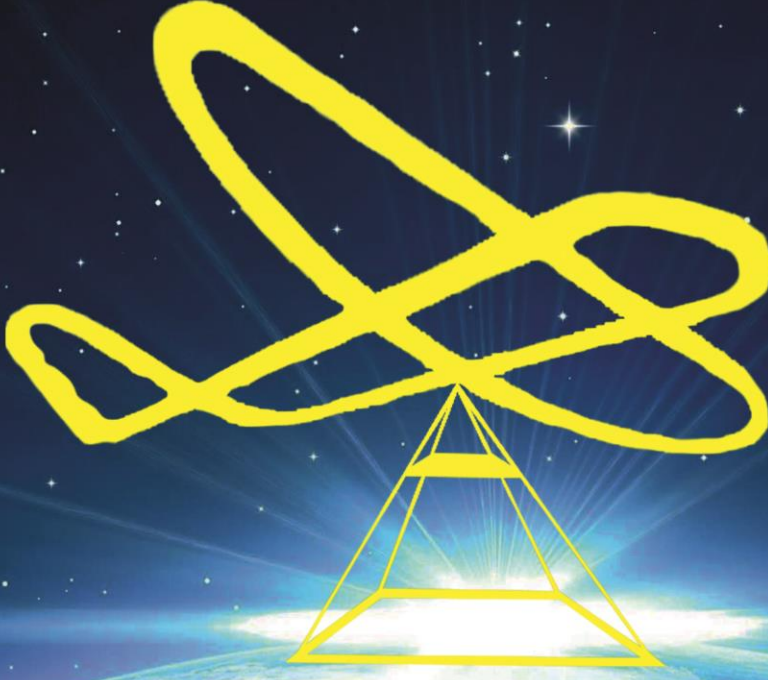


TÜRKİYE
İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI DERGİSİ



e-ISSN 2687-6094



Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi



Dergi Hakkında

Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi bilim ve teknolojiadaki gelişmelere paralel olarak İnsansız Hava Araçlarının yer bilimleri ilgili yapılan çalışmaları yayınlayan ve Uluslararası İndeks ve Veri tabanlarında taranan bir dergidir.

Amaç & Kapsam

Türkiye İnsansız Hava Aracı Dergisi,

- ✚ İnsansız Hava Araçlarının kullanımı alanında ulusal ve uluslararası gelişmeleri Harita, Jeoloji, Çevre, Maden, Şehir Plancılığı, Ziraat vb. mühendislik alanı, Arkeoloji ve mimarlık ile ilgilenen bilim insanlarının bilgisine sunmak,
- ✚ Konu ile doğrudan veya dolaylı etkinliklerde bulunan bilim insanları, araştırmacılar, mühendisler ve diğer uygulayıcılar arasındaki bilgi ve deneyim paylaşımını güçlendirecek ve hızlandıracak, kolay erişilebilen, geniş katımlı bir tartışma ortamı sağlamak ve bunları yayma olanağı yaratmak,
- ✚ Türkiye'nin teknolojik ve ekonomik kalkınmasında rol oynayabilecek mesleki gelişmelere ilişkin sorunların daha etkin bir şekilde çözüme kavuşturulması açısından büyük önem taşıyan kurumlar arası işbirliğinin başlatılmasına ve geliştirilmesine katkıda bulunmak,
- ✚ Türkçe'nin İnsansız Hava araçları alanında bilim dili olarak geliştirilmesini ve yabancı sözcüklerden arındırılmasını özendirme amaçlarına sahiptir.

Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisinin kapsamı;

- ✓ Temel İnsansız Hava Araçları Uygulamaları,
- ✓ İHA Fotogrametrisi ve İHA ile uzaktan algılama,
- ✓ İHA Lidar ve uygulamaları,
- ✓ İHA ile Coğrafi Bilgi Sistemleri Uygulamaları,
- ✓ İHA ile Endüstriyel ölçmeler,
- ✓ İHA ile deformasyon ölçmeleri,
- ✓ İHA ile madencilik ölçmeleri,
- ✓ İHA ile Şehircilik ve ulaşım planları çalışmaları,
- ✓ İHA ile hassas tarım uygulamaları,
- ✓ İHA ile yapılan tüm multidisipliner çalışmalar,

Yayınlanma Sıklığı

Yılda 2 sayı(Haziran-Aralık)

ISSN

2687-6094

WEB

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/mihad>

İletişim

aulvi78@gmail.com/aliulvi@mersin.edu.tr



Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi



EDİTÖR

Dr. Öğr. Üyesi Ali ULVİ

Mersin Üniversitesi, FBE / Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri
Mersin

EDİTÖR YARDIMCILARI

Dr. Öğr. Üyesi Osman ORHAN

Mersin Üniversitesi, FBE / Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri
Mersin

EDİTÖR KURULU

- **PROF.DR.MURAT YAKAR**, myakar@mersin.edu.tr, **MERSİN ÜNİVERSİTESİ**
- **PROF.DR.HACI MURAT YILMAZ**, hmuraty@gmail.com, **AKSARAY ÜNİVERSİTESİ**
- **PROF.DR. ÖMER MUTLUOĞLU**, omutluoglu@ktu.edu.tr, **KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**

DANIŞMA KURULU

- **PROF.DR.İBRAHİM YILMAZ**, iyilmaz@aku.edu.tr, **AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ**
- **DOÇ.DR. MURAT UYSAL**, muysal@aku.edu.tr, **AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ**
- **DOÇ.DR.FERRUH YILMAZTÜRK**, yilmazturk@aksaray.edu.tr, **AKSARAY ÜNİVERSİTESİ**
- **DOÇ DR. Bilgehan KEKEÇ**, kekec@ktu.edu.tr, **KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**
- **DR. ÖĞR. ÜYESİ NİZAR POLAT**, nizarpolat@harran.edu.tr, **HARRAN ÜNİVERSİTESİ**
- **DR. ÖĞR. ÜYESİ ALPER AKAR**, alperakar@erzincan.edu.tr, **ERZİNCAN BİNALİ YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ**
- **DR. ÖĞR. ÜYESİ ÖZLEM AKAR**, oakar@erzincan.edu.tr, **ERZİNCAN BİNALİ YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ**
- **DR. ÖĞR. ÜYESİ MEHMET ALİ DERELİ**, madereli@gmail.com, **GİRESUN ÜNİVERSİTESİ**
- **DR. ÖĞR. ÜYESİ RESUL ÇÖMERT**, rcomert@gumushane.edu.tr, **GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ**
- **DR. ÖĞR. ÜYESİ HAYRİ ULVİ**, hayriulvi@gmail.com, **GAZİ ÜNİVERSİTESİ**

İçindekiler

Makaleler

- 1- *İnsansız hava araçlarından üretilen verilerin değerlendirilmesi ve Ağaçlık alanların sınıflandırılması*
M. Cihan CEYLAN , Murat UYSAL
- 7- *İnsansız hava aracı ile elde edilen verilerden binaların tespiti*
Adem KABADAYI , Murat UYSAL
- 15- *İha ile multispektral kameralardan sağlanan görüntüler yardımıyla Bitki türlerinin sınıflandırılması*
Yusuf DOĞAN, Ferruh YILDIZ
- 23- *Karayolu projeleri için iha ile şeritvari harita üretimi*
Halil Emre ZIBA, Hacı Murat YILMAZ
- 33- *Destek vektör makineleri ve ndvi kullanarak pamuk ekili alanların tespiti: Harran ovası örneği*
Aydın ALPTEKİN , Mehmet Özgür ÇELİK, Lütfiye KUŞAK, Fatma Bünyan ÜNEL, Murat YAKAR



İNSANSIZ HAVA ARAÇLARINDAN ÜRETİLEN VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE AĞAÇLIK ALANLARIN SINIFLANDIRILMASI
AUTOMATIC TREE DETECTION USING ASSESSMENT OF DATA OBTAINED BY THE UNMANNED AERIAL VEHICLE

M. Cihan CEYLAN*, Murat UYSAL

¹Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği, Afyonkarahisar, Türkiye

Anahtar Kelimeler:

Obje Tabanlı
İHA
Fotogrametri
Sınıflandırma
Otomatik Ağaç Tespiti

Keywords:

Object-Base
UAV
Photogrammetry
Classification
Automatic Tree Detection

ÖZ

Günümüzde uydu ve İHA verilerinden yeryüzünün üzerinde bulunan bina, yol, bitki örtüsü gibi birçok nesnenin konumu ve çeşidi hakkında kolayca bilgi toplanabilir. Fakat bu bilgilerin yani verilerin işlenmesi noktasında verilerin toplanması konusunda olduğu gibi aşama kaydedilebilmiş değil. Veriler uzun yıllardır operatörlerin geleneksel metotlarla manuel olarak işlenmesi ile sınıflandırılmaktadır. Yarı otomatik ya da otomatik çıkarım yapılan çalışmaların çoğu, homojen nitelikler taşıyan bina ve yollarla ilgilidir. Bu çalışmada, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Ahmet Necdet Sezer Kampüsünün belirli bir alanında İnsansız hava aracı (İHA) ile elde edilen veriler kullanılarak obje tabanlı sınıflandırma metodu ile ağaçlık alanların otomatik sınıflandırılması hedeflenmiştir.

ABSTRACT

Today, satellite and UAV From the data, we can collect planning information about various places and their settlements in places such as buildings, roads, vegetation. However, we have not been able to make any progress in the processing of this information, as in the case of data collection. The data has been classified for many years by manual processing of operators by conventional methods. Most of the works semi-automatic or automatic with inference are related to homogeneous buildings and roads. In this study, it is aimed to automatically classify woodland by object - based classification method using data obtained by unmanned aerial vehicle (UAV) in a certain area of Ahmet Necdet Sezer Campus of Afyon Kocatepe University.

*Sorumlu Yazar

*(m.cihanceylan43@gmail.com) ORCID ID 0000- 0002 - 3744 -7717
(muysal@aku.gov.tr) ORCID ID 0000 - 0001 - 5202 - 4387

1. GİRİŞ

Günümüzde yersel ve fotogrametrik olarak veri toplamak oldukça kolaylaştı. Yeryüzünün yapısını ya da üzerinde bulunan objelerin çeşidi ile alakalı bir çok veri mevcut. Fakat bu verilerin işlenmesi konusunda veri toplamada olduğu gibi bir hız sözü konusu değil. Verilerin otomatik olarak uygun bir şekilde işlenmesi, projelerde maliyet ve zaman konusunda ciddi azalmaların önünü açabilir.

Projelerde veri sınıflandırma noktasına kullanılan iki ana metot bulunmaktadır. Bunları Pksel tabanlı ve Nesne tabanlı olmak üzere ikiye ayırılır. Geleneksel sınıflandırma yöntemi olarak piksel tabanlı sınıflandırma kullanılır. Verilerin zengin içeriklerinin bulunmasına karşın piksel tabanlı sınıflandırma yeteri kadar doğru sonuçlar verememektedir. Bu yüzden otomatik ve doğru sonuçlar alabilmek için nesne tabanlı sınıflandırma yöntemine rağbet artmıştır.

Nesne tabanlı sınıflandırma yönteminin diğer yöntemlere göre daha ön plana çıkmasının sebebi, verideki renk, doygunluk, komşuluk gibi değerleri kullanarak benzer niteliklere sahip pikselleri gruplandırmasından dolayıdır. Bu piksellerin gruplanması sonucu haritadaki objelere ait anlamlı şekiller ortaya çıkmaktadır. Bu şekilleri oluşturma yani segmentasyon işlemi nesne tabanlı sınıflandırmanın en önemli kısmıdır. Çünkü sınıflandıracak veriler oluşan bu segmentler üzerinden belirlenmektedir. Doğru bir şekilde segmentasyon yapabilmek içinse scale(ölçek), shape(şekil), compactness(yoğunluk) parametrelerinin görüntü için en uygun olan değerlerini girmek gerekir.

Bu çalışmada RGB bandına sahip fotoğraflar ile ortofoto üretimi ve bu ortofoto kullanılarak ağaçların tespiti uygulamalı olarak araştırılmıştır.

2. ÇALIŞMA ALANI VE VERİ TOPLAMA YÖNTEMİ

Bu çalışma Afyon Kocatepe Üniversitesi, Ahmet Necdet Sezer Kampüsü'nün belirlenen bir kısmında yapılmıştır (Şekil1).



Şekil 1. Çalışma Alanı

Çalışmada kullanılan fotoğrafların çekimi için DJI Phantom 4 Pro cihaz kullanılmıştır(Şekil 2).



Şekil 2. DJI Phantom 4 Pro

DJI Phantom 4 pro cihazla RGB değerlerini taşıyan toplam 249 fotoğraf üretilip, bu fotoğraflar toplamda yaklaşık 24 hektarlık bir alanı kaplamaktadır.

3. YÖNTEM

Yapılan çalışmanın iş akış şeması aşağıdaki gibidir(Şekil 3).



Şekil 3. İş Akış Şeması

3.1.1. Fotogrametrik değerlendirme

Araziye toplamda 6 adet yer kontrol noktası tesis edilmiş olup bu noktalar birer saat arayla GNSS alıcısı ile 10 epoklu ölçülmüştür(Şekil-4).



Şekil 4. Çalışma Alanında İşaretlenmiş YKN'ler

Agisoft Metashape programı kullanılarak, fotoğraflardan oluşan model ile GPS yardımıyla elde ettiğimiz yer kontrol noktaları karşılaştırılmıştır. Yazılımda elde edilen koordinatlar ile GPS'den elde ettiğimiz koordinatlar karşılaştırılıp (Tablo 1), hata değerleri hesaplanmıştır (Tablo 2).

Tablo 1. YKN Koordinatları İle İlgili Değerler

GPS İle Elde Edilen Koordinatlar (Kesin Koordinatlar)			
N.N	X(m)	Y(m)	Z(m)
YKN_C1	546680.170	4298305.239	1009.120
YKN_C2	546754.177	4298085.265	1009.210
YKN_C3	546813.765	4297662.839	1010.110
YKN_C4	546540.611	4297698.448	1008.730
YKN_C5	546441.070	4298097.089	1012.020
YKN_C6	546438.172	4298265.501	1009.440
Fotogrametrik Değerleme Sonucu Elde Edilen Koordinatlar			
N.N	X(m)	Y(m)	Z(m)
YKN_C1	546680.142	4298305.242	1009.150
YKN_C2	546754.161	4298085.287	1009.180
YKN_C3	546813.773	4297662.842	1010.091
YKN_C4	546540.629	4297698.468	1008.751
YKN_C5	546441.092	4298097.099	1012.043
YKN_C6	546438.162	4298265.531	1009.476

Tablo 2. YKN'lerin Hata Değerleri

Fotogrametrik Değerleme Sonucu Elde Edilen Koordinat Hata Değerleri						
N.N	Vi Farklar(cm)			ViVi Farklar(cm ²)		
	V _x	V _y	V _z	V _x V _x	V _y V _y	V _z V _z
	2.8	0.3	3.0	7.84	0.09	9.00
	1.6	2.2	3.0	2.56	4.84	9.00
	0.8	0.3	1.9	0.64	0.09	3.61
	1.8	2.0	2.1	3.24	4.00	4.41
	2.2	1.0	2.3	4.84	1.00	5.29
	1.0	3.0	3.6	1.00	9.00	12.96

Dengelenmiş ortofoyu elde ettikten sonra eCognition Developer programında nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi kullanılarak diğer işlemler gerçekleştirilecektir.

3.1.2. Segmentasyon

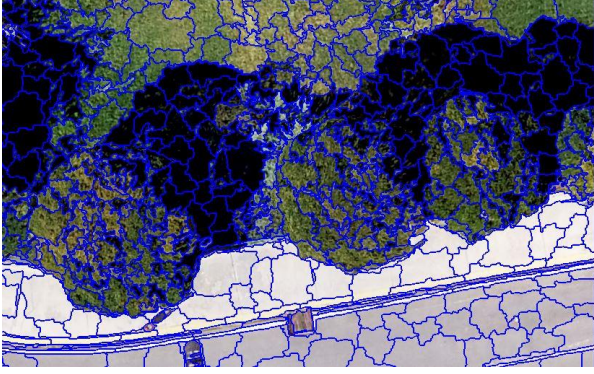
Nesne tabanlı sınıflandırmayı piksel tabanlı sınıflandırmadan ayıran en önemli etken, piksel tabanlı sınıflandırmada tekil piksellerin değerlendirilmesine karşın, nesne tabanlı sınıflandırmada pikselleri grup şeklinde değerlendirip, anlamlı segmentler oluşturmasıdır. eCognition Developer yazılımı bu noktada devreye girmektedir. Fotogrametrik değerlendirme sonucu elde ettiğimiz ortofoto üzerinden segmentasyon işlemi yapıyoruz. Segmentasyonun ana mantığı, benzer değerlere sahip pikselleri gruplandırıp çalışma alanına ait görüntü objeleri oluşturmaktır (Yiğit ve Uysal, 2019)

Segmentasyon işlemi, yukarıdan-aşağıya (topdown) ve aşağıdan-yukarıya (bottom-up) olmak üzere iki farklı yöntem olarak işlemektedir (Definiens, 2012).

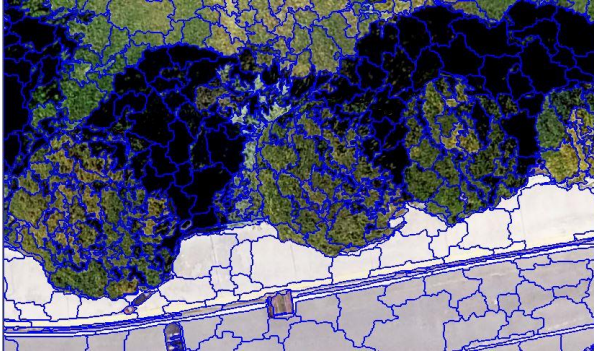
Yukarıdan aşağıya yönteminin temelinde bütünü en küçük parçalara ayrılması işlemi vardır. 3 farklı yukarıdan aşağıya segmentasyon metodu bulunmaktadır. Bunlar; satranç tahtası segmentasyon (chessboard segmentation), dörtlü ağaç tabanlı segmentasyon (quadtree-based segmentation) ve kontrast bölümlenmesi segmentasyon (contrast split segmentation) algoritmalarıdır. Segmentasyon işleminin ikinci stratejisi aşağıdan yukarıya bölümlenmedir. Bu yaklaşımda, küçük parçalar belirli bazı kriterler göz önüne alınarak büyük parçalar olarak elde edilmektedir. Aşağıdan yukarıya strateji için kullanılan en önemli yöntem "Çoklu Çözünürlüklü Segmentasyon (Multiresolution Segmentation)" yöntemidir (Benz ve vd., 2004).

Bu çalışmada çoklu çözünürlüklü segmentasyon yöntemini kullanacağız. Bu yöntemde kullanıcı ölçek(scale), şekil(shape), yoğunluk(compactness) gibi parametreleri kendisi tanımlar. Böylece nesnelere üretmek için görüntü bölümlere ayrılmış olur. Girilen bu parametrelerden şekil ve yoğunluk parametresi birbirlerini 1'e tamamlar. Segmentlerin oluşumuna en çok etkili

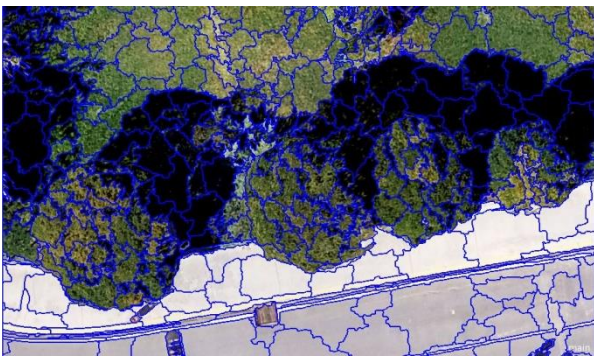
parametre ise ölçek parametresidir. Çalışmalarda ölçek, şekil ve yoğunluk parametreleri farklı değerler için denenmekte, son olarak en doğru parametreler kullanılmaktadır. Şekil parametresi 0.3, yoğunluk parametresi 0.7 alınarak farklı değerlerde ölçek parametresi karşılaştırmasını şekil 5, şekil 6, şekil 7 ve şekil 8'de görebilirsiniz. Ölçek parametreleri sırasıyla 30, 35, 40, 45 olarak alınmıştır.



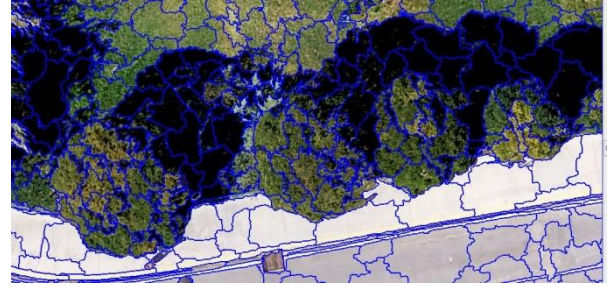
Şekil 5. Ölçek Parametresi: 30



Şekil 6. Ölçek Parametresi: 35



Şekil 7. Ölçek Parametresi: 40



Şekil 8. Ölçek Parametresi: 45

Segmentasyon işlemi bittikten sonra sınıflandırma işlemine geçilir. Yine eCognition Developer yazılımı kullanılarak yapılan sınıflandırmada 2 yöntem kullanılır. Bunlar; en yakın komşuluk(nearest neighbour) ve bulanık üyelik(fuzzy membership)'dir. Bulanık üyelik mantığına göre nesnelerin belirli bir aralıkta bulunup bulunmadığına dair aralık tanımlanır. Örneğin; yolların Red değeri 150 ile 200 arasındadır. Ya da Green değeri 200 ile 270 arasında olan segmentler yol değildir.

İlk olarak ağaçlık alanların bulunduğu segmentlerin değerlerine bakılır. Ağaçlık alanların bulunduğu segment değer aralığı belirlenerek ağaçlık alan özelliği taşıyan segmentler ayrılır.

İkinci aşamada ise ayrılan yani sınıflandırılan bu segmentler arasından alakasız olan segmentler ayrılır. Çalışmada ağaçlık alan olarak sınıflandırılan segmentler dışında bina, yol ve yeşil alan olmak üzere 3 farklı sınıf oluşmuştur.

Üçüncü aşamada ise sınıflandırılan bu segmentlerin birleştirilme yani merge işlemi yapılmıştır. (Şekil 9)



Şekil 9. Sınıflandırılmış ve birleştirilmiş segmentler



Şekil 10. Sınıflandırılan nesnelerin karşılaştırılması

4. SONUÇLAR

Sonuç olarak çalışmamızın nesne tabanlı sınıflandırma metodu ile başarılı bir sonuç verdiğini söyleyebiliriz. Yüksek çözünürlüklü görüntülerin verimli bir şekilde kullanılması ile oluşturulan segmentler, sınıflandırılma aşamasında doğru sonuçlar doğurmuştur.

Örnek olarak alınan yaklaşık 3 hektarlık alanda olan toplam 179 ağaca karşılık eCognition Developer yazılımı ile üretilen 143 ağaç bulunmaktadır. Yaklaşık %80 doğrulukla üretilen bu veriler vektör formatında rahatlıkla CAD ortamına aktarılabilir, coğrafi bilgi sistemlerine işlenebilir. Şekil 10'da gösterilmiştir. Kırmızı ile işaretli kısımlar fotogrametrik yöntemle belirlenmiştir.

Çalışmada bazı ağaçların sınıflandırılmadığı, bazı ağaçların ise tek nesne şeklinde sınıflandırıldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca bazı bölgelerde yeliş alanların ağaçlık alan olarak algılanması sorunu görülmüştür. Yaklaşık olarak aynı niteliğe sahip objelerin karıştırılması her ne kadar sorun teşkil etse de yazılım sayesinde algoritmalar güncellenip, bu sorunların kolay ve hızlı bir şekilde çözülmesi mümkündür.

Sonuç olarak nesne tabanlı sınıflandırma metodu kullandığımız bu çalışmada bazı zorluklar yaşansa da ilerideki çalışmalarda nokta bulutu verilerinden yararlanarak Sayısal Yüzey Modeli oluşturulup, ortofoto ile karşılaştırılması sonucu daha düzgün sınıflandırmalar yapılabilir.

Bunun yanı sıra RGB bantları dışında farklı bant özelliği taşıyan kameralar ile çekilmiş fotoğraflar kullanılarak ortofoto oluşturulabilir, bu ortofoto ile farklı algoritmalar kullanılarak daha doğru sonuçlar elde edilebilir.

KAYNAKÇA

Definiens 2012, Definiens Developer XD 2.0.4. Reference Book, Definiens AG, München, Germany, <https://www.imperial.ac.uk/media/imperialcollege/medicine/facilities/film/Definiens-Developer-Reference-Book-XD-2.0.4.pdf>, (03.04.2019)

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

Tapan, K.S., Bölme, M., Eker, O., (2015). Görüntülerden Sınıflandırma Yöntemlerini Kullanarak Detayların Otomatik Olarak Belirlenmesi: Renkli Kızılötesi Hava Fotoğraflarından Ormanlık Alanlarda Yolların Belirlenmesi İçin Bir Sınıflandırma Uygulaması. TUFUAB VIII. Teknik Sempozyumu 21-23 Mayıs 2015 / Konya

Boyacı, D., 2012. Cbs-Uzaktan Algılama entegrasyonu ve örnek uygulama: uydu görüntülerinden detay ve otomatik öznelik tespiti, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.

Hofmann, P., (2001a), "Detecting Urban Features From IKONOS Data Using an Object-Oriented Approach, First Annual Conference of the Remote Sensing & Photogrammetry Society 12-14 September 2001, 28-33.

Baatz M. and Schape A. (2000). Multi resolution segmentation: an optimization approach for high quality multi scale image segmentation, Proceedings of Twelfth Angewandte Geographische Informations verarbeitung, Wichmann-Verlag, Heidelberg, ss.12-23.

Yiğit, A. Y. Ve Uysal, M. (2019). Nesne Tabanlı Sınıflandırma Yaklaşımı Kullanılarak Yolların Tespiti, *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 2019; 1(1);01-06



İNSANSIZ HAVA ARACI ile ELDE EDİLEN VERİLERDEN BİNALARIN TESPİTİ EXTRACTION OF BUILDINGS FROM DATA OBTAINED BY UNMANNED AERIAL VEHICLE

Adem KABADAYI*¹, Murat UYSAL¹

¹Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye

Anahtar Kelimeler:

İHA
Nesne Tabanlı Sınıflandırma
Detay Çıkartımı
Bina Tespiti

ÖZ

Mühendislik çalışmalarında veri toplama işlemi önemli süreçlerden biridir. Geçmişte zaman ve maliyet gerektiren veri temini işlemi teknolojinin gelişmesiyle birlikte daha kolay, pratik ve hızlı bir şekilde yapılabilmektedir. Veri toplama yöntemlerinden biri olan insansız hava araçları (İHA) farklı amaçlar doğrultusunda sıkça kullanılmaktadır. İHA'lar düşük maliyetli, hızlı ve yüksek hassasiyete sahip veri sağlamaktadır. Ancak İHA ile elde edilen ürünlerin büyük miktarda veri içermesi bu yöntemin önemli bir dezavantajıdır. Elde edilen bu verilerin tamamı mühendislik çalışmalarında kullanılacak nitelikte değildir. Bu sebeple büyük boyutlu verilerin değerlendirilmesi yapılırken gerek donanımsal gerekse de yazılımsal yetersizlikler ortaya çıkmaktadır. İHA ile elde edilen verilerin daha kolay değerlendirilmesi, yapılan projenin süresi ve maliyeti açısından önemlidir. İHA verilerinden detay tespit çalışması, daha önceleri manuel olarak operatörler tarafından yapılmaktaydı. Ancak günümüzde bilgisayar donanım ve yazılım alanındaki gelişmeler bu tespitlerin otomatik bir şekilde yapılmasına imkân sağlamıştır. Bu çalışmada da İHA ile havadan görüntüleme sureti ile bindirmeli bir şekilde görüntü verileri toplanmıştır. Daha sonra toplanan görüntü verileri fotogrametrik yöntem ile değerlendirilmiş ve çalışma alanına ait ortofoto ve sayısal yüzey modeli (SYM) gibi veriler üretilmiştir. Son olarak üretilen fotogrametrik ürünlerden nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi kullanılarak bina detayları tespit edilmiştir. Tespit çalışması sonucunda %94 lük bir başarı oranı yakalanmıştır.

ABSTRACT

Data collection is one of the most important processes in engineering studies. With the development of technology, the data acquisition process that requires time and cost can be made easier, more practical and faster. Unmanned aerial vehicles (UAV), which is one of the data collection methods, are frequently used for different purposes. UAVs provide cost-effective, fast and highly accurate data. However, the disadvantage of this method is that the products obtained by UAV contain big amounts of data. All of this data requires difficult processes to use in engineering. Therefore, when evaluating large data, both hardware and software deficiencies arise. Easier evaluation of the data obtained by UAV is important for the duration and cost of the project. The detail determination from the UAV data was previously done manually by the operators. Today, however, advances in computer hardware and software have enabled these determinations to be made automatically. In this study, image data were collected in an overlay manner by aerial imaging with UAV. Then, the collected image data were evaluated by the photogrammetric method and data such as orthophoto and digital surface model (DSM) of the study area were produced. Finally, building details were extraction by using an object-based classification method from photogrammetric products. As a result of the extraction, a success rate of 94% was achieved.

Keywords:

UAV
Object-Based Classification
Detail Extraction
Detection of Buildings

*Sorumlu Yazar

*(ademkabadayi@gmail.com) ORCID ID 0000 - 0002 - 4891 - 8131
(muysal@aku.edu.tr) ORCID ID 0000-0001-5202-4387

1. GİRİŞ

Dünyada insan nüfusun artması ile doğal kaynakların önemi bir kez daha anlaşılmıştır. İnsanların doğal kaynaklara ulaşmasının temel yolu topraktan geçmektedir. Bu noktada arazilerin değerlendirilmesi ve ölçülüp izlenmesi çok daha önemli bir hale gelmektedir. Günümüzde doğal kaynaklara ulaşmak için yapılan çalışmalarda artışlara paralel olarak yüksek doğrulukta konumsal bilgiye hızlı ulaşma ihtiyacı da artış göstermektedir. Bir alana ait ihtiyaç duyulan veriler daha önce geleneksel veri toplama yöntemleri ile elde edilmekteydi. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte yersel, hava ve uydu bazlı veri toplama yöntemleri referans bilgi ihtiyacına hız ve maliyet açısından büyük avantajlar sağlamaktadır. Modern veri toplama teknikleri ile toplanan veriler hızlı bir şekilde analiz edilmekte ve sonuçlar diğer disiplinlerle farklı amaçlarla kullanılmaktadır. Bu şekilde çalışmalar daha hızlı ve düşük maliyetli olmaktadır.

İHA'lar, klasik hava fotogrametrisinde kullanılan uçakların tersine objeye yakın ve düşük yüksekliklerde uçuş imkânı sunmaktadır. Ulaşımın zor olduğu ve insanlı hava araçlarının kullanılamayacağı bazı durumlarda İHA'lar alternatif bir yöntem olarak tercih edilmektedir. Ayrıca, küçük kapsamlı klasik hava fotogrametrisi uygulamalarında gereksiz veri hacmi ve yüksek maliyete karşılık HA'larına kullanılmasıyla büyük oranda tasarruf sağlanabilmektedir. İHA'lar yardımıyla gerçekleştirilen çalışmalar yersel fotogrametrideki hassasiyete yaklaşmakta ve veri işleme sürecinin kısa sürede tamamlanabilmesinden dolayı birçok farklı alanda uygulanma olanağı bulmaktadır (Eisenbeis, 2009). İHA teknolojisi son zamanlarda; harita yapımı, hacim hesaplamaları, 3 boyutlu model yapımı, kültürel mirasların belgelenmesi ve hobi amaçlı olmak üzere birçok disiplin tarafından farklı amaçlar doğrultusunda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Şenol ve Kaya (2019) 3 boyutlu model oluşturmak için modele ait, arazi çalışması yapılması gerektiğini söylemişlerdir. Bir yapıya ait 3 boyutlu model oluşturmak için veri toplama yöntemlerinin arasına İHA ile veri toplamayı da eklemişlerdir. Çalışmada kullandıkları veri toplama yöntemleri ile arazi çalışmasını minimum seviyeye çekmek istemişler ve bu amaçla ile arazide çalışma yapılmasına ihtiyaç olmadan veri toplamayı başarmışlardır. Ayrıca İHA, yersel ve sadece bina yüzeyine ait görüntülerden çeşitli yazılımlar ile model oluşturulabileceği bilgisini vermişlerdir.

İHA ile toplanan verilerin çok yoğun ve çok sayıda nesne grupları içermektedir. Bu yoğun bilgi içeren veri kümesinde hızlı ve etkili bir şekilde istenilen verinin çıkarımı birçok disiplin için önem arz etmektedir. Bir veriden otomatik bir şekilde detay çıkarma çalışmaları, zaman ve maliyet açısından büyük avantaj sağlamaktadır. Bu yüzden havai görüntü verilerinde detay çıkarma ve

sınıflandırma çalışmaları gün geçtikçe daha da önem kazanmaktadır. Görüntü verilerinden detay çıkarma ve sınıflandırma çalışmaları, tüm detay nesnelere kapsayacağı gibi bazı nesne gruplarını da kapsayabilmektedir. Bu nesne gruplarının tespitinde nesne ve piksel tabanlı sınıflandırma yöntemleri kullanılmaktadır. Nesne tabanlı yöntem ile daha iyi sonuçlar elde edilebilmektedir.

Kaynarca ve Demir (2017) ortofoto görüntüsü üzerinden nesne tabanlı sınıflandırma yöntemiyle karayolu üzerindeki küçük ve büyük araçları tespit etmeye çalışmışlardır. Çoklu çözünürlüklü segmentasyon ile görüntüde farklı ölçek, şekil ve bütünlük parametreleri değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucu seçilen küçük ölçek ve şekil parametresi daha küçük nesnelere (otomobil vb.), büyük ölçek ve şekil parametresi ile büyük nesnelere (otobüs, kamyon vb.) çıkarılmışlardır. Genişlik parametrelerini ise otomobil ve kamyon/otobüs türü araçların büyüklüğüne göre belirlemişler. Çalışma sonucunda, özellikle büyük araçlarda (kamyon ve otobüste) %100 doğruluk elde etmişler, otomobillerde ise bu oranın düştüğünü belirtmişlerdir.

Yiğit ve Uysal (2019) İHA yardımıyla çektikleri havai görüntülerden ortofoto görüntü verisi üretmişlerdir. Ürettikleri ortofoto görüntü verisinde, nesnelere ait yoğun detay verilerinin bulunduğunu belirtmişler. Bu yoğun detay verilerinin hızlı bir şekilde belirlenmesi gerektiğini ve bu amaçla birçok yöntemin bulunduğunu söylemişlerdir. Daha sonra ortofoto görüntülerinden nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi kullanarak yol tespiti yapmışlardır. Çalışmalarında maskeleyme yapmadan birden fazla indeks kullanarak otomatik bir şekilde yolların tespit edilebileceğine değinmişlerdir. Yolların, kaldırım ve ağaç gölgeleri gibi nesnelere dolayı çok fazla kesintiye uğradığından bahsetmişler ve bir sonraki çalışmada bu tarz sorunların nasıl aşılacağı hakkında öneri vermişlerdir.

Bu çalışmada, 169 hektarlık bir alanda ait havai görüntüler İHA ile toplanmıştır. İHA tarafından %80 enine, %70 boyuna bindirmeli olarak çekilen görüntüler fotogrametrik yöntemle değerlendirilmiştir. Değerleme sonucunda üretilen ortofotodan maskeleyme yapılmadan nesne tabanlı sınıflandırma yöntemiyle bina çıkarımı yapılmıştır.

2. İHA

2.1. İHA Tanımı

İHA'nın birçok kurum ve kuruluş tarafından farklı tanımları mevcuttur. Bunlara ek olarak akademik araştırmacılar tarafından yapılan tanımlar da bulunmaktadır.

Örneğin Kuzey Atlantik Antlaşması Örgütü (North Atlantic Treaty Organization-NATO)'ne göre; İHA'nın tanımı, insan dışı uzaktan kumanda ile otonom bir şekilde hareket edebilen, ana gövdeden

yüklenip çıkartılabilen ve indirilebilen yararlı bir veri toplama ve iletme aracıdır.

Küresel Hava Trafik Yönetimi Operasyonel Konsepti (The Global Air Traffic Management Operational Concept) uyarınca insansız hava aracı; içerisinde pilotu bulunmayan araçlar olarak tanımlanmaktadır.

Kahveci ve Can (2017) yaptıkları bir çalışmada İHA'yı: İçinde pilotu ve yolcusu olmayan, sadece amaca uygun ekipman (video kamera, fotoğraf makinesi, GNSS, lazer tarama cihazı, vb.) taşıyan, uzaktan kumandalı ve/veya otomatik olarak görevini icra edebilen bir çeşit uçak olarak tanımlamışlardır.

Torun (2017) İHA tanımı olarak: Pilotsuz hava aracı sistemi, uzaktan pilotaj kontrol sistemi ve bu ikisi arasında komuta-kontrol iletişim ortamı olmak üzere oluşan üç bileşenden oluşan entegre sistemler bütünü, demiştir.

Ayrıca Drone terimi İHA terimi ile eşanlamlıdır. Hobi amaçlı kullanımlar için Drone, askeri amaçlı kullanımlar için İHA terimi kullanılmaktadır. Son zamanlarda Türk Dil kurumunun yabancı sözcükleri Türkçeleştirme çalışmalarında Drone teriminin karşılığını uçangöz olarak verilmiştir.

2.2. İHA Tarihçesi

İHA'ların tarih sahnesinde ilk kullanımı, 1849 yılında Avusturyalıların İtalyan şehri Venedik'e patlayıcı doldurulmuş insansız balonlar kullanarak saldırmasıyla ortaya çıkmıştır. Amerika Birleşik Devletleri, 1916'da I.Dünya Savaşı sırasında İHA teknolojisini askeri amaçlar doğrultusunda geliştirmeye başlamıştır. I. Dünya savaşını izleyen yıllarda İHA'lar üzerine çalışmalar yapılmıştır. Reginald Denny 1935 yılında, ilk uzaktan kumandalı İHA'yı geliştirmiştir. II. Dünya Savaşı'nda İHA'lar askeri amaçlı olarak birçok farklı modelde üretilmiştir (URL 1).

Diğer bir deyişle, askeri İHA pazarı hızla gelişme gösterdi. Son yıllarda İHA'ların geliştirilmesi ve sivil kullanıma açılması çok başarılı sonuçlar vermiştir. İHA'ların askeri amaçlar dışında kullanılması ile diğer alanlarda farklı amaçlar doğrultusunda kullanımı artmıştır.

Sonuç olarak, İHA'lar özellikle son yıllarda tüm sektörlerde büyük ilgi görmüştür ve kullanım alanları gün geçtikçe artmaktadır. Araştırmalara göre, 2015-2025 yılları için tahmin edilen İHA'ların toplam pazar payı 90 milyar dolar civarındadır (SDI, 2015). Bu da yılda yaklaşık 10 milyar dolarlık bir pazar anlamına geliyor. Bu kadar büyük bir pazara rağmen, konuyla ilgili yasal çalışmalar, ihtiyaçları karşılamak için henüz tamamlanamamıştır (Kahveci ve Can, 2017).

2.3. İHA'ların Sınıflandırılması

İHA'lar genel olarak Tablo 1'de gösterildiği gibi beş başlık altında sınıflandırılabilir.

Tablo 1. İHA'ların Sınıflandırması

Ağırlıklarına Göre	Uçuş Yöntemine Göre	Kalkış Yöntemine Göre	İniş Yöntemi	Kullanım Amacına Göre
İHA0 (0.5-4kg)	Sabit kanatlı	Rampadan fırlatılan	Gövde üzerine	Hobi
İHA1 (4-25kg)	Döner kanatlı	El ile fırlatılan	Dikey iniş	Ticari
İHA2 (25-15kg)			Paraşütle iniş	
İHA3 (≥150kg)				

2.4. İHA Çalışma Prensipleri

Tipik bir dört pervaneli İHA, ağırlığı azaltmak ve manevra kabiliyetini artırmak için hafif kompozit malzemelerden yapılmıştır. Bu kompozit malzeme kuvveti, İHA'ların yüksek irtifalarda seyir etmelerini sağlar. İHA'lar; kızılötesi kameralar, GPS ve lazer gibi yüksek teknolojiyle donatılmıştır.

Bir İHA; uçuş kontrol sistemi, bir veri bağlantı sistemi, bir fırlatma/kalkış sistemi ve bir güç kaynağı sisteminden oluşur. İnsansız hava aracının ön kısmı tüm sensörlerin ve seyir sistemlerinin bulunduğu yerdir. Geri kalan alanda yazılımsal ve donanımsal sistemler bulunmaktadır.

İHA, pervaneleri manuel olarak kontrol eden elde tutulan bir uzaktan kontrol vericisi ile manuel olarak kontrol edilir. Kontrol ünitesi üzerindeki çubuklar farklı yönlerde hareketlere izin verir ve trim düğmeleri İHA'yı dengelemek üzere ayarlanmasını sağlar. Ayrıca uzaktan kontrol sistemindeki ekranlar, sabit kameradan canlı video görüntüleri almak ve görüntülemek için de kullanılabilir.

İHA'lar ayrıca belirli bir yükseklikte belirlenen bir hat üzerinde GPS yardımıyla bağımsız bir şekilde uçurulabilir. Bu tür otonom uçuş özellikleri giderek daha yaygın hale gelmektedir. Son yıllarda gözlemlenen sivil İHA teknolojilerine olan ilginin önemli sebeplerinin başında bu özellik gelmektedir.

2.5. İHA Kullanım Alanları

İHA farklı amaçlar doğrultusunda birçok disiplin tarafından kullanılmaktadır. İHA kullanım alanları genel olarak aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir.

- Haritacılık (Haritalama, 3B modelleme, ortofoto vb. fotogrametrik ürünler, stok ve hacim ölçümler vs. (Kaya ve ark., 2019))
- İstihbarat ve güvenlik amaçlı
- Tarım uygulamaları
- Sınır güvenliği
- Kentsel dönüşüm
- Fotografcılık
- Madencilik
- Sağlık

- Afet yönetimi
- Arama kurtarma çalışmaları
- Nakliye (Kargo taşıma, yemek siparişi)
- Askeri amaçlı

2.6. İHA Avantaj ve Dezavantajları

Avantajları

- Görev sırasındaki olası kazalarda can kaybı yaşanma ihtimali çok düşüktür.
- Tecrübeli eleman ihtiyacı pilot yetiştirme maliyetine göre daha düşüktür.
- Riskli durumlarda ve ulaşılamayan bölgelerde rahatlıkla kullanılabilmesi
- İnsanlı uçaklara göre yapım maliyetinin düşük olması
- Elektroptik sistemler ile gece ve gündüz hizmet vermektedir.

Dezavantajları

- Havada kalma süresinin kısa olması
- Uçuş yüksekliğinin sınırlı olması
- Taşıma kapasitesinin düşük olması
- Tehlike algılama yeteneği pilotlu İHA'lara göre daha zayıftır.
- İHA ile bağlantının kopması durumunda tehlike oluşturabileceği
- Rüzgâr gibi hava şartlarından etkilenmesi
- Hava saldırılarına ve savunma sistemlerine karşı savunmasızdır.

2.7. İHA Haritalama Yazılımları

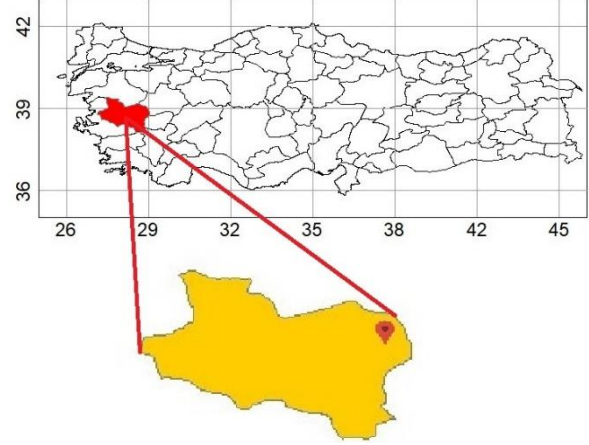
İHA'lar ile yüksek çözünürlüklü görüntüler yakalamak çok önemlidir. Görüntüleri gerçek haritalara ve modellere dönüştürmek için en iyi fotogrametri yazılımını kullanmak aynı derecede önem arz etmektedir. Üst seviye İHA haritalama yazılımlarından bazıları şöyledir;

- DroneDeploy 3D Mapping Solutions
- Pix4D Mapper Fotogrametri Yazılımı
- AutoDesk ReCap Fotogrametri Yazılımı
- Maps Made Easy
- 3DF Zephyr Fotogrametri Yazılımı
- Agisoft PhotoScan Fotogrametri Yazılımı
- PrecisionHawk Precision Mapper/Viewer
- Open Drone Map
- ESRI Drone2Map For ArcGIS
- PhotoModeler UAS

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak Manisa ilinin Selendi ilçesine bağlı Çamköy kırsalı seçilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma Alanı

Çalışma bölgesinin koordinatları 38° 48' 21" Kuzey enlemi, 29° 01' 54" Doğu boylamıdır.

3.2. Veri Temini

Havai görüntüler DJI Phantom 4 Pro ile çekilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Phantom 4 Pro İHA (URL-2)

Şekil 3' te gösterilen Yer Kontrol Noktası (YKN) ölçümü için GNSS Alıcısı kullanılmıştır.



Şekil 3. Örnek YKN

3.3. Metot

Çalışmada fotoğraf verilerin işlenmesi için fotogrametri yöntemi, detay tespiti çalışması için nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi tercih edilmiştir.

4. UYGULAMA

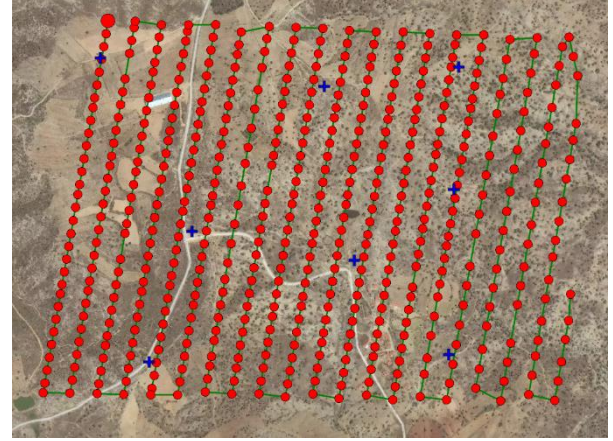
Uygulama arazi ve ofis kısmı olarak ikiye ayrılmıştır.

4.1. Arazi Çalışması

İHA ile çekilen fotoğrafların daha hassas dengelenmesi için arazide belli noktalardan koordinat ve yükseklik değerleri ölçülmüştür. Bu işlem için hassas GNSS alıcısı kullanılmıştır. Araziye 8 adet YKN tesis edilmiştir. YKN'ler 300 metreyi geçmeyecek şekilde, eğimin ve yüksekliğin değiştiği yerler dikkat edilerek homojen bir şekilde dağıtılmıştır. YKN'ler hassas GNSS alıcısı ile iki kez ölçülmüştür. İki ölçüm arasında en az 1 saat olmasına dikkat edilmiştir.

YKN tesisi ve ölçümü gerçekleştirildikten sonra İHA ile arazinin fotoğraflanması işlemine geçilmiştir. Fotoğraf görüntü alımı için; Yer Örneklem Aralığı (YÖA-GSD) 5-7 cm. aralığında, 80 metre yükseklikten, boyuna bindirme oranı %80 ve enine bindirme oranı %60 olacak şekilde uçuş planlanması hazırlanmıştır.

Uçuş planlamasına göre arazide çekilen fotoğrafların konumu (kırmızı) ve YKN noktalarının konumu (Mavi) Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 4. YKN ve araziye ait fotoğraf çekim konumları

4.2. Ofis Çalışması

4.2.1. Ön Hazırlık

İlk olarak arazide tesis edilip GNSS alıcısı ile okunan 8 adet YKN'lerin koordinat ve yükseklik dengelenmesi yapılmıştır (Tablo 2). Daha sonra GNSS alıcısı ile elipsoit yükseklikleri ölçülen YKN'lerin Helmert ortometrik yüksekliklere dönüşümü yapılmıştır.

Tablo 2. YKN'lerin Dengelemesi

N. NO	GNSS Alıcısı ile Yapılan Ham Değerler			Dengelenmiş Değerler		
	Y	X	Elipsoit Yükseklik	Y	X	Elipsoit Yükseklik
P.1	415860.442	4297524.131	964.024	415860.435	4297524.149	964.039
	415860.427	4297524.167	964.053			
P.2	415422.357	4297606.994	1004.662	415422.354	4297606.986	1004.680
	415422.350	4297606.978	1004.698			
P.3	415302.757	4297255.997	990.008	415302.754	4297255.990	990.033
	415302.750	4297255.982	990.057			
P.4	415179.882	4298077.213	1018.420	415179.876	4298077.209	1018.441
	415179.869	4298077.204	1018.462			
P.5	415784.142	4297993.882	1018.565	415784.123	4297993.882	1018.579
	415784.103	4297993.881	1018.593			
P.6	416148.289	4298042.241	998.427	416148.295	4298042.253	998.447
	416148.301	4298042.265	998.466			
P.7	416131.808	4297712.393	979.976	416131.820	4297712.372	979.984
	416131.831	4297712.351	979.992			
P.8	416113.006	4297267.078	950.160	416113.005	4297267.076	950.161
	416113.004	4297267.073	950.161			

4.2.2. İHA Görüntülerinin Fotogrametrik Olarak İşlenmesi

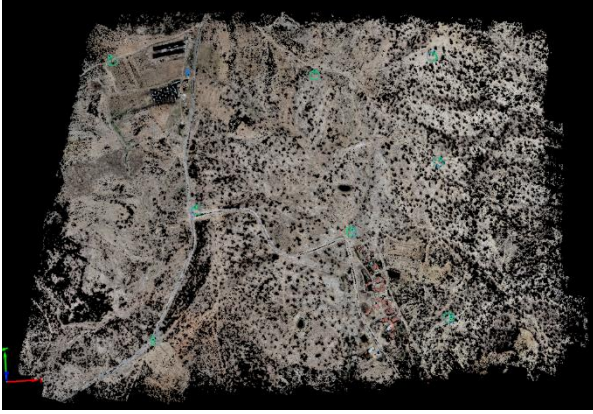
Fotogrametri; fotografik görüntülerin ve elektromanyetik enerjinin kayıt, ölçme ve yorumlanması sonucu fiziksel cisimler ve bunların

çevresine ilişkin bilgileri oluşturan ve bu bilgilerin analizini yapan bir bilim dalıdır (URL-3).

Fotogrametrik yöntemle 3B model oluşturmada SFM yöntemi kullanılmaktadır. SFM, Türkçe'ye hareket Tabanlı Yapısal Algılama olarak çevrilmiştir. Structure from motion (SFM) fotogrametri tekniği, bilgisayar donanımı ve yazılım

yeteneklerinin gelişmesine paralel olarak son yıllarda giderek daha popüler hale gelen maliyet etkin ve pratik bir modelleme aracı olarak ortaya çıkmıştır. (Westoby vd., 2012).

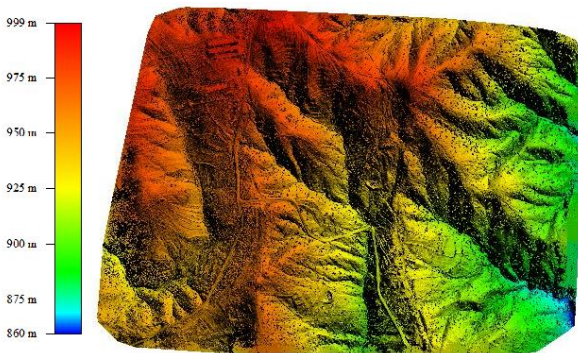
Çalışma alanına ait İHA ile elde edilen fotoğraflar, Pix4D yazılımında değerlendirilmiştir. Değerleme sonunda çalışma alanına ait nokta bulutu (Şekil 5), ortofoto görüntüsü (Şekil 6) ve SYM (Şekil 7) verileri elde edilmiştir.



Şekil 5. Pix4D yazılımında üretilen nokta bulutu



Şekil 6. Pix4D yazılımında üretilen ortofoto görüntüsü



Şekil 7. Pix4D yazılımında üretilen SYM verisi

Pix4D yazılımında dengelemede kullanılan YKN'lere ait koordinat hata değerleri Tablo 3'te konum hata değerleri Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 3. YKN'lere ilişkin Pix4D Yazılımından elde edilen X,Y,Z Koordinatlarının Hata Değerleri

Fotogrametrik Dengeleme Sonucu Elde Edilen Koordinat Hata Değerleri						
	Vi fark (cm)			ViVi Fark (cm2)		
	Vx	Vy	Vz	VxVx	VyVy	VzVz
P1	0.40	0.30	-0.10	0.16	0.09	0.01
P2	-0.30	-1.00	-0.10	0.09	1.00	0.01
P3	-0.40	0.00	0.30	0.16	0.00	0.09
P4	0.10	-0.10	-0.40	0.01	0.01	0.16
P5	0.80	-0.50	0.10	0.64	0.25	0.01
P6	0.40	0.20	0.30	0.16	0.04	0.09
P7	-0.30	1.20	-0.10	0.09	1.44	0.01
P8	-0.80	-0.20	-0.10	0.64	0.04	0.01

Tablo 4. Pix4D yazılımından elde edilen YKN koordinatlarının konum hatası

	Vi Farklar (cm)		
	Vx	Vy	Vz
Vmin	0.1	0	0.1
Vmax	0.8	1	0.4
Vort	0.4	0.4	0.2
m	0.5	0.6	0.2
mxyz	0.86		

4.3. Detay Çıkarımı

Pix4D yazılımı aracılığıyla fotogrametrik olarak üretilen ortofoto ve SYM verileri üzerinde bina tespiti yapmak amacıyla Definiens eCognition yazılımı kullanılmıştır. Definiens eCognition yazılımında detay çıkarımı yapmak amacıyla nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi uygulanmıştır. Definiens eCognition yazılımında detay çıkarım çalışması 2 aşamadan oluşmaktadır. Bunlar segmentasyon ve sınıflandırma aşamasıdır.

4.3.1. Segmentasyon

Segmentasyon, görüntüdeki belirleyici nitelikleri temel olarak homojen görüntü nesnelere (segment) oluşturma işlemidir. Esas olarak, görüntü nesnelere ilgilenilen gerçek yeryüzü nesnelere karşılık gelmelidir. Segment ve özelliklerini belirleme işlemi sınıflandırmanın temelini oluşturduğundan, segmentasyon işlemi nesne tabanlı sınıflandırmanın en önemli aşamasıdır (Tonbul ve Kavzaoglu, 2017).

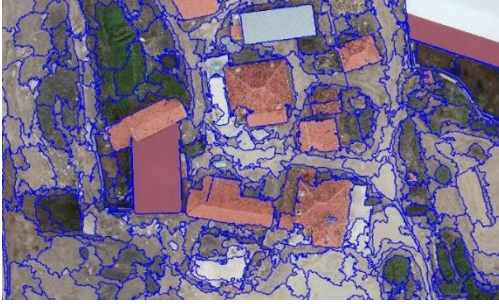
Definiens eCognition yazılımında segmentasyon işleminde ölçek, şekil ve yoğunluk parametreleri değerleri uygulanarak anlamlı nesnelere oluşturulur. Ölçek, şekil ve yoğunluk parametreleri her projeye has kendine özgü değerler içermektedir. Bu nedenle segmentasyon aşamasında girilen değerler deneme yanılma

yoluyla en uygun olanlar seçilmelidir. Belirlen bu üç parametre arasında en önemlisi ölçek parametresidir.

Bu çalışmada tablo 5'deki değerlere göre segmentasyon işlemi yapılmıştır. Segmentasyon sonunda oluşan görüntü Şekil 8'de verilmiştir.

Tablo 5 : Segmentasyon parametresi

Parametre	Değer
Ölçek	150
Şekil	0.2
Yoğunluk	0.8



Şekil 8. Segmentlere ayrılmış nesnelere

4.3.2. Sınıflandırma

eCognition yazılımında genel olarak 2 tür sınıflandırma yöntemi mevcuttur. Bunlardan birincisi oluşan segmentler üzerinden sınıf hiyerarşisine göre alınan örneklere dayanan en yakın komşuluk (nearest neighbour) sınıflandırma algoritmasıdır. eCognition yazılımında ikinci sınıflandırma yöntemi ise tematik sınıflar için o sınıflara ait özelliklerin ve eşik değerlerinin bu sınıflar için oluşturularak bir karar seti dosyasının oluşturulması şeklindeki yöntemdir. Bu yöntemde her sınıf için hangi segmentasyon aşamasında sınıflandırmanın yapılacağı, hangi banttaki hangi aralığın bu sınıfa atanacağı, hangi alansal ve dokusal özelliklerin sorgulanacağı gibi birçok özellik bu tematik sınıfların içine girilebilir. Böylece oluşan segmentler ek bilgilerle desteklenerek görüntü üzerinden bilgi çıkarımı yapılabilmektedir, ayrıca her aşamada parametreler güncellenerek ve eklenerek hem esnek bir yapı, hem de

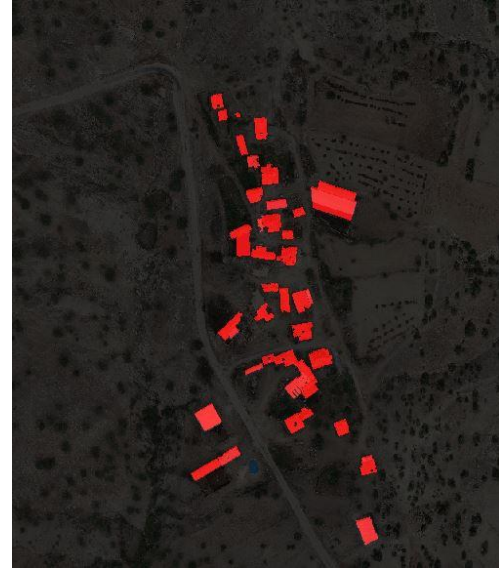
güncellenebilir bir karar seti oluşturulmuş olur (Kalkan ve Maktav, 2010).

Bu çalışmada da ikinci olarak bahsedilen sınıflandırma yöntemi tercih edilmiştir. İlk olarak segmentasyon aşamasında segmentlere ayrılan nesnelere incelenmiş ve binalara ait segmentlerin değerleri araştırılmıştır. Daha sonra sınıflandırmada kullanılacak olan indeksler tanımlanmış ve uygun aralıklar belirlenerek sınıf atamaları gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırma da kullanılan indeksler ve formülleri Tablo 6'da verilmiştir.

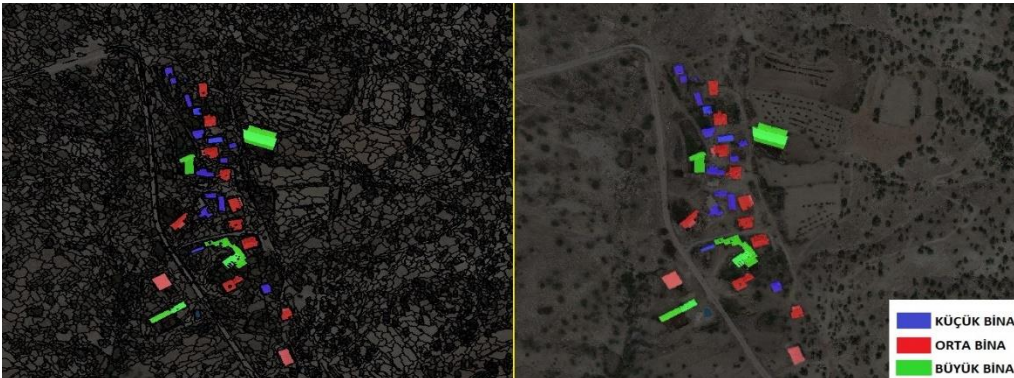
Tablo 6. Sınıflandırmada kullanılan indeksler

GRI=	$\left(\frac{Green}{Red+Green+Blue}\right) \times 100$
RRI=	$\left(\frac{Red}{Red+Green+Blue}\right) \times 100$
GRVI=	$\left(\frac{Green-Red}{Green+Red}\right)$

Çalışmada bina ve bina dışı olmak üzere 2 sınıf oluşturulmuştur (Şekil 9). Ayrıca binalar; piksel değerlerine göre küçük, orta ve büyük olarak farklı sınıf ve renklerde gösterilmiştir (Şekil 10).



Şekil 9. Tespiti yapılan binalar



Şekil 10. Binaların piksel sayılarına göre renklendirilmesi

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, ortofoto görüntülerinden nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi kullanılarak binaların tespitinin yapılabileceği irdelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda ilk olarak kırsal bir yerleşim yeri test alanı olarak seçilmiştir. Çalışma alanı olarak seçilen kırsal alanda 15 küçük, 13 orta ve 4 büyük olmak üzere toplam 32 adet bina vardır. Nesne tabanlı sınıflandırma çalışması sonucunda, 30 adet bina başarılı bir şekilde tespit edilerek başarı oranı %94 bulunmuştur. Nesne tabanlı olarak yapılan sınıflandırmada çalışmasında, büyük binaların küçük binalara göre daha iyi çıkarıldığı gözlemlenmiştir. Yöntemin başarısı, sınıflandırma sürecinde kullanılan ortofoto verilerinin doğruluğu ile orantılıdır.

Nesne tabanlı yaklaşımın detay çıkarımında büyük oranda başarı sağladığı görülmektedir. Sınıflandırma işlemi tamamen otomatik olarak yapılmaktadır. Bu nedenle, sınıflandırma işlemi operatör tarafından yapılan detay tespitinden daha hızlı yapılmaktadır.

KAYNAKÇA

Eisenbeis, H. (2009). UAV photogrammetry. Zurich, Switzerland:: ETH.

ICAO, (2005). Global AirTraffic Management OperationalConcept, First Edition 2005, DOC 9854, AN/458.

Kahveci, M. ve Can, N. (2017). İnsansız Hava Araçları: Tarihçesi, Tanımı, Dünyada Ve Türkiye'deki Yasal Durumu. S.Ü. Müh. Bilim ve Tekn. Derg., c.5, s.4, ss. 511-535, 2017, DOI: 10.15317/Scitech.2017.109

Kalkan, K. Ve Maktav, D. (2010). Nesne Tabanlı Ve Piksel Tabanlı Sınıflandırma Yöntemlerinin Karşılaştırılması (İkonos Örneği). III. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, 11 - 13 Ekim 2010, Gebze - KOCAELİ

Kaya, Y., Şenol, H.İ., Memduhoğlu, A., Akça, Ş., Ulukavak, M., Polat, N. (2019). Hacim Hesaplarında İHA Kullanımı: Osmanbey Kampüsü Örneği. Türkiye Fotogrametri Dergisi, 2019; 1(1); 07-10

Kaynarca, M. ve Demir, N. (2017). Nesne Tabanlı Sınıflandırma İle Karayolunda Bulunan Araçların Tespiti. AKÜ FEMÜBİD 17, (2017); Özel Sayı (12-17)

MJ Westoby, J Brasington, NF Glasser, MJ Hambrey ve JM Reynolds. (2012). Structure From Motion photogrammetry: A low cost, effective tool for geoscience applications” Geomorphology, 179:300-314

SDI. (2015). Strategic Defence Intelligence, The Global UAV Market 2015-2025. Erişim Adresi: <https://store.strategicdefenceintelligence.com/report/df0060sr--the-global-uav-market-2015-2025/>. Erişim Tarihi: 25.10.2019

Şenol, H.İ. ve Kaya, Y. (2019). İnternet Tabanlı Veri Kullanımıyla Yerleşim Alanlarının Modellenmesi: Çiftlikköy Kampüsü Örneği. Türkiye Fotogrametri Dergisi, 2019; 1(1); 11-16, Türkiye

Tonbul, H. ve Kavzaoğlu, T. (2017). Nesne-Tabanlı Sınıflandırmada Segmentasyon (Bölütleme) Kalitesinin Sınıflandırma Doğruluğu Üzerine Etkisinin İncelenmesi. AKÜ FEMÜBİD. 2017 Özel Sayı (118-125)

Yiğit, A.Y. ve Uysal M. (2019). Nesne Tabanlı Sınıflandırma Yaklaşımı Kullanılarak Yolların Tespiti. Türkiye Fotogrametri Dergisi, 2019; 1(1); 17-24, Türkiye.

Torun, A. (2017). İnsansız Hava Aracı (İHA) Sektöründe Trend: İHA Fotogrametrisi Bakışıyla. AKÜ FEMÜBİD. 2017.

URL-1 Erişim Adresi: <https://www.ad-drone.com/ihalarin-tarihcesi/> Erişim Tarihi: 25.10.2019

URL-2 Erişim Adresi: <https://www.dji.com/phantom-4-pro-v2> Erişim Tarihi: 25.10.2019

URL-3 Erişim Adresi: <https://www.haritaci.com.tr/fotogrametri-nedir> Erişim Tarihi: 25.10.2019



Araştırma Makalesi

**İHA İLE MULTİSPEKTRAL KAMERALARDAN SAĞLANAN GÖRÜNTÜLER YARDIMIYLA
BİTKİ TÜRLERİNİN SINIFLANDIRILMASI
CLASSIFICATION OF VEGETATION SPECIES WITH MULTI-SPECTRAL CAMERA BY USING
UNMANNED AERIAL VEHICLES**

Yusuf DOĞAN*¹, Ferruh YILDIZ¹

¹Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Konya, Türkiye

Anahtar Kelimeler:

Uzaktan Algılama
İHA
Bitki Türü
Multispektral Kamera
Yonca
Soya

Keywords:

Remote sensing
UAV
Vegetation
Multispectral Camera
Clover
Soybean

ÖZ

Yeryüzündeki bitki örtüsü türlerinin ayırt edilmesi uzaktan algılama çalışmalarında yoğun olarak kullanılmaktadır. Uydu görüntüleri kullanılarak yapılan bu uzaktan algılama çalışmaları, uyduların gerek her zaman aynı yerden görüntü elde edememesi gerekse yer örnekleme aralıklarından kaynaklanan sebeplerle zamansal ve mekânsal çözünürlükleri yüksek hassasiyet ve doğruluk istenen çalışmalarda yetersiz kalmaktadır. Bu çalışmada, son zamanlarda hızla artan ve yaygınlaşan İnsansız Hava Aracı (İHA) teknolojisinin esnek hareket kabiliyetine sahip olması nedeniyle sunmuş olduğu olanaklar üzerinde bir uygulama gerçekleştirilmiştir. İHA'ların istenilen zaman ve yer örnekleme aralığına uygun yükseklikte uçurulabilmesi esnek hareket kabiliyetine sahip olmasını sağlamaktadır. İHA üzerine yerleştirilen multispektral kameradan elde edilen görüntüler ile yeryüzündeki bitki örtüsü türlerinin tespiti yapıp sınıflandırılarak arazi kullanımlarının belirlenmesi ve ürün verimliliğinin araştırılması gibi konular uzaktan algılama çalışmalarına yeni bir bakış açısı kazandırabilir. İHA üzerine monte edilen kameranın elde ettiği yeşil, kırmızı, kırmızı-kenar ve yakın kızıl ötesi görüntüler kullanılarak yonca ve soya bitkilerinin tespit edilebilirliği incelenmiştir. Multispektral görüntülerden oluşturulan kompozit görüntüler yardımıyla tür sınıflandırması yapılmıştır.

ABSTRACT

The distinction between the types of vegetation on earth is used extensively in remote sensing studies. Remote sensing studies using satellite imagery are inadequate in the studies requiring high accuracy and precise in temporal and spatial resolutions caused by frequency of revisit time and ground sample distance. In this study, an application was performed with the opportunities offering flexible mobility of unmanned aerial vehicle (UAV) technology which is rapidly increasing and widening recently. UAVs have flexible mobility thanks to the ability to fly at an altitude proper for the desired time and ground sampling distance. The multispectral imagery acquired from a camera mounted on a UAV. Determining the land uses and researching the product efficiency by classifying the species of vegetation on earth can give a new perspective to the remote sensing studies by using the images obtained from the multispectral camera mounted on the UAV. Detectability of clover and soybean was investigated using green, red, red-edge and near-infrared imagery obtained from multispectral camera. Vegetation classification was carried out by composite imagery created from multispectral imagery.

***Sorumlu Yazar**

*(yusufdogan89@gmail.com) ORCID ID 0000-0001-8564-7839
(fyildiz.ktun.edu.tr) ORCID ID 0000 - 0003 - 1248 - 8923

e-ISSN:2687-6094 / DOI: XXXXXXXXXXXXX

Geliş Tarihi: 20/11/2019; Kabul Tarihi: 17/12/2019

1. GİRİŞ

Yer sathını gözleme uydularından elde edilen multispektral görüntüler birçok soruna çözüm bulmak amacıyla uzaktan algılama çalışmaları dâhilinde kullanılmaktadır (Orhan ve Yakar, 2016; Orhan vd. 2014; Orhan vd., 2019; Kuşak ve Küçükali, 2019; Comert vd., 2019)). Son zamanlarda İHA sistemleri de multispektral görüntü elde etme amacıyla kullanılmaya başlanmıştır. İHA'lar genellikle küçük alanlarda hızlı veri toplama, yüksek doğruluklu düşük maliyetli haritalama için uygun olduğundan çeşitli uygulamalar için kullanılabilir (Ahmad vd., 2013). İHA tabanlı spektral görüntüleme kullanımı, yüksek çözünürlüklü uzaktan algılama uygulamalarında önemli avantajlar sunmaktadır. Bununla birlikte, bir İHA üzerine monte edilebilen sensörlerin sayısı sınırlıdır ve spektral bantların optimal kombinasyonunun seçilmesi karmaşıktır ancak geleneksel İHA-tabanlı çoklu-görüşlü görüntüleme sistemleri için çok önemlidir (Ishida vd., 2018). Bitki örtüsünü ayırt etme yeteneği, İHA'ların görüntü spektrumu (kamera tipi), mekansal (uçuş yüksekliği) ve zamansal (çalışma tarihi) çözünürlüklerinden önemli ölçüde etkilenmiştir. (Peña vd., 2015). Küçük termal, lazer veya spektral sensörler ile donatılmış insansız hava araçlarının kullanımı, meralar, ormanlar ve tarımsal ortamlardaki uygulamaların modellenmesi, haritalanması ve izlenmesi için umut verici bir alternatif olarak ortaya çıkmıştır (Salamí vd., 2014). Bitki örtüsü tespiti için İHA'lara monte edilen sensör sistemleri genellikle pasif sistemler olup güneşten yansıyan ışınları kullanırlar. Pasif optik sistemler ve özellikle hiperspektral sistemler genel olarak aktif SAR veya LiDAR sensör sistemlerine göre ağaç türlerinin sınıflandırılması için daha yüksek potansiyel göstermiştir (Fassnacht vd., 2016).

Somers ve Asner (2014) çalışmalarında spektral ve zamansal verileri kullanarak irdeledikleri yaklaşımları sonucunda her pikselde mevcut olan ağaç türleri arasındaki spektral ayrımı optimize edebildiklerini belirtmektedir. Bitki türlerinin spektrumlara göre ayırt edilmesi konusunda yapılan çalışmalarda kırmızı kenar spektrumunun oldukça etkili olduğu gözlemlenmiştir. Kırmızı kenar spektrumu bitki örtüsü yapı parametrelerine duyarlıdır, bitkilerin geniş yaprak ve Yaprak Alan Endeksi (LAI) bitkinin ayırt edilmesi için kırmızı kenar bölgesini iyi bir seçim haline getirmektedir (Jia vd., 2011).

Adam ve Mutanga (2009) yeşil yaprakların yakın kızılötesi ve kırmızı kenar bölgelerinde en büyük çeşitliliğe sahip olduğunu belirterek elektromanyetik spektrumun kırmızı kenar ve kızıl ötesi bölgelerinin tür tespiti ve ayırt etmedeki önemini çalışmalarında doğrulamıştır. Bitki örtüsü ayırt edilmesinde birçok sınıflandırma tekniği kullanılmaktadır. Dudley vd. (2015) bitki örtüsü fenolojisindeki mekansal ve zamansal değişimlere

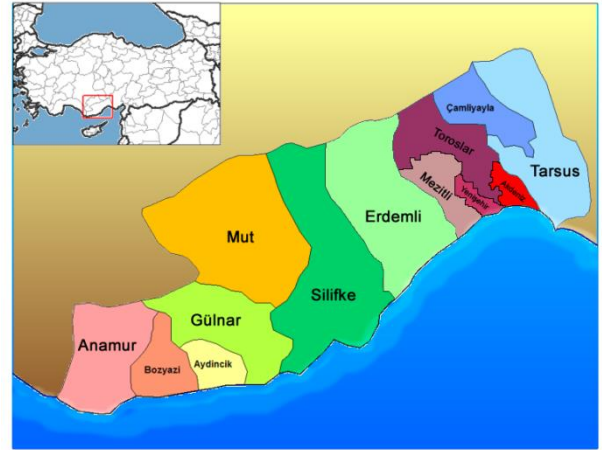
bağlı olarak spektral yansımadaki değişkenlik sebebiyle doğru bitki örtüsü sınıflandırmasında oluşan sorunlara çözüm bulmak için Çoklu Son Eleman Spektral Karışım Analizi (MESMA) yöntemini kullanmışlardır. Tuz bataklıkları bitki toplulukları üzerinde yapılan bir çalışmada Doğrusal Ayırıcı Analiz (LDA) ve parametrik olmayan sınıflandırma ve regresyon ağacı (CART) tekniklerinin karşılaştırması yapılmıştır. Kahve tarlaları ve doğal bitki örtüsü arasında ayırım yapmanın zor olduğu bölgelerde yapılan bir çalışmada kontrollü sınıflandırma tekniği kullanılmıştır (Martínez-Verduzco vd., 2012). Anchang vd. (2016) uydu görüntülerinden kentsel bitki örtüsü haritalama çalışmalarında kontrolsüz sınıflandırmanın maliyetli alan çalışmasından ziyade görüntü elde etmede kaynaklara daha fazla odaklanmasını sağladığından bir avantaj sağladığını belirtmektedir. Sınıflandırma çalışmalarında bitki türlerine göre yukarıdakiler gibi çeşitli teknikler kullanılmaktadır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

2.1.1. Çalışma alanı

Çalışma alanı Mersin ili Tarsus ilçesinde bulunan Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne ait arazide yapılmıştır (Şekil 1 ve 2). Arazide ekili olan soya ve yonca bitkilerinin multispektral görüntüler vasıtasıyla ayırt edilmesi amaçlanmıştır.

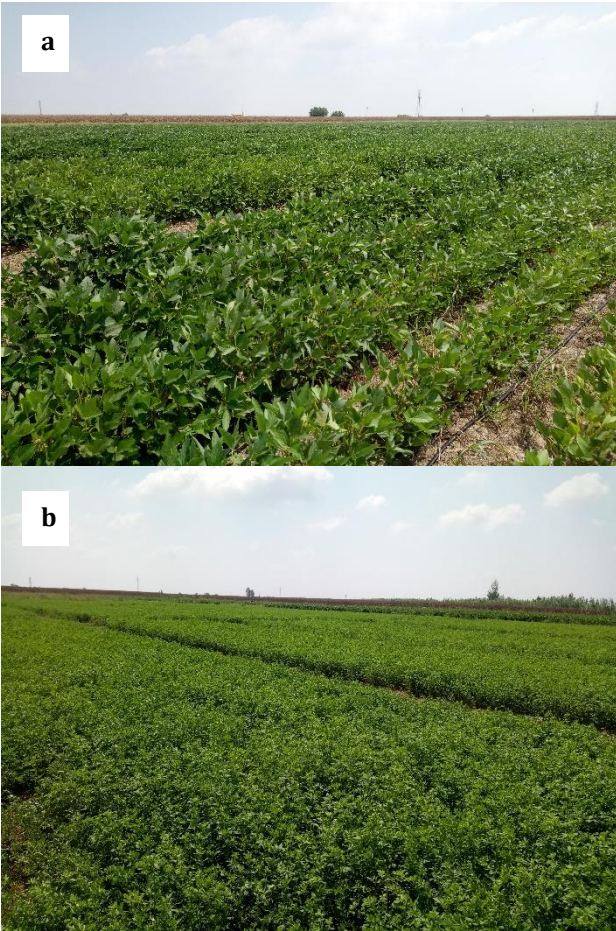


Şekil 1. Mersin ilçe haritası



Şekil 2. Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Tarsus Müdürlüğü arazisi

Bitki türlerinin sınıflandırılması amacıyla başladığımız çalışmamıza en az iki farklı bitki türünün, yonca ve soya bitkilerinin ekildiği 4.5 hektarlık alanda çalışma yapıldı (Şekil 3).



Şekil 3. Arazideki soya (a) ve yonca (b) ekinleri

2.1.2. Donanım

Ekinlere ait görüntüler Parrot Bluegrass döner kanatlı mikro-İHA'ya entegreli Parrot Sequoia multispektral kamera ile elde edilmiştir.



Şekil 4. Parrot Bluegrass mikro-İHA

İHA'nın (Şekil 4) teknik özellikleri:

GENEL:

- Ağırlık: 1.81 kg
- Boyut: 30.48 cm x 40.64 cm in x 14 cm
- Taşıma için çıkarılabilir pervaneler

WI-FI VE SİNYAL İLETİMİ:

- Aralık: Parrot Skycontroller 2 km'ye kadar
- WiFi AC-type, 2 bi-band antennas (2,4 and 5GHz)

BATARYA KAPASİTESİ:

- Batarya süresi: 25 dakika
- 6700 mAh Lipo batarya

SENSÖRLER:

- Dâhili GPS + GLONASS
- Inertial Navigation System (INS)
- Altimetre
- Ultrason
- Optik akışlı dikey kamera

ÖN KAMERA:

- Fotoğraf: 14MP geniş açı kamera
- Video: 1080p Full HD
- Video yayını: 360p / 720p
- Dâhili video belleği: 32GB



Şekil 5. Araca entegre edilen kamera sistemleri

Parrot Sequoia Multispektral Kamera (Şekil 5) özellikleri:

GENEL:

- Boyut: 2.3x1.6x1.1 in
- Ağırlık: 72 gr
- Fotoğraf modu: 1 fps'ye kadar
- Dâhili hafıza: 64 GB
- Inertial measurement unit & magnetometre
- Güç: 5 W (~12 W en son)

4 KÜRESEL ÖRTÜCÜLÜ TEK-BANT KAMERA:

- Çözünürlük: 1.2 Mpx, 1280x960 piksel
- HFOV: 61.9°
- VFOV: 48.5°
- DFOV: 73.7°

4 AYRI BANT:

- Yeşil: 550nm +/- 40nm
- Kırmızı: 660nm +/- 40nm
- Kırmızı Kenar: 735nm +/- 10nm
- Yakın Kızılötesi: 790nm +/- 40nm

RGB KAMERA:

- Çözünürlük: 16 MP, 4608x3456 piksel
- HFOV: 63.9°
- VFOV: 50.1°
- DFOV: 73.5°

GÜNEŞ IŞIĞI SENSÖRÜ:

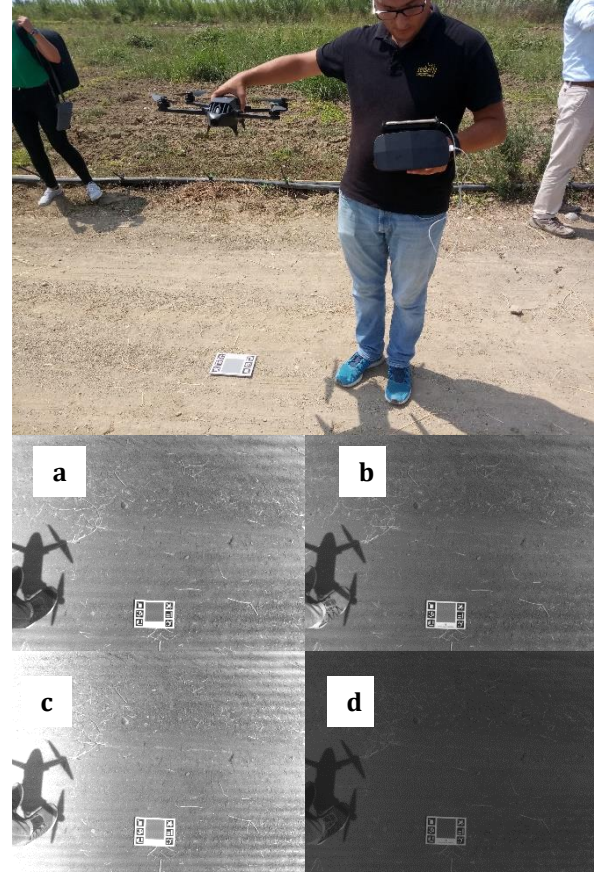
- Boyutlar: 4.57x3.81x1.78 cm
- Ağırlık: 36 gr
- 4 spektral sensör (gövde ile aynı filtreler)
- GPS
- Inertial measurement unit & magnetometre
- SD Kart girişi
- Güç: 1 W

Parrot Sequoia multispektral kamera sistemi iki parçadan oluşmaktadır. İlki dört farklı spektral bant ile RGB sensöre sahip olup eşzamanlı küresel deklanşör sistemiyle görüntüleri elde eden kamera, ikincisi ise kamerayla tamamen entegreli güneş ışığı sensörüdür. Bu sensör mevcut aydınlatma koşullarını yakalayıp kaydını tutarak mutlak bir ölçüm için kamera çıktılarını otomatik olarak kalibre eder.

2.2. Yöntem

Ekinlere ait görüntüler fotogrametri yöntemiyle elde edilip işlendi. Bu çalışmada uygulanan yöntemde İHA için gereken uçuş planı, Pix4D firması tarafından sağlanan uçuş planlayıcı mobil uygulaması ile oluşturuldu. Uçuş, belirlenen çalışma alanı içinde %80 boyuna ve enine bindirme oranında, yer örnekleme aralığı (YÖA/GSD) yaklaşık 7 cm olacak şekilde gerçekleştirildi. Bunun yanında uçuşun güneş ışınlarının en yüksek yansımaya seviyesine sahip olduğu öğle saatinde yapılmasına dikkat edildi. Uçuşa başlamadan önce ortamın

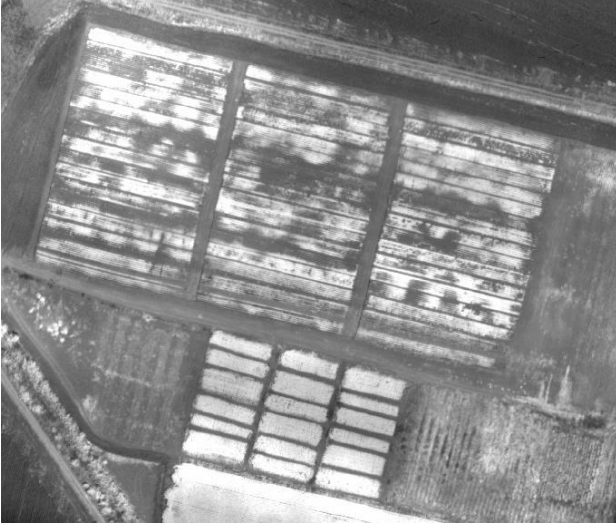
güneş ışığı yansımaya değerlerinin belirlenip görüntülerin kalibre edilmesi için spektral kalibrasyon kağıdının görüntüleri multispektral kamera ile edinildi (Şekil 6).



Şekil 6. Spektral kalibrasyon kağıdının görüntüsünün İHA'ya monteli multispektral kamera ile alınması. a) yeşil b) yakın kızıl ötesi c) kırmızı d) kırmızı-kenar görüntüleri

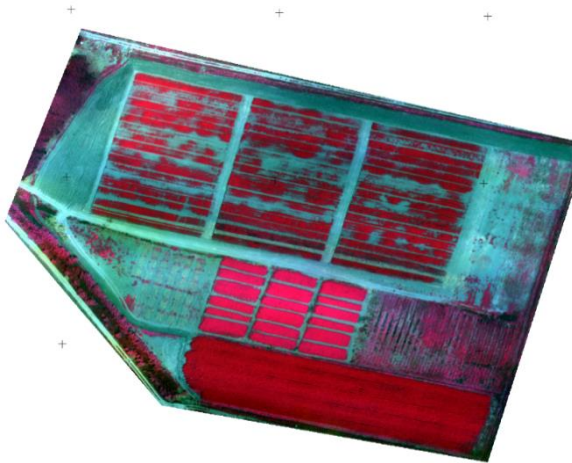
Saat 11.30'da uçuşa başlayan İHA seyrini yaklaşık 10 dk sürdürmüş olup multispektral görüntüleri başarılı bir şekilde edildi. Bu uçuş sonucunda toplamda 1665 adet görüntü elde edilmiştir. Yeşil, kırmızı, kırmızı-kenar, yakın kızıl ötesi ve RGB bantlarının her birinden 333 tane görüntü toplanmıştır. Bu görüntülerden RGB hariç diğer banttaki görüntüler (yeşil, kırmızı, kırmızı-kenar, yakın kızıl ötesi) işlenmek üzere Pix4D yazılımına aktarıldı. Pix4D yazılımı, Structure from Motion (SfM) algoritması ile çalışmakta ve görüntüleri ışın demetleriyle blok dengeleme yaparak işlemektedir. Bu çalışmada yazılımın multispektral görüntüleri işlenmesi için tarım uygulamalarına yönelik modülü kullanıldı. Kalibrasyon kağıtlarının görüntüleri yazılıma tanıtılarak spektral kalibrasyon yapıldıktan sonra görüntüler yöneltme işlemine tabi tutulup arazi yüzeyinin 3B modelinin tahmini şekli seyrek nokta bulutu ile oluşturuldu. Akabinde yoğun nokta bulutu oluşturulup üzerinden yüzey geçirilmiştir. Sonrasında ise her bir bant için ayrı ayrı 7.81 cm yer örnekleme aralığına sahip ortofoto üretildi.

Ortofotolar ESRI ArcGIS yazılımında işlenmek üzere (.tif) biçiminde dışarı çıkarıldı (Şekil 7).



Şekil 7. Ekin arazisine ait kızıl ötesi bandındaki ortofoto

Her bir bant ArcGIS yazılımının içine aktarıldı ve sınıflandırma çalışmalarına altlık olmak üzere birleştirilerek kompozit görüntü elde edildi. Yeşil, kırmızı, kırmızı-kenar ve yakın kızıl ötesi bantları ihtiva eden kompozit görüntü ArcToolbox modülü ile üretildi (Şekil 8).



Şekil 8. 4 bandın birleştirilmesiyle oluşan kompozit false color görüntü

Çalışmamızda 1 adet kontrolsüz ve 2 adet kontrollü sınıflandırma yapılarak doğruluk analizi yapıldı. Sınıflandırma çalışmaları aşağıdaki başlıklar altında anlatılmaktadır.

- a) Kontrolsüz Sınıflandırma
 - i) ISO data cluster
- b) Kontrollü Sınıflandırma
 - i) En Yakın Benzerlik
 - ii) Destek Vektör Makinesi

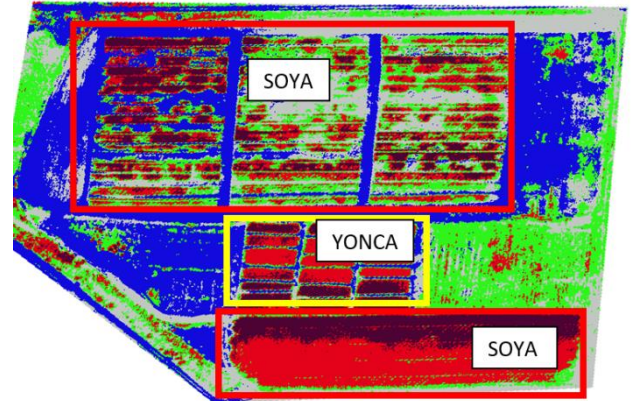
2.2.1. Kontrolsüz sınıflandırma

Kontrolsüz sınıflandırma; piksellerin, kullanıcı müdahalesi olmadan otomatik olarak kümelenmesi temeline dayanmaktadır. Bu çalışmada kontrolsüz sınıflandırma yöntemlerinden ISO data cluster kullanılmıştır.

ISO Data Cluster

ISO cluster algoritması, her aday hücreyi bir kümeye atarken minimum Öklid mesafesini hesaplamak için kullanılan iteratif bir işlemdir. Süreç, her küme için bir tane olmak üzere, yazılım tarafından atanan keyfi değerlerle başlar (tarafımızdan girilen küme sayısı ile). Her hücre, bu değerlerin en yakınına atanır. İlk iterasyondan sonra kümeye ait olan hücrelerin öznelik mesafelerine bağlı olarak her küme için yeni değerler yeniden hesaplanır.

Çalışma alanında 4 adet sınıf belirlenmiş olup bunlar soya, yonca, toprak ve yabancı ot olarak ayrılmıştır. Ancak kontrolsüz sınıflandırmada eğitim bölgeleri işaretlenmediğinden programa 5 tane sınıflandırma yapması komut verilmiştir. İşlem sonucu oluşan sınıflandırma haritası aşağıdadır (Şekil 9).



Şekil 9. ISO cluster sınıflandırma

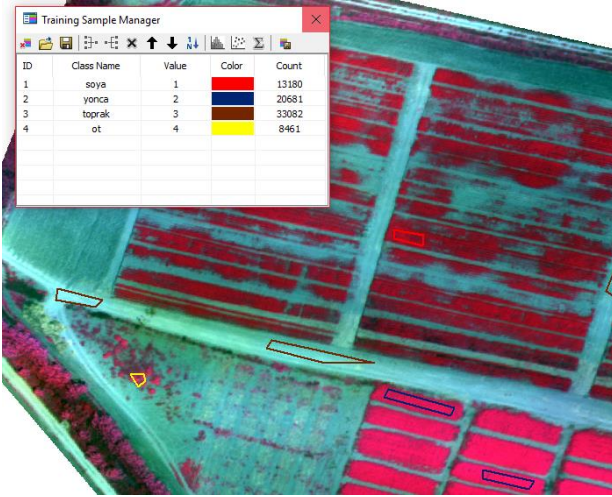
2.2.2. Kontrollü sınıflandırma

Kontrollü sınıflandırmada görüntünün hangi sınıflara ayrılacağı, ya da görüntüden hangi sınıfların elde edilmek istenildiği önceden bilinir. Bunun için görüntüden belirlenen sınıflara ait denetim alanlarının seçilmesi gerekmektedir. Bu seçim için gerektiğinde arazide yer gerçekliği yapılması zorunludur. Kontrol alanlarının seçimi sınıflandırmannın doğruluğunu etkileyen bir aşamadır.

En Yakın Benzerlik

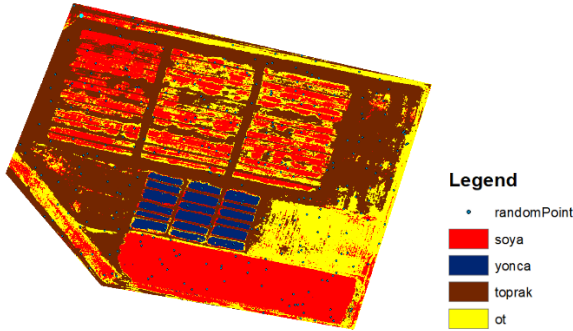
Bu sınıflandırma algoritması her banttaki her bir sınıf için istatistiklerinin normal olarak dağıtıldığını ve belirlenmiş bir pikselin belli bir sınıfa ait olma olasılığını hesaplar. Kompozit

görüntü üzerinde niteliği bilinen alanlar algoritmaya tanıtılarak eğitildi (Şekil 10).



Şekil 10. Eğitim alanları

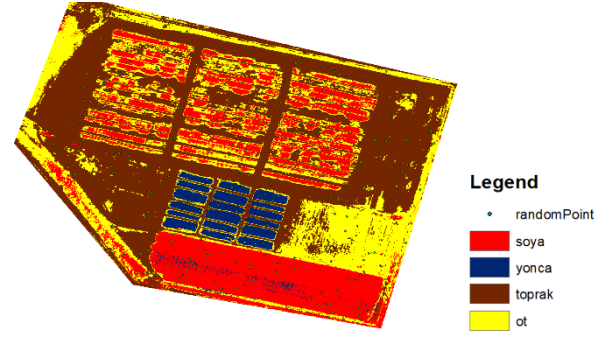
Bu eğitilmiş alanlara ait pikseller sayesinde diğer tüm piksellerin sınıfı tahmin edildi. Belirlenen 4 adet sınıf için eğitilen alanlar baz alınarak sınıflandırma haritası oluşturuldu (Şekil 11). ArcGIS yazılımında Arctoolbox modülü ile oluşturulan sınıflandırma haritası Şekil 10'daki gibidir.



Şekil 11. En Yakın Benzerlik sınıflandırma

Destek Vektör Makinesi

Destek Vektör Makinesi (SVM), genellikle karmaşık ve gürültülü verilerden iyi bir sınıflandırma sonucu veren istatistiksel öğrenme teorisinden türetilmiş bir denetimli sınıflandırma yöntemidir. Bu yöntemde de En Yakın Benzerlik yönteminde kullanılan eğitim alanları kullanıldı (Şekil 10). Söz konusu eğitim alanları arazi gerçeğinde niteliği bilinen ve görüntüde açıkça belirli olan kısımlardan çizildi (Şekil 12).



Şekil 12. Destek Vektör Makinesi sınıflandırma

2.3. Doğruluk Değerlendirmesi

Doğruluk değerlendirme, uzaktan algılamada, görüntü sınıflandırmasında bir piksele atanan sınıf etiketi ile gerçek değer arasındaki uygunluğun ortaya konmasıdır. Gerçek sınıf, arazide bulunan nesnelerin hava fotoğraflarından ya da mevcut harita ve planlardan doğrudan veya dolaylı olarak gözlenebilir. Gerçek sınıf arazi çalışması esnasında yapılan gözlemler yardımıyla doğrudan görüntü üzerinden belirlenmiştir.

Doğruluk değerlendirmesinde kullanılmak üzere sınıflandırılmış görüntü üzerine örneklem noktaları atılması gerekmektedir. Örneklem noktalarının adedi görüntünün toplam piksel sayısına göre hesaplandı ve en az 289 adet nokta gerektiği tespit edildi. Bu hesaplama toplamda 300 adet nokta görüntü üzerine otomatik olarak rastgele atıldı. Bu işlem ArcGIS yazılımının ArcToolbox modülü ile gerçekleştirildi. Bu modül sayesinde noktaların altlık olarak kullanılan sınıflandırma haritalarında denk geldiği piksel değeri otomatik olarak öznelik tablosuna aktarılmıştır. Yer gerçekliği ise kompozit görüntü üzerinden öznelik tablosuna el ile girildi. Her bir sınıf numaralandırılmış olup sırasıyla 1=soya, 2=yonca, 3=toprak ve 4=yabani ot olarak kodlandı. Örneklem noktalarının konumu aynı kalacak şekilde her bir sınıf için farklı öznelik tablosu oluşturuldu. Öznelik tabloları ile hata matrisleri oluşturuldu.

Maximum Likelihood sınıflandırma için oluşturulan hata matrisi Tablo 1'de olduğu gibidir.

Tablo 1. Test alanına ilişkin En Yakın Benzerlik sınıflandırma performansı; Hata Matrisi

Sınıf	Soya	Yonca	Toprak	Yabani Ot	Toplam	Kullanıcı Doğruluğu	Kappa
Soya	84	2	0	11	97	0.87	
Yonca	0	14	0	0	14	1.00	
Toprak	1	0	121	4	126	0.96	
Yabani Ot	18	0	3	42	63	0.67	
Toplam	103	16	124	57	300	0.00	
Üretici Doğruluğu	0.82	0.88	0.98	0.74	0	0.87	
Kappa							0.81

Soya, yonca, toprak ve yabancı ot sınıflarının üretici doğruluğu ve kullanıcı doğruluğunun karşılaştırması Tablo 1’de verilmiş olup ortalama doğruluk %87 olarak hesaplanmıştır. Kappa değeri ise %81 olarak hesaplanmış olup;

- 1.00 tam uyum olduğunu,
- 0.75 ve fazlası sınıflandırma performansının çok iyi olduğunu,
- 0.40’ in aşağısı ise performansın yetersiz olduğunu,
- 0.00 ise sınıflandırılmış ve referans verileri arasında uyumun olmadığını gösterir.

Bu durumda Maximum Likelihood sınıflandırma işleminin performansının çok iyi olduğu söylenebilir.

Support Vector Machine sınıflandırma işlemi için oluşturulan hata matrisi Tablo 2’de olduğu gibidir.

Tablo 2. Test alanına ilişkin Destek Vektör Makinesi sınıflandırma performansı; Hata Matrisi

Sınıf	Soya	Yonca	Toprak	Yabancı Ot	Toplam	Kullanıcı Doğruluğu	Kappa
Soya	77	0	0	8	85	0.91	0
Yonca	1	12	0	0	13	0.92	0
Toprak	2	0	123	18	143	0.86	0
Yabancı Ot	23	4	1	31	59	0.53	0
Toplam	103	16	124	57	300	0	0
Üretici Doğruluğu	0.75	0.75	0.99	0.54	0	0.81	0
Kappa	0	0	0	0	0	0	0.71

Support Vector Machine sınıflandırma performansına ilişkin hata matrisindeki toplam doğruluk %81 olup kappa değeri %71 olarak hesaplanmıştır. Buna göre sınıflandırmanın iyi bir performans sergilediği söylenebilir.

3. SONUÇ

Bu çalışmada yonca ve soya bitkilerinin ekildiği araziden multispektral görüntüler elde edildi. Görüntüler çeşitli yazılımlarda işlenerek üç farklı algoritma ile sınıflandırıldı. Bu sınıflandırma çalışmalarının doğruluğu incelendi. Yapılan sınıflandırmalarda aynı eğitim bölgeleri ve örneklem noktaları kullanıldı. Sınıflandırmalar sonucu Maximum Likelihood için doğruluk %87, Support Vector Machine için ise %81 olarak hesaplandı. Bu istatistiki bilgilere göre çalışmamız için en iyi sonucu veren sınıflandırma algoritmasının Maximum Likelihood olduğu ortaya çıkmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın tamamlanması için yardımlarından dolayı Paksoy Teknik A.Ş.’ye ve Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsüne teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

Adam, E. ve Mutanga, O. (2009). Spectral discrimination of papyrus vegetation (*Cyperus papyrus* L.) in swamp wetlands using field spectrometry, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 64 (6), 612-620.

Ahmad, A., Tahar, K. N., Udin, W. S., Hashim, K. A., Darwin, N., Hafis, M., Room, M., Hamid, N. F. A., Azhar, N. A. M. ve Azmi, S. M. (2013). Digital aerial imagery of unmanned aerial vehicle for various applications, *Control System, Computing and Engineering (ICCSCE)*, 2013 IEEE International Conference on, 535-540.

Anchang, J. Y., Ananga, E. O. ve Pu, R. (2016). An efficient unsupervised index based approach for mapping urban vegetation from IKONOS imagery, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 50, 211-220.

Çömert, R., Matcı, D., Avdan, U. (2019). Object based burned area mapping with random forest algorithm, *International Journal of Engineering and Geosciences*, 4 (2), 78-87. DOI: 10.26833/ijeg.455595

Dudley, K. L., Dennison, P. E., Roth, K. L., Roberts, D. A. ve Coates, A. R. (2015). A multi-temporal spectral library approach for mapping vegetation species across spatial and temporal phenological gradients, *Remote Sensing of Environment*, 167, 121-134.

Fassnacht, F. E., Latifi, H., Stereńczak, K., Modzelewska, A., Lefsky, M., Waser, L. T., Straub, C. ve Ghosh, A. (2016). Review of studies on tree species classification from remotely sensed data, *Remote Sensing of Environment*, 186, 64-87.

Ishida, T., Kurihara, J., Viray, F. A., Namuco, S. B., Paringit, E. C., Perez, G. J., Takahashi, Y. ve Marciano, J. J. (2018). A novel approach for vegetation classification using UAV-based hyperspectral imaging, *Computers and Electronics in Agriculture*, 144, 80-85.

- Jia, K., Wu, B., Tian, Y., Li, Q. ve Du, X. (2011). Spectral discrimination of opium poppy using field spectrometry, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 49 (9), 3414-3422.
- Kuşak, L , Küçükali, U . (2019). Outlier detection of land surface temperature: Küçükçekmece region, *International Journal of Engineering and Geosciences* , 4 (1) , 1-7 . DOI: 10.26833/ijeg.404426
- Martínez-Verduzco, G. C., Galeana-Pizaña, J. M. ve Cruz-Bello, G. M. (2012). Coupling Community Mapping and supervised classification to discriminate Shade coffee from Natural vegetation, *Applied Geography*, 34, 1-9.
- Orhan, O., Ekercin, S., & Dadaser-Celik, F. (2014). Use of landsat land surface temperature and vegetation indices for monitoring drought in the Salt Lake Basin Area, Turkey. *The Scientific World Journal*, 2014.
- Orhan, O., & Yakar, M. (2016). Investigating Land Surface Temperature Changes Using Landsat Data in Konya, Turkey. *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 41, B8.
- Orhan, O , Dadaser-Celik, F , Ekercin, S . (2019). Investigating land surface temperature changes using Landsat-5 data and real-time infrared thermometer measurements at Konya closed basin in Turkey, *International Journal of Engineering and Geosciences* , 4 (1) , 16-27 . DOI: 10.26833/ijeg.417151
- Peña, J., Torres-Sánchez, J., Serrano-Pérez, A., de Castro, A. ve López-Granados, F. (2015). Quantifying Efficacy and Limits of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Technology for Weed Seedling Detection as Affected by Sensor Resolution, *Sensors*, 15 (3), 5609.
- Salamí, E., Barrado, C. ve Pastor, E. (2014). UAV Flight Experiments Applied to the Remote Sensing of Vegetated Areas, *Remote Sensing*, 6 (11), 11051.
- Somers, B. ve Asner, G. P. (2014). Tree species mapping in tropical forests using multi-temporal imaging spectroscopy: Wavelength adaptive spectral mixture analysis, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 31, 57-66.



KARAYOLU PROJELERİ İÇİN İHA İLE ŞERİTVARİ HARİTA ÜRETİMİ PRODUCTION OF STRIP MAP USING UAV FOR HIGHWAY PROJECTS Halil Emre ZIBA¹, Hacı Murat YILMAZ²

¹Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakülte, Harita Mühendisliği Bölümü, Aksaray, Türkiye

²Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Aksaray, Türkiye

Anahtar Kelimeler:
İnsansız Hava Araçları
Şeritvari Harita
Fotogrametri

Keywords:
Photogrammetry
Stripped Map
Unmanned Air
Vehicle(UAV)

ÖZ

Çağımıza uygun olarak gelişen teknoloji etkinlikleri birçok alanı etkilediği gibi mühendislik alanını da etkilemektedir. Hiç kuşkusuz teknoloji ile iç içe olan harita mühendisliğinin, harita üretim yöntemlerinden olan fotogrametrik yöntemlerin yeni gözde aracı insansız hava araçları teknolojinin bir meyvesidir. İnsansız hava araçları kısa bir süre içinde kendisine hava fotogrametrisi alanında yer bulmuştur. Bu çalışmada insansız hava aracı kullanarak Çankırı Belediyesi yol çalışması kapsamın da 1/1000 ölçekli bir şeritvari harita üretilmiştir. Bu üretim esnasında yer kontrol ve baz noktaları için GPS olarak TOPCON GR3, hava fotoğrafı verisi elde etmek için İHA olarak Dji Phontom 4pro, dengeleme işlemi için Agi Soft, çizimde ise Leica Photogrammetry Suite ve Microstation V8i kullanılmıştır.

ABSTRACT

Developing technology events in accordance with requirements are affecting engineering as well as several sectors. Unmanned air vehicle which is favorite vehicle for geomatic engineering and photogrametry procedure is the most affective product of technology. Unmanned air vehicle has taken part in aerial photogrammetry in a very short. In this work, 1/1000 scale strip map as part of Çankırı municipality roadwork has been produced by using unmanned air vehicle. In the process of producing map, TOPCON GR3 as GPS has been used for ground control and base stations and Dji Phantom 4pro to get aerial photo data, Agi Soft for compensation and Leica Photogrammetry Suite and Microstation V8i has been used for drawing.

1. GİRİŞ

Karayolları, insanların veya yüklerin belirli araçlarla bir konumdan başka bir konuma gitmesini sağlayan ulaşım çeşididir. Karayolları ülkelerin refah seviyelerinin artmasında önemli bir role sahiptir. Karayollarının bu rolü üstlenmesinin en önemli sebebi birçok iş ve hizmet sektörü ile ilişkili olmasıdır. Bir ülkenin ekonomisi ve kalkınması ile doğrudan ilgili olan karayolları bütün dünyada bir medeniyet olarak kabul görmektedir. Türkiye de özellikle 1950' li yıllardan sonra önem verilen karayolları günümüzde çok geniş ve gelişmiş bir ağa sahiptir. Türkiye de hem yük taşımacılığında hem yolcu taşımacılığında diğer ulaşım çeşitlerine göre önde olan karayollarının önemi buradan da anlaşılmaktadır. Hem şehirlerarası hem şehir içi karayolları insanların iş hayatları ve sosyal hayatları için vazgeçilmez bir ihtiyaçtır.

Haritanın tarihi M.Ö 8200 yıllara dayanmaktadır. Tarihte en eski haritalardan birisi olarak kabul edilen Çatalhöyük şehir planı bunu desteklemektedir.

Türklerde ilk harita ise Osmanlı zamanında Piri Reis'in hazırlamış olduğu dünya haritası ve Denizcilik adlı eserde yayınlanan Akdeniz kıyı haritasıdır.

Tarihi çok eski yıllara dayanan ve insanlar için önem arz eden harita sözcüğü birçok kaynak da çeşitli alanlarda uzmanlaşmış bilim adamları tarafından farklı şekillerde tanımlanmıştır ve sınıflandırılmıştır. İsviçreli Prof. E.IMHOF'a göre ' Yeryüzünün veya belli bir parçasının küçültülmüş, genelleştirilmiş ve bütünlenmiş olarak düz zemin üzerine iki boyutta gösterilme tekniğidir.' Yine E.IMHOF'a göre harita sınıflandırması ölçek esasına göre yapılmıştır ve haritaları 3 kısma ayırmıştır. İlk olarak planları 1/10.000 dâhil büyük ölçekli haritalardır olarak tanımlamıştır. İkinci olarak Topografik ve detay haritalarını 1/10.000 küçük olan 1/100.000 dâhil ölçekli haritalar olarak tanımlamıştır. Son olarak ise coğrafya ve genel görünüm haritaları, 1/100.000' den daha küçük ölçekli haritalar olarak tanımlamıştır. Türk Kara Kuvvetlerine göre ise haritalar ölçeklerine göre, tiplerine göre ve kullanım maksatlarına göre ana başlıklara ayrılmıştır.

Harita kelimesini yorumlarsak; insanların amaçlarına ve ilgilendikleri alanlara hizmet eden, ilgili bölgenin istenilen ölçeklerde ve gerekli yönetmeliklere uygun küçültülerek kullanıcıya sunulan materyallerdir. Her haritadan istenilen bazı temel özelliklere şöyledir;

- Doğruluk
- Tamamlık
- Amaca Uygunluk
- Anlaşılabilirlik
- Okunabilirlik
- Estetiklik

Haritalar insan yaşamında çok önemli bir yere sahiptir. Teknolojinin gelişmesiyle özellikle

ulaşımında sağlık sektöründen ticarete, ticaretten turizm sektörüne kadar birçok sektöre konum bulmada kolaylık sağlayarak hizmet etmiştir. Mühendislik alanında ise şehirleşmelerde kullanılan haritalardan alt yapı haritalarına kadar amaçlarına göre düzenlenerek birçok projeye altlık oluşturmuşlardır. Ayrıca uzaktan algılama alanında da afet yönetiminde ve proje kapsamında bölgesel incelemelerde kullanılmaktadırlar. Haritaların bilimden kamu hizmetine kadar kullanım alanlarını incelediğimizde görülüyor ki eskiden günümüze kadar önemi giderek artmaya devam etmiştir.

Bir yerin gözle görülebilen dere, tepe, nehir, orman gibi doğal; karayolu, demiryolu, enerji nakil hattı, her türlü yapı ve tesis, kanal vb. yapay özelliklerini gösteren ve belirli ölçeklerdeki haritalara halihazır harita (durum haritası) denir (Yıldız, 2016). Öncelikle halihazır haritanın tanımının yapılmasının sebebi aslında Şeritvari haritalar bir çeşit halihazır harita olmasıdır. Şeritvari haritalar basit bir şekilde tanımlarsak 1/1000, 1/2000, 1/5000 gibi ölçeklerde üretilen güzergâh haritalarıdır. Detaylı tanımı ise şeritvari haritalar; mühendislik projelerinde kullanılan, proje kapsamındaki gerekli güzergâh eksenin sağ tarafından veya sol tarafından 50m ile 200m arasındaki uzaklıkta bir bölgeyi kapsayacak şekilde çizilen haritalardır. Şeritvari haritanın kullanım alanları bakacak olursak; Ulaşım ağı projeleri (Karayolu, demiryolu, tünel), enerji nakil hattı projeleri (Elektrik, petrol, doğalgaz boru hattı), kanal projeleri, isale hattı projeleri, dere ıslahları gibi projelerde kullanılır.

Şeritvari harita üretiminde birden fazla yöntem bulunmaktadır. Eski zamanlardan günümüze kadar gelen klasik yöntemler olarak adlandırılan yöntemler, GPS veya Total Station gibi klasik aletler kullanılarak yapılır. Şeritvari haritanın tanımına ve yönetmeliğine uygun olarak güzergâh eksenini ve eksenin sağ ve solundan 50m ile 200m arası bölgenin tüm detayları GPS veya Total Station yardımıyla nokta alınarak oluşturulur. Bir başka şeritvari üretim yöntemi ise uygulamada da kullanılacak olan fotoğraf verisi kullanılarak oluşturulur. Fotoğraf verileri fotogrametrik yöntemlerle elde edilir. Bu yöntemlerde eskiden günümüze kadar birçok araç kullanılmıştır. Son zamanlarda ise uygulamada da kullanılan insansız hava araçları yaygınlaşmaya başlamıştır.

Yapılan çalışmada temel amaç; insansız hava araçlarının özelliklerinin, gelişiminin, kullanım alanlarının irdelenmesi ve uygulama olarak ise Çankırı Belediyesi yol çalışması kapsamında yapılan 1/1000 ölçekli şeritvari haritanın insansız hava aracı kullanılarak üretilmesi ve analizidir.

2. İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI

Çağımızda harita yapımı için kullanılan birçok yöntem bulunmaktadır. Fotogrametri bilimi de kuşkusuz harita yapımının en kullanışlı yöntemlerinden birisidir. Fotogrametri en basit şekilde özetlenirse; temel verisi farklı şekillerde farklı amaçlar doğrultusunda çekilen fotoğraflar olan ve bu fotoğraflar üzerinde ölçüm ve analiz yapabilme tekniğine sahip bir bilim dalıdır. Fotogrametri birçok özellik bakımından sınıflara ayrılmaktadır. Uygulama alanlarına göre; jeodezik fotogrametri, endüstri fotogrametrisi, kadastro fotogrametrisi, mühendislik fotogrametrisi, mimarlık fotogrametrisi, topografik fotogrametri gibi gruplara ayrılmaktadır. Değerlendirme yöntemlerine göre; grafik fotogrametri, analog fotogrametri, analitik fotogrametri ve sayısal fotogrametri olarak gruplanır. Fotoğraf verisi elde edilen yerin konumuna göre ise; yersel fotogrametri, hava fotogrametrisi ve yakın resim fotogrametrisi olarak gruplanır. Ancak bu çalışmada insansız hava araçlarını da içinde barındıran hava fotogrametrisinin üzerinde duracağız.

Hava fotogrametrisi en sade tanımıyla uçak, insansız hava aracı veya havadan fotoğraf çekebilme yeteneğine sahip benzer araçlarda bulunan bir kamera yardımıyla çekilmiş fotoğraf verilerini kullanarak çalışan bir fotogrametri sınıfıdır. Hava fotogrametrisi özellikle; geniş alanlarda çalışma amacına uygun birçok türde harita üretiminin de kolaylık sağladığı için ayrıca uzaktan algılama kapsamında yapılan bitki örtüsü analizi veya orman yangını yayılma alanı gibi afet incelemelerinde kolaylık sağladığı için kullanılmaktadır.

Hava fotogrametrisinin de ürün oluşturmak için öncelikle veri elde edilmek üzere bir uçuş planı düzenlenmesi ve uygulanması gerekmektedir. Uçuş planı; projelerde kullanılacak olan araçların hava fotoğrafı elde etmek üzere arazide yarı otomatik ya da otomatik olarak izlediği yol planıdır. İlgili çalışma alanının bir uçuş planı çerçevesinde havadan çekilen fotoğraflarına hava fotoğrafı denir. Hava fotoğrafları elde edilirken; bulut, rüzgâr, kar gibi olumsuz hava şartlarına ve güneş açısına dikkat edilmelidir. Hava fotoğrafları harita üretiminde yaygın olarak kullanılan klasik harita üretim tekniklerinden dolayı çok yaygın bir veri kaynağı olmasa da, harita üretiminde çok yönlü ve ekonomik olan bir kaynaktır. Hava fotoğraflarının avantajlarını şöyle sıralarsak;

- Çalışma amacına uygun olarak ilgili bölgenin en geniş çapta görülmesini sağlayabilir.
- Belirli özelliklere sahip bir hava fotoğrafı farklı alanlarda bilgi sahibi olan kişiler tarafından tamamen farklı yorumlanabilir. Buda gösteriyor ki, hava fotoğrafı sayesinde tek veriyle birden fazla sonuca ulaşılabilir.

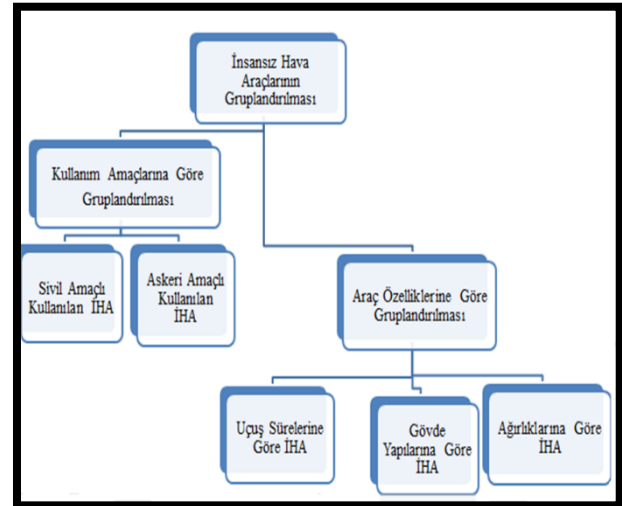
- Klasik ölçümlerde hareketli nesnelerin ölçümü pek mümkün değildir. Hava fotoğrafı o anda hareketli hareketsiz bütün nesnelerin görüntüsünü aldığı için hareketli nesnelere de durdurarak hareketli nesnelere verisini sunar. Bu avantajı özellikle uzaktan algılama alanında devingen olayların incelenmesinde, analizinin yapılmasında büyük katkı sağlar.

Fotogrametrik metotların dönemimizdeki teknolojiyi temsil eden en önemli aracı ise insansız hava araçlarıdır. Genel tanımıyla insansız hava araçları; harita yapımında fotoğraf verisi temelli bir metot olan fotogrametrisinin, teknoloji ile ortaya çıkmış en kullanışlı ve ekonomik aracıdır. Başka bir tanımla ise; içerisinde canlı bir sürücü bulunmayan, önceden belirlenmiş amaçlar doğrultusunda kullanılan, belli bir plan çerçevesinde çalışan, otomatik veya yarı otomatik uçuşa yeteneğine sahip araçlara insansız hava araçları denir.

2.1. İHA'ların Gruplandırılması

İnsansız hava araçları çeşitli özelliklerine göre ve kullanım amaçlarına göre gruplara ayrılmaktadır. Bu gruplamanın en önemli sebebi insansız hava araçlarının kullandıkları projelere amaç ve özellik olarak uygun olup olmadığını görmektir. İHA'ların gruplandırılması Tablo 1' de özetlenmiştir.

Tablo 1. İHA'ların gruplandırılması.



2.2. İHA'ların Kullanım Alanları

İnsansız hava araçları mühendisliğin çağa ayak uydurmasıyla birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır. Her kullandığı alana kolaylık sağlayan insansız hava araçları ilk olarak askeri amaçlarda kullanılsa da hobi amaçlı kullanımından proje ve analiz amaçlı kullanımına kadar geniş bir

yelpazeye sahiptir. Kullanım alanlarından bazıları şöyledir; Harita mühendisliğinde kullanım alanları,

- Sayısal arazi modelleri
- Sayısal yükseklik modelleri
- Sayısal yüzey modelleri
- Kent haritaları
- Coğrafi bilgi sistemi
- Arazi bilgi sistemi
- Turizm bilgi sistemi
- 3 Boyutlu model oluşturma

Genel kullanım alanları,

- İnşaat mühendisliği
- Arkeoloji
- Mimarlık
- Askeriye
- Afet yönetimi
- Ormancılık
- Tarım
- Trafik de hız kontrolü
- Gemi endüstrisi
- Sanayi endüstrisi

3. UYGULAMA

Çankırı Belediyesi yol çalışması kapsamında yapılan 1/1000 ölçekli şeritvari haritanın insansız hava aracı kullanılarak üretilmesi ve sonuçlarının analiz edilmesidir.

3.1 Uygulamada Kullanılan Materyaller

Uygulamada arazi çalışmasında Topcon Gr3 ve DJI Phantom 4pro kullanılmıştır. Kullanılan İHA görüntüsü Şekil 1’de, özellikleri ise Tablo 2’de gösterilmiştir.

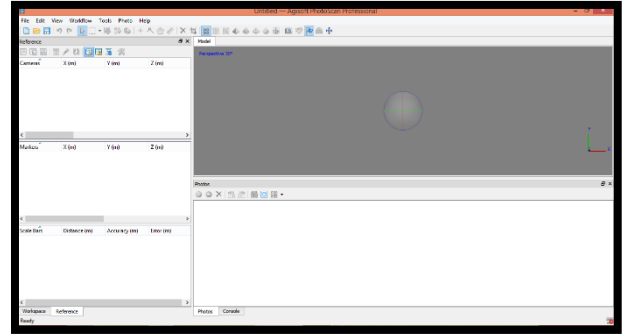
Tablo 2. Dji Phantom 4pro teknik özellikleri(URL-1).

Phantom	
Ağırlık (Batarya ve Kanatlar Dahil)	1388 gr
Çapraz Boyut (Pervaneler Hariç)	350 mm
Maks. Yükselme Hızı	Sport modu: 6 m/sn; GPS modu: 5 m/sn
Maks. Alçalma Hızı	Sport modu: 4 m/sn; GPS modu: 3 m/sn
Maks. Hızı	72 km/s (S-modu); 58 km/s (A-modu); 50 km/s (P-modu)
Maks. Yatırma Açısı	42° (Sport modu); 35° (İrtifa modu); 25° (GPS modu)
Maks. Aşılma Hız	250°/sn (Sport modu); 150°/sn (İrtifa modu)
Maks. Deniz Seviyesi Üzeri Servis Tavanı	6000 m
Maks. Rüzgar Hızı Direnci	10 m/sn
Maks. Uçuş Süresi	Yakl. 30 dakika
Çalışma Sıcaklığı Aralığı	0° - 40°C
Uydu Konumlandırma Sistemleri	GPS/GLONASS
Süzülme Hassasiyet Aralığı	Dikey: ±0,1 m (Görüş Konumlandırması ile); ±0,5 m (GPS Konumlandırması ile)
	Yatay: ±0,3 m (Görüş Konumlandırması ile); ±1,5 m (GPS Konumlandırması ile)

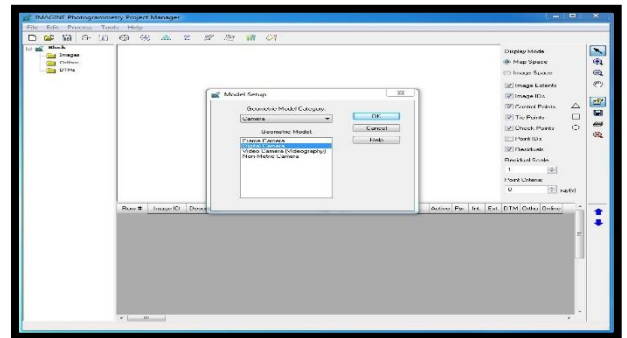


Şekil 1. DJI Phantom 4pro

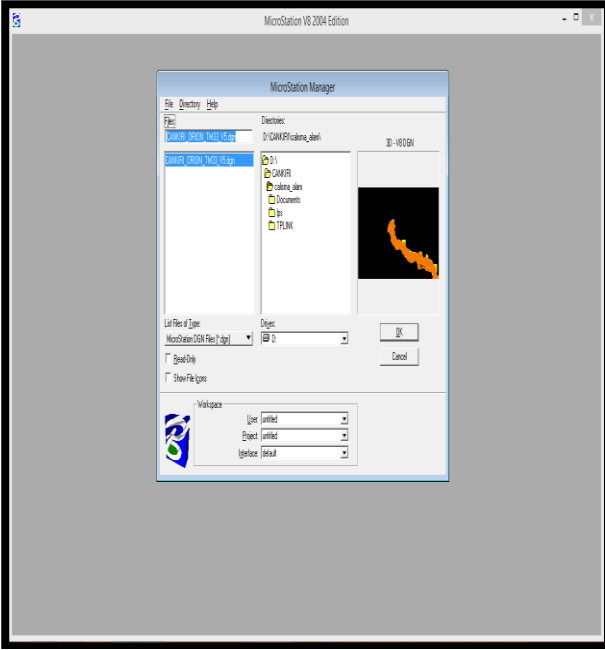
Uygulamada büro çalışmalarında; Şekil 2’de gösterilen Agisoft PhotoScan Professional programı ile dengeleme işlemi, Şekil 3 ve Şekil 4’da gösterilen Leica Photogrammetry Suite ve Microstation V8i programlarında ise çizim işlemleri yapılmıştır.



Şekil 2. Agisoft PhotoScan Professional programı



Şekil 3. Leica Photogrammetry Suite programı



Şekil 4. Microstation V8i programı

3.2 Uygulama Alanı

Çalışma alanı Çankırı bölgesinde yaklaşık 2km uzunluğunda bir bölgedir. Bölge ve çalışma alanları görüntüleri aşağıda yer alan Şekil 5,6 ve 7' de gösterilmiştir.



Şekil 5. Alanın Agisoft PhotoScan Professional ile gösterimi.



Şekil 6. Çankırı İl Haritası



Şekil 7. Çalışma alanının Google Earth ile gösterimi

3.3 Uygulama İşlemleri

Öncelikle arazi ortamında yer kontrol noktaları tesis edilmiştir. Noktalar GPS Topcon GR3 ile RTK yöntemi kullanılarak tesis edilmiştir. Nokta tesisi işlemi 4 saat sürmüştür. Arazi ortamında çekilen fotoğraflarda rahat gözükecek şekilde noktalar üç daire şeklinde araziye boya yardımıyla işaretlenmiştir. Ortasındaki daire yer kontrol noktasını temsil etmiştir. Bu noktaların yerleri belirlenirken uçuş planı kolonlarının köşe noktaları ve projeye uygun bölgeler dikkate alınmıştır.

YKN noktaları işaretlendikten sonra insansız hava aracıyla fotoğraf çekim işlemine geçilmiştir. Bu aşamada proje kapsamında Dji Phantom 4pro kullanılmıştır. Öncelikle bir uçuş planı hazırlanmış, 'kml' uzantılı çalışma alanı Map Pilot For Dji içine atılmış, işaretleme yapıp uçuş alanı oluşturulmuştur. Uçuş hatları otomatik olarak oluşmuştur. Uygulamada uçuş yüksekliği 130m bindirme oranları %80 enine, %60 boyuna olacak şekilde hazırlanmıştır. Uçuş planı hazırlandıktan sonra cihazın ev diye nitelendirdiği bir başlangıç

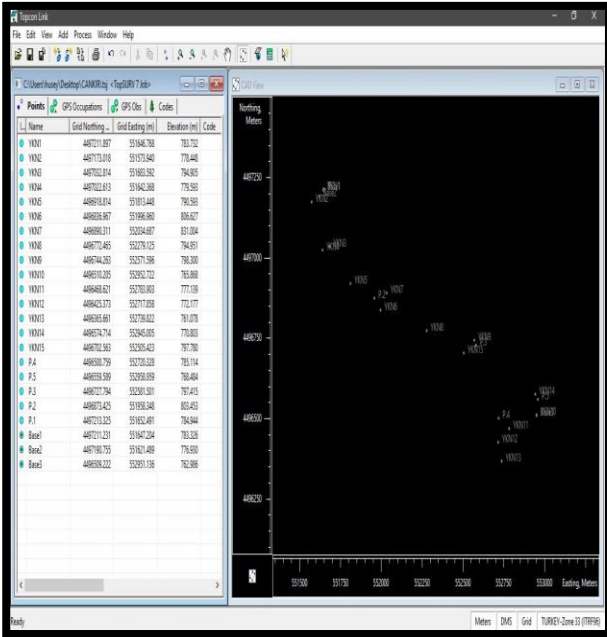
noktasından, cihaz önce zemine dik bir şekilde 130m havalanmış daha sonra uçuş planına uygun şekilde uçuş alanına giderek belirlenen güzergâhta istenilen verileri toplam 2 saat fotoğraf çekerek elde etmiştir.

Arazi işlemleri sonucunda çalışma bölgesine 15 tane yer kontrol noktası işaretlenmiştir. Ayrıca insansız hava aracı kullanılarak 274 fotoğraf elde edilmiştir. Bu veriler işlenmek ve sonuç verisi elde etmek amacıyla büro çalışmasına geçilmiştir. İHA ile elde edilen örnek bir fotoğraf Şekil 8’da yer almaktadır.



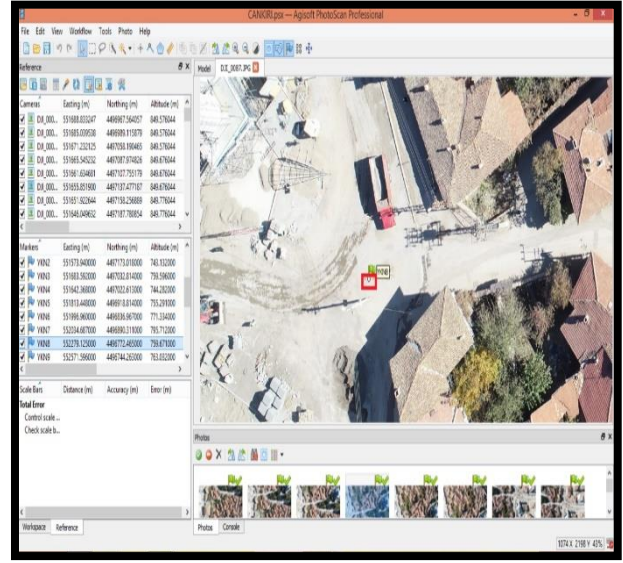
Şekil 8. İHA fotoğraf verisi

Büro işlemlerinde ise RTK verilerinin istenilen koordinat dönüşümü yapılabilmesi ve istenilen formatta kayıt edilebilmesi için Topcon Link programı kullanılır. Şekil 9 ‘da gösterildiği gibi 15 adet yer kontrol noktası 5 adet poligon noktası ve 3 adet baz noktası Topcon Link programında görüntülenmiştir.



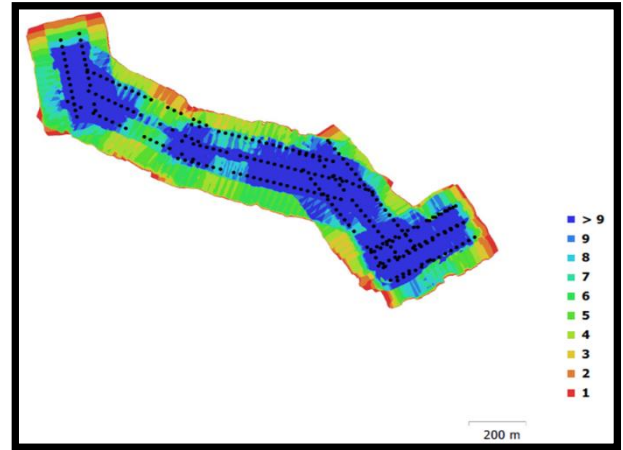
Şekil 9. Noktaların Topcon Link programında gösterimi

Arazide insansız hava aracı ile elde edilen 274 fotoğraf verileri, poligon noktaları ve yer kontrol noktaları koordinat verileri Agisoft Photo Scan Professional programında açılmıştır. Veriler kullanılarak nokta bağlama işlemi yapılmış ve 3 boyutlu bir model oluşmuştur ancak bu model ölçeksiz ve araziye paralel konumda değildir. Poligon ve yer kontrol noktaları programda Şekil 10’da gösterildiği ‘Filter Photos by Markers’ seçeneği kullanılarak noktalar arazide işaretlemesi yapılan yerlere tek tek yerleştirilmiştir. Bu işlemler tamamlandıktan sonra ‘Optimize Camera’ seçeneği kullanarak dengeleme işlemi yapılır. Dengeleme işleminin yapılmasıyla birlikte ölçeksiz ve zemine paralel olmayan 3 boyutlu model ölçekli ve zemine paralel konuma gelmiştir.

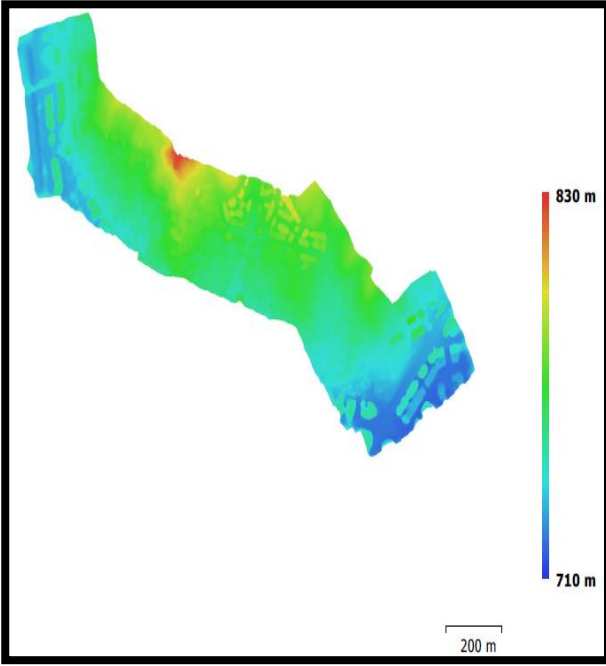


Şekil 10. Filter Photos by Markers ile noktaların arazi ortamında belirlenen yerlere konulması

Son olarak programdan ‘Generate Report’ seçeneği kullanılarak rapor alınır. Bu raporda elde edilen verilerin bazıları Şekil 11, 12 ‘de gösterilmiştir.



Şekil 11. Kamera lokasyonları ve görüntü bindirmeleri

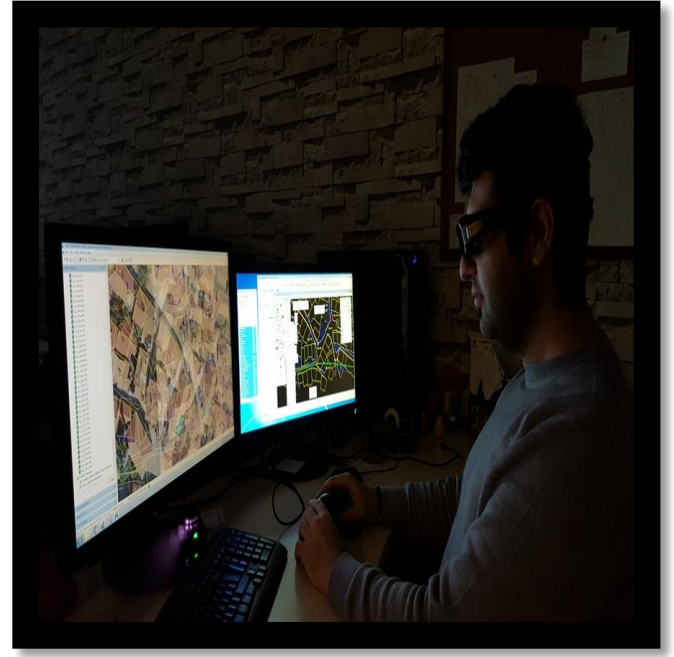


Şekil 12. Sayısal yükseklik modeli

Dengeleme Agisoft PhotoScan Professional ile yapılmış görüntülerin çizime hazır hale gelmesi için Leica Photogrammetry Suite 9.1 kullanılmıştır. Programda çizim blokları oluşturulması gerekir bunun için dengelenmiş görüntüler, interior orientation seçeneğinden iç yönlendirmeler ve exterior information seçeneğinden dış yönlendirmeler programa girilir ve her Şekil için şekil x. görüldüğü gibi girilen verilerin karşısı yeşil renk olur. Görüntü piramidi, iç yönlendirmeler elemanları ve dış yönlendirmeler elemanları kullanılarak Leica Photogrammetry Suite 9.1 programında çizim blokları oluşturulmuştur.

Çizim için gerekli bloklar oluşturulduktan sonra Leica Photogrammetry Suite 9.1 ile Microstation V8i programlarının eş zamanlı çalışması için Microstation V8i modülü PR600 kullanılmış ve stealth 3d mouse, 3d çizim gözlüğü yardımı ile bloklarda görülen alanlar tek tek çizilmiştir. Çizim çalışması hangi bölge çiziliyorsa o alanı temsil eden yan yana bulunan 2 fotoğraf seçilir ve çizim yapılır. Çizim sırasında her yapı veya bölge cinsine göre farklı renklerde çizilmiştir. Örnek verecek olursak binalar sarı renkte, yollar beyaz renkte, sundurmalar mavi renkte çizilmiştir.

Çizim işlemlerinin bitmesiyle birlikte harita hazır hale gelmesi için düzenleme işlemlerine geçilir ve gerekli düzenlemeler ile istenilen harita üretilmiştir.



Şekil 13. Çizim çalışması.

4. BULGULAR

Uygulama kapsamında arazi çalışmalarına bakıldığında yer kontrol noktalarının atılması 4 saat ve İHA aracılığıyla 274 adet fotoğraf verisi elde etme ise 2 saat sürmüştür. Arazi çalışması toplam 6 saat sürmüştür. Bu projede dikkat edilmesi gereken bir diğer husus ise merkez bir bölge olduğundan dolayı yol çevresinde yapılaşma fazladır. İHA ile ölçüm bu fazla detaylı yapıların haritalanmasında fotoğraf verileri sayesinde kolaylık sağlamıştır.

Maliyet bakımından incelendiğinde ise projede kullanılan DJI Phantom 4pro fiyatı 10.900 TL'dir. Bir günlük arazide çalışan tekniker gideri 150 TL ve mühendis gideri 200 TL'dir. Ayrıca yer kontrol noktaları için kiralanan Topcan Gr3 bir günlük kiralanan 250 TL, yol ve yemek masrafları da 100 TL olmak üzere toplam 11.600 TL'dir. Topcon Gr3 satın alınması halinde maliyet artacaktır.

Doğruluk bakımından inceleme yapılması için arazide RTK yöntemi ile yapılan kontrol ölçümleri ve harita üzerinden yapılan ölçümler kullanılmıştır. Konum doğruluğu için gerekli detay alımları yapıp yapıp alırken, kot doğruluğu için arazi alanından boş kot okunmuştur. Bu verilerin kıyaslanması sonucunda, y koordinatlarında (sağa) $\pm 1,5$ cm hata bulunurken, x koordinatlarında (yukarı) ± 1 cm hata bulunmuştur. Ortalama konum hatası ise $\pm 1,25$ cm bulunmuştur. Ayrıca ortalama kot hatasının $\pm 1,2$ cm olduğu görülmüştür. Kıyaslamada kullanılan tüm nokta verileri Tablo 3, Tablo 4 ve Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Arazide elde edilen kontrol verileri.

N.N	SAĞA	YUKARI	KOT _(ÖLÇÜLEN)	KOD
H101	551618,260	4497245,230	745,477	BOSKOT
H102	551604,332	4497217,176	728,855	OKUL
H103	551626,289	4497142,173	746,094	BOSKOT
H104	551634,015	4497034,835	746,993	BOSKOT
H105	551694,478	4496975,589	751,265	BOSKOT
H106	551718,663	4496977,974	753,567	BOSKOT
H107	551754,596	4496951,428	757,347	BOSKOT
H108	551801,510	4496971,302	762,038	BOSKOT
H109	551847,017	4496958,006	766,011	BOSKOT
H110	551948,642	4496879,000	770,855	BOSKOT
H111	551643,661	4497051,356	747,268	TİCARİ
H112	552027,002	4496830,603	778,719	BOSKOT
H113	552083,748	4496821,088	778,626	BOSKOT
H114	552081,212	4496845,123	780,138	BOSKOT
H115	552217,308	4496793,906	768,438	BOSKOT
H116	552263,031	4496784,533	765,897	BOSKOT
H117	552380,570	4496763,417	768,155	BOSKOT
H118	552521,732	4496733,311	765,934	BOSKOT
H119	551812,435	4496943,118	751,480	CAMI
H120	552642,934	4496617,933	757,065	BOSKOT
H121	552610,741	4496603,269	755,021	BOSKOT
H122	552718,431	4496467,732	744,420	BOSKOT
H123	552730,717	4496430,628	739,853	BOSKOT
H124	552793,586	4496451,432	739,064	BOSKOT
H125	552845,939	4496469,721	736,456	BOSKOT
H126	552878,922	4496508,332	734,232	RESMİ_BİNA
H127	552880,002	4496444,574	733,804	BOSKOT
H128	552931,732	4496510,832	733,258	BOSKOT
H129	552964,278	4496505,011	732,373	BOSKOT
H130	552827,298	4496489,569	737,244	BOSKOT
H131	552760,413	4496461,733	742,165	BOSKOT

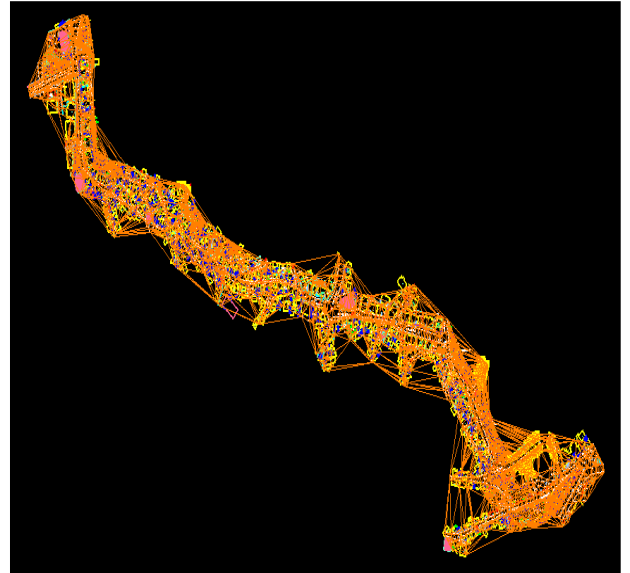
Tablo 4. Model üzerinden elde edilen kontrol verileri

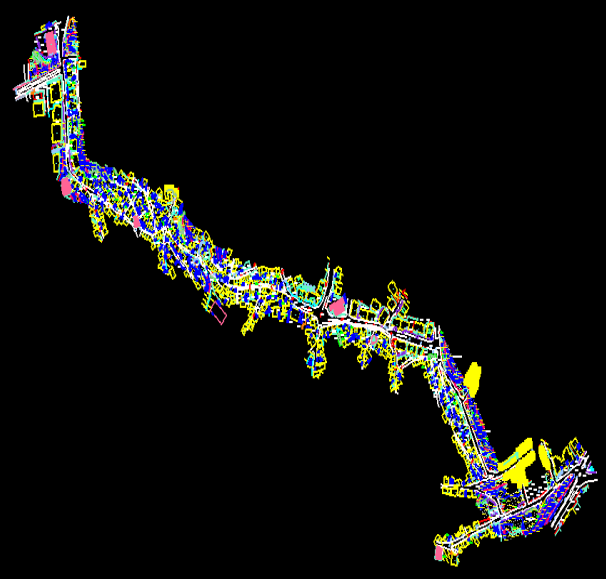
N.N	SAĞA	YUKARI	KOT _(MODEL)
H101	551618,260	4497245,230	745,410
H102	551604,342	4497217,187	740,842
H103	551626,289	4497142,173	746,099
H104	551634,015	4497034,835	746,991
H105	551694,478	4496975,589	751,261
H106	551718,663	4496977,974	753,568
H107	551754,596	4496951,428	757,370
H108	551801,510	4496971,302	762,032
H109	551847,017	4496958,006	766,000
H110	551948,642	4496879,000	770,852
H111	551643,661	4497051,356	757,279
H112	552027,002	4496830,603	778,717
H113	552083,748	4496821,088	778,624
H114	552081,212	4496845,123	780,145
H115	552217,308	4496793,906	768,431
H116	552263,031	4496784,533	765,844
H117	552380,570	4496763,417	768,153
H118	552521,732	4496733,311	765,938
H119	551812,412	4496943,108	762,480
H120	552642,934	4496617,933	757,068
H121	552610,741	4496603,269	755,018
H122	552718,431	4496467,732	744,418
H123	552730,717	4496430,628	739,872
H124	552793,586	4496451,432	739,086
H125	552845,939	4496469,721	736,435
H126	552878,910	4496508,341	758,255
H127	552880,002	4496444,574	733,801
H128	552931,732	4496510,832	733,287
H129	552964,278	4496505,011	732,372
H130	552827,298	4496489,569	737,248
H131	552760,413	4496461,733	742,174

Tablo 5. Verilerin fark sonuçları.

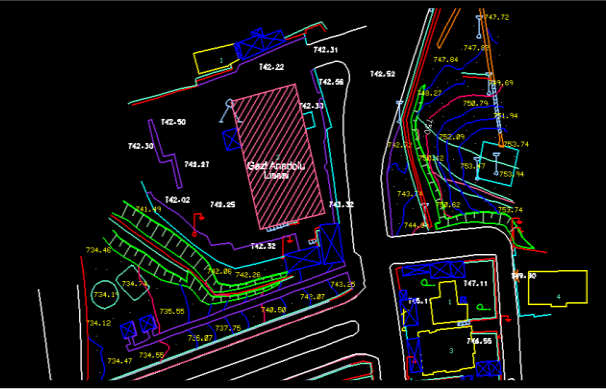
SAĞA	FARK		MUTLAK DEĞER
	YUKARI	KOT	
0,000	0,000	0,067	0,067
-0,010	-0,011	-11,987	11,987
0,000	0,000	-0,005	0,005
0,000	0,000	0,002	0,002
0,000	0,000	0,004	0,004
0,000	0,000	-0,001	0,001
0,000	0,000	-0,023	0,023
0,000	0,000	0,006	0,006
0,000	0,000	0,011	0,011
0,000	0,000	0,003	0,003
0,000	0,000	-10,011	10,011
0,000	0,000	0,002	0,002
0,000	0,000	0,002	0,002
0,000	0,000	-0,007	0,007
0,000	0,000	0,007	0,007
0,000	0,000	0,053	0,053
0,000	0,000	0,002	0,002
0,000	0,000	-0,004	0,004
0,023	0,010	-11,000	11,000
0,000	0,000	-0,003	0,003
0,000	0,000	0,003	0,003
0,000	0,000	0,002	0,002
0,000	0,000	-0,019	0,019
0,000	0,000	-0,022	0,022
0,000	0,000	0,021	0,021
0,012	-0,009	-24,023	24,023
0,000	0,000	0,003	0,003
0,000	0,000	-0,029	0,029
0,000	0,000	0,001	0,001
0,000	0,000	-0,004	0,004
0,000	0,000	-0,009	0,009

Yönetmeliğe uygun şekilde insansız hava aracı ile üretilen 1/1000 ölçekli 2 km uzunluklu şeritvari haritanın aşağıda yer alan şekil 14, şekil 15 ve şekil 16'da genel görünümü ve bazı bölgelerinin detaylı görünümü gösterilmiştir.

**Şekil 14.** Üretilen haritanın üçgenleme yapılmış genel görünümü



Şekil 15. Üretilen haritanın genel görünümü



Şekil 16. Haritanın detaylı görünümünden bir bölge

5. SONUÇ

Mühendislik alanında haritalar konuma dayalı birçok mühendislik projesinin temel altlığıdır. Bu nedenle harita temelli mühendislik projelerinde harita üretimi çok önemli bir yere sahiptir. Bu üretimin mühendisliğin temel amacı olan minimum sürede, minimum maliyette ve maksimum doğrulukta olması gerekmektedir. Haritacılar bu ilkeler doğrultusunda ürün elde etmek için teknoloji ile entegre çalışmalar yapmışlardır ve yeni harita üretim araçlarına yönelmişlerdir. Nitekim harita üretiminin son dönemde en gözde aracı İHA'lardır.

Çalışmada da görüldüğü gibi İHA'lar ile proje yapım yöntemlerine bir yenisi daha eklenmiş ve yönetmeliklere uygun doğrulukta şeritvari harita elde edilmiştir. Arazi çalışmalarında kullanıcıya kolaylık sağlayan bu araçlar mühendisliğin yeni gözdesi olacağını göstermiştir.

Ancak insansız hava araçlarının da her sistemde olduğu gibi olumsuz yanları da mevcuttur. En önemli dezavantajlarının başında hava şartlarından çok etkilenmesi gelmektedir. Bunun yanında her fotogrametrik ölçümde olduğu gibi işlem adımı fazladır ve her işlemde biriken hatalar sonucu doğruluğu düşebilmektedir. Ayrıca kullanımlarının ve izin yönetmeliklerinin detaylı olması da kullanıcıyı İHA yönteminden uzaklaştırdığı düşünülmektedir.

Sonuç olarak insansız hava araçlarının olumlu ve olumsuz yanlarıyla harita üretim yöntemlerine yeni bir pencere açtığı ve gittikçe yaygınlaşacağı görülmektedir.

BİLGİLENDİRME/TEŞEKKÜR

Çankırı Belediyesi yol çalışması kapsamında BMD Mühendislik tarafından yapılan İHA ile şeritvari harita üretimi projesini uygulama ve analiz etmemi sağlayan BMD Mühendislik ailesine, BMD Mühendislik müdürü İsa MISIRLI'ya, mühendisleri Sinan GÖRGÜLÜ 'ye projenin her adımında bilgileri ile destek olan Hüseyin Can'a ve Çankırı Belediyesine desteklerinden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Akademik hayatımda önemli bir yere sahip olan çok değerli hocam Prof. Dr. Hacı Murat YILMAZ 'a bilgi ve emeklerinden dolayı teşekkürü borç bilirim.

KAYNAKÇA

Akgül, M., Yurtseven, H., Demir, M., Akay, A. E., Gülcü, S. ve Öztürk, T., 2016. İnsansız hava araçları ile yüksek hassasiyette sayısal yükseklik modeli üretimi ve ormancılıkta kullanım olanakları. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 66(1), 104-118.

Atak, H., 2018. İnsansız hava araçları kullanarak ortofoto harita üretimi ve doğruluk analizleri, Yüksek Lisans Tezi, Gebze Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze.

Avdan, U., Şenkal, E. ve Çömert, R. (2012, Ekim 16-19). İnsansız hava araçlarının kullanım alanları ve gelecekteki beklentiler. IV. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu. Zonguldak.

Ayyıldız, E., Özmüş, L., Açar, F., Tuna, H., Özer, E. ve Erkek, B., et al. (2015, Mayıs 21-23). İnsansız hava aracı ve uçak platformlarından elde edilen görüntülerin ortofoto üretiminde karşılaştırılması. TUFUAB VIII. Teknik Sempozyumu. Konya.

Chipman, J. W., Kiefer, R. W. ve Lillesand, T. M., Uzaktan Algılama Ve Görüntü Yorumlama, Kaan Şevki Kavak(Editör), 7. Basımdan çeviri, Palme Yayınevi, Ankara.

Çetin, B., Barış S., Saroğlu S., 2011. Türkiye de Karayolları Gelişimine Tarihsel Bir Bakış. Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 1(1), 123-150.

Dikmen, M., 2015. İnsansız Hava Aracı (İHA) Sistemlerinin Hava Hukuku Bakımından İncelenmesi. Savunma Bilimleri Dergisi, 14(1), 145-176.

Erdoğan, A., 2016. Şeritvari haritaların insansız hava araçları ile üretimi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Gençerk, E. Y., 2016. İnsansız hava aracı fotogrametri uygulaması ile inşaat projesi imalat durumunun araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Gürçay, E., 2017. Sürekli gözlem yapan referans istasyonları tekniği ile insansız hava araçlarının konumlandırılması, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kahveci, M. ve Can, N., 2017. Selçuk Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5(4), 511-535.

Karkinli, A. E., Kesikoğlu, M. H., Atasever, Ü. H. ve Erkan, B. (2015, Temmuz 2). İnsansız Hava Araçları ile Sayısal Arazi Modeli Üretimi.

Kılınçoğlu, D. B., 2016. Farklı insansız hava araçları ile elde edilen görüntülerin otomatik fotogrametrik yöntemlerle değerlendirilmesi ve doğruluk analizi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kule A., 2015. İnsansız Hava Araçları Sistemleri, Beta Basımevi, İstanbul.

Öztürk, O., Bilgilioğlu, B., Çelik, M. F., Bilgilioğlu, S. ve Uluğ, R. İnsansız Hava Aracı Görüntüleri ile Ortofoto Üretiminde Yükseklik ve Kamera Açısının Doğruluğa Etkisinin Araştırılması.

Savaş, T., Karaderili, M. ve Usanmaz, Ö., 2018. İnsansız Hava Aracı Sistemlerinin Ayrılmamış Hava Sahasına Entegrasyonu ile İlgili Mevzuatların Değerlendirilmesi. Mühendis ve Makina Dergisi, 59(691), 1-14.

Sesören A., 2012. Fotojeoloji, 2. Basım, İstanbul.

Toprak, A. S., 2014. Fotogrametrik tekniklerin insansız hava araçları ile mühendislik projelerinde kullanılabilirliğinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Torun, A., 2017. İnsansız Hava Aracı (İHA) Sektöründe Trend: İHA Fotogrametrisi Bakışıyla. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi(Özel Sayı), 35-52.

Yaşar, M. İ., 2018. Türkiye ölçeğinde insansız hava araçları için mekansal bilgi sisteminin tsarlanması, Yüksek Lisans Tezi, Gebze Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze.

Yaşayan, A., Uysal M., Varlık A. ve Avdan, U., 2011. Fotogrametri, T.C Anadolu Üniversitesi Yayını, 1. Basım, Eskişehir.

Yıldız, F., 2016. İmar Bilgisi, 10. basım, Nobel Basımevi, Ankara.

Yılmaz, H. M., Mutluoğlu, Ö., Ulvi, A., Yaman, A. ve Bilgilioğlu, S. S., 2018. İnsansız Hava Aracı ile Ortofoto Üretimi ve Aksaray Üniversitesi Kampüsü Örneği. Geomatik Dergisi, 3(2), 129-136.

URL-1 < <https://www.dji.com/phantom-4-pro> > Erişim Tarihi: 27.03.2019



ANAFİ PARROT'UN HEYELAN BÖLGESİ HARİTALANDIRILMASINDA KULLANIMI USAGE OF ANAFİ PARROT IN LANDSLIDE SITE MAPPING

Aydın ALPTEKİN*, Mehmet Özgür ÇELİK, Lütfiye KUŞAK, Fatma Bünyan ÜNEL, Murat YAKAR

Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Mersin, Türkiye

Anahtar Kelimeler:

İHA
Anafi Parrot
Heyelan
Ortofoto

Keywords:

UAV
Anafi Parrot
Landslide
Orthophoto

ÖZ

Türkiye, sahip olduğu jeomorfolojik yapısından dolayı sıklıkla can ve mal kaybına yol açan doğal afetlere maruz kalmaktadır. Son yıllarda afetlerle mücadele için hazırlanan mühendislik projelerinde fotogrametrik yöntemler sıklıkla kullanılmaya başlamıştır. Teknolojik gelişmeler afete maruz bölgelerin modellenmesinde bize büyük kolaylıklar sağlamaktadır. İnsansız hava araçları (İHA) ile çekilen fotoğraflar sayesinde bölgenin güncel durumu 3B olarak öğrenilebilmektedir. Bu çalışmada Anafi Parrot'ın heyelan bölgesinde hem Android hem de iOS telefonlarda kullanımı ile ilgili bilgiler verilecek, olumlu ve olumsuz yanlarından bahsedilecek ve bir heyelan bölgesinin ortofotosu ortaya çıkartılacaktır. Küçük heyelan bölgelerinin modellenmesi işlerinde Android telefon kullanarak Anafi Parrot rahatlıkla kullanılabilir.

ABSTRACT

Turkey is frequently exposed to natural disasters, which cause loss of life and property due to its geomorphological structure. In recent years, photogrammetric methods have been used frequently in engineering projects prepared to struggle with disasters. Technological developments provide us great convenience in modelling disaster-exposed areas. With the help of photographs taken by Unmanned aerial vehicles (UAVs), the status of the region can be learnt in 3D. In this study, information about the use of Anafi Parrot in landslide area on both Android and iOS phones will be given, positive and negative aspects will be mentioned and orthophoto of a landslide area will be revealed. Anafi Parrot can easily be used in the modeling of small landslide zones using an Android phone.

*Sorumlu Yazar

*(aydinalptekin@mersin.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-5605-0758
(mozgurcelik@mersin.edu.tr) ORCID ID 0000 - 0003 - 4569- 888X
(lutfiyekusak@mersin.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-7265-245X
(fatmabunel@mersin.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-9949-640X
(myakar@mersin.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-2664-6251

1. GİRİŞ

Türkiye, nüfusunun hızla artmasına paralel olarak çarpık yerleşimin sıklıkla görüldüğü bir ülkedir. Özellikle kırsal kesimde binalar gerekli jeoteknik çalışmalar ve altyapı hizmetleri yapılmadan inşa edilmektedir. Bu durum binaları doğal afet riskine maruz bırakmaktadır.

Doğal afetler can ve mal kaybına neden olmaktadır. Bu yüzden, afet alanlarında hassas bir şekilde modelleme yapmak gerekmektedir. Son yıllarda gelişen teknoloji sayesinde modelleme işleri kolay bir şekilde yapılabilmektedir. Arazinin çok eğimli olduğu alanlara ulaşabilmek kolay değildir. İnsansız hava araçları (İHA) kullanılarak bölgenin güncel durumu hakkında bilgi edinilebilmektedir. Arazinin veya binanın 3B modeli kolay bir şekilde çıkartılabilmektedir.

En sık görülen doğal afetlerden olan heyelan ve kaya düşmesi, zemin veya kaya kütleleri üzerindeki kuvvetlerin değişmesi sonucu oluşmaktadır. Hareket eden kütlelerin yönünü arazideki eğim belirlemektedir. Bu sebeple, arazinin sayısal yükseklik modeli (SYM) hassas bir şekilde belirlenmelidir. Bugüne kadar yapılmış olan pek çok çalışmada arazinin SYM'si Google Earth veya topografik haritalar kullanılarak üretilmiş ve mühendislik projesinde kullanılmıştır. Bugünlerde arazinin SYM'si üretilirken Gerçek zamanlı kinematik sistem (GNSS) entegreli İHA kullanılmaktadır. Yüksek doğrulukta konum elde edilmektedir. İHA ile yüksek eğimi olan ve kolay bir şekilde ulaşamadığımız yerlerden güvenilir bir şekilde veri alabilmekteyiz.

İHA tarımsal faaliyetler, ormanlar, askeri amaçlar ve mühendislik projeleri başta olmak üzere çok geniş kullanım alanlarına sahiptir. (Aykut, 2019) İHA kullanarak kıyı kenar çizgisini belirlemiştir. (Şasi ve Yakar, 2018) İHA kullanarak bir tarihi eserin 3B modelini oluşturmuşlardır. (Fernandez ve ark. 2016) İHA kullanarak bir heyelan bölgesinin ortofotosunu çıkartmışlardır. Günümüzde çok fazla sayıda çeşidi bulunmakta olan İHA'ların teknik özellikleri (Nassi ve ark. 2019) tarafından karşılaştırılmıştır.

Ekonomik bir İHA olan Anafi Parrot, 2018 yılında satışa sunulmuş ve araştırmacılar tarafından mühendislik projelerinde kullanılmaya başlamıştır. (Costantino ve ark., 2019) yılında bir kilisenin 3B modelini oluşturmuşlardır. (Palestini ve Basso, 2019) bir akarsu havzasının 3B bilgisini elde etmişlerdir.

Bu çalışmada teknik özellikleri Tablo 1'de gösterilen Anafi Parrot (Şekil 1) marka İHA'nın heyelan bölgesinde Samsung Galaxy S7 ve iPhone 5S ile kullanımı hakkında bilgiler verilecektir. Mersin İli Bağcılar Mahallesi'nde Şubat 2019 tarihinde aşırı yağışlardan kaynaklanan bir heyelan olmuştur. Heyelan sonucunda binalarda ve tarım arazilerinde maddi hasarlar oluşmuştur.

Çalışma alanı Şekil 2'de gösterilmekte olan heyelan bölgesinden Eylül 2019 tarihinde Anafi

Parrot kullanılarak hava fotoğrafları alınmış ve arazi modellenmiş ve bölgenin ortofotosu üretilmiştir.

Çalışma alanı doğu-batı uzanlı Toros Dağları'nın orta kısmında kalmaktadır. Tipik Akdeniz iklimi görülmekte olan çalışma alanının yakın çevresinde aktif fay hattı bulunmamaktadır. Heyelan olan kısımda tarım yapılmaktadır.

Tablo 1. Anafi Parrot teknik özellikleri (Parrot, 2018)

Özellik	Değer
İHA ağırlığı	320 g
Kumanda ağırlığı	386 g
Batarya ağırlığı	126 g
Batarya sayısı	4
Uçuş süresi	25 dak
Azami Yatay hız	15.2 m/s
Azami Dikey hız	4 m/s
Azami Rüzgâr direnci	13.9 m/s
Azami uzaklık	4000 m
Çalışma sıcaklığı	-10...40 C°



Şekil 1. Anafi Parrot



Şekil 2. Çalışma alanı

2. YÖNTEM

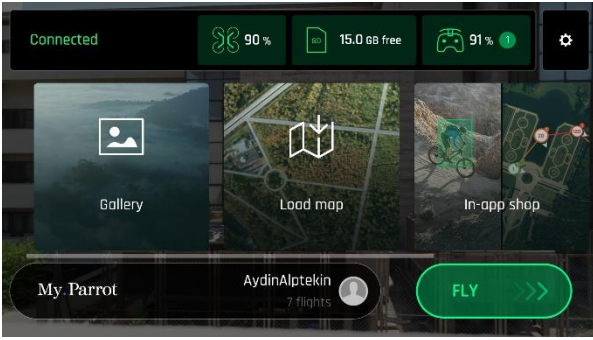
Bu çalışmada Anafi Parrot ile bindirmeli çekilen fotoğraflar Agisoft Metashape programında birleştirilmiş ve çalışma alanının ortofotosu üretilmiştir. Çalışma alanında 5 adet yer kontrol

noktası (YKN) kullanılmıştır. GPS ile ITRF-96 3° dilim orta meridyeni zone-36 sisteminde koordinatlar alınmıştır. İHA'yı uçurmak için Androd telefon tercih edilmiştir. Uçuş 40 metre yükseklikte yer örnekleme aralığı 1.1 cm/px ve bindirme oranı % 80 olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

2.1. Telefon Uygulamaları

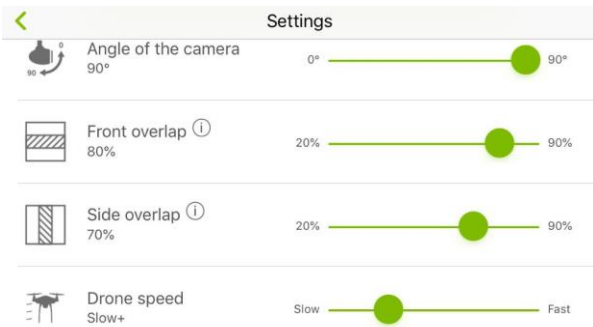
Anafi Parrot'ı kullanabilmek için FreeFlight 6, ve Pix4Dcapture uygulamalarının akıllı telefona yüklenmesi gerekmektedir. Eskiden bu uygulamalara ek olarak Ctrl+Parrot 2 uygulamasının da telefonda yüklü olması gerekliydi. Son güncellemeler ile bu uygulamaya gereksinim kalmamıştır.

FreeFlight 6 (Şekil 3) ile uçuş planı yapmadan resim çekme ve videoya alma işleri yapılabilmektedir. Kumandanın güncellenmesi ve telefonun İHA'ya tanıtılması, İHA'nın azami yüksekliği ve hızı ile kumandanın uzaklaşabileceği en uzak mesafe FreeFlight 6 uygulaması ile ayarlanabilmektedir.

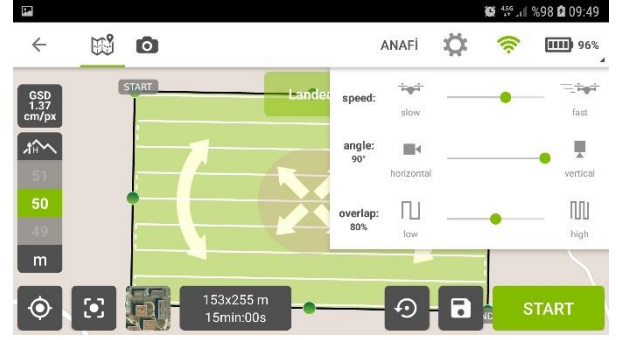


Şekil 3. FreeFlight 6 uygulaması

Pix4Dcapture uygulamasında Google Earth haritası ekrana gelince uçuş rotası, yüksekliği, bindirme aralığı ve İHA'nın hızı belirlenerek uçuş gerçekleştirilmektedir. Yapılan ayarlamalara göre uçuş süresi ekranda görülebilmektedir. iOS (Şekil 4) ve Android (Şekil 5) uygulamalarında bazı farklar bulunmaktadır.



Şekil 4. iOS telefonda uçuş ayarları

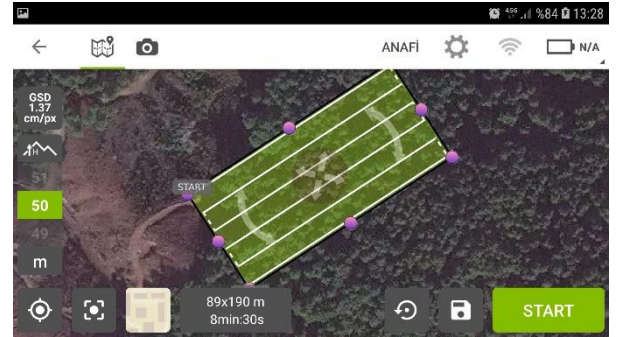


Şekil 5. Android telefonda uçuş ayarları

2.2. Uçuş

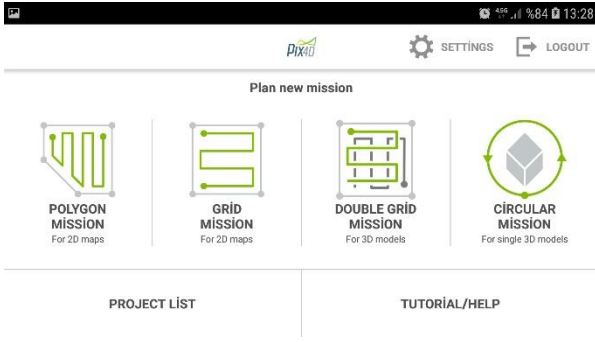
Anafi en çok 50 km/s (13.9 m/s) rüzgâr hızına karşı uçabilmektedir. Uçuşa başlamadan önce hava durumunu kontrol etmek için UAV Forecast isimli mobil uygulama kullanılması tavsiye edilmektedir. 16 GB microSD kart yüklüdür ve doluluk durumu kontrol edilmelidir. En düşük uçuş yüksekliği 20 metre ve en uzak mesafe 4000 metredir. Yer örnekleme aralığı (YÖA), uçuş yüksekliği arttıkça azalmaktadır.

Akıllı telefon ile Parrot kumandayı (Skycontroller) birbirine USB kablo ile bağlanmaktadır. Anafi ile serbest ve planlı uçuş olmak üzere iki çeşit uçuş yapılabilmektedir. Planlı uçuş yaparak daha rahat bir şekilde fotoğraflara ulaşılmaktadır. Uçuş alanı, hızı, yüksekliği ve bindirme oranını seçilebilmektedir (Şekil 6).



Şekil 6. Pix4D uygulamasında uçuş planı

Pix4Dcapture uygulamasında poligon, grid, çift grid ve dairesel (Şekil 7) olma üzere dört çeşit uçuş görevi vardır. Bu çalışmada grid mission kullanılmıştır.



Şekil 7. Pix4D uygulamasında uçuş görevleri

2.3 Uygulama

Bu çalışmada heyelan bölgesinde 5 adet YKN kullanılarak uçuşlar gerçekleştirilmiştir. Agisoft Metashape programı kullanılarak bölge modellenmiştir.

3. BULGULAR

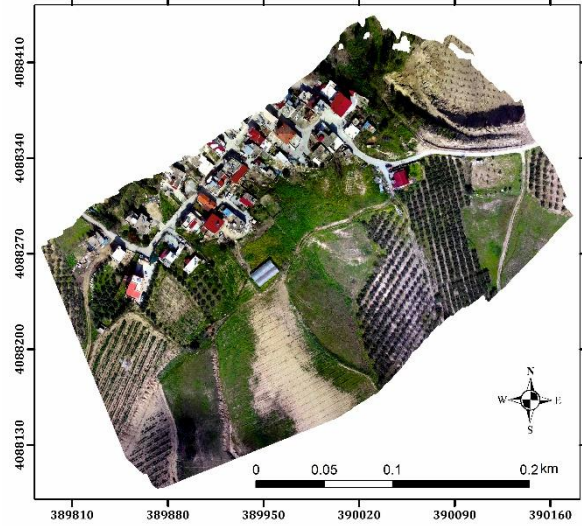
Bu çalışmada hem Anafi Parrot'un kullanımı hem de bölgenin modellenmesinden elde edilen bulgular anlatılmıştır.

3.1 Anafi'nin Kullanımında Karşılaşılan Sorunlar

Android telefonda tek bindirme oranı (Şekil 5) seçerken, ios telefonda ön ve yan (Şekil 4) olmak üzere iki bindirme oranı seçilebilmektedir. Uçuş planı hazırladığımızda bulunduğumuz yerden en fazla 4000 metre uzaklığa kadar ulaşmaktadır. 4000 metreden sonra İHA havada asılı kalmaktadır, o anda İHA geri çağırılabilir. Anafi'yi havada sürekli takip etmeliyiz, ağaç dalı, elektrik teli gibi bir cisme temas etmesi halinde yere düşme tehlikesi bulunmaktadır. Yapılan çalışmayı istediğimiz koordinat sisteminde hazırlamak için yer kontrol noktası (YKN) kullanmamız gerekmektedir. Kumanda telefona bağlandığı anda telefonu şarj etmeye başladığından dolayı kumandanın şarjı hızlı bir şekilde azalmaktadır. Bu sebeple, şarj sorununu çözmek için Powerbank kullanmak gerekmektedir. Uçuş tamamlanınca çekilen fotoğrafları telefona aktararak bakabilmek için 18 dakikalık uçuş planı hazırlanmalıdır. Hazırlanan uçuş planının kaç dakika süreceğini telefon ekranından görülebilmektedir (Şekil 6). Uçuşa başlamadan önce bataryanın şarjı kontrol edilmelidir. %10 şarj kaldığı zaman İHA kalkış yaptığı noktaya doğru harekete başlamaktadır. Altlık harita ios telefonda 20-30 saniyede ekrana gelirken, Android telefonda 2-3 dakikayı bulmaktadır. Bazen hazırlanan uçuş planı İHA'ya iletilmemektedir. Bu durumda her şeyi kapatıp, tekrar açmak sorunu çözmüştür. Çekilen fotoğrafları bir USB kablo ile bilgisayara aktarabilmekteyiz. ios telefon kullandığımız zaman çektiğimiz fotoğraf sayısında daha az sayıda fotoğraf alıyoruz. Android telefonda ise herhangi bir sorun olmamaktadır.

3.2. Ortofoto

Çalışma alanının ortofotosu Agisoft Metashape programında üretilmiştir. Ortofotoya grid eklemek için tiff formatında çıkartılmış ve ArcGIS programında grid eklenmiştir (Şekil 8).



Şekil 8. Ortofoto

4. SONUÇLAR

Anafi Parrot'un avantajları; ucuz ve hafif olmasıdır. Olumsuz yanları ise bataryasının hızlı tükenmesi ve ios telefonda eksik fotoğraf vermesidir. Android telefonda Anafi Parrot sıkıntı olmadan kullanılmıştır. Bu çalışmada ileride yapılabilecek çalışmalara altlık olması amacıyla bir heyelan bölgesinin ortofotosu çıkartılmıştır.

KAYNAKÇA

- Ayut, N.O. (2019) İnsansız hava araçlarının kıyı çizgisinin belirlenmesinde kullanılabilirliğinin araştırılması. Geomatik Dergisi, 4(2) pp.141-146.
- Costantino, D., Carrieri, M., Garofalo, A.R., Angelini, M.G., Baiocchi, V. and Bogdan, A.M. (2019). Integrated survey for tensional analysis of the vault of the church of San Nicola in Montdoro. 2nd International conference of geomatics and restoration, Milan, Italy, pp. 455-460.
- Fernandez, T., Perez, J.L., Cardenal, J., Gomez, J.M., Colomo, C. ve Delgado, J. (2016) Analysis of Landslide Evolution Affecting Olive Groves Using UAV and Photogrammetric Techniques. Remote Sensing, 8(10), pp. 837.
- Nassi, B., Shabtai, A., Masuoka, R. and Elovici, Y. (2019). SoK - Security and Privacy in the Age of Drones: Threats, Challenges, Solution Mechanisms, and Scientific Gaps.

<https://arxiv.org/pdf/1903.05155.pdf>, pp. 1-17.

Palestini, C. ve Basso, A. (2019). 3D detection and reconstruction experiments in river basins. 8th International workshop 3D-Arch, Bergamo, Italy, pp. 543-550.

Parrot (2018). Anafi User Manual v2.2. pp.1-73.

Şasi, A. ve Yakar, M. (2018). Photogrammetric modelling of Hasbey Dar'ülhuffaz (Masjid) using an unmanned aerial vehicle. International Journal of Engineering and Geosciences. 3(1), pp. 006-011.