ARAZİ ÖRTÜSÜ VE ARAZİ KULLANIMI SINIFLARININ SENTİNEL-2 GÖRÜNTÜSÜ VE NESNE TABANLI SINIFLANDIRMA YÖNTEMİYLE BELİRLENMESİ

Fatmagül İrfanoğlu¹, Filiz Bektaş Balçık²

¹ İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, fatmagul@irfanoglu.com

² Doç.Dr., İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, bektasfi@itu.edu.tr

ÖZET

Yeryüzü ile ilgili yapılan çalışmaların başarısı kullanılacak bilginin doğruluğu ve güvenilirliği ile yakından ilişkilidir. Bununla birlikte söz konusu bilgilerin hızlı ve ekonomik bir şekilde elde edilebilmesi önemli bir ihtiyaçtır. Geçmişten günümüze kadar arazi örtüsü ve arazi kullanımı (AÖAK) sınıflarının belirlenmesi, değişimlerinin tespit edilmesi önemli bir araştırma konusu olmuştur. Son yıllarda küresel boyutta gerçekleşen çevresel ve iklim değişiklikleri nedeniyle tarım alanlarının ve ekolojik çeşitliliğin korunması açısından söz konusu araştırmalar büyük önem kazanmıştır. Farklı çözünürlüklere sahip uzaktan algılama görüntüleri ve farklı sınıflandırma yöntemleri AÖAK sınıflarının belirlenmesi için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada, yeni nesil Sentinel-2 MSI (Multispektral Aygıt) uydusu görüntüsü kullanılarak AÖAK sınıflarının nesne tabanlı sınıflandırma yöntemiyle belirlenmesi amaçlanmaktadır. İstanbul ve civarı için çok önemli tarım alanlarına sahip Çatalca ilçesinin Muratbey, Çakıl, Elbasan ve İnceğiz mahallelerini kapsayan test bölgesi seçilmiştir. 2017 yılına ait Sentinel-2 MSI görüntüleri 60m, 20m ve 10m mekansal çözünürlüğe ve 13 spektral banta sahiptir. Bu çalışmada, 10 m mekansal çözünürlüklü (Mavi) 490 nm (B2), (Yeşil) 560 nm (B3), (Kırmızı) 665 nm (B4), (Yakın Kızılötesi) 842 nm (B8) kullanılmıştır. Nesne tabanlı sınıflandırma ve çoklu çözünürlüklü segmentasyon (Multi Resolution Segmentation/ MRS) algoritması AÖAK sınıflarının belirlenmesi için kullanılmıştır. Bu işlem için ölçek, şekil ve kompaktlık olarak bilinen üç farklı parametre en küçük nesne boyutu dikkate alınarak belirlenmiştir. Her bir görüntü objesi veya piksel belirli bir homojenlik kriteri esas alınarak komşu pikseller ile birleştirilerek daha büyük görüntü objeleri oluşturulmuştur. En yakın komşuluk (EYK) algoritması, çalışmada görüntü sınıflandırıcısı olarak tercih edilmiştir. Sınıflandırmanın doğruluğunu arttırmak için Sentinel-2 uydusu görüntüsünün kırmızı, yeşil, mavi ve NIR bantları kullanılarak hesaplanan çeşitli görüntü dönüşüm bileşenlerinden oluşan ek veri seti hazırlanmıştır. H (Kırmızı-Yeşil-Mavi), Oran-Kırmızı, Ortalama (NDVI), Ortalama (NIR), Minimum (SAVI), Homojenlik GLCM (Mavi). Sınıflandırma sonucunda elde edilen sınıfların doğruluk değerlendirmesi hata matrisi kullanılarak gerçekleştirilmiş ve genel doğruluk %91.30 ve Kappa istatistiği 0,89 olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Sözcükler: çoklu çözünürlüklü segmentasyon sınıflandırıcısı (MRS), en yakın komşuluk (EYK), nesne tabanlı sınıflandırma, Sentinel-2 MSI, arazi örtüsü ve arazi kullanımı (AÖAK)

ABSTRACT

DETERMINATION OF LAND COVERAGE AND LAND USE CLASS BY USING SENTINEL-2 MSI AND OBJECT-BASED CLASSIFICATION METHODS

The success of the study of the earth to be used is closely related to the accuracy and reliability of information. However, it is an important requirement that the information can be obtained quickly and economically. Determination of land cover and land use (LCLU) classes, and the change detection has been a significant research subject. In recent years, researches have gained importance in terms of protection of the environment and ecological diversity due to environmental and climate changes taking place on a global scale. Remote sensing images with different resolutions and different classification methods are widely used to determine LCLU classes. This study aims to determine LCLU classes using Sentinel-2satellite imagery by object based classification method. The test area covering Muratbey, Çakıl, Elbasan and İnceğiz in Çatalca, which has very important agricultural areas for İstanbul and the neighboring province, was selected as a study region. Sentinel-2 MSI images taken in 2017 used for study. The MSI sensor collects up to thirteen bands with different geometric resolution: 60m, 20m, 10m, and (Blue) 490 nm (B2), (Green) 560 nm (B3), (Red) 665 nm (B4), (NIR) 842 nm (B8) at 10m resolution bands used in this case.

As the classification method, multi-resolution segmentation (MRS) algorithm, which is an object-based classification, is applied. For this process, three different parameters known as scale, shape and compactness are determined taking into account the smallest object size. Each image object or pixel is combined with neighboring pixels based on a certain homogeneity criterion, resulting in larger image objects. The Nearest Neighbors Classification (NNC) algorithm is preferred as an image classifier in the study.

To increase the accuracy of the classification, an additional dataset consisting of various image conversion components calculated using the red, green, blue and NIR bands of the Sentinel-2 satellite image was prepared. H (Red-Green-Blue), Ratio-Red, Average (NDVI), Average (NIR), Minimum (OSAVI), Homogeneity GLCM (Blue). The accuracy evaluation of the classes obtained as a result of the classification was performed using the error matrix and the general accuracy was calculated as 91.30% and the Kappa statistic as 0.89. Sunflower, water and artificial areas, green areas and plowed fields are determined according to crop species, which are especially common in the region.

Keywords: land cover and land use (LCLU), multi-resolution segmentation algorithm (MRS), nearest neighbors classification (NNC), object-based classification, Sentinel-2 MSI

1.GİRİŞ

Uzaktan algılama, arada fiziksel bir temas olmadan özel algılayıcılarla yeryüzü hakkında veri toplama ve inceleme teknolojisidir. Gün geçtikçe uzaktan algılama sistemlerinin gelişmesi ve yaygınlaşması, mekansal bilgi üretiminde çok büyük avantajlar sağlamaktadır. Uzaktan algılama sistemleri kullanılarak geniş alanlara ait hızlı, doğru ve güncel arazi örtüsü ve arazi kullanımı (AÖAK) verileri elde edilebilmektedir (Bektas Balcık ve Karakacan Kuzucu, 2016). Arazi örtüsü yer yüzeyini kaplayan örtüyü, arazi kullanımı ise bu örtünün nasıl kullanıldığını tanımlamaktadır. AÖAK farklı ölçeklerde seçili bölgede mevcut durumu ve zamansal değişimi belirlemek için yaygın olarak kullanılmaktadır. AÖAK değişimlerinin sebeplerinin ve doğal kaynaklar, iklim vb. üzerinde ki olumsuz etkilerinin doğru ve hızlı belirlenmesi sürdürülebilir çevre yönetimi ve karar vericiler için büyük önem taşımaktadır (Bozkaya vd., 2015)

Yeryüzü ile ilgili yapılan çalışmaların başarısı kullanılacak bilginin doğruluğu ve güvenirliliği ile yakından ilişkilidir. Bununla birlikte söz konusu bilgilerin hızlı ve ekonomik bir şekilde elde edilebilmesi önemli bir ihtiyaçtır. (Kavzaoglu ve Çölkesen, 2011) AÖAK'nın belirlenmesi için piksel tabanlı sınıflandırma algoritmalarının nesne tabanlı sınıflandırma algoritmaları ile karşılaştırılması önemli bir araştırma konusu olmuştur. Yüksek mekânsal çözünürlüğe sahip görüntüler ile nesne tabanlı sınıflandırma yöntemlerini daha yüksek doğruluğa ulaştığı yapılan çalışmalarda belirtilmiştir. Özellikle son yıllarda orta mekânsal çözünürlüklü uydu görüntülerinin sınıflandırılması probleminin çözümünde ileri sınıflandırma algoritmalarının nesne tabanlı sınıflandırma yaklaşımındaki performanslarının incelenmesi uzaktan algılama alanında önemli bir araştırma konusu olarak öne çıkmaktadır. Uydu görüntülerinde benzer spektral özelliklere sahip nesnelerin ayırt edilmesi probleminin çözümü için nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi Sentinel-2 MSI ve Landsat 8 OLI gibi orta mekânsal çözünürlüğe sahip verilerde kullanımı da yaygınlaşmaya başlamıştır. (Topaloğlu vd., 2016)

Bu çalışma kapsamında İstanbul, Çatalca da seçilen bir test alanına ait AÖAK sınıfları yeni nesil ve ücretsiz Sentinel-2 MSI uydu görüntüsü kullanılarak nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi ile belirlenmiştir. Segmentasyon işlemi için çoklu çözünürlük segmentasyon yöntemi kullanılmıştır. En yakın komşuluk yöntemi sınıflandırma için seçilmiştir ve elde edilen sonuçların doğruluk değerlendirmesi hata matrisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Genel doğruluk %91,30 ve Kappa katsayısı 0,89 olarak hesaplanmıştır.

1. ÇALIŞMA ALANI VE VERİ SETİ

İstanbul gerek biyofiziksel özellikleri gerekse tarımsal potansiyeli ve sosyoekonomik kısıtları agro ekolojik koşullara göre ili 4 alt bölgeye ayırmaktadır. Çatalca bu alt bölgeler içerisinde en geniş alana sahip olup tarımsal üretim ve verimlilikte en üst sırada yer alan 1. altbölge içerisinde yer almaktadır .

Çatalca kırsal ve kentsel dokuyu bir arada taşıyan heterojen bir arazi yapısına sahiptir. İçerisinde nitelikli yerleşim alanları, havzalar, sulak alanlar, ormanlık alanlar, tarımsal alanlar ve maden ocakları gibi farklı ve karmaşık bir arazi kullanımı/örtüsünü barındırmaktadır. Bu özellikleri nedeniyle çalışma bölgesi olarak incelenmeye değer bir yapıdadır.

Çatalca İlçesi İstanbul'un en büyük yüzölçümüne sahip ilçesidir. 1115.50 km²'lik yüzölçümüne sahip ilçenin %65'i orman, %29'u tarım ve %6'lık kısmı yerleşim alanlarından oluşmaktadır. Bu çalışma için Çatalca İlçesinin güney kesiminde yer alan yaygın olarak tarım alanlarından oluşan farklı arazi örtüsü ve kullanımı sınıflarını içeren Muratbey, Çakıl, Elbasan ve İnçeğiz mahalleleri test bölgesi olarak seçilmiştir. (Şekil 1).

Şekil 1. Çalışma için seçilen test alanı.

Seçili test alanı AÖAK sınıflarının belirlenmesinde; Avrupa Uzay Ajansı (ESA) tarafından sağlanan 17.7.2018 tarihli ve mekânsal çözünürlüğü bantlarına göre 10m ile 60m arasında değişen Sentinel2-A multispektral uydu görüntüsü kullanılmıştır. Atmosfer altı yansıtım değerlerini içeren 2-A seviye görüntüleri, bulutluluk tespiti ve atmosferik düzeltilmesi ile birlikte eğim vb. etkilerin giderildiği görüntülerdir (Drusch vd. 2012). 20m çözünürlüklü Red-Edge (Kırmızı kenar) ve Shortwave-infrared (Kısadalga kızılötesi-SWIR) bantları ile 60m çözünürlüklü atmosferik düzeltme bantları, 10m çözünürlüklü B02 VNIR (visible and near-infrared/ görünür ve yakın kızıl ötesi) bandı kullanılarak yeniden örnekleme (Resampling) ile 10 m çözünürlüklü hale getirilmiştir. (Tablo 1).

Tablo 1. Sentinel-2 MSI özellikleri.

Bant	Çözünürlük(m)	Dalga boyu(nm)	Bant genişliği(nm)	Kullanımı
B01	60	443	20	Aerosol Tespiti
B02	10	490	65	Mavi
B03	10	560	35	Yeşil
B04	10	665	30	Kırmızı
B05	20	705	15	Bitki Sınıflandırma
B06	20	740	15	Bitki Sınıflandırma
B07	20	783	20	Bitki Sınıflandırma
B08	10	842	115	Yakın Kızılötesi
B08A	20	865	20	Bitki Sınıflandırma
B09	60	945	20	Su buharı
B10	60	1375	30	Cirrus Bulut
B11	20	1610	90	Kar/Buz/Bulut ayrımı
B12	20	2190	180	Kar/Buz/Bulut ayrımı

2. YÖNTEM VE UYGULAMA

Çalışmasında yüksek sınıflandırma doğruluğu ürettiği birçok uygulamada ortaya konulan EYK sınıflandırma yaklaşımı tercih edilmiştir. Yardımcı veriler ile desteklenen veri setlerinin sınıflandırılmasında obje tabanlı segmentasyon yaklaşımları kullanılmıştır. Bu kapsamda benzer spektral özelliklere sahip nesnelerin sınıflandırılması seçilen test alanında arazi örtüsü ve arazi kullanımı sınıflarının elde edilmesi için izlenen yöntem **Şekil 2** akış şemasında verilmiştir.

Şekil 2. Akış diyagramı.

3.1 Nesne Tabanlı Sınıflandırma

Nesne tabanlı sınıflandırma işlemi temel olarak iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada çok katmanlı veri setinin segmentasyonu ile tek başına ya da gruplar halinde anlamlı bir yeryüzü nesnesini temsil eden segmentler oluşturulmaktadır. Segmentasyon işleminde ölçek, renk, şekil ve doku parametreleri göz önünde bulundurulmaktadır (Benz vd., 2004, Frauman vd., 2005, Blasckhe, 2010). İkinci aşamada ise segmentlerin yansıtım, şekil ve doku özellikleri göz önünde bulundurularak hiyerarşik ya da ilişkisel tanımlar dâhilinde sınıflandırılması işlemi gerçekleştirilmektedir (Bhaskaran vd. 2010, Herold vd. 2002). Bu çalışmada, nesne tabanlı sınıflandırma için eCognition Developer yazılımı kullanılmıştır.

Segmentasyon işleminin gerçekleştirilmesinde kullanılan aşağıdan- yukarıya yaklaşımı küçük parçaların belirli kriterler göz önüne alınarak birleştirilerek büyük parçaların elde edilmesi esasına dayanmaktadır. Bu çalışmada, aşağıdan-yukarıya yaklaşımın gerçekleştirilmesinde çoklu çözünürlük segmentasyonu (multiresolution) algoritması kullanılmıştır (Baatz ve Schape, 2000; Benz vd., 2004). Bu algoritmanın amacı özellikle heterojen arazi örtüsü ve arazi kullanımı kategorilerine sahip alanlarda farklı boyut ve doku özelliklerine sahip nesnelerin farklı ölçeklerde ifade edilmesi prensibi doğrultusunda seçilen çalışma alanı için en uygun ölçek parametresinin belirlenmesidir. Temel olarak, çoklu çözünürlük segmentasyonu başlangıçta görüntüdeki her bir pikseli bağımsız bir obje olarak değerlendirmeye alır. Daha sonra her bir görüntü objesi veya piksel belirli bir homojenlik kriteri esas alınarak komşu pikseller ile birleştirilerek daha büyük görüntü objeleri elde edilir. Homojenlik kriteri renk ve şekil kriterlerinin ağırlıklandırılması ile belirlenebilmektedir. Sonuç olarak çoklu çözünürlük algoritması benzer değerlere sahip pikselleri bir araya getirerek objeleri oluşturur (Johnson 2013). Çoklu çözünürlük segmentasyonu algoritma yardımıyla görüntü segmentasyonun gerçekleştirilmesinde temel olarak kullanılan ölçek, şekil ve kompaktlık olarak adlandırılan üç farklı parametrenin kullanıcı tarafından belirlenmesi gerekmektedir. Bunlardan en önemlisi ölçek parametresi olarak ifade edilmektedir (Myint vd., 2011).

Çoklu çözünürlük segmentasyonu algoritmasının kullandığı homojenlik kriteri görüntü objelerinin kendi içerisindeki homojenliğini veya heterojenliğini ölçer. Söz konusu kriter renk ve şekil özelliklerinin birleşimi ile belirlenmektedir. Renk homojenliği spektral renklerin standart dağılımını esas alır. Şekil homojenliği ise objelerin şekillerindeki sapmaları

dikkate almaktadır. Homojenlik kriteri renk ve şekil kriterlerinin ağırlıklandırılması ile belirlenebilmektedir. Sonuç olarak çoklu çözünürlük algoritması benzer değerlere sahip pikselleri bir araya getirerek objeleri oluşturur. Homojen alanlar daha geniş objelerle gösterilirken, karmaşık yapıdaki pikselleri içeren heterojen alanlar daha küçük objelerle temsil edilir (Johnson 2013), obje tabanlı sınıflandırma yaklaşımında en önemli problemin oluşturulacak görüntü objelerinin ortalama boyutunu belirleyen görüntü segmentasyon parametrelerinin tespiti noktasında yaşandığını vurgulamıştır. İlgi duyulan arazi örtüsü özelliğinden daha küçük boyutta görüntü objeleri üreten segmentasyon parametreleri kullanıldığında görüntü objeleri için hesaplanan spektral olmayan bilgilerin (örneğin şekil ve geometri) sınıflandırma doğruluğuna katkı sağlayacak düzeyde faydalı bilgiler sağlamayacağını ifade etmiştir. İlgi duyulan yeryüzü nesnesinden daha büyük boyutta görüntü objesi üretecek şekilde segmentasyon parametrelerinin belirlenmesi durumunda ise birden fazla sınıfa ait piksellerin bir obje içerisine dahil edilmesi söz konusu olmaktadır. Bu nedenle segmentasyon işlemi öncesinde optimum segmentasyon parametrelerinin belirlenmesi esastır. Çoklu çözünürlük segmentasyonu algoritma yardımıyla görüntü segmentasyonun gerçekleştirilmesinde temel olarak ölçek, şekil ve yoğunluk olarak adlandırılan üç farklı parametrenin kullanıcı tarafından belirlenmesi gerekmektedir. Bunlardan en önemlisi ölçek parametresi olarak ifade edilmektedir (Myint vd., 2011). Bunun en önemli nedeni seçilecek ölçek parametresinin direkt olarak segmentasyon sonucu oluşturulacak görüntü objelerinin boyutu ile ilişkili olmasıdır. Çok büyük ölçek parametresi kullanılması neticesinde görüntüdeki birçok detay kaybolmakta dolayısıyla üretilen görüntü objeleri farklı arazi örtüsü/kullanımı sınıfına ait pikselleri içerisine alabilmektedir. Bu durum özellikle hatalı sınıflandırmalara dolayısıyla sınıflandırma doğruluğunun önemli düzeyde azalmasına neden olabilmektedir. Diğer taraftan ölçek parametresinin çok küçük seçilmesi beraberinde görüntü üzerinde olması gerekenden çok daha fazla sayıda obje oluşmasına, dolayısıyla sınıflandırma için gereken işlem süresinin artmasında neden olmaktadır. Çalışma alanı incelendiğinde bina, yol, yapay alanlar, ormanlık bölge ve tarım arazilerinden oluşması ölçek faktörünün belirlenmesi için zorlayıcı olmakla beraber ölçek parametresi olarak 40 60 ve 100 denenerek en doğru sonucu veren ölçek parametresi 60, şekil parametresi 0.3 ve kompaktlık değeri 0.5 olarak belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında Sentinel-2 MSI uydu görüntüsü ile AÖAK yönelik tematik harita üretiminde çeşitli vejetasyon indeksleri, temel spektral özellikler ve doku özelliklerinden faydalanılarak yardımcı veri seti oluşturulmuştur. Literatür incelendiğinde özellik seçimi algoritmaları arasından seçilen en iyi sonucu veren bantlar (**Tablo 2**) ile veri seti oluşturulmuştur (Çölkesen 2015).

Tablo. 2 Bitki indeks ve veri seti.

Yöntem	Kisaltma	Eşitlikler
İndeksler	NDVI-1	$\frac{(NIR - Kırmızı)}{(NIR + Kırmızı)}$
	NDVI-2	$\frac{(Band8A - NIR)}{(BandA + NIR)}$
	NDWI	$\frac{(Yeşil - NIR)}{(Yeşil + NIR)}$
	SAVI	$(1.5) * \frac{(NIR - Kırmızı)}{(NIR + Kırmızı + 0.5)}$
	Oran-Kırmızı	$\frac{(NIR)}{(Kırmızı)}$
	Homojenlik	Mavi (Tüm yönlerde GLCM; 0°, 45°, 90°, 135°)
	Ton (H)	$\cos^{-1} \frac{(0.5 * (Kırmızı - Yeşil) + (Kırmızı - Mavi))}{(((Kırmızı - Yeşil)^2 + (Kırmızı - Mavi)(Yeşil - Mavi))^{0.5})}$
Doku Özellikleri	Parlaklık	(Kırmızı-Yeşil-Mavi)
	Maksimum Fark	(Kırmızı-Yeşil-Mavi)

Bu kapsamda farklı yüzey örtü tipleri için seçilen örnek segmentler üzerinde her bir banta farklı görüntü dönüşüm bileşenlerinden oluşan H (Kırmızı-Yeşil-Mavi), Oran Kırmızı, Normalleştirilmiş Fark Bitki İndeksine (Normalized Difference Vegetation Index-NDVI) ait ortalama değer, Normalleştirilmiş Fark Su İndeksi (Normalized Difference Water

Index- NDWI, Yakın Kızılötesi (Near Infrared-NIR) ortalama değer, Toprak Dengelemeli Bitki İndeksi (Soil Adjusted Vegetation Index- SAVI) indeksine ait minimum değer, ve Gray Level Co-occurrence Matrix - GLCM homojenlik değerlerinden oluşan ek veri seti hazırlanmıştır.

Uzaktan algılama uygulamalarında yeryüzünün vejetasyon özelliklerinin niteliksel ve niceliksel olarak analizinde vejetasyon indekslerinden yararlanılmaktadır. Söz konusu vejetasyon alanların spektral özellikleri çevresinde bulunan açık renkli toprak, renkli toprak, gölge, nem, çevresel etkiler ve konumsal-zamansal değişimler gibi doğal etmenlerden ötürü karmaşık bir yapıya sahiptir. Vejetasyon alanlarının spektral özelliklerini ortaya çıkarmak ve doğal etmenlerden kaynaklanan hataların azaltılması amacıyla vejetasyon indeksleri kullanılmaktadır. Vejetasyon indeksleri bitki canlılığının belirlenmesinde kullanılan niceliksel ölçümler olarak tanımlanmaktadır (Campbell ve Wynne, 2011). Uzaktan algılamada görüntülerin yorumlanması veya görüntü üzerindeki piksellerin birbirinden ayırt edilmesini kolaylaştırmak amacıyla doku özellikleri hesaplanarak tek başlarına kullanılacağı gibi, uydu görüntüsü ile birlikte yardımcı veri olarak da değerlendirilmeye alınabilmektedir. Doku özellikleri iki komşu piksel arasındaki uzaklık ve açılı ilişkilerinin bir fonksiyonu olarak tanımlanan gri düzey eş oluşum matrislerinden hesaplanmaktadır (Haralick vd., 1973).

Uydu görüntüsünün yorumlanabilirliğini arttırmak amacıyla dönüşüm yapılan renk uzaylarının başında ton-doymuluk-yoğunluk (Hue-Saturation- Intensity, HSI) uzayı gelmektedir (Mather ve Koch, 2011). Hue yani Ton dönüşümü görünür bantlar için uygulanmıştır. GLCM homojenlik ise bir segmentin dokusal olarak homojenlik seviyesini ifade eden, 0 ile 1 arasında değer alan parametredir. Hazırlanan ek veri setleri en temel örnek tabanlı öğrenme algoritmalarından biri olan

En Yakın Komşuluk (EYK) ile sınıflandırma işlemi yapılmıştır. EYK algoritması öncelikli olarak eğitim kümesi içerisindeki sınıfları temsil eden ortalama değer vektörleri hesaplar. Daha sonra sınıflandırılmak istenen aday pikselin hesaplanan sınıf ortalama vektörleri arasındaki spektral uzaklıklar hesaplanır. Hesaplanan spektral uzaklıklara göre aday piksel en yakın mesafedeki örnek sınıfa atanır (Lillesand vd., 2007). Uygulamada Normalleştirilmiş Fark Su İndeksi (NDWI) eşik değeri >0 büyük olan değerler için su yüzeylerinin sınıflandırılması daha etkili sonuç vermiştir.

3.2 Doğruluk Değerlendirmesi

Sınıflandırma sonuçları doğruluk değerlendirme arazi çalışması ile elde edilen 207 adet rastgele seçilmiş kontrol noktası kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu noktaların sınıf etiketleri ve bunlara karşılık gelen kontrol referansları ile hata matrisleri oluşturulmuştur (Foody 2002). Kullanıcı ve üretici doğrulukları ve Kappa katsayısı oluşturulan hata matrisinden hesaplanmıştır.

3. SONUÇLAR

Sentinel-2 MSI zamansal çözünürlüğü 5 gün olan görünür bantları ve yakın kızıl ötesi mekânsal çözünürlüğü 10m olan yeni nesil bir uydudur. Sentinel için spektral olarak benzer özelliklere sahip türlere ait çalışma konuları yenilikçi niteliktedir. Bu çalışmada, özellikle verimli tarım arazileri ile büyük öneme sahip Çatalca İlçesi test alanında arazi örtüsü/kullanımı sınıflarını elde etmek için yeni nesil Sentinel-2 MSI görüntüsü kullanılarak nesne tabanlı sınıflandırma yaklaşımı geliştirilmiştir. Bu yaklaşımda doğruluk değerini arttırmak için farklı bitki indeksleri ve bant oranları ve dönüşümleri tercih edilmiştir.

AÖAK sınıflarının tespiti için farklı yüzey örtü tiplerine ait indeks ve oran değerlerini temel alan ek veri seti hazırlanmıştır. Su yüzeyleri sınıfının belirlenmesi için Normalleştirilmiş Fark Su İndeksine (NDWI) eşik değeri >0 uygulanmıştır ve en yakın komşuluk sınıflandırma yöntemine göre sınıflandırılması sonucunda elde edilen güncel 6 arazi örtüsü ve arazi kullanım sınıfını temsil eden harita **Şekil. 3'** de verilmektedir.

Arazi çalışması ile oluşturulan eğitim ve test verileri ile EYK sınıflandırıcısı uygulanmıştır. Uygulamada ayçiçeği, ürünsüz tarla, sürülmüş tarla, su yüzeyleri, yeşil alan ve yapay yüzeyler belirlenmiş ve hata matrisi hesaplanarak doğruluğu incelenmiştir. (**Tablo 3**) Oluşturulan sınıf hiyerarşisinden elde edilen sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda bölgedeki arazi örtüsü ve kullanım alanı bakımından ayçiçeği tarlaları ve ürünsüz tarlalar yüksek doğrulukta sınıflandırılabilir. Sınıflandırma doğruluğu incelendiğinde yapay yüzeyler sınıfına giren binalar, yollar ve maden ocağı ile ürünsüz tarla sınıfının karıştığı sınıflar tespit edilmiştir özellikle toprak yollar buna sebebiyet vermektedir.

Tablo.3 Hata matrisi.

SINIF	REF. TOP.	SINIF TOP.	DOĞRU NOKTA	KULLANICI DOĞRULUĞU	ÜRETİCİ DOĞRULUĞU
Ayçiçeği	54	49	49	90,74	100,00
Sürülmüş Tarla	22	28	22	100,00	78,57
Ürünsüz Tarla	37	43	36	97,30	83,72
Su Yüzeyleri	22	22	22	100,00	100,00
Yapay Yüzeyler	52	40	40	76,92	100,00
Yeşil Alanlar	20	25	20	100,00	80,00
Toplam	207	207	189		

Genel
Doğruluk 91,30434783
Kappa 0,893335623

Yeşil alanlar ile ayçiçeği tarla sınıflarının karıştığı alanlar tespit edilmiştir. Ürünsüz tarlalar mahsulü toplanmış olduğu için yansıma değerleri sürülmüş tarlalara benzemekte olup bazı bölgelerde sınıflar karışmaktadır. Su yüzeyleri sınıfı incelendiğinde kullanıcı ve üretici doğruluğunun %100 doğrulukta olduğu görülmektedir. Herhangi bir sınıfa atanan bir segmentin bu sınıfı gerçekte temsil etme olasılığı yapay yüzeyler için en düşük 76.92 olarak hesaplanmıştır bunun yanısıra doğruluğu en düşük arazi örtü türü örnekleme seti 78.57 ile sürülmüş tarla sınıflarında olduğu görülmektedir.

Yeni nesil Sentinel-2 uydu görüntüsünün karar vericiler için güncel arazi ve arazi kullanımı sınıflarının belirlenmesinde kullanılabilirliği analiz edilerek belirlenmiştir. Sonraki çalışmalar için görüntü obje büyüklüğü göz önünde bulundurularak bölünüp farklı ölçek parametreleri kullanılarak segmente edilecektir. Sentinel-2 uydusunun 20 m çözünürlüklü 11 Bandı yeniden örnekleme işlemi yapılarak doğruluğa etkisi incelenecektir. Farklı gelişmiş sınıflandırma algoritmalarının tüm ölçek sınırları için kullanılabilirliği test edilecektir.

KAYNAKLAR

Alganci, U., Sertel, E., Ozdogan, M., Ormeci, C., 2013, Parcel-Level Identification of Crop Types Using Different Classification Algorithms and Multi-Resolution Imagery in Southeastern Turkey, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing Vol. 79(11)*, 1053– 1065.

Baatz, M. & Schape, A., 2000, Multi resolution segmentation-an optimization approach for high quality multi scale image segmentation. In Strobl J., T.Blaschke, G.Griesebner (Ed.), *Proceedings of Twelfth Angewandte Geographische Informations verarbeitung*, (pp.12–23). Germany: Karlsruhe Institute of Technology, May 25-27.

Bektas Balcik F., Karakacan Kuzucu A., 2016, Determination of Land Cover/Land Use Using SPOT 7 Data With Supervised Classification Methods. *GeoAdvances Workshop*

Benz, U. C., Hofmann, P., Willhauck, G., Lingenfelder, I. & Heynen, M., 2004, Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*,

58(3-4), 239-258

Bhaskaran, S., Paramananda, S., Ramnarayan, M., 2010, Per-pixel and object-oriented classification methods for mapping urban features using Ikonos satellite data, *Applied Geography*, 30, 650–665.

Blaschke, T., 2010, Object based image analysis for remote sensing. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 65(1), 2-16.

Bozkaya, G., Bektas Balcik, F., Goksel, C., Esbah, H., 2015, "Forecasting Land-Cover Growth Using Remotely Sensed Data: A Case Study of the Igneada Protection Area in Turkey", *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol. 59, No. 187, 02/2015, ISSN: DOI 10.1007/s10661-015-4322-z.

Campbell, J.B ve Wynne, R.H., 2011, Introduction to Remote Sensing. Fifth edition, The Guilford Press, NY, USA.

Çölkesen, İ., 2015, Yüksek Çözünürlüklü Uydu Görüntüleri Kullanarak Benzer Spektral Özelliklere Sahip Doğal Nesnelerin Ayırt Edilmesine Yönelik Bir Metodoloji Geliştirme. *Doktora Tezi*. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.197 sayfa.

Drusch M., Del Bello U., Carlier S., Colin O., Fernandez V., Gascon F., Hoersch B., Isola C., Laberinti P., Martimort P., Meyret A., Spoto F., Sy O., Marchese F., Bargellini P., 2012, Sentinel-2: ESA's Optical High-Resolution Mission for GMES Operational Services, *Remote sensing of Environment*, 120, 25-36.

Foody, G.M., 2002, Status of land cover classification accuracy assessment, *Remote Sensing of Environment*, 80,185–201.

Frauman, E., Wolff, E., 2005, Segmentation of very high spatial resolution satellite images in urban areas for segments-based classification, *Proceedings of the International Symposium Remote Sensing and Data Fusion over Urban Areas and 5th International Symposium Remote Sensing of Urban Areas*, 14–16 March, Tempe, Arizona, unpaginated CD-ROM.

Haralick, R.M., Shanmugam, K. & Dinstein, I., 1973, Textural features for image classification. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 3(6), 610-621.

Herold, M., Scepan, J., 2002, Object-oriented mapping and analysis of urban land use/cover using Ikonos data, *Proceedings of the 22nd EARSEL Symposium Geoinformation for Europeanwide Integration*, Prague, unpaginated CD-ROM.

Johnson, B. A., 2013, High-resolution urban land-cover classification using a competitive multi-scale object-based approach. *Remote Sensing Letters*, 4(2), 131-140.

Kavzoğlu, T. ve Çölkesen,İ., 2011, Uzaktan Algılama Teknolojileri ve Uygulama Alanları, *Türkiye’de Sürdürülebilir Arazi Yönetimi Çalıştayı*, 26-27 Mayıs 2011, Okan Üniversitesi, İstanbul.

Lillesand, T.M., Kiefer, R.W. & Chipman, J.W., 2007, Remote Sensing and Image Interpretation. *Sixth edition*, New York, USA: John Wiley & Sons.

Mather, P.M. & Koch, M., 2011, Computer Processing of Remotely-Sensed Images: An Introduction. *Fourth Edition*. Chichester, UK: Wiley- Blackwell.

Myint, S. W., Gober, P., Brazel, A., Grossman-Clarke, S. & Weng, Q. H., 2011, Per-pixel vs. object-based classification of urban land cover extraction using high spatial resolution imagery. *Remote Sensing of Environment*, 115(5), 1145-1161.

Topaloğlu, H., Sertel, E., Musaoğlu, N., 2016, Assessment Of Classification Accuracies Of Sentinel-2 And Landsat-8 Data For Land Cover / Use Mapping. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLI-B8, 2016 XXIII ISPRS Congress*, 12–19 July 2016, Prague, Czech Republic.

eCognition Developer, <http://www.ecognition.com>)