



Received: 24 March 2023 | Revised: 11 July 2023 | Accepted: 22 August 2023

UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ TEKNİKLERİ KULLANARAK ARAZİ KULLANIMININ ZAMANSAL DEĞİŞİMİNİN BELİRLENMESİ: PAMUKOVA (SAKARYA) ÖRNEĞİ (1984-2022)¹

*Determining the Temporal Change in Land Use Using Remote Sensing and
Geographic Information System Techniques: Pamukova (Sakarya) Case (1984-2022)*

Cihad ÖNKOL 

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Bilecik-Türkiye
cihat_onkol@hotmail.com

Serpil MENTEŞE* 

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi
İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi
Coğrafya Bölümü, Bilecik-Türkiye
serpil.mentese@bilecik.edu.tr

Abstract

In this study, it is aimed to determine the changes in land use between 1984-2022 in Pamukova (Sakarya) district by using Remote Sensing (UA) and Geographic Information Systems (GIS) techniques. For this purpose, 08.08.1984 Landsat TM and 24.07.2022 Landsat 8 (OLI/TIRS) satellite images were used in the study. After the satellite images were processed with the ArcGIS 10.8 program, land use maps for the years 1984 and 2022 were produced and the temporal change according to the years was determined quantitatively and spatially. While producing the land use map, first NDVI analysis and then controlled classification were performed on the satellite images. 5 different classes (forest areas, artificial areas, agricultural areas, water areas, sparse vegetation) were created from the image classified by applying the maximum similarity method. During the controlled classification process, Corine and Google Earth maps were also used in coordination while creating the reference points. For the accuracy analysis, 100 sampling points were randomly assigned to each class and the user and manufacturer accuracy was found by checking what these areas correspond to in the controlled classification and what they actually are. Then the Kappa index was calculated. As a result of the study, while the semi-natural areas, artificial areas and water surfaces gained area, forest areas and agricultural areas were included in the land class that lost area. At the end of the study, suggestions related to the dynamics of the region, planned, programmed, healthy and encouraging land use were made to protect the natural environment.

Keywords: Land use, Temporal Change, Spatial Change, Geographic information system, Remote sensing.

Öz

Bu çalışmada Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknikleri kullanılarak Pamukova (Sakarya) ilçesinde 1984-2022 yılları arasında arazi kullanımında ortaya çıkan değişimleri tespit etmek amaçlanmaktadır. Bu amaçla çalışmada 08.08.1984 Landsat TM ve 24.07.2022 tarihli Landsat 8 (OLI/TIRS) uydu görüntüleri kullanılmıştır. Uydu görüntüleri ArcGIS 10.8 programı ile işlendikten sonra 1984 ve 2022 yıllarına ait arazi kullanım haritaları üretilmiş ve yıllara göre zamansal değişim niceliksel ve mekânsal olarak tespit edilmiştir. Arazi kullanım haritası üretilirken uydu görüntüleri üzerinde önce NDVI analizi ve daha sonra kontrollü sınıflandırma işlemi yapılmıştır. Maksimum benzerlik yöntemi uygulanarak sınıflandırılan görüntüden 5 farklı (orman alanları, yapay alanlar, tarım alanları, su alanları, seyrek bitki örtüsü) sınıf oluşturulmuştur. Kontrollü sınıflandırma işlemi sırasında referans noktaları oluşturulurken Corine ve Google Earth haritalarından da eşgüdümü olarak yararlanılmıştır. Doğruluk analizi için her bir sınıfa 100 adet örneklem noktası rastgele atılmış ve bu alanların kontrollü sınıflandırmada neye denk geldiği ve gerçekte ne olduğu uydu görüntüsünden kontrol edilerek kullanıcı ve üretici doğruluğu ardından da Kappa indeksi hesaplanmıştır. Yapılan çalışma sonucunda yarı doğal alanlar, yapay alanlar ve su yüzeylerinde alan kazanımı olurken orman alanları ve tarım alanlarının alan kaybeden arazi sınıfı içerisinde yer aldığı belirlenmiştir. Çalışmanın sonunda bölgenin dinamikleriyle alakalı doğal ortamı koruyucu, planlı, programlı, sağlıklı, arazi kullanımını teşvik edici önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Arazi kullanımı, Zamansal Değişim, Mekânsal Değişim, Coğrafi Bilgi Sistemi, Uzaktan Algılama.

¹ Bu çalışma, ilk yazar Cihad ÖNKOL'un Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Coğrafya Ana Bilim Dalında hazırladığı "Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanarak Şehirselleşimin Arazi Kullanımına Etkisi: Pamukova Örneği" başlıklı yüksek lisans tezinden yararlanarak üretilmiştir.

* Sorumlu Yazar/ Corresponding author

1. GİRİŞ

Yerleşim tarihi boyunca insanlar doğayla etkileşim içerisinde olmuştur. Önceleri nüfus bu denli artmadığı için bu etkileşim doğayı etkileyenden çok etkilenen konumunda olmuştur. Ekonomik kalkınmışlık, iklim koşullarının ve coğrafi şartların da etkisiyle kültürel çeşitlilikleri etkilemiş; bu değişim imkanların daha kısıtlı olduğu alanlarda da kendini göstermeye başlamıştır (Kayan & Mardinli, 2020). Çeşitli ihtiyaçlar sebebiyle orman alanları tahrip edilmeye veya tarım alanlarına dönüştürülmeye başlarken ovalık alanlar ise amacı dışında kullanılmaya yani yapay alanların etkin olduğu sahalara dönüşmeye başlamıştır (Semenderoğlu, 1992). Yeryüzünde her geçen gün nüfusun artması, ekonomik faaliyetlerin çeşitlenmesi, teknolojik imkanların artması; sosyal, ekonomik ve demografik özelliklerin yanında arazi örtüsünde de birtakım değişimlere neden olmakta ve toprağın kullanım fonksiyonu değiştirmektedir (Bayar, 2003). Bunun sonucunda yanlış arazi kullanımı çevre sorunlarını beraberinde getirmektedir (Oğuz & Zengin, 2009). Ancak bu süreç içerisinde doğal ortam-insan ilişkisinin dengeli olması ve ekosistemin bir bütün olduğunun farkında olunması gerekmektedir. Ayrıca insanların kolayca tahrip ettikleri bu alanların aslında yüzlerce yılda oluştuğu ve tahrip edilen alanların geri kazanılmasının bu kadar kolay olmadığı da bilinmesi önem taşımaktadır (Kızılelma, vd., 2013).

Gerek dünyada gerekse Türkiye’de daha çok sanayileşme süreciyle başlayan ve sonrasında refah seviyesinde meydana gelen değişimler ve bu değişimleri ayakta tutabilmek için daha fazla üretim ortamının doğması, doğal kaynakların hor kullanılması sonucunu doğurmaktadır (Tunçdilek, 1985). Şehirlerdeki çekici faktörler sebebiyle, buradaki mekânsal değişimler daha hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir. Özellikle yapay alanların etrafındaki araziler bundan daha fazla etkilenmektedir (Kızılelma, vd., 2013). Bugün tarım, orman ve mera alanları kontrolsüz bir şekilde işgal edilmektedir. Bu düzensiz planlama kentsel yerleşim alanlarının tarım arazilerini işgal etmesine neden olmakta ve bunun sonucunda arazi degradasyonu sorununu ortaya çıkarmaktadır (Shalaby & Tateishi, 2007). Bu alanların verimli kullanılması sürdürülebilir çevre için elzemdir. Son yıllarda Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) arazi örtüsündeki değişimlerin ortaya çıkarılmasında ve analiz edilmesinde etkin bir şekilde kullanılmaktadır. UA ve CBS sayesinde doğal kaynakların daha akılcı ve planlı kullanımı, değişimlerin ortaya konulması ve buna benzer birçok aşama için bizlere kolaylıklar sağlamaktadır (Benek & Şahap, 2016; Onur, 2007; Topaloğlu & Ekercin, 2013).

Değişimlerin tespitinde UA ve CBS gibi uygulamalar bilgiye ulaşmada zaman kaybını azaltması, ekonomik ve güvenilir olması gibi nedenlerle tercih edilmektedir. Arazi örtüsünde ve kullanımında ortaya çıkan değişimleri tespit etmek için uydu görüntülerinin sınıflandırmaya tabi tutulduğu (kontrollü ve kontrolsüz) yer ve hava fotoğraflarının kullanıldığı, bunun yanında algoritmaların da kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır (Karabulut, 2015; Hossen & Negm, 2016; Bulut & Günlü, 2016; Keskin, 2021). Karakuzulu ve Arıcı Pamukova-Geyve’de (Sakarya) ulaşım sistemlerinin tarım arazilerine etkisini coğrafi bir bakış açısıyla değerlendirmişlerdir (Karakuzulu & Arıcı, 2017). Fakat çalışma alanı olan Pamukova’da arazi kullanımını konu alan bir çalışmanın olmaması nedeniyle bu konuya odaklanılmıştır.

Literatürde arazi kullanımında ortaya çıkan değişimleri konu alan birçok çalışma mevcuttur (Bahadır, 2013; Zhou, Live & Liu, 2020; Potapov, Hansen, Pickens & Kommareddy, 2022). Bu çalışmaların geneline bakıldığında arazi kullanımında meydana gelen değişimlerin istenildiği gibi olmadığı ve plansız bir şekilde gerçekleştiği sonucuna ulaşılmaktadır. Bu plansızlık özellikle verimli tarım arazilerinde, orman alanlarında ve sulak alanlarda geri dönülmez sonuçlar ortaya çıkarmaktadır (Gülersoy, 2013). Dengiz ve Turan (2014) tarafından Samsun şehrinde arazi kullanımı ile arazi kabiliyet türlerinin karşılaştırıldığı çalışmada I., II. ve III. sınıf arazilerin yapay alanların etkisinde kaldığı ve tarım alanlarının amacı dışında kullanımın arttığı tespit edilmiştir (Dengiz & Turan, 2014). Bu çalışmaya eşdeğer olarak Çelik ve Yakar (2023) da Mersin de şehirleşmenin arazi örtüsü üzerindeki baskısını incelemiştir. Söz konusu çalışmada şehir alanında ve bitki örtüsünde artış meydana gelirken, tarım alanlarında, kıraç arazilerde ve su kütlelerinde ise azalma tespit edilmiştir. Bu durumunun sürdürülebilir olmadığı ifade edilmiştir (Çelik & Yakar, 2023). Aydın ve Durduran (2021), Konya Ereğli-Bor altı havzasında arazi kullanımını incelemiştir. Söz konusu çalışmada yapay alanlarda, tarım alanlarında ve mera alanlarında artış olurken, orman alanlarında ve sulak alanlarda azalma görülmüştür (Aydın & Durduran, 2021). Sönmez (2011), Adana şehrinin tarım alanlarının aleyhine geliştiğini ve şehir alanının hızla büyüdüğünü tespit etmiştir. Bu çalışmaya göre şehir merkezi ve yakın çevresinin dinamik bir değişim içerisinde olduğu görülmüştür. Bu değişimin, ekolojik açıdan ve arazi kullanımı açısından sürdürülebilir olmadığı ifade edilmiştir (Sönmez, 2011).

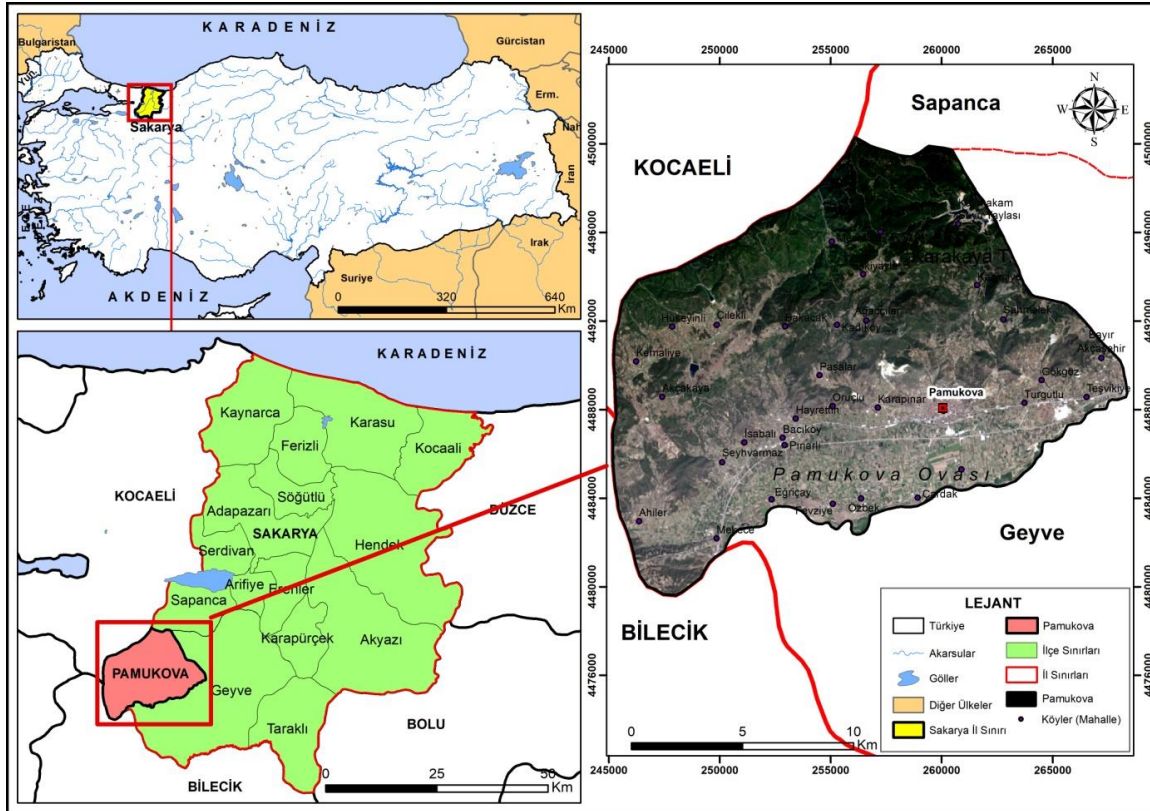
Çalışma alanı olan Pamukova ilçesi, koruma altına alınmış verimli bir ovası ve bunun dışında kalan diğer tarım alanları, uygun iklim koşulları, su kaynaklarının yeterli olması ve ekonomik imkânlar açısından uygun olması gibi nedenlerle insanların yerleşmesi ve nüfuslanması açısından imkân sağlamaktadır. Bu veya buna

benzer gelişmelerden dolayı diğer çalışmalarda benzer sorunlar Pamukova'da da gözlemlenmektedir. Bölgedeki bu plansız ve çarpık durumun giderilmesi için şehrin ve çevresinin arazi kullanımındaki zamansal ve alansal değişikliğin ortaya konulması amaçlanmaktadır. Bu bağlamda yapay alanlar, tarım alanları, orman alanları ve su kaynaklarını bir bütün içerisinde görme fırsatı sunulmuştur. Ayrıca Pamukova (Sakarya) ilçesinde 1984-2022 yılları arasında arazi kullanımında meydana gelen değişimleri görebilmek için UA ve CBS teknikleri uygulanmış ve sorunlara çevreyi ön planda tutan bir bakış açısıyla öneriler getirilmeye çalışılmıştır. Ayrıca çalışma alanını kapsayan böyle bir çalışmanın daha önce yapılmamış olması ve ayrıca dar alanda değil de ilçe sınırlarını kapsayan geniş çaplı bir çalışma yapılması bu çalışmayı güçlü kılmaktadır.

1.1. Çalışma Alanı

Pamukova; Marmara Bölgesi'nin güneydoğusunda, mutlak konum olarak yaklaşık $40^{\circ} 24' 28'' - 40^{\circ} 36' 33''$ kuzey paralelleri ile $29^{\circ} 55' 34'' - 30^{\circ} 12' 42''$ doğu meridyenleri arasında yer almaktadır. Samanlı Dağları'nın güney eteklerinde kurulmuş daha çok tarımsal faaliyetlerin ön planda olduğu bir ilçedir. İlçenin toplam alanı 28435 hektardır. Sakarya'ya uzaklığı yaklaşık 40 km'dir. Konum itibarıyla oldukça stratejik noktada bulunan ilçeyi, İstanbul-Eskişehir otoyolu (D650) ikiye ayırmaktadır. Aynı zamanda İstanbul-Ankara YHT hattı da ovardan geçmektedir. Bunun yanında ilçedeki diğer ulaşım hattı olan daha çok yük taşımacılığında kullanılan ve 1891 yılından Almanlar tarafından inşa edilen tarihi öneme sahip TCDD yolları ilçenin önemini artırmaktadır.

Pamukova; doğuda Geyve, kuzeyde Sapanca ve İzmit (Kocaeli), batıda İznik (Bursa), güneyde ise Osmaneli (Bilecik) ile komşudur (Şekil 1). Fiziki olarak hemen kuzeyden Samanlı Dağları, güneyden ise Taraklı-Karagöl Platosu ovayı kuşatmaktadır. Ortalama deniz seviyesinden 80 metre yukarıda olan ilçe merkezi ovanın kuzeyinde kalmaktadır. Pamukova ovasının sınırı ise hemen kuzeydoğusunda Geyve Boğazı ile başlamakta, ova uzantısı Sakarya Nehri boyunca devam etmekte ve güneybatıda Mekece köyü ile ovanın uzantısı bitmektedir (Karakuzulu, 2010).

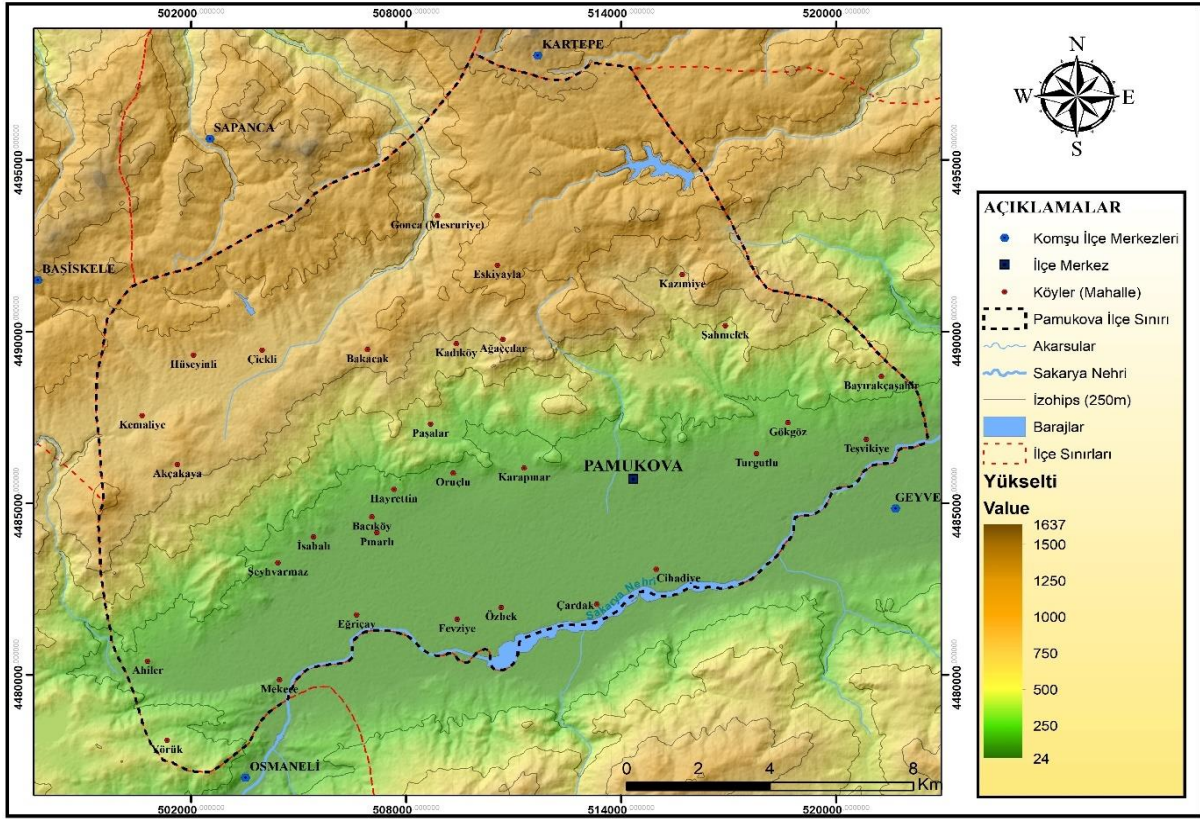


Şekil 1- Çalışma sahasının lokasyon haritası.

Figure 1- Location map of the study area.

Çalışma alanı olan Pamukova ilçesi toplamda 28435 hektar alandan meydana gelmektedir. Bölgede yükselti değerleri 58 ile 1283 metre arasında değişmektedir. Yükseltinin az olduğu yerlerin büyük kısmını Pamukova ovası oluşturmaktadır ve ilçenin tarımsal faaliyetinin büyük kısmı da burada yapılmaktadır. Ovada ortalama yükselti 70 metrelerde seyretmektedir. Güneyde ilçenin sınırını oluşturan Sakarya Nehri'nde yükselti en

alt düzeydeyken ilçenin kuzeyinde bulunan Samanlı Dağları'na doğru yükselti artmakta ve çalışma bölgesinin en yüksek değeri olan 1283 metreye çıkmaktadır (Şekil 2). Kuzeyde yüksekte kalan alanlarda orman alanları oldukça geniş yer kaplamaktadır. Burada bulunan dağ köylerinde tarım ve hayvancılık ön plandadır. Çalışma bölgesinde en yüksek noktaları oluşturan 1038-1283 arasındaki araziler toplam alanın %11,81'ine denk gelmektedir. Bölgenin kuzeyine doğru yükseltinin artması eğim derecelerinin de artması anlamına gelmektedir (Şekil 2).



Şekil 2- Pamukova fiziki haritası.

Figure 2- Pamukova physical map.

Marmara bölgesinde etkili olan geçiş iklimi Pamukova'da da kendini göstermektedir. Sakarya ve çevresinde tek bir iklim görülmemektedir. Dönemsel durumlar yaşanmakta, bazı dönemler Karadeniz iklimi hâkim olurken bazı dönemlerde Akdeniz iklimi etkisini göstermektedir. Fakat aynı anda her iki iklim etkili olmamaktadır (İnandık, 1955). İlçenin mevsimsel durumu ve yıllık sıcaklık ortalaması incelendiğinde Akdeniz ikliminden Karadeniz iklimine geçiş izlerinin dönemsel olarak görüldüğü söylenebilmektedir (Özgür, 1996). Türkiye'nin önemli nehirlerinden olan adını geçmişte Frigya bölgesindeki Sakarya Nehri'nin doğduğu yerde "sangia" şehrinden aldığı söylenen Sakarya Nehri (824 km), Pamukova ovasının ortasından geçerek bölgeye can suyu olmaktadır (Önder, 1972). Sakarya Nehri'nin sulama ve hidroelektrik gibi fonksiyonlarından yararlanılırken Sakarya Nehri Pamukova'nın yakın komşu ilçesi Geyve ile de sınır oluşturmaktadır. İlçenin nüfusunu incelediğimizde bazı yıllar hariç (1970 ve 2010) genel olarak nüfus artma eğilimindedir. Türkiye İstatistik Kurumundan (TÜİK) alınan verilere göre 2022 yılı nüfus miktarı 30482 kişi olarak tespit edilmektedir (TÜİK 2022).

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada Pamukova ilçesinde arazi kullanımı özellikleri ile 1984- 2022 yılları arasındaki son 38 yılda arazide meydana gelen değişimlerin periyodik olarak coğrafi prensipler dahilinde ortaya çıkarılması amaçlanmaktadır. Çalışmaya uydu görüntüleri elde edilerek başlanmış ve ardından uydu görüntülerinin radyometrik düzeltmeleri yapılmıştır. Çalışmanın amacına yönelik bant birleştirme kombinasyonu uygulanmıştır. Çalışma alanına ait raster ve vektör veri modelleri de temin edildikten sonra elde edilen veriler çerçevesinde kontrollü sınıflandırma işlemleri için referans noktaları belirlenmiştir. Daha sonra kontrollü sınıflandırma işlemi yapılmış ve bu çalışmanın sonucunda doğruluk analizi yapılarak işlem sonlandırılmıştır (Şekil 3).

Çalışma için 08.08.1984 Landsat TM ve 24.07.2022 tarihli Landsat 8 OLI uydu görüntüleri kullanılmıştır. Bu uydu görüntüleri işleyebilmek ve bunlardan doğal renkler elde edebilmek için Landsat 8 de 4-3-2, Landsat 5'te ise 3-2-1 bantları kullanılmıştır (Tablo 1).



Şekil 3- Çalışma yöntemine dair akış diyagramı

Figure 3- Flow chart depending on the working method

Tablo 1- Landsat uydu görüntülerinin özellikleri

Table 1- Features of Landsat satellite images

Uydu (Algılayıcı)	Çözünürlük	Tarih	Sıra Numarası	Yol numarası	Kaynak
LANDSAT 5 (TM)	30 m (MS)	08.08.1984	32	179	USGS
	60 m (Termal)				
LANDSAT 8 (OLI/TIRS)	15 m (PAN)	24.07.2022	32	179	USGS
	30 m (MS)				
	100 m (Termal)				

Çalışma alanının uydu görüntüsü alınırken atmosferik koşullardan en az düzeyde etkilenmesi ve tarihlerin birbirine yakın olmasına dikkat edilmiştir. Ayrıca bitki örtüsünün daha net ayırt edilebilmesi ve bu aylarda bulutluluğun minimum düzeyde olması tarih seçiminde etkili olan bir diğer faktörü oluşturmaktadır. Var olan hatayı en aza indirmek için de QGIS 3.14 sürümünde SCP uzantısında atmosferik düzeltme işlemi yapılmıştır. ArcGIS Image Analyst modülünde birleştirme (composite) ve kırpma (clip) işlemleri yapılmıştır. Ayrıca çalışma alanının topografik şartlarını ortaya koymak için 1/25.000, 1/100.000 ölçekli topografya haritalarından yararlanılmıştır. Devamında koordinat bilgileri, yükseklik modelleri, yerleşim ve yol bilgileri, akarsu ve göl alanlarını içeren sayısal altlık haritalardan da yararlanılmıştır. Uydu görüntüleri, uydu verilerini ücretsiz elde edebileceğimiz USGS (United States Geological Survey) web adresinden temin edilmiştir. Sahanın yükseklik verileri aynı adresten SRTM 30 metre çözünürlükte elde edilmiştir. CBS ve UA uygulamaları için ArcGIS 10.8 programı kullanılmıştır. Uydu görüntüleri bu programlarda işlendikten sonra 1984 ve 2022 yıllarına ait arazi kullanım haritaları üretilmiş ve yıllara göre zamansal değişim niceliksel ve mekânsal olarak tespit edilmiştir. Ayrıca verilerin koordinatlandırılması WGS 1984 UTM Zone 36N projeksiyon sistemine göre yapılmıştır.

Arazi kullanım haritası üretilirken uydu görüntüleri üzerinde önce NDVI analizi ve daha sonra kontrollü sınıflandırma (supervised classification) işlemi yapılmıştır. Kontrollü sınıflandırma için en yüksek olasılık (maximum likelihood) yöntemi kullanılmıştır. En yüksek olasılık yöntemi (maximum likelihood) uydu görüntülerinin sınıflandırmasında yaygın kullanıma sahip kontrollü sınıflandırma tekniğidir (Çölkesen, 2009). Bu teknik, istatistiksel yöntem algoritması kullanmakla beraber ortalama değer, varyans ve kovaryans matris değerlerini de dikkate almaktadır. Değerlendirme kontrol mekanizmalarını oluşturulurken verilerin normal dağılıma sahip olduğu varsayılmaktadır. Sınıflandırma sırasında yoğunluğa göre olasılık fonksiyonları hesaplanmakta ve pikseller referans olasılığı en yüksek olan sınıflara atanmaktadır (Lillesand & Kiefer, 1994). Pikseller için hesaplanan sınıflara ait olasılık değerleri, daha önceden belirlenen eşik değerlerin altında kalmışsa ilgili pikseller belirsiz olarak sınıflandırılmaktadır (Myung, 2003). Maksimum benzerlik yöntemi uygulanarak sınıflandırılan görüntüden 5 farklı (orman alanları, yapay alanlar, tarım alanları, su alanları, seyrek bitki örtüsü) sınıf oluşturulmuştur. Kontrollü sınıflandırma işlemi sırasında referans noktaları oluşturulurken Corine (<https://land.copernicus.eu/>) ve Google Earth haritalarından da eşgüdümlü olarak yararlanılmıştır. Böylelikle

daha doğru sonuca ulaşabilmek için arazinin kullanım özelliklerine dikkat edilmiştir. Doğruluk analizi için her bir sınıfa 100 adet örneklem noktası rastgele atılmış ve bu alanların kontrollü sınıflandırmada neye denk geldiği ve gerçekte ne olduğu uydu görüntüsünden kontrol edilerek kullanıcı ve üretici doğruluğu ardından da Kappa indeksi hesaplanmıştır. Her sınıf için 100 adet örneklem verisinin belirlenmesindeki temel dayanak, sınıfların olasılık dağılımlarını doğru şekilde atayabilecek yeterli veri oluşmaması halinde arzulan sınıflandırma doğruluğuna ulaşmayacak olmasıdır. Sınıflandırmanın daha objektif ve homojen olabilmesi için bu şekilde bir yöntem izlenmiştir.

1984 yılı uydu görüntüsü üzerinde yapılan sınıflandırma işlemlerinin doğruluk analizi sırasında her bir alana ait 100 referans noktası atanmış ve toplamda 1500 referansa tabi tutulmuştur. Belirlenen bu referans noktaları içerisinde doğru örneklem sayısı 1380 olarak sonuçlanmıştır (Tablo 2).

Bu çalışmanın analizi sonucunda genel doğruluk 92,17; Kappa katsayısı 0,91 olarak tespit edilmiştir. Bu değerlere göre sınıflandırma doğru ve güvenilir olarak kabul edilmektedir (Tablo 2; Tablo 3).

Tablo 2- 1984 yılı sınıflandırılmış uydu görüntüsü doğruluk analizi.

Table 2- 1984 classified satellite image accuracy analysis.

ARAZİ	112	121	211	212	221	223	231	242	243	311	312	313	321	324	511	Kullanıcı Toplam	Üretici Doğruluğu	Kullanıcı Doğruluğu
112- Kesikli Şehir Yapısı	96	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	97	96,00	98,97
121- Endüstriyel ve Ticari Birimler	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100,00	100,00
211- Sulanmayan Ekilebilir Alanlar	0	0	79	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	83	79,00	95,18
212- Sürekli Sulanan Alanlar	0	0	0	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	83,00	100,00
221- Üzüm Bağları	0	0	0	1	87	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	93	87,00	93,55
223- Zeytinlikler	0	0	0	0	0	99	0	0	0	0	0	0	3	0	0	102	99,00	97,06
231- Meralar	0	0	2	6	0	0	99	0	0	0	0	0	0	0	5	112	99,00	88,39
242- Karışık Tarım Alanları	4	0	0	6	4	0	0	93	0	0	0	0	0	0	0	107	93,00	86,92
243- Doğal Bitki Örtüsü ile Bulunan Tarım Alanı	0	0	4	1	1	0	0	0	88	0	7	0	1	4	0	106	88,00	83,02
311- Geniş Yapraklı Orman	0	0	0	0	0	0	0	0	4	98	0	6	0	6	0	114	98,00	85,96
312- İğne Yapraklı Orman	0	0	11	0	0	0	0	0	1	2	90	0	0	1	0	105	90,00	85,71
313- Karışık Orman	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	2	93	0	2	0	100	93,00	93,00
321- Doğal Çayırlikler	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	95	1	0	99	95,00	95,96
324- Bitki Değişim Alanları	0	0	3	0	6	0	0	5	4	0	0	0	0	85	0	103	85,00	82,52
511- Şu yolları	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	95	96	95,00	98,96
Üretici Toplam	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1500	92,00	92,35

Tablo 3- 1984 ve 2022 yılı analiz değerleri.

Table 3- Analysis values for 1984 and 2022.

1984 yılı sınıflandırılmış uydu görüntüsü analizi değerleri	2022 yılı sınıflandırılmış uydu görüntüsü analizi değerleri		
Genel Doğruluk	92,17	Genel Doğruluk	94,62
Kappa	0,91	Kappa	0,94
Toplam Örneklem	1500	Toplam Örneklem	1900
Doğru Örneklem	1380	Doğru Örneklem	1796

2022 yılı uydu görüntüsü üzerinde yapılan sınıflandırma işlemlerinin doğruluk analizi sırasında da her bir alana ait 100 referans noktası atanmış ve toplamda 1900 referansa tabi tutulmuştur. Belirlenen bu referans noktaları içerisinde doğru örneklem sayısı 1796 olarak sonuçlanmıştır. Bu çalışmanın analizi sonucunda genel doğruluk 94,62; Kappa katsayısı 0,94 olarak tespit edilmiştir. Bu değerlere göre sınıflandırma doğru ve güvenilir kabul edilmektedir (Tablo 3; Tablo 4).

Tablo 4- 2022 yılı sınıflandırılmış uydu görüntüsü doğruluk analizi.
 Table 4 - Accuracy analysis of classified satellite images for the year 2022.

ARAZİ	112	121	122	131	133	211	212	221	223	231	242	243	311	312	313	321	324	511	512	Kullanıcı Toplam	Üretici Doğruluğu	Kullanıcı Doğruluğu
112- Kesikli Şehir Yapısı	93	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	97	93,00	95,88
121- Endüstriyel ve Ticari Birimler	2	95	9	0	0	0	3	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	113	95,00	84,07
122- Karayolları	1	2	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93	90,00	96,77
131- Maden Çıkarım Alanları	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100,00	100,00
133- İnşaat Sahaları	0	0	0	0	99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	99,00	100,00
211- Sulanmayan Eklebilir Alanlar	0	0	0	0	96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96	96,00	100,00
212- Sürekli Sulanan Alanlar	0	3	0	0	0	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	101	92,00	91,09
221- Üzüm Bağları	1	0	0	0	0	1	99	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	106	99,00	93,40
223- Zeytinlikler	0	0	0	0	0	0	92	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	93	92,00	98,92
231- Meralar	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	103	100,00	97,09
242- Karışık Tarım Alanları	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	90	0	0	0	0	0	2	1	0	96	90,00	93,75
243- Doğal Bitki Örtüsü ile Bulunan Tarım Alanı	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88	0	0	1	0	5	0	0	0	94	88,00	93,62
311- Geniş Yapraklı Orman	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	100	2	1	0	0	0	0	104	100,00	96,15
312- İğne Yapraklı Orman	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	98	2	0	2	0	0	0	104	98,00	94,23
313- Karışık Orman	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3	0	96	4	2	0	0	0	0	107	96,00	89,72
321- Doğal Çayırliklar	1	0	0	0	0	0	0	8	0	0	2	0	0	0	95	0	0	0	0	106	95,00	89,62
324- Bitki Değişim Alanları	0	0	0	0	0	4	1	0	0	3	2	0	0	0	0	88	0	5	103	88,00	85,44	
511- Su yolları	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	0	0	90	90,00	100,00
512- Su Kütleleri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95	95	95,00	100,00
Üretici Toplam	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1900	94,53	94,72

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. 1984 yılı Pamukova'da arazi kullanımı

Şehirler dinamik bir yapıya sahip alanları oluşturmaktadır (Olğaç & Doğan, 2020; Görentaş & Sargın, 2021). Ekonomik olarak kırsal alanlar şehirlerin gerisinde kalmış olsa da bu değişim zamanla kırsal alanları da etkilemiştir. Sakarya'nın da zamanla sanayileşmesi ve çevrede gerçekleşen ekonomik hareketlilik il ve ilçelerin göç almasına neden olmuştur. Şehir, konumu itibarıyla Anadolu'nun içlerine dek uzanan kara yolları kavşağında bulunmakta, geçmişten günümüze nüfus sıklığı ve dağılışıyla da dikkat çekmektedir. Ayrıca tarımsal fonksiyonlar açısından da oldukça verimli ve geniş alüvyal ovalara sahip bir sahada kurulmuştur (Yüksel & ark., 2008). Buna benzer pozisyonda olan Pamukova ilçesi, Sakarya'nın güneyinde ulaşım akslarının etkin olduğu ve nüfusun ilçe düzeyine göre yıllar içerisinde arttığı ve en önemlisi il düzeyinde Sakarya (Akova) ovasından sonra en önemli ovası olan Pamukova ovasına sahip olduğu bir konumda yer almaktadır. Bu gelişmeler çerçevesinde sanayi faaliyetlerinin ve şehirleşmenin getirdiği olumsuz durumlar arazi kullanımına da yansımıştır.

1984 yılı arazi kullanımı incelendiğinde araştırma alanında; orman alanları (geniş yapraklı ormanlar, iğne yapraklı ormanlar ve karışık ormanlar), yarı doğal alanlar (bitki değişim alanları ve otsu bitkilerin birleşimi (çayırlar)), tarım alanları (tarıma uygun alanlar, sürekli ürünler, heterojen tarım alanları ve mera alanları), yapay yüzeyler (kesikli şehir yapısı ile endüstriyel ve ticaret birimleri) ve su yüzeyleri yer almaktadır (Şekil 4). 1984 yılında orman alanlarını ve yarı doğal alanları ayrı ayrı ele alacak olursak orman alanlarının oranı (geniş yapraklı, karışık orman ve iğne yapraklı ormanlar) % 45,9 (13072 hektar); yarı doğal alanların (bitki değişim alanları, çayırlar) oranı ise %9 (2497 hektar) olarak tespit edilmiştir. Orman alanları bölgenin kuzeyinde bulunan Samanlı Dağları'nın yüksek kesimlerinde geniş yer kaplamaktadır (Şekil 4). Bu orman alanlarının yerleşke olan kısımlarında orman alanları ve bitki değişim alanlarının çevresinde tarım alanları bulunmaktadır. Özellikle bitki değişim alanlarının ve çayırların zamanla tarım alanlarına dönüştürüldüğü düşünülmektedir. Bu dönemde bölgenin nüfusunun günümüze göre daha düşük olması, yapılaşmanın daha yavaş gerçekleşmesi gibi sebeplerden dolayı doğal arazi kullanımının daha ön planda olduğu görülmektedir. Bu dönemdeki baskının daha çok ormanlık alanlar üzerinde olduğu düşünülmektedir. Özellikle hayvancılık ve tarımın ağırlıklı olduğu bu bölgelerde, ormanlar yakacak ve kereste amacıyla tahrip edilmiştir. Ayrıca mera ve tarım arazileri çevresinde orman alanlarının yaygın olması ve bu bölgede geçim kaynağı sebebiyle tarım alanlarını genişletme isteği orman alanları üzerinde baskı oluşturmaktadır.

Bitki örtüsü sınıflarının genel dağılımlarını incelediğimizde çalışma alanının yüzölçümü 28,445 ha, genel orman ve yarı doğal alanların yüzölçümü ise 15,570 ha'dır. Çalışma alanının yüz ölçümü içerisinde orman ve yarı doğal alanların oranı %54,74 olarak tespit edilmiştir. Bu dağılım içerisinde %40,59 (6,320 ha) ile en geniş yayılış alanına sahip sınıf karışık ormanlardır. Karışık ormanlar ovanın kuzeyinde eğimli yamaçlar boyunca uzanarak Bayırakçaşehir köyünden başlayarak en batıda Ahiler köyünün kuzeyine kadarki alanda görülmektedir. Yükseklerde ise Eskiyayla ve Mesruriye köyü çevresi ve Hüseyinli köyünün kuzeyinde geniş yapraklı ve iğne yapraklı ormanlar, aralarında dağınık şekilde yer almaktadır. Geniş yapraklı ormanlar ikinci büyük alana sahiptir

yayılış sahasını incelediğimizde, bu tarım alanının Pamukova'nın doğusundan başlayarak Bayırakşehir (310m), kuzeydoğuda Şahmelek (420m), kuzeyde ise Kazımiye (670m), Ağaççılar (730m), Kadıköy (690m), Eskiayla (1110m), Mesruriye (Gonca) (740m) köylerinin olduğu sahalarda yer kapladığını görebiliriz (Şekil 4). Sulanmayan alanların yüzdeliğini incelersek 1573,50 ha'la toplam tarım alanları içinde %12,62'lik orana sahip olduğu belirlenmektedir. Bu alanlar daha çok Pamukova'nın yayla köyleri Kemaliye (750m), Hüseyinli (800m), Çilekli (Katırözü) (790m), Akçakaya (780m) ve Bakacak (860m) çevresinde yer almaktadır. Üzüm bağlarının toplam alanı 969,8 ha, oranı ise toplam tarım arazileri içinde %7,84'tür. Üzüm bağları; ovanın kuzeyinde, Samanlı Dağları'nın eteğinde yer alan Karapınar (135m), Oruçlu (120m), Hayrettin (110m), Bacıköy (100m), Pınarlı (90m) köylerinde görülmektedir (Şekil 4). Meraların toplam alanı 384,31 ha, toplam tarım araziler içindeki oranı %3,08'dir. En az alan kaplayan zeytinliklerin toplam alanına baktığımızda 90,91 ha, toplam tarım araziler içindeki oranı ise 0,73' olarak tespit edilmiştir.

Kesikli şehir yapısı olarak ifade ettiğimiz yerleşme alanları 241,43 ha alan kaplamakta ve yapay alanlar içerisindeki oranı %90 olarak ortaya çıkmaktadır (Şekil 4). Bu yerleşme alanına Pınarlı, Bacıköy, Turgutlu, Fevziye, Mekece ve Pamukova merkez dahil olmaktadır (Şekil 4). Endüstriyel ve ticari alanlar 25,10 ha ile alana yayılmış, bu dağılımın yapay bölgeler içerisinde oranına baktığımızda %9,42 olarak görülmektedir. Yapay bölgelerin, bölgenin yüz ölçümündeki oranı ise 0,94 olarak tespit edilmiştir. 1984 yılına ait uydu görüntüsünden elde edilen arazi kullanımı haritası üzerinde daha doğru değerlendirme yapmak için; orman alanları ve yarı doğal alanlar, tarım alanları, yapay alanlar ve su yüzeyleri şeklinde gruplandırılmıştır (Tablo 5).

Tablo 5- Arazi kullanım sınıflarının oransal dağılımı (1984).

Table 5- Proportional distribution of land use classes (1984).

Arazi Kullanım Şekli	Alan (hm)	Yüzde (%)
Orman Alanları ve Yarı Doğal Alanlar	15569,8	54,74
Tarım Alanları	12465,6	43,83
Yapay Alanlar	266,5	0,94
Su Yüzeyleri	143,4	0,49
<i>Toplam</i>	28445	100

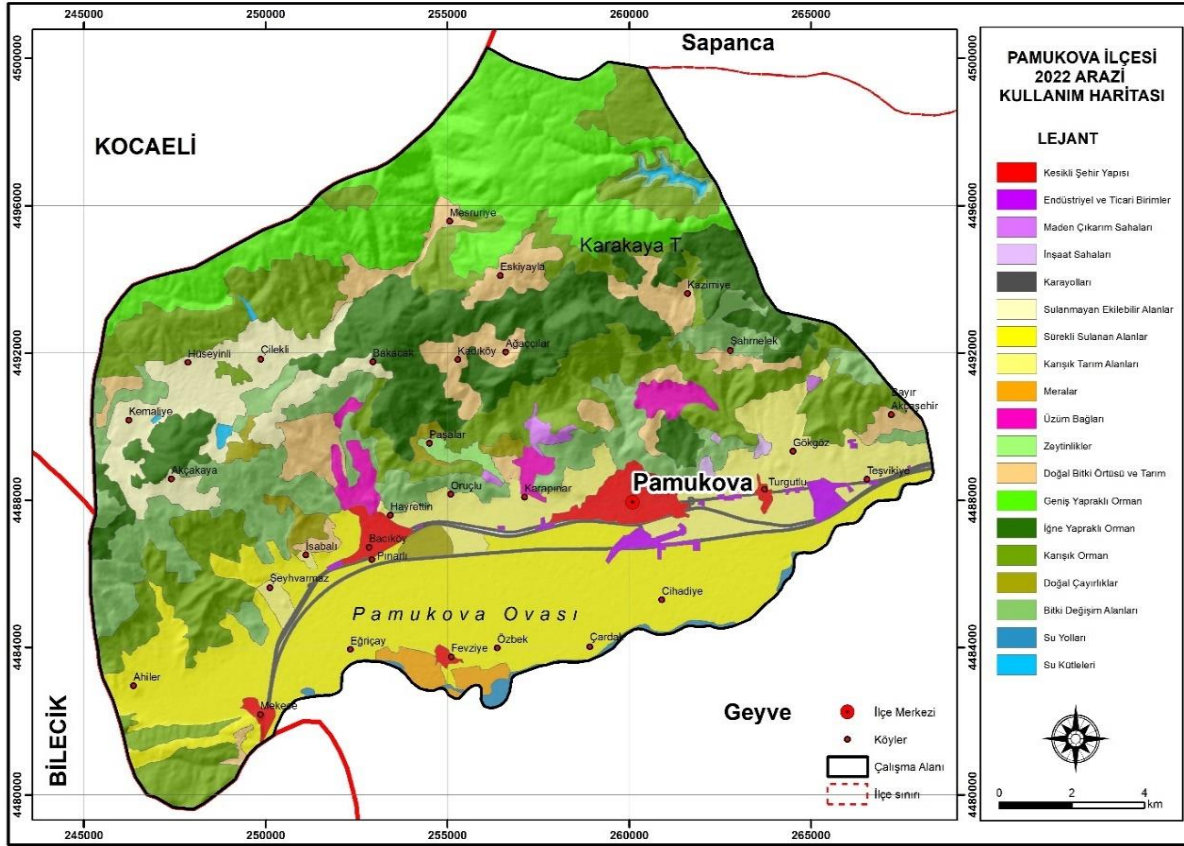
Araştırma alanında en geniş alanı %54,74 (15569 hektar) ile orman alanları ve yarı doğal alanlar kaplamaktadır (Şekil 4; Tablo 5). Orman alanlarından sonra en yüksek alanı % 43,83 (12465 hektar) ile tarım alanları oluşturmaktadır. Tarım alanlarını sırasıyla % 0,94 (266 hektar) yapay bölgeler ile %0,49 (143 hektar) su yüzeyleri izlemektedir (Tablo 5).

3.2. 2022 yılı Pamukova'da arazi kullanımı

2022 yılı arazi kullanımı incelendiğinde (Şekil 5) bölgenin toplam alanı 28435 hektar olarak tespit edilmiştir. Çalışmaya göre sınıflandırmada %55,1 (15716 hektar) ile en büyük paya sahip alan orman alanlarıdır. Orman alanlarından sonra en büyük paya sahip alanları %39,40 (11203 hektar) ile tarım alanları kaplamaktadır. Tarım alanlarını sırasıyla %4,51 (1281 hektar) yapay alanlar ve daha sonra %0,82 (234 hektar) ile su yüzeyleri izlemektedir (Tablo 6). 2022 yılı arazi örtüsü sınıflarından orman ve yarı doğal alanlar geniş yapraklı ormanlar, iğne yapraklı ormanlar, karışık ormanlar, doğal çayırliklar ve bitki değişim alanları şeklinde 5 grupta sınıflandırılmıştır. Yarı doğal alanların dışında saf orman örtüsü araştırma alanında 12,420 ha (%43,68) alanda yayılış göstermektedir.

Karışık ormanlar, çalışma bölgesinde dağınık şekilde yer almaktadır. Özellikle Pamukova ilçe merkezinin kuzeyi ve Gökgöz köyüne doğru uzanan sahada kızılçam, karaçam türleri ile meşe türleri, Hüseyinli (800m), Kemaliye (750m), Çilekli (Katırözü) (790m) köylerinin çevresinde sapsız meşe (Mz), saçlı meşe (MI) ile karaçam (Çk), Akçay Barajı'nın çevresinde ise kayın (Kn) ve göknar (G) türlerinin karışık orman oluşturduğu tespit edilmiştir. Geniş yapraklı ormanlar 3812 ha (%24,26) ile ikinci büyük yayılış alanına sahiptir. Geniş yapraklı türler Mesruriye (Gonca) köyünün (740m) kuzey ve kuzeybatısı boyunca uzanış göstermektedir. Bu sahalarda geniş yapraklı ağaçlardan meşe, sapsız meşe, saçlı meşe, kayın, gürgen gibi türler yaygın olarak görülmektedir. İğne yapraklı ormanlar 3,195 ha (%20,33) ile üçüncü büyük yayılış alanına sahiptir. Bu ormanlar Kadıköy (690m), Bakacak (860m) Ağaççılar (730m) ve Şahmelek (430m) köyünün etrafında yayılış göstermektedir. Çalışma sahasında görülen iğne yapraklı ağaç türlerinden karaçam (Çk), göknar (G), sarıçam (Çs), kızılçam (Çz) türleri yoğun olarak görülmektedir. Bitki değişim alanları 2,918 ha (%18,57) ile dördüncü sırada yer almaktadır. Bu alanlar, tarım alanlarıyla orman alanları arasında köprü görevi görmektedir. Zamanla antropojenik faaliyetlerle tahrip olmuş bitki örtüsü yerini tarım alanlarına bırakmış ya da bu sahalarda cılız bitki örtüsü ön

plana çıkmıştır. Yamaçlar boyunca bozuk maki türleri (Ma) kendini göstermektedir (Maki bitki örtüsüyle beraber yer yer otsu türler yayılış göstermektedir (Fotoğraf 1). Yükseltiyle beraber daha kalın gövdeli çalılıklar görülmektedir. Son olarak doğal çayırliklar da 378 ha (%2,41) olarak alanda yayılış göstermektedir. Çayır alanları, orman alanlarının kıyısında ya da iç kısımlarında bitki örtüsünün seyrek olduğu alanlarda hakimiyet kazanmaktadır (Şekil 5).



Şekil 5- Pamukova ilçesinin 2022 yılı arazi kullanımı.

Figure 5- Land use of Pamukova district in 2022.



Fotoğraf 1- Pamukova ilçe merkezinin kuzeyinde kalan saha boyunca yarı doğal alanlar.

Photograph 1- Semi-natural areas along the area north of Pamukova district center.

Çalışma alanının 2022 yılı arazi kullanım oranlarında orman alanları ve yarı doğal alanları ayrı değerlendirdiğimizde orman alanlarının oranı %43,68 (12420 hektar), yarı doğal alanların oranı ise %11,59 (3296 hektar) olarak tespit edilmiştir. Orman ve yarı doğal alanları 1984 yılıyla kıyasladığımızda toplam alan içerisinde orman alanlarının -2,28 hektar azaldığı, yarı doğal alanların ise +2,81 hektar arttığı görülmektedir (Şekil 4; Şekil 5). Buradan çıkarılacak sonuca göre orman alanlarının yıllar içerisinde tahrip edilmesiyle bu alanlarda azalma meydana gelirken yarı doğal alanların oranında ise artış meydana gelmektedir.

Pamukova'da orman alanlarından sonra ikinci sırada tarım alanları gelmektedir. Çalışma alanının yüz ölçümü 28,437 ha, tarım alanlarının toplam alanı ise 11,203 ha'dır. Genel yüz ölçüm içerisinde tarım alanlarının oranı %39,41 olarak tespit edilmiştir. Sürekli sulanan tarım alanları 5,479 ha (%48,91) ile tarım alanları içerisinde en fazla yayılış alanına sahiptir. Sürekli sulanabilen araziler genel olarak ovada ve ovanın kuzeyinde kalan hafif eğimli yamaç köylerinde Şeyhvarmaz (120m), Pınarlı (90m), Bacıköy (100m), Ahiler (170m) gibi yayılış göstermektedir. Karışık tarım alanlarının yayılışına baktığımızda ise bu alan 1908 ha (%17,03) ile ikinci en büyük yayılışa sahiptir. Çalışma sahasında karışık tarım alanlarının ovanın kuzeydoğusunda bulunan Turgutlu (115m), Teşvikiye (95m), Gökgöz (140m), Hayrettin (110m), Oruçlu (120m), Karapınar (135m) gibi yamaç köyleri çevresinde olduğu görülmektedir. Doğal bitki örtüsü ve tarım alanları da 1722 ha (%15,37) alan ile üçüncü sırada yer almaktadır. Bu sahalara; daha çok orman varlığının fazla olduğu Ağaççılar (730m), Kadıköy (690m), Eskiayla (1110m), Kazımiye (670m), Mesruriye (Gonca) (740m), Şahmelek (420m) köylerinin etrafında ormandan bozma sahalarda yayılış göstermektedir. Sulanmayan ekilebilir alanlar 1370 ha alan ile tarım alanları içinde %12,23'lük orana sahiptir. Sulanmayan ekilebilir alanların haritada dağılımını incelediğimizde bu alanların daha çok yayla köyleri dediğimiz rakımlarının 750 metrenin üzerinde olduğu Akçakaya (780m), Kemaliye (750m), Hüseyinli (800 m), Çilekli (Katırözü) (790m), Bakacak (860m) köylerinin etrafında yayılış gösterdiğini söyleyebiliriz. Bölgenin önemli gelir kalemlerinden olan üzüm bağları 425,5 ha alan ve %3,8'lik oranıyla kapladığı alan itibarıyla sonlarda yer almaktadır. Ovanın kuzeybatısında ve bakı konumunda yer alan Hayrettin (110m), Karapınar (135m) ve Kazımiye (670m) ile Şahmelek (430m) köyleri sınırları içinde bulunan bağlar bölgesinde üzüm bağları bulunmaktadır. Son olarak en az alan kaplayan zeytinlikler de 90,9 ha alan kaplamakta zeytinliklerin tarım alanları içindeki oranı ise %0,81'dir.

Yapay alanlar, toplam arazi örtüsü sınıfları içerisinde 1283 ha (%4,51) alanda yayılış göstermektedir. 2022 yılı çalışma alanında yapay alanların sınıflar bazında dağılımına baktığımızda 573,75 ha (%44,71) ile kesikli şehir yapısı en büyük yayılış alanına sahiptir. Ulaşım birimlerinin (Kara yolu, Demir yolu) sahada kapladığı alan 351 ha (%27,36) ile ikinci en büyük yayılış alanını oluşturur. Endüstriyel ve ticari alanlar 216 ha (%16,87) ile üçüncü, maden çıkarım alanları 95,77 ha (%7,46) ile dördüncü, inşaat sahaları 46,3 ha (%3,59) ile beşinci geniş yayılış alanına sahiptir.

2022 yılı uydu görüntüsünden elde edilen veriler ışığında arazi örtüsü ve arazi kullanımını belirleyebilmek için 1984 yılı arazi kullanımında olduğu gibi orman alanları, tarım alanları, yapay alanlar ve su yüzeyleri şeklinde 4 sınıfta değerlendirilmiştir.

Tablo 6- Arazi kullanım sınıflarının oransal dağılımı (2022).

Table 6- Proportional distribution of land use classes (2022).

Arazi Kullanım Şekli	Alan (hm)	Yüzde (%)
Orman Alanları ve Yarı Doğal Alanlar	15716,7	55,1
Tarım Alanları	11203,1	39,40
Yapay Alanlar	1281,4	4,51
Su Yüzeyleri	234	0,82
Toplam	28435,2	100

3.3. 1984 ve 2022 yılları Pamukova'da arazi kullanımının karşılaştırılması

Literatürde mekânsal değişimin incelendiği çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Örneğin Keleş ve Durduran (2019) Osmaniye şehrinin arazi örtüsündeki zamansal değişime değinmiş ve Osmaniye'nin il olduktan sonraki idari yapısındaki değişikliğin şehrin değişimine katkısı üzerinde durmuştur (Keleş & Durduran, 2019). Bu araştırmada kullanılan en çok benzerlik (Maximum likelihood) algoritması bu çalışmada da tercih edilmiştir. Döker ve Gül (2019) Adapazarı'nda şehrsel büyüme ve şehrsel gelişimle alakalı 1985-2019 yıllarını kapsayan nesne tabanlı sınıflandırma (OBIA) tekniğini kullanarak zamansal değişimi ortaya koymuşlardır. Bu teknik piksel tabanlı sınıflandırmaya göre daha yeni bir tekniktir. Benek ve Şahap (2016), Şanlıurfa ve yakın çevresinde kentsel gelişimin arazi kullanımına etkisini UA ve CBS tekniklerini kullanarak yerleşim alanlarının gelişimini

belirlemişlerdir. Bu çalışmaların haricinde çalışma bölgesini içine alan Karakuzulu ve Arıcı (2017) tarafından Pamukova'da Yüksek Hızlı Tren (YHT) hattı çalışmalarının bölgenin coğrafi ünitesine, tarım alanlarına ve bölge halkının ekonomik durumuna etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmada Pamukova ovasında yeni güzergâh için 1154282 m² alanda kamulaştırmanın yapıldığı belirtilmiştir. Kamulaştırmanın yapıldığı arazinin %91,49'unun arazi kabiliyeti açısından I. ve II. sınıf tarım arazilerine denk geldiği görülmüştür (Karakuzulu & Arıcı, 2017). Bu bağlamda bu araştırma ile kıyaslandığında genel arazi kullanımı içerisinde tarım alanlarında bir azalma olduğu belirlenmiş ve azalma da bu tür yapay alanların etkisinin olduğu görülmüştür.

Pamukova'da 38 yıllık (1984-2022) zaman aralığında arazi örtüsü ve kullanım durumu Tablo 7'deki sayısal değerler ile karşılaştırılmış ve yıllar arasındaki farklara göre arazide meydana gelen değişimler, zamansal olarak ortaya konmuştur. 38 yıllık süre içerisinde arazi örtüsü tiplerinde meydana gelen değişim oranı hesaplandığında orman alanlarında %-2,28 (-652 hektar) azalma olduğu, yarı doğal alanlarda ise %2,81'lik (799 hektar) bir büyüme olduğu tespit edilmiştir (Tablo 7). Bu değişimde yeni tarım alanları açma veya orman ürünlerinden yararlanma gibi ihtiyaç durumları ile yıllar içerisinde meydana gelen yangınlar etkili olmuştur. Özellikle bitki değişim alanlarının yoğun olduğu bölgeler yerleşmenin de sıklaştığı bölge olarak göze çarpmaktadır. Bu sebeple Tablo 7'ye baktığımızda değişimin pozitif yönde olduğu bitki değişim alanları, yapay alanlar ve su yüzeyleri orman alanlarında azalmanın meydana gelmesinde etkilidir. Burada dikkat edilmesi gereken bitki florası içerisinde değerlendirdiğimizde orman alanları eksi yönde gerçekleşirken bitki değişim alanlarının pozitif yönde olması, orman kayıplarının daha çok bitki değişim alanlarına dönüştüğünü çok az bir kısmının da diğer sınıflar tarafından etkilendiğini göstermektedir. Ayrıca bitki değişim alanlarının hemen yakınlarında yerleşim alanlarının bulunması bu bölgelerdeki floranın hızlı tahrip edilmesine neden olmuş hatta bazı alanlarda bitki değişim alanlarının tarım alanlarına dönüştüğü de görülmüştür. Buna en büyük kanıt tarım alanlarının genel manada azaldığı görülürken heterojen tarım alanlarında ise artışın meydana geldiğinin görülmesidir.

Tablo 7- 1984 ve 2022 yılları arasında arazi kullanım oranlarının yıllar arasındaki değişimi.

Table 7- Change of land use rates between years 1984 and 2022.

Arazi Örtüsü Sınıfları	1984 Yılı		2022 Yılı		Değişim	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Orman Alanları	13072	45,96	12420	43,68	-652	-2,28
Yarı Doğal Alanlar	2497	8,78	3296	11,59	+799	+2,81
Tarım Alanları	12465	43,83	11203,1	39,40	-1262	-4,43
Yapay Alanlar	266	0,94	1281,4	4,51	+1015	+3,57
Su Yüzeyleri	143	0,49	234	0,82	+91	+0,33
Toplam	28445	100	28435	100		

Tarım alanları 1984 yılında %43,83 (12465 hektar) alan kaplarken 2022 yılında tarım alanlarında -4,43'lük bir azalma meydana gelmiş ve %39,40'a (11203 hektar) gerilemiştir (Tablo 7). Ülkemizde beşerî etkilerin öncelikli ve en fazla baskı altında bıraktığı alanlar orman alanları ve tarım alanları olarak tespit edilmiştir (Bayar & Karabacak; 2020). Çalışma sahasının en önemli tarım alanını oluşturan ve büyük kısmı Pamukova sınırları içerisinde kalan Pamukova ovasını yapılan çalışmalarla karşılaştırdığımızda geçmişte ovada yerleşmenin daha zayıf olduğu, zamanla ovada ulaşım, sanayi ve yerleşme fonksiyonlarının yoğunlaştığı tespit edilmiştir. D650 kara yolunun ve Yüksek Hızlı Trenin (YHT) ovadan geçmesi tarım alanlarını son yıllarda daha da daraltmıştır. Ayrıca ova içerisinde bulunan yerleşmelerin genişlemesi ve bazı sanayi alanlarının bu alanlara yoğunlaşması ne yazık ki birinci sınıf tarım alanı olan Pamukova ovasının alanının daralmasına neden olmuştur. Bu yanlış adımlar neticesinde Bakanlar Kurulu kararıyla 21 Ocak 2017 tarihinde tarımsal sit alanı olarak koruma altına alınmış ve nispeten tarım alanlarının yok olması engellenmiştir. Bazı sulanmayan ekilebilir arazilerin olduğu yüksek alanlardaki tarım alanları ise zamanla köyden kente göçlerin hızlanmasına bağlı olarak tarımsal üretim yavaşlamış ve birçok tarım alanı boş kalmıştır. Bu alanlar bugün mera alanları, bitki değişim ve tarım alanları şeklinde karışık olarak gözükmektedir. En büyük değişim 38 yıllık süreçte yapay alanlarda meydana gelmiştir. Yapay alanların oranı 1984 yılında %0,94 (266 hektar) iken 2022 yılında bu oran %4,51'e (1281 hektar) çıkmıştır. Aradaki artı yöndeki değişim %3,57 olarak gerçekleşmiştir (Tablo 7). İlçe merkezi 38 yıllık süreçte en büyük değişime sahip alandır. Bu değişim içerisinde yanlış arazi kullanımı sonucu verimli alüvyal ova alanı yapılaşmaya açılmış, dere yatakları dahi işgal edilmiş ve yanlış şehirleşme örneği ortaya çıkmıştır (Fotoğraf 2a; Fotoğraf 2b). Burada değişimin sebeplerini incelediğimizde Pamukova 19 Ağustos 1987 tarihinde ilçe olmasıyla beraber zamanla dışarıdan da göç almaya başlamıştır. Jeopolitik olarak çevresinde büyük şehirlerin bulunması burada

yatırım imkanlarının artmasına neden olmuş ve iş imkanları nedeniyle bölge dışından göçlerin artmasını sağlamıştır. Ayrıca bölgenin İstanbul gibi metropolitan bir kente yakın olması, şehir hayatından bıkan insanların bu bölgede kırsal alanlara yönelmesine ve yerleşmesine neden olmaktadır. Pamukova'nın 2022 yılı nüfus artışı verileri incelendiğinde göç veren değil az da olsa göç alan şehirler arasındadır.

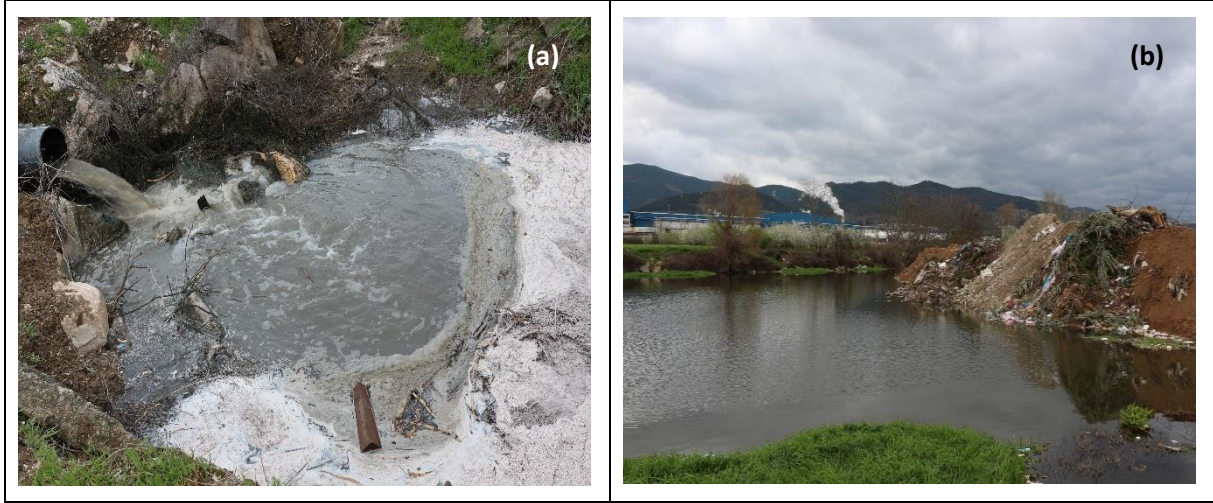


Fotoğraf 2- (a) İlçe merkezinde dere yatağı işgal edilip yapılaşmaya izin verilen Karandere çevresi.
(b) İlçe merkezi Karandere yatağı boyunca gecekondulaşma örneği.

Photograph 2- (a) The area around Karandere, where the creek bed is occupied and construction is allowed in the district centre. (b) Example of squatting along the district center Karandere bed.

Su yüzeylerindeki artış (%0,33) pozitif bir değişime sahiptir. Günümüzde tarımsal sulama amacıyla yapılan kanallar, göletler, içme suyu temini veya hidroelektrik için yapılan barajların sayısı artmıştır. En önemli su yüzeylerinden birisi de ova içerisinde yapılan barajlardır. Bu duruma ayrı bir parantez açacak olursak bölgenin tektonik durumunu da göz önünde bulundurduğumuzda ova içerisine yapılan ve Cihadiye köyü yakınlarında bulunan küçük HES projesi bölgede yaşayan insanları tehlike altında bırakmaktadır. Sakarya ili Kuzey Anadolu fayı üzerinde yer almakta ve tarih boyunca bu hat üzerinde önemli depremler meydana gelmiştir. En yakın tarihli 17 Ağustos 1999 depremi Sakarya ilinin en şiddetli ve en yıkıcı depremi olarak kayıtlara geçmiştir. Bu fay üzerinde yeni bir deprem ve ortaya çıkacak olağan dışı durumla alakalı senaryo çalışması yapılmış ve Pamukova da 8252 binadan 233 ağır ve yıkık hasar, 364 orta hasarlı 438 az hasarlı olarak analiz edilmiştir (Bayraktar & Hossin, 2021). Depremin ortaya çıkaracak olduğu hasar durumunda can kaybı 61, yaralı sayısı ise 152 kişi olacağı tahmin edilmektedir (Bayraktar & Hossin, 2021). Kuzey Anadolu fayının bir alt kolu Pamukova ovasının ortasından ve Sakarya Nehri'nin hemen yakınından geçmektedir. Bu fay Geyve- Mekece- İznik ve Gemlik'i takip ederek Biga yarımadasına kadar uzanmaktadır. İlerleyen dönemlerde bu fayda herhangi bir hareketlilik olması halinde civar köyler etkilenen, en önemlisi büyük nüfusa sahip olan ve nehir yatağı boyunca dar bir alana yerleşmiş olan Alifuatpaşa (Geyve) Mahallesi bundan en fazla etkilenen alan olacaktır. Ayrıca ovanın koruma altına alınması katıyetle desteklenmeli ovanın kaçak yapılarla işgal edilmesi engellenmelidir. Şehir merkezinde ve ovada yapı stoğuna bakıldığında yapıların oldukça güçsüz ve gelişigüzel yapıldığı tespit edilmiştir. Alüvyal ova tabanında inşa edilen yapılarda herhangi bir depremde, yapıların zemin sıvılaşmasına maruz kalacağı düşünülmektedir. Bir diğer sorun ise Sakarya Nehri'nin atık sularının deşarjı ve nehir çevresinin çevre kurallarına uygun kullanılmama sorunudur (Fotoğraf 3a; Fotoğraf 3b). Saha çalışması sırasında bölgede özellikle Sakarya Nehri'ne yakın olan köylerde atık suların bertarafı sorunu ortaya çıkmaktadır. Köy yakınlarında foseptik çukurları açılmasına rağmen nehir üzerine yapılan baraj (HES) nedeniyle çukurlar istenilen sonuçları vermemektedir. Ova da baraj nedeniyle taban su seviyesinde artış olduğu da gözlemlenmektedir. Verimli tarım alanlarında yer yer su birikintileri görülmekte ve bundan dolayı tarımsal verim kaybı ortaya çıkmaktadır. Bölgede çiftçilerin verimli tarım alanlarına yapılan bu barajdan oldukça şikayetçi olduğu saha çalışması sırasında görülmüştür. Ayrıca bu nehir sularının ovada sulama amaçlı kullanılması doğal çevreyi ve insan sağlığını olumsuz etkilediği düşünülmektedir. Bu nedenle Geyve'de yapılan su arıtma tesisinin benzerinin Pamukova'ya da yapılması önem arz etmektedir. Pamukova atık sularının Geyve'ye taşınmasında bazı dönemlerde zorluk çekildiği görülmüştür. Özellikle yaz aylarında nakil hatlarda sıcaklarında etkisiyle ara ara katılaşmalar ve tıkanmalar olduğu bilinmektedir. Bu iki ilçenin her yıl nüfusunun arttığı da göz önüne alındığında Geyve de bulunan arıtma tesisinin

kapasitesinin yetersiz kalacağı düşünülmektedir. Yatırımların ilçenin ihtiyaçlarını tam olarak giderecek şekilde planlanması gerekmektedir. Böylece Sakarya havzası boyunca sanayi atık sularının ve evsel atık suların, arıtılıp Sakarya Nehri'ne deşarj edilmesi durumunda ekosistemin ve bölgede yaşayan insanların bu olumsuz tablodan daha az etkileneceği düşünülmektedir.



Fotoğraf 3- (a) Sakarya Nehri kenarında atık suların nehre boşaltıldığı alan. (b) Sakarya Nehri kıyısında moloz döküm sahası.

Photograph 3- (a) The area where wastewater is discharged into the river by the Sakarya River. (b) Rubble dump site on the Sakarya River bank.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Arazilerin yanlış, düzensiz ve bilinçsiz kullanımı, kıt kaynakların iyi yönetilememesine ve hatta yok olmasına neden olmaktadır. Doğal unsurlar dikkate alınarak arazilerin potansiyeline uygun kullanımı belirlenmeli ve araziler sürdürülebilir bir planlamaya dahil edilmelidir. Bu tür planlamalarda günümüzün teknolojik imkanlarından yararlanılmalıdır. Doğru teknikler kullanıldığı takdirde uydu görüntüleri üzerinde analizler yapılabilir, doğru ve ayrıntısı yüksek verilere de ulaşılabilir. Özellikle uzaktan algılama teknikleriyle arazideki zamansal değişimler gözlemlenebilmekte ve elde edilen veriler üzerinde çalışma yapılabilmektedir. Çalışma alanı olan Pamukova, toplam 28445 hektar alan kaplamaktadır. Pamukova'da 38 yıllık (1984-2022) süreçte UA ve CBS teknikleri kullanılarak arazi örtüsü/kullanımında meydana gelen zamansal değişimler karşılaştırmalı bir şekilde incelenmiştir.

Çalışmada ortaya çıkan sonuçlar şu şekildedir:

- Bölgenin kuzeyi dağlık (Samanlı Dağları) ve engebeli sahalardan oluşmakta, güneyinde ise bölgenin en önemli tarım havzası olan Pamukova ovası yer almaktadır. Bölgede en geniş alan, orman ve tarım arazilerinden oluşmaktadır.
- 1984 ve 2022 yılları arasındaki süreçte orman alanlarındaki değişim incelendiğinde, 1984 yılında orman alanları %45,96 (13072 ha) iken 2022 yılına gelindiğinde orman alanları %43,68'e (12420 ha) gerilemiş yani % -2,28'lik (-652 ha) bir azalma meydana gelmiştir. Yarı doğal alanlar (çayırıklar, bitki değişim alanları, fundalık ve bozkır) 1984 yılında %8,78'lik (2497 ha) bir paya sahipken 2022 yılında bu oranın %11,59'a (3296 ha) çıkması orman alanlarının büyük kısmının da antropojenik ya da doğal yollarla yarı doğal alanlara dönüştüğünü göstermektedir. Orman alanlarının bir diğer kısmı da yerleşime açılmış ya da tarım alanlarına dönüştürülmüştür. Ayrıca geçmiş yıllarda yaşanan orman yangınları bu değişimde öncü olmuştur. Yanan yerler hızlı bir şekilde yerel halkın faydalanabileceği alanlar haline dönüşmüştür.
- 1984 yılı arazi örtüsünde tarım alanları toplam yüz ölçümün %43,83'ünü (12465 ha) oluştururken bu oran 2022 yılında %39,40'a (11203 ha) gerilemiştir. Aradaki değişim %-4,43 (-1262 ha) olarak tespit edilmiştir. Birinci sınıf tarım alanlarının bir kısmının zamanla tarım dışı alanlara dönüştüğü belirlenmiştir. Geçmişten bugüne kadar korunması gereken bu arazilerde en fazla işgalin olduğu sınıflara baktığımızda yerleşme faaliyetleri, sanayi ve ticari faaliyetler olduğu görülmektedir. Bu gibi durumların önüne geçmek için Türkiye genelinde bazı ovalar 21 Ocak 2017 tarihinde tarımsal sit alanı olarak belirlenmiş, Pamukova ovası da bu kanunla koruma altına alınmıştır. Bu alanların korunabilmesi için en başta kırsal alanlarda yerleşim alanlarının

gelişigüzel ve dağınık büyümesinin önüne geçmek, bu sahalarda kanunsal koruma hükümlerinin katıyetle uygulanması ve koruma alanlarının yerel veya merkezi idari birimler tarafından da takip edilmesi gerekmektedir.

- İlçenin yüksek dağlık bölgesinde kalan kırsal alanlarında, beşerî etkilerin baskın ve zorlayıcı etkisiyle gençler daha çok ilçe merkezine veya ilçe dışına göç etmekte, geride kalan yaşlı insanların tarımla ilişkisi zayıflamakta ve birçok arazi boş kalmaktadır. Bugün tarım arazisi olarak görülen bir kısım alanlar boş tarlalar şeklinde durmaktadır. Bu da hem bölgenin hem de ülkenin üretim dengesini bozmaktadır. Bu nedenle bölgede de kırsal kalkınmanın desteklenmesi ve bu konuda reformların yapılması gerekmektedir.
- Arazi kullanımında pozitif anlamda en büyük değişim yapay alanlarda gerçekleşmiştir. Yıllar içerisinde yapay alanlarda %3,57'lik bir değişim meydana gelmiştir. Bölgenin gelişimine bağlı olarak Pamukova ilçesinin nüfusu yıllar içerisinde artmıştır. İlçenin coğrafi konumu, ulaşım güzergâhı ve ulaşım alternatiflerinin olması sanayi altyapısının yavaş yavaş oluşuyor olması sebebiyle gelecekte nüfusu hızla artan şehirler arasında gösterilmektedir. Bu durum mekânsal değişimlerin gelecekte daha fazla artacağı anlamına gelmektedir. Bu değişimde birinci sınıf tarım arazilerin korunması, iyi bir yerleşme ve planlı gelişme modelinin oluşturması sürdürülebilir bir çevre için önemlidir.
- Su kaynaklarında yıllar içinde pozitif yönde bir artış meydana gelmiştir. Bölgede çeşitli göletler ve barajların yanında ovanın en önemli su kaynağı Sakarya Nehri'dir. Ovada sulama amaçlı kanallar oluşturulmuş ve bu kanallar sayesinde ovanın büyük kısmı sulanabilmektedir. Burada en büyük sorun Sakarya Nehri'nin oldukça kirli olmasından kaynaklanmaktadır. Nehrin havzası boyunca denetimin zayıf olduğu ve çevre hassasiyetinin olmadığı alanlarda atık sular Sakarya Nehri'ne deşarj edilmektedir. Burada kaçak atık suların boşaltılmasının engellenmesi ekolojik döngünün devamlılığı ve yaşanabilir bir çevre için önem arz etmektedir.
- Kuzey Anadolu fayının bir yan kolu olan ve Bolu-Geyve-Mekece-Gemlik'e doğru uzanan bu hat, tam olarak Pamukova ovasından ve Sakarya Nehri'nin de yakınından geçmektedir. Bu nedenle nehir üzerinde yapılan veya yapılacak olan HES çalışmaları, bu bölgede yaşayan insanlar için büyük bir tehdit oluşturmaktadır.
- Nadir verimli tarım alanlarından olan Pamukova ovasının belirli kısmı yanlış planlama dahilinde baraj sahasına dönüşmekte ve bu baraj nedeniyle çevresinde tarım arazilerinin taban su seviyesinde değişimlere neden olmakta; bunun da tarımsal verimde önemli kayıplara neden olacağı düşünülmektedir.
- Özellikle Sakarya Nehri'ne yakın Çardak, Cihadiye, Eğriçay, Fevziye ve Özbek köylerinin (mahalle) olduğu sahaların bataklık ve taşkın alanlarına yakın olması sebebiyle bölgede oluşabilecek bir deprem durumunda zemin sıvılaşması bu alanlar için büyük bir tehdit oluşturmaktadır.
- Elde edilen sonuçlar çerçevesinde arazi kullanım modelleri oluşturulabilirse amaca uygun kullanılmayan veya tahrip edilen alanların daha fazla zarar görmesinin önüne geçilmiş olunacaktır.
- Bu çalışma Pamukova ilçesinde arazi örtüsü/ kullanımı sınıfsal alanda yıllar içindeki değişimleri göstermesi, gelecekte arazi kullanımı ve şehirselleşmelerde bir altlık oluşturması bakımından önem arz etmektedir.

Çıkar Çatışması / <i>Conflict of Interest</i>	Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. <i>The authors declared no conflict of interest</i>
Finansal Destek / <i>funding conditions</i>	Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmiştir. <i>The authors declared that this study has received no financial support</i>
Yazar Katkıları/Author Contributions	Yazarlar/Authors
Çalışmanın içeriği ve tasarımı/ <i>Conception/Design of Study</i>	C. Önkol – S. Menteşe
Metodoloji/ <i>Methodology</i>	C. Önkol – S. Menteşe
Veri toplama-oluşturma-iyileştirme/ <i>Data Curation</i>	C. Önkol – S. Menteşe
Analiz/ <i>Analysis and interpretation of data</i>	C. Önkol – S. Menteşe
Görselleştirme/ <i>Visualization</i>	C. Önkol – S. Menteşe
Yazı taslağı/ <i>Writing - Original Draft</i>	C. Önkol – S. Menteşe
Yazma - İnceleme ve Düzenleme/ <i>Writing - Review & Editing</i>	C. Önkol – S. Menteşe
Proje yönetimi/ <i>Project administration</i>	C. Önkol – S. Menteşe

REFERANSLAR

- Aydın, T. K., & Durduran, S. S. (2021). Ereğli-Bor alt havzasında arazi kullanımı/örtüsü'nün uzaktan algılama yöntemleriyle zamansal değişimi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8(3), 629-641
- Bahadır, M. (2013). Işıklı Gölü Havzası'nda doğal ortam koşulları ve arazi kullanımına yansımaları. *Coğrafya Dergisi*, 26, 1-20.
- Bayar, R. (2003). Arazi kullanımı- Nüfus ilişkisi: Anamur örneği. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 1(1),97-116
- Bayar, R. ve Karabacak, K. (2020). Arazi örtüsü üzerindeki beşerî etkinin belirlenmesi: Ankara ili örneği. *Coğrafya Dergisi*, (41), 29-43.
- Bayraktar, H., & Hossin, A. Sakarya ilinin depreme duyarlı bölgelerinde CBS tabanlı hasar tahmini. *Resilience*, 5(2), 173-185.
- Benek S., Şahap A. (2016). Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri kullanarak şehrsel gelişimin arazi kullanımına etkisinin incelenmesi: Şanlıurfa şehri örneği, *Turkish studies international periodical for the languages, literature and history of Turkish or Turkic Volume 11/8 Spring 2016*, s. 79-102
- Bulut, S., & Günlü, A. (2016). Arazi kullanım sınıfları için farklı kontrollü sınıflandırma algoritmalarının karşılaştırılması. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 16(2), 528-535.
- Çelik, M. Ö., & Yakar, M. (2023). Arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişikliklerinin uzaktan algılama ve cbs yöntemi ile izlenmesi: Mersin, Türkiye örneği. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 5(1), 43-51.
- Çölkesen İ. (2009). *Uzaktan algılamada ileri sınıflandırma tekniklerinin karşılaştırılması ve analizi*. Yüksek Lisans Tezi, GYTE Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, 153 s. Gebze.
- Dengiz, O., & Turan, İ. D. (2014). Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistem teknikleri kullanılarak arazi örtüsü/arazi kullanımı zamansal değişimin belirlenmesi: Samsun merkez ilçesi örneği (1984-2011). *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 1(1), 78-90.
- Döker, M. F. & Gül, A. (2019). Adapazarı'nda şehrsel büyüme süreci ve arazi kullanım değişiminin izlenmesi (1985-2019). *Türk Coğrafya Dergisi*, (73), 67-78. DOI: 10.17211/tcd.616796
- Gülersoy, A. E. (2013). Farklı uzaktan algılama teknikleri kullanılarak arazi örtüsü/kullanımında meydana gelen değişimlerin incelenmesi: Manisa merkez ilçesi örneği (1986-2010). *Electronic Turkish Studies*, 8(8).
- Hossen, H. ve Negm, A. (2016). RS/GIS kullanarak Mısır, Kuzey Nil Deltası, Burullus Gölü su kütlelerinde değişiklik tespiti. *Procedia Mühendislik*, 154, 951-958.
- İnandık, H. (1955). Adapazarı bölgesinin iklim ve bitki örtüsü. *Türk Coğrafya Dergisi*, 13-14 s.125-140, İstanbul
- Karabulut, M. (2015). Farklı uzaktan algılama teknikleri kullanılarak Göksu deltası göllerinde zamansal değişimlerin incelenmesi An examination of temporal changes in Göksu delta lakes using different remote sensing techniques. *Journal of International Social Research*, 8(37).
- Karakuzulu, Z. (2010). *Sakarya ilindeki kasaba yerleşmeleri* (1. b.). Değişim Yayınları.
- Karakuzulu, Z., & Arıcı, F. (2017). Ulaşım sistemlerinin tarım arazilerine etkisinin coğrafi bir yaklaşımla değerlendirilmesi: Pamukova-Geyve (Sakarya) örneği. *Kesit Akademi Dergisi*, 204-217.
- Kayan, A., & Mardinli, İ. (2020). Kentleşme-sosyal değişim ve ekonomik gelişim ilişkisinin değerlendirilmesi. *GÜ İslâhiye İİBF Uluslararası E-Dergi*, 4(4), 256-271.
- Keleş, B., & Durduran, S. S. (2019). Osmaniye ilinin arazi örtüsü ve kullanımındaki zamansal değişimin Uzaktan Algılama teknikleri ile araştırılması. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 1(1), 32-52.
- Keskin, F. (2021). *Kürtün Çayı Havzasında (Samsun) Arazi kullanımı ve Zamansal Değişim (1984-2020)* (Doctoral dissertation, Marmara Üniversitesi (Turkey)).
- Kızılelma, Y., Karabulut, M., Gürbüz, M., Topuz, M., & Ceylan, E. (2013). Niğde şehri ve yakın çevresinin zamansal değişiminin uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak incelenmesi. *Zeitschrift für die Welt der Türken-Journal of World of Turks*, 5(3), 21-34.
- Lillesand, T.M. and R.W. Kiefer. 1994. *Remote sensing and photo interpretation*. 3rd. Edition, John Wiley & Sons: New York.
- Myung I.J. 2003. Tutorial on maximum likelihood estimation. *Journal of Mathematical Psychology*, 47:90-100.

- Oğuz, H., Zengin, M., (2009), Erzurum kenti arazi örtüsü/arazi kullanım değişimlerinin (1987-2007) Uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımıyla belirlenmesi, *DEÜ CBS Sempozyumu*.
- Olğaç, İ. & Doğan, M. (2020). Edirne şehrinin arazi kullanımının zamansal değişimi (1990-2018). *Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi*, 3 (1), 26-36.
- Onur I. (2007). *Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri yöntemleriyle kıyı bölgelerde arazi örtüsü/arazi kullanımı değişiminin izlenmesi ve analizi: Antalya-Kemer örneği*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Önder, Mehmet (1972) *Şehirden şehire [Efsaneler, Destanlar, Hikâyeler]-I*, İstanbul: Yapı ve Kredi Bankası Kültür Yayını No:3, 1985), s.19, İstanbul.
- Özgür, M. (1996) *Pamukova coğrafyası*. Ankara: Ekol Yayınevi.
- Potapov, P., Hansen, M. C., Pickens, A., Hernandez-Serna, A., Tyukavina, A., Turubanova, S., ... & Kommareddy, A. (2022). The global 2000-2020 land cover and land use change dataset derived from the Landsat archive: first results. *Frontiers in Remote Sensing*, 3, 856903
- Semenderoğlu, A., (1992), Tarih boyunca çevre ve insan, *Ekoloji ve Çevre Dergisi*, I, 3, ss. 15-17, İzmir.
- Shalaby, A., ve Tateishi, R., 2007. Remote sensing and GIS for mapping and monitoring land cover and land-use changes in the northwestern coastal zone of Egypt, *Applied Geography* 27 (2007) 28–4
- Sönmez, M. (2011). Adana şehrinin alansal gelişimi ve yakın çevresinin arazi kullanımında meydana gelen değişimler. *Türk Coğrafya Dergisi*, (57), 55-69.
- Topaloğlu, H. L., Ekercin, S. (2013). Coğrafi Bilgi Sistemi ve Uzaktan Algılama entegrasyonu ile Konya kapalı havzasında arazi örtüsü/kullanımı zamansal değişimlerinin belirlenmesi, *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 11-13 Kasım 2013, Ankara*
- Tunçdilek, N. (1985). *Türkiye'de relief şekilleri ve arazi kullanımı* (Vol. 3). İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi.
- TÜİK, (2022). Türkiye İstatistik Kurumu. Adrese dayalı nüfus kayıt sistemi sonuçları <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr>.
- Yıldız Görentaş, S. & Sargın, S. (2021). Mersin, Tarsus ve Adana Hattındaki Şehirselleşmenin Mekânsal Etkileri. *Coğrafya Dergisi*, (43), 127-142. DOI: 10.26650/JGEOG2021-936379
- Yüksel, İ., Sandalcı, M. & Öncül, M. (2008). Aşağı Sakarya Havzasındaki küçük akarsuların enerji potansiyellerinin yapay sinir ağları yöntemiyle tespiti. *VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu (UTES'2008)*. İstanbul.
- Zhou, Y., Li, X., & Liu, Y. (2020). Land use change and driving factors in rural China during the period 1995-2015. *Land Use Policy*, 99, 105048.

