



Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi

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

e-ISSN 2687-6094



İnsansız Hava Aracı (İHA) ile Üretilen Şeritvari Haritalardan Kübaj Hesabı

Alperen Erdoğan*¹, Ömer MUTLUOĞLU²

¹Yozgat Bozok Üniversitesi, Şefahtli Meslek Yüksekokulu, Yozgat, Türkiye

²Konya Teknik Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Konya, Türkiye

Anahtar Kelimeler

İHA
Uzaktan Algılama
Fotogrametri
Ortofoto
SYM

ÖZ

Mühendislik projelerinde zaman, maliyet ve doğruluk kavramları önemli değere sahiptir. Bu sebeple, mühendislik projelerinin kısa zaman, düşük maliyet ve yüksek hassasiyet gözetilerek yapılması gerekmektedir. Fotogrametrik Tekniklerin İHA'lar ile mühendislik projelerinde kullanılabilirliğinin tespit edilmesi, bu projelerin üretimine yeni bir soluk katacak ve bu teknik ile daha kısa zamanda, daha hassas ve düşük maliyetler ile mühendislik projeleri üretilebilecektir. Gelişen ve değişen teknoloji harita mühendisliğini özellikle fotogrametri anabilim dalını yakından etkilemektedir. Son yıllarda sayısal arazi verilerinin elde edilmesinde çok farklı seçenekler kullanıma sunulmaya başlanmıştır. Bunlardan biri İnsansız Hava Araçlarına metrik olmayan kameraların monte edilmesi yoluyla araziden sayısal verilerin toplanmasıdır. Bu çalışmanın amacı insansız hava aracına (İHA) ile alınan görüntülerden elde edilen ortofoto haritanın nokta konum hassasiyetleri incelenmiştir. Bu amaçla seçilen pilot bölgede 5-10-15 sayıda YKN'ler kullanılarak 3B model ve ortofoto haritalar üretilmiştir. Hassasiyeti yüksek olan 15 YKN ile üretilen Agisoft verisi kullanılarak hacim hesabı yapılmıştır. Hacim hesabında %99 oranında doğruluk tespit edilmiştir.

Contour Calculation from Stripe Maps Produced by Unmanned Aerial Vehicles (UAV)

Keywords

UAV
Remote Sensing
Photogrammetry
Orthophoto
SYM

ABSTRACT

Time, cost and accuracy concepts have important value in engineering projects. For this reason, engineering projects should be done in short time, low cost and high sensitivity. Determining the usability of Photogrammetric Techniques in engineering projects with UAVs will add a new breath to the production of these projects, and with this technique, engineering projects can be produced in a shorter time, with more precision and with lower costs. Developing and changing technology closely affects map engineering, especially the photogrammetry department. In recent years, many different options have been introduced to obtain digital land data. One of these is the collection of digital data from the field by mounting non-metric cameras to Unmanned Aerial Vehicles (UAV). The aim of this study was to examine the point position sensitivities of the orthophoto map obtained from the images taken by unmanned aerial vehicles. For this purpose, 3D model and orthophoto maps were produced by using 5-10-15 number of GCPs in the selected pilot area. The volume was calculated using Agisoft data produced with 15 YKN with high precision. An accuracy of %99 was determined in the volume calculation.

*Sorumlu Yazar (*Corresponding Author)

*(alperen.erdogan@bozok.edu.tr) ORCID ID 0000-0003-1240-833X
(omutluohlu@ktun.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-7846-3713

Cite this article (APA);

Erdoğan A & Mutlu Ö (2020). İnsansız Hava Aracı ile Üretilen Şeritvari Haritalardan Kübaj Hesabı. Turkish Journal of Unmanned Aerial Vehicles, 2(2), 61-66

1. GİRİŞ

Fotogrametri tarihinin ilk uygulamaları, yersel fotogrametri alanında yapıldığı bilinmektedir (Bügler vd., 2009; Yakar vd., 2016; Ulvi vd., 2019). İlk fotogrametrik uygulamalar yersel uygulamalar olmasına rağmen süre içerisinde hava fotogrametrisi alanında da gelişmeler göstermiştir. Bunun sebebi ise geniş alanların haritalanması hava fotogrametrisi ile hem ekonomik hem de daha kısa sürede yapılmasına imkân sağlamasıdır. Son yıllarda dijital fotogrametrik uygulamalarda yaşanan hızlı gelişmeler ve çekilen resimlerin dijital fotogrametri sayesinde değerlendirilmesinde büyük kolaylıklar sağlamıştır. Klasik hava kamera sistemlerinin yüksek maliyette olması, yapılacak uygulamaların uçuş iznine tabi tutulması klasik fotogrametri yöntemiyle çalışmasını zor kılmaktadır. Ayrıca klasik hava fotogrametri sistemlerinin sivil kullanıcılar tarafından temin edilmesi maliyetli ve uzun izin protokollerinde zaman kaybı yaşatacağı için, daha az maliyet ve izin protokolü gerektiren insansız hava aracı (İHA) platformları son yıllarda daha da çok gündeme gelmesini sağlamıştır (Ulvi vd., 2020; Kabadayı & Uysal, 2019).

Metrik olmayan dijital kameralarında haritacılık uygulamalarında kullanılabilir hale gelmesi ve İHA platformlarına kolayca yerleştirilmesi sayesinde bu platformların kullanılabilirliğini daha makul hale getirmiştir. İHA askeri amaçlardan 3B modelleme, haritacılık, gözetleme ve izleme gibi farklı birçok amaç için kullanılmaktadır (Uysal vd., 2013; Ulvi vd., 2019; Yiğit & Uysal, 2020)

Uydu sistemleri ile taşkın haritalamadan obje tespitine kadar birçok uygulamada yararlanılmaktadır (Tao vd., 2004; Yiğit & Kaya, 2020; Kaya & Polat, 2020). Fakat İHA'ların uydu sistemlerine göre daha fazla avantajları bulunmaktadır (Erdoğan, 2016; Yiğit & Uysal, 2020). Konum olarak daha hassas çözünürlükte veriler üretilebilmektedir. Aynı zamanda istenilen zamanda veriler üretilebilmektedir. Uydulardan istenildiği zaman veri elde etmek mümkün olmadığı gibi üretilen verinin kalitesi de bulutluluk gibi faktörlerden dolayı talebi karşılayamayabilir. Aynı zamanda uydu sistemlerine göre daha ekonomik veri üretimi sağlamaktadır. İHA'lar sayesinde zamansal çözünürlüğü yüksek veriler elde edilebilmektedir.

Bu çalışmada İHA ile çekilen resimler fotogrametrik yöntem ile değerlendirilirken farklı sayıda YKN'ler kullanılarak 3B model ve ortofoto üretilmiştir. Konum hassasiyeti yüksek olan 15 YKN ile üretilen 3B model kullanılarak kubaj hesabı yapılmıştır. Modelden üretilen ve 1/1000 olarak yersel jeodezik ölçümler ile üretilen haritalardan üretilen kubaj karşılaştırılmıştır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Çalışma Bölgesi

Çalışma alanı Konya İli içerisinde bulunan Selçuk Üniversitesi Kampüsünün kuzeybatısından geçmekte olan, Dokuz mevkiisinde son bulan çevre yolu projesinin 96+600.000 km'si ile 108+000.000 km'si arasındaki kesim 2 olarak adlandırılan karayolu projesinin 105+980.000 km si ile 108+000.000 km si arasındaki bölge proje alanı olarak seçilmiştir ve Şekil 1'de gösterildiği üzere gösterilmiştir.



Şekil 1. Şeritvari haritası yapılmak üzere seçilen alan YKN'lerin uydu görünümü

2.2. Kullanılan Veri ve Özellikleri

Bu çalışma kapsamında tam otomatik uçuş yeteneğine sahip Dji firmasının ürettiği Dji Phantom Professional 3 isimli İHA kullanılmıştır (Şekil 2). Hazırlanan uçuş planlarına göre uçuş otomatik olarak gerçekleştirilmiş ve belirlenen kriterlere göre çalışma alanına ait fotoğraflar çekilmiştir. Fotoğraf çekim işlemi cihazda bulunan sabitlenmiş 12 MP çözünürlüklü FC 300 X isimli dijital kamera ile gerçekleştirilmiştir. İnsansız hava aracına ve fotoğraf makinesine ait teknik bilgiler Tablo 1'de verilmiştir. Uçuş öncesi zemine metal levha yerleştirilerek Yer kontrol noktaları (YKN) tesis edilmiştir (Şekil4). YKN'ler RTK GPS alıcısı ile ölçülmüştür (Şekil 3).



Şekil 2. DJI Phantom 3 (URL 1)



Şekil 3. RTK GPS Cihazı



Şekil 4. YKN işaretlenmesi

Tablo 1. Kullanılan cihaz ve özellikleri

DJI Phantom Professional 3	Kamera	RTK GPS
Ağırlık 1280 gr	Fotoğraf Çözünürlük 12 MP	Kompakt hafif tasarım
Max Hız 16m/s	4000x3000	GPS ve Glonass Uyduları
Tırmanış 5m/s	Odak F:2.8	Entegre bluetooth iletişimi
İniş 3 m/s	Deklanşör hızı 1/2000 sn	Çift frekanslı
Navigasyon GPS/GLONASS	Video çözünürlüğü 2.7K	6.4 km kapsama

2.3. Uygulama

Güzergâh alanı içerisinde Karayolları Genel Müdürlüğüne ait poligon taşlarına ilaveten 44 adet YKN işaretlenmiştir. Belirlenen YKN ve kareaj noktaları RTK GPS yöntemiyle ölçülmüştür. Koordinatlandırmada kullanılan YKN'lerin ve kontrol noktaların dağılımı Şekil 6'da gösterildiği üzere verilmiştir. Uçuş planlaması Pix4d Mapper Capture programında hazırlanmıştır (Şekil 5). Belirlenen güzergâhta yedi uçuş gerçekleştirilmiştir. Her uçuş yaklaşık 16 ha'lık alan kapatmaktadır fakat yol güzergâhında kurb olduğu için fazladan bir planlama daha yapılmıştır. Elde edilen görüntüler 80 m yükseklikte %70 enine ve %80 boyuna bindirmeli olarak 924 adet fotoğraf çekilmiştir.



Şekil 5. Pix4d Mapper Capture programı uçuş planlaması

Görüntülerin alınmasında kullanılan FC 300 X isimli dijital kamera kalibrasyon değerleri, kullanılan yazılımlar içerisindeki değerler yardımı ile yapılmıştır.



Şekil 6. Şeritvari haritası yapılmak üzere seçilen alan YKN'lerin uydu görünümü

Görüntü işleme yazılımı olan Pix4D ve Agisoft ile 924 adet fotoğraf, ilk olarak 5 YKN daha sonra 10 YKN son olarak 15 YKN kullanılarak ortofoto haritaları üretilmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Pix4D Mapper Pro ile değerlendirmede kullanılan 5-10 ve 15 YKN dağılım gösterimi

Kontrol noktalarının (KN) GPS RTK yöntemi ile ölçülen koordinatları baz alınarak nokta bulutundan elde edilen koordinatları karşılaştırılmış. Araziye işaretlenen toplam 44 noktanın içerisinde YKN'ler belirlenmiş bu YKN noktaların dışındakiler kontrol noktası (KN) olarak kullanılmıştır. KN'lerin konum doğrulukları tablo 2'de gösterilmiştir.

KN'lerin karesel ortalama hata hesabı yapılırken karşılaştırma da X, Y ve Z yönündeki hatalar;

$$V_Y = Y - Y_K$$

$$V_X = X - X_K$$

$$V_Z = Z - Z_K$$

$$m_Y = \pm \sqrt{\frac{[V_Y V_Y]}{n}} \quad m_X = \pm \sqrt{\frac{[V_X V_X]}{n}} \quad m_Z = \pm \sqrt{\frac{[V_Z V_Z]}{n}}$$

$$m_p = \pm \sqrt{\frac{[V_Y V_Y][V_X V_X]}{n}}$$

formülleri ile hesaplanmıştır.

Bu formüllerdeki;

- Y_{K,X_K} : Model üzerinden elde edilen nokta koordinatları
 Y, X : RTK GPS ile belirlenmiş nokta koordinatları
 m_x : X yönündeki karesel ortalama hata
 m_y : Y yönündeki karesel ortalama hata
 m_z : Z yönündeki karesel ortalama hata
 m_p : Konum ortalama hatası
 n : Nokta sayısı

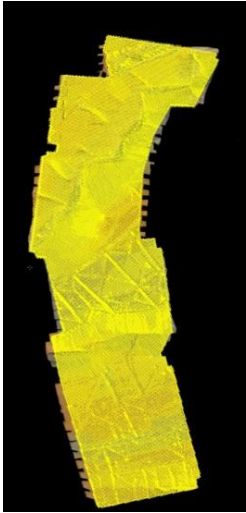
Tablo 2. Kontrol noktalarının karesel ortalama hataları

Kullanılan Yazılım	Karesel Ortalama Hata (cm)				Kullanılan YKN Sayısı
	m_y	m_x	m_z	m_p	
Agisoft	16,50	22,80	19,70	28,10	5 YKN
	8,80	10,30	10,20	13,50	10 YKN
	4,40	3,80	4,00	5,80	15 YKN
Pix4D	27,40	30,80	30,90	41,10	5 YKN
	7,00	10,00	9,00	12,20	10 YKN
	4,60	5,30	4,60	7,00	15 YKN

Tablo 2 de ki verilere göre karesel ortalama hatası en düşük olan Agisoft yazılımında üretilmiş olan 15 YKN'li model ile hacim hesabı çalışması yapılmıştır.

2.3.1. Hacim Hesabı

Çalışmada İHA görüntülerinden elde ettiğimiz sonuçları en doğru olan 15 YKN'li Agisoft yazılımı sonuçları ile üretilen ortofoto ve SYM'leri Virtual Surveying programında yeni bir proje oluşturarak şekilde birleştirildi. Virtual Surveying yazılımında arazinin yapısını belirleyecek şekilde 5m aralıklı grid ağı oluşturulmuştur (Şekil 8).



Şekil 8. Virtual Surveying yazılımında oluşturulan grid ağı

Çalışmada, referans olarak Karayollar 3. Bölge Müdürlüğü'nün yaptırmış olduğu 1/1000 ölçekli fotogrametrik hâlihazır harita kullanılmıştır. Oluşturduğumuz grid ağından elde edilen hâlihazır haritada rastgele 1453.15 m uzunluğunda güzergâh belirlenmiş ve belirlenen güzergâhta 20 m aralıklarla

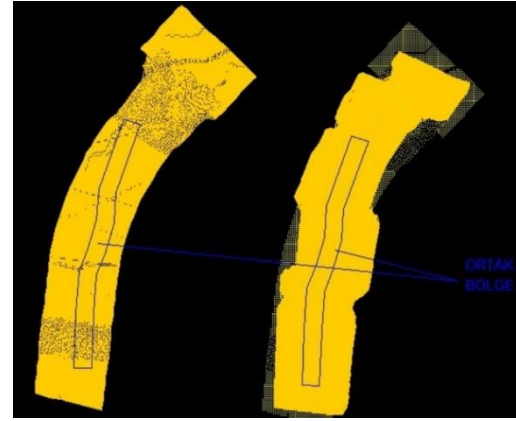
boy kesit ve 50 m genişliğinde en kesitler oluşturulmuştur. En kesitler kullanılarak TCK yöntemlerine göre oluşturulan Brüknel Diyagramındaki kübaj farkı;

Tablo 3. Netcad Ortamında Enkesitlerden üretilen Brüknel Diyagramı (1+410.15 km)

	Kümülatif Hacim (m ³)		Brükner Değeri
	Yarma	Dolma	
1+ 420.00	9051.39	10157.27	-1150.88
1+ 440.00	9320.65	10606.46	-1285.81
1+ 435.15	9543.43	10782.94	-1239.51

Tablo 3'te verildiği üzere 1239.51 m³ olduğu görülmektedir.

Aynı güzergâh en kesitler kullanılmadan, güzergâhın sağında ve solunda 50 m paraleller atılarak kapalı bir alan oluşturuldu. Halihazır üzerinden hesaplanan alan ve hacim değerleri Tablo 4'de, İHA görüntüleri ile üretilen verilerden üretilen alan ve hacim hesaplamaları Tablo 5'te verilmiştir. Hesaplamalarda 1250 m taban kot olmak üzere kazı ve dolgu hacmi hesaplamaları Tablo 6'da sunulmuştur. Hesaplama da kullanılan ortak alanın sınırları Şekil 9'da gösterilmiştir.



Şekil 9. Belirlenen güzergâhın etrafında oluşturulan kapalı bölge

Tablo 4. 1/1000'lik hâlihazır Netcad kazı dolgu hesabı

Hacim Raporu	Değer
Kazı Hacmi	662226.1 m ³
Dolgu Hacmi	1157751.9 m ³
Kazı Alanı	93360.1 m ²
Dolgu Alanı	51954.9 m ²
Bölge Alanı	145315.1 m ²

Tablo 5. İHA görüntülerinden elde edilen hâlihazır Netcad kazı dolgu hesabı

Hacim Raporu	Değer
Kazı Hacmi	661102.7 m ³
Dolgu Hacmi	1160391.2 m ³
Kazı Alanı	93286.0 m ²
Dolgu Alanı	52029.1 m ²
Bölge Alanı	145315.1 m ²

Tablo 6. 1250 kotu baz alınarak hesaplatılan kazı dolgu hacimleri

	1/1000'lik Hâlihazır	Modelden Üretilen Hâlihazır	Fark	Yüzde
Kazı Hacmi	660226.1 m ³	661102.7 m ³	1076.6 m ³	0.998
Dolgu Hacmi	1157751.9 m ³	1160391.2 m ³	2639.3 m ³	0.997
Kazı Alanı	93360.1 m ²	93286.0 m ²	74.1 m ²	
Dolgu Alanı	51954.9 m ²	52029.1 m ²	74.2 m ²	
Bölge Alanı	145315.1 m ²	145315.1 m ²		
Dolgu - Kazı Hacmi	497525.8 m ³	499288.5 m ³	1562.7 m ³	0.996

Çalışmada kullanılan hesap yöntemi daha önce yapılan benzer bir çalışma (Yakar vd., 2009; Kaya vd., 2019) baz alınarak yapılmıştır.

3. SONUÇLAR

İHA'ların kullanılması ile az maliyetle kısa sürede çok yüksek konumsal ve zamansal çözünürlüklü görüntüler elde edilebilmektedir. Bu çalışmada İHA kullanılarak elde edilen ortofoto haritaların üretiminde kullanılan YKN'lerin konum doğruluğuna etkisi irdelenmiştir. Değerlendirmeler sonucunda YKN sayısının artması konum hassasiyetini artırdığı görülmüştür. Bu yöntem ile üretilen hâlihazır haritalar gerekli hassasiyeti sağladığı görülmektedir. Konum doğruluğundaki hassasiyetin yanı sıra hacim doğruluğu da irdelenmiştir. Karşılaştırma da hem fotogrametrik olarak üretilen hâlihazır haritada hem de İHA aracılığıyla ürettiğimiz hâlihazır harita üzerinde 20 m aralıklarla en kesitler üretilerek brükner diyagramı oluşturulmuş ve 1453.15 m'lik güzergâh uzunluğunda 1239.517 m³'lük fark çıkmıştır. Bu güzergâh da 100 m genişliğinde koridor oluşturularak 1250 taban kotuna göre kazı ve dolgu hacim hesabı yapılmıştır. Kazı ve dolgu hacimlerinin %99 doğrulukla uyum sağladığı görülmüştür. Bu çalışma göstermiştir ki; şeritvari haritaların İHA ile üretilmesinin mümkün olduğu görülmüştür. Ayrıca nokta konum doğruluğunun araştırılması için oluşturulan grid ağında yapılan karşılaştırmada elde edilen doğruluk yaklaşık 6 cm civarındadır. Bu doğruluk Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliğinde belirtilen tecviz sınırları içerisinde kalmaktadır. İHA'larla yapılacak harita üretiminde; Kullanılan İHA'nın ve kameranın teknik özellikleri, uçuş yüksekliği, bindirme oranları, değerlendirme de kullanılan YKN'nın sayısı ve dağılımına göre hesaplanacak nokta konum doğrulukları değişebilir

KAYNAKÇA

- Bügler M, Ogunmakin G, Teizer J, Vela P A & Borrmann A (2014). A comprehensive methodology for vision-based progress and activity estimation of excavation processes for productivity assessment, In Proceedings of the 21 st International Workshop. Intelligent Computing in Engineering (EG-ICE), Cardiff, Wales.
- Erdoğan A (2016). Şeritvari haritaların insansız hava araçları ile üretimi. *Doktora Tezi*, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kabadayı A & Uysal M (2019). İnsansız Hava Aracı ile Elde Edilen Verilerden Binaların Tespiti. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 1 (1), 8-14.
- Kaya, Y & Polat, N. Investigation of phenological stages of wheat plant using vegetation index. *Mersin Photogrammetry Journal*, 2(1), 24-28.
- Kaya Y, Şenol H İ, Memduhoğlu A, Akça, Ş, Ulukavak M & Polat N (2019). Hacim Hesaplarında İHA Kullanımı: Osmanbey Kampüsü Örneği. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 1 (1), 7-10.
- Tao C Vincent, Yong Hu & W Jiang (2004). Photogrammetric exploitation of IKONOS imagery for mapping applications, *International Journal of Remote Sensing*, 25 (14), 2833-2853.
- Ulvi A, Yakar M, Yiğit A Y & Kaya Y (2019). The Use of Photogrammetric Techniques in Documenting Cultural Heritage: The Example of Aksaray Selime Sultan Tomb. *Universal Journal of Engineering Science*, 7 (3), 64-73.
- Ulvi A, Yakar M, Yiğit A Y & Kaya Y (2020). İha ve Yersel Fotogrametrik Teknikler Kullanarak Aksaray Kızıl Kilisenin 3b Modelinin ve Nokta Bulutunun Elde Edilmesi. *Geomatik*, 5 (1), 19-26.
- Ulvi A, Yiğit A Y & Yakar M (2019). Modeling of Historical Fountains by Using Close-Range Photogrammetric Techniques. *Mersin Photogrammetry Journal*, 1 (1), 1-6.
- Uysal M, Toprak A S & Polat N (2013). Afyon Gedik Ahmet Paşa (İmaret) Camisinin Fotogrametrik Yöntemle Üç Boyutlu Modellenmesi, Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği VII. Teknik Sempozyumu -TUFUAB'2013.
- Yakar M, Kabadayı A, Yiğit A Y, Çıkkıncı K, Kaya Y & Catin S S (2016). Emir Saltuk Kümbeti Fotogrametrik Rölöve Çalışması ve 3Boyutlu Modellenmesi. *Geomatik*, 1 (1), 14-18.
- Yakar, M., Yılmaz, H. M. ve Mutluoğlu, Ö., (2009), Hacim Hesaplamalarında Laser Tarama Ve Yersel

Fotogrametrinin Kullanılması, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı.

Yiğit A Y & Kaya Y (2020). Sentinel-2A uydu verileri kullanılarak sel alanlarının incelenmesi: Düzce örneği. *Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi*, 2 (1), 1-9.

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

Yiğit A Y & Uysal M (2020). Automatic Road Detection from Orthophoto Images. *Mersin Photogrammetry Journal*, 2(1), 10-17.

Yiğit A Y, Kaya Y & Kabadayı A (2020). Comparison of Documenting Cultural Artifacts with the 3D Model in Different Software. *Mersin Photogrammetry Journal*, 2(2), 51-58.

URL-1. <https://www.dji.com/phantom-3-pro>



© Author(s) 2020.

This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>