False Color)

Çizelge 2. Uydu görüntülerinin bant özellikleri (USGS, 2020)

Landsat-8 OLI-TIRS	Tayf	Landsat-5 TM	Tayf
Band 4 Red	0.64 - 0.67 μm	Band 3 RED	0.63 - 0.69 μm
Band 6 SWIR 1	1.57 - 1.65 μm	Band 5 SWIR	1.55 - 1.75 μm
Band 7 SWIR 2	2.11 - 2.29 μm	Band 7 SWIR	2.08 - 2.35 μm

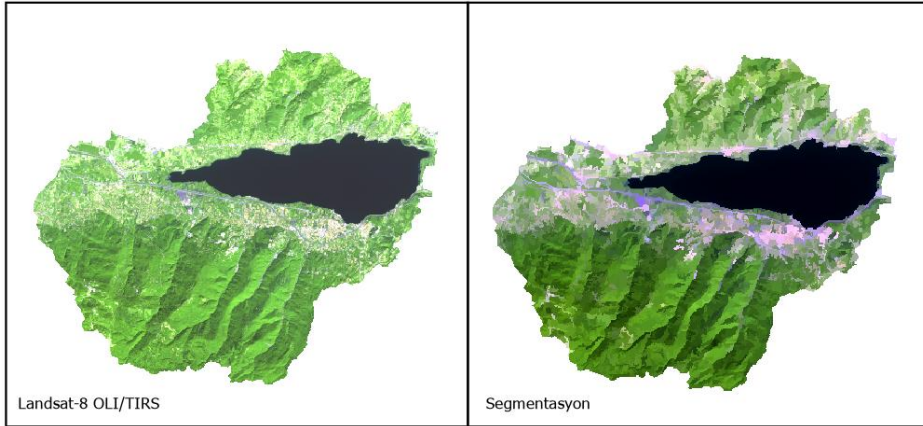
Kaynak: (USGS, 2020)

Son yıllarda segmentlere ayırmaya dayalı nesneye yönelik sınıflandırma, uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) veritabanları için arazi sınıflandırma haritaları üretme yöntemleri olarak oldukça ilgi görmektedir (Geneletti ve Gorte, 2003; Moeller, 2000; Son vd., 2015; Weih ve Riggan, 2010). Bu segmentasyon tekniği üç sınıfa ayrılabilir: (1) karakteristik özellik kümeleme, (2) kenar algılama ve (3) bölge çıkarma (Fu ve Mui, 1981). Görüntünün segmentasyonu, arazide karşılık gelen nesnelere farklı bölümlere ayırmak anlamına gelir. Nesnelere kullanıcının sınıflandırmayı düşündüğü herhangi bir gerçek arazi birimidir (yerleşme, arazi örtüsü, jeolojik birim, vb.). Nesne tabanlı sınıflandırma, bir görüntü içindeki uygun bölümleri belirlemek ve tanımlamak için hem spektral bilgidir (piksellerin yansıma değerleri) hem de mekânsal bilgidir (boyut, şekil ve diğer piksellere bitişiklik) yararlanır (Blaschke, 2010; Haralick ve Shapiro, 1985; Lillesand, Kiefer ve Chipman, 2015).

Görüntünün segmentlere ayrılmasında üç önemli kriter bulunmaktadır. Bunlar “spektral detay”, “mekânsal detay” ve “minimum segment boyutu” dur. Görüntüdeki objelerin doğru arazi sınıflarına atanması için kriterlere verilecek sayısal değerler önem arz etmektedir. Belirlenecek değerler görüntünün kalitesine, büyüklüğüne ve bant özelliklerine göre değişmektedir. Segmentasyonda atanan bu değerler sınıflandırmanın sonucunu doğrudan etkilemektedir. Nesne tabanlı sınıflandırma için uydu görüntülerine ait segmentasyon örneği Şekil 3'te verilmiştir.

Landsat uydu görüntüleri sekiz arazi örtüsü ve kullanım sınıfına ayrılmıştır. Bu sınıflar orman alanları, yerleşme, tarımsal arazi, bitki örtüsü, su kütleleri, çıplak arazi, bataklık ve yol olarak belirlenmiştir. Sınıfların belirlenmesinden sonraki aşama ise örneklem toplama adıdır. Örneklem toplama adımı kontrollü sınıflandırma ile aynı yaklaşımı içerir. Sahadan toplanan yeterli miktardaki segment örnekleri ilgili arazi sınıflarında kategorize edilmekte ve bir sonraki adım için girdi olarak kullanılmaktadır. Görüntüleri spektral özelliklerine göre sınıflandırmak için Maksimum Likelihood Classifier (MLC) yani en yüksek olasılık sınıflandırıcısı kullanılmıştır.

En yüksek olasılık tekniği, çoğu kullanıcı için, kullanıma hazır olması ve genişletilmiş bir örneklem süreci gerektirmemesi nedeniyle tercih edilen algoritmadır (Mohajane vd., 2018; Pal ve Mather, 2003; Strahler, 1980). Bu olasılık algoritması, bir pikselin belirli bir sınıfa ait olma olasılığına dayanan istatistiksel bir metottur (ERDAS, 1999). Görüntülerin sınıflandırmasından sonra gelen doğruluk değerlendirmesi adımı sınıflandırmanın son sürecidir. Referans görüntüler kullanarak bir noktanın ne derece doğru sınıflandırıldığını belirlemek doğruluk analizlerinde kullanılan yöntemlerden biridir. Bu analiz ArcGIS Pro yazılımında bulunan Rastgele Nokta Atama aracı ile kullanıcıdan bağımsız biçimde belirlenen 300 nokta ile yapılmıştır. Sınıflandırmanın doğruluk analizi genellikle hata matrislerinin değerlendirilmesiyle gerçekleştirilir.



Şekil 3: Landsat uydu görüntüsünün segmentasyonu (a: Landsat 8 ham veri, b: Segmentlere ayrılmış görüntü)

Çizelge 3. Sınıflandırmanın doğruluk analizi matrisi (1985-2020)

Sınıflandırılmış Görüntü	Referans Görüntü										Kappa
	Orman	Yerleşme	Yollar	Tarimsal Arazi	Su Kütlesi	Bataklık Sazlık	Toplam	Kullanıcı Doğruluğu	Kappa		
1985											
Orman	124	0	0	14	0	0	138	0,89			
Yerleşme	0	10	0	0	0	0	10	1			
Yollar	0	0	10	0	0	0	10	1			
Tarimsal Arazi	4	8	0	73	0	1	86	0,84			
Su Kütlesi	0	0	0	1	45	0	46	0,97			
Bataklık-Sazlık	0	0	0	0	3	7	10	0,7			
Toplam	128	18	10	88	48	8	300				
Üretici Doğruluğu	0,96	0,55	1	0,82	0,93	0,87		0,89			
Kappa											0,85
1995											
Orman	121	0	0	9	0	0	131	0,92			
Yerleşme	0	9	0	1	0	0	10	0,9			
Yollar	0	0	8	2	0	0	10	0,8			
Tarimsal Arazi	3	6	0	74	0	0	83	0,89			
Su Kütlesi	0	0	0	0	46	0	46	1			
Bataklık-Sazlık	0	0	0	0	2	8	10	0,8			
Çıplak Alan	0	0	0	0	0	10	10	1			
Toplam	124	15	8	86	48	8	300				
Üretici Doğruluğu	0,97	0,6	1	0,86	0,95	1	0,9	0,92			
Kappa											0,89
2005											
Orman	120	0	0	9	0	0	129	0,93			
Yerleşme	0	12	0	2	0	0	14	0,85			
Yollar	0	0	10	0	0	0	10	1			
Tarimsal Arazi	7	0	0	73	0	2	82	0,89			
Su Kütlesi	0	0	0	0	45	0	45	1			
Bataklık-Sazlık	0	0	0	0	1	9	10	0,9			
Çıplak Alan	1	0	0	0	0	9	10	0,9			
Toplam	128	12	10	84	46	9	300				
Üretici Doğruluğu	0,93	1	1	0,86	0,97	1	0,81	0,92			
Kappa											0,89
2020											
Orman	115	0	0	2	2	0	120	0,95			
Yerleşme	1	21	0	0	0	0	22	0,95			
Yollar	0	0	10	0	0	0	10	1			
Çayır-Mera	2	0	0	8	0	0	10	0,8			
Tarimsal Arazi	4	2	0	1	66	0	73	0,9			
Su Kütlesi	0	0	0	0	45	0	45	1			
Bataklık-Sazlık	0	0	0	0	2	8	10	0,8			
Çıplak Alan	0	1	0	0	1	0	10	0,8			
Toplam	122	24	10	11	69	8	300				
Üretici Doğruluğu	0,94	0,87	1	0,72	0,95	0,95	1	0,88			
Kappa											0,91

Sütunlar referans verilerini ve satırlar sınıflandırılmış verileri temsil eder. Hata matrisine göre, genel sınıflandırma, üreticinin ve kullanıcının doğruluğu hesaplanır. Satır ve sütunlardan elde edilen ağırlıklar Kappa istatistiğine göre 0 ile 1 arasında bir değer olarak hesaplanmaktadır (Chen, 2007; Foody, 2002). Doğruluk analiz için 1985-1995 yıllara ait topoğrafya paftaları ile 2005- 2020 yıllarına ait yüksek çözünürlüklü uydu verileri kullanılmış ve güncel durum arazi çalışmaları ile desteklenmiştir. Çalışmanın doğruluk analizi sonuçları aşağıdaki çizelge 1’de verilmiştir. 1985, 1995, 2005, 2020 yılına ait sınıflandırılmış görüntüler referans kaynak ile karşılaştırılarak kullanıcı, üretici doğruluğu ve Kappa oranı hesaplanmıştır (Çizelge 3). Genel kappa oranları %80 üzerinde olduğu için sınıflandırma kabul edilebilir özelliktedir.

3. Sapanca Gölü Havzası Coğrafi Özellikleri

Marmara Bölgesi içerisinde yer alan Sapanca Gölü Havzası’nın Ardel’in (1960) de ifade etmiş olduğu gibi yapı ve reliefi en iyi bilinen bölgelerden biri olması dolayısıyla araştırma alanımızın doğal ortamı hakkında detaylı bilgilere ulaşmak mümkündür. Havzaların doğal ortam özelliklerinin bilinmesi üzerinde yapılacak olan beşeri faaliyetlerin doğru ve planlı yapılabilmesi için önem arz etmektedir. Havzaların doğal ortam özellikleri dikkate alınmadan yapılan beşeri faaliyetlerin olumsuz sonuçlarına Bakırçay Havzası güzel bir örnektir. Havzanın doğal şartlarına uygun olmayan, yağış ve nem isteği yüksek olan mısır, ayçiçeği, sofralık (Gemlik) türü zeytin dikiminin rasyonel bir kullanım olmadığını belirten Gülersoy (2008) su sıkıntısı çekilen bu havzada Domat tipi zeytin ağaçlarının dikimini ve yoğun mısır ekiminin alternatiflerinin devreye sokulmasını önermektedir. Bu nedenle havzaların doğal ortam özelliklerini bilmek havzanın yanlış arazi kullanımını belirleyebilmek için bir ön koşul olarak ifade edilebilir. Bu bağlamda öncelikle Sapanca Gölü Havzası’nı meydana getiren temel morfolojik unsurlara bakacak olursak güneyde Samanlı Dağlarının doğu kesimi, kuzeyde Kocaeli Platosu ve bu ikisi arasında uzanan ova ve gölden müteşekkil İzmit-Sapanca oluşudur. Havzanın kuzeyi ile güneyi arasında gerek

fiziki (morfoloji, iklim vb) gerekse beşeri faktörler (nüfus, yerleşme vb.) açısından farklılıklar bulunmaktadır.

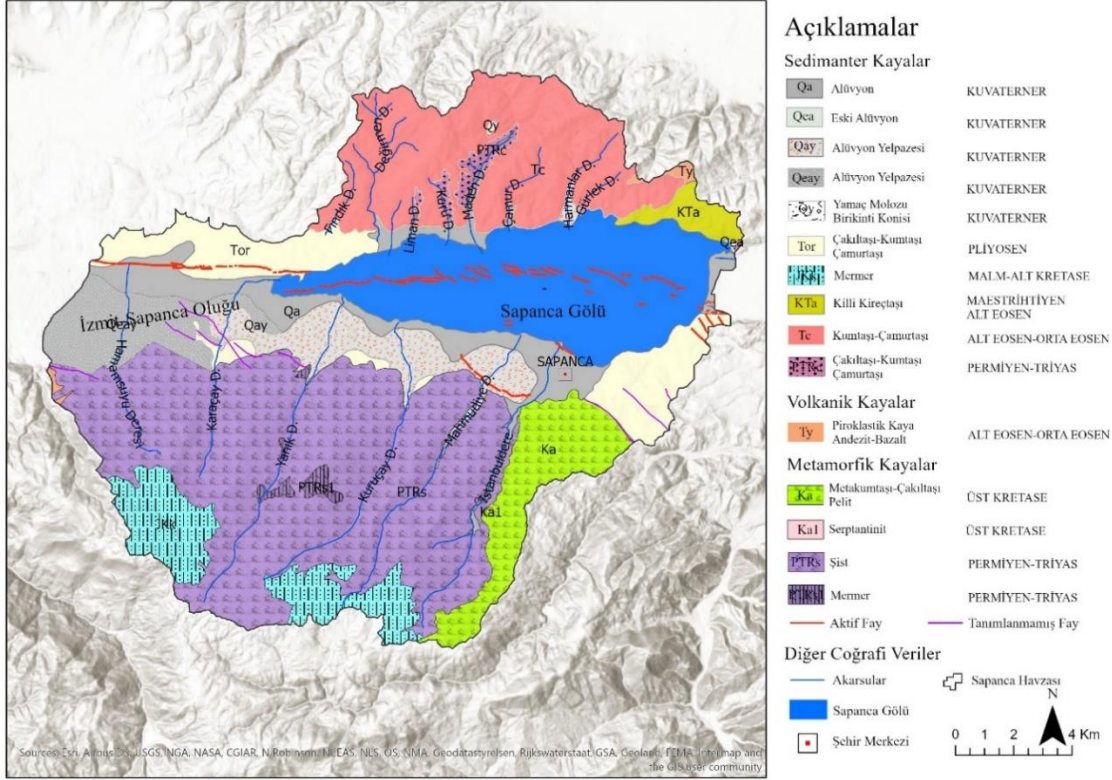
3.1. Fiziki Coğrafya Özellikleri

Araştırma sahası farklı jeolojik zamanlara ait çeşitli formasyonların bir arada bulunduğu ve nispeten karışık bir yapıya sahiptir (Şekil 4). Yapılan araştırmalara göre bölge eski devirlerden başlayarak Üst Kretase sonu ve Eosen boyunca aktif tektonik ve volkanik faaliyetlerle karşı karşıya kalmıştır. Bu faaliyetlerin sonucunda Sapanca Gölü Havzası'nın da içinde yer aldığı Kuzey Anadolu Fay Hattı oluşmuştur. Kuvaterner'de bölgesel tektonik hareketlikler devam ederken, eski Sakarya Nehri ve diğer akarsular Adapazarı Gölü ve Sapanca Gölü boyunca İzmit Körfezi'ne boşalmaktaydı. Sakarya Nehri ve diğer akarsuların taşımış oldukları alüvyon malzemeleri şimdiki Sapanca Gölü ile İzmit Körfezi arasında depolanmış ve zamanla bu ara dolarak İzmit Körfezi, Sapanca ve Adapazarı Gölü'nden ayrılmıştır. Bu zamanda devam eden bölgesel alçalma ve yükselme hareketlerinin de etkisi ile Sapanca ve Adapazarı çukurluğu Sakarya Nehri yatağının olduğu kısımlarda aşındırma yolu ile kuzeye yönelmiş ve bu akarsular Karadeniz yönüne akmaya başlamıştır. Oluşan yeni yatak koşullarında Sakarya ve diğer akarsular taşıdıkları alüvyon malzemeleri Adapazarı çukurluğuna depolamış ve böylece Adapazarı çukurluğu dolarak Sapanca Gölü'nden ayrılmıştır. Bataklık durumundaki Adapazarı Ovası zamanla kuruyarak bugünkü duruma gelmiştir (DSİ, 1984).

Sapanca Gölü Havzası'nda dikkati çeken üç önemli jeomorfolojik unsur bulunmaktadır; kabaca Sapanca Gölü'nün de içinde yer aldığı İzmit-Sapanca Oluğu, bu oluğu kuzeyden kuşatan nispeten alçak tepelerden oluşan Kocaeli Platosu ve oluğu güneyden çevreleyen dik ve yüksek kütlesi ile Samanlı Dağlarının doğu bölümü (Şekil 1). Kocaeli Platosu, Sapanca Gölü'nün kuzeyinde en çok 400 metre, ortalama 100-250 metre arasında değişen yükseklik değerlerine sahip olup doğuya ve kuzeye doğru eğimli bir yüzey oluşturmaktadır. İzmit-Sapanca-Adapazarı koridoru batıdan İzmit Körfezi doğusu, doğudan Adapazarı Ovası batı kenarı ile sınırlanan yaklaşık 60 km. uzunluğa ve 5 km. genişliğe sahip doğu-batı uzanımlı bir tektonik koridordur (Erturaç, 2018). Kuzey kesim oldukça yumuşak bir topografya sunarken güney kesimde ise kuzeye göre oldukça yüksek bir topografya yer alır. Güneyde yükseklik Kel Tepe'de (Kartepe) 1602 metreye kadar yükselir (Dikbaş ve Akyüz, 2010). Kuzeyde ve güneyde çökerek alçalmış bulunan sahalar arasında Samanlı Dağları epirojenik yükselmelerle bugünkü irtifamı alırken aynı zamanda kubbeleştiği anlaşılmaktadır. Son epirojenik hareketler neticesinde esas şeklini alması Neojen sonu topografyada teferruatı tayin eden değişikliklere yol açmış ve bu değişiklikler akarsu şebekesinin oluşumunda etkili olmuştur. Samanlı Dağları ve yakın çevresinin bugünkü topografya şekilleri, morfolojik tekâmülün hâlihazırda devam eden bu son safhasında işlenmiş ve işlenmektedir (Bilgin, 1967).

Sapanca Gölü Havzası ülkemizin en aktif fay hattı olan Kuzey Anadolu Fay (KAF) hattı üzerinde yer almaktadır. Nitekim havzanın morfolojik yapısının oluşmasında bu durum oldukça etkili olmuştur. Araştırma alanın güney kısmını oluşturan Samanlı Dağları, kuzeyindeki İzmit Körfezi grabeni ile güneyindeki İznik depresyonu arasında yükselmiş bir horst durumundadır. Risch, bu horstun, Pliosen sonlarında vuku bulan genç tektonik hareketler neticesinde yükseldiğini belirtmiştir. Sapanca Gölü'nün içinde bulunduğu depresyonun kuzey ve güney kenarları boyunca, kabaca doğu-batı istikametinde iki

fay hattı takip edilmektedir. Gölün kuzey kıyıları boyunca, Eşme'den Beşköprü vadisinin doğusuna kadar uzanmakta olan fay hattı, göl çukurunun derinleşmesinde ve bu kıyıların şekillenmesinde etkili olmuştur. Havza ve çevresinde büyük depremler meydana gelmiştir. İzmit'te, 358, 362, 551, 1692, 1719, 1871, 1949, (Ceylan, 1990) 1999 ve Adapazarı'nda 1894, 1943, 1967, 1999 yıllarında şiddetli depremler meydana gelmiştir.



Şekil 4. Sapanca Gölü Havzası'nın jeolojik özellikleri haritası

Bölgede sık sık depremlerin meydana gelmesi fayların halen aktif olduğunun göstergesidir. En son 17 Ağustos 1999 tarihinde meydana gelen, havza ve çevresinde özellikle İzmit, Adapazarı, Gölcük'te etkisini daha fazla hissettiren depremde binlerce insan hayatını kaybetmiş ve on binlerce bina tahrip olmuştur. Bölge kumlu ve siltli bir jeolojiye sahip olduğundan zemin sıvılaşması olayının gözlemlendiği ve göl su seviyesinin artışında da tektonizmanın etkili olabileceği saptanmıştır. Depremden sonra yamaçlarda ve göl tabanında oluşan yeni pınarların gölü beslediği ve su seviyesine etki ettiği ifade edilmektedir. Bölgede normal şatlarda yüksek olan yeraltı su seviyesi depremle birlikte yerin hareketine bağlı olarak daha da yükselmiştir (Sandalcı, Sümbül ve Saltabaş, 2005).

Morfolojik yapı ve tektonizmanın etkisi ile oluşan ve şekillenen Sapanca Gölü Havzası'nda özellikle göl kıyıları ve yakın çevresinde morfolojik unsurlardan doğru ve verimli şekilde istifade edilmediği ve yanlış arazi kullanımlarının olduğu görülmektedir. Özellikle yerleşim alanlarının ova ve alüvyal vadilerde yoğunlaşması, bazı plato sahalarının tahrip edilmesi gibi özellikler havzada doğal ve beşeri unsurlar arasındaki ilişkinin önemini göstermektedir. Jeomorfolojik birimler ve mekân kullanımı arasındaki ilişkilerdeki karmaşık yapı sonucu deprem tehlikesi, gölün kirlenmesi, seviye değişimleri, morfolojik ve hidrografik yapının değişmesi, verimli tarım alanlarının kaybedilmesi ve morfolojik

çalışmalardan biri de Ustaoglu (2018) tarafından yapılmıştır. Bu çalışma sonuçlarına göre Sapanca'da en soğuk ay Ocak, en sıcak ay ise Temmuz olup Ocak ayı ortalama sıcaklık 5,4 °C iken Temmuz ayı ortalama sıcaklık ise 23,4 °C tür. Yıllık ortalama sıcaklık ise 14-15 °C olup "Marmara Bölgesi Termik Rejim Tipi" görülmektedir. Aylık ortalama minimum değerlerin her zaman 0°C'nin üzerinde olduğu ilçede en düşük ortalama minimum değer 2° C ile 4°C arasında değişkenlik göstermektedir. Sapanca'da en yüksek sıcaklık değeri 40°C (22.08.1977)'ye ulaşırken, en düşük sıcaklık değeri ise -12°C (22.02.1985) olarak ölçülmüştür.

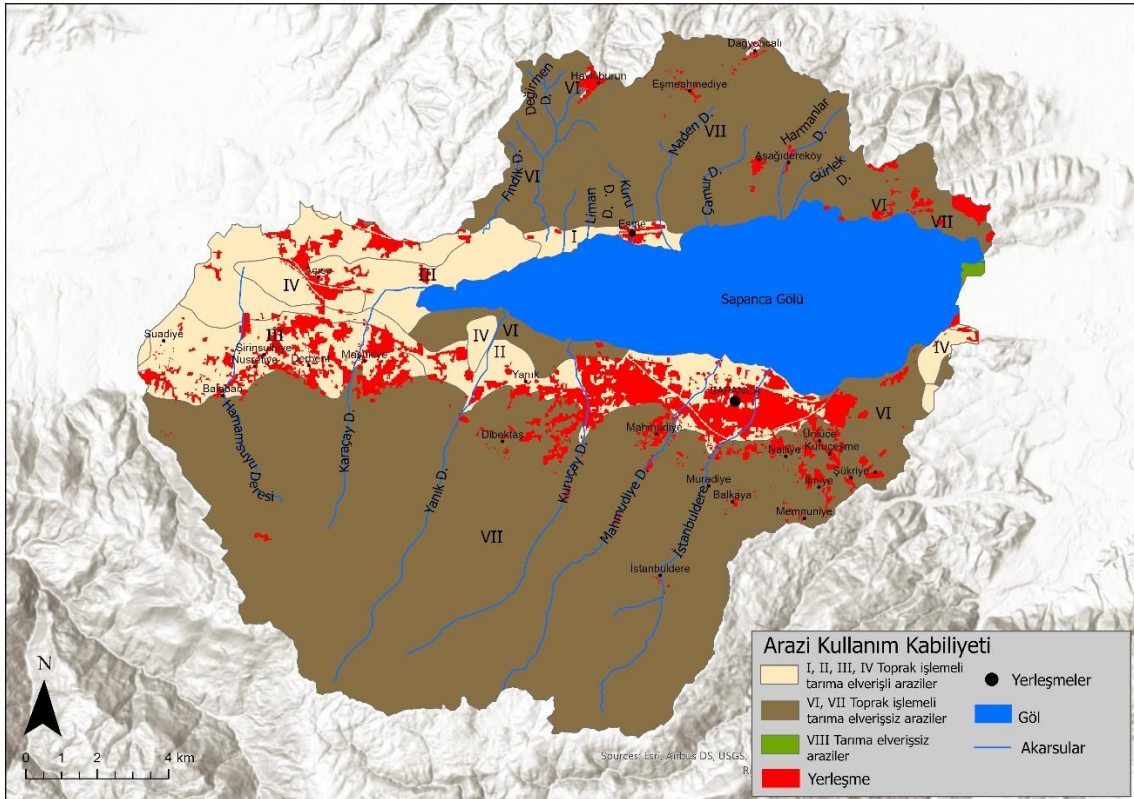
Sapanca'da kuzey, batı ve kuzeybatı yönlerden esen rüzgârların etkisi görülmektedir. 1970-2018 yıllarına ait 48 yıllık meteoroloji verilerine bakıldığında yıllık ortalama rüzgar hızı Sapanca'da 2,3 m/sn olup yıl boyunca nispeten düzenlidir. Yıllık buharlaşma tutarı 745,7 mm olup bu tutar Ocak ayında 20 mm iken Temmuz ayında 109,4 mm'ye ulaşmaktadır. Sıcaklığın yükseldiği, bulutluluğun azaldığı, sıcak ve kuru hava kütlelerinin etkin olduğu yaz aylarında ortalama bağıl nem %73,7 olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama yağış tutarı 890,2 mm. olup Ekim ayından itibaren hızlı bir artış gösteren yağış miktarları en yüksek değerlerini Aralık, en düşük değerlerini Eylül ayında alır. En yağışlı mevsim kış, en az yağışlı mevsim yazdır. Araştırma sahasımız ile ilgili olarak Koçman (1993), Ceylan (1990) Özgür (1996), Güler'in (1999) yapmış olduğu çalışmaları incelediğimizde de Sapanca Gölü Havzası'nda sıcaklık koşulları bakımından her mevsim insan yaşamı açısından uygun bir ortamın olduğu görülmektedir. Kışlar çok soğuk geçmediği gibi yazları da çok kurak geçmez. Sapanca Gölü kıyılarından Samanlı Dağları'nın yüksek kesimlerine doğru çıktıkça yaz sıcaklıklarının etkisi de azalmaktadır. O nedenle yaz aylarında Samanlı Dağlarının dere kenarları ve piknik alanları günübirlik ziyaretçiler ile dolup taşmaktadır. Gölün kirlenmesi yönünden yağış rejimini değerlendirecek olursak kritik devreler, kurak devrelerdir. Ayrıca kışın kar yağışlarının az olması da havzanın hidrografik yapısında sorunlara yol açmaktadır. Dolayısı ile bu dönemlerde gerekli önlemler alınmaz ise gölün içme suyu olarak kullanımı ile ilgili ciddi sorunlar ortaya çıkabilir.

Sapanca Gölü kuzey ve güneydeki dağlardan inen küçük dereler ve göl dibinden çıkan kaynak suları ile beslenmektedir (Şekil 5). Gölü besleyen sular arasında güney kıyısında; Karaçay, Yanık, Kurtköy (Kuruçay), Mahmudiye, İstanbul ve Keçi dereleri; kuzey kıyısında ise Balıkhane, Çifteçınar, Tuzla, Fındık, Eşme, Maden, Harmanlar, Aygır ve Arifiye dereleri yer almaktadır. Sapanca Gölü'ne inen derelerde akım miktarı kışın yağışlı zamanlarda fazladır. Yazın ise akış çok zayıflar. Göle gelen derelerin debileri çok düşük olup bir kısmı yaz aylarında kurumaktadır. Göl daha ziyade tabandan beslenmektedir. Göle karışan derelerden bazılarının uzunlukları ise şöyledir; Keçi Deresi; 4,3 km., İstanbul Deresi; 12,8 km., Mahmudiye Deresi; 12,4 km., Kuruçay Deresi; 11,8 km, Balıkhane Deresi; 8,8 km., Maden Deresi; 5,2 km., Arifiye Deresi; 5 km. Sapanca Gölü'nün drenaj alanı 311 km², yağış alanı 251 km², yüzey alanı ise 45,8 km²'dir. Göl çevresi 39 km uzunluğunda olup 26 km'si Sakarya ili, 13 km'si Kocaeli ili sınırları içerisindedir. Sakarya ili doğu uç tarafında ve göle 5 km mesafededir. İzmit körfezi ise batı uç tarafında ve 20 km mesafededir. Gölün denizden yüksekliği 30 metre, derinliği ise 52 metredir. Göl, batı ucundaki düzlükten Balıkhane deresi ile beslenirken doğu ucundaki düzlükten de Çark deresi ile sularını Sakarya nehrine boşaltır (ADASU, 2010). Sapanca Gölü'nün Adapazarı ve Kocaeli illerinde yaşayan yaklaşık 800 bin kişinin içme suyu kaynağı (Köklü ve Özer, 2018) olduğu ve

gerek havzada gerek havza çevresinde nüfusun hızla arttığı düşünülürse göl ve gölü besleyen derelerin önemi daha iyi anlaşılacaktır.

Sapanca Gölü Havzası'nın toprak haritası incelendiğinde gölün hemen güneyinde kolüvyal topraklar görülmekte iken havza genelinde ise kireçsiz kahverengi orman toprağı hâkimdir. Gölün kuzeydoğusu Çark Deresi vasıtası ile Adapazarı Ovası'na açılmakta olup bu bölgede kısmen alüvyal topraklar görülmektedir (Karakuzulu ve Arıcı, 2018). Sapanca Gölü Havzası arazi kabiliyet sınıflarına göre genel olarak değerlendirildiğinde Samanlı Dağları ile Kocaeli Pennepleninin arasında kalan arazi VI ve VII. sınıf toprak grupları ile kaplı iken Sapanca Gölü'nün güneyindeki göl ve dağlık kütle arasındaki kalan bölgede II. sınıf topraklar dikkat çekmektedir (Ustaoglu ve Koç, 2018). Günümüzde yerleşmenin en yoğun olduğu alan II. sınıf toprak gruplarının yer aldığı alanlardır. Yerleşim alanlarının %44,4'ü ikinci sınıf, %20,2'si ise III. sınıf tarım arazileri üzerinde yer almaktadır (Şekil 6). Özellikle Sapanca ilçesi ve yakın çevresindeki tarım alanlarının büyük bir kısmının yerleşim alanına dönüştüğü görülmektedir.

Havza sahip olduğu nemli iklim koşulları dolayısıyla genel olarak nemli ormanların yayılış sahası içerisinde değerlendirilmektedir. Tahrip edilmedikleri yerde hemen kıyı gerisinden başlayan nemli ormanlar yoğun bir şekilde dağlık alanların bütün kuzey yüzlerini kaplar ve çoğunlukla zirvelerden güney yüzü aşmaktadır (Güngördü, 1985). Zamanında havzanın tamamında ve hatta gölün hemen kıyısından başlayan gür bir orman topluluğunun bulunduğunu, önceki yüzyıllarda bu bölgede incelemeler yapmış olan araştırmacıların eserlerinde de görülmektedir.



Şekil 6. Sapanca Gölü Havzası arazi kullanım kabiliyeti sınıfları haritası

1860 yılında bölgede incelemeler yapmış olan Fransız seyyah George Perrot; bugün kısmen maki ile örtülü kısmen de doğal bitki örtüsünün tamamıyla kalkmış olduğu Sapanca Gölü güneydoğusundaki tepelerin “sık ve karanlık orman” ile örtülü bulunduğunu yazmaktadır. 1840-1845 seneleri arasında Sapanca Gölü çevresinde de etütler yapmış olan P. de Tchithatcheff ise gölün batısındaki sahanın zengin bir bitki örtüsü ile kaplı olduğunu kaydetmektedir. Bugün sınırları Sapanca Gölü çevresinden iyice uzaklaşmış bulunan orman örtüsünün XVII. asırda bir “ağaç denizi” halinde göl etrafını çevrelemekte olduğunu Katip Çelebi de ifade etmiştir. 1821-1829 seneleri arasında bölgeden geçmiş olan V. Fontanier de aynı hususları teyit etmektedir (İnandık, 1958). Bilgin (1967) inceleme bölgesinde nemli ormanlar sahasının tespitinde ağaç olarak birinci derecede kayın (*Fagus Orientalis*), ikinci derecede sapsız meşe (*Ouercus dschorochensis*), kestane (*Castanea sativa*) ile bu ağaç cinsleri içinde dağınık olarak bulunan Akçaağaç (*Acer campestre*), adi gürgen (*Carpinus Betulus*), titrek kavak (*Populus Tremula*), kızılağaç (*Alnus glutinosa*) ve ıhlamur (*Tillia tomentosa*); ağaççık olarak en yaygın türlerden, fındık (*Corylus avellana*), kızılçık (*Cornus mas*), ayı üzümü (*vaccinium arctostaphylos*), taflan (*prunus laurocerasus*) ve orman altı olarak orman gülü (*rhododendron*) ve çoban püskülünün (*ilex aquifolium*) yayılış alanlarını esas almıştır. Hızla artan nüfus, bölgedeki bitki-toprak-su-hava dengesinin önemli ölçüde bozulmasına neden olmuştur. Sapanca Gölü havzasında yoğun yeşil bitki örtüsüne sahip olan alanlar orta ve düşük yoğunluklu yeşil bitki örtüsü halini almıştır (İkiel ve Koç, 2015). Özellikle yükseltinin azaldığı yerlerde bu değişimde beşeri faktörlerin etkisinin fazla olduğu görülmektedir (Koç, 2018). Son yıllardaki havzaya Arap turistlerin ilgisinin artması ile birlikte tatil konutları ve turistik tesis yapımının hız kazanması havzadaki bitki örtüsünün niceliğini ve niteliğini de hızla değiştirmektedir.

3.2. Beşeri ve Ekonomik Coğrafya Özellikleri

Yeryüzünde doğal ortamın hızla bozulmasına yol açan en önemli etken beşeri ve ekonomik faaliyetleridir. Doğal ortamda nüfusun hızla artması, beşeri ve ekonomik faaliyetleri de arttırarak doğal kaynakların bozulmasına ve tükenmesine yol açmaktadır. Sapanca Gölü Havzası’nda yüzyıllardır beşeri ve ekonomik faaliyetlerde bulunulmasına rağmen bu faaliyetlerin 1990’lı yıllardan itibaren havzanın doğal yapı ve dengesini daha fazla bozucu nitelikte olduğu görülmektedir. Özellikle İstanbul-Ankara otoyolunun gölün güneyinden geçmesi ile birlikte beşeri ve ekonomik faaliyetlerin mekânsal görünüm üzerindeki etkisi oldukça belirgin bir biçimde artmıştır (Şekil 7). Otoyol Sapanca Gölü Havzası’nın kaderinde bir dönüm noktası olmuş, bu tarihten sonra havza yoğun nüfus ve yerleşme baskısı ile karşı karşıya kalmıştır.

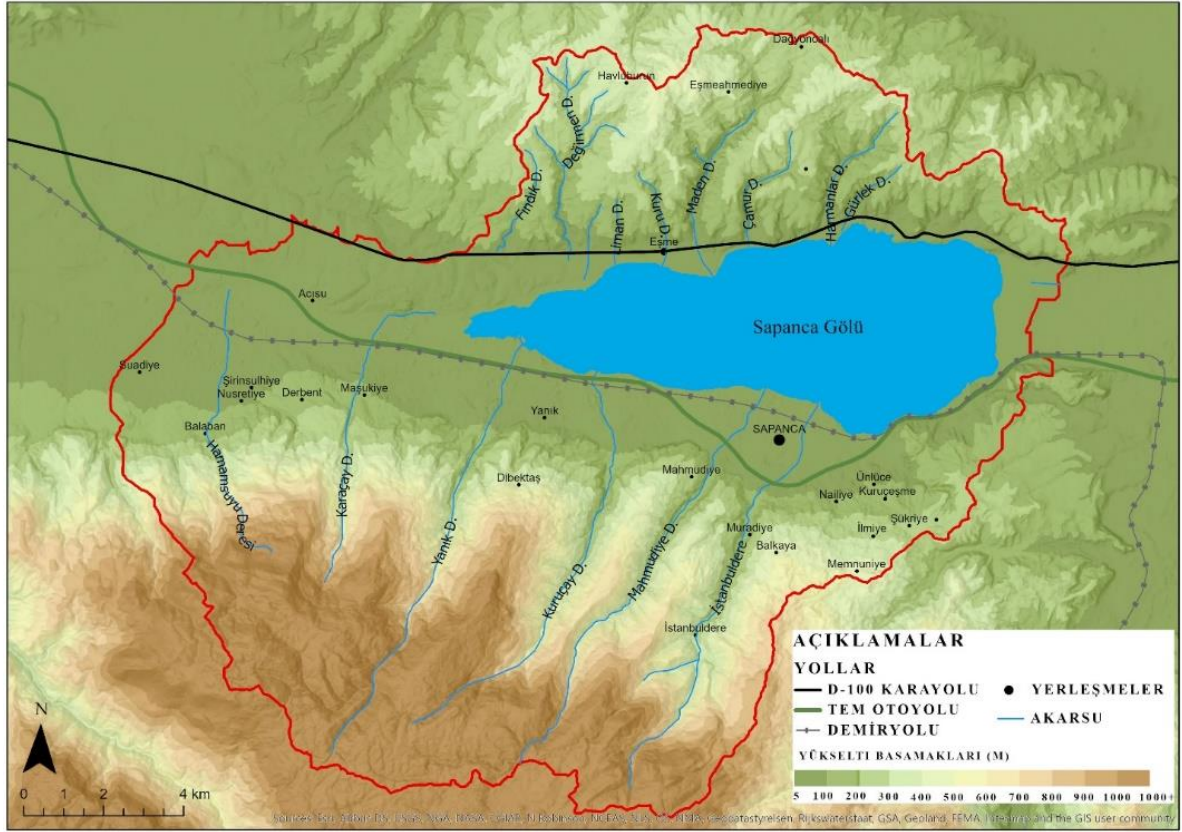
Nüfus bir havzanın sürdürülebilir yönetiminde bilinmesi gereken en önemli beşeri unsurlardan biridir. Lakin havzaların idari sınırların ötesinde kendi doğal sınırları olduğundan yıllar içinde nüfusun doğru bir şekilde takip edilmesi zorlaşmaktadır. Bu nedenle havzalarda nüfus artışının doğru tespit edilmesi ve izlenilmesi için havzanın idari yapısındaki değişiklikleri iyi takip etmek gerekir. 1954 yılında Sakarya’nın il statüsü kazanması ile birlikte havza sınırları içerisinde Kocaeli ile birlikte iki il teşekkül etmiştir. İlçe bazında ise 2008 yılında yapılan yasal değişiklikler sonrasında havzanın idari yönetiminde büyük değişimler yaşanmıştır. Kartepe, Serdivan ve Arifiye ilçe statüsü kazanırken, belde hüviyetinde olan Kırkpınar ve Kurtköy Sapanca ilçesine, Maşukiye ve Eşme ise Kartepe ilçesine bağlanmıştır. Havzada geçmişten günümüze gerek doğal sınırlar gerekse idari olarak en tutarlı ve de

havzanın genel karakterini yansıtmaması bakımından yegâne yerleşim Sapanca'dır. Bithinya, Bizans, Anadolu Selçuklu ve Osmanlı Devletleri zamanından beri belirli bir nüfus barından Sapanca asıl büyük gelişimini ise Cumhuriyet döneminde yaşamıştır. 1990'lı yıllara kadar küçük ve şirin Anadolu kasabası karakterinde olan Sapanca, otoyolun geçmesi ile birlikte büyük ölçüde değişmiştir.

Sapanca nüfusunu 1935'ten 2010'a 10 kattan fazla büyütürken, bu dönem içerisinde salt havza nüfusu ise yaklaşık 5 kat bir büyüme gerçekleştirmiştir. Her ne kadar havza için kısmen de olsa olumlu gözükürken bu tablo havzanın önemli bir bölümünün dağlık ve yerleşime uygun olmadığı gerçeği göz önüne alındığında bize aksini göstermektedir. Kaldı ki havza içerisinde yerleşim açısından uygun olan yerlerin de yine aynı şekilde 10 kattan fazla büyüme gösterdiği görülmektedir (Kaçmaz, 2010). Sapanca Gölü Havzası'ndaki nüfus artışını ülke ortalaması ve benzer niteliklere sahip havzalar ile karşılaştırdığımızda oldukça ilginç sonuçlar ortaya çıkmaktadır. 1935-2000 yılları arasında Türkiye nüfusu yaklaşık 4,2 kat artış gösterirken, havzanın yakınında ve yine aynı bölge içerisinde yer alan İznik Gölü Havzası 2,08 (Akbulak, 2005) kat artış göstermiştir. Aynı dönem içerisinde araştırma sahamız ise 4,65 kat artış göstererek, Türkiye ortalamasının üzerine çıktığı gibi İznik Gölü Havzası ortalamasından iki kat daha fazla artış göstermiştir.

Sapanca Gölü Havzası'nda nüfus dağılımında etkili olan en önemli faktörler topografya ve ulaşım'dır. 2000 yılı nüfus verileri göz önüne alınarak havzanın nüfus yoğunluğu hesaplandığında kilometrekare başına yaklaşık 196 kişinin düştüğü görülmektedir. Bu oran ülke ortalaması ve benzer doğal ortam özelliklerine sahip havzalara göre değerlendirildiğinde oldukça yüksektir. Nitekim 2000 yılı verilerine göre ülke ortalaması 88 iken Marmara Bölgesi'nde 258, benzer doğal ortam özelliklerine sahip ve yine Marmara Bölgesi içerisinde yer alan İznik Gölü Havzası'nda ise nüfus yoğunluğu 105 kişi olarak hesaplanmıştır (Akbulak, 2005). Havzanın nüfus yoğunluğu Türkiye ortalamasının 2 kat üzerinde olduğu gibi, İznik Gölü Havza'sı nüfus yoğunluğunun da oldukça üzerindedir.

Sapanca Gölü Havzası'nın 2019 yılı nüfus yoğunluğu ise km²'de 250 kişidir. Dolayısıyla Sapanca Gölü Havzası'nın, özellikle su havzaları içerisinde, ülkemizin nüfus yoğunluğu bakımından yoğun havzalarından biri olduğu görülmektedir. Sapanca Gölü Havzası'nın günümüzdeki nüfus yoğunluk analizi sonuçlarına göre yoğunluğun Sapanca ilçe merkezinde km² 1500 kişiye kadar çıktığı görülmektedir. Sapanca ilçe merkezine yakın mahalle ve köyler olan Mahmudiye (623), İlmiye (596), Kuruçeşme (888), Ünlüce'de (1112) nüfus yoğunluğu daha fazla iken Maşukiye (668), Derbent (798) ve Acısu'da (496) da nüfusun yoğun olduğu dikkati çekmektedir (Şekil 8). Doğal ortam özellikleri ve tatlı su kaynağı olarak Sapanca Gölü Havzası'nın başta Adapazarı şehri olmak üzere, bölge ve ülke açısından önemi düşünüldüğünde havzada yer alan diğer yerleşmelerin nüfus yoğunluklarının da havzanın geleceğini tehdit edecek şekilde hızla arttığını söylemek mümkündür. Nüfus artışı ile birlikte havzanın doğal ortam özellikleri bozulduğu gibi su kaynakları da tüketilmekte ve kirletilmektedir. Aşırı tüketime kuraklık da eklendiğinde Sapanca Gölü su seviyesi kritik eşiğe yaklaşmış ve göl kıyı çizgisinde değişim yaşanmıştır (Hürriyet, 2020).



Şekil 7. Sapanca Gölü Havzası ulaşım ağı haritası

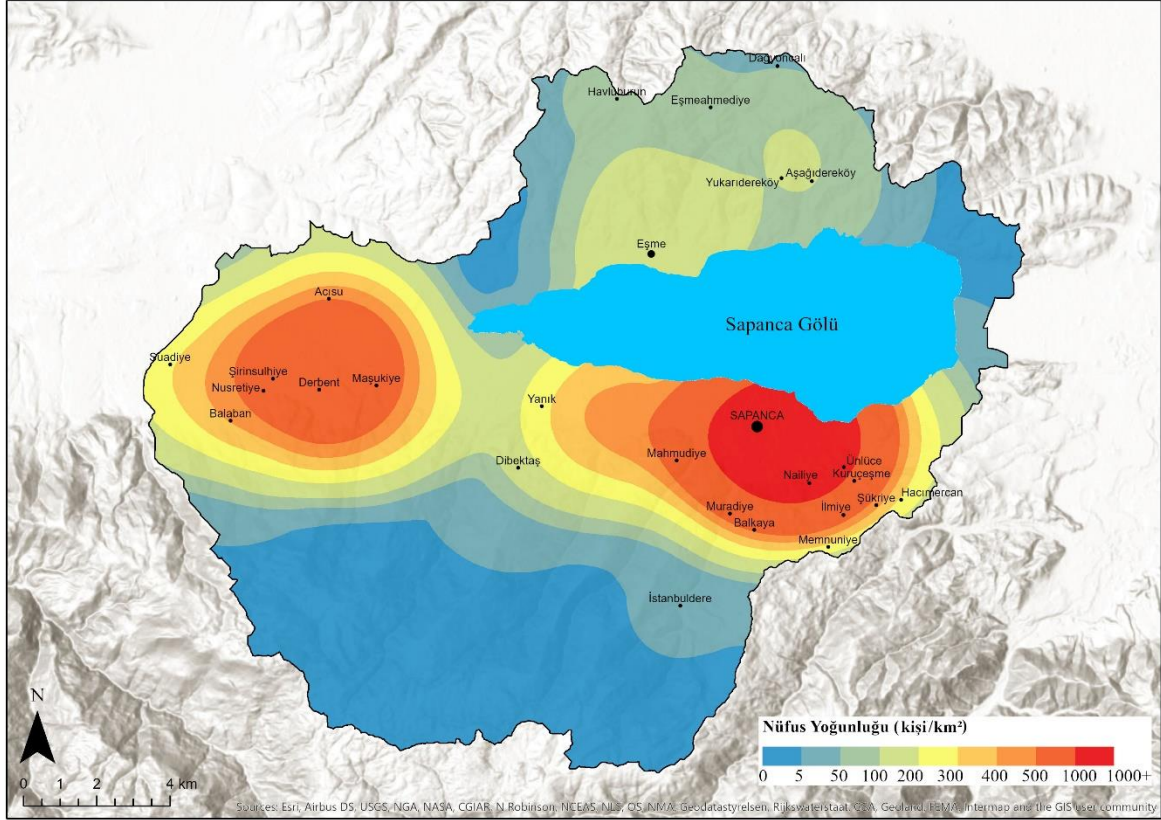
Ayrıca havzanın son 50 yıllık gelişiminde kırsal nüfustan ziyade şehirselleşme ön plana çıkmaktadır. Havza yerleşmelerinde idari açıdan değişikliklerin olması nüfusun kır ya da şehir nüfusu olarak dağılımında etkili olmuştur. Örneğin Dibektaş, Dilekli ve Güldibi yerleşmeleri önceleri bir köy yerleşmesi iken 2000'li yıllardan itibaren Sapanca'nın mahalleleri haline gelmiştir. Özellikle Kırkpınar ve Kurtköy'ün 2008 yılında belediyeleri fesih edilerek Sapanca'nın mahalleleri haline gelmesi ile birlikte bu değişim şehir nüfusu lehine önemli ölçüde belirginleşmiştir. Adrese dayalı nüfus kayıt sistemine göre 2007 ve 2008 yılı istatistiklerini incelediğimizde bu değişim açıkça ortaya çıkmaktadır. 2007 yılında Sapanca şehir nüfusu 23202 iken 2008 yılında belediye teşkilatlarında yapılan değişiklik sonucu 31535'e yükselmiştir. Buna karşın kır nüfusu ise 12349'dan 5381'e düşmüştür. 2014 yılından sonra ise havza içerisinde yer alan yerleşmelerin tümü mahalle olarak Sapanca, Kartepe, Serdivan ve Arifiye ilçelerine bağlı olduklarından havza içerisindeki tüm nüfus şehir nüfusu olarak değerlendirilmektedir. Havzanın belirli kesimlerinde tarımsal faaliyetler devam etmekte ise de havza geneli ve gelişimi dikkate alındığında tarım ve kırsal nüfus diğer ekonomik faaliyetler ve şehirselleşme karşısında giderek önemsizleşmiştir.

Sapanca Gölü Havzası coğrafi özellikleri nedeni ile uzun yıllardır göç alan havzalardan biridir. Havza esas itibarıyla Doğu Karadeniz, Kafkaslar ve Balkanlar'dan göç almıştır. Sapanca'da ikamet eden bireylerin nüfusa kayıtlı olduğu şehirler incelendiğinde Sapanca'nın Doğu Karadeniz ve Doğu Anadolu'dan da göç aldığı dikkati çekmektedir. Son yıllarda ise Sapanca Gölü Havzası'nın turizm açısından daha fazla önem kazanması ile birlikte göçlerin özelliklerinde de önemli değişiklikler

görülmektedir. Son yıllarda havzanın Arap turistlerin de ilgisini çekmesi ile tanınırlığı uluslararası düzeye taşınmıştır.

Bir havzada nüfusun ardından üzerinde dikkat ile durulması gereken diğer bir unsur da yerleşmelerdir. Yerleşmeler idari coğrafya konuları içerisinde de yer almaktadır, idari coğrafya hem coğrafi bilimler içerisinde önemli bir yer teşkil ederken hem de yönetim bilimleri ilişkisi nedeniyle (Özçağlar, 2005) havzalar için de önemlidir. Yerleşmeler insanların yaşadıkları konutların bir araya gelmesinden oluşmuş bir bütündür. İnsan ile yerleşme aynı düzey üzerindedir, ikisinden birinin yokluğu diğerinin yokluğu anlamını taşır. Yerleşme sosyo-biyolojik alanda belirli bir düzeye ulaşabilmiş insan topluluklarının vazgeçemeyecekleri bir gereksinimdir (Tunçdilek, 1986). Yeryüzünde yerleşilmiş mekânın tümü fonksiyona göre kullanım alanları halinde örgütlenmişlerdir. İnsanlar fiziki çevreyi farklı yollar ile değişime uğratsalar da doğal coğrafi görünümün kültürel coğrafi görünüme dönüştürülmesi, en dramatik şekilde insanların yerleştikleri yerlerde görülmüştür. Bu yüzden de yerleşmeler beşeri coğrafyanın en merkezi kısmını oluştururlar (Tümertekin ve Özgüç, 2016). Yerleşme coğrafyası ise yerleşmelerin konumlarını, yoğunluklarını, büyüklüklerini, yerleşme planını, fonksiyonlarını ve kökenlerini araştırır. Yerleşme coğrafyası özellikleri ile kültürel görünümün esasını meydana getirmektedirler. “Beşeri toplumlar zaman ve mekân içinde yaşadıkları ökümenin koşullarına ve cazibelerine farklı reaksiyon gösterirler” (Denker, 1977). Denker’in bu ifadesinin havza içerisinde yansımalarına bakacak olursak havzada tarım, hayvancılık ve ormancılık ile başlayan söz konusu serüven günümüzde turizm ve ticaret olarak devam etmektedir. Yerleşmeler gerek yerel gerek ulusal ve hatta küresel ölçekte çevresinde meydana gelen gelişmelerden hızlı bir şekilde etkilenmektedir.

Sapanca Gölü Havzası 2008 yılında yapılan idari değişiklikler neticesinde Sapanca, Kartepe, Serdivan ve Arifiye olmak üzere 4 farklı ilçenin sınırlar içerisinde yer almaktadır. Sapanca Gölü Havzası'nın büyük bir bölümünün dağlık ve engebeli olması havza içerisinde yerleşime uygun alanları kısıtlamıştır. Havza içerisinde gelişim göstermiş en önemli şehir yerleşmesi Sapanca'dır. Kuzeyinde Sapanca Gölü, güneyinde Samanlı Dağları yer almasından dolayı doğu-batı istikametinde gelişim gösteren Sapanca, çevresindeki kır yerleşmeleri için de bir merkez konumundadır (Döker, 2018). Sapanca ile ilgili tarihi belgeler incelendiğinde (1574, 1703, 1723, 1730, 1734 ve 1773) Sapanca'nın hukuki yapısının şehir niteliği taşıdığı ile ilgili bilgiler olsa da 1761 tarihli bir defterde Sapanca'nın köy olduğunu ifade eden ve önceki bilgileri kökten sarsan ifadeler de bulunmaktadır. 19. yüzyılda ise Sapanca'nın köy olduğuna dair çok sayıda belge bulunmakla birlikte bazı belgelerden Sapanca için Ada ifadesi kullanılması Sapanca'nın Osmanlı döneminde zaman zaman merkez kabul edildiğinin bir göstergesidir (Öztürk, 2018).



Şekil 8. Sapanca Gölü Havzası nüfus yoğunluğu haritası (TÜİK, 2019 verilerinden yararlanarak kernel yoğunluk analiz formülü ile elde edilmiştir)

Sapanca ilçesinin Fevziye, Akçay ve İkramiye köyleri dışında diğer tüm köyleri ile ilçe idari merkezi havza sınırları içerisine yer alırken, Kartepe, Serdivan ve Arifiye'nin merkezleri de dâhil olmak üzere büyük bir kesimi havza dışında yer almaktadır. Arifiye'nin havza sınırları içerisinde önemli bir etkinliği bulunmaz iken, Serdivan'a bağlı Aşağıdereköy, Yukarıdereköy köyleri ile bazı mahalleleri havza sınırları içerisine girmektedir. Kartepe'nin ise 2008 öncesi belde merkezi olan ancak günümüzde mahalle olarak Kartepe'ye bağlanan Maşukiye ve Eşme ile birlikte köy yerleşmesi olan Avluburun havza sınırları içerisine girmektedir. Sapanca Gölü Havzasında kırsal yerleşmelerin zamanla şehir sınırları içerisinde kalarak kırsal niteliğini kaybettiği görülmekte ve bu süreç hızlı bir şekilde devam etmektedir. Havzada görülen bu durum Garnier ve Chabot'un şu cümleleri ile açık bir şekilde örtüşmektedir; *"büyük şehirlerin yakınındaki kırsal alanlar ölüyorlar"* (Tümertekin, 1973).

Havzada yer alan nüfusun ekonomik faaliyetleri de havzanın geleceğini tayin eden önemli hususlardan biridir. Günümüzde Sapanca Gölü Havzası'nda ekonominin temelini turizm, sanayi ve ticaret ve kısmen de tarım teşkil etmektedir. Önceki yıllarda önemli bir ekonomik faaliyet olarak görülen tarımın etkisi günümüzde giderek azalmakta, buna karşın turizm faaliyetleri yoğunluk kazanmaktadır. Özellikle 2000'li yılların başından itibaren hızlanan bu süreçte bazı ulusal markaların büyük turizm tesisleri yatırımları yapması havza ekonomisinde turizmin ağırlığının daha fazla hissedilmesini sağlamıştır. Nitekim bu yatırımlar nispeten daha küçük yatırımları da teşvik etmiş başta hizmet ve tarım sektörü açısından yeni ve farklı ekonomik olanaklar sağlamıştır. Havzanın doğal coğrafi özellikleri

ekonomisini de doğrudan etkilemektedir. Havzada su dolmuş tesislerinin, çiçek seralarının, kereste fabrikalarının ve de marangoz atölyelerinin çokluğu doğal ortamın ekonomi üzerinde etkisine örnek teşkil eder. Havza ekonomisinin gelişmesini sağlayan bu faaliyetler doğa üzerinde büyük tahribat oluşturmaktadır. Dolayısı ile doğal kaynaklar üzerinde sürdürülebilir ekonomik modeller uygulanmadığı takdirde kaynakların hızla tükenebileceği akıldan çıkarılmamalıdır.

Sapanca Gölü Havzası turizm bakımından ülkemizin en önemli göl havzalarından biridir. Büyükşehirlere yakınlık, ulaşım kolaylığı, doğal güzellikleri ve dört mevsim turizm faaliyetlerine ev sahipliği yapabilme kapasitesinden dolayı turizm çekiciliği yüksektir. Havza içerisinde gerek göl, gerekse doğa ile ilgili spor ve aktiviteler yapılmaktadır. Hafta sonları için piknik, trekking, yüzme, fotoğraf çekme vb. aktiviteler yapılmakla birlikte kış turizmi açısından havzanın güneybatısında yer alan Kartepe'de yer alan tesisler günlük ve uzun süreli konaklamalara imkan tanımaktadır. Ayrıca son yıllarda havzada büyük şirketlerin yaptığı yatırımlar ile sağlık turizmi de önem kazanmaktadır. Sapanca'da gölün hemen kıyısında yer alan Richmond Oteli ile İzmit yolu üzerinde yer alan Güral Sapanca ve çok yakın zamanda açılan Elite World Sapanca tesisleri bu alanda hizmet veren önemli tesislerdir. Bu tesisler yıl içerisinde önemli kongre, konferans ve toplantılara ev sahipliği yaptığı gibi, büyük firmaların çeşitli etkinliklerine de imkân tanımaktadır. Aynı anda çok sayıda organizasyona ev sahipliği yapma kapasitesine sahip olan bu tesisler havza ekonomisi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu büyük turizm tesisleri dışında havzada çok sayıda konaklama tesisi bulunmaktadır. Genellikle Sapanca, Kırkpınar ve Maşukiye'de toplanma eğilimi gösteren bu tesisler yıl boyu faaliyette olup havza turizmine katkıda bulunmaktadır. Havza kültür turizmi ile öne çıkmaya başlıca sivil ve dini mimari örneklerinden Yanık Ertekinler Evi, Cedid Camii, Hasan Fehmi Paşa Camii, Rahime Sultan Camii havza içerisindeki önemli eserler olarak ziyaretçi çekmektedir (Turgay ve Buyruk, 2018). Ayrıca Sapanca Gölü Havzası'nda yapılan ulusal ve ulusal etkinlikler de turizmin gelişmesinde önemli bir etkidir. Sapanca'da yapılan ulusal ve uluslararası etkinliklerden bazıları şu şekildedir; Sapanca Halk Koşusu, Sapanca Kırkpınar El Sanatları Festivali, Yemek Yarışması, Kırkpınar Sanat Akşamları, Geleneksel Yanık Köyü Şenlikleri, Mahalli Sayder At Yarışları, Türkiye Kürek Şampiyonaları, Uluslararası Sapanca Şiir Akşamları, Sapanca Gölü Sazan Balığı Tutma Yarışması (Sakarya İl Kültür Turizm Müdürlüğü, 2018).

Sapanca Gölü Havzası ülkemizin ekonomik olarak en gelişmiş bölgesi olan Marmara Bölgesi sınırları içinde yer almasına rağmen sanayi bakımından çok fazla gelişmediği ifade edilebilir. Birkaç büyük sanayi tesisinin yanı sıra çok sayıda orta ve ufak ölçekte işletmenin yer aldığı havzanın içme suyu kaynağı olması ve de doğal bir ortam olduğu düşünüldüğünde bu tesislerin de havza için tehdit oluşturduğu açıktır. Sapanca Gölü Havzası'nda imalat sektörü ve sanayi tesislerini sektörel bazda inceleyecek olursak gıda, tekstil, konfeksiyon, orman ürünleri, otomotiv ve yedek parça, metal ve çelik işleri, yapı ve inşaat malzemeleri sektörlerinin ağırlık kazandığını görmekteyiz. Sapanca Gölü Havzası birçok şirket için su temini sağlamaktadır. Havzanın doğal kaynak suları çok sayıda su şirketi tarafından havza dışına taşınmakta ve bu durum havza ekosistemi açısından önemli sorunları da beraberinde getirmektedir. Sapanca Gölü Havzası'nda sınırlı olan tarım alanları 1990'lı yıllardan itibaren yoğun yerleşime sahne olmuş ve büyük oranda tarımsal niteliğini kaybetmiştir. Tarım alanlarının negatif yönde değişimine etkin eden en önemli faktör Ankara'da olduğu gibi (Bayar ve Karabacak; 2017) yerleşim

alanları olmuştur. Sapanca Gölü Havzası'nda tarım alanlarının yıllar itibariyle azalmasına bağlı olarak tarım üretimi de oldukça düşmüştür. Önceki yıllarda başta meyve ürünleri olmak üzere ulusal düzeyde kabul gören ürünlerin yetiştiği havzada günümüzde üretim çoğunlukla çiftçilerin kendi ihtiyacını karşılamak ya da sınırlı alanlarda ek gelir elde etmek amacıyla yapılmaktadır. Sebze yetiştiriciliği az olmasına karşın erik, kiraz ve ayvası ile ünlü havzada kivi de dâhil olmak üzere meyvecilik nispeten devam etmektedir. Son yıllarda havzada gerek turizmin getirdiği bir sonuç gerekse ekonomik olarak meyveciliğin karlılığın azalması gibi sebeplerden dolayı alternatif ekonomik faaliyetler önem kazanmaya başlamıştır. Özellikle süs bitkisi yetiştiriciliği yerel idarelerin de teşviki ile gelişen önemli bir sektör haline gelmektedir.

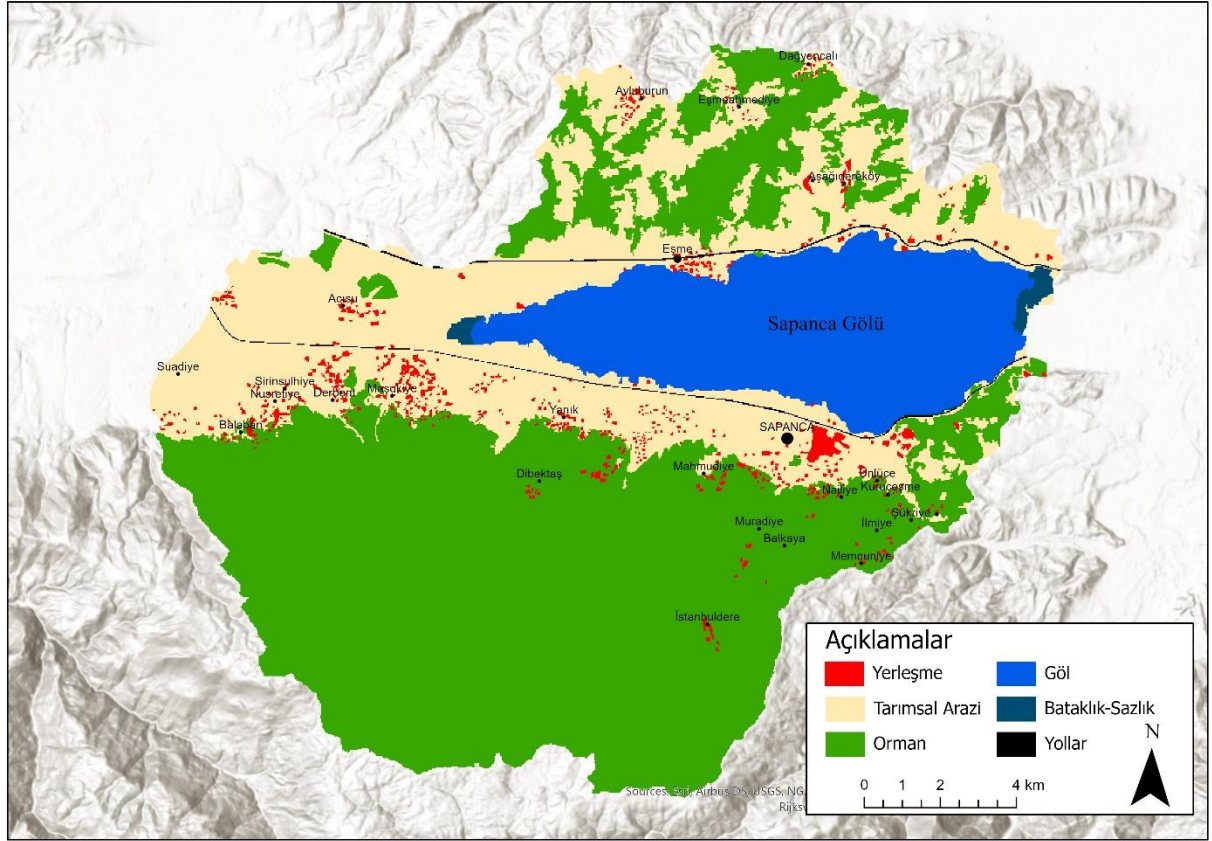
Ulaşımın yerleşmenin mekânsal dağılımında ve arazi kullanımında etkisinin fazla olması dolayısıyla hem inceleme sahamız hem de inceleme konumuz açısından önemi büyüktür. Bayar ve Karabacak'ın (2020) da belirttiği gibi ulaşım ve arazi örtüsü/kullanımı arasında döngüsel bir ilişki söz konusudur. Bazen yeni bir ulaşım ağının oluşturulması arazi örtüsünde değişime neden olurken bazen de arazi örtüsündeki değişim yeni ulaşım ağlarının gelişmesine neden olmaktadır. Sapanca Gölü Havzası da çok eskiden beri kullanılan önemli yol güzergâhları üzerinde yer almaktadır. Havza İstanbul'dan Anadolu'ya yönelen tabi yol güzergâhı üzerinde olup, Osmanlı Devleti zamanında kullanılmış olan posta sürücüleri ve kervan yolu (Ulu yol) Sapanca Gölü'nün güney kıyısından, sığ yerlerden geçerek Hanlıköy yönünde devam etmiştir (İnandık, 1955). Daha sonraları ise İzmit-Bolu yolu bu bölgeden geçmiş ve Katip Çelebi Cihannüma adlı eserinde bu yoldan bahsetmiştir. Katip Çelebi bu yolun Sapanca kısmı hakkında bahsederken yolun burada yarım mil su içinden geçtiğinden ve suların kabarık olduğu zaman üzengiye kadar çıktığından söz etmektedir. Benzer bir tarif 19. yüzyılın ilk yarısında Charles Texier tarafından da yapılmıştır. Burada da bir saat kadar gölün kumları üzerinde gidildiğinden ve bazı yerlerde suların eyer kolonlarına kadar çıktığından bahsetmiştir (Sapanca Kaymakamlığı, 2000). 19. yüzyılın sonuna doğru demiryolu ulaşımına da kavuşan havzada demiryolu 1890 yılında Arifiye'ye ulaşmış, 1892 yılında da Ankara'ya kadar uzatılmıştır. Günümüzde ülkemizin doğusu ve batısı arasında bağlantının en güçlü şekilde sağlandığı yerlerden biri olan Sapanca Gölü Havzası'nın hem kuzeyinden hem de güneyinden önemli karayolları güzergâhları geçmektedir. Gölün kuzeyinden İzmit ve Adapazarı'nı birbirine bağlayan ve aynı zamanda ülkemizin önemli karayollarından biri olan E-5 geçerken güneyinden ise TEM otoyolu geçmektedir. Otoyolun hem Sapanca'dan hem de Kartepe'den havzaya giriş noktalarının olması havza için ulaşım bakımından önemli bir avantajdır. Görüldüğü üzere Sapanca Gölü Havzası'nda karayolu ağı oldukça gelişmiştir. Yakın yıllara kadar karayolları dışında gölün güneyinden ve hemen kıyı gerisinden Adapazarı'nı İstanbul'a bağlayan ve ülkemizin en fazla yolcu taşıyan hatlarından biri olan Haydarpaşa-Adapazarı tren hattı geçmekte idi. Osmanlı Devleti zamanından itibaren kullanılan bu demiryolu hattı üzerine bulunan Sapanca önemli duraklardan biridir. Günümüzde karayolları karşısında gücünü ve etkisini kaybetmiş olsa da havzaya ulaşmak için kolay ve güvenilir alternatiflerden biri olarak kullanılan bu hat yapılan düzenlemeler ile hızlı tren hattına dönüşmüştür. Hızlı tren seferlerinin başlaması ile birlikte Arifiye'nin durak olarak belirlenmesi her ne kadar Sapanca ilçesi açısından olumsuz bir durum olarak görülse de havzaya erişimi kolaylaştırması bakımından oldukça önemlidir. Hızlı tren sayesinde havza hem İstanbul hem de Ankara için daha erişilebilir olmuştur. Sapanca Gölü Havzası sunmuş olduğu ulaşım kolaylığı neticesinde gününbirlik ve hafta sonu turizmi için cazibe merkezi olmanın yanında tatil evi ya da ikinci ev tercihlerinde önemli bir

alternatif olmaktadır. Özellikle İstanbullular tarafından Sapanca'nın ikincil konut yeri olarak seçilmesi Sapanca ve Sakarya'nın bilinirliğinin artmasına neden olmuştur (Kaçmaz, 2018).

4. Bulgular

Sapanca Gölü Havzası'nda arazi örtüsü ve kullanımının zaman içinde değişimini ortaya koymak için 1985, 1995, 2005 ve 2020 yıllarına ait uydu görüntülerinden faydalanılmıştır. Havzada özellikle son yıllarda yoğun bir arazi kullanımının meydana gelmiş olması doğal çevre üzerinde önemli değişikliklere yol açmıştır. Sapanca Gölü Havzası'nda temel arazi örtüsü ve kullanım birimleri; yerleşim alanları, tarımsal arazi (sebzeçilik, meyvecilik), orman sınıfı (karışık orman örtüsü, maki, geniş yapraklı orman), otlak-meralar, bataklık-sazlıklar, tahrip edilmiş yerler ile bitki yetişme olasılığı bulunmayan çıplak sahalardır. Sapanca Gölü Havzası'nda 1985 yılı arazi örtüsü ve kullanım özelliklerine bakıldığında doğal ortamın bu yıllara kadar fazla tahrip edilmediği görülmektedir. Marmara Bölgesi'nde önemli bir lokasyonda yer alan havzanın, kuzeyden Karadeniz Bölgesi, batıdan İstanbul şehri ile doğudan Ankara şehrinin etki sahası (hinterlandı) içinde olması bugünkü arazi kullanım değişiminin sebeplerini açıklamaktadır. Ayrıca havzanın ülkemizin doğu-batı bağlantısını sağlayan geçiş güzergâhı üzerinde bulunması sahayı kısa sürede ciddi bir değişim ve dönüşüme uğratmıştır.

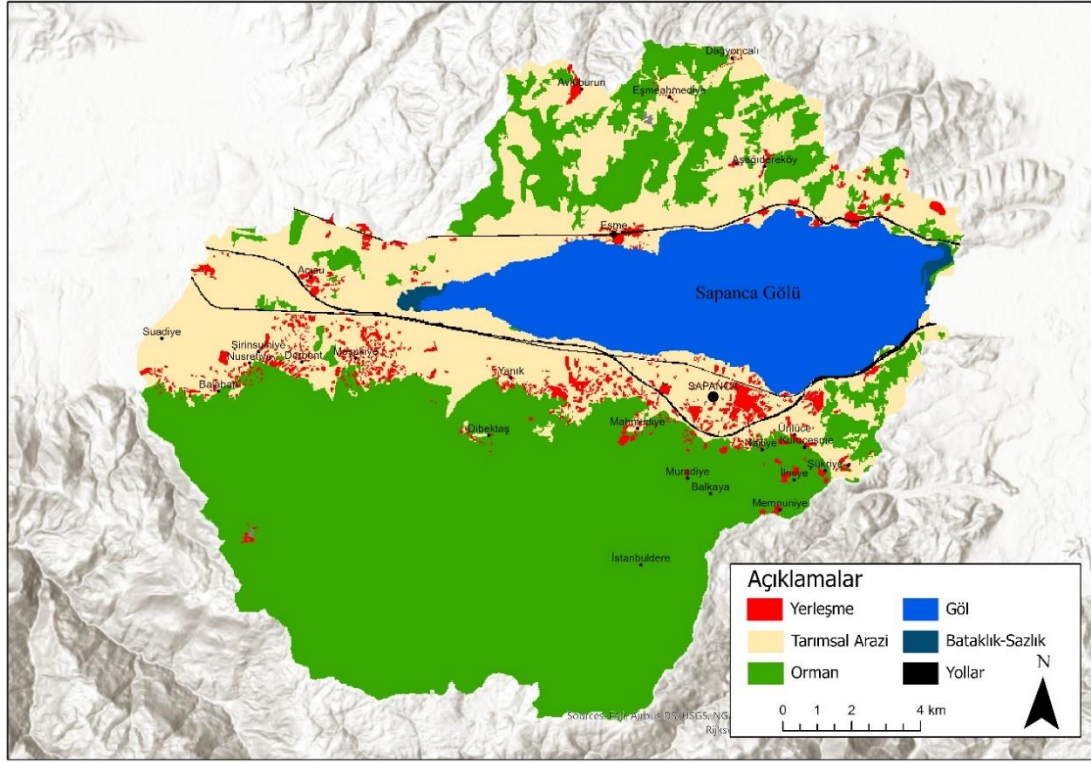
Sapanca Gölü Havzası'nın toplam alanı 29.607 hektardır. 1985 yılında Sapanca Gölü Havzası'nda yerleşim sahası 672 hektar alan kaplamaktadır (Şekil 9). Sapanca şehri Kuaterner alüvyonlar üzerinde kurulmuş ve bu sahada gelişimini sürdürmektedir. Bu saha toplam alanının %2,27'sini oluşturmaktadır. Sapanca şehrinin çevresi ile Sapanca gölü kıyılarından 70 metre kotlarına kadar olan alüvyon oluşumlu sahalara kuru ve sulu tarım için en verimli alanlardır. Bu dönemde tarımsal arazi 8508 ha alan ile havzanın %28,74'lük bir kısmını teşkil etmektedir. Kocaeli Platosunun Maden, Fındık, Harmanlar, Çamur ve Gürlek derelerinin açıldığı vadilerde ve hafif eğimli alanlar ile platonun bazı kısımlarında tarım ve yerleşim alanları mevcuttur. Havzanın sahip olduğu nemli iklim koşulları nedeniyle ormanlık sahalara en büyük arazi sınıfını oluşturmaktadır. 15804 hektarlık alanı kaplayan ormanlar havza içinde %53,38'lik bir orana sahiptir.



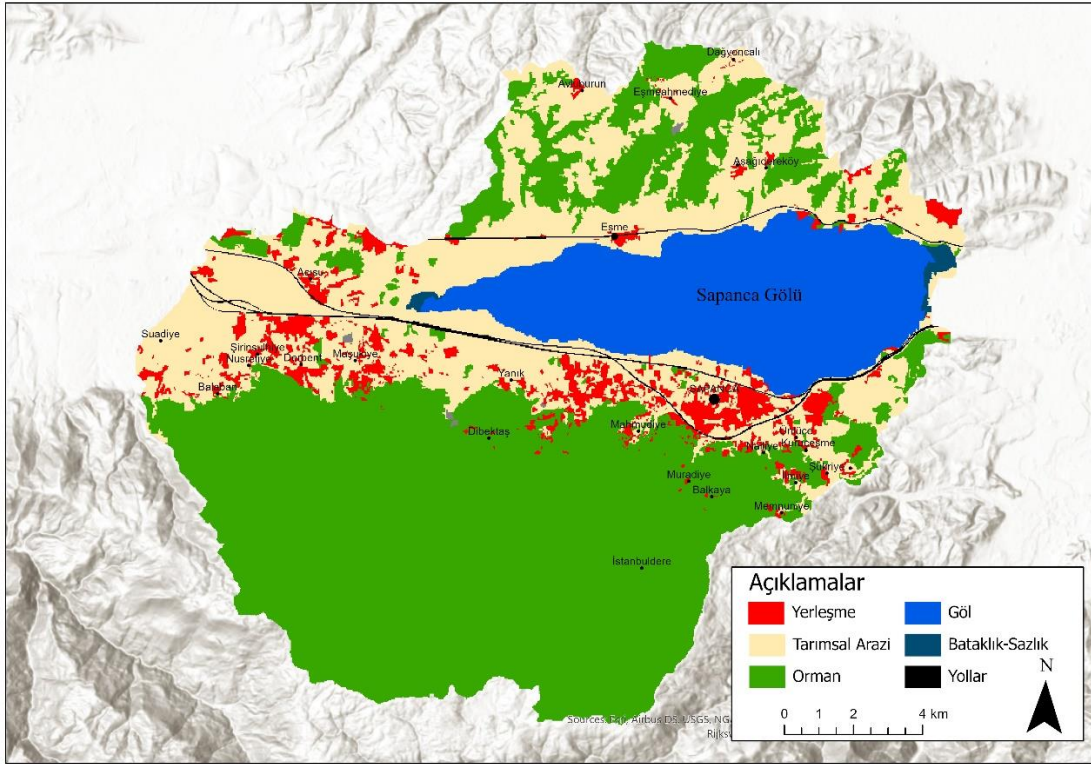
Şekil 9. 1985 yılı Sapanca Gölü Havzası'nda arazi örtüsü ve kullanım haritası

Sapanca Gölü Havzası'nda 1995 yılında yerleşim alanları %3,86 ile 1142 hektara ulaşmıştır. Bu dönemde yerleşim alanları tarım ve orman alanlarının tahrip edilmesiyle büyüme göstermiştir. 1985 yılına göre %41 büyüme (470 hektar) meydana gelmiştir. Yerleşme; tarım alanlarından 304 hektar, ormanlık alandan 166 hektar alanı bünyesine katmıştır. Ormanlık saha bu dönemde %52,82'lik bir dilimi yani 15638 hektar alanı kaplamaktadır. Orman alanlarında 1985 yılına göre 166 ha küçülme yaşamıştır. 10 yıllık süreçte en önemli değişimin Sapanca şehri ve çevresinde yerleşme, tarım ve orman sınıflarında meydana geldiği açıkça görülmektedir (Şekil 10). Bu dönemde TEM otoyolunun Sapanca şehrinden geçirilmesi ile havzada ulaşım fonksiyonu değişim sürecine hız katmıştır.

Çalışma sahasında beşerî faaliyetlerin etkisini hızla artırdığı bu dönemde bazı tarım alanları çıplak alanlara (9 ha) dönüşmüştür. Göl alanındaki meydana gelen 25 hektarlık artışın 13 hektarlık kısmı su seviyesi değişimi nedeniyle Sapanca gölü kıyılarındaki tarım alanlarından, kalan 12 hektarın ise bataklık ve sazlık alanlarında yaşanan küçülmeden kaynaklandığı saptanmıştır. Havzada yerleşme (470 ha), çıplak alan (9 ha) ve su kütlesi (25 ha) artış gösterirken, tarım (326 ha), orman (166 ha) ve bataklık-sazlık (12 ha) sınıfında azalma görülmektedir. Havzada toplam 504 hektarlık mekânsal değişim meydana gelmiştir (Çizelge 4).

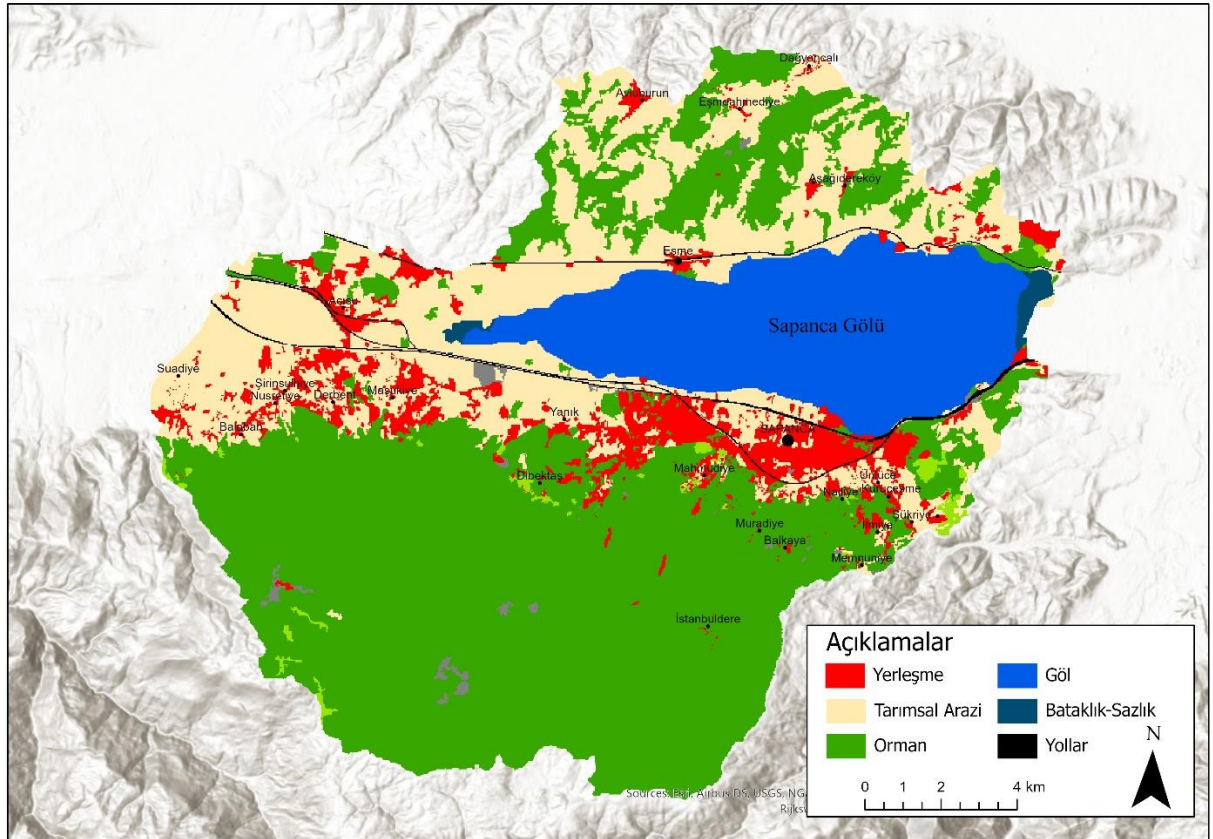


Şekil 10. 1995 yılı Sapanca Gölü Havzası'nda arazi örtüsü ve kullanım haritası



Şekil 11. 2005 yılı Sapanca Gölü Havzası'nda arazi örtüsü ve kullanım haritası

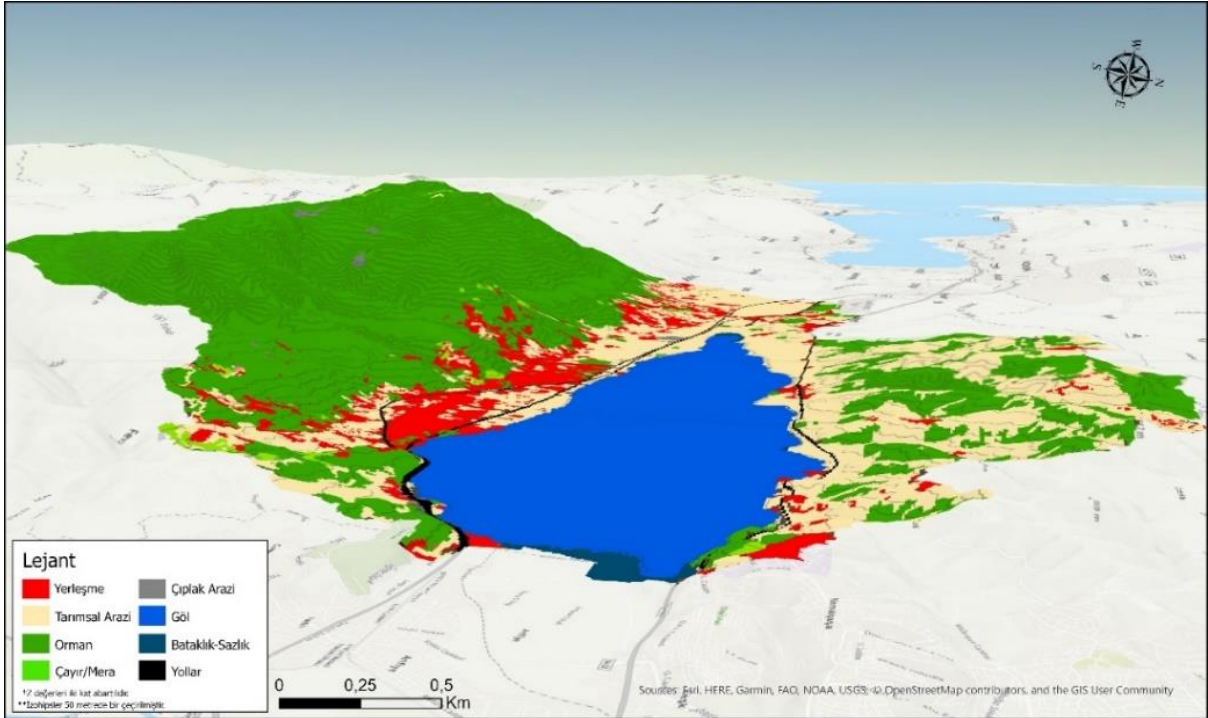
2005 yılında tarımsal alan ve orman alanları aleyhine değişim yaşanmaya devam etmiş ve değişim özellikle ormanlık alanlarda belirginleşmiştir (Şekil 11). Ülkemizde beşeri etkiye önce ve en fazla maruz kalan alanların orman ve tarım alanları olduğu birçok çalışmada dikkat çekilmiştir (Bayar, Karabacak; 2020). Yerleşmeler tarım alanları ve ormanlık sahalar üzerinde gelişme göstermişlerdir. Havza içindeki payı %5,92 olan yerleşme, 1995 yılına göre 612 hektar büyüme kaydederek 1754 hektara ulaşmış ve %34'lük bir büyüme gerçekleşmiştir. Bu büyümenin 334 hektarı tarım alanlarından yerleşme alanlarına dâhil olmuştur. 278 hektarlık alan ise ormanlık alanların yerleşmeye açılması ile gerçekleşmiştir. Diğer yandan havza içindeki payı %26,93 olan tarım alanı 7974 hektar alan kaplamaktadır. Havzada bir diğer önemli değişim yaşanan saha ise orman alanlarıdır. Bu saha 2005 yılında %51,84'lük bir dilimi yani 15347 hektar alanı kaplamaktadır. 10 yıllık süreçte meydana gelen değişim ise 291 hektardır. 291 hektarlık sahanın 12 hektarı çıplak alanlara dönüşmüş ve 1 hektar ise yerleşmeye açılmıştır. Sapanca Gölü doğu ve batı uç kısımlarında bulunan bataklık-sazlık alanlar ise bu dönemde 4 hektar artmıştır. Havzada yerleşme (612 ha), çayır-mera (1ha), çıplak alanlarda (12 ha) ve bataklık-sazlık (4 ha) artış yaşanırken, tarım (334 ha), orman (291ha) ve su kütlesi (4ha) alanlarında azalış gerçekleşmiştir. Havzada 1995-2005 yılları arasında toplam 629 hektarlık arazi örtüsü ve kullanım değişimi meydana gelmiştir.



Şekil 12. 2020 yılı Sapanca Gölü Havzası'nda arazi örtüsü ve kullanım haritası

2020 yılında havzanın arazi varlığında değişimin öncelikle tarım alanlarında meydana geldiği görülmektedir (Şekil 12). Havza içindeki payı %8,27 olan yerleşme, önceki döneme oranla 696 hektar

büyüme kaydederek 2450 hektara ulaşmış ve 10 yıllık süreçte %28'lik bir büyüme yaşamıştır. 2005-2020 döneminde en büyük baskı tarım alanlarında olup tarım alanlarının büyük bir kısmı yerleşim alanlarına dâhil olmuştur. 45 hektarlık alan değişimi ise ormanlık alanların yerleşmeye açılması ile gerçekleşmiştir. Diğer yandan havza içindeki payı %23,87 olan tarım alanı 782 hektar alan kaybederek 7066 hektara gerilemiştir. Tarımsal arazide 782 hektar olarak yaşanan bu ciddi küçülmenin 651 hektarı yerleşim alanlarına aittir. Tarım alanının 131 hektarı ise çıplak alana dönüşmüştür. Havzada diğer bir küçülme görülen saha ise ormanlık alandır. Bu dönemde 15085 hektar ile havzanın %50,95'lik bir kısmını kaplamaktadır. Önceki döneme göre orman alanlarında 262 hektar küçülme yaşamıştır. Orman örtüsünün mera-otlaklara (216 ha) ve yerleşmeye (45 ha) dönüştüğü görülmektedir. Bu dönemde 15 hektarlık su kütlesi kaybı yaşanmış ve göl çevresindeki bataklık-sazlık saha artış yaşamıştır. Havzada yerleşme (696 ha), çayır-mera (217 ha), çıplak alan (131 ha) ve bataklık-sazlık (15 ha) alanlarda artış yaşanırken, tarım (782 ha), orman (262 ha) ve su kütlesi (15 ha) alanlarında azalma meydana gelmiştir. 2005-2020 yılları arasında havzada toplam 1059 hektarlık değişim meydana gelmiştir.



Şekil 13. Sapanca Gölü Havzası arazi örtüsü ve kullanımı 3D görünüm (2020)

5. Sonuç

Ülkemizin önemli doğal ortamlarından Samanlı Dağları'na (doğu kesimi) ve tatlı su kaynaklarından Sapanca Gölü'ne ev sahipliği yapan Sapanca Gölü Havzası 1990'lı yıllardan itibaren yoğun yerleşim baskısı ile karşı karşıya kalmıştır. 1985 yılından günümüze yerleşim alanlarındaki yaklaşık %6 artış ile birlikte tarım ve orman alanlarında toplamda %10'a yakın bir azalma görülmektedir (Çizelge 4). Özellikle 2005'ten sonra belirginleşen bu değişim havzanın son yıllardaki hızlı değişimine ve doğal ortamın tahribine işaretler.

Çizelge 4. Sapanca Gölü Havzası'nın yıllara göre arazi örtüsü ve kullanımı (1985-2020).

Arazi Kullanım Sınıfları	1985		1995		2005		2020	
	ha	Yüzde(%)	ha	Yüzde(%)	ha	Yüzde(%)	ha	Yüzde(%)
Yerleşme	672	2,27%	1142	3,86%	1754	5,92%	2450	8,28%
Tarımsal Arazi	8508	28,74%	8182	27,64%	7848	26,51%	7066	23,87%
Orman	15804	53,38%	15638	52,82%	15347	51,84%	15085	50,95%
Çayır-Mera	--	--	--	--	1	0,003%	218	0,74%
Su Kütleleri	4495	15,18%	4520	15,27%	4516	15,25%	4531	15,30%
Bataklık-Sazlık	128	0,43%	116	0,39%	120	0,41%	105	0,35%
Çıplak Arazi	--	--	9	0,03%	21	0,07%	152	0,51%
Toplam	29607	100%	29607	100%	29607	100%	29607	100%

Sapanca Gölü Havzası'nın güneyinden otoyolun geçmesi ile birlikte başlayan değişim süreci, havzanın yazlık ve ikincil konut tercihinde ön plana çıkması ile birlikte hız kazanmıştır. Turizmin gelişmesi ile birlikte tanınırlığı ve bilinirliği artan Sapanca Gölü Havzası'nın göl ve dere kıyılarında ve de ormanlık sahaları içerisinde çok sayıda turistik tesis açılmış ve konut inşaatı hız kazanmıştır. 17 Ağustos 1999 depreminden sonra burada yer alan ikincil konutların bazılarının birincil konut haline gelmesi ile havza üzerinde yerleşme baskısı artmış en nihayetinde havzanın yabancı, özellikle de Arap turistler tarafından keşfi ile birlikte yeni konut ve tesis yapımı havzanın geleceğini tehdit eder boyuta ulaşmıştır.

Nüfus, yerleşim ve turizm baskısının günden güne etkisini arttırdığı havzada doğal ortam ve su kaynakları yönetiminin havza bütünlüğü esas alınarak planlanması gerekir. Sürdürülebilir kalkınma ilkeleri çerçevesinde ele alınacak sorunların çözümünde yerel kurumlar ile havza halkının da katılımı esas alınmalı, çözümler ise öncelikli olarak havzanın doğal ortam özelliklerini korumaya yönelik olmalıdır. Doğal ortam özelliklerinin bozulmasında temel etkenlerden biri arazi kullanımı olduğundan havza içerisindeki araziler doğal özelliklerine uygun nitelikte kullanılmalıdır. Yeni konut ve turistik tesis yapımı doğal ortamı tehdit etmeyecek nitelikte olmalı, belirli alanlarla sınırlanmalı ve eldeki mevcut konut ve turistik tesislerin niteliğini arttıracak projeler ile yeni konut ve tesis yapımı azaltılmalıdır. Havzanın arazi kullanım özellikleri uydu görüntüleri ve arazi çalışmaları ile yakından takip edilmeli, mevcut ve gelecekteki yapılaşma bilimsel çalışmalar dikkate alarak gerçekleştirilmelidir.

Sapanca Gölü Havzası'nda doğal ortam tahribat hızının yavaşlatılması hatta durdurulması gerekmektedir. Bu ancak etkin bir havza yönetim planının hazırlanması ve bu planın kararlılıkla uygulanması ile mümkündür. Havza yönetim planı havza ekosisteminde yer alan doğal ve beşeri tüm unsurları içine alacak şekilde oluşturulmalı, yetki ve etki sahibi ulusal ve yerel kurumlar, kişiler karar mekanizmasında muhakkak yer almalıdır ve süreç tek bir kurumun liderliğinde ve koordinesinde işletilmelidir. Ancak bu sayede sürdürülebilir bir havza yönetim planı ve modeli oluşturulabilir. Havza yönetiminde farklı disiplinlerden araştırmacıların aktif katılımı sağlanması gerektiği gibi, havza içerisinde yer alan kurumların yöneticileri, sivil toplum örgütleri, havza halkı temsilcileri de karar mekanizmasında kendilerine yer bulmalıdır. Sonuç olarak Sapanca Gölü Havzası'nın doğal kaynakları son yıllarda hızla tüketilmekte ve kirletilmekte, havzanın etkin ve kararlı bir yönetim modeli ve planı bulunmamaktadır. Öncelikle sürdürülebilir bir yönetim modeli ve planı oluşturularak yeni tahribatların önüne geçilmeli sonrasında ise havzanın yaşanabilir doğal ortamının korunması amacı ile iyileştirme

çalışmalarına (orman içi, su kenarları ve kıyılarındaki kaçak yapıların yıkılması, havzanın orman örtüsü bozulan kesimlerine ağaç dikimi, doğayı kirleten tesis ve konutların rehabilitasyonu vb.) başlanmalıdır.



Land Use and Spatial Change in Sapanca Lake Basin

Muhammet Kaçmaz*^a, Mehmet Fatih Döker^b

Submitted: 01.02.2021

Accepted: 05.04.2021

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

The Lake Sapanca Basin is located in the region of Çatalca-Kocaeli in the east of the Marmara Region in Turkey. The basin is within the borders of both the provinces of Sakarya and Kocaeli, while 58.7% of it is in Sakarya. In addition to this, 62.5% of the settlement areas, 61.7% of the forest areas, 36.7% of the agricultural lands and 79% of the water mass of the basin are located within the borders of the province of Sakarya. While the Lake Sapanca Basin, which is one of the significant lake basins of Turkey, had been prominent with its rural character until the early 1990s, it has now become a basin where urban activities are intensely experienced. In addition to urban activities that gained momentum with the TEM highway passing by the south of Lake Sapanca, the fact that the basin has become a center of attraction in terms of tourism has led to significant changes in the land use structure of the basin. As the Lake Sapanca Basin is the most important drinking water source of the province of Sakarya and one of the significant natural environments of the region, it is clear that this change that has occurred in the last 30 years will have negative effects on the basin, region and country. Likewise, rapid and unplanned urbanization, industrialization, agricultural activities, irresponsible land use and global warming in relation to population increase lead to an increase in water stress in the world and in Turkey. In addition to these, failure to adopt a sustainable understanding of management in many basins in terms of the correct and planned use of water leads to rapid exhaustion or pollution of vitally important water resources. Considering that the power balances of the future will be determined by “dominance over water” (Karadağ, 2008), it becomes clear that water is at the same time a strategic resource. In this case, water basins carry significance as natural environments that need to be monitored with care as a both living and strategic environment. However, it does not seem possible to say that water basins are protected and managed in suitability with their importance. In its projection regarding countries that will experience water stress in 2040, WRI considered Turkey in a highly risky group, and Turkey was in the 27th place among the 33 riskiest countries. Therefore, for Turkey to leave healthy and sufficient water for future generations, it needs to protect its resources very well and use them rationally. Thus, to reduce and eliminate all these problems, it is needed to know the land use structures of basins well, facilitate

*Corresponding Author: mkacmaz@sakarya.edu.tr

^a Sakarya University, Faculty of Art and Science, Geography Department, Sakarya, Turkey, <http://orcid.org/0000-0003-1062-8881>

^b Sakarya University, Faculty of Art and Science, Geography Department, Sakarya, Turkey, <http://orcid.org/0000-0002-0414-0428>

all arrangements that are possible without economic concerns and form a sustainable management model. Indeed, considering the situation in terms of the economic value of the natural properties lost by lakes due to irresponsible land use and management, it will be clear that they deserve much more than the investments made in them. Today, analyses conducted by utilizing satellite data in determining land use changes allow more accurate and faster revelation of the change (Çoşkun, Alganci, and Usta, 2008). It is possible to follow the pressure of the rapid urbanization especially after 1980 in Turkey on water basins through satellite data with high temporal resolution.

Methodology

In this study, land use changes occurring in the period of 1985-2020 in the Lake Sapanca Basin were monitored by using Landsat satellite data. The results provided the formation of significant base data in terms of sustainable basin management and basin protection. In the study, in production of the analyses and maps that were needed in assessment of the physical and human geography characteristics of the Lake Sapanca Basin, as the main data source, topography maps with a scale of 1/25000 were utilized. Besides these, the MTA 1:100,000-scale geology map also provided important data. In determination of the land use change in the basin, Landsat images with a regular database towards the past were used. For the preliminary processing and classification procedures of the images belonging to the study area, the ArcGIS Pro 2.5 software was used. The Landsat satellite images were divided into eight land use classes. These classes were determined as settlement, agricultural land, vegetation, water masses, empty land, swamp and road. By comparing categorized images belonging to the years of 1985, 1995, 2005 and 2020 to the reference source, the user accuracy, producer accuracy and Kappa ratio were calculated (Table 3). As the general Kappa ratios were over 80%, the classification was on an acceptable level.

Result

Satellite images from 1985, 1995, 2005, and 2020 were used in order to reveal the change in the land cover and use over time in the Sapanca Lake Basin. The intensive use of land in the basin, especially in recent years, led to significant changes in its natural environment. The main units of land cover and use of the Sapanca Lake Basin are settlement areas, agricultural land (fruits and vegetables), forests (mixed forest cover, scrub, broad-leaved forest), pastures-meadows, swamps-reed fields, ravaged lands, and bare lands where there is no possibility of plant growth. When the land cover and use characteristics of Sapanca Lake Basin from 1985 are examined, it can be seen that the natural environment was not destroyed as much as our times. The fact that the basin, located in a critical location in the Marmara Region within the impact zone (hinterland) of the Black Sea Region from the north, the city of Istanbul from the west, and the city of Ankara from the east explains the reasons for the current change in the land use. Furthermore, the fact that the basin is on a transition route that facilitates the eastern-western connection of Turkey caused it to go through a serious change and transformation in a short period of time.

The total area of Sapanca Lake Basin is 29,607 hectares. When the 1985 data is examined, it can be seen that the Sapanca Lake Basin settlement area covered an area of 672 hectares (Figure 9). Agricultural land in this period constituted 28.74% of the basin with an area of 8,508 hectares. Due to

the humid climatic conditions of the basin, forest areas constituted the largest land class. Forests covered an area of 15,804 hectares (53.38%) in the basin. The size of the settlement area of Sapanca Lake Basin in 1995 reached 1,142 hectares (3.86%). In this period, residential areas grew with the destruction of agricultural and forestry areas. When the 1985 data are examined, it can be seen that there was a 41% (470 hectares) growth. The settlement area took 304 hectares of agricultural land and 166 hectares of forestland. In this period, the forests covered 52.82% of the land (15,638 hectares). The forest areas shrunk 166 hectares compared to 1985. It is clear that the most important change in Sapanca city and its surroundings happened in the settlement, agriculture, and forest classes in the 10-year period (Figure 10). In this period, the passing of the TEM highway from Sapanca accelerated the transportation function change process in the basin.

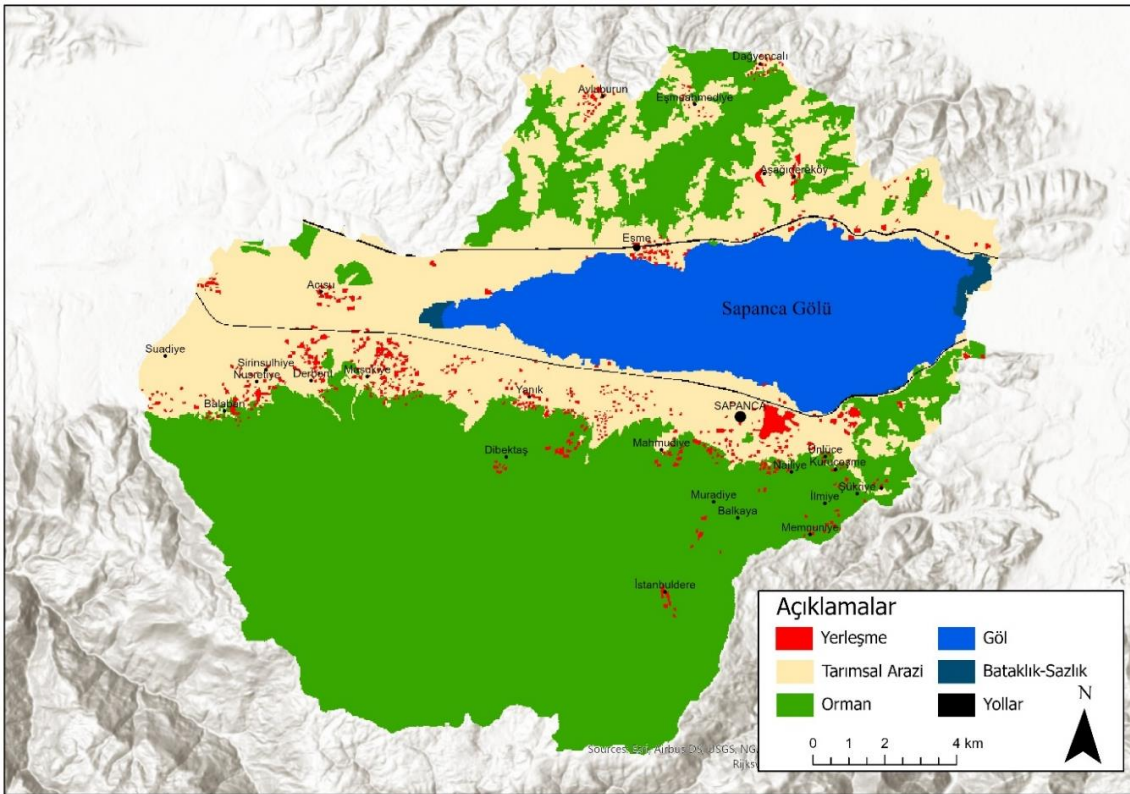


Figure 9. Land cover and land use map in Sapanca Lake Basin in 1985.

The disadvantage of agricultural lands and forest areas continued in 2005, and the change was particularly pronounced in forest areas (Figure 11). Many academic studies draw attention to the fact that the forest and agricultural lands of the area are the ones most exposed to human impact in Turkey (Bayar and Karabacak, 2020). Settlements grew by taking in agricultural lands and forests. The settlements, which have a 5.92% share in the basin, grew by 612 hectares compared to 1995, reaching 1,754 hectares with a growth rate of 34%. A total of 334 hectares of this growth was land taken from agricultural lands. The 278-hectare area was taken by opening forest areas to settlement. It can be seen that the change in the land cover of the basin in 2020 occurred primarily in agricultural areas (Figure 12). The settlements, which have an 8.27% share in the basin, have grown by 696 hectares compared to the previous period, reaching 2,450 hectares, and have experienced a 28% growth in 10 years. During

the period 2005-2020, the greatest pressure was on agricultural lands, and most of the agricultural lands were included in residential areas. The 45-hectare area change was realized with the opening of forest areas to settlement. On the other hand, the agricultural area, whose share in the basin was 23.87%, lost 782 hectares and regressed to 7,066 hectares. The 651 hectares of which were turned into residential areas and 131 hectares into barren areas. Another area of shrinkage in the basin was the forest areas. In this period, it covered 50.95% of the basin with 15,085 hectares.

The forests shrunk 262 hectares compared to the previous period. It can be seen that forest cover turned into pastures-meadows (216 hectares) and settlements (45 hectares). During this period, 15 hectares of water body was lost and the area of the swamps-reed field around the lake experienced an increase. While there was an increase in the settlements (696 hectares), pastures-meadows (217 hectares), barren lands (131 hectares), and swamps-reed fields (15 hectares) in the basin, there was a decrease in the agricultural lands (782 hectares), forests (262 hectares) and water mass (15 hectares). Between 2005 and 2020, a total of 1,059 hectares of change took place in the basin.

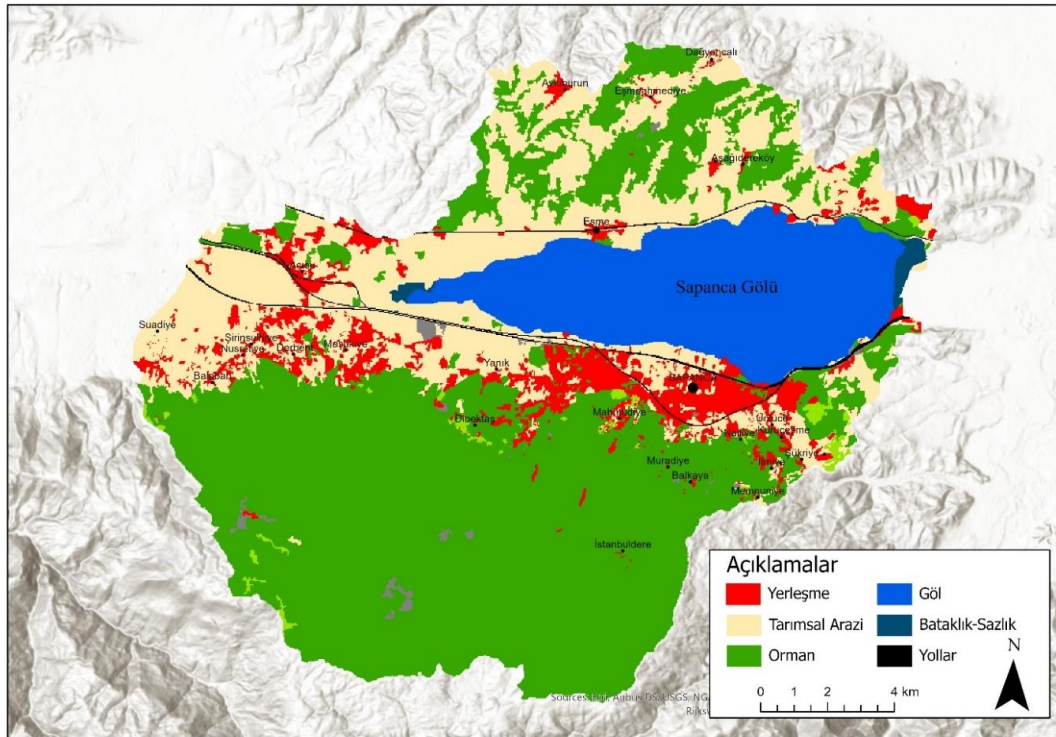


Figure 12. Land cover and land use map in Sapanca Lake Basin in 2020.

Discussion/Conclusion

The current land use structure of the Lake Sapanca Basin was examined, and the change that occurred in the period of 1985-2020 was analyzed with geographic information systems over satellite images. It was determined that the settlement areas which covered 672 hectares in 1985 reached 2450 hectares in 2020. It was observed that the population density reached up to 250 people per km² in the basin in general and became 1500 people per km² in the Sapanca city in the south of the basin. The Lake Sapanca Basin, which hosts the Samanlı Mountains (eastern parts) among the significant natural environments in Turkey and Lake Sapanca among the significant sources of freshwater, has encountered

intense settlement pressure since 1990s. With the increase in the settlement areas since 1985 until now, a significant reduction in the forest lands has been observed.

Slowing down or even stopping the destruction of the natural environment in the Lake Sapanca Basin will be possible by preparing an effective basin management plan and applying this plan with dedication. This basin management plan should be prepared in a way to cover all natural and human elements in the basin ecosystem, and national and international institutions with authority and influence should be definitely included in the decision-making process, but the process should be followed under the leadership and coordination of a single institution. This is the only way a sustainable basin management plan and model can be created. As much as it is needed to achieve the active participation of researchers from different disciplines in basin management, the administrators of institutions inside the basin, civil society organizations and basin dweller representatives should find a place in the decision-making mechanism. Consequently, while the Lake Sapanca Basin is rapidly being exhausted and polluted in recent years, the basin does not have an effective and determined management model and plan. First of all, new damages should be prevented by creating a sustainable management model and plan, and afterwards, rehabilitation work for the basin should be started.

Referanslar/References

- Adapazarı Su ve Kanalizasyon İdaresi (ADASU, 2010). 05.06.2010 tarihinde www.adasu.gov.tr adresinden alındı.
- Akbulak, C. (2005). *İzmit Depresyonu'nun Beşeri ve İktisadi Coğrafya Açısından İncelenmesi*. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp> adresinden edinilmiştir.
- Ardel, A. (1960). Marmara Bölgesinin Yapı ve Reliefi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 20, 1-22. <https://dergipark.org.tr/pub/tcd/issue/21265/228288> adresinden alındı.
- Bayar, R., Karabacak, K. (2017). Ankara İli Arazi Örtüsü Değişimi (2000-2012). *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 15 (1), 59-76. doi: 10.1501/Cogbil_0000000181
- Bayar, R., Karabacak, K. (2020). Arazi Örtüsü Üzerindeki Beşeri Etkinin Belirlenmesi: Ankara İli Örneği, *Coğrafya Dergisi*, 41, 29-43. doi: 10.26650/JGEOG2019-0043
- Bilen, Ö. (2009). *Türkiye'nin Su Gündemi, Su Yönetimi ve AB Su Politikaları*. Ankara: DSİ İdari ve Mali İşler Daire Başkanlığı Basım ve Foto Film Şube Müdürlüğü.
- Bilgin, T. (1967). *Samanlı Dağlarının Coğrafi Etüdü*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Blaschke, T. (2010). Object Based Image Analysis for Remote Sensing. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 65 (1), 2-16. doi: 10.1016/j.isprsjprs.2009.06.004.
- Butler, K. (2013). Band Combinations for Landsat 8 Imagery & Remote Sensing, 19. 10. 2020 tarihinde <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/product/imagery/band-combinations-for-landsat-8/> adresinden alındı.
- Ceylan, M. (1990). *Sapanca Gölü'nün Hidrolojik Etüdü*. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp> adresinden edinilmiştir.
- Chen, C. (2007). *Image Processing for Remote Sensing*. CRC Press Taylor and Francis Group.
- Çoşkun, H. G., Algancı, U., Usta, G. (2008). Analysis of Land Use Change and Urbanization in the Kucukcekmece Water Basin (Istanbul, Turkey) with Tempora Satellite Data Using Remote Sensing and GIS. *Sensors*, 7213-7223. doi: 10.3390/s8117213

- Denker, B. (1977). *Yerleşme Coğrafyası, Kıy Yerleşmeleri*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Dikbaş, A., Akyüz, H. (2010). KAF Zonu Üzerinde İzmit-Sapanca Gölü Segmentinin Fay Morfolojisi ve Paleosismolojisi. *İTÜ Dergisi/D Mühendislik*, 9(3), 141-152. http://itudergi.itu.edu.tr/index.php/itudergisi_d/article/view/1167 adresinden alındı.
- Döker, M. (2018). Sakarya'nın Yerleşme Coğrafyası. Cercis İkiel (Ed.), *Sakarya'nın Fiziki, Beşeri ve İktisadi Coğrafya Özellikleri* içinde(355-418), Sakarya: Sakarya Üniversitesi Yayınları.
- Devlet Planlama Teşkilatı, (DPT, 2000). *VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı Su Havzaları, Kullanımı ve Yönetimi Özel İhtisas Komisyonu Raporu*. Ankara. https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2018/11/08_SuHavzalarıKullanımıveYönetimi.pdf adresinden alındı.
- Devlet Su İşleri. (1984). *Sapanca Gölü Kirlilik Araştırması Raporu*. Ankara: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü İçme Suyu ve Kanalizasyon Dairesi Başkanlığı.
- Erdas. (1999). *Erdas Field Guide*. Revised and Expanded, https://eclass.uoa.gr/modules/document/file.php/GEOL130/ERDAS_FieldGuide.pdf adresinden alındı
- Erturaç, K. (2018). Sakarya'nın Jeomorfolojik Özellikleri. Cercis İkiel (Ed.), *Sakarya'nın Fiziki, Beşeri ve İktisadi Coğrafya Özellikleri* içinde (127-150), Sakarya: Sakarya Üniversitesi Yayınları.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2018). Progress on Level of Water Stress, Global Baseline for SDG Indicator 6.4.2. <https://www.unwater.org/publications/progress-on-level-of-water-stress-642/> adresinden alındı.
- Foody, G. (2002, 4). Status of Land Cover Classification Accuracy Assessment. *Remote Sensing of Environment*, 80 (1), 185-201. doi: 10.1016/S0034-4257(01)00295-4
- Fu, K., Mui, J. (1981). A Survey on Image Segmentation. *Pattern Recognition*, 13 (1), 3-16. doi: 0.1016/0031-3203(81)90028-5
- Geneletti, D., Gorte, B. (2003). A Method For Object-Oriented Land Cover Classification Combining Landsat TM Data And Aerial Photographs. *International Journal of Remote Sensing*, 24 (6), 1273-1286. doi: 10.1080/01431160210144499
- Güler, M. (1999). *Sapanca Gölü ve Çevresindeki Doğal Kaynakların Kullanımı*. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp> adresinden edinilmiştir.
- Gülersoy, A.,E. (2008), *Bakırçay Havzası'nda Doğal Ortam Koşulları ile Arazi Kullanımı Arasındaki İlişkiler*, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İzmir. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp> adresinden edinilmiştir.
- Gülersoy, A. E. (2014), Yanlış Arazi Kullanımı. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 1 (2), 50-128. [https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/asli.yonten/131609/YanlAraziKullanm%20\(1\).pdf](https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/asli.yonten/131609/YanlAraziKullanm%20(1).pdf) adresinden alındı.
- Güngördü, M. (1985). Güney Marmara Bölümü (Doğu Kesimi) Bitki Örtüsünün Coğrafi Şartları. *Coğrafya Dergisi*, 0 (1), 77-94. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/231073> adresinden alındı.
- Haralick, R., Shapiro, L. (1985). Image Segmentation Techniques, *Computer Vision, Graphics and Image Processing*, 29 (1), 100-132. doi: 10.1016/S0734-189X(85)90153-7
- Hürriyet Haber Sitesi, 2020. 02.03.2021 tarihinde <https://www.hurriyet.com.tr/video/korkutan-goruntu-sapanca-golunde-sular-metrelerce-cekildi-41702860> adresinden alındı.
- İkiel, C., (2005). *Rainfall Regime Regions in Turkey (A Statistical Climate Study)*. International Conference on Forest Impact on Hydrological Processes and Soil Erosion. Yundola.
- İkiel, C., Koç, D. (2015). Analysis of The Changes in Vegetation of The Sapanca Lake Basin (in Turkey) Using Multitemporal Satallite Data. *International Journal of Human Sciences*, 12 (1), 1095-1116. <https://j->

- humansciences.com/ojs/index.php/IJHS/article/view/3186 adresinden alındı.
- International Lake Environment Committee (ILEC, 2005). *Managing Lakes and Their Basins for Sustainable Use: A Report for Lake Basin Manages and Stakeholders*. Kusatsu: International Lake Environment Committe Foundation.
- İnandık, H. (1955). Adapazarı Bölgesinin İklimi ve Bitki Örtüsü. *Türk Coğrafya Dergisi*, 13-14, 125-140. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/199005> adresinden alındı.
- İnandık, H. (1958). *Adapazarı Bölgesinin İktisadi Coğrafyası, Coğrafya Araştırmaları II*. İstanbul, İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Kaçmaz, M. (2010). *Sapanca Gölü Havzası'nda Arazi Kullanımı ve Mekânsal Değişim*, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp> adresinden edinilmiştir.
- Kaçmaz, M. (2018). Sakarya'nın Turizm Özellikleri. Cercis İkiel (Ed.), *Sakarya'nın Fiziki, Beşeri ve İktisadi Coğrafya Özellikleri içinde* (557-604). Sakarya: Sakarya Üniversitesi Yayınları.
- Karadağ, A. (2008). *Türkiye'de Su Kaynakları Yönetimine İlişkin Sorunlar ve Çözüm Önerileri*. TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi. Ankara.
- Karakuzulu, Z., Arıcı, F. (2018). Sakarya'nın Tarım ve Hayvancılık Özellikleri. Cercis İkiel (Ed.), *Sakarya'nın Fiziki, Beşeri ve İktisadi Coğrafya Özellikleri içinde* (459-514). Sakarya: Sakarya Üniversitesi.
- Koç, D. E. (2018), Sakarya'nın Bitki Örtüsü Özellikleri. Cercis İkiel (Ed.), *Sakarya'nın Fiziki, Beşeri ve İktisadi Coğrafya Özellikleri içinde* (287-316). Sakarya: Sakarya Üniversitesi.
- Koçman, A. (1993). *Türkiye'nin İklimi*. İzmir: Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları
- Koomen, E., Stillwell, J., Bakema, A., Scholten, H.J. (2007). *Modelling Land-Use Change: Progress and Applications*. Springer.
- Köklü, R., Özer, Ç. (2018). Sakarya İli Su Kaynakları ve Su Kalitesi. Cercis İkiel (Ed.), *Sakarya'nın Fiziki, Beşeri ve İktisadi Coğrafya Özellikleri içinde* (679-694), Sakarya: Sakarya Üniversitesi Yayınları
- Lillesand, T., Kiefer, R., Chipman, J. (2015). *Remote Sensing and Image Interpretation*. Wiley.
- Moeller, M. (2000). *Remote Sensing for the Monitoring of Urban Growth Patterns*. <https://www.isprs.org/proceedings/XXXVI/8-W27/moeller.pdf> adresinden alındı.
- Mohajane, M., Essahlaoui, A., Oudija, F., Hafyani, M., Hmaidı, A., Ouali, A., Teodoro, A. (2018). Land Use/Land Cover (LULC) Using Landsat Data Series (MSS, TM, ETM+ And OLI) in Azrou Forest in The Central Middle Atlas of Morocco. *Environments - MDPI*, 5(12), 1-16. <http://www.mdpi.com/2076-3298/5/12/131> adresinden alındı.
- Özçağlar, A. (2005), Türkiye'de Mülki İdare Bölümlerinin İdari Coğrafya Analizi, *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 3 (1), 1-25. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/691546> adresinden alındı.
- Özgür, M. (1996). *Pamukova Coğrafyası*. Ankara: Ekol Yayınevi.
- Öztürk, Y. (2018). Osmanlı Tarihinde Ada Kazası. Cercis İkiel (Ed.), *Sakarya'nın Fiziki, Beşeri ve İktisadi Coğrafya Özellikleri içinde* (19-86), Sakarya: Sakarya Üniversitesi.
- Pal, M., Mather, P. (2003). An Assessment of The Effectiveness of Decision Tree Methods for Land Cover Classification. *Remote Sensing of Environment*, 86 (4), 554-565. doi: 10.1016/S0034-4257(03)00132-9
- Sakarya İl Kültür Turizm Müdürlüğü. (2018). <http://www.sakaryakulturturizm.gov.tr> adresinden alındı.
- Sandalcı, M., Sümbül, F., Saltabaş, L. (2005). *Kaf Üzerinde Arifiye-Sapanca İzmit Körfezi Kolunda 1955-1995 Yılları Arası Meydana Gelen Depremlerin Sapanca Gölüne Etkisi*. Deprem Sempozyumu http://kocaeli2007.kocaeli.edu.tr/kocaeli2005/deprem_sempozyumu_kocaeli_2005/1_bolgesel_jeoloji_tektonik_ve_si

smotektonik/d_03_morfotektonik_ve_diri_faylar/kaf_uzerinde_arifiye_sapanca_izmit_korfezi_kolunda.pdf adresinden alındı.

Sapanca Kaymakamlığı. (2000). *Sapanca İlçe Yıllığı*. Sapanca: Sapanca Kaymakamlığı.

Schowengerdt, R. (2007). *Remote Sensing, Models, and Methods for Image Processing* (3rd Ed). Burlington, MA: Academic Press.

Son, N., Chen, C., Chang, N., Chen, C., Chang, L., Thanh, B. (2015). Mangrove Mapping and Change Detection in Ca Mau Peninsula, Vietnam, Using Landsat Data And Object-Based Image Analysis. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 8 (2), 503-510. doi:10.1109/JSTARS.2014.2360691

Strahler, A. (1980). The Use Of Prior Probabilities In Maximum Likelihood Classification Of Remotely Sensed Data. *Remote Sensing Of Environment*, 10 (2), 135-163.

Tunçdilek, N. (1986). *Türkiye'de Yerleşmenin Evrimi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Yayınları.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK, 2019). 20. 08. 2019 tarihinde <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr> adresinden alındı.

Turgay, T., Buyruk, P. (2018). Sakarya'da Geleneksel Mimari Doku. Cercis İkiel (Ed.), *Sakarya'nın Fiziki, Beşeri ve İktisadi Coğrafya Özellikleri* içinde (419-456), Sakarya: Sakarya Üniversitesi Yayınları.

Tümertekin, E., Özgüç, N. (2016). *Beşeri Coğrafya, İnsan Kültür Mekân*. İstanbul: Çantay Yayınevi.

Tümertekin, E. (1973). *Türkiye'de Şehirleşme ve Şehirsel Fonksiyonlar*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları.

T.C Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, (2019), On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023), Ankara <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2019/07/OnbirinciKalkinmaPlani.pdf> adresinden alındı.

United Nations, (UN, 2020). Department of Economic and Social Affairs, Sustainable Development, 24.02. 2021 tarihinde <https://sdgs.un.org/goals> adresinden alındı.

U.S. Geological Survey, (2020). 09.01. 2020 tarihinde <https://earthexplorer.usgs.gov> adresinden alındı.

U.S. Geological Survey, (2020). What are the best Landsat spectral bands for use in my research? 19.10. 2020 tarihinde https://www.usgs.gov/faqs/what-are-best-landsat-spectral-bands-use-my-research?qt-news_science_products=0#qt-news_science_products adresinden alındı.

Ustaoğlu, B. (2018). Sakarya'nın İklim Özellikleri. Cercis İkiel (Ed.), *Sakarya'nın Fiziki, Beşeri ve İktisadi Coğrafya Özellikleri* içinde (163-218), Sakarya: Sakarya Üniversitesi Yayınları.

Ustaoğlu, B., Koç, D. (2018). Sakarya'nın Toprak Özellikleri. Cercis İkiel (Ed.), *Sakarya'nın Fiziki, Beşeri ve İktisadi Coğrafya Özellikleri* içinde (263-286). Sakarya: Sakarya Üniversitesi Yayınları.

Uzun, M. (2016). Sapanca Gölü Kıyıları ve Yakın Çevresinde Jeomorfolojik Birimlerle Mekân-Kıyı Kullanım İlişkisinin İncelenmesi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 0 (33), 465-492. doi:10.14781/mcd.96528

Weih, R., Riggan, N. (2010). Object-Based Classification vs. Pixel-Based Classification: Comparative Importance of Multi-Resolution Imagery. The International Archives of The Photogrammetry, *Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 38(4/C7). https://www.isprs.org/proceedings/xxxviii/4-c7/pdf/Weih_81.pdf adresinden alındı.

WRI, (2015). 11 12, 2020 tarihinde <https://www.wri.org/blog/2015/08/ranking-world-s-most-water-stressed-countries-2040> adresinden alındı.

Yu, Z., Di, L., Yang, R., Tang, J., Lin, L., Zhang, C., Sun, Z. (2019). *Selection of Landsat 8 OLI Band Combinations for Land Use and Land Cover Classification*. 8th International Conference on Agro-Geoinformatics (s. 1-5). doi: 10.1109/Agro-Geoinformatics.2019.8820595