

# BİTKİ ÖRTÜSÜ TESPİTİNDE SENTİNEL 2-A VE YÜKSEK ÇÖZÜNÜRLÜKLÜ İNSANSIZ HAVA ARACI GÖRÜNTÜLERİNİN KIYASLANMASI

Yasin Koçan<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Coğrafi Bilgi Teknolojileri Anabilim Dalı, 06800, Çankaya, Ankara  
e162499@metu.edu.tr

**Anahtar Sözcükler:** NDVI, Görüngenel Ayırma, Kontrolsüz Sınıflandırma, Sentinel 2-A

**ÖZET:** Uydu görüntüleri uzun zamandır yaygın bir şekilde bitki örtüsü tespit etmek amacıyla kullanılmaktadır. Günümüzde, insansız hava araçlarının yaygınlaşması ile birlikte istenilen alanların yüksek konumsal ve zamansal çözünürlüklü görüntüleri elde edilebilmektedir. Bitki örtüsü analizlerinde uydu görüntülerinin kızılötesi bantları tarım rekolte hesaplarında başarılı sonuçlar vermektedir. Bu çalışmada uzaktan algıma yöntemleri kullanılarak Sentinel-2A uydusundan alınan hiperspektral görüntü ile insansız hava aracından alınmış görüntüler bitki örtüsü analizi açısından kıyaslanmıştır. İnsansız hava aracı görüntülerinden kontrolsüz sınıflandırma yöntemi ile elde edilen görüntüler, 2 sınıfa (bitki örtüsü ve diğer) indirgenmiş ve görüngenel analiz sonuçları ile karşılaştırılmış. Sentinel 2-A uydusundan elde edilen görüntüler son eleman spektrumuna göre ayrılıp, bitki örtüsü bolluk haritasını bulunmuştur. Yüzde olarak 50'nin üzerinde bitki örtüsü içeren pikseller bitki örtüsü pikseli olarak değerlendirilmiştir. Yapılan eşikleme sonrası elde edilen görüntü ile kontrolsüz sınıflandırma görüntüsü ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca, "Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü" (NDVI) analizi sonrası oluşturulan görüntüye eşikleme yapılmıştır ve 2 sınıftan (bitki örtüsü ve diğer) oluşan bir görüntü elde edilmiştir. Elde edilen bu görüntü, kontrolsüz sınıflandırma sonucu ile karşılaştırılmıştır.

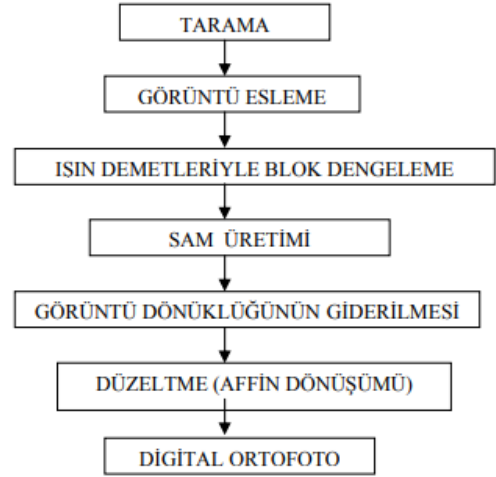
## 1. GİRİŞ

İnsansız hava araçları (İHA) günümüzde 3 boyutlu şehir ve arazi modelleme, tarımsal, jeolojik, meteorolojik ve askeri alanlarda yaygınca kullanılmaya başlanmıştır. İHA'ların uydu görüntülerine kıyasla birtakım avantajları ve dezavantajları vardır. İHA'lardan elde edilen yüksek konumsal çözünürlüklü görüntüler ile yapılan ölçümler sayesinde hassasiyeti yüksek analizler yapmak mümkün olmuştur. Ayrıca, İHA'lar yardımıyla ilgili bölgeye ait veriler istenilen zamanda toplanabilmektedir. İnsansız hava araçlarıyla uydu görüntülerine oranla daha yüksek zamansal çözünürlüğe erişilebilmektedir fakat multispektral ve hiperspektral uydu görüntülerine kıyasla daha az spektral (görüngenel) özellik barındırmaktadır. İHA'lar tarımsal kullanım gibi birçok alanda ucuz bir alternatif araç olarak kullanılarak avantaj sağlamaktadır.

Bu çalışmada İHA'dan elde edilmiş ortofoto ile ilgili alana ait Sentinel 2-A uydu görüntüsünün bitki örtüsü analizlerindeki hassasiyeti karşılaştırılmıştır.

### 1.1 Ortofoto Üretimi

Hava fotoğraflarının distorsiyon, eğiklik ve yükseklik gibi hatalarının giderilmesiyle oluşturulan koordinatlı resimlere ortofoto adı verilir. Fotogrametik yazılımlar yardımıyla oluşturulan sayısal yükseklik modeli, ortorektifikasyon adı verilen düzeltme işleminde kullanılmaktadır. Şekil 1'de, ortofoto üretimi şema üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 1: Ortofoto Üretim Şeması

### 1.2 Görüngenel Ayırma

Multispektral ve hiperspektral görüntülerin konumsal çözünürlükleri düşüktür. Bu tip görüntülerde bir piksel içinde farklı sınıflardan (ağaç, bina, toprak, yol, bitki örtüsü vs.) nesnelere bulunabilir. Bir pikselden ölçülen spektrum değeri hesaplanırken piksel içinde bulunan farklı sınıfların (ağaç, bina, yol, toprak vs.) etkileri göz önünde bulundurulmaktadır [Keshava 2013]. Bu tür karışık pikseller göz önüne alındığında, piksellerde yer alan münferit bileşenlerin oranını belirlemek bazı alt piksel analizi gerektiren uygulamalar için önem teşkil etmektedir. Görüngenel ayırma algoritmaları ile spektral görüntüler, istenilen son elemanlara göre ayrıştırılıp, bu görüntülerden bolluk haritaları (abundance map) çıkarılabilmektedir.

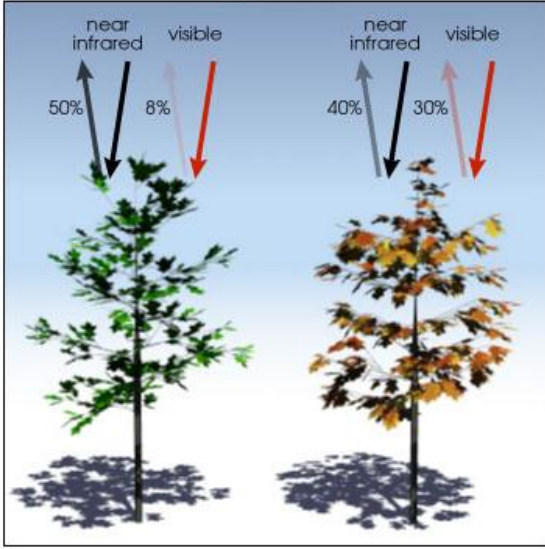
### 1.3 "Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü"

"Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü", bitki sağlığını, bitkinin farklı dalga boylarındaki ışıklara olan tepkisine bakıp anlamaya

yarar sağlar. Bu dalga boylarının bazıları absorbe edilirken bazıları da geri yansımaktadır. Bitki yapraklarında bulunan klorofil pigmenti görünen ışığın çoğunu absorbe ederken yakın kızılötesi ışığın çoğunu da geri yansıtır. “Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndisi”

$$NDVI = \frac{NIR - VIS}{NIR + VIS} \quad (1)$$

formülü ile hesaplanmaktadır. Bu değer -1 ile 1 arasında bir değerdir ve sağlıklı bitkiler için 1'e yakınken sağlıklı bitkiler için -1'e yakındır.



Şekil 2: Sağlıklı (Solda) ve Sağlıksız (Sağda) Bitki (Weier ve Herring, 2000)

## 2. ÇALIŞMA ALANI VE VERİLER

### 2.1 Ortofoto

Çalışma alanı İç Anadolu Bölgesinde yer alan Ankara ilinde bulunan Orta Doğu Teknik Üniversitesi kampüsünden seçilmiştir. Çalışmada İHA olarak DJI Phantom Pro 2 modeli kullanılarak 3 bantlı (RGB) görüntüler elde edilmiştir. Pix4D yazılımı yardımıyla ortofoto üretilmiştir. Şekil 3'te çalışma alanına ait ortofoto verilmiştir.

### 2.2 Uydu Görüntüsü

Uydu görüntüsü olarak ise yine aynı bölgeye ait 12 banttan oluşan (10 m, 20 m ve 60 m konumsal çözünürlükte) Sentinel 2-A Multispektral görüntüler kullanılmıştır. Şekil 4'de Sentinel 2-A verisini RGB görüntüsü verilmiştir.



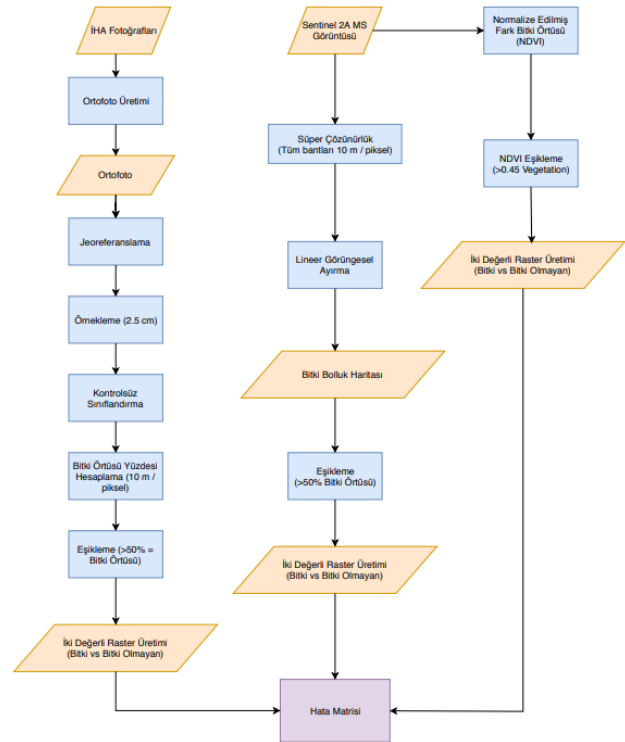
Şekil 3: Ortofoto



Şekil 4: Sentinel 2-A RGB

## 3. UYGULANAN YÖNTEM

Öncelikle İHA'dan alınan görüntülerden fotogrametri yazılımı yardımıyla ortofoto üretildikten sonra 2.5 cm konumsal çözünürlüğe örneklenmiştir. 3 banttan (RGB) oluşan RGB görüntü kontrolsüz sınıflandırma yöntemi ile önce 8 sınıfa ayrılmış, daha sonra ilgili sınıflar birleştirilerek 2 sınıflı (Bitki Örtüsü ve diğer sınıfların birleşimi) bir görüntü elde edilmiştir. Elde edilen bu görüntüdeki bitki örtüsü yüzdeleri 10 m'lik uydu pikselleri ile eşleşecek konumsal çözünürlükte hesaplanmıştır. 10 m'lik konumsal çözünürlükte hesaplanan bitki örtüsü oranı %50'nin üzerinde olan pikseller bitkisi örtüsü pikseli olarak etiketlenmiştir. Uydu görüntüsüne ait tüm bantlar, süper çözünürlük algoritması yardımı ile 10 m konumsal çözünürlüğe örneklendirilmiştir. Sınıflandırma sonucu etiketlenen bu pikseller, uydu görüntüsünden görüngenel ayırma ve “Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü” (NDVI) yöntemi ile hesaplanmış olan uydu görüntüsü pikselleri ile karşılaştırılmış ve hata matrisleri hesaplanmıştır.



Şekil 5: Uygulama Akış Şeması

### 3.1 Ortofoto Üretimi

İHA'dan elde edilen 3 bantlı (RGB) fotoğraflardan Pix4D yazılımı yardımıyla ortofoto üretilmiştir. Üretilen ortofoto için jeoreferanslama işlemi yapılmıştır. Daha sonra üretilen görüntü 2.5 cm konumsal çözünürlüğe örneklendirilmiştir.

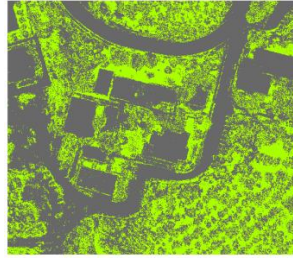
Çalışmada kullanılan görüntüler arasında oluşan zamansal farkları minimuma indirmek için bir gün ara ile çekilmiş görüntüler kullanılmıştır. Uydu görüntüsü olarak farklı çözünürlüklerden (10 m, 20 m ve 60 m) oluşan 13 Aralık 2017'ye çekilmiş Sentinel 2-A datası kullanılmıştır. İlgili alana ait insansız hava aracı görüntüleri 12 Aralık 2017 tarihinde çekilmiştir.

### 3.2 Kontrolsüz Sınıflandırma

İHA'dan elde edilen ortofoto kontrolsüz (ISODATA) sınıflandırma yöntemiyle başlangıçta 8 farklı sınıfa ayrılmıştır. Bu sınıflar daha sonra 2 sınıfa indirgenmiş (Yeşil: Bitki Örtüsü Gri: Diğer) ve Şekil 5'te gösterilmiştir. Bu görüntüden, 10 m x 10 m'lik gridlerde bitki örtüsü yüzdesi hesaplanmıştır, görünel ayırma ve NDVI sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır.



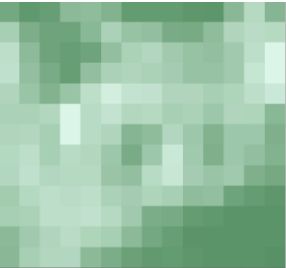
Şekil 6: Ortofoto



Şekil 7: Sınıflandırma Sonucu

### 3.3 "Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü"

NDVI hesaplamalarında kırmızı bant olarak Sentinel 2-A uydusuna ait görüntüden 4. Bant Kırmızı (665 nm), 8. Bant da yakın kızılötesi (842 nm) bant olarak kullanılmıştır. Daha sonra -1 ile 1'den oluşan görüntüden 0.45'ten fazla olan değerlere eşikleme yapılmıştır ve Şekil 7'de gösterilmiştir. Yeşil olan pikseller bitki örtüsünü, gri olan pikseller diğer sınıfları ifade etmektedir. Elde edilen eşiklenmiş NDVI görüntüsü, hata matrisi hesaplarında kullanılmıştır.



Şekil 8: NDVI Sonucu

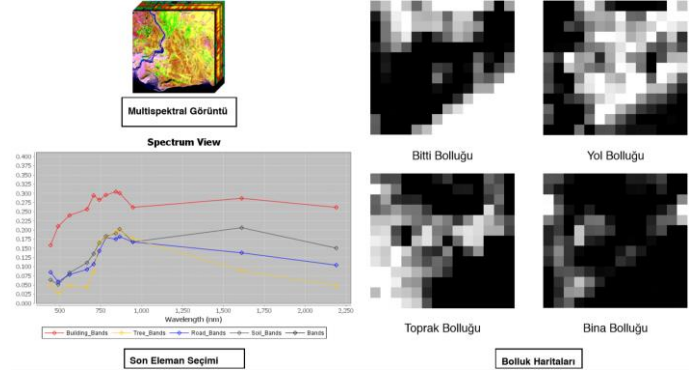


Şekil 9: Sınıflandırma Sonucu

### 3.4 Görünel Ayırma

Sentinel 2-A uydu görüntüsünden, yüksek çözünürlüklü İHA görüntüsü referans alınarak 4 adet son eleman seçilmiş ve bu

elemanlara uygun şekilde lineer görünel ayırma işlemi uygulanmıştır. İşlemin sonucunda, karmaşık piksellerdeki sınıfların tespiti bolluk haritaları ile mümkün olmuştur. Şekil 8'de uygulanan işlemdeki son elemanlara ait spektrumlar ve bolluk haritaları gösterilmiştir. Oluşturan görüntülerden Bitki Bolluk görüntüsündeki piksel değeri 0.5'in üzerinde olan değerlere eşikleme uygulanmıştır. Eşikleme sonrası elde edilen görüntü, hata matrisi hesaplarında kullanılmıştır.



Şekil 10: Son Eleman Spektrumu ve Bolluk Haritaları

## 4. TEST SONUÇLARI

Çalışmada 3 farklı analiz tekniği kullanılmış olup Kontrolsüz sınıflandırma, görünel ayırma ve NDVI analizi sonrası elden edilen iki sınıfa ayrılmış (biner) görüntüler birbirleriyle kıyaslanmıştır. Hata matrisleri hesaplanırken İHA görüntüsü yüksek konumsal çözünürlüğünden dolayı referans (ground truth) olarak kullanılmıştır. Hata matrislerine ait değerler aşağıda verilmiştir.

Görünel ayırma sonucu genel doğruluk %79 (144/182) ve Kappa katsayısı 0.5 olarak hesaplanmıştır.

Referans (Piksel)			
Sınıf	Bitki Örtüsü	Diğer	Toplam
Bitki Örtüsü	110	16	126
Diğer	22	34	56
Toplam	132	50	182

Tablo 1: Görünel Ayırma Hata Matrisi (Piksel)

Referans (Yüzde)			
Sınıf	Bitki Örtüsü	Diğer	Toplam
Bitki Örtüsü	83.33	32	69.33
Diğer	16.67	68	30.77
Toplam	100	100	100

Tablo 2: Görünel Ayırma Hata Matrisi (Yüzde)

NDVI eşikleme işlemi sonrası genel doğruluk %82 (150/182) ve Kappa katsayısı 0.55 olarak hesaplanmıştır.

<b>Referans (Piksel)</b>			
<b>Sınıf</b>	<b>Bitki Örtüsü</b>	<b>Diğer</b>	<b>Toplam</b>
Bitki Örtüsü	118	18	136
Diğer	14	32	46
Toplam	132	50	182

Tablo 3: NDVI Hata Matrisi (Piksel)

<b>Referans (Yüzde)</b>			
<b>Sınıf</b>	<b>Bitki Örtüsü</b>	<b>Diğer</b>	<b>Toplam</b>
Bitki Örtüsü	89.39	36	74.33
Diğer	10.61	64	25.27
Toplam	100	100	100

Tablo 4: NDVI Hata Matrisi (Yüzde)

Bu çalışmada sadece kontrolsüz sınıflandırma yöntemi ile sınıflandırılan İHA görüntülerinden yapılan bitki örtüsü analizi, multispektral uydu görüntüsünde bulunan görüngenel özellikleri kullanarak yapılan analizlerle karşılaştırılmıştır ve %80 civarında genel doğruluk hesaplanmıştır. İlerleyen çalışmalarda genel doğruluğu ve Kappa katsayısını artırmak amacıyla daha geniş bir alanda test yapmak hedeflenmektedir.

### **TEŞEKKÜR**

Çalışmadaki metotların değerlendirilmesi konusundaki yardımları için Doç. Dr. Uğur Murat Leloğlu'ya ve görüntülerin hazırlanmasına yardım eden Ahmad Siddique'ye teşekkür ederim.

### **KAYNAKÇA**

Karalar, F., Uysal, M., Varlık, A., & Can, Z. C. (n.d.). Dijital Ortofoto Üretimi. Erişim 12 Nisan, 2019, from [https://www.harita.gov.tr/images/dergi/makaleler/130\\_4.pdf](https://www.harita.gov.tr/images/dergi/makaleler/130_4.pdf)

Keshava, Nirmal. (2003). A Survey of Spectral Unmixing Algorithms. Lincoln Laboratory Journal. 14. 55-78.

Short, D. M. (2007, Haziran 18). Hyperspectral Imagery. Retrieved April 13, 2019, from <http://rst.gsfc.nasa.gov/>

Weier, J., & Herring, D. (2000, Ağustos 30). Measuring Vegetation (NDVI & EVI). Erişim 12 Nisan, 2019, from [https://earthobservatory.nasa.gov/features/MeasuringVegetation/measuring\\_vegetation\\_2.php](https://earthobservatory.nasa.gov/features/MeasuringVegetation/measuring_vegetation_2.php)