



## Bursa kentinin 1979-2021 yılları arasında kentsel açık yeşil alan değişiminin irdelenmesi

### Analysis of open green spaces change of Bursa city between the years 1979-2021

Bahar ŞİRVAN<sup>1\*</sup>, Anıl AKIN TANRIÖVER<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Bursa, Türkiye.

Sorumlu yazar:  
Bahar ŞİRVAN

E-mail:  
sirvanbahar@gmail.com

Gönderim Tarihi:  
27/03/2023

Kabul Tarihi:  
04/05/2023

Bu makaleye atıf vermek için:  
Şirvan, B., Akın Tanrıöver, A. 2023. Bursa Kentinin 1979-2021 Yılları Arasında Kentsel Açık Yeşil Alan Değişiminin İrdelenmesi. Ağaç ve Orman, 3(2), 14-22.

#### Özet

Çalışmanın amacı, Bursa kentinin uydu görüntüleri aracılığıyla, obje tabanlı sınıflandırmayla kentsel açık yeşil alanların belirlenmesi ve yeşil alanların değişiminin irdelenmesidir. Çalışma sınırları Bursa kenti merkez ilçeleri olan Osmangazi, Yıldırım, Nilüfer, Gürsu ve Kestel ilçelerini kapsamaktadır. Kentin açık yeşil alan analizi yapılırken 1979 Corona, 2013 RapidEye ve 2021 Sentinel uydu verileri kullanılmıştır. Uydu verileriyle eCognition yazılımında arazi örtüsü sınıflandırma haritaları oluşturulmuştur. Kent içi açık yeşil alan başlığı altında meydanlar, mahalle parkları, çocuk parkları, spor alanları, semt parkları, kent parkları, mesire alanları, bölge parkları, milli parklar, spor tesis alanları ve yol kenarları refüjleri sınıflandırılmıştır. Kentsel alanlara ait sınıflandırma haritaları açık yeşil alan haritalarını oluşturmak için altlık olarak kullanılmıştır. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımında 1979, 2013 ve 2021 yıllarına ait açık yeşil alan haritaları oluşturulmuştur. Sınıflandırılmış haritalar kullanılarak 1979 ve 2021 yılları arazi örtüsü değişim matrisi tablosu oluşturulmuştur. Haritalar ve değişim matrisi tablosu ile açık yeşil alanların değişim analizi yapılmıştır. 42 yıllık süreçte orman alanlarında 16.22 hektarlık alan artışı, açık yeşil alanlarda ise 34.50 hektarlık alan artış tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Açık yeşil alan, Bursa, obje tabanlı sınıflama, değişim analizi

#### Abstract

The study aims to determine the urban open green areas and examine the change in green areas by object-based classification, using remotely sensed data from Bursa. The study area includes Osmangazi, Yıldırım, Nilüfer, Gürsu, and Kestel districts, which are the central districts of Bursa. The study material consists of 1979 Corona, 2013 RapidEye, and 2021 Sentinel remotely sensed images. Using satellite data, land use/land cover classification maps were created in eCognition software. Squares, neighborhood parks, children's parks, sports fields, neighborhood parks, urban parks, recreation areas, regional parks, national parks, sports facility areas, and roadside refuges are classified under the urban open green area class. The classification maps of urban areas were used as a base to create open green area maps. The open green space maps of 1979, 2013, and 2021 were created in Geographical Information System (GIS) software environment. A table for the land cover of the change matrix between 1979 and 2021 was created using classified maps. The change in open green spaces has been analyzed with maps and a change matrix. In the course of 42 years, an increase of 16.22 hectares in space and 34.50 hectares in open green spaces have been identified.

## 1. Giriş

Günümüzde çekici faktörlere sahip kentlerin, hızlı nüfus artışı ile birlikte inşaat, sanayi, turizm, hizmet, ulaşım, eğitim gibi sektörlerin faaliyetleri nedeni ile sağlıklı, düzensiz ve kimliksiz mekanlara dönüştüğü görülmektedir. Yatay ve dikey yönde gelişen yapılaşma, yoğun araç trafiği, nüfus artışı, çevre kirliliği, açık ve yeşil alanların yetersizliği gibi olumsuz faktörler atmosfere daha fazla CO<sub>2</sub> salınımına

yol açmış ve kentlerde ısı adası etkisini oluşturmuştur. Bu bağlamda, kent peyzajı sürekli değişime uğrayarak tahrip olmuş ve sonuç olarak özellikle büyük kentler yaşamsal çekiciliğini ve kalitesini kaybetmiştir (Gül vd., 2020). Kentlerin tekrardan yaşamsal çekiciliğini ve kalitesini kazanması kent içi yeşil alanlar yaratması ile mümkün olmaktadır.

Kentte planlanan yeşil alanlar açık yeşil alan kavramı ile ifade edilmektedir. Açık alan kavramı, kent dokusunun

önemli temel elemanlarından olan, mimari yapı ve ulaşım alanları dışında kalan boş veya açık alanlar olarak tanımlanmıştır (Gül ve Küçük, 2001). Yeşil alan ise kentin içinde ve çevresinde bulunan, rekreasyon ve peyzaj gibi işlevleri olan korular, ormanlar, çeşitli işlev ve büyüklükteki parklar, mezarlıklar, refüj alanları ve bina bahçeleri gibi canlı (ağaç, yer örtücü, çimen, çalı) ve cansız (yollar, su elamanları, kent mobilyaları gibi) elemanlardan oluşan alanlardır (Gül vd., 2020). Dolayısıyla her yeşil alan açık alandır fakat her açık alan yeşil alan değildir.

Açık ve yeşil alan ifadesi, genelde kişi başına düşen açık yeşil alanların metrekaresi miktarı olarak, diğer bir ifade ile kentin tamamında yeşil doku barındıran alanların, kentin toplam nüfusuna bölünmesi biçiminde ifade edilmektedir. Ancak bu ifade sadece niceliksel bir yaklaşımdır. Açık yeşil alanların kapladığı alanın önemi kadar sahip olduğu donanımlar, işlevsellik ve estetik özellikleri de önem taşımaktadır (Koçan ve İbiş, 2020). Bu bağlamda açık yeşil alanlarının kentte yaşayan insanların kullanımına uygun ve erişilebilir mesafelerde olması önemlidir.

Açık yeşil alanlar, yerleşmelerin doğal gelişiminde, nüfus yoğunluğunun ve yapı yoğunluğunun korunmasında, yerleşim alanlarının arazi kullanım dengesinin sağlanmasında ve spekülasyonun önlenmesinde önemli görevler üstlenmektedir (Koçan ve İbiş, 2020). İyi planlanmış, düşünülmüş ve tasarlanmış açık yeşil alanların, kent ve kentli üzerinde çok yönlü olumlu etkisi vardır (Koçan, 2021). Açık yeşil alanlar kentte yaşayanların psikolojisini etkilemekte, kentlerde yaşayan doğadan uzak insanların doğaya yakın hissetmesini sağlayan, bireylere rekreasyonel olanak sağlayan, gezinti, spor ve dinlenme gibi sosyal aktivitelere olanak sağlayan alanlar olma özelliği taşımaktadır (Bolatoğlu ve Özkan, 2013). Dolayısıyla kentlerdeki açık yeşil alanlar kent ve kentliler için oldukça önemlidir. Açık yeşil alanlarının kent içindeki önemi vurgulanırken belirlenen aralıktaki değişimi ve dönüşümü irdelenmelidir. Kent içi yeşil alanların değişimine ise elde edilen verilerle değişim analizi yapılarak ulaşılabilmektedir.

Değişim analizi, bir objeyi ya da olguyu farklı zamanlarda gözlemleyerek gösterdiği farklılıkların tespitini içeren bir uygulamadır. Genel olarak değişim analizi farklı zamanlara ait olan veri setlerinde, meydana gelen değişimlerin nitel ve nicel olarak tespitini hedefleyen uygulamaları içerir. En doğru planlama kararlarını verebilmek için doğru zamanda ve doğru değişim analiz teknikleriyle, dünya yüzeyindeki değişimlerin izlenmesi, insan ve doğal unsurların ilişkilerinin ve etkileşimlerinin anlaşılabilmesi için çok önemli rol oynamaktadır (Akın, 2011). Son yıllarda çok çeşitli değişim izleme yöntemi geliştirilmekte ve kısa sürede gerçekleşen değişimlerin tespit edilmesinde CBS ve Uzaktan Algılama (UA) teknikleri kullanılmaktadır. Böylece planlı ve dengeli gelişim için hedeflerin belirlenmesi kolay hale gelmektedir (Yapıcıoğlu, 2019).

Günümüzde ülkesel ve küresel ölçekte kentsel alanlarda arazi örtüsü ve alan kullanım değişimlerinin ortaya konması ve bunun bir parçası olan kentsel açık-yeşil alanlardaki değişimin nitel ve nicel olarak tespitine yönelik çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin Kaya ve Toroğlu (2015) tarafından

yapılan çalışmada Kayseri'nin şehirselsel gelişimi irdelenmiş ve değişim analizleri yapılmıştır. 1987, 1999 ve 2013 yılı uydu görüntülerine ulaşılmıştır. Eldeki uydu görüntüleriyle kontrollü bir sınıflama yapılmıştır. Oluşturulan haritaların gerçeğe yakın olması için doğruluk analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda elde edilen verilerle Kayseri şehrinin yıllara göre kentsel değişimine, değişim analizi yapılarak ulaşılmıştır. Değişim haritaları üzerinden sınıflanmış alanların metrekaresi yıllara göre hesaplanmıştır.

Ateşoğlu ve Tunay (2010) tarafından yapılan çalışmada Bartın kıyı alanlarındaki bitki örtüsünün değişim analizi üzerinde durulmuştur. 1975, 1987 ve 2000 yılına ait uydu görüntülerine ulaşılmıştır. Uydu görüntülerine doğruluk oranı gerçeğe yakın olması amacıyla geometrik düzeltme yapılmıştır. Eldeki verilerle kontrollü sınıflandırma işlemi yapılmıştır. Elde edilen haritalarla yıllara göre kıyıdaki bitki örtüsündeki değişimi gözlemek amacıyla, bitki örtüsü değişim analizi yapılmıştır.

Uzun (2022) tarafından yapılan çalışmada İstanbul'un Ataşehir ilçesinde antropojenik jeomorfoloji kapsamında rölyefin değişim analizi irdelenmiştir. Uydu görüntüleriyle Ataşehir'in farklı yıllara ait arazi kullanım haritaları oluşturulmuştur. Son elli yıldaki arazi kullanımının zamansal değişimi üzerinde durulmuştur. Arazi kullanım haritalarıyla 3 farklı aşamada rölyefin değişim analizi yapılmıştır. Çalışmanın sonunda ise rölyef değişim analizleri antropojenik faktör birimleri ve alt parametreleriyle korelasyon analizine tabi tutulmuş ve aralarında nasıl bir ilişki olduğu üzerinde durulmuştur.

Yapıcıoğlu (2019) tarafından yapılan çalışmada kentsel alanlardaki alan kullanımının değişim analizi irdelenmiştir. Üniversite yerleşkesinin bulunduğu Kötekli Mahallesi'ne ait uydu görüntülerine ulaşılmıştır. Uydu görüntüleri NDVI (normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi) değerlerinin analizi için ana materyali oluşturmaktadır. Kötekli mahallesi'ne ait 1990, 1995, 2000, 2004 ve 2010 yıllarına ait Landsat TM uydu görüntüleri ve 2015 ve 2019 Landsat OLI uydu görüntüleri kullanılarak sırasıyla yıllara göre NDVI analizleri yapılmıştır. Elde edilen haritalar ise sırasıyla karşılaştırılmış ve değişim analizleri yapılmıştır.

Lizarazo (2011) tarafından yapılan çalışmada ABD'nin Montgomery bölgesinde bulunan küçük bir havza seçilerek, bulanık segmentasyon işlemiyle arazi örtüsü değişim analizi üzerinde durulmuştur. Çalışma iki aşamadan oluşmuştur. Birinci aşamada bulanık segmentasyon yöntemiyle 3 Mayıs 1990 tarihli ve 8 Mayıs 2000 yılına ait Landsat uydu görüntüleri arazi örtüsü sınıflandırması yapılmıştır. Arazi örtüsü sınıflama haritalarıyla kentleşmenin hızlı yaşandığı yerler değişim analizi yapılarak belirlenmiştir.

Suresh, Tiwari ve Nariah (2013) tarafından yapılan çalışmada uydu verileri kullanılarak değişimin tespit edilmesi ve değişim analizi yapılması üzerinde durulmuştur. Çalışma alanı olarak Hindistan'ın Dehradun kenti seçilmiştir. Kentlere yapılan yoğun göçler sonucunda kentsel alanlarda değişimler oluşmuştur. Kentte oluşan değişimleri gözlemleyebilmek amacıyla CBS ve UA yöntemlerinden yararlanılmıştır. 1995 ve 2011 yıllarına ait arazi örtüsü

sınıflandırma haritaları oluşturulmuştur. Oluşan haritalar karşılaştırılıp değişim analizleri yapılmıştır. Değişen ve dönüşen alanların metrekaresi bulunmuştur.

Addo, Jayson ve Kufogbe (2011) tarafından yapılan çalışmada Gana'nın Keta bölgesindeki uydu görüntüleri kullanılarak kıyı şeridindeki değişim analizi yapılmıştır. Keta kıyı şeridininin 25 yıllık değişimini gözlemek amacıyla 1986, 1991, 2001, 2007 ve 2011 yıllarına ait Landsat ve ASTER uydu görüntülerine ulaşılmıştır. Uydu görüntüleriyle su, kara ve kıyı şeridi alanları sınıflandırılmıştır. ArcGIS yazılımında kıyı şeridi öznelik tabloları hazırlanmıştır. ArcGIS yazılımında yıllar içerisinde oluşan değişimi gösteren tablolar oluşturulmuştur. Tablolar karşılaştırılarak yıllar içinde kıyı şeridinde oluşan değişimlere ulaşılmıştır.

Bu çalışma kapsamında Bursa kentinin Nilüfer, Osmangazi, Yıldırım, Gürsu ve Kestel ilçelerinin 1979 ile 2021 yılları arasındaki Arazi Örtüsü/Alan Kullanımı (AÖ/AK) kullanım haritaları oluşturularak Bursa kentinin açık yeşil alanlarındaki değişimi irdelenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Çalışma alanı

Bursa Marmara bölgesinin güneydoğusunda bulunur. Doğusunda Bilecik'e, batısında Balıkesir'e, güneyinde Kütahya'ya, kuzeyinde Yalova'ya, kuzeydoğusunda Kocaeli ve Sakarya'ya komşudur. Bunun yanında Marmara denizine de kıyısı bulunmaktadır. Uludağ'ın kuzeybatı eteklerinde kurularak doğu-batı kuzey yönünde gelişmiştir (İlhan, 2019). 40 o kuzey paraleli ile 29 o doğu meridyenin kesiştiği yerde bulunur. Bursa kenti topraklarının yaklaşık %35'ini dağlar, %17'sini ise ovalar oluşturmaktadır (Yücesoy ve Çanga, 2019).

TUİK verilerine göre 2021 Bursa nüfusu 3.147.818'dir. Çalışma alanında yer alan Osmangazi, Yıldırım, Nilüfer, Gürsu ve Kestel ilçelerinin 2021 toplam nüfusu 2.227.857'dir. Bursa kentinin toplam yüzölçümü 10.811 km<sup>2</sup>'dir. Çalışma alanı olan merkeze bağlı beş ilçenin toplam yüzölçümü 1.785 km<sup>2</sup>'dir. Şekil 1'de çalışma alanı sınırları görülmektedir.



Şekil 1. Çalışma Alanı

Figure 1. Study field

Çalışma alanı olan Bursa ili uydu görüntüleri kullanılarak 1979 Corona, 2013 RapidEye ve 2021 Sentinel uydu görüntülü hava fotoğrafları kullanılarak obje tabanlı sınıflandırma yapılmıştır.

### 2.2. Materyal

Çalışmada yersel çözünürlüğü 4 m ile 10 m arasında değişen 6 Mayıs 1979 tarihine ait Corona hava fotoğrafı, 23 Ekim 2013 yılına ait RapidEye hava fotoğrafı ve 11 Temmuz 2021 yılına ait Sentinel hava fotoğrafı kullanılarak obje tabanlı sınıflandırma yapılmıştır.

CORONA görüntüleri ABD eski haber alma birimlerince, değişik kameralar ve roket sistemleri kullanılarak 1960 – 70'lerde elde edilmiştir. CORONA verisi halka açıldıktan sonra sivil amaçlı önemli uygulamalarda kullanılmaktadır (McDonald, 1995; Cloud, 2001). 1995 yılından bu yana geniş uygulama alanı bulmuştur; arkeoloji, jeomorfoloji, jeoloji, orman ve vejetasyon değişimleri, sayısal yükseklik modellerinin oluşturulması birleşik görüntü oluşturma genel peyzaj çalışmalarında kullanılmaktadır (Tappan vd., 2000; Altmaier ve Kany, 2002; Kostka, 2002; Goslee vd., 2003; Rigina, 2003)

RapidEye uydusu Alman firması RapidEye AG.'ın tasarladığı ticari amaçlı bir uydudur. Rapideyenin Dünya yörüngesinde beş gözlem uydusu bulunmaktadır. Rapideye uydusu görünür 3 bant ve yakın kızıl ötesi ve kırmızı sınır (Red-Edge) bandı ile toplam 5 banda sahiptir. RapidEye uydusu üzerinde bulunan kırmızı sınır (Red-Edge) bandı, ticari olarak ilk kez bir uydu üzerinde bulunan bir bant aralığıdır. Bu bant aralığı, klorofil içeriği içindeki değişimlere karşı hassastır. Verilerin yersel örnekleme mesafesi (GSD) 6.5 metredir (Hacıağaoğlu, 2013). Dünya gözlem endüstrisinde önemli bir milattır (Azeez, 2016).

Sentinel, Türkçe karşılığı gözcü olan ve Copernicus programının özel ihtiyaçlarının karşılanması için ESA tarafından geliştirilen bir uydu serisidir. Sentinel programı içerisindeki Sentinel-1A ve Sentinel-1B radar (SAR) uydularıdır. İlk uydu Sentinel-1A 3 Nisan 2014 tarihinde, Sentinel-1B uydusu ise 25 Nisan 2016 tarihinde yörüngelerine yerleştirilmiştir. Sentinel uyduları verilerine kolay erişim sağlandığından ve ücretsiz olduğundan dolayı pek çok çeşitli uygulamalarda kullanılır. Sentinel-1'e kurulan C-bandı SAR sensörü taşımaktadır. C-bandı Copernicus hizmetleri kapsamında gerekli olan yüksek çözünürlüklü verileri üretmek için tüm hava koşullarında gece gündüz görüntüleme sağlamak üzere tasarlanmıştır. Sentinel-1 görevi, farklı çözünürlük (5 m'ye kadar) ve kapsama (400 km'ye kadar) ile dört özel görüntüleme modunda çalışan C-bant görüntülemeyi içerir. Çift polarizasyon kabiliyeti, çok kısa tekrar ziyaret süresi ve hızlı veri teslimatı sağlar. Her gözlem için, uzay aracının konumu ve tutumunun hassas ölçümleri mevcuttur (Kavuret vd., 2021).

### 2.3 Yöntem

Çalışma yöntemini (i) ön hazırlık işlemleri ile görüntülerin geometrik düzeltmesi; (ii) görüntülerin segmentasyonu ile obje tabanlı sınıflandırma; (iii) sınıflandırma sonrası

karşılaştırmalar ile değişim analizlerinin yapılması oluşturmaktadır.

### 2.3.1. Geometrik düzeltme

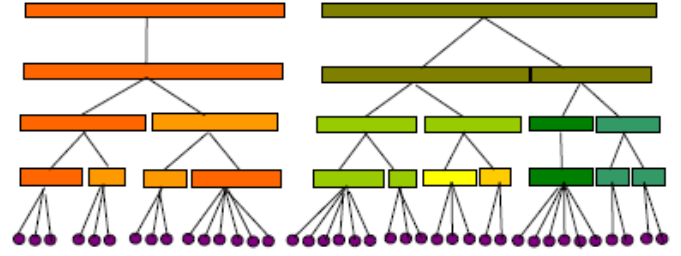
Geometrik görüntü dönüşümü işleminin ilk aşaması piksel koordinat dönüşümüdür. Piksel koordinat dönüşümünde amaç, giriş görüntüsündeki piksellerin, sonuç görüntüsündeki koordinatlarını hesaplamaktır. Çoğunlukla görüntü evrensel enlem/boylam ya da UTM (Universal Transverse Mercator) gibi koordinat sistemine kaydedilir. İkinci aşama ise sonuç görüntüdeki piksellerin parlaklığını hesaplamakta kullanılan gri düzey enterpolasyonu yani yeniden örneklemedir (Temiz ve Doğan, 2005).

Veriye koordinat girişi yapılırken görüntüde konumu belirgin (ör. yol kesişmeleri, keskin görünen detaylar gibi) yer kontrol noktalarından (GCP) X ve Y koordinat noktaları düzeltilmek istenen görüntüye girilir ya da sayısallaştırılmış haritalar ile uydu görüntüsü ilişkilendirilerek geometrik düzeltme işlemi yapılır. Daha sonra dönüştürülen görüntü koordinatları ve buna karşılık gelen referans koordinatları arasındaki dönüşümün doğruluğunu test etmek için aynı noktanın konumları arasındaki uzaklık hesaplanır (Erdas Field Guide,1991). Bu uzaklık karesel ortalama hata (root mean square error, RMSE) olarak adlandırılır. Özellikle değişim analizlerinde bu hata payının 1 pikselden az olması oldukça önemlidir. Çünkü yapılan analiz sonuçlarını önemli ölçüde etkilemektedir.

### 2.3.2. Obje tabanlı sınıflandırma

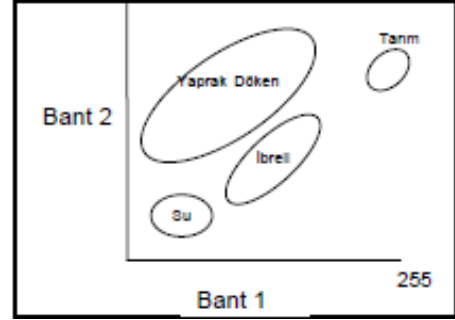
Uzaktan algılama tekniklerinin gelişim göstermesiyle obje tabanlı sınıflandırma yöntemi geliştirilmiştir. Obje tabanlı sınıflandırma yöntemleri, geleneksel piksel tabanlı sınıflandırma tekniklerine kıyasla yakın zamanda geliştirilmiştir (Kıraç, 2021).

Çalışmada arazi kullanımı ve arazi örtüsü tespiti için obje tabanlı yöntem kullanılmaktadır. Obje tabanlı yöntem, görüntüdeki formu, yansıma özelliklerini ve tekstür özelliklerini dikkate alarak komşu pikselleri anlamlı bölgeler halinde gruplandırır. Segmentasyon işlemi olarak tanımlanan bu uygulamada arzu edilirse çalışma için uygun olan bantlar diğer bantlara göre ağırlıklandırılabilir. Segmentasyon işlemi obje tabanlı sınıflamanın ilk ve en önemli aşamasıdır (Şekil 2). Sınıflama aşamasında ise piksel tabanlı yöntemler gibi en yakın komşu yöntemi (nearest neighbour) ve diğer algoritmalar (maksimum olabilirlik) arasından en yakın komşu yöntemi ve maksimum olabilirlik kullanılmıştır. Maksimum olabilirlik yöntemi Bayesian olasılık teorisine dayalı ve istatistiksel fonksiyonlara bağlı bir sınıflama yöntemidir. Bu yöntemde piksellerin varyans – kovaryans ve ortalama değerleri, sınıfların belirlenmesinde kullanılmaktadır (Eastman, 2001). Maksimum olabilirlik yönteminde, bantlar arası korelasyon ile sınıfların yansıma karakteri ortaya konmaktadır (Şekil 3). Obje tabanlı sınıflama yapılırken eCognition yazılımı kullanılmıştır.



Şekil 2. Segmentasyon ağı (Akin, 2007)

Figure 2. Mesh of segmentation (Akin, 2007)



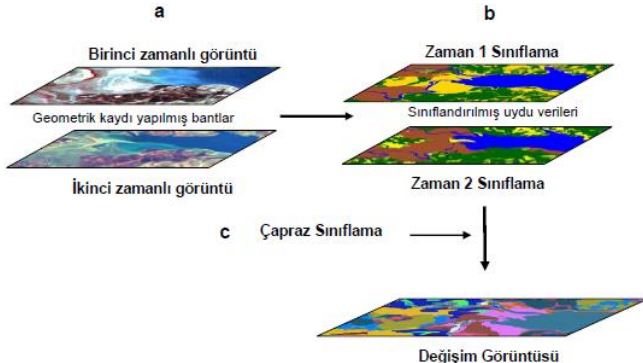
Şekil 3. Maksimum Olabilirlik Yönteminde Yansıma Karakteristiklerine Göre Sınıfların Dağılımına Örnek.

Figure 3. An example of the Distribution of Classes by Reflection Characteristics in the Maximum Likelihood Method

### 2.3.3. Değişim analizi

Çalışmada farklı yıllar arasındaki değişimi ortaya koyabilmek için sınıflama sonrası karşılaştırma yöntemi kullanılmıştır. Sınıflama sonrası karşılaştırmalar, değişim tespiti çalışmalarında sıklıkla kullanılan yöntemler arasındadır. Bu yöntem farklı tarihlere ait görüntülerin ayrı ayrı sınıflanarak karşılaştırılması ve bu yolla değişim haritasının oluşturulmasına dayanmaktadır. Sınıflama sonrası karşılaştırmalar, piksel tabanlı yöntemler arasındadır. Dolayısıyla doğru değişim analizi sonuçları üretebilmek için görüntüler arasındaki geometrik kayıt yüksek doğruluk ile yapılmalıdır. Çalışmada geometrik düzeltme sırasında elde edilen hata payı (RMSE) ortalama 1 piksel kadardır. Fakat çalışmada farklı çözünürlükte uzaktan algılama verileri kullanılmıştır. Bu veriler daha sonra ortak yersel çözünürlüğe getirilmiş (10 m) ve böylece RMSE'nin 1 pikselin altına indiği gözlemlenmiştir (Tanrıöver, 2011).

Sınıflama sonrası karşılaştırma, kolay anlaşılabilir olması nedeniyle sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Kentsel değişim çalışmaları için de önemli olan bu yöntem farklı tarihlere ait sınıflanmış görüntülerin elde edilmesi ve aynı zamanda değişime ait "nereden-nereye" (from-to) bilgisini vermesi açısından da önemlidir. Yöntemin genel akış şeması şekil 4'te verilmiştir (Tanrıöver, 2011).



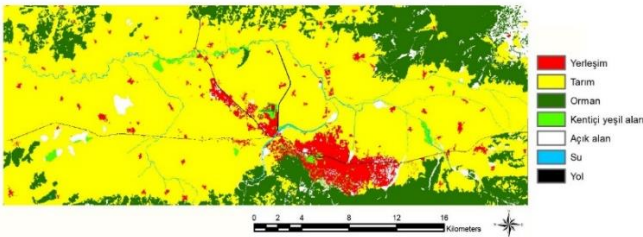
Şekil 4. Sınıflama Sonrası Karşılaştırmaların Genel Akış Şeması (Tanrıöver, 2011)

Figure 4. General Flow Chart of Post-classification Comparisons (Tanrıöver, 2011)

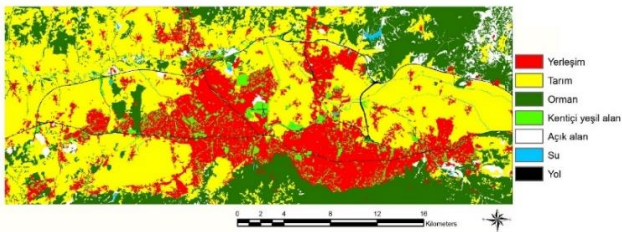
### 3. Bulgular

#### 3.1. Objeye tabanlı sınıflandırma sonuçları

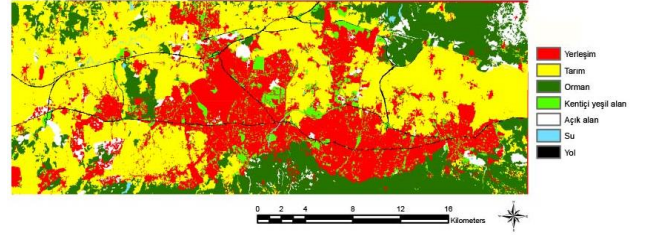
Çalışmada yersel çözünürlüğü 4 m ile 10 m arasında değişen 6 Mayıs 1979 tarihine ait Corona hava fotoğrafı, 23 Ekim 2013 yılına ait RapidEye hava fotoğrafı ve 11 Temmuz 2021 yılına ait Sentinel hava fotoğrafı yer verileri kullanılarak manuel olarak düzeltilmiştir. AÖ/AK sınıflama haritaları oluşturulmuştur. Sınıflanmış haritalarda sırasıyla yerleşim, tarım, orman, kent içi yeşil alanlar, açık alanlar, su yüzeyleri ve yol olmak üzere yedi adet Arazi Örtüsü /Alan Kullanımı (AÖ/AK) belirlenmiştir. Meydanlar, mahalle parkları, çocuk parkları, spor alanları, semt parkları, kent parkları, mesire alanları, bölge parkları, milli parklar, spor tesis alanları ve yol kenarları refüjleri orman ve kent içi yeşil alan başlığı altında sınıflandırılmıştır. AÖ/AK sınıflama haritaları şekil 5, 6 ve 7’de gösterilmektedir.



Şekil 5. 1979 Yılı Objeye Tabanlı Sınıflama Haritası  
Figure 5. Map of Object-based Classification in 1979



Şekil 6. 2013 Yılı Objeye Tabanlı Sınıflama Haritası  
Figure 6. Map of Object-based Classification in 2013



Şekil 7. 2021 Yılı Objeye Tabanlı Sınıflama Haritası  
Figure 7. Map of Object-based Classification in 2021

Tablo 1’de 1979, 2013 ve 2021 yıllarına ait yerleşim, tarım, orman, açık yeşil alan, açık alan, su ve yol sınıflarının alanları görülmektedir.

Tablo 1. 1979-2021 Yılları Arazi Örtüsü Sınıflandırma Grupları Alanları (ha)  
Table 1. Areas of the Classification Groups of the Land Cover between 1979 and 2021 (ha)

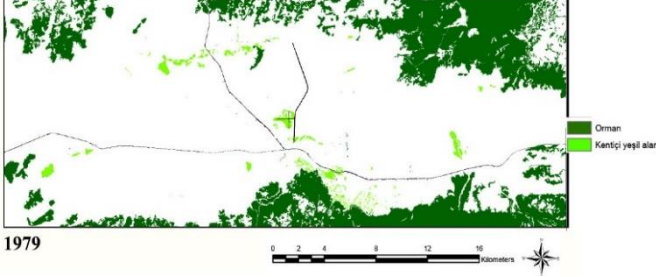
	1979	2013	2021
<b>Yerleşim</b>	3623	15456	18612
<b>Tarım</b>	48388	31486	27565
<b>Orman</b>	12843	14678	14465
<b>Açık yeşil alan</b>	730	3440	4180
<b>Açık alan</b>	2124	2294	2734
<b>Su</b>	485	395	175
<b>Yol</b>	230	670	685

Şekil 5, 6 ve 7’deki sınıflandırılmış haritaların, her bir sınıflama grubunun alan verileri hesaplanmıştır. Hesaplanmış alan verileri Tablo 1’de gösterilmektedir. 1979 yılının yerleşim alanı 36,23 km<sup>2</sup>, 2013 yılının 154,56 km<sup>2</sup> ve 2021 yılının 186,12 km<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır. Sınıflandırma haritaları karşılaştırıldığında kentsel yerleşim alanlarında 1979 ve 2013 yılları arasında 118.13 km<sup>2</sup>’lik büyüme, 2013 ve 2021 yılları arasında 31.26 km<sup>2</sup>’lik büyüme gerçekleşmiştir. En fazla büyüme 1979 ve 2013 yılları arasında görülmektedir. 1979 ve 2013 yılları arasındaki yerleşim alanlarındaki büyümeyi kuzeybatı, batı, kuzey ve doğu yönlerinde olmuştur. Büyümenin büyük bir kısmı Nilüfer ilçesi sınırlarında gelişim göstermiştir. Sarı renk ile temsil edilen tarım alanlarının yerleşim alanlarına dönüştüğü görülmektedir. 1979 ve 2013 yılı tarım alanlarındaki 169.02 km<sup>2</sup>’lik değişim bunu desteklemektedir (Tablo 1). 2013 ve 2021 yılları arasında diğer yıllara oranla daha az bir büyüme gerçekleşerek 31.56 km<sup>2</sup>’lik yerleşim alanı büyümesi görülmektedir. Büyüme 2013 yılı yerleşim alanları çevresindeki boşlukları doldurarak kentin her yönünde gerçekleşmiştir. Dolayısıyla 42 yıllık süreçte kente 149,89 km<sup>2</sup>’lik yerleşim alanı artışı görülmektedir. Tarım alanlarının 42 yıllık süreçte miktarının sürekli azaldığı görülmektedir. Orman alanlarında 1979 ve 2021 yılları arasında 16.22 km<sup>2</sup>’lik artış olmuştur. Açık yeşil alan miktarı 34.5 km<sup>2</sup> artmıştır. Açık alanlarda büyük bir değişim gözlenmemiştir. Su alanlarındaki değişim uydu görüntü tarihlerinin farklı mevsimlerde olması ve mevsimsel kaynaklı azalmalar yaşamasından kaynaklanmaktadır. Yol sınıflarındaki artış kentsel gelişim doğrultusunda yeni yolların

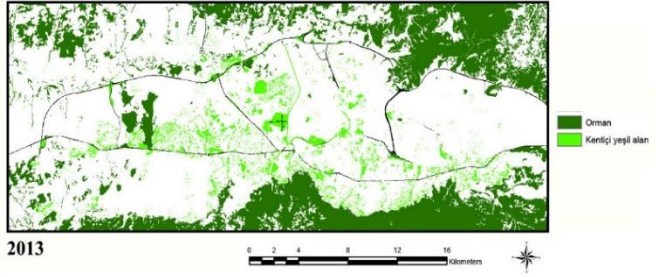
oluşmasından kaynaklanmaktadır. Yol alanının artışında 2006 yılında tamamlanan çevre yolu etkili olmuştur.

### 3.2. Değişim analizi sonuçları

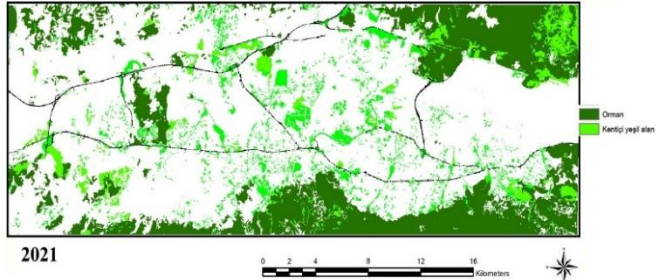
Çalışmada AÖ/AK sınıflama haritaları altlık olarak kullanılmıştır. ArcGIS yazılımında 1979, 2013 ve 2021 yıllarına ait olan kent içi açık yeşil alan haritaları oluşturulmuştur. Şekil 8, 9 ve 10'da açık yeşil alan haritaları görülmektedir.



Şekil 8. 1979 Yılı Kent içi Yeşil Alan Haritası  
Figure 8. Map of the Urban Green Area in 1979



Şekil 9. 2013 Yılı Kent içi Yeşil Alan Haritası  
Figure 9. Map of the Urban Green Area in 2013



Şekil 10. 2021 Yılı Kent içi Yeşil Alan Haritası

Figure 10. Map of the Urban Green Area in 2021

1979 ve 2013 yılları arası yeşil alan değişikliğinin kent içi yeşil alan sınıfında daha fazla olduğu Tablo 1 ve yeşil alan haritalarından görülmektedir. Yerleşim alanlarının büyümesi, kent içi yeşil alan ihtiyacı oluşturmuştur ve yeşil alan miktarında artış olmuştur. 2013-2021 yılları arasında da kent içi yeşil alan miktarında daha fazla bir artış olduğu görülmektedir. Yerleşim alanlarının büyüdüğü doğrultuda kent içi yeşil alanlar gelişim göstermiştir.

Tablo 1 incelendiğinde 1979 yılında orman alanlarının 12843 hektar (ha) ve 2021 yılında orman alanlarının 14465 ha olduğu görülmektedir. 1979 ve 2021 yılları arasında orman alanlarında 1622 ha alan artışı gerçekleşmiştir. Ormanlık alanlarının artışında en büyük paya Uludağ Üniversitesi kampüs alanı sahiptir. 1975 yılında üniversite kurulmuştur ve sonrasında ormanlık alanı artırma yönünde gelişmeler sağlanmıştır. Bunun dışında kentte ihtiyaç doğrultusunda ağaçlandırma çalışmaları yapılmıştır ve ormanlık alanlarda artış sağlanmıştır.

Kent içi açık yeşil alanlar başlığı incelendiğinde 1979 yılında 730 ha ve 2021 yılında 4180 ha alanın yeşil alan olduğu görülmektedir. 1979 ve 2021 yılları arasında 3450 ha kent içi yeşil alan artışı görülmüştür. 42 yıllık süreçte kent içinde yeşil alan miktarının artmasında küçük çaplı mahalle parkları, spor alanları, meydanlar, refüjler ve çocuk parkları etkili olmuştur. Yeşil alan oranını büyük ölçekte arttıran alanlar ise kent parkları olmuştur. Kentte 1955 yılında kullanıma açılan Reşat Oyal Kültürparkı, 1998 yılında açılan Bursa Botanik Parkı ve Hayvanat Bahçesi, 2004 yılında açılan Hüdavendigar Kent Parkı, 2008 yılında açılan Merinos Parkı ve 2020 yılında açılan Millet Bahçesi yeşil alan miktarının artmasını sağlamıştır. Kurulan kent parkları Osmangazi ilçe sınırlarında bulunmaktadır. 1979 ve 2021 yılları arasında arazi örtüsündeki değişimi inceleyebilmek için arazi kullanım değişim matrisi oluşturulmuş ve Tablo 2'ye aktarılmıştır.

Tablo 2. Arazi örtüsü değişim matrisi

Table 2. The Change Matrix of the Land Cover

1979-2021 AÖ/AK Değişim Matrisi (piksel)							
2021							
1979	Yerleşim	Tarım	Orman	Yeşil alan	Açık alan	Su	Yol
Yerleşim	322950	3784	2675	27724	1640	3	3566
Tarım	1376934	2594879	343952	318256	144867	9021	50480
Orman	65644	93755	1025676	20606	71973	4925	1744
Yeşil alan	19453	16734	6987	22640	6181	0	1002
Açık alan	59336	20075	65649	18455	47437	561	924
Su	8990	24963	1623	8360	1250	3057	291
Yol	7954	2355	25	2035	67	0	10582

Arazi örtüsü değişim matrisi tablosunda 1979 yılından 2021 yılına doğru değişim alanları incelenmiştir. Değişimin en fazla olduğu sınıflar Tablo 3'te aktarılmıştır.

Tablo 3: 1979 yılından 2021 yılına en fazla dönüşüm olan sınıflar  
Table 3. Classes with the most conversions from 1979 to 2021

1979		2021
Yerleşim		Açık Yeşil Alan
Tarım	dönüşüm	Yerleşim
Orman		Tarım
Açık yeşil alan		Yerleşim
Açık alan		Orman

Tablo incelendiğinde 1979 yılından 2021 yılına doğru yerleşim alanları açık yeşil alana, tarım alanları yerleşim alanına, orman alanları tarıma, açık yeşil alanlar yerleşime ve açık alanlar ormana en fazla dönüşen sınıflar olmuştur.

Değişimin daha büyük ölçüde yerleşim alanları ve tarım alanları sınıfında olduğu görülmektedir. Orman ve açık yeşil alanlara her sınıftan dönüşüm gerçekleşmiştir. Dönüşüm doğrultusunda orman alanlarında 1622 ha ve yeşil alanlarda 3450 hektarlık alan artışı meydana gelmiştir.

#### 4. Sonuç

Kentler doğal çevre bileşenlerine bağlı olarak değişim gösterirken, insan faktörüne bağlı olarak da değişim göstermektedir. Dengeli ve planlı olmayan kent değişimleri çeşitli problemleri de beraberinde getirmektedir. Bu problemlerin başında çarpık kentleşme, çevre kirliliği, sanayinin kent içine kayması, tarım ve sulak alanların azalması gelmektedir (Yapıcıoğlu, 2019). Bursa kenti 1960 yılında Türkiye'nin ilk organize sanayisinin kurulmasıyla, 1960 sonrasında yoğun göç almıştır. Göçler sonucunda yerleşim alanlarındaki büyümelerin çoğunluğu sanayi alanları yakınında gerçekleşmiştir. Sanayi kollarında çalışmak için göç eden dar gelirli halk, sanayi bölgelerine yakın yerlerde imarsız ve plansız yapılaşmıştır. Plansız gerçekleşen yapılaşma yeşil alanların da tahrip olmasına neden olmuştur. Kentteki arazi kullanımının nasıl değiştiğini tespit etmek için analiz yapılmıştır. Bu bağlamda çalışma alanında yapılan analizler incelenmiştir. 1979 yılına ait arazi kullanım sınıflandırma haritasında (Şekil 5) yerleşim alanlarının 3623 ha olduğu hesaplanmıştır. 42 yıllık süreçte (1979 ile 2021 yılları arasında) 14989 hektarlık bir artış görülmüş ve 2021 yılında 18612 hektarlık yerleşim alanı bulunduğu sonucuna varılmıştır. 1979 yılının 6 katı büyüklükte bir kentsel büyüme gerçekleşmiştir.

Kentsel büyümler gerçekleşirken yeşil alanlarda da değişim ve dönüşüm gerçekleşmektedir. Kentlerde bulunan açık yeşil alanları irdelemek amacıyla çalışma alanı olarak Türkiye'nin dördüncü büyük şehri olan ve yeşil unvanıyla bilinen Bursa seçilmiştir. Bursa 2014 yılında Avrupa yeşil başkent ödülüne aday olmuştur. Başvuru yapan diğer kentler

gibi Bursa da Avrupa komisyonunca belirlenmiş 12 gösterge çevresinde değerlendirmeye alınmıştır. Kişi başına düşen yeşil alan miktarıyla Avrupa standartlarına erişememiştir. Bursa da 2014 verilerine göre kişi başına düşen yeşil alan miktarı 4.23 m<sup>2</sup>, 2017 verilerine göre ise 10 m<sup>2</sup> olmuştur (Irmak ve Avcı, 2019). Bu miktar Avrupa yeşil başkent ödülüne layık olan kentlerin yeşil alan miktarının çokça altındadır. Bu durum 'yeşil' ön adına sahip olan Bursa'nın yeşil alan miktarının az olduğunu kanıtlamaktadır. Kentte kişi başına 10 m<sup>2</sup> yeşil alan düşmektedir fakat kentin yeşil alan miktarının çoğunluğunu orman alanları oluşturmaktadır. Orman alanlarının kentteki konumu yaya olarak ulaşılabilir mesafede değildir. Yeşil alanların uzak mesafede bulunması kentte kişi başına düşen yeşil alan miktarını 10 m<sup>2</sup>'nin altına düşürmektedir. Dolayısıyla kentte kişi başına düşen yeşil alan miktarının çok olmasının yanında, yeşil alanların ulaşılabilir olması gerekmektedir. Kent içi yeşil alanlar kentte yaşayan, doğaya özlem duyan ve sosyalleşmek isteyen insanların uğradığı alanlardır. Bu bağlamda kentteki yeşil alanların miktarı ve niteliği ulaşılabilir olması kadar önemlidir. Kentlilerin ihtiyaçlarını karşılayacak nitelikte açık yeşil alanlar planlanmalıdır. Yeşil alanlar kent içi dengeyi sağlamaktadır. Kentteki doluluk boşluk oranını dengelemektedir. Planlamalarda yeşil alanların doğru planlanması kent için büyük önem taşımaktadır.

Çalışma alanı kapsamında yapılan kent içi yeşil alan analizleri incelenmiştir ve ilçe bazında açık yeşil alanlar irdelenmiştir. Şekil 7 incelendiğinde Nilüfer ilçesinin yeşil alan dağılımının diğer ilçelere kıyasla daha dengeli olduğu görülmektedir. Kentsel büyümler doğrultusunda, büyümlere paralel olarak planlı bir gelişim gözlenmektedir. Osmangazi ilçesinin en büyük yeşil alanları sınırlarında barındırdığı tespit edilmiştir. Yeşil alan miktarı en fazla olan ilçe olmuştur. Yıldırım ilçesinin yüzölçümü daha küçük olmasına rağmen sanayi sonrası yoğun göç alarak, daha yoğun yerleşim alanlarına sahip olmuştur. Dolayısıyla yeşil alan miktarı oldukça azdır. Gürsu ilçesinin kuzey kesimlerinde orman alanları bulunmaktadır. İlçenin iç kısımlarında kent içi yeşil alan miktarı azdır. İhtiyacı karşılayacak miktarda değildir. Kestel ilçesinin güneyi orman alanıdır. Gürsu ilçesine oranla kent içi yeşil alan miktarı daha fazla gelişim göstermiştir. Merkez ilçelerde 42 yıllık süreçte yeşil alan miktarında artış gözlenmiştir fakat yerleşim alanlarının ve nüfusun yeşil alan miktarının artışının üstünde olması yeşil alan miktarının yeterli olmadığını göstermektedir.

#### Kaynaklar

- Addo, K. A., Jayson-Quashigah, P., Kufogbe, K. S. (2011). Quantitative Analysis of Shoreline Change Using Medium Resolution Satellite Imagery in Keta, Ghana. *Marine Science*, 1-10.
- Akbulut, S. Ö. (2011). Kentsel Açık-Yeşil Alanlarda Kullanılan Bitki Materyalinin Değerlendirilmesi; Aksaray Kenti Örneği. *Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, s. 93-100.

- Akdeniz, M. Z. (2017). Bursa Kent Parkları Odunsu bitki taksonlarının ekolojik tolerans kriterleri açısından değerlendirilmesi. Uludağ Üniversitesi.
- Akın, A. (2007). Çukurova Deltası Kıyı Alanında Arazi Örtüsü Değişimlerinin Belirlenmesinde Farklı Uzaktan Algılama Yöntemlerinin Değerlendirilmesi. Adana: Çukurova Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı.
- Akın, A. (2011). Adana kentsel gelişiminin uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak modellenmesi. Adana: Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Akın, A. (2015). Yoğun kentleşme baskısı altında kalan Bursa kentinde kentsel arazi kullanımı değişimlerinin belirlenmesi ve 2040 yılı için modellenmesi. Bursa: Bursa Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri Koordinatörlüğü.
- Akın, A. (2020). Analysing The Potential and Change of Ecological Urban Corridors in the Bursa City. Journal of Architecture, Engineering & Fine Arts, s. 87-97.
- Altan, İ. O. (2007). Hava Fotoğrafları Kullanılarak Arkeolojik Alanların Değişim Analizi; Hattuşa Örneği. Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 463-473.
- Altaier, A., Kany, C., (2002), Digital surface model generation from corona satellite images, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 56 2002, 221-235.
- Aşar, L. G. (2010). Arazi Örtüsünün Landsat TM Uydu Görüntüleri Yardımıyla Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 213-224.
- Avcı, M. I. (2009). Avrupa yeşil başkentlerin yeşil alan politikalarının incelenmesi. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi.
- Ateşoğlu, A., Tunay, M. (2010). Bartın Kıyı Alanlarında Bitki Örtüsü Değişim Analizi. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 84-95.
- Azeez, H. A. (2016). Farklı görüntü sınıflandırma ve iyileştirme metodlarının arazi kullanım/razi örtüsü haritalamasına etkilerinin incelenmesi. Aksaray: Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Bılgılı, B. C., Satır, O., Muftuoğlu, V., Ozyavuz, M. (2014). A simplified method for the determination and monitoring of green areas in urban parks using multispectral vegetation indices. Journal of Environmental Protection and Ecology, 15(3), 1059-1065
- Bingöl, Ş. (2019). Gender difference in internal educational migration: distance analysis between hometown and university for students applied for residing in the dormitories of general directorate of credit and hostels. Ankara: Hacettepe University Institute of Population Studies.
- Bolatoğlu, H. G., Özkan, M. B. (2013). Torbalı (İzmir) kenti yeşil alan sistemindeki kamusal aktif yeşil alanların yeterliliği ve geliştirilebilirlik olanakları üzerine bir araştırma. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15 - 23.
- Cloud, J., (2001). Imaging the world in a barrel: corona and the clandestine convergence of the earth sciences, Social Studies of Science 31 2001, 231-251.
- Çanga, N. Y. (2019). Tema Parkları ve Bursa Odaklı Park Temalarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 249-263.
- Çardak, A. Ü. (2020). Corine verileri ile değişim analizi, Denizli ili örneği. Türkiye Peyzaj Araştırmaları Dergisi, 97-107.
- Çelik, F. (2018). Kentsel Açık-Yeşil Alanlarda Güvenlik. İdealkent, 58-94.
- Çorbacı, E. E. (2021). Etnobotanik Kullanım Olanakları Üzerine Bir Araştırma: Rize Kentsel Açık Alanlar örneği. Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences, 481-497.
- Eastman, R. J. (2001). Idrisi Release Guide to GIS and Image Processing Volume 2. Clark Labs. United States of America. Erdas Field Guide, Second Edition V.7.5, Erdas Inc., Atlanta, USA, 1991.
- Goslee, S.C., Havstad, K.M., Peters, D.P.C., Rango, A., and Schlesinger, W.H., (2003). High-resolution images reveal rate and pattern of shrub encroachment over six decades in New Mexico, USA, Journal of Arid Environments 54, 755-767.
- Gül, A., Dinç, G., Akın, T., Koçak, A. İ. (2020). Kentsel Açık ve Yeşil Alanların Mevcut Yasal Durumu ve Uygulamadaki Sorunlar. idealkent, 1281-1312.
- Gül, A., Küçük, V. (2001). Kentsel Açık-Yeşil Alanlar ve Isparta Kenti Örneğinde İrdelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 27-48.
- Gülçin, D. (2018). Arazi Kullanımlarının Sınıflandırılmasında Pksel ve Obje Tabanlı Sınıflandırmanın Karşılaştırılması. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Dergisi, 43-49.
- Hacıağaoğlu, B. (2013). Uydu görüntüleri ile peyzaj tiplerinin belirlenmesinde mekansal çözünürlüğün etkisi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Hamamcıoğlu, A. N. (2018). Sorumlu Üretim ve Tüketim Bağlamında Permakültür ve Kentsel Açık ve Yeşil Alan İlişkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Dergisi, 1-17.
- Hepcan, Ç. C. (2018). Kentsel yeşil altyapı analizi: Bornova örneği. Mediterrean Agricultural Sciences, 37-43.
- Irmak, M. A., Avcı, B. (2019). Avrupa Yeşil Başkentlerin Yeşil Alan Politikalarının İncelenmesi. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi, 1-19.
- İbiş, N. K. (2020). Çankırı İli kentsel açık yeşil alanlarının belirlenmesi geliştirilmesi üzerine bir araştırma. Bartın Üniversitesi, 20-60.
- Kaya, Ö., Toroğlu, E. (2015). Kayseri'nin şehirselleşmesinin izlenmesi ve değişim analizi. Türk Coğrafya Dergisi, 87-96.
- Kavret, S., Dereci, S., Çiçek, Ö. (2021). 2021 Ever Given Gemi Kazası Sonrası Süveyş Kanalı Trafik Sıklığının Sentinel-1 Uydu Görüntüleriyle İncelenmesi. Kocaeli: Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü.
- Kiper, Ö. Y. (2017). Kırklareli Kent Merkezinin Açık ve Yeşil Alanların Analizi ve Bir Sistem Önerisi. Artium Dergisi, 22-37.
- Kıraç, F. (2021). Arazi örtüsü sınıflandırması için makine öğrenmesi yaklaşımı. İstanbul: İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Koçak, A. G. (2020). Kentsel Açık ve Yeşil Alanların Mevcut Yasal Durumu ve Uygulamadaki Sorunlar. İdealkent, 1281-1312.
- Koçan, N. (2020). Bayburt Kenti Kentsel Açık Yeşil Alan Yeterliliği Üzerine Bir Araştırma. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 21-29.
- Koçan, N., İbiş, Ş. S. (2020). Çankırı İli Kentsel Açık Yeşil Alanlarının Belirlenmesi ve Geliştirilmesi Üzerine Bir Araştırma. Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 154-163.
- Kostka, R. (2002). The world mountain Damavand: documentation and monitoring of human activities using remote sensing data, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 57, 5-12.



- Küçük, A. G. (2001). Kentsel açık-yeşil alanlar ve Isparta kenti örneğinde irdelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 27-48.
- Lizarazo, I. (2012). Quantitative land cover change analysis using fuzzy segmentation. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 16-27.
- Maktav, H. T. (2010). SPOT-5 HRG 1A stereo görüntülerinin geometrik doğruluğunun uydu yörünge bilgilerini kullanan parametrik modelle incelenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi Mühendislik Dergisi, 59-72.
- McDonald R.A. (1995). Corona-success for space reconnaissance, a look into the cold-war, and a revolution for intelligence, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 61, 689-720.
- Nas, T. (2019). Kırşehir kent merkezinde kamusal açık yeşil alan yeterliliğinin peyzaj mimarlığı açısından incelenmesi. Bartın: Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı.
- Özdamar, U. (2006). Açık-yeşil alan kullanımlarının imar planlarındaki dağılımları ve uygulama sorunları-Bursa Osmangazi Örneği. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi.
- Özdemir, S. Ö. (2013). Kentsel Açık ve Yeşil Alanların Yaşam Kalitesine Etkisi "Kastamonu Örneği". Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 109-116.
- Özkur, A. (2007). Kent parkları yönetim modelinin geliştirilmesi. Ankara: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Rigina O., (2003). Detection of boreal forest decline with high-resolution panchromatic satellite imagery, International Journal of Remote Sensing 24, 1895-1912.
- Sarıyılmaz, F. B. (2012). Zaman serileri ile değişim analizi: İstanbul Sarıyer örneği. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Sayan Atanur, G. ve Ersoy Mirici, M. (2020). Yeşil Altyapı Kavramı Çerçevesinde Bursa Merkez Planlama Bölgesi Yeşil Alan Sisteminin Belirlenmesi, PAUD- Peyzaj Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi, Cilt 2 s. 11 – 18.
- Suresh, M., Tiwari, A., Nariah. (2013). Change Detection and Estimation of Change Analysis using Satellite Images. Proceedings of 2nd International Conference on Innovations in Electronics and Communication Engineering (ICIECE-2013). Hyderabad: Guru Nanak Institutions.
- Satır, O., Berberoğlu, S. (2010). Estimating Urban Green Cover Using Fuzzy (Soft) Land Use Classification Techniques and Ancillary Data. In ECLAS 2010 congress proceeding book, 741-752.
- Şatır, O., Yeler, O., Kemeç, S. (2023). Kentsel Yeşil Alanların Planlamasında Kullanılan Konumsal Analiz Yöntemleri ve Kullanım Olanakları. YYÜ Fen Bilimleri Ens. Dergisi, 28(1), 19 - 37.
- Temiz, S., Doğan, M. (2014). Dijital görüntülerin rektifikasyonu: Sensör modelleri, geometrik görüntü dönüşümleri ve yeniden örnekleme, 1-11.
- Tunay, A. A. (2010). Bartın Kıyı Alanlarında Bitki Örtüsü Değişim Analizi. Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 84-95.
- Uzun, M. (2020). Antropojenik Jeomorfoloji Kapsamında Rölyefin Değişim Analizi: Ataşehir (İstanbul) Örneği. Coğrafi Bilimler Dergisi, 57-84.
- Üstüner, M. (2013). Destek Vektör Makineleri Yöntemi ile Arazi Kullanımı Sınıflandırılmasında Kernel Fonksiyonlarına ait Karşılaştırmalı Parametre Duyarlık Analizi: Rapideye ve Spot örneği. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Varşak, N. A. (2022). Aktif yeşil alanlarda kullanıma göre ısı konforun belirlenmesi: Görükle (Nilüfer/Bursa) örneği. Bursa: Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yapıcıoğlu, S. (2019). Kentsel alanlarda alan kullanım tiplerindeki değişikliğe bağlı değişim analizi: Muğla Kötekli Mahallesi örnekleme. Eskişehir: Eskişehir Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Yavuz, Z. E. (2010). Kentsel yeşil alanların planlanması ve tasarımını etkileyen faktörler: Artvin İli örneği. III.Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 1536-1547
- Yeşil, A. (2006). Ankara metropoliten alanının yeşil alan sisteminin analizi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 1-80.
- Yücesoy, N., Çanga, A. Ç. (2019). Tema Parkları ve Bursa Odaklı Park Temalarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 249-263.