

Sentinel-2A Uydu Görüntüleri ile Giresun İl Merkezi için Kısa Dönem Arazi Örtüsü Değişiminin Belirlenmesi

Mehmet Ali Dereli¹

¹ Giresun Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Giresun.

e-posta: madereli@gmail.com, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-0575-1316>

Geliş Tarihi: 11.11.2018 ; Kabul Tarihi: 21.07.2019

Öz

Sentinel-2A uydusu, orta konumsal çözünürlüğe (10-60) sahip olan ve ESA tarafından geliştirilen multispektral bir araçtır. Genel olarak bu uydu sensörlerinin işlevlerinden bir tanesi de arazi örtüsü ve kullanımına ilişkin haritalama işlemleridir. Son yıllarda Sentinel-2A MSI (Multispectral Instrument) uydu sensörlerinin yeterliliğini ve potansiyelini göstermek amacıyla farklı çalışmalar yapıldığı görülmüştür. Ülkemizde ise Sentinel-2A uydu görüntüleri ile yapılan çalışmaların sınırlı kalması, bu çalışmanın önemini ortaya koymaktadır. Bu çalışmadaki temel amaç Sentinel-2A uyduları kullanılarak Giresun iline ilişkin arazi örtüsü ve kullanımının zamansal değişimin belirlenmesidir. Bu kapsamda, 2017 ve 2018 yıllarına ilişkin Sentinel-2A uydusundan Giresun il merkezini kapsayan uydu görüntüleri, ESA'nın veri sağlayıcı web adresinden temin edilmiştir. Yapılan çalışmada bu iki yıla ilişkin arazi örtüsü değişimleri belirlenmiş olup, arazi sınıflarının kayıp ve kazançları hesaplanmıştır. Yaklaşık 29 km²lik alanda gerçekleştirilen uygulamada, genellikle yeşil ve yapım alanların kendi içerisinde yer değiştiği belirlenmiştir. Bununla birlikte yeşil alanlardan yapım alanlarına da yaklaşık olarak 63 hektarlık alanın geçtiği hesaplanmıştır. Sonuç olarak ücretsiz erişim imkânı sağlayan Sentinel-2A uydu görüntülerinin, arazi örtüsü ve kullanımının belirlenmesinde kullanılabilirliği ortaya konmuştur.

Anahtar kelimeler

Sentinel-2A; Arazi Kullanımı ve Örtüsü; ESA; Uzaktan Algılama.

Determination of Short-term Land Cover Change by Sentinel-2A Satellite Imagery for Giresun City Center

Abstract

The Sentinel-2A satellite is a multispectral instrument with medium spatial resolution (10-60 m) developed by ESA. In general, one of the tasks of the satellite is also mapping process of land cover and use. In recent years, different studies have been conducted to demonstrate the adequacy and potential of Sentinel-2A MSI (MultiSpectral Instrument) satellite sensors. In our country, the limited studies done by the Sentinel-2A satellite images reveal the importance of this study. The main purpose of this study is to determine the temporal change of land use and land cover of Giresun province using Sentinel-2A satellites. In this context, the satellite images covering Giresun province center from Sentinel-2A satellite for 2017 and 2018 were obtained from ESA's data provider web address. The land cover changes for the years were determined and the losses and gains of the land classes were calculated. In practice area which is about 29 km², it is generally determined that green and construction sites are replaced within the area. In addition to this, it is calculated that approximately 63 hectares have been passed from the green areas to the construction sites. As a result, the usage of Sentinel-2A satellite images, which provide free access, has been demonstrated in the determination of land use and land .

Keywords

Sentinel-2A; Land Use and Land Cover; ESA; Remote Sensing.

© Afyon Kocatepe Üniversitesi

1. Giriş

20. yüzyılın son çeyreğinden itibaren uydu kaynaklı uzaktan algılama verilerinin mevcudiyetindeki artışla birlikte, yeryüzü gözlem çalışmalarında önemli bir artış meydana gelmiştir. (Chen *et al.* 2017; Zurqani *et al.* 2018). Bu verilerden yüksek spektral ve konumsal çözünürlüğe sahip Worldview-

3, IKONOS, Quickbird, vb. gibi uyduların çoğu ticari olarak sunulmakta ve veri temini oldukça pahalıdır (Varade *et al.* 2018). Bununla birlikte, orta derecede bir mekansal çözünürlüğe sahip ücretsiz bir şekilde temin edilebilen uydularının ürünleri de birçok çalışma için kullanılabilir. Arazi örtüsü ve arazi kullanımına ilişkin değişimlerin belirlenmesi, uydu görüntüleri ile en sık gerçekleştirilen

uygulamalardandır. Özellikle Landsat uydu görüntülerinin uzun dönem veri sağlaması, bu işlemi uygulanabilir hale getirmektedir. 1980'lerde geliştirilen Landsat Multi-Spektral (MS) uydularının (Goetz and Rowan 1981) hem konumsal hem de spektral çözünürlüğünün düşük olması, bu uydunun dezavantajları arasında gösterilebilmektedir. Uydu görüntüleri ile arazi örtüsü değişimlerine ilişkin değerlendirmeler en çok gerçekleştirilen uygulamalardandır. Bu kapsamda son yıllarda farklı birçok çalışmada kullanılabilir, Avrupa Uzay Ajansı (European Space Agency, ESA) tarafından yörüngeye yerleştirilen Sentinel-2A uydularından görüntü alınması ile tüm kullanıcılar, ücretsiz bir şekilde veri elde etmeye başlamıştır. Haziran 2015'te fırlatılan uydu, bağımsız ve devam eden küresel gözlem kapasitesini amaçlayan Avrupa Kopernikus programının bir kısmı olarak karşımıza çıkmaktadır (Vuolo *et al.* 2016). Sentinel-2A uydularından elde edilen görüntüler, Landsat gibi serbest uydu sağlayıcıların aksine, 10, 20 ve 60 m konumsal çözünürlüğe sahip 13 spektral bant ile hem konumsal hem de spektral çözünürlüğü arttırmıştır (Immitzer *et al.* 2016). Bununla birlikte 290 km²'lik büyük bir görüş alanına sahip olan uydu, her 5 günde bir dünyanın tamamını kapsamaktadır (Vuolo *et al.* 2016, Van der Meer *et al.* 2014, Van Der Werff and Van der Meer 2016). Sentinel-2 uyduları ile yerleşim alanlarının haritalanması, buzul ve su kütlelerinin izlenmesi, su kalitesinin hesaplanması (Tomming *et al.* 2016), orman ve ekili alanların sınıflandırılması (Clasen *et al.* 2015), hidrotermal alanların / değişiminin belirlenmesi, klorofil ve nitrojen belirleme (Dong *et al.* 2015), jeolojik ve arkeolojik alanların belirlenmesi gibi farklı alanlarda çalışmalar yürütülmektedir.

ESA'nın Kopernikus programı kapsamında sürekli gözlem yapan Sentinel uydularının fırlatılması ile birlikte, daha yüksek çözünürlükte ve görünür ve yakın kızılötesi ve kısa dalga kızılötesi bölgelerini kapsayan 13 spektral bant ile veriler sağlanıyor hale gelmiştir. Kullanıcılar, Sentinel'e ait tüm uydu

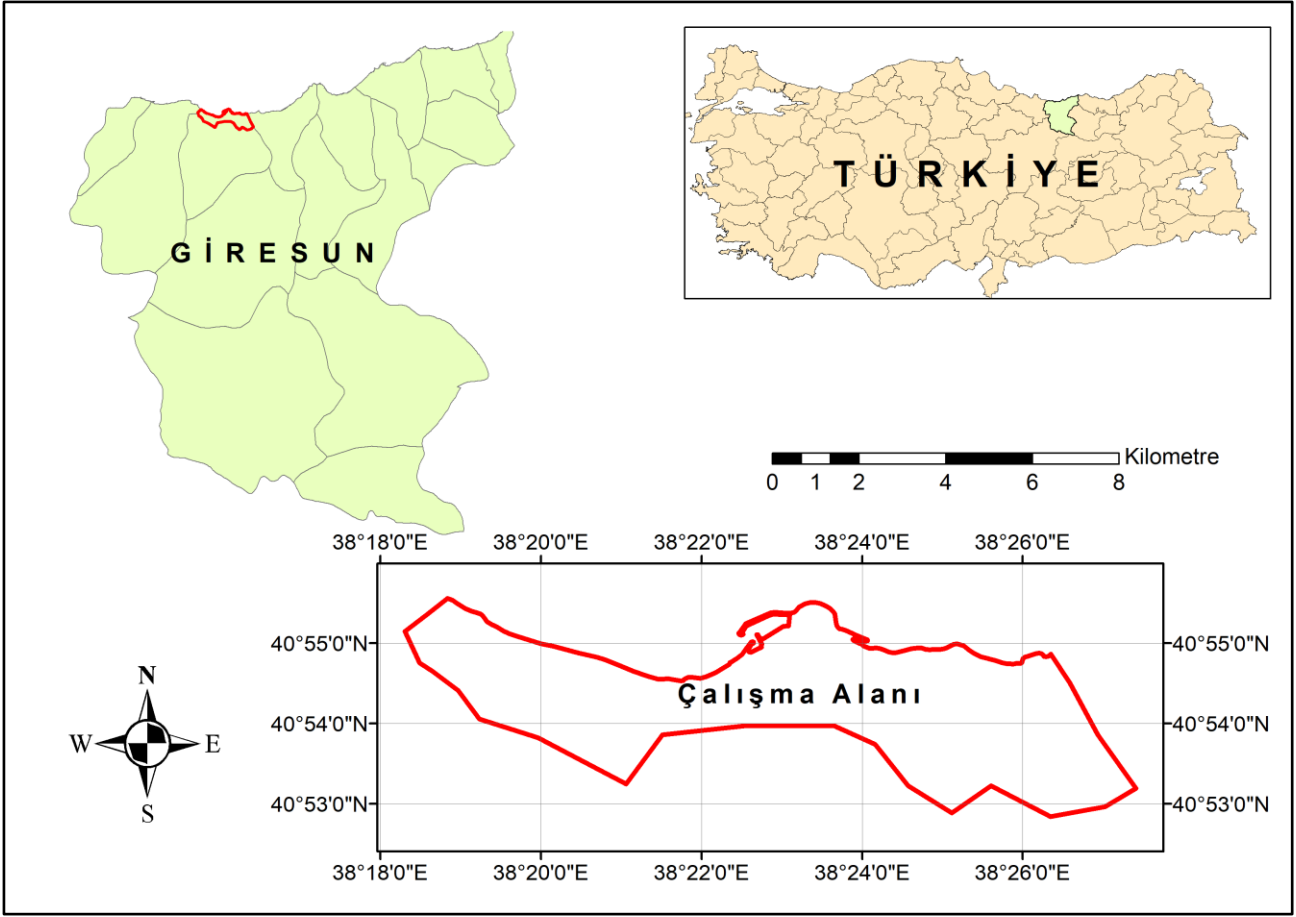
görüntülerini, ESA'nın bilimsel veri deposundan, farklı web arayüzlerinden ya da QGIS yazılımına entegre edilmiş olan Semi-Automatic Classification Plugin (SCP) yazılım ile birlikte elde edebilmektedir.

Arazi örtüsü ve arazi kullanımı değişimleri, bölgenin fiziksel, sosyolojik ve idari yapısına göre değişim göstermektedir. Bu kapsamda değişim bölgesine ilişkin stratejik planların oluşturulması, karar vericiler için önemli bir adımı oluşturmaktadır. 20. Yüzyılın sonlarından itibaren gerek uzaktan algılama tekniklerinin gelişmesi, gerekse Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) platformlarının etkinlik kazanması, birçok noktada daha verimli, daha hızlı, daha hassas kararlar verebilmeyi sağlamaktadır. Bu kapsamda çalışmanın temel amacı Sentinel-2 uydusuna ait Multispektral sensörleri kullanarak, Giresun ili merkezinin kısa dönemli arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişiminin belirlenmesidir. Özellikle Sentinel-2 uyduları ile arazi örtüsü ve değişiminin belirlendiği çalışmaların henüz ülkemizde yaygınlaşmaması, bu çalışmanın önemini ortaya koymaktadır.

2. Materyal ve Metot

2.1 Çalışma alanı

Doğu Karadeniz'in en güzel şehirlerinden biri olan Giresun ili, 6934 km²'lik yüzölçümüne sahip olup, şehrin merkez ilçe nüfusu yaklaşık olarak 130.000'dir. Giresun ilinin iklim özellikleri ve bitkisi örtüsü incelendiğinde Giresun'un kuzey ve güney kısımlarının farklılık gösterdiği göze çarpmaktadır. Yılın her mevsiminde yeşil bir örtüyle kaplı olan Giresun ilinin %34'ü orman, %25'i tarım (çoğunluğu fındık ağacı), %18'i çayır ve mera, %25'i tarım dışı alanlardan oluştuğu, Giresun Valiliği web sayfasında sunulmaktadır. Doğusunda Keşap ilçesi ile batısında Bulancak ilçeleri arasında kalan çalışma alanı 38° 18' 18.2''E 40° 55' 30.21''N ile 38° 27' 24.69''E 40° 52' 50.44''N coğrafi sınırları arasında bulunmaktadır (Şekil 1).

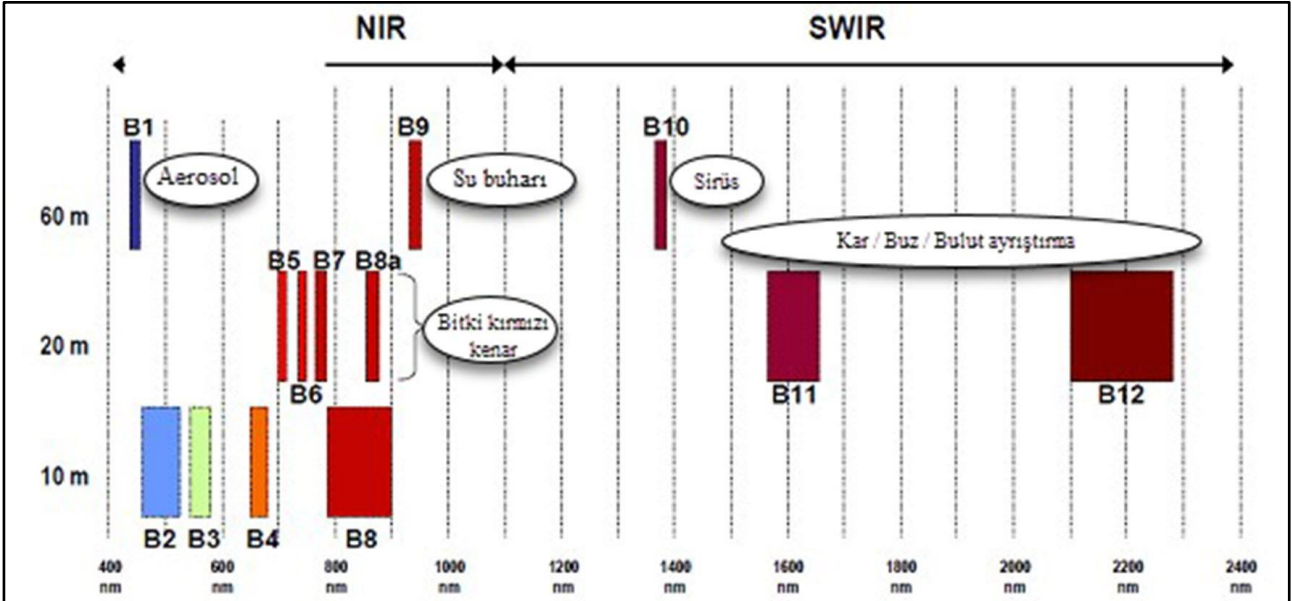


Şekil 1. Çalışma alanını gösterir harita.

2.2 Sentinel-2 verisi

Sentinel-2 uydusu, Kopernikus arazi izleme hizmetleri kapsamında Avrupa Uzay Ajansı (ESA) tarafından geliştirilen Multi-Spektral bir uydudur. Bu

uydudan Çizelge 1'de özellikleri verilen 10 m, 20 m ve 60 m konumsal çözünürlüğü ile 13 spektral bant elde edilmektedir (Şekil 2) (ESA 2015).



Şekil 2. Sentinel-2 uyduları için spektral bantları ve mekânsal çözünürlüğü gösteren grafik (ESA 2015).

Çizelge 1. Sentinel- 2 uydularına ilişkin bilgiler.

Bant	Merkez Dalga Boyu (nm)	Bant Genişliği (nm)	Konumsal Çözünürlük (m)
Band 1 – Kıyı Aerosolü	0.443	20	60
Band 2 – Mavi	0.490	65	10
Band 3 – Yeşil	0.560	35	10
Band 4 – Kırmızı	0.665	30	10
Band 5 - Bitki örtüsü kırmızı kenar	0.705	15	20
Band 6 - Bitki örtüsü kırmızı kenar	0.740	15	20
Band 7 - Bitki örtüsü kırmızı kenar	0.783	20	20
Band 8 – Yakın Kızılötesi (NIR)	0.842	115	10
Band 8A - Bitki örtüsü kırmızı kenar	0.865	20	20
Band 9 – Su buharı	0.945	20	60
Band 10 – Kırsaldalga Kızılötesi (SWIR)- Sirüs	1.375	30	60
Band 11 - Kırsaldalga Kızılötesi (SWIR)	1.610	90	20
Band 12 - Kırsaldalga Kızılötesi (SWIR)-	2.190	180	20

Sentinel-2 uydularının öncelikli görevlerinden bir tanesi de arazi örtüsü ve değişikliği tespit haritalaması ile ilgili uygulamalar için tasarlanmış olmasıdır (Van der Meer *et al.* 2014). Bu kapsamda gerçekleştiren bu uygulama öncelikli olarak hedeflenen uygulamalardandır. Bu çalışmada 2017

ve 2018 yıllarına ilişkin iki adet Sentinel-2A MSI L1C uydu görüntüleri kullanılmıştır. WGS84 UTM Zone 37N projeksiyon sisteminde çalışmalar yürütülmüştür. Bu uydu görüntülerine ilişkin bilgileri Çizelge 2’de verilmektedir.

Çizelge 2. Çalışmada kullanılacak Sentinel-2A uydularına ait uydu bilgileri.

Sensor	Tarih(Gün-Ay-Yıl)	Radyometrik Çözünürlük	Bant Sayısı
Sentinel-2A	06/04/2018	12 bit	13
Sentinel-2A	22/04/2017	12 bit	13

Sentinel-2A uydularında 13 adet bant bulunmaktadır. Bu bantlardan 60 m çözünürlüğüne sahip olan 1,9 ve 10 numaralı bantlar çalışmada kullanılmamış olup, diğer 10 bant ile değerlendirmeler yapılmıştır. Bu çalışmada uydu verilerinin işlenmesi aşamasında açık kaynak kodlu bir yazılım olan QGIS yazılımı kullanılmıştır.

2.3 Metot

2.3.1 Atmosferik düzeltme

Bu çalışmada, Sentinel-2A uyduları ile gerçekleştirilen uygulamada ilk olarak atmosferik düzeltme işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlem için ESA tarafından üretilen Sen2cor yazılımı kullanılmıştır. Bununla birlikte aynı işlem QGIS yazılımına entegre SCP yazılımı ile de yapılmıştır. Sentinel-2 görüntüleri, metadata sağlanan Niceleme Değeri (Quantification Value) kullanılarak Top-of-Atmosfer (TOA) yansımalarına dönüştürülebilen, veri

sağlayıcılar tarafından ölçeklendirilmiş TOA yansımada elde edilmiştir (ESA 2015).

Uydu görüntüleri için zemindeki yansıtım değerini ölçmek için, atmosferik etkilerin de dikkate alınması gerekmektedir (Congedo 2018). Bu kapsamda görüntü tabanlı atmosferik düzeltme ailesinden olan Karanlık Obje Çıkarımı (DOS), bu görüntülere uygulanmıştır. Böylece 2-8, 8A, 11 ve 12 numaralı bantlara (10 bant) ilişkin atmosferik düzeltme işlemi gerçekleştirilmiştir.

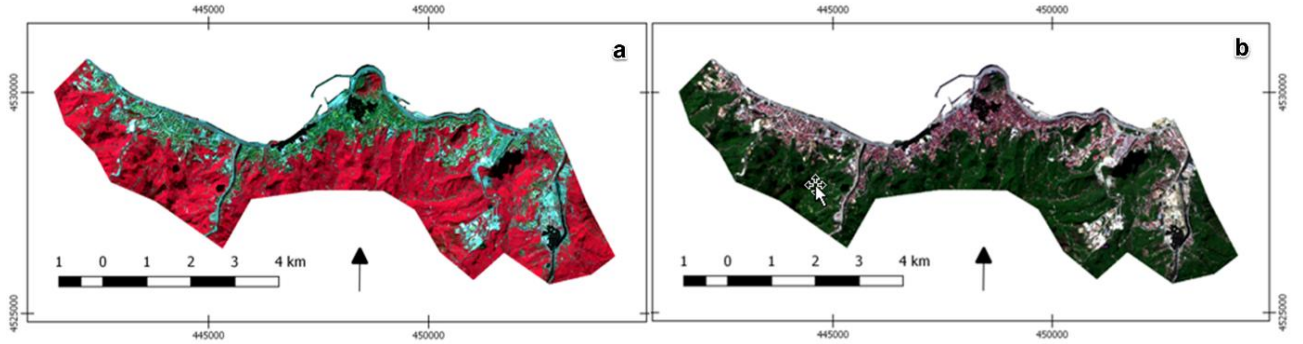
2.3.2 Arazi örtüsü sınıflandırma

Arazi örtüsü sınıflandırma işlemi farklı tekniklerle birlikte gerçekleştirilebilmektedir. Genel olarak bu teknikleri kontrollü ve kontrolsüz olmak üzere iki başlık altında toplayabiliriz. Bu çalışmada, görüntülere ilişkin spektral imzalar toplamak üzere sınıflandırma işlemi uygulanmıştır. Kontrollü sınıflandırma, bir görüntüdeki arazi sınıflarının spektral imzalarına göre tanımlanmasını sağlayan

bir görüntü işleme tekniğidir. Bu tekniklerdeki genel amaç, arazi örtüsünün tematik haritasını üretmektir. Uydu görüntülerinin herhangi bir sınıflandırma tekniği uygulanmadan yorumlanmasını sağlayan farklı renk kompozitleri vardır. Bu tekniklerde her bir monokrom (siyah-beyaz) görüntüye ayrı renk verilmektedir. Renk bileşenleri, kırmızı (R), yeşil (G) ve yeşil (B) yerleşimlerine farklı bant kombinasyonlarının girilmesi ile oluşmaktadır. Sentinel-2 uyduları için gerçek renk bileşimi R:G:B = 4:3:2 bant kombinasyonu ile gerçekleştirilmektedir. Bununla birlikte yine Sentinel-2 uydularında, bitki örtüsü piksellerinin yorumlanmasını kolaylaştıran R G B = 8 4 3 renk bileşimi ile bitki örtüsü kırmızı renkte görünmektedir (Şekil 3). Bu değerler Landsat 8 için R:G:B = 5:4:3, Landsat 7 için R:G:B = 4:3:2'dir. Bu çalışmada bant çıkarımı gerçekleştirildiği için gerçek renk bileşimi R:G:B = 3:2:1 ve bitki örtüsünün kırmızı

renkte görünmesi için ise R:G:B = 7:3:2 kombinasyonunun kullanılması gerekmektedir (Immitzer et al. 2016).

Birçok farklı sınıflandırma algoritması bulunmaktadır. Minimum mesafe, maksimum olabilirlik, Paralelkenar, spektral açı haritalama bunlardan bazılarıdır. Kontrollü sınıflandırma yöntemlerinden olan maksimum olabilirlik yöntemine göre hem 2017 hem de 2018 yıllarına ilişkin spektral imzalar toplanmıştır. Bu imzalar yeşil alan, yapı alanı ve su alanı temelinde; orman, fındık ağaçları, çim, gölgeli yeşil alan, binalar, yollar ve su olmak üzere 7 sınıf olarak belirlenmiştir. Maksimum olabilirlik sınıflandırma yöntemi, her bir piksele ait spektral özelliklerin, referans arazi örtüsündeki sınıfları spektral özelliklerine göre karşılaştırarak tüm görüntüyü sınıflandırması ile gerçekleştirilmektedir.



Şekil 3. a. R G B = 8 4 3 bitki indeksini gösterir renk kompoziti b. R G B = 4 3 2 gerçek renk kompoziti.

Maksimum Olabilirlik algoritması, bir pikselin hangi arazi örtüsü sınıfa ait olduğunu tahmin eden Bayes teoremi ile ilgili sınıflar için olasılık dağılımlarını hesaplamaktadır. Özellikle, her bir sınıf için olasılık dağılımları çok değişkenli olup, normal dağılımların bir biçimi olarak kabul edilmektedir (Congedo 2018, Richards 1999). Bu algoritmanın kullanılabilmesi, görüntüden toplanan her bir eğitim verisinin kovaryans matrisinin hesaplanmasına olanak sağlayabilecek yeterli sayıda pikselin olmasına bağlıdır. Maksimum olabilirlik algoritması en çok kullanılan sınıflandırma algoritmalarından biridir. Bu çalışma kapsamında da kontrollü sınıflandırma maksimum olabilirlik yöntemi dikkate alınarak hesaplanmıştır.

3. Bulgular

Bu çalışma kapsamında, Sentinel-2A uydularına ait 2017 ve 2018 Nisan ayları uydu görüntüleri kullanılmıştır. QGIS yazılımı ile bu iki yıla ilişkin görüntüler sınıflandırılmıştır. Sınıflandırılmış arazi örtüsü görüntüleri, piksel bazlı maksimum olabilirlik yöntemi kullanılarak Sentinel-2 veri setlerinden elde edilmiştir. Sonuç görüntüleri, QGIS yazılımında rastgele üretilmiş 100 adet test noktaları ile doğruluk değerlendirmesi yapılmıştır. Üretilen test ve kontrol noktalarına ilişkin değerlendirmeler, gerek yerinde gerekse Google Earth üzerinden gerçekleştirilmiştir. 2017 yılına ilişkin veri seti (Veriseti-1) ile 2018 yılına ilişkin veri setleri (Veriseti-2) için genel doğruluk, kullanıcı doğruluğu ve Kappa istatistikleri Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Doğruluk değerlendirme sonuçları

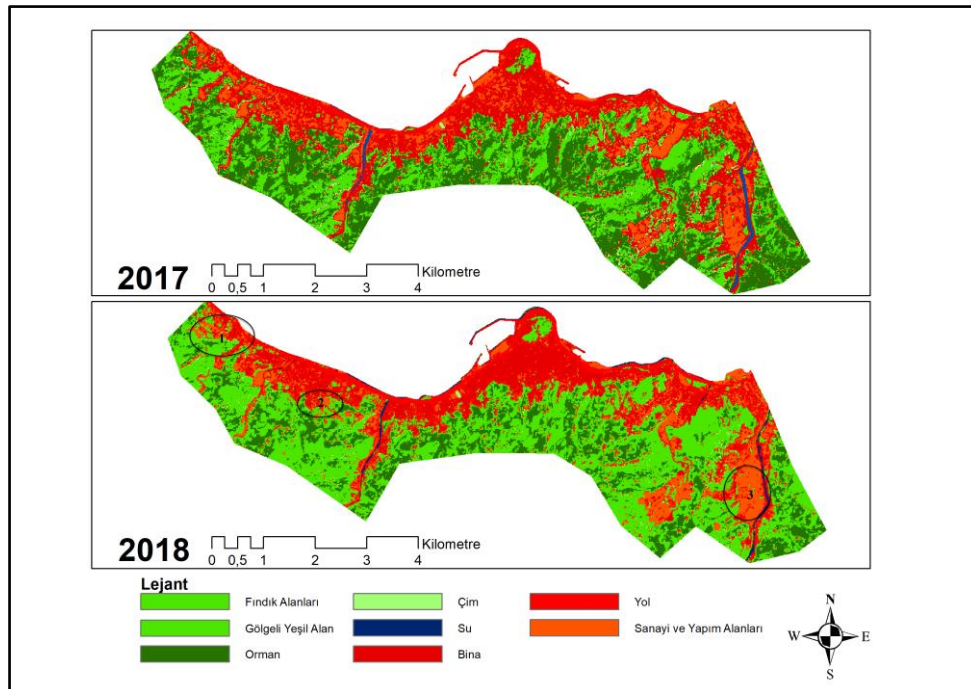
	Sınıflar	Kullanıcı Doğruluğu (%)	Kappa
Veriseti -1	Fındık Alanları	78.12	0.752
	Orman	75.16	0.725
	Çim	77.1	0.757
	Su	94.45	0.91
	Binalar	85.13	0.834
	Yollar	78.56	0.742
	Gölgeli Yeşil Alan	73.78	0.705
	Sanayi ve Yapım Alanı	72.78	0.708
	Genel Doğruluk	77.48	0.749
Veriseti -2	Fındık Alanları	82.16	0.785
	Orman	86.12	0.834
	Çim	88.49	0.848
	Su	92.45	0.869
	Binalar	89.57	0.856
	Yollar	80.53	0.762
	Gölgeli Yeşil Alan	79.16	0.748
	Sanayi ve Yapım Alanı	83.58	0.787
	Genel Doğruluk	84.45	0.809

Çizelge 3'te her bir arazi örtüsü haritası için hata matrisi hesaplanmış ve karşılık gelen genel doğruluk değerleri karşılaştırılmıştır. Yıllık analizde 2017 yılı için % 73'lük bir genel doğruluk elde edilmekte olup, 2018 yılı dikkate alındığında ise genel doğruluk % 74 yükselmektedir. Diğer taraftan sınıflar dikkate

alındığında ise, su ve bina sınıflarının hem kullanıcı doğruluğunun hem de kappa istatistiğinin daha iyi olduğu görülmektedir. Kappa istatistikleri ve genel doğruluk kriterleri, seçilen bölge için oluşturulan veri setinin performansını belirlemek için kullanılmıştır.

2017 ve 2018 yıllarına ilişkin sınıflandırma sonuçları Şekil 4'te gösterilmektedir. Nisan 2017'den Nisan 2018'e Sentinel-2A MSI uydu görüntülerinin sınıflandırma sonuçları görsel olarak benzerlik göstermektedir. Bu görüntülerde, ağırlıklı olarak yeşil alanlar özellikle şehrin güneyinde toplanmıştır. Yeşil alanların alt sınıflandırma birimlerinde orman, fındık ağaçları ve gölgeli yeşil alanların spektral değer anlamında, bu görüntülerden ayırt edilmesi çok zor görünmektedir. Yapılan sınıflandırmada temel amaç, yapım alanları ile yeşil alanların ayrıştırılması olduğundan, bu görüntüler üzerinden yorumların yapılması mümkün olmaktadır.

Şekil 4 incelendiğinde, bir yıllık zaman sürecinde 1, 2 ve 3 numaralı alanlarda yapım çalışmalarının artış gösterdiği anlaşılmaktadır. Özellikle bu süreçte sanayi ve yapım alanları ile bina sınıfının etkileşim içinde olduğu görülmektedir. Yeşil alanların da bu bir yıl içinde farklılıklar gösterdiği gözlemlenmektedir. Sınıflandırma sonucunda sınıflarda meydana gelen değişimlerin alansal kayıp ya da alansal kazanımları Çizelge 4'te gösterilmektedir.

**Şekil 4.** 2017 ve 2018 yıllarına ait Maksimum Likelihood yöntemine göre sınıflandırılmış uydu görüntüleri.

Çizelge 4. Sınıflar arası kayıp ve kazançların alan tabanlı gösterimi.

		Kazançlar (m ²)							
		Fındık Alanları	Orman	Çim	Su	Binalar	Yollar	Gölgeli Yeşil Alan	Sanayi ve Yapım Alan
Kayıplar (m ²)	Fındık Alanları	3044100	704300	76200	0	1600	5500	677200	34300
	Orman	1480400	3609700	500	100	9300	71300	3257200	127100
	Çim	35300	200	89600	0	3600	135000	383900	116100
	Su	0	0	0	133300	44500	29600	8200	6300
	Binalar	3900	800	36600	122400	2500700	2420200	775300	1408500
	Yollar	0	0	0	0	1100	952700	3100	111100
	Gölgeli Yeşil Alan	108900	180800	39300	1200	29400	251200	3268700	83600
	Sanayi ve Yapım Alanı	0	0	0	1200	1333700	245300	2900	1330800

Çizelge 4'e göre, Sentinel-2A uyduları ile 10 m konumsal çözünürlüğe sahip görüntüler üzerinde gerçekleştirilen uygulamalarda, en fazla alana sahip sınıfları 3609700 m² ile orman, 3268700 m² ile gölgeli yeşil alanlar ve 30441 m² ile fındık alanlarının oluşturduğu görülmektedir. Bununla birlikte sınıflar arası kayıp ve kazançlara baktığımızda ise yeşil alanların birbiri içerisindeki değişimleri, bina, yol ve sanayi ve yapım alanlarının da bir biri içerisinde değişimlerinin olduğu anlaşılmaktadır. Bunun yanı sıra çim alanından yol sınıfına 135000 m² ve sanayi ve yapım sınıfına 1161 m²'lik alanın, gölgeli yeşil alan sınıfından yol sınıfına 2512 m², orman sınıfından da sanayi ve yapım sınıfına 1271 m²'lik alanın kaydığı görülmektedir.

4. Sonuç ve Öneriler

ESA'nın Sentinel-2A MSI görüntülerine dayanan sınıflandırma sonuçları, Giresun il merkezinin 2017 ve 2018 yıllarına ilişkin arazi örtüsü ve kullanımını belirlemek amacı ile değerlendirilmiştir. Sentinel-2A MSI uydu görüntülerine atmosferik düzeltmeler getirilerek, görüntüler uygulamaya hazır hale getirilmiştir. Atmosferik düzeltme işlemleri hem ESA'nın bilimsel yazılımı olan Sen2cor ile hem de QGIS yazılımına entegre edilebilen SCP ara yüzü ile sağlanmıştır.

Bu çalışmada arazi kullanımı ve örtüsüne ilişkin değerlendirmeler, ilgili uydunun uzun dönemli görüntülerinin olmamasından dolayı kısa zamanlı bir dönem seçilmiştir. Burada önemli olan nokta Sentinel-2 uydu görüntülerinin bu çalışma gibi alanlarda etkinliğinin belirlenmesidir. Bu nedenle

çalışmadan da anlaşıldığı gibi Sentinel-2 uyduları daha yüksek çözünürlükte verileri sağladığı için, sonuç görüntüler üzerinde yorumlama daha sağlıklı yapılabilmektedir.

Sonuç olarak Giresun il merkezine ilişkin değerlendirmede, son bir yılda belirli bölgelerde yapı yoğunluğunun arttığı, sınıflandırma sonuçlarında görülmüştür. Bununla birlikte fındık bahçelerinin ve orman sınıflarının değişkenlik gösterdiği de belirlenmiş olup, bu sonucun orta çözünürlüklü multispektral bir uydu görüntüsünün kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Değişim belirleme çalışmalarında, en az iki farklı zamana ait uydu görüntüsünün kullanılması gerekmektedir. Özellikle arazi değişimi ve kullanımına ilişkin değerlendirmelerde uzun periyotlu verilerin kullanılması, daha net sonuçları ortaya çıkaracaktır.

5. Kaynaklar

- Chavez, P. S., 1996. Image-based atmospheric corrections -revisited and improved. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 62, 9, 1025-1035.
- Chen, W., Li, X., He, H., and Wang, L., 2017. A review of fine-scale land use and land cover classification in open-pit mining areas by remote sensing techniques. *Remote Sensing*, 10, 1, 15.
- Clasen, A., Somers, B., Pipkins, K., Tits, L., Segl, K., Brell, M., Kleinschmit, B., Spengler, D., Lausch, A., and Förster, M., 2015. Spectral unmixing of forest crown components at close range, airborne and simulated Sentinel-2 and EnMAP spectral imaging scale. *Remote Sensing*, 7, 11, 15361-15387.
- Congedo, L., 2018. *Semi-Automatic Classification Plugin Documentation*, Release 6.1.0.1.

- Dong, T., Meng, J., Shang, J., Liu, J., and Wu, B., 2015. Evaluation of chlorophyll-related vegetation indices using simulated Sentinel-2 data for estimation of crop fraction of absorbed photosynthetically active radiation. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 8, 8, 4049-4059.
- ESA, 2015. *Sentinel-2 User Handbook*.
- Goetz, A. F., and Rowan, L. C., 1981. *Geologic remote sensing*. *Science*, 211, 4484, 781-791.
- Immitzer, M., Vuolo, F., and Atzberger, C., 2016. First experience with Sentinel-2 data for crop and tree species classifications in central Europe. *Remote Sensing*, 8, 3, 166.
- Richards, J. A., 1999. *Remote sensing digital image analysis (Vol. 3)*, Berlin et al.: Springer.
- Toming, K., Kutser, T., Laas, A., Sepp, M., Paavel, B., and Nõges, T., 2016. First experiences in mapping lake water quality parameters with Sentinel-2 MSI imagery. *Remote Sensing*, 8, 8, 640.
- Varade, D., Sure, A., and Dikshit, O., 2018. Potential of Landsat-8 and Sentinel-2A composite for land use land cover analysis. *Geocarto International*, 1-16.
- Van der Meer, F. D., Van der Werff, H. M. A., and Van Ruitenbeek F. J. A., 2014. Potential of ESA's Sentinel-2 for geological applications. *Remote sensing of environment*, 148, 124-133.
- Van der Werff, H., and Van Der Meer, F., 2016. Sentinel-2A MSI and Landsat 8 OLI provide data continuity for geological remote sensing. *Remote sensing*, 8, 11, 883.
- Vuolo, F., Žóftak, M., Pipitone, C., Zappa, L., Wenng, H., Immitzer, M., Weiss, M., Baret, F., and Atzberger, C., 2016. Data service platform for Sentinel-2 surface reflectance and value-added products: System use and examples. *Remote Sensing*, 8, 11, 938.
- Zurqani HA, Post CJ, Mikhailova EA, Schlautman MA, Sharp JL., 2018. Geospatial analysis of land use change in the Savannah River Basin using Google Earth Engine. *Int J Appl Earth Obs Geoinf.*, 69, 175–185.