

Alansal Değişimin Susurluk Havzası Kocaçay Deltası Sulak Alanı'nda Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Belirlenmesi

Üzeyir Özaslan¹, Esin Erdoğan Yüksel^{2,*}

¹Doğa Koruma ve Milli Parklar, 8. Bölge Müdürlüğü, Nevşehir Şube Müdürlüğü, Nevşehir, Türkiye

^{2,*}Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye

Makale Tarihiçesi

Gönderim: 03.06.2024

Kabul: 20.07.2024

Yayın: 15.08.2024

Araştırma Makalesi



Öz – Sulak alanlar, doğal veya yapay yollarla oluşabilen, hidrolojik bakımdan karmaşık yapıdaki özgün ekosistemlerdir. Hem karasal hem de suluk ekosistemlerin özelliklerini barındıran bu yapıları, sulak alanların kesin ve net olarak tanımlanmasını zorlaştırmaktadır. Kocaçay Deltası Sulak Alanı, bulunduğu konum ve longozormanlarına ev sahipliği yapması bakımından toprak yapısı ile doğal kaynaklar açısından oldukça elverişli bir yapıya sahiptir. Bu nedenle yıllar içinde geçirdiği değişimin izlenmesi önem arz etmektedir. Bu çalışmada, uydu görüntüleri ve amenajman planı verilerinden faydalanarak Kocaçay Deltası Sulak Alanı ve çevresine ilişkin alansal değişimler incelenmiştir. 2003-2017-2022 yıllarına ait Landsat 4-5 TM ve Landsat 8 OLI-TIRS uydu görüntüleri üzerinde kontrollü sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiş; bunun yanı sıra 2003 ve 2017 amenajman planlarına ait veriler incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre 19 yılda (2003-2022) meydana gelen değişimin ziraat alanlarında %65.7 ve orman alanlarında %5.7 oranında azalma; açıklık alanlarda %56.2 ve su alanlarında %11.0 oranında artma yönünde eğilim gösterdiği tespit edilmiştir. Amenajman planlarına göre ise 14 yılda (2003-2017) meydana gelen değişimin ziraat alanlarında %7.1, orman alanlarında %9.1 ve su alanlarında %0.7 azalma; açıklık alanlarda %13.6 artma şeklinde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Ayrıca 2003-2017 yılları arasındaki amenajman planı verilerinde su yüzey alanlarının %0.72 oranında değiştiği ancak uydu görüntülerinde su yüzey alanlarının plan alanlarına göre %62 daha fazla olduğu görülmektedir. Uydu görüntülerinin Mayıs ayında çekilmiş olması, alan içerisinde bulunan su basar ormanlarında kış aylarında meydana gelen yağışın fazlalığı ve yeterli buharlaşmanın olmaması bu durumun sebepleri olarak gösterilebilir. Çalışma alanına ait ortaya çıkan sonuçların benzer alanlarda yapılacak çalışmalara ışık tutması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler – Arazi kullanım değişimi, uzaktan algılama, coğrafi bilgi sistemleri, Kocaçay Deltası, sulak alan

Determination of Land Change in the Susurluk Basin Kocaçay Delta Wetland Using Remote Sensing and Geographic Information Systems

¹Nature Conservation and National Parks, 8th Regional Directorate, Nevşehir Branch Office, Nevşehir, Türkiye

^{2,*}Bursa Technical University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Bursa, Türkiye

Article History

Received: 03.06.2024

Accepted: 20.07.2024


Published: 15.08.2024

Research Article

Abstract – Wetlands are unique ecosystems with a hydrologically complex structure that can be formed naturally or artificially. These structures, which contain the characteristics of both terrestrial and aquatic ecosystems, make it difficult to define wetlands precisely and clearly. Kocaçay Delta Wetland has a very favourable structure in terms of soil structure and natural resources due to its location and being host for floodplain forests. For this reason, it is important to monitor its changes undergone over the years. In this study, spatial changes in the Kocaçay Delta Wetland and its surroundings were examined by using satellite images and management plan data. Controlled classification was carried out on Landsat 4-5 TM and Landsat 8 OLI-TIRS satellite images of 2003-2017-2022; in addition, data from 2003 and 2017 management plans were examined. According to the results, the change in 19 years (2003-2022) was a 65.7% decrease in agricultural areas and a 5.7% decrease in forest areas; while it was determined that there was an increase of 56.2% in open areas and 11.0% in water bodies. According to management plans, the change in 14 years (2003-2017) was a 7.1% decrease in agricultural areas, a 9.1% decrease in forest areas and a 0.7% decrease in water areas; and it was found that there was an increase of 13.6% in open areas. In addition, in the management plan data between 2003 and 2017, it was seen that the water surface areas changed by 0.72%, on the other hand in the satellite images, the water surface areas were 62% more than the plan areas. The fact that the satellite images were taken in May, the excess precipitation in the flooded forests in the area during the winter months and the lack of sufficient evaporation can be shown as the reasons for this situation. It is expected that the results obtained from the study area will shed light on future studies in similar areas.

Keywords – Land use change, remote sensing, geographic information systems, Kocaçay Delta, wetland

¹  uzeyirozaslan@gmail.com

²  esin.yuksel@btu.edu.tr

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. Giriş

Dünya üzerinde bulunan ilk organizmaların ortaya çıkışından uygarlıkların gelişimine kadar bütün canlıların yaşaması için gerekli olan su, dünyanın en önemli doğal kaynaklarından birisidir. Kişisel kullanım, tarımsal sulama ve enerji üretimi gibi birçok alanda kullanılan su, dünyanın yaklaşık olarak 4/3'ünü ve insan vücudunun ise 3/2'sini oluşturmaktadır. İnsanlık tarihinde, ilk insan yerleşimlerinde bulunan yaşama dair izlerin dere, nehir ve göller gibi su kaynaklarının çevresinde yoğunlaştığı görülmüş ve dünya nüfusunun çoğunluğu hayatlarının bir bölümünde sulak alanları çeşitli amaçlarla kullanmışlardır (Beklioğlu, 2007).

Sulak alanlar, tropikal ormanlardan sonra dünyanın en zengin biyolojik çeşitliliğine sahip üretim açısından kapsamı geniş olan ekosistem parçalarıdır. Bu bölgeler hem yerel halk açısından hem de ülkenin tamamına hizmet etmesi açısından önemli bir konumdadır. Sulak alanlar birçok tür için beslenme, barınma ve üreme imkânı sağlar ve sadece buldukları konum itibarıyla değil tüm dünyada doğal zenginlik olarak kabul edilmektedir (Ridd ve Liu, 1998).

Halen milyonlarca insanın sulak alanlar etrafında yaşaması ve sunduğu fırsatları tarım, hayvancılık ve balıkçılık gibi faaliyetler için kullanması durumunda yaşamlarını sürdürebileceği açıkça görülmektedir. Sulak alanların, genetik bilgi verme açısından önemli rezervuarlardan birisi olduğu kabul edilmekte, dünyadaki mevcut türlerin %40'ına ve tüm yaşayan hayvan türlerinin de %12'sine ev sahipliği yaptığı bilinmektedir. Sulak alanlar, yerel iklimde bulunan biyolojik çeşitliliğin yararlı etkilerine ek olarak, erozyon ve tortu kontrolü yoluyla toprak korumasını da desteklemektedir. Aynı zamanda yeraltı suyu temini, taşkın kontrolü, kıyı kesimlerin korunması, fırtına ve rüzgâra karşı felaketlerin önlenmesi, besinlerin depolanması, değişen iklim şartlarının korunması ve suyun arıtılması gibi birçok önemli işleve sahiptir. Sulak alanlar yer altı suyunu dengeler, nitrojen ve fosforu doygun hale getirir, suyun içine karışan kimyasal suları filtreler. Mevcut iklim koşulları göz önüne alındığında da nemi artırarak yağışın olumlu yönde artmasına katkıda bulunmaktadır. Dünyada bulunan karbon stoğunun %40'ını depolayan, turbalıkları ve orman alanlarını barındıran sulak alanlar karbon döngüsü açısından da önemli bir konuma sahiptir (Karadeniz, 1995; WWF Türkiye, 2008; Yağmur, 2018).

Ancak bu önemli ekosistem parçaları yakın zamana kadar önemi anlaşılmayan ve hastalığa neden olan bölgeler olarak tanımlanmakta, bazı yerlerde bataklık olması nedeniyle sağlığa olumsuz etki ettiği düşünülmekteydi. Sulak alanların tarım alanlarına dönüştürülmesi, toprakta bulunan organik madde miktarının azalmasına ve atmosfer çevresine hapsedilmiş karbonun tutulmasına neden olmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) 2005 yılında paylaşmış olduğu "Ekosistem Değerlendirme Raporu"nda, küresel iklim değişikliğinin olumlu yönde düzelmesi açısından sulak alanlarının önemli olduğunu belirtmektedir (MEA, 2005). CO₂ gazı emisyonları küresel ısınmayı etkileyen temel faktörlerden birisidir ve sulak alanların yerleşim yeri ve tarım arazisi gibi alanlara dönüştürülmesi yüksek miktarlarda karbondioksitin artması anlamına gelmektedir. Karbonun tutulması açısından dünya yüzeyinde büyük alanlara ve öneme sahip sulak alanların çeşitli faktörler sebebiyle tahribi karbondioksit, metan ve nitröz oksit gibi, aşırı ısınma sonucunda ekolojik dengeyi bozan üç büyük gazın açığa çıkmasına sebep olmaktadır (Moomaw et al., 2016).

Nüfus artışı sonucunda artan tarım arazileri, talepten doğan sanayileşme ve kentleşme ile suya olan talep her geçen gün çoğalmakta bu da her türlü su kaynağının bilinçsizce tüketilmesini hızlandırmaktadır. Bu nedenle nitel ve nicel açıdan yok olma tehdidi ile karşı karşıya kalan sulak alanların yönetim planlarının düzenlenmesi ve hazırlanması önem arz etmektedir. Alanlar ile ilgili kapsam genişletildiğinde ulusal ve yerel sulak alanların belirlenmesi için doğru bilgilere sahip olunması önemlidir. Sulak alanların izlenmesi, değerlendirilmesi ve envanterinin ortaya konulması etkili yönetiminin temel bileşenleridir ve yönetime ait kararları desteklemek için önemli bilgiler sağlamaktadır (Dugan, 1990). Sulak alanların ekolojik fonksiyonlarının korunarak planlanması, yönetilmesi ve takibinin düzenli olarak yapılması için oluşturulan envanterler önem arz etmekte fakat bu verilerin sulak alanlar için çoğu zaman yetersiz, eksik ve tutarsız olduğu ifade edilmektedir (Finlayson

et al., 1999). Bu bağlamda sulak alanların geliştirilmesi ve korunması açısından araştırmalar ve sulak alanlara ait stratejiler geliştirilmeye başlanmıştır.

Mevcut fonksiyonları ve değerleri yeterince bilinmediğinden yıllar boyunca önemli tahribatlara maruz kalmış sulak alan ekosistemlerinin yıllar içinde bilimsel araştırmalara konu olması ve uluslararası ölçekte önem kazanması bu alanların kesin ve net olarak tanımlanması ihtiyacını doğurmuştur. Bu amaçlar doğrultusunda sulak alanlar için bilimsel, yasal, ekonomik ve kurumsal bakış açılarıyla çeşitli tanımlar yapılmıştır (Cowardin et al., 1979). Sulak alanlar, doğal veya yapay yollarla oluşabilen, hidrolojik bakımından karmaşık yapıdaki özgün ekosistemlerdir. Hem karasal hem de sucul ekosistemlerin özelliklerini barındıran bu karmaşık yapıları, sulak alanların kesin ve net olarak tanımlanmasını zorlaştırmaktadır.

Sulak alanlar 1971 yılında Ramsar Sözleşmesince geliştirilen, en kapsayıcı ve uluslararası düzeyde kabul görmüş olan tanımına göre “Doğal veya yapay, devamlı veya geçici, suları durgun veya akıntılı, tatlı, acı veya tuzlu, denizlerin gelgit hareketlerinin çekilme devresinde altı metreyi geçmeyen derinlikleri kapsayan, başta su kuşları olmak üzere canlıların yaşama ortamı olarak önem taşıyan bütün sular, bataklık, sazlık ve turbiyeler ile bu alanların kıyı kenar çizgisinden itibaren kara tarafına doğru ekolojik açıdan sulak alan kalan yerler” şeklinde tanımlanmıştır (URL-1). Sulak alanlar ile ilgili sözleşmelerden birisi olan Ramsar Sözleşmesi, Türkiye’nin de içinde bulunduğu 169 adet ülkenin imzasının bulunduğu, sulak alanların korunması, kaynakların azalmasının önlenmesi ve akılcı kullanım açısından ulusal ve uluslararası işbirliği sağlayan bir anlaşmadır (URL-1). Ramsar sözleşmesi uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri gibi uygulamalar ile teknolojinin sulak alan çalışmalarına dâhil edilmesini desteklemekte ve envanterde ortaya çıkan boşlukları doldurabilmek adına geliştirilmesini desteklemektedir (Lowry, 2006; Davidson ve Finlayson, 2007, Rosenqvist et al., 2007). Ayrıca “Ramsar Yönetmeliği” sulak alanlara ait yönetim planlarının hazırlanmasındaki ve takibinin yapılmasındaki aşamaları da belirtmektedir.

Üç tarafı denizlerle çevrili ülkemiz, yükselti farklılıkları sonucu oluşan iklim çeşitliliğinin yanı sıra Avrupa-Asya-Afrika kıtaları arasındaki geçiş güzergâhında yer alışı nedeniyle, sahip olduğu sulak alanlar bakımından Orta Doğu ve Avrupa’nın en önemli ülkelerinden biri konumundadır. Türkiye’de 14’ü Ramsar, 59’u ulusal öneme, 49’u ise mahalli öneme sahip statüde toplam alanı 1.123.602 ha olan 122 adet tescilli sulak alan bulunmaktadır (Anonim, 2024).

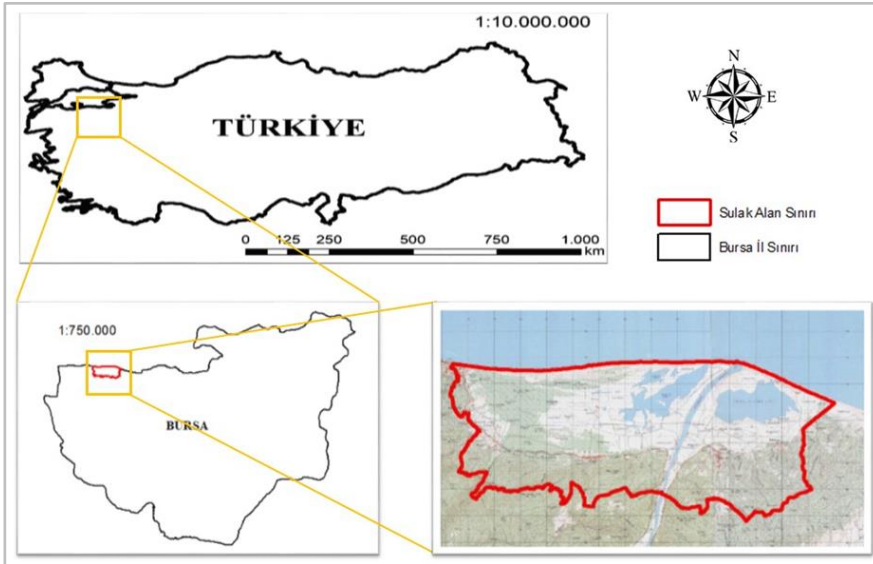
Sulak alanlar su kalitesini artırma ve su depolamanın yanı sıra çeşitli canlılar için yumurtlama alanı ve karbondioksit yutağı olma gibi sahip olduğu birçok özellikten dolayı dünya ölçeğinde öneme sahip ve bu bakımdan da izlenmesi önem arz eden öncelikli alanlardır (Verhoeven et al., 2006). Bu amaç için ise uzaktan algılama yöntem ve verileri etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Sulak alanların ve çevrelerinin ayrıntılı bir şekilde incelenebilmesi, gelişen teknoloji ile birlikte uydu verilerinin çözünürlüğündeki kalitenin artışı sonucu daha etkin şekilde yapılabilmektedir. Antropojenik etkilerin yanı sıra iklimdeki değişimlerle birlikte daha da hassas hale gelen sulak alanlar ve göller gibi doğal su ekosistemleri (Sönmez ve Somuncu, 2016; Chang et al., 2017) ile gölet ve baraj gibi yapay su ekosistemlerindeki değişimi uzun zaman aralıklarında hızlı ve doğru şekilde izleyebilmek ve haritalandırmak için Uzaktan Algılama ve CBS tekniklerine sıklıkla başvurulmaktadır (Bao ve Zhang, 2011; Yurteri ve Kurttaş, 2021).

Bu çalışma kapsamında Susurluk Havzası’nda yer alan Kocaçay Deltası Sulak Alanı’nda yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri (Landsat Thematic Mapper 4-5 TM ve Landsat 8 OLI/TIRS) ve amenajman planı verileri (2003-2017) dikkate alınarak alansal değişimler incelenmiş ve değişimin sebeplerinin tartışılması amaçlanmıştır. Araştırmaya konu olan Kocaçay Deltası 13.08.2018 tarihinde 17.025 ha alanıyla “Ulusal Öneme Haiz Sulak Alan” kategorisinde tescillenmiştir. Marmara Denizi’nin güney kıyısında yer alan delta ülkemizin ulusal ve uluslararası ölçekte öneme sahip longoz ormanı ekosistemini de kapsamaktadır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Kocaçay Deltası Sulak Alanı

Çalışma alanı Şekil 1’de gösterildiği gibi coğrafi bakımdan Marmara Bölgesi’nde, Bursa ili Karacabey ve Mudanya ilçe sınırları içerisinde yer almaktadır. Karadere ve Uluabat Dereleri ile Nilüfer Çayı birleşerek Kocaçay’ı oluşturmaktadır ve sulak alanın tamamı 17.025 ha’dır. Deltanın 10.476 ha’ı (%61,5) Karacabey, 610 ha’ı (%3,6) Mudanya ilçe sınırları içerisinde yer almaktadır. Kalan 5.939 ha (%34,9) alan ise deniz içerisinde kalmaktadır. Sulak Alan tescil sınırları içinde; 9.424 ha hazine, 6.113 ha orman, 41 ha mera ve 1.447 ha şahıs arazisi bulunmaktadır. Hazine arazileri içerisinde orman, mera, sazlık, bataklık, kıyı alanları ile Dalyan ve Arapçiftliği Gölü yer almaktadır. Özel şahıs arazilerini ise zeytinlik, sulu ve kuru tarım alanları ile yerleşim yerleri oluşturmaktadır. Kocaçay Deltası batı yarısında Dalyan ve Poyraz Gölleri 194 ha alanı, sazlıklar 600 ha alanı, subasar (longoz) ormanları 730 ha alanı kapsamakta; doğu yarısında ise 391 ha alanda Arapçiftliği Gölü ile yanı sıra kumullar, tarım alanları, sazlıklar ve geniş çamur ovaları bulunmaktadır (Yaman, 2008; Anonim, 2019). Çalışmada incelenen sulak alan büyüklüğü ise yaklaşık 7000 ha civarındadır. Tescillenmiş sulak alan ile çalışmaya konu olan alan arasındaki farklılık; yönetim planında dâhil edilen doğu ve batı uçlardaki doğal yapıdan uzaklaşmış yerleşim yeri hüviyetindeki alanlar ile deniz bandının çalışma alanımıza dâhil edilmemiş olmasından kaynaklanmaktadır. Delta 21 km’ye kadar uzanan bir kıyı şeridinde sahiptir. Kocaçay adını verdiği delta üzerinde kanaldan akarak deltayı iki ana parçaya bölmektedir. Delta sahip olduğu kumul alanlar nedeniyle turistik faaliyetler ve turizm amaçlı kullanılırken, sulak çayır ve subasar ormanlarda mera, göl ve tepeler arasında kalan kısımlarda tarımsal faaliyetler sürdürülmektedir. Ayrıca balıkçılık, orman ürünlerinden faydalanma ve arıcılık faaliyetlerinin de yürütüldüğü önemli bir konuma sahiptir (Kazancı vd., 1999; Anonim, 2019). Çalışma alanında yer alan Karacabey Subasar Ormanı Türkiye’nin en önemli subasar ormanlarından biridir (Akay vd., 2017). Bursa Koruma Bölge Kurulu’nun 25.12.2004 tarih ve 326 sayılı kararı ile 1. Derece Doğal Sit Alanı ilan edilen Kocaçay Deltası aynı zamanda 13.08.2018 tarihinde “Ulusal Öneme Haiz Sulak Alan” olarak tescil ve ilan edilmiştir (URL-2).

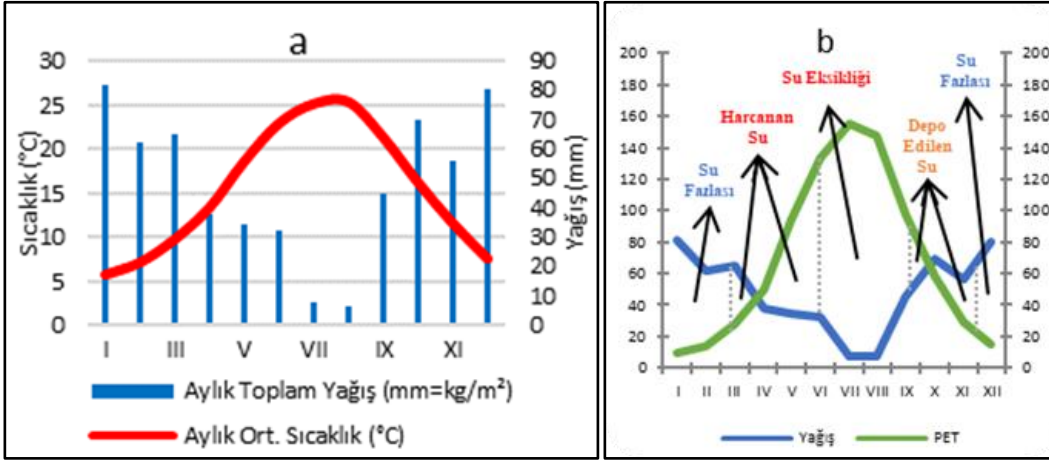


Şekil 1. Kocaçay Deltası Sulak Alanı coğrafi konumu

Sakarya Kıtası veya Zonu olarak adlandırılan kuşakta yer alan bölgede Kuzeydoğu-Güneybatı doğrultusunda uzanan birbiriyle tektonik ilişkili, Üst Paleozoyik ve Triyas yaşta birimler temel kayalar olarak yüzeylenmektedir. Devon yaşlı Kalabak grubu olarak bilinen kireçtaşı ve volkano sedimanter kayaların başkalaşımına uğraması sonucunda meydana gelmiş olan metamorfik kayaların jeolojik yapısının temelini oluşturmaktadır. Deltanın büyük bir kısmında şist tanımlamaları olan Torasan Formasyonu

yüzeyleyirken, kalan kısım ise kıyı şeridinde gözlemlenen çakıl, kum, silt ve çamurdan oluşan Kuvaterner alüvyonlar ile temsil edilir.

Bunların yanı sıra Anadolu'da etkili olan kratonik hareketler blok halinde yükselme ve alçalmalar meydana getirmiş; sularla işgal edilen çöküntü sahalarının bir kısmı Uluabat, İznik gibi tektonik gölleri oluştururken; alüvyonlar ile dolması sonucunda ise Karacabey gibi tektonik bir ova oluşmuştur. Kocaçay Deltası depresyon alanı Karadere, Susurluk ve Nilüfer Çaylarının getirdiği alüvyonlar ile dolu durumdadır (Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay ve ark., 1989; İncedayı, 2015). Kocasu deltasının akarsu boşalımı olan aktif kesimi hariç, diğer kıyı kuşağı 2–2.5 metre genişlikte, ince-orta kumdan oluşan plaja sahiptir (Saçın, 2010).



Şekil 2. Karacabey İlçesi iklim (a) ve su bilançosu (b) diyagramı (Erdoğan Yüksel ve Karan, 2024)

İklim bakımından karmaşık bir yapı gösteren Bursa İli kuzey kesiminde Akdeniz ikliminin Marmara kıyılarına özgü tipi etkili olurken, güney ve iç kesimlerinde İç batı Anadolu'nun karasal iklimi görülür. Bursa için yıllık yağış toplamı 617.1 mm, yıllık ortalama sıcaklık 14.1 °C ve yıllık buharlaşma 1031.1 mm'dir. Kocaçay Deltası sınırlarının da içerisinde yer aldığı Karacabey ilçesine ait 2000-2021 yılı (22 yıllık) istasyon verilerine göre ise Şekil 2.a'da görüldüğü gibi yıllık ortalama yağış miktarı toplamı 579.1 mm'dir. Yıllık ortalama yağış miktarının en düşük olduğu ay 6.9 mm ile Ağustos ayı, ortalama yağış miktarının en yüksek olduğu ay ise 81.6 mm ile Ocak ayıdır. Yıllık ortalama sıcaklık ise 15.4 °C'dir. Yıllık ortalama sıcaklığın en yüksek olduğu ay Ağustos (25.3 °C), en düşük olduğu ay ise Ocak (5.8 °C)'tir (MGM, 2022). Su bilançosu diyagramına göre Karacabey ilçesinde su fazlalığı Ocak, Şubat, Mart ve Aralık ayında; su eksikliği ise 6. ve 9. aylar arasında görülmektedir. Şekil 2b'de görüldüğü gibi Thornthwaite yöntemine göre yapılan sınıflandırmalar sonucunda Karacabey ilçesinin "C₁ B₂ s b₃" (yağış tesirlilik indisi C₁ "Yarı Kurak–Az Nemli", sıcaklık tesirlilik indisi B₂ "2. Derece Mezotermal", s "Kış mevsiminde su eksikliği bulunan ve orta seviyede olan", b₃ "okyanus iklimine yakın) iklim türünde olduğu belirlenmiştir (Erdoğan Yüksel ve Karan, 2024).

Longoz ormanlarından oluşan çok sayıda ekosisteme ev sahipliği yapan Kocaçay Deltası ekosistem çeşitliği açısından değerlendirildiğinde de önemli bir konuma sahiptir. İbrel ve yapraklı ormanlık alanların yanı sıra çayır alanları, meralar, açıklık, taşkın ve kumul alanlar olmak üzere çok farklı ekosistemleri bir arada bulundurmaktadır. Kuş göç güzergâhında olup çok sayıda kuş, bitki, memeli, balık ve sürüngen türünü barındıran deltanın çevresinde çoğunlukla zeytin tarımı yapılırken; Karacabey ve civarında yoğun şekilde meyve ve sebze tarımı yapılmaktadır (Anonim, 2019).

2.2. Uydu Görüntülerinin Elde Edilmesi ve Verilerin İşlenmesi

Uzaktan Algılama tekniklerine su kaynakları ile arazi kullanımı/arazi örtüsünün tespiti, yönetimi, değişimi gibi birçok alanda sıklıkla başvurulmaktadır. Elde edilen sonuçlar mekânsal ve zamansal değişimi ortaya koyarken, mevcut kullanımların hangi kullanım sınıflarına dönüştüğü hakkında da bilgi vermekte; gerekli önlemlerin alınması noktasında avantajlar sunmaktadır. Bu bağlamda su kaynaklarının yönetimi ve planlanması (Saçın,

2010; Sönmez ve Somuncu, 2016; Bozduman, 2019; Özçalık vd., 2020; Kaya ve Kaplan, 2021) ile arazi yönetimi ve planlaması (Reis vd., 2016; Yılmaz vd., 2018; Kaşıkçı vd., 2020) konularındaki birçok çalışmada Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri teknikleri kullanılmaktadır.

Uydu görüntülerinin işlenmesi ve bu görüntülerin sınıflandırma işlemlerinin yapılması ArcGIS 10.5 (ESRI; 2015) yazılımı üzerinde gerçekleştirilmiştir. USGS (United States Geological Survey) üzerinden uydu görüntülerinin elde edilmesinin ardından görüntüler üzerinde sayısal düzeltmeler yapılarak bantlar birleştirilmiş, vektör tabanlı olarak aktarılan verilerin kontrollü sınıflandırma işlemi yapmak için kontrol bölgeleri belirlenmiştir. Kontrollü sınıflandırmanın ardından doğruluk analizi yapılarak kappa istatistiği hesaplanmıştır.

Landsat sistemi, 1972 yılından buyana farklı algılayıcılar ile aktif bir şekilde uydu görüntüleri üretmekte ve arazi kullanımlarının uzun periyotlardaki değişimlerini izlemede önemli avantajlar sunmaktadır (Gülci vd., 2019). Bunun yanı sıra hidrolojik gözlemlerde de çok bantlı uydu görüntülerinin analiziyle kıyı kenar çizgisi ve alansal değişimlerinin saptanması yöntemine sıklıkla başvurulmaktadır (Howari et al., 2007; Yurteri ve Kurttaş, 2021). Araştırma alanına ait ana görüntü verilerini USGS Earth Explorer web sayfasından (<http://earthexplorer.usgs.gov/>) temin edilmiş Landsat Thematic Mapper 4-5 TM ve Landsat 8 OLI/TIRS (Operational Land Imager and the Thermal Infrared Sensor) sensörlerinden elde edilen uydu görüntüleri oluşturmaktadır (URL-3, URL-4).

Uydu görüntüleri çok büyük alanları tek seferde kapsayabilmesine rağmen özellikle büyük alanlarda her mevsim koşulunda açık bir hava durumunu yakalamak mümkün olmayabilmektedir. Görüntü üzerindeki bulutluluk oranı uydu görüntüleri temin edilirken yaşanan en büyük problemlerden biridir. Bir diğer önemli etken de ışık ve kamera açısıdır. Güneş açısına bağlı olarak sınıflandırılmak istenen nesnelere gölgede kalarak sınıflandırmanın doğruluğunu olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Uydu görüntüsü seçiminde dikkat edilmesi gereken bir diğer unsur da tarih seçimidir. Çalışma kapsamında uydu görüntüsü uygulama alanında bulunan orman, ziraat, su ve kumsal alanları göz önünde bulundurularak alan seçiminde tarihe dikkat edilmiştir. Uydu görüntüsü alırken bulutluluk durumundan etkilenmeyecek şekilde gerekli kontroller yapılarak Tablo 1’de yer alan teknik özelliklere sahip 08.05.2003, 22.05.2017, 12.05.2022 tarihli görüntüler kullanılmıştır.

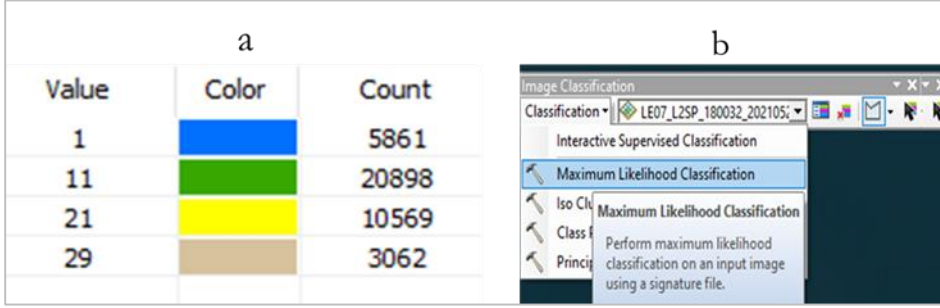
Tablo 1
Çalışma alanında kullanılan uydu görüntüleri ve teknik özellikleri

Uydu	Uydu Görüntüsü Algılama Tarihi	Konumsal Çözünürlük (m)	Bant Sayısı
Landsat 4-5 TM	08.05.2003	30	7
Landsat 8 OLI-TIRS	22.05.2017	30	9
	12.05.2022		

Bant (4, 3, 2 numaralı bantlar) birleştirme işlemi (CompositeBands) ile iyileştirilmiş ve yüksek çözünürlüklü görüntülere dönüşen veriler RGB kombinasyonuna göre çalışmanın amacına uygun şekilde renklendirilmiştir. Uydu görüntüsünün bant birleştirme ve renklendirme işlemleri tamamlandıktan sonra kontrollü sınıflandırma işlemine geçilmiştir. Görüntü üzerinde sınıflandırmaya konu olan orman, ziraat, açıklık ve su alanlarının etki durumuna göre “Image Classification” aracı üzerinden sınıflandırma işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Orman, ziraat, açıklık ve su gibi aynı grupların temel alındığı, farklı yıllara ait çizilen her bir poligon “Training Sample Manager” menüsünde ayrı ayrı listelenerek birleştirilmiş; farklı ancak birbirine benzer yakın renklere sahip değerlerin aynı arazi kullanım tipini temsil ettiği belirlenmiştir (Şekil 3a). Training Sample Manager’de hazırlanan spektral imzalar (spectral signatures) sınıf tanımlama işlemleri yapıldıktan sonra kontrollü sınıflandırma için gerekli olan “Signature File” dosyası oluşturulmuştur. Bu aşamadan sonra “Classification”

aracı üzerinde bulunan “Maksimum Likelihood Classification” (en çok benzerlik sınıflandırması) yöntemi ile kontrollü sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 3b). Literatürde en sık başvurulan kontrollü sınıflandırma algoritması “en çok benzerlik yöntemi” olarak bilinmektedir (Strahler, 1980; Ayhan vd., 2003).



Şekil 3. Kontrol sınıflarının oluşturulması (a) ve maksimum benzerlik yönteminin uygulanması (b)

Çalışmanın son aşamasında ise uydu görüntüleri ile yapılan sınıflandırmaların doğruluğunun tespit edilebilmesi amacıyla kappa değeri hesaplanmıştır. Sınıf başına 30 nokta olmak üzere her yıla ait uydu görüntüsü için 120; 2003, 2017 ve 2022 yıllarına ait toplam 360 nokta seçilmiştir. Rastgele seçilen noktalardan sınıflandırılan görüntülerde kontrol noktası ile karşılaştırma yapılarak hata matrisi oluşturulmuştur.

Amenajman planı verileri ise Karacabey Orman İşletme Müdürlüğü, Yeniköy ve Uluabat Orman İşletme Şeflikleri 1994-2003 ve 2004-2023 amenajman planlarına ait meşcere tipleri haritalarından elde edilmiştir (Anonim, 1994-2004). Meşcere haritaları ArcGIS 10.5 (ESRI; 2015) yazılımı kullanılarak sayısal hale getirilmiştir. Uydu görüntülerinin temin edildiği tarih aralıklarına karşılık gelen 2003 ve 2017 yıllarına ait arazi kullanım dağılımları amenajman planlarına göre incelenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Sınıflandırılmış Görüntülerin Doğruluk Analizi

Tablo 2, 3 ve 4’de Landsat uydu görüntülerine ait kontrollü sınıflandırma hata matrisleri gösterilmektedir. Sınıflandırma doğruluğu 2003 yılı için %88.33, kappa istatistik değeri 0.883; 2017 yılı için sınıflandırma doğruluğu %72.5, kappa istatistik değeri 0.729; 2022 yılı için sınıflandırma doğruluğu %85.83, kappa istatistik değeri 0.867 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan kappa değerlerinin uyumu Landis ve Koch (1977)’a göre 2017 yılı için iyi (0.61-0.80); 2003 ve 2022 yılı için ise çok iyi (0.81-1.00) seviyededir. Kappa değerleri sınıflandırmanın başarılı olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 2
2003 yılı Landsat uydu görüntüsü hata matrisi

Arazi Kullanımı	Ziraat	Orman	Açıklık	Su	Toplam Sınıflandırılmış Nokta
Ziraat	25	3	2	0	30
Orman	0	26	4	0	30
Açıklık	1	0	26	3	30
Su	0	0	1	29	30
Toplam Referans nokta	26	29	33	32	120
Üretici Doğruluğu (%)	83.33	86.66	86.66	96.66	88.33
Kullanıcı Doğruluğu (%)	96.15	89.65	78.78	90.62	88.33
Kappa					0.883

Tablo 3
2017 yılı Landsat uydu görüntüsü hata matrisi

Arazi Kullanımı	Ziraat	Orman	Açıklık	Su	Toplam Sınıflandırılmış Nokta
Ziraat	9	0	21	0	30
Orman	1	29	0	0	30
Açıklık	0	3	19	8	30
Su	0	0	0	30	30
Toplam Referans nokta	10	32	40	38	120
Üretici Doğruluğu (%)	30	96.66	63.33	100	72,5
Kullanıcı Doğruluğu (%)	90	90.62	47.5	78.94	72.5
Kappa					0.729

Tablo 4
2022 yılı Landsat uydu görüntüsü hata matrisi

Arazi Kullanımı	Ziraat	Orman	Açıklık	Su	Toplam Sınıflandırılmış Nokta
Ziraat	23	0	7	0	30
Orman	1	28	1	0	30
Açıklık	4	2	22	2	30
Su	0	0	0	30	30
Toplam	28	30	30	32	120
Üretici Doğruluğu (%)	76.66	93.33	73.33	100	85.83
Kullanıcı Doğruluğu (%)	82.14	93.33	73.33	93.75	85.83
Kappa					0.867

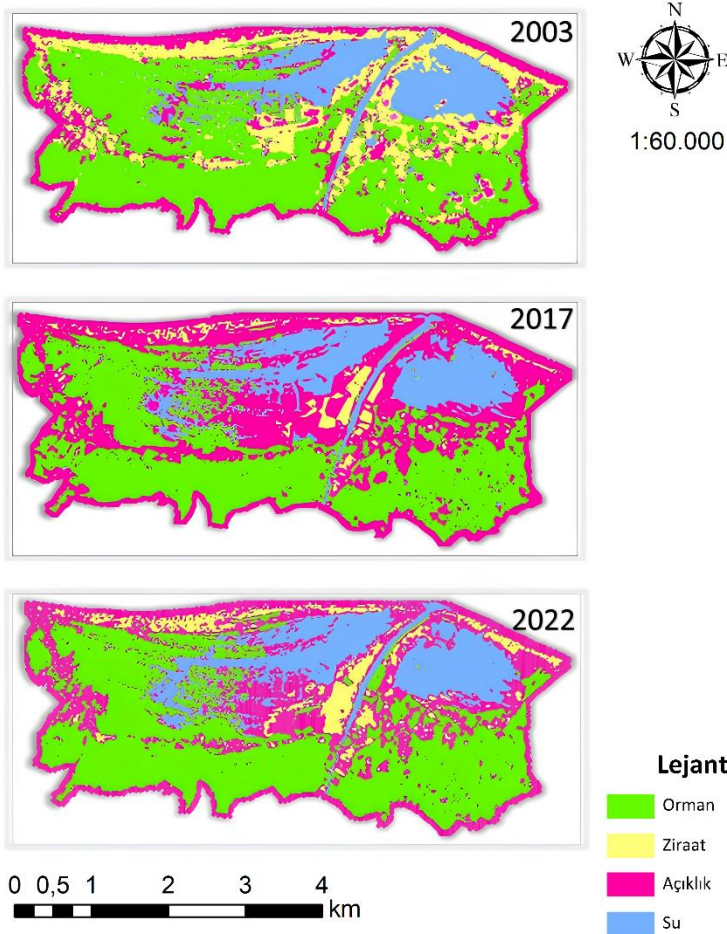
Hotamış Gölü ve çevresinin 35 yıllık arazi kullanımı değişiminin izlendiği çalışmada Landsat MSS, Landsat TM, Landsat ETM uydu görüntüleri sınıflandırma işlemlerine tabi tutulmuş; genel doğruluk değeri %91.06-72.76, kapa istatistik değerleri 0.6146-0.8725 olarak hesaplanmıştır (Kırtıloğlu, 2014). Manisa ili Köprübaşı ilçesinde arazi kullanımının 2008, 2013 ve 2017 yıllarındaki değişimini belirlemek amacıyla haritaların üretiminde kontrollü sınıflandırmaya ait doğruluk analizi kapa testi ile gerçekleştirilmiştir. Yıllara göre sırasıyla 0.76-0.71 ve 0.81 olarak bulunan kapa değerlerine göre kontrollü sınıflandırma iyi düzeyde uyum göstermiştir (Yılmaz vd., 2018). Mogan Gölü'ne ait su yüzeyi ve arazi örtü değişiminin belirlendiği araştırmada 1998 ve 2019 yılları arasındaki 6 farklı yıl için kapa katsayısı değerleri 0.65 ile 0.79 arasında değişmiştir (Özçalık vd., 2020).

3.2. Uydu Verilerine Göre Alanın Yüzeysel Değişimi

Arazi kullanım durumunu yıllara göre (Tablo 5, Şekil 5) incelediğimizde ziraat alanları 2003 yılında 1200.72 ha iken 2017 yılında 259.02 ha'a düşmüş ve 2022 yılında 411.28 ha'a yükselmiştir. Orman alanları ise 2003 yılında 3221.91 ha iken 2017 yılında 2867.25 ha'a düşmüş, 2022 yılında ise 3038.18 ha'a kadar yükselmiştir. Açıklık alanlar 2003 yılında 1540.96 ha iken 2017 yılında 2737.81 ha'a yükselmiş, 2022 yılında ise 2407.74 ha'a düşmüştür. Su alanları ise 2003 yılında 1025.63 ha iken 2017 yılında 1124.54 ha'a yükselmiş, 2022 yılında ise 1138.07 ha'a gerilemiştir.

2003 yılı uydu verilerine göre toplam alanın %17.2'sini ziraat alanları, %46.1'ini orman alanları, %22.0'sini açıklık alanlar ve %14.7'sini su alanları; 2022 yılında ise %5.9'unu ziraat alanları, %43.4'ünü orman alanları, %34.4'ünü açıklık alanlar ve %16.3'ünü su alanları oluşturmaktadır (Şekil 4).

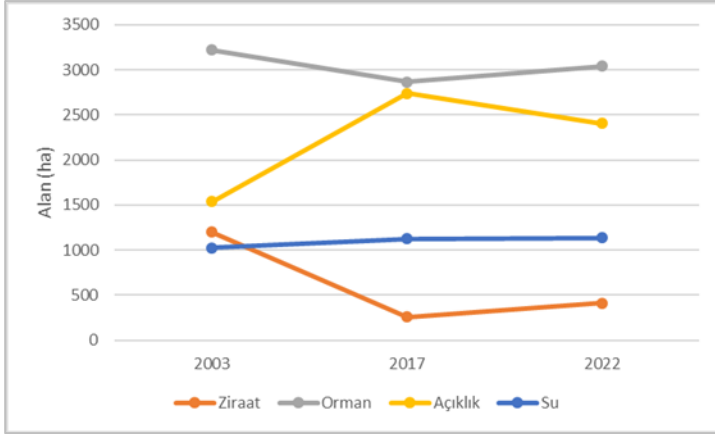
Uydu verileri ile alansal değişimlerin ortaya konduğu benzer çalışmalarda da alanlara ait bölgesel özellikler ve yıllar baz alındığında farklı sonuçlar elde edilmiştir. Erzurum Ovası Sulak Alanı'nda 1989-2017 yılları arasındaki yüzey alanı değişiminin incelendiği çalışmada sığ su ve derin su alanlarında genişleme olduğu tespit edilmiştir. Tespit edilen genişlemenin iklim etkisinden çok sulak alanın yeraltı su rezervinin yükselmesiyle hidrolojik yapısında meydana gelen değişmeden kaynaklandığını ortaya konmuştur (Eymirli, 2017). Kontrollü sınıflandırma sonucunda Mogan Gölü'nde sulak alanların kapladığı en fazla alan 911.97 ha ile 2010 yılında, en düşük ise 770.49 ha ile 2007 yılında tespit edilirken; 21 yıllık süreçte (1998-2019) göl alanında %0.52 oranında bir artış görülmüştür (Özçalık vd., 2020). Seyfe Gölü yüzey alanının 1985-2020 yılları arasındaki zamansal değişiminde her 5 yıl için uydu görüntüleri incelenmiş ve 35 yıllık süreçte göl alanında %93.78'lik bir azalma olduğu belirlenmiştir (Yurteri ve Kurttaş, 2021). Burdur Gölü'nün 2009 ile 2019 yılları arasındaki alansal ve mevsimsel değişimi analiz edilmiş; bulgulara göre gölün 17 km² alan kaybettiği; 2017 ve 2019 yıllarında bahar ile sonbahar mevsimleri arasında su alanında gözlenen azalmanın 2 km² olduğu açıklanmıştır (Kaya ve Kaplan, 2021).



Şekil 4. Arazi örtüsü sınıflarının yıllara göre değişimi

Tablo 5
Uydu verilerine göre arazi kullanımının değişimi (ha)

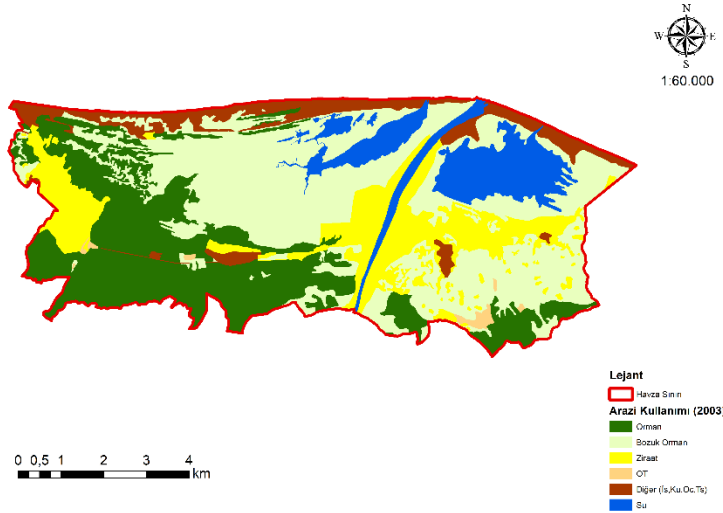
Arazi Kullanımı	2003	2017	2022
Ziraat	1200.72	259.02	411.28
Orman	3221.91	2867.25	3038.18
Açıklık	1540.96	2737.81	2407.74
Su	1025.63	1124.54	1138.07



Şekil 5. Uydur verilerine göre arazi kullanımının değişimi

3.3. Amenajman Planı Verilerine Göre Alanın Yüzeysel Değişimi

2003 ve 2017 yılına ait amenajman planına göre sınıflandırılmış arazi kullanım dağılımları Tablo 6 ve 7'de gösterilmektedir. Şekil 6 ve 7'de gösterildiği gibi orman, ziraat, bozuk orman alanı, OT, diğer (İs, Ku, Oc, Ts) alanlar ve su alanları olmak üzere 6 sınıf mevcuttur.



Şekil 6. 2003 yılı amenajman planı arazi kullanım haritası

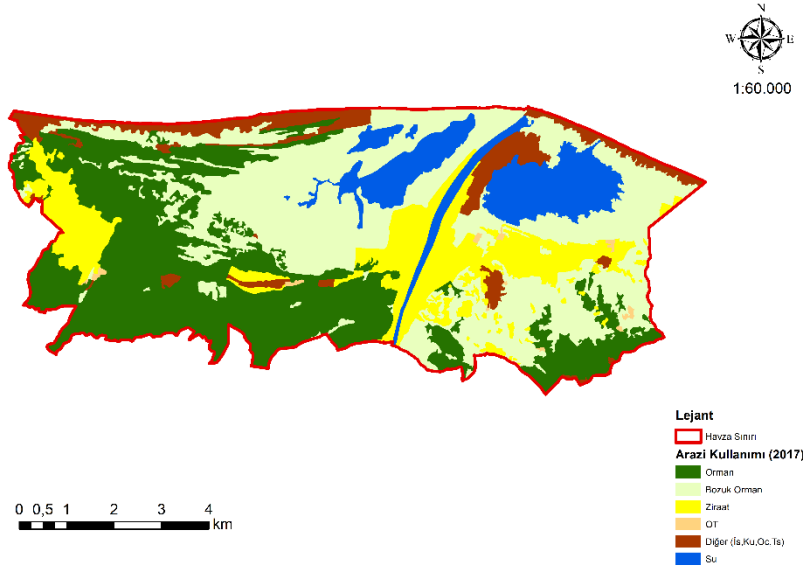
Tablo 6

2003 amenajman planına göre arazi kullanım dağılımları

Arazi Kullanımı	Alan (ha)	Oran (%)
Bozuk Orman	2527.58	38.76
Diğer (İs, Ku, Oc, Ts)	516.34	7.92
OT	1765.69	27.08
Orman	37.18	0.57
Su	667.40	10.24
Ziraat	1006.35	15.43
Toplam	6520.54	100.00

Amenajman planına göre arazi kullanım durumunu yıllara göre incelediğimizde Tablo 8 ve Şekil 8'de görüldüğü üzere ziraat alanları 2003 yılında 1006.35 ha iken 2017 yılında 935.05 ha'a düşmüştür. Orman alanları ise 2003 yılında 2564.76 ha iken 2017 yılında 2330.83 ha'a düşmüştür. Açıklık alanlar 2003 yılında

2282.03 ha iken 2017 yılında 2591.59 ha'ya yükselmiştir. Su alanları ise 2003 yılında 667.40 ha iken 2017 yılında 662.57 ha'ya gerilemiştir.



Şekil 7. 2017 yılı amenajman planı arazi kullanım haritası

2003 yılı amenajman planı verilerine göre toplam alanın %15.43'ünü ziraat alanları, %39.33'ünü orman alanları, %35.0'ini açıklık alanlar ve % 10.24'ünü su alanları; 2017 yılında ise % 14.34'ünü ziraat alanları, %35.75'ini orman alanları, %39.75'ini açıklık alanlar ve %10.16'sını su alanları oluşturmaktadır.

Tablo 7

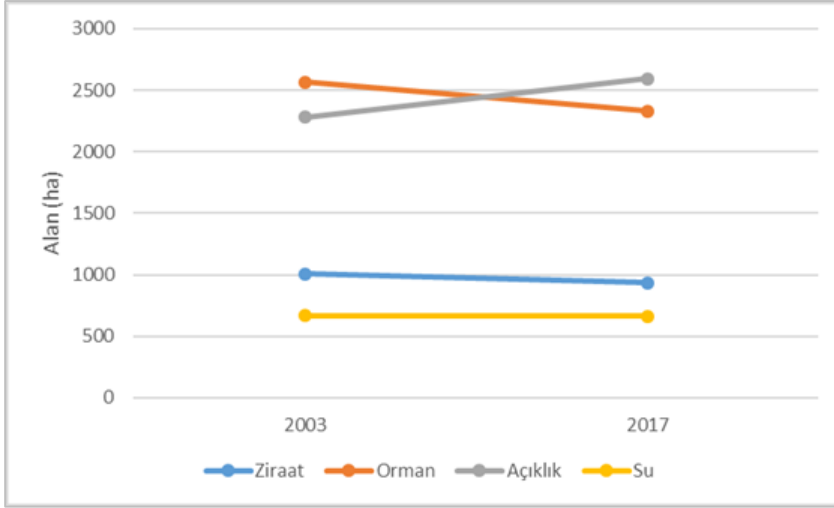
2017 amenajman planına göre arazi kullanım dağılımları

Arazi Kullanımı	Alan (ha)	Oran (%)
Bozuk Orman	2306.87	35.38
Diğer (İs, Ku, Oc, Ts)	468.62	7.19
OT	2122.97	32.56
Orman	23.96	0.37
Su	662.57	1.16
Ziraat	935.55	14.34
Toplam	6520.54	100.00

Tablo 8

Plan dönemlerine göre arazi kullanımının değişimi (ha)

Arazi Kullanımı	2003	2017
Ziraat	1006.35	935.05
Orman (Orman, bozuk orman)	2564.76	2330.83
Açıklık (Diğer, OT)	2282.03	2591.59
Su	667.40	662.57



Şekil 8. Plan dönemlerine göre arazi kullanımının değişimi

Amenajman planlarına ait veriler ile zamana bağlı alansal değişimlerin ortaya konduğu benzer çalışmalarda da, sayısallaştırılmış meşcere tipi haritalarının arazi örtüsü/kullanım değişikliğini tespit etmede tercih edilebilecek bir yöntem olduğu ifade edilmektedir. 1972, 2004-2006 ve 2017 yılları plan verilerine ait sonuçlarda 45 yıllık dönemde orman alanlarında %4.5 oranında artış olduğu belirtilmiştir (Sönmez vd., 2022). 1987 ve 2001 Landsat uydu görüntüleri ile 1972, 1993 ve 2004 meşcere tipi haritaları kullanılarak zamansal değişimin karşılaştırmalı olarak incelendiği çalışmada ise amenajman planlarına göre 1972 ve 1993 yılları arasında %3.61, 1987 ve 2001 yılları arasında da %4.74, 1993 ve 2004 yılları arasında %3.37, 1972 ve 2004 yılları arasında %7.10 oranında artış olduğu (Başkent ve Kadioğulları, 2007) tespit edilmiştir. Kastamonu-Ayancık-Akgöl Orman İşletme Şefliği arazi örtüsü ve kullanımında yaşanan değişimin tespitinde de sayısallaştırılmış meşcere tipleri haritalarından 1970 yılından 2008'e kadar normal kapalı orman alanında 281.63 ha artış, boşluklu kapalı orman alanında 355.11 ha azalma, genel orman (normal+boşluklu) alanında ise 73.48 ha azalma olduğu, ağaçsız orman toprağının 290.05 ha arttığı, ziraat alanının ise 255.17 ha azaldığı (Kaptan vd., 2019) sonucuna varılmıştır. Hazar Gölü Havzası'nda 1973 ve 2003 yılı orman amenajman planı-meşcere tipi haritaları aracılığıyla oluşturulan arazi kullanım haritalarına göre göl alanında %1.5 oranında azalış, orman alanlarına %5.5 artış olduğu açıklanmıştır (Duran ve Günek, 2007). Elde edilen sonuçların farklı aralıklarda yer almasında, ekolojik koşulların yanı sıra antropojenik etkilerdeki değişkenliğin etkisi olduğu düşünülmektedir.

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, Susurluk Havzası Kocaçay Deltası Sulak Alanı'nda alansal değişim, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak incelenmiştir. Landsat uydu görüntüleri üzerinde gerçekleştirilen kontrollü sınıflandırma sonucunda elde edilen kappa istatistik değerleri 2017 yılı için iyi (0.61-0.80); 2003 ve 2022 yılı için ise çok iyi (0.81-1.00) seviyede bulunmuştur. Bu değerler sınıflandırmanın başarılı olduğunu ortaya koyarken, uzaktan algılama veri ve tekniklerinin su alanlarındaki alansal değişimleri yüksek doğrulukta tespit edebileceğini de göstermektedir. Bu teknolojiler ayrıca su kaynakları kullanım eğilimlerini izleyebilme, yönetebilme, ilgili çalışmalarda karar alabilme olanağı sağlarken; gerekli önlemlerin alınması aşamasında da önemli katkılar sağlayabilmektedir. Çalışma aynı zamanda uzaktan algılama (UA) ve coğrafi bilgi sistemlerinin (CBS) arazi örtüsü/kullanım değişikliği için de kullanılabilirliğini göstermekte ve bu konudaki araştırmamızı desteklemektedir.

Uydu verilerine göre 19 yıllık süre boyunca (2003-2022) meydana gelen değişimin ziraat alanlarında %65.7 ve orman alanlarında %5.7 azalma; açıklık alanlarda %56.2 ve su alanlarında %11.0 artma şeklinde gerçekleştiği yapılan hesaplamalar sonucunda tespit edilmiştir. Bu değişimler dikkate alındığında 19 yıllık sürede ormanlık alanlar 183.73 ha azalmış, bu alanlardan açıklık alanlara ve su alanlarına geçiş olmuştur.

Ayrıca, genel olarak bakıldığında tarımsal faaliyet yapılan alanlardaki değişim açıklık alan ve su alanlarına geçiş olarak yansımış ve genel itibariyle orman ağaçları ile kaplı olmayan alanlar artmıştır.

Amenajman verilerine göre 14 yıllık süre boyunca (2003-2017) meydana gelen değişimin ziraat alanlarında %7.1, orman alanlarında %9.1 ve su alanlarında %0.7 azalma görülmüştür. Açıklık alanlarda ise %13.6 artma gerçekleştiği yapılan hesaplamalar sonucunda tespit edilmiştir.

Amenajman planı ile uydu görüntülerinden elde edilen veriler karşılaştırıldığında ise 2003 yılı uydu görüntüsündeki orman alanının amenajman planındaki alandan %25.6, ziraat alanının %19.3 ve su alanının da %53.7 fazla; açıklık alanın ise %32.5 az olduğu belirlenmiştir. 2017 yılında ise yine uydu görüntüsündeki orman alanının amenajman planındaki alandan %23, açıklık alanın %5.6 ve su alanının da %69.5 fazla; ziraat alanının ise %72.3 az olduğu yapılan hesaplamalar sonucunda tespit edilmiştir.

Sonuç olarak uydu görüntüleri ve amenajman planı verileri karşılaştırıldığında 2003-2017 yıllarındaki amenajman plan verilerinde su yüzey alanlarının %0.7 oranında değiştiği ancak uydu görüntülerinde ise su yüzey alanlarının plan alanlarına göre %62 oranda fazla olduğu görülmektedir. Buna uydu görüntülerinin Mayıs ayında çekilmiş olması ve alan içerisinde bulunan su basar ormanlarına kış aylarında düşen yağışın fazla olmasının yanı sıra yeterli buharlaşmanın olmamasının sebebiyet verdiği ve sonuç olarak su yüzey alanının artışı şeklinde yansıdığı düşünülmektedir.

2003 ve 2017 yıllarında alınan uydu görüntüleri ile amenajman planında kullanılan verilerin aynı dönemde alınmamış ve yeraltı su kullanımının az olduğu döneme denk gelen tarihlerde uydu görüntülerinin elde edilmiş olması yüzeydeki su alanı miktarının artışını desteklemektedir. Ayrıca Kocaçay deltası içerisindeki Arapçiftliği ve Dalyan Gölleri'ne tuzlu su karışmasından dolayı bu göllerden tarımsal veya kullanım amaçlı su alınmamaktadır. Sulak alanı besleyen kaynaklarındaki zirai amaçlı insan faaliyetinin ise sınırlı ve su yüzey alanında azalmaya neden olmayacak düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Yer altı kuyularından ve Kocaçay'dan tarımsal amaçlı su alınmakta fakat bu miktarın da ekolojik yönden tolere edilebilecek düzeyde olduğu açıklanmaktadır. Ancak alanda görülen en önemli problem atık suların denize ve Kocaçay'a atılmadan doğrudan deşarj edilmesidir. Bu deşarjın sulak alan sınırlarının dışından başlaması da sadece alanda alınan tedbirlerin yeterli olmayacağını göstermektedir. Yerel ve bölgesel ekosistemlerin devamlılığı ile sosyoekonomik faaliyetler bakımından oldukça önemli bir paya sahip sulak alanların korunabilmesi ve sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi için konumsal ve zamansal değişimlerin takibi önem arz etmekte ve önerilmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma, Bursa Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim dalında yürütülmüş olan "Susurluk Havzası Kocaçay Deltası Sulak Alanının izlenmesi ve haritalanması" başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Bursa Orman Bölge Müdürlüğü ile Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü 2. Bölge Müdürlüğü'ne çalışmada kullanılan verilerin sağlanmasındaki katkılarından, Bursa Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü Arş. Gör. Emre KILINÇARSLAN'a ve Arş. Gör. Ömer Faruk KARAN'a desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Yazar Katkıları

Üzeyir ÖZASLAN: Verilerin elde edilmesi, analizlerin yapılması, verilerin yorumlanması.

Esin ERDOĞAN YÜKSEL: Çalışmanın düzenlenmesi, verilerin elde edilmesi ve yorumlanması, makalenin yazılması.

Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Kaynaklar

- Akay, A.E., Gencal, B. and Taş, İ. (2017). Spatiotemporal change detection using landsat imagery: the case study of Karacabey flooded forest, Bursa, Turkey. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume IV-4/W4, 2017 4th International GeoAdvances Workshop, 14–15 October, Safranbolu, Karabük, Turkey.
- Anonim, (1994). Bursa Orman Bölge Müdürlüğü, Karacabey Orman İşletme Müdürlüğü, Yeniköy ve Uluabat İşletme Şefliği Orman Amenajman Planı 1994-2003.
- Anonim, (2004). Bursa Orman Bölge Müdürlüğü, Karacabey Orman İşletme Müdürlüğü, Yeniköy ve Uluabat İşletme Şefliği Orman Amenajman Planı 2004-2023.
- Anonim, (2019). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, 2. Bölge Müdürlüğü, Bursa İli Kocaçay Deltası Sulak Alan Yönetim Planı Nihai Raporu.
- Anonim, (2024). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, <https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Menu/31/Sulak-Alanlar>
- Ayhan, E., Karşlı, F. ve Tunç, E. (2003), Uzaktan Algılanmış Görüntülerde Sınıflandırma ve Analiz, *Harita Dergisi*, 130, 32-46.
- Bao, Y. and Zhang, X. (2011). The study of lakes dynamic change based on RS and GIS-take Dalinor Lake as an example. *Procedia Environmental Sciences*, 10, 2376-2384. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2011.09.370>
- Başkent, E. Z. and Kadioğulları, A. İ. (2007). Spatial and temporal Dynamics of land use pattern in Turkey: A case study in İnegöl. *Landscape and Urban Planning*, 81(4), 316-327.
- Beklioğlu, M. (2007). Sulak Alanlarla İlgili Temel Bilgiler, Doğa Koruma Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Kus Araştırmaları Derneği, Ankara.
- Bozduman, Ş. (2019). Sınıflandırma yöntemiyle sulak alanların değişimi analizi: Dipsiz Lagün örneği. *Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi*, 1 (1) , 16-20. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tuzal/issue/50531/648768>
- Chang, B., He, K., Li, R., Sheng, Z. and Wang, H. (2017). Linkage of climatic factors and human activities with water level fluctuations in Qinghai Lake in the northeastern Tibetan Plateau, China. *Water*, 9(7), 552. <https://doi.org/10.3390/w9070552>
- Cowardin, L. M., Carter, V., Golet, F.C. and LaRoe, E.T. 1979. Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the United States. US Department of the Interior Fish and Wildlife Service Office of Biological Services Washington, D.C. Downloaded from: <https://www.fws.gov/wetlands/Documents/Classification-of-Wetlands-and-DeepwaterHabitats-of-the-United-States.pdf>.
- Davidson, N.C. and Finlayson, C.M. (2007). Earth Observation for wetland inventory, assessment and monitoring. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 17, 219-228.
- Dugan, P.J. (1990). Wetland Conservation: A Review of Current Issues and Required Action. Gland, IUCN.
- Duran, C. ve Günek, H. (2007). Hazar gölü havzası arazi kullanımındaki değişikliklerin belirlenmesi (1956-2004), *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 17, 2, 31-52.
- Erdoğan Yüksel, E. ve Karan, Ö. F. (2024). Thornthwaite yöntemine göre iklim tiplerinin belirlenmesi: Bursa ili örneği. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 25, 1, 151-168. DOI: 10.17474/artvinofd.1435376
- ESRI, Environmental Systems Research Institute (2015). ArcGIS Desktop: Release 10.5.1. Redlands, CA.
- Eymirli, E.B. (2017). Erzurum Ovası Sulak Alan Sistemindeki Zamansal Alan Değişimlerinin Uzaktan Algılama Teknikleri İle Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü., Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.
- Finlayson, C.M., Davidson, N.C., Spiers A.G. and Stevenson, N.J. (1999). Global Wetland Inventory, Current Status and Future Priorities. *Marine and Freshwater Research*. 50(8), 717 – 727.
- Gülci, S., Gülci, N. ve Yüksel, K. (2019). Aslantaş Baraj Gölü ve Çevresinin Su Yüzey Alanı ve Arazi Örtüsü Değişiminin Landsat Uydu Görüntüleri Kullanılarak İzlenmesi. *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1), 100-110.

- İncedayı, N. (2015), Kocasu Çayı Deltası ve Yakın Çevresinin Ekolojik Açından Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, İstanbul.
- Kaşıkçı, Z., Çelik, N. ve Sarıyılmaz, F. (2020). Çok zamanlı uydu görüntüleri ile arazi örtüsü ve arazi kullanımı değişiminin belirlenmesi: Elmalı Havzası, İstanbul. Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi, 2 (1) , 16-21.
- Kaptan, S., Aksoy, H., Durkaya, B. ve Aksoy, Ş.Ç. (2019). Coğrafi bilgi sistemleri ile arazi örtüsü ve kullanımında yaşanan değişimlerin incelenmesi (Akgöl orman işletme şefliği örneği). 8th International Vocational Schools Symposium, 11-13 Haziran, Sinop, 535-542.
- Karadeniz, N. (1995). Sultansazlığı Örneğinde Islak Alanların Çevre Koruma Açısından Önemi Üzerinde Bir Araştırma, Doktora Tezi (Yayınlanmamış), A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 268 S., Ankara.
- Kaya, Ö.A. ve Kaplan, G. (2021). Uzaktan Algılama Yöntemleri İle Burdur Gölü'ndeki Alansal Değişiminin Belirlenmesi, Doğal Afetler ve Çevre Dergisi; 7(1): 1-12, DOI: 10.21324/dacd.760805.
- Kazancı, N., Emre, Ö., Erkal T., İleri, Ö., Ergin, M. and Görür, N. (1999). Morphology and Sedimentary Facies of Actual Kocasu And Gönen River Deltas, Marmara Sea, Northwestern Anatolia, Mineral Res. Expl. Bul., 121, 1-18.
- Kırtıoğlu, E. (2014). Hotamış Gölü çevresinin arazi kullanımının uydu görüntüleri yardımıyla zamansal analizi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Landis, R. and Koch, G. G. (1977). The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. Biometrics, 159-174.
- Lowry, J.B.C. (2006). The Application of Low-cost GIS Software and Data for Wetland Inventory, Assessment and Monitoring. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland. Ramsar Technical Report No. 2. http://www.ramsar.org/lib/lib_rtr_index.htm
- Millenium Ecosystem Assessment (MEA) (2005). Ecosystems and human well-being: wetlands and water synthesis, World Resources Institute, Washington DC, ISBN 1-56973-597-2.
- MGM (2022). Bursa ili iklim verileri, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Eskişehir 3. Bölge Müdürlüğü, Ankara.
- Moomaw, W.R., Chmura G.L, Davies, G.T., Finlayson, C.M., Middleton, B. A. and López-Iborra, G.M. (2016). Effect of wetland management: Andean wetlands refuges of plant-species diversity in the Andean-Orinoco Piedmont of Colombia. PeerJ. 2016; 4: e2267.
- Okay, İ.A., Siyako, M. ve Bürkan, K.A. (1989). Biga Ve Gelibolu Yarımadalarının Tersiyer Jeolojisi Ve Hidrokarbon Olanakları, Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni, C. 1/3, 183-199.
- Özçalık, H., Torun, A.T. ve Bilgilioğlu, S.S. (2020). Landsat uydu görüntüleri kullanılarak Mogan Gölü'nün su yüzeyi ve arazi örtü değişiminin belirlenmesi. Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi, 2(2), 77-84.
- Reis, M., Dutal, H., Abiz, B. ve Bolat, N. (2016). Kahramanmaraş İli Göksun İlçesi'nde arazi kullanımında meydana gelen zamansal değişimin uzaktan algılama teknikleri ve coğrafi bilgi sistemi ile belirlenmesi. KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi, 19(2), 35-41.
- Ridd, M. K. and Liu, J. (1998). A comparison of four algorithms for change detection in an urban environment. Remote sensing of environment, 63(2), 95-100.
- Rosenqvist, A., Finlayson, C.M., Lowry, J. and Taylor, D. (2007). The potential of long wavelength satellite borne radar to support implementation of the Ramsar Wetlands Convention. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 17:229-244.
- Saçın, Y. (2010). Kocaçay Deltası ve Uluabat Gölünün Uzaktan Algılama Metodları Kullanılarak İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Balıkesir.
- Sönmez, M. E. ve Somuncu, M. (2016). Sultansazlığı'nın alansal değişiminin sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi. Türk Coğrafya Dergisi(66), 1-10. <https://doi.org/10.17211/tcd.70341>
- Sönmez, T., Gencal, B., Taş, İ. ve Kadioğulları, A. (2022). Orman ekosistemindeki zamansal değişimin orman amenajman planları ve coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla incelenmesi: Bursa Orman İşletme Müdürlüğü Örneği. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 24(3): 618-636.
- Strahler, A. H. (1980). The use of prior probabilities in maximum likelihood classification of remotely sensed data, Remote Sens. Environ., vol. 10, no. 2, 135-163.
- Şengör, A.M.C. and Yılmaz, Y. (1981). Tethyan Evolution Of Turkey: A Plate Tectonic Approach, Tectonophysics, 75, 181-241.

- URL-1, (2024). Ramsar Sulak Alanlar Sözleşmesi. Erişim tarihi: 01.05.2024. Erişim adresi: <http://www.ramsar.org>
- URL-2, (2024). Türkiye Sulak Alan Listesi. Erişim tarihi: 01.05.2024. Erişim adresi: <https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Belgeler/Korunan%20Alanlar%20Listesi/sulakalanlar240423.pdf>
- URL-3, <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-5>
- URL-4, <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-8>
- USGS, United States Geological Survey. EarthExplorer-Home:<https://earthexplorer.usgs.gov/>
- Verhoeven, J.T., Beltman, B., Bobbink, R. and Whigham, D.F. (2006). Wetlands and Natural Resource Management, 190, Springer Science & Business Media.
- WWF Türkiye, (2008). Türkiye'deki Ramsar Alanları Değerlendirme Raporu. Ed.(Deniz Şilliler Tapan). Doğal Hayatı Koruma Vakfı.
- Yağmur, N. (2018). Ramsar alanlarının uzaktan algılama yöntemleri ile zamansal analizi–Meke Maarı örneği. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
- Yaman, E. (2008), Kocaçay Deltası Ornitofunasının Tespiti ve Alanı Etkileyen Çevresel Faktörler, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- Yılmaz, O.S., Gülgen, F., Güngör, R. ve Kadı, F. (2018). Uzaktan Algılama Teknikleri İle Arazi Kullanım Değişiminin İncelenmesi: Köprübaşı İlçesi Örneği, Geomatik Dergisi, 3(3);233-241. DOI: 10.29128/geomatik.410987.
- Yurteri, C. ve Kurttaş, T. (2021). Uzaktan algılama ve CBS teknikleri kullanılarak Seyfe Gölü (Kırşehir) yüzey alanının zamansal değişiminin analizi. Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 11(4): 1115-1128.